فلسفه تحلیلی، شماره سی‌ونه، بهار و تابستان ۱٤۰۰، ص۵-۳۸

تقدم متافیزیکی همکاری بر رقابت[1]

محسن جمالی‌مهر

دانش‌آموخته دکتری فلسفه علم، دانشکده حقوق، الهیات و علوم سیاسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

بابک عباسی[2]

استادیار گروه فلسفه، دانشکده حقوق، الهیات و علوم سیاسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

رضا ندرلو

استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

طبیعت یا محیط، هستومندی سیستماتیک حاصل از تعامل میان هستومندهای تشکیل‌دهنده‌ی آن است که در طول زمان نیز تغییر می‌کنند. تا پیش از داروین تأکید اندیشمندان بر همکاری میان فرد جاندار با محیطشان مبنای نظریه‌های تبیین‌کننده بوده است حال آن‌که داروین رقابت میان افراد را بر مبنای نظریه‌ای اقتصادی به عنوان پایه‌ی تبیین‌های خود برگزید. بنابراین سنگ بنای نظریه‌ی داروین بر رقابت میان هستومندهای زیستی بنا شد و در این رویکرد هر گونه تعاملی میان هستومندها بر پایه‌ی رقابت میان هستومندهای سطح بالاتر توضیح داده می‌شود. این امر و عدم وجود نظریه‌ی وراثتی مناسب در زمان داروین سبب شد تا نظریه‌ی تکاملی‌اش همانند دیگر نظریه‌ها با مشکلاتی در تبیین برخی از رویدادهای زیستی مواجه گردد. رویکردهای تعاملی (همکاری) یا تقابلی (رقابت) به تنهایی نمی‌توانند مبیّن کامل و یکپارچه‌ای برای واقعیت‌های زیستی تلقی شوند. به‌نظر می‌رسد هم‌زمان با این‌که رابطه‌ی اساسی میان هر هستومند زیستی با محیط پیرامونش تعامل و همکاری است، تقابل و رقابتی میان برخی هستومندها به‌ویژه هستومندهای به شدت شبیه برای برقراری ارتباط بهتر با محیط پیرامونشان نیز برقرار است.

کلیدواژه‌ها: همکاری، رقابت، تکامل، شباهت، محیط زیست، رابطه.

---

۱. تاریخ وصول: ۱۳۹۹/۷/۱؛ تاریخ تصویب: ۱٤۰۰/٦/۲٤

۲. پست الکترونیک (مسؤول مکاتبات): babbaasi@gmail.com

مقدمه

یکی از سؤالات تبیین‌خواه در زیست‌شناسی مربوط به مشاهده‌ی «گوناگونی و تغییرات هستومندها» و «روابط میان آن‌ها» است. در طبیعت هستومندهای گوناگونی بهم مرتبط‌اند که به‌طور معمول در پاره‌ای از ویژگی‌ها بهم «شبیه» و در پاره‌ای دیگر «متفاوت» هستند. البته این وجوه شباهت و تفاوت می‌تواند از منظرهای مختلفی نظیر شکل، کارکردها و یا حتی محتوای مادی در نظر گرفته شود. از سوی دیگر نه تنها هر یک از هستومندها در طول زمان تغییر می‌کنند بلکه چنان‌چه تولیدمثلی داشته باشند زادگان آن‌ها نیز در طول زمان ویژگی‌های متفاوتی خواهند داشت. پاسخ به این تبیین‌خواه‌ها در طول تاریخ منجر به ارائه‌ی نظریات تکاملی گردیده است که شاید بتوان سرآغاز نظریه‌پردازی را به ارسطو نسبت داد.

ارسطو از نخستین اندیشمندانی است که بر مبنای مشاهداتش با نوشتن رساله‌هایی در باب حیوانات ضمن توصیف جهان زیستی بیش از اسلاف خود به نظریه‌پردازی‌هایی علمی درباره‌ی آن دست می‌زند. در فرازی از رساله‌ی تاریخ حیوانات از مجموعه آثار ارسطو که به همت جاناتان بارنس و توسط انتشارات پرینستون در سال ۱۹۹۱ به چاپ چهارم رسیده است می‌خوانیم: «حیوانات از لحاظ وجوهی در معاش، کنش‌ها، عادات و جوارح نسبت به یکدیگر متفاوتند».[1] جالب این‌که وی با تحریر مطالبی در باب جوارح و حرکت حیوانات، دست آخر به موضوع پیدایش، رشد و پیشرفت آنان و حتی تفاوت‌های فردیِ میان گونه‌ها نیز می‌پردازد و چنین ادامه می‌دهد که «از این حیث در بسیاری از حیوانات و گیاهان تفاوت‌هایی نه تنها میان گونه‌ها نسبت به گونه‌های دیگر بلکه میان افراد مشابه یک گونه نسبت به هم را می‌یابیم».[2]

1. Aristotle, *The Complete Works of Aristotle; History of Animals*, edited by Jonathan Barnes, 1995, 487a1, p.1047.
2. Ibid, *Generation of Animals*, 725b1, p.1511.

پس از ارسطو بیشتر توجه اندیشمندان بزرگ و مشهور عرصه‌ی زیست‌شناسی غرب و شرق عالم تا پیش از قرن هفدهم میلادی هم‌چون جالینوس، ابن‌سینا و دیگران به کالبدشناسی، تَن‌کارکردشناسی، آسیب‌شناسی و داروسازی معطوف شد. اما با تلاش‌های کارل لینه (۱۷۰۷-۱۷۷۱) برای طبقه‌بندی گیاهان و جانوران گویی فرصت تکوین نظریه‌ی تکامل زیستی فراهم آمد.

شاید نخستین اندیشمندی که پس از قرن‌های متمادی به ارائه‌ی نظریه‌ای برای تبیین چگونگی گوناگونی و تغییرات در هستومندهای زیستی با توجه به روابط میان آن‌ها می‌پردازد طبیعیدان فرانسوی ژان-باپتیست لامارک (۱۷۴۴-۱۸۲۹) باشد. تبیین وی شاید بر پایه‌ی اندیشه‌ی ارسطو درباره‌ی ساختار سلسله مراتبی جهان زیستی و نتایج مشاهداتش درخصوص تغییرات گونه‌ی آبزیان و افزایش کارایی جوارح جانوران در اثر همکاری یا تعامل[1] با محیط و انجام فعالیت‌های زیستی شکل گرفته باشد زیرا او چنین ادعا کرد که زادگان صفات اکتسابی والدین را به ارث می‌برند. البته گروهی معتقدند که ایده‌ی توارث صفات اکتسابی متعلق به لامارک نیست و افلاطون نیز در یونان باستان درباره‌ی این ایده سخن گفته است. اما قسمت عمده‌ی تفکرات امروزی در مورد نقش این فرآیند در تکامل از لامارک سرچشمه می‌گیرد و امروزه توارث صفات اکتسابی را به‌طور قراردادی توارث لامارکی می‌گویند، هرچند این موضوع مبنای تاریخی ندارد.[2] لامارک چنین می‌پنداشت که درازای گردن زرافه‌های سلاله به این دلیل است که والدین آن‌ها گردن خود را برای تغذیه از سرشاخه‌های درختان کشیده‌اند و بدین ترتیب صفت اکتسابی در والدین به زادگان انتقال یافته است. از نظر او هر یک از گونه‌های زیستی به صورت مجزا و در سیری تکاملی از واحدهای اولیه‌ای به‌وجود آمده‌اند بنابراین اگرچه هر یک از گونه‌ها درحال تغییر هستند لیکن خاستگاه هر یک از آن‌ها یکسان نبوده و از

1. Cooperation

۲. ریدلی، مارک، تکامل، ترجمه عبدالحسین وهاب‌زاده، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۹۱ش، ص۲۷.

واحدهای اولیه‌ی جداگانه‌ای به‌وجود آمده‌اند. «ترانسفورمیسم» یا «دگرگشت‌باوری» که در آن گونه‌ها تغییر می‌کنند اما منشأ گونه‌ها نیز به عدد تعداد گونه‌هاست.[۱]

لامارک در سال ۱۸۰۹ نظریاتش را در کتابی با عنوان فلسفه‌ی جانورشناسی به چاپ رساند. اگرچه این کتاب با استقبال مناسبی در آن زمان روبه‌رو نشد اما این اثر توسط هیوج الیوت در سال ۱۹۱۴ به زبان انگلیسی ترجمه گردید و حتی در سال ۱۹۶۳ به چاپ دوم رسید. الیوت بر ابتدای کتاب مقدمه‌ای بسیار مفصل و کامل افزود و در آن پس از پرداختن به زندگینامه‌ی نویسنده و محتوای کتاب به توضیح بسیاری از اندیشه‌های لامارک نیز پرداخت. او در بخشی از این مقدمه بنیادیترین جنبه‌ی کارهای جانورشناسی لامارک را رد نظریه‌ی خلقت جداگانه گونه‌ها می‌داند. نظریه‌ای دال بر این‌که تمام گونه‌ها هنگام خلقت جهان به صورتی خاص خلق شده‌اند تقریباً در آن زمان فراگیر بود.[۲]

مقارن با انتشار کتاب مهم لامارک مردی دیده به جهان گشود که مبتنی بر مشاهده و تجربیات خود و نیز با تعمیم دیدگاهی اقتصادی، نظریه‌ای بنیادین در زیست‌شناسی ارائه کرد. چارلز رابرت داروین (۱۸۰۹-۱۸۸۲) بر خلاصه‌ای از تمام یافته‌های بیست ساله خود به‌ویژه سفر معروفش با کشتی بیگل، خاستگاه گونه‌ها[۳] نام نهاد. بر اساس منابع موجود داروین نظریه‌ای اقتصادی را به عنوان پایه‌ی نظریه‌ی خود قرار داد.[۴] وی با استفاده از ایده‌ی تنازع بقای توماس مالتوس (۱۷۶۶-۱۸۳۴) چنین استدلال می‌کند که منابع در اختیار جانداران محدود است و جانوران برای دستیابی به منابع در رقابت[۵] یا تقابل هستند. در چنین شرایطی فقط آن‌دسته از جانورانی که شایستگی[۶] دارند موفق به بقا و

---

۱. همان، ص۵۷.

2. Lamarck, J.B., *Zoological Philosophy*, Translated with an Introduction by Hugh Elliot, 1809, p.XXX.
3. Darwin, C.R., *On the Origin of Species*, 1859.
4. Lewens, T., *The Routledge Philosophers: Darwin*, 2007, p.41.
5. Competition
6. Fitness

تولیدمثل خواهند شد. البته در این‌جا مراد از شایستگی داشتن صفت یا صفاتی است که در بقا و تولیدمثل فرد جاندار مؤثراند. بدین ترتیب انتظار می‌رود که فراوانیِ واجدانِ چنان صفتی در جمعیت افزایش یابد. به‌طور مثال غزال‌هایی که سریع‌تر می‌دوند از شکارشدن در امان می‌مانند و بدین ترتیب فرصت زادآوری خواهند داشت و از آن‌جا که این صفت به زادگان انتقال می‌یابد رفته‌رفته تعداد سلاله‌های چابک بیشتر می‌شود و گله چابک‌تر خواهد شد. از آن‌جاکه او معتقد بود سازوکار ایده‌ی پیشنهادی‌اش شبیه انتخاب مصنوعی پرورش‌دهندگان حیوانات اهلی است که با زادگیری از حیوانات دارای صفتی خاص، آن صفت را تکثیر می‌کنند لذا بر این فرایند نام انتخاب طبیعی نهاد.

بر همه‌ی نظریات تکاملی گفته شده ایراداتی وارد شده است و با توجه به این‌که تبیین‌های تکاملی مزبور موفق به توضیح جهان‌شمول پدیده‌های زیستی نشده‌اند تا به امروز نظریات مختلفی به خصوص بر مبنای نظریه‌ی انتخاب طبیعی داروینی ارائه شده‌اند تا بلکه به کمک آن‌ها بتوان بر مشکلات نظریه‌های تکاملی فائق آمد. لیکن حتی با پیشنهادت متأخری نظیر انتخاب چند سطحی در مقوله‌ی انتخاب طبیعی از سوی اندیشمندانی مانند سمیر اکاشا برای برطرف کردن مشکلات موجود، هم‌چنان تبیین‌های ارائه شده به صورت موارد خاص و استثنایی مورد بحث‌اند.[۱]

تدقیق تبیین‌خواه

گفتیم که با مشاهده‌ی جهان زیستی دو امرِ واقع یعنی «گوناگونی و تغییرات هستومندها» و نیز «روابط میان آن‌ها» درک می‌شود. از آن‌جا که این دو امر درباره هستومندهای زیستی‌اند که واقعیت‌هایی مستقل و واحد دارند لذا تبیین‌های ارائه شده می‌بایست سازگار باشند. به بیان دیگر این دو تبیین‌خواه به‌طور کامل مستقل نیستند. اما پیش از

۱. جمالی‌مهر، محسن، «انتخاب چند سطحی در مقوله انتخاب طبیعی: مروری بر آرای سمیر اکاشا»، جستارهای فلسفی، شماره ۲۸، ۱۳۹۴ش، ص۳۵.

آن‌که به تبیین‌های ارائه شده و مشکلات آن‌ها بپردازیم لازم است تا تبیین‌خواه را تدقیق کنیم.

اولاً گوناگونی در هستومندهای زیستی برای فاعل شناسا بر اساس شناخت ویژگی‌های مختلف می‌تواند از منظرهای ساختار، شکل، کارکرد و مواد تشکیل‌دهنده‌ی آن‌ها مورد توجه قرار گیرد. بنابراین تفاوت‌ها و شباهت‌های میان هستومندهای زیستی که جنبه‌ی معرفت‌شناسانه نیز خواهد داشت از منظرهای مختلفی می‌تواند بررسی شود. سوابق مطالعات تاریخی در این حیطه نشان می‌دهد که تا پیش از شناخت ملکولی عناصر حیات، تمام اندیشمندان این حیطه در شناخت شباهت‌ها و تفاوت‌ها منظر شکلی را مورد توجه قرار داده‌اند. بنابراین آن‌چه مدنظر داروین و پیشینیان وی بوده است شباهت‌ها و تفاوت‌های شکلی میان جانداران بوده است. در حقیقت تفاوت و شباهت دو روی سکه‌ی حاصل از مشاهده و شناسایی هستومندها هستند که اگرچه قابل بحث‌اند اما حداقل در مشاهده‌ی عرفی محیط‌زیست پای در واقعیت دارند. از سوی دیگر شباهت‌ها در دو سطح می‌تواند لحاظ شود. یکی شباهت میان والد و سلاله و دیگری شباهت میان هستومندهای دیگر. روشن است که بیشترین شباهت از عناصر محیط‌زیست میان والد و سلاله و کم‌ترین شباهت میان هستومند زیستی و جمادات متصور است.

ثانیاً تغییرات در هستومندهای زیستی می‌تواند مربوط به تغییرات در یک هستومند به دلیل گذشت زمان و یا تغییرات جمعیتی به‌وجود آمده در جامعه‌ی زادگان آن هستومند باشد. از یک سو تغییرات یک هستومند خاص در طول عمر خود نتیجه تعامل با محیط اطرافش می‌باشد که این تعامل نتیجه صفات هستومند و پتانسیل محیط خواهد بود و از سوی دیگر تغییرات در بافت جمعیتی یک هستومند خاص نیز به چگونگی تعامل زادگان با محیط بستگی دارد که در واقع این تعامل به صفات زادگان و پتانسیل محیط وابسته است.

ثالثاً محیط‌زیست از روابط تعاملی میان هستومندها تشکیل می‌شود و در واقع محیط‌زیست چیزی جز تعامل سیستماتیک میان هستومندهای تشکیل‌دهنده‌ی آن نیست زیرا که تقابل محض در هر سیستمی منجر به واپاشی آن شده و بدین ترتیب هستومندها مستهلک خواهند شد. این درحالی است که نوعی مسابقه و تقابل در روابط میان برخی از هستومندها به‌ویژه هستومندهای بسیار شبیه مشاهده می‌شود. اما گویی این تقابل یا مسابقه میان هستومندها در سطح بالاتری منجر به تعامل بهتر اعضای تشکیل‌دهنده و حفظ محیط خواهد شد.

اگر بخواهیم کنش‌ها و روابط میان هستومندها را دسته‌بندی مشخصی کنیم شاید بتوان این روابط را در سه دسته‌ی دوتایی تقسیم‌بندی کرد. الف) تعامل یا تقابل یک هستومند مشخص با محیط ب) تعامل یا تقابل یک هستومند مشخص با هستومندی از گونه‌ی خودش ج) تعامل یا تقابل میان هستومند مشخصی با هستومندی از گونه‌ی دیگر. البته در این تقسیم‌بندی‌های انجام شده ممکن است ارائه‌ی تعریفی از گونه لازم باشد اما در این‌جا صرفاً فهم عرفی از مفهوم گونه را آن‌طور که در تاریخ نظریات تکاملی رواج داشته در نظر می‌گیریم. هر کدام از این کنش‌های در نظر گرفته شده نتایج زیستی خاصی را در بر خواهد داشت. این نتایج نیز در سه دسته‌ی دوتایی قابل تقسیم‌بندی هستند که عبارتند از: الف) نتیجه‌ی تعامل هستومند زیستی با محیط «سازگاری» و شاید موفقیت در تولید مثلش را به‌همراه خواهد داشت در حالی که رابطه‌ی صرفاً تقابلی هر هستومندی با محیط منجر به نابودیش و حتی شاید «انقراض» آن گونه شود. مثلاً باکتری‌هایی که در سیستم هاضمه وجود دارند در صورتی که برای بدن فرد ایجاد مزاحمتی نداشته باشند به راحتی تکثیر و در غیر این صورت توسط سیستم ایمنی بدن از بین خواهند رفت. ب) رابطه‌ی تعاملی میان هستومندهای یک گونه سبب ایجاد «سطح» جدیدی از هستومندهای زیستی می‌شود درحالی که رابطه‌ی صرفاً تقابلی میان آن‌ها موجب اتفاق انتخاب طبیعی (به تعبیر داروین) خواهد شد. مثلاً سطح فرد جاندار محصول همکاری

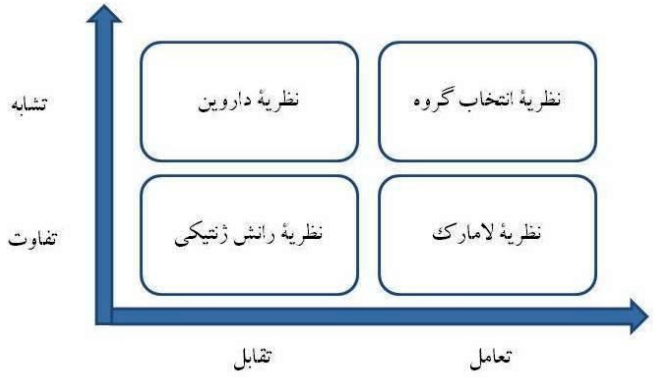
میان هستومندهای سطح سلولی است در حالی‌که زادآوری محصول تقابل در سطح سلولی میان سلول‌های جنسی است. ج) رابطه‌ی تعاملی میان دو گونه‌ی زیستی منجر به «همسفرگی» می‌گردد در حالی که رابطه‌ی تقابل منجر به «شکار» یا «انگل» شدن یک گونه بر گونه‌ی دیگر خواهد شد. مثلاً همسفرگی چسبک ماهیانِ همراه با کوسه‌ها، شکار شدنِ پستانداران توسط گربه‌سانان و انگلِ مالاریا.

ارائه‌ی هرگونه نظریه‌ای برای تبیین این واقعیت‌های زیستی در صورتی موجه قلمداد می‌شود که از عهده‌ی توضیح چنین حالت‌هایی که در ظاهر غیر قابل جمع به نظر می‌آیند برآید زیرا که همه‌ی این واقعیت‌ها مربوط به امری واحد به نام حیات است. نظریه‌ای می‌تواند جامع باشد که از عهده‌ی توضیح شباهت‌ها در عین تفاوت‌ها و تعامل‌ها در عین تقابل‌ها برآید و در هر صورت بتواند تغییرات فردی و گروهی هستومندهای زیستی را نیز به صورت موجه و سازگار تبیین نماید. پرداختن به یک حالت از روابط میان هستومندهای زیستی و تعمیم آن برای توضیح تمام حالاتِ ممکن سبب بروز مشکلات خواهد شد. به‌طور مثال داروین صرفاً روابط تقابلی میان هستومندهای شبیه بهم را به‌عنوان پایه‌ی تبیین‌های خود قرار داده بود و بر این اساس نظریه‌اش از عهده‌ی تبیین باقی حالت‌های روابط میان هستومندهای زیستی برنیامد تا جایی که او خود مجبور به در نظر گرفتن مفهوم سطح زیستی دیگری شد که در هر حال ایجاد سطح جدید با منطق نظریه‌اش سازگار نبود.

خاستگاه نظریه‌های زیستی

هرکدام از تبیین‌های ارائه شده در طول تاریخ برای توضیح واقعیت‌های جهان زیستی مبتنی بر ارجحیت قرار دادن میان چهار عامل گفته شده در بخش قبل یعنی تشابه، تفاوت، تعامل و تقابل متفاوت می‌شوند. به‌طوری‌که نظریات مختلف برای تبیین واقعیت‌های زیستی را می‌توان در چهار دسته‌ی کلی طبقه‌بندی کرد. این رویکردها

عبارتند از: الف) تفاوت‌گرایی و تعامل‌گرایی ب) تفاوت‌گرایی و تقابل‌گرایی ج) تشابه‌گرایی و تعامل‌گرایی د) تشابه‌گرایی و تقابل‌گرایی. برای هر یک از این دسته‌بندی‌ها می‌توان نمونه‌ای را ذکر کرد. به‌عنوان مثال در نظریه‌ی داروین ارجحیت از یک سو با تشابه هستومندهای زیستی است که نتیجه‌ی منطقی این امر منجر به نظریه‌ی منشاء واحد انواع می‌شود و از سوی دیگر ارجحیت با تقابل میان هستومندهای زیستی است که نتیجه‌ی منطقی این امر منجر به نظریه‌ی انتخاب طبیعی می‌شود. اما در نظریه‌ی لامارک ارجحیت با تفاوت و تعامل هستومندهای زیستی است چرا که لامارک چنین نتیجه می‌گیرد که انواع موجودات منشاء جداگانه دارند و تغییرات هستومندها از تعامل میان آن‌ها با محیط ایجاد و سپس به سلاله انتقال می‌یابد. در نظریه‌ی انتخاب گروه که سخن از تعامل هستومندهای مشابه به میان می‌آید ارجحیت با تشابه هستومندها و تعامل میان آن‌هاست زیرا که گروه حاصل تعامل هستومندهای مشابه قلمداد می‌شود و در نظریه‌ی رانش ژنتیکی که از سوداری در جمعیت متفاوتی از هستومندها با توجه به عامل تقابلی محیط سخن به میان می‌آید ارجحیت با تفاوت هستومندها و تقابل میان آن‌ها با محیط است. بدین ترتیب در نظریه‌ی داروین بر تقابل میان هستومندهای مشابه، در نظریه‌ی لامارک بر تعامل میان هستومندهای متفاوت، در نظریه‌ی انتخاب گروه بر تعامل میان هستومندهای مشابه و در نظریه‌ی رانش ژنتیکی بر تقابل میان هستومندهای متفاوت تأکید و اولویت داده می‌شود. شکل ۱ این دسته‌بندی‌ها را نمایش می‌دهد.



شکل۱: مثالی از دسته‌بندی خاستگاه معرفتی نظریات تکاملی

ذکر این نکته ضروری است که در تمامی نظریات ارائه شده تا پیش از شناخت ژن‌ها، تشابه یا تفاوت مورد نظر اندیشمندان زیست‌شناس بیشتر مبنای ساختاری داشته زیرا هیچ‌کدام از آن‌ها در خصوص مکانیسم ملکولی وراثت اطلاعی نداشته‌اند. این امر به‌ویژه در کارهای داروین که مقایسه‌ی اندام‌های گونه‌ها را ملاک نظریه‌ی نیای مشترک قرار داده بود بیشتر نمود دارد.

بنیادهای نظریه‌ی داروین

با توجه به متأخر بودن نظریه‌ی داروین و تأثیر چشم‌گیر آن بر دیگر حوزه‌های معرفتی به بررسی این نظریه به‌صورت خاص می‌پردازیم. داروین کارش را هم‌چون دیگر زیست‌شناسان با مشاهده‌ی محیط‌زیست اما به صورت بسیار فراگیرتر از متقدمین خودش آغاز کرد. او سفرهای دریایی طولانی مدتی را تجربه کرد و مدارک و شواهد زیستی و زمین‌شناسی بسیاری اندوخت. وی تلاش کرد تا برای شواهد به‌دست آمده تبیین‌هایی درخور ارائه کند. اغلب زیست‌پژوهان پیش از داروین و به‌ویژه لامارک در خصوص روابط میان هستومندهای زیستی ارجحیت را با تعامل میان آن‌ها با محیط قرار

داده بودند. اما داروین متأثر از نظریه‌ی سیاست اقتصادی مالتوس (۱۷۸۹) که در آن موضوع رقابت میان کنشگران اقتصادی بر سر محدودیتِ منابعِ در دسترس مطرح شده بود نظریه‌ای شاید به تعبیری انقلابی مطرح کرد. او نظریه‌ی مالتوس را به جهان زیستی تعمیم داد و چنین نتیجه گرفت که منابع در دسترس جانداران مشابه نیز محدود و لذا بین آن‌ها کشاکشی[1] برای بقا و تولید مثل برقرار است. البته رفته رفته کلمه‌ی کشاکش در نوشته‌ها به رقابت[2] یا تقابل تغییر یافت. از سوی دیگر جانداران مشابه در عین حال دارای ویژگی‌های متفاوتی هستند که این ویژگی‌ها از والد به سلاله‌ها انتقال می‌یابند و برخی از این ویژگی‌ها می‌تواند باعث موفقیت در رقابت میان آن‌ها شود. بر این مبنا داروین چنین نتیجه گرفت که والدین دارای صفتی مفید برای بقا و تولیدمثل موفق به زادآوری شبیه خود شده و در طول زمان رفته رفته واجدان آن صفت خاص در جمعیت جانداران اضافه خواهند شد. به‌عنوان مثال غزال‌هایی که چابک‌ترند با فرار از مهلکه موفق به زادآوری بیشتر شده و رفته رفته گله چابك‌تر خواهد شد. سپس داروین نظریه‌اش را با یک تمثیل کامل می‌کند. او ادعا کرد که همانند پرورش‌دهندگان حیوانات اهلی که به صورت مصنوعی جانداران واجد ویژگی‌های خاصی را انتخاب و تکثیر می‌کنند در طبیعت مکانیسمی طبیعی عمل می‌کند و بر این اساس مکانیسم مورد نظرش را انتخاب طبیعی نام نهاد. اما درخصوص نظریه‌ی داروین ذکر چند مورد ضروری است.

اول این‌که این نظریه با مشکلات تجربی روبه‌رو است زیرا برخی از شواهد زیستی، نظریه‌ی داروین را تأیید نمی‌کنند. نظیر زندگی اجتماعی حشرات.[3] نظریه‌ی داروین ماهیتی خودخواهانه برای جانداران لحاظ می‌کند در حالی که در میان جانداران رفتارهای دگرخواهانه[4] یا ایثارگرانه مشاهده می‌شود. به عبارت دیگر مکانیسم انتخاب طبیعی از

1. Struggle
2. Competition
3. Croizer, R.H. & Pamilo, P., *Evolution of Social Insect Colonies. Sex Allocation and Kin Selection*, 1996, p.1.
4. Altruistic behavior

منظر منطق داروینیسم می‌بایست منجر به حذف جانداران ایثارگر و هرگونه رفتار ایثارگرایانه شود حال آن‌که در طبیعت شواهد رفتار دگرخواهانه به‌ویژه در زندگی جانداران اجتماعی بسیار دیده می‌شود. داروین خود به این موضوع واقف بود و برای اولین بار سنگ بنای مفهوم انتخاب گروه را به صورت یک استثنا مطرح کرد. به‌طور خلاصه نظریه‌ی انتخاب گروه ایده‌ای است که رقابت در طبیعت را که اساس مکانیسم انتخاب طبیعی داروین قلمداد می‌شود در سطح بالاتر از فرد قابل اتفاق می‌انگارد.[۱] دوم، بسیاری از اندیشمندان شرط رقابت را برای انجام مکانیسم انتخاب طبیعی ضروری نمی‌دانند و حتی در شروط لونتین و فرمول پرایس مفهوم رقابت وجود ندارد. نه تنها به لحاظ نظری در فرضیات جدید تکاملی، به‌خصوص در حیطه‌ی گوناگونی‌زیستی،[۲] مدل‌سازی مفهومی بر مبنای اهمیت «پرهیز از تقابل» صورت می‌پذیرد[۳] بلکه شواهد تجربی و به‌طور مثال نتایج پژوهشانه‌ی دانشگاه ایالتی تومسک در سال ۲۰۱۶ نشان داده «تعامل» می‌تواند به حرکت درآورنده‌ی تکامل باشد.[۴] سوم، به لحاظ روش‌شناسی این نظریه دارای مشکلات عمده‌ای است. پایه‌ی این نظریه بر تعمیم یک نظریه در سیاست اقتصاد و سپس تمثیلی از رفتار کنش‌گران پرورش‌دهنده‌ی حیوانات اهلی گذارده شده است. داروین خودش هیچ‌گونه تعریف و یا بسته‌ای از شرایط لازم و کافی برای اتفاق انتخاب طبیعی ارائه نکرد.[۵] دست آخر و مهم‌تر این‌که نه تنها داروین و پیشینیان وی درک درستی از مفاهیم وراثت و شباهت میان جانداران نداشته‌اند بلکه در نظریه‌ی تکامل داروینی

1. Borrello, M.E., *Evolutionary Restraints: The Contentious History of Group Selection*, 2010, p.2.
2. biodiversity
3. Gatti, R.C., "A Conceptual Model of New Hypothesis on the Evolution of Biodiversity", *Biologia*, No3, 2016, p.343.
4. National Research Tomsk State University, "Cooperation, not Struggle for Survival, Drives Evolution, Say Researchers", May 12, 2016.
5. Joyce, R., *The Routledge Handbook of Evolution and Philosophy*, Edited by Richard Joyce, 2018, p.4.

نقش محیطِ در حال تغییر دیده نشده است. اما بقای اصلح می‌باید همراه با محیطِ در حال تغییر توضیح داده شود.[۱]

جالب این‌که پس از داروین بسیاری از اندیشمندان حیطه‌ی زیست‌شناسی تمام تلاش خود را جهت ارائه‌ی نظریه‌ای بر مبنای انتخاب طبیعی کرده‌اند تا شاید برای مصادیقی از شواهد زیستی ناسازگار با آن به‌ویژه رفتار دگرخواهی در جانداران توضیحی ارائه نمایند. پیشنهادهایی نظیر انتخاب خویشاوند[۲] توسط هامیلتون در ۱۹۶۳، ژن خودخواه[۳] توسط داوکینز در ۱۹۷۶، انتخاب مستقیم و غیر مستقیم[۴] توسط سوبر در ۱۹۸۴، تکامل و سطوح انتخاب توسط اکاشا در ۲۰۰۶ و حتی انتخاب چندسطحی[۵] در قالب مفاهیم جدید اما هم‌چنان بر مبنای مکانیسم انتخاب طبیعی عرضه شدند. یعنی این‌که اگرچه رفتار تعاملی هستومندها در مواردی خاص به رسمیت شناخته شد اما هم‌چنان اولویت در روابط میان هستومندها رابطه‌ی تقابلی در نظر گرفته می‌شد تا جایی‌که حتی برخی از صاحب‌نظران به تبیین شواهد رفتار ازخودگذشتگی در سایه‌ی خودخواهی تکاملی پرداخته‌اند.[۶]

تقدم تعامل

هر فرد جاندار با محیط اطرافش در تعامل بوده و نتیجه‌ی این تعامل بقای جاندار و قرار داشتن اکوسیستم در شرایطی خاص است. این رابطه‌ی اصلی می‌تواند تعاملی سیستماتیک میان همه‌ی جانداران مختلف اکوسیستم تلقی شود. اگر فردی از جانداران

1. Williams, R.J.P. & Rickaby, R.E.M., *Evolution's Destiny Co-evolving Chemistry of the Environment and Life*, 2012, p.8-9.
2. Kin selection
3. Selfish gene
4. Selection for & selection of
5. Multi level selection

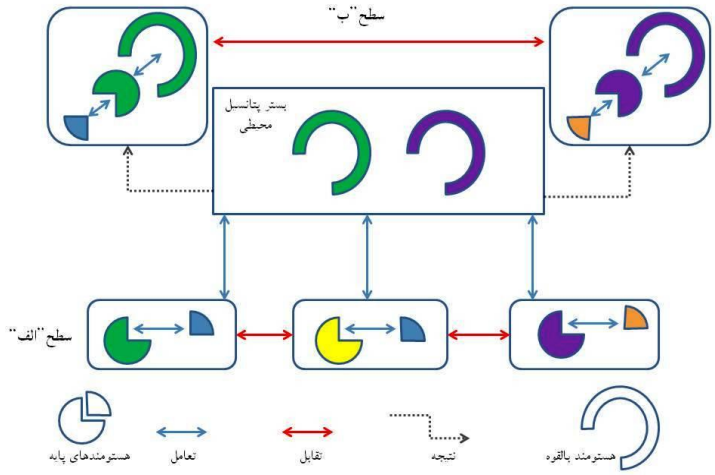
۶. میانداری، حسن، «از خود گذشتگی تکاملی در سایه خودخواهی تکاملی»، پژوهش‌های جانوری، جلد۲۶، شماره۲، ۱۳۹۲ش، ص۲۰۱.

چنین رابطه‌ی تعاملی با محیط را از دست بدهد نتیجه در دو سوی رابطه خود را نشان خواهد داد. از یک سو جاندار نمی‌تواند به حیات خود ادامه دهد و از سوی دیگر در اکوسیستم تغییرات شرایط ناشی از خلاء یک عضو پدید خواهد آمد تا بلکه باقی اعضای محیط در تعامل اکوسیستمی باقی بمانند.

در این بین اما اعضایی بسیار شبیه در اکوسیستم هستند که همگی برای تعامل با محیط گرایش دارند و برای روابط آن‌ها سه حالت متصور است. اول این‌که پتانسیل محیط برابر یا بیشتر از نیاز تعاملی همه‌ی افراد جاندار بسیار شبیه باشد. در این صورت همه‌ی جانداران مفروض بر اساس توان خود از رابطه‌ی تعاملی بهرمند می‌شوند. دوم این‌که در پتانسیل محیط برای تعامل جانداران شبیه کمبودی وجود داشته باشد و این کمبود توسط جانداران ایثارگر جبران شود. یعنی این‌که برخی از جانداران مشابه رفتاری ایثارگرانه انجام دهند و از تعامل با محیط چه بسا بر اساس ویژگی‌ها و توان خود صرف نظر کنند. در این صورت شرایط اکوسیستم به صورت پایدار باقی خواهد ماند. سومین حالت می‌تواند از عدم وجود پتانسیل کافی در محیط و عدم انجام رفتار ایثارگرایانه از سوی جانداران شبیه متصور باشد. در این حالت رقابت میان جانداران شبیه برای تعامل با محیط سبب باقی ماندن آن دسته از جاندارانی می‌شود که ویژگی خاصی برای باقی ماندن و سازگاری بهتر با محیط داشته‌اند.

بدین ترتیب حتی در دو حالت از سه حالت ممکن برای تعامل یا تقابل میان هستوندهای شبیه نیز رابطه می‌تواند تعاملی برقرار شود. به علاوه این‌که در هر کدام از حالت‌های مشهودِ تقابلی میان هستومندهای زیستی در یک سطح مفروض همواره میان هستومندهای سطح پایین‌تر به عنوان یک زیرمجموعه یا زیرسیستم رابطه‌ی تعاملی برقرار است تا وجود هستومند سطح بالاتر را تضمین نماید. به بیان دیگر حتی در شرایطی که رقابت سختی میان دو جاندار برای دسترسی به منابع به وقوع می‌پیوندد، در سطح پایین‌تر یعنی سلول‌های بدن آن‌ها رابطه‌ی تعاملِ میان سلولی برقرار است. نتیجه این‌که همواره نه

تنها سرجمع تعداد روابط تعاملی از تقابلی بسیار بیشتر است بلکه هرگونه رابطه‌ی تقابلی میان هستومندها موکول به تعامل در میان هستومندهای سطح پایین‌تر خواهد بود. این امر در شکل ۲ به صورت نمادین نمایش داده شده است.

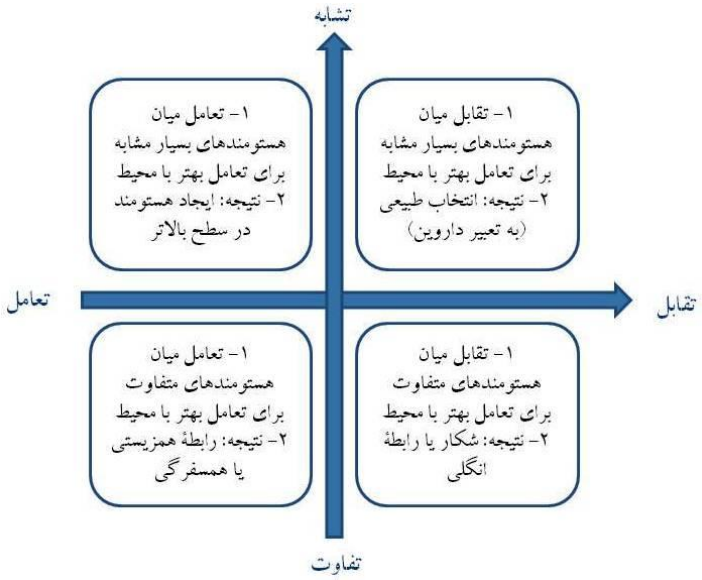


شکل۲: روابط میان هستومندهای محیط در دو سطح مفروض

اضافه بر این‌ها تنوع تعداد اعضای در تعامل به لحاظ جمعیتی به‌طور معناداری از اعضای بسیار شبیه در اکوسیستم جامع بیشتر است و آن‌چه در عمل در اکوسیستم شاهدیم تنوع بسیار زیاد هستومندهای زیستی است. از سوی دیگر حتی از منظر آماری اکثر اعضای به ظاهر بسیار شبیه نیز در عمل به لحاظ ژنتیکی و ملکولی به قدری متفاوتند که هر یک را هستومندی مستقل می‌توان نامید به اضافه‌ی این‌که در اعضای بسیار شبیه‌ای که دارای یک ژن خاص هستند نیز محیط در فعال شدن ژن‌ها و ایجاد فنوتیپ‌ها نقش اساسی ایفا می‌کند.

با در نظر گرفتن جمیع جهات مطرح شده موجهیم که رابطه‌ی اصلی میان هستومندهای اکوسیستم را تعامل بدانیم و هر جا که تقابلی دیده شود آن را بر اساس تعامل کلی تبیین نماییم. این رابطه‌ی تعاملی سودار و اولیه در طبیعت سبب پایداری

اکوسیستم‌ها می‌شود که هیچ اکوسیستمی بدون گرایشِ تعاملی میان اعضای آن باقی نخواهد ماند. امری که از نتیجه‌ی آن می‌توان به تعادل پویای چندگانه یا هم‌ایستایی[1] یاد کرد. بر این مبنا روابط در میان هستومندها بر اساس گرایش به کنش تعاملی یا تقابلی در شکل ۳ آمده است. توجه به این نکته اهمیت دارد که بنیاد داروینیسم بر اساس فقط یکی از حالت‌های ممکن در روابط میان هستومندها شکل گرفته و لذا مشکلات مربوط به منطق داروینیسم گویی از تعمیم ناموجه یک حالت از روابطِ میانِ هستومندهای زیستی برای تمامی حالت‌های ممکن نشأت گرفته است.



شکل۳: دسته‌بندی روابط میان هستومندهای زیستی براساس گرایش به رابطه

ذکر این نکته ضرورت دارد که به لحاظ معرفت‌شناسی ممکن است دسته‌بندی دیگری برای روابط تعاملی و تقابلی میان هستومندها لحاظ کرد. اگر چه تا این‌جا گرایش هستومندها به برقراری رابطه که امری هستی‌شناسانه قلمداد می‌شود براساس تعامل و

1. Homeostasis

تقابل در نظر گرفته شده است لیکن گروهی از اندیشمندان خودِ روابط تعاملی و تقابلی را بر اساس سود و زیانِ متصوره در رابطه‌ی هستومندها لحاظ کرده‌اند. در این‌جا دو رویکردِ به طبقه‌بندی روابط میان هستومندها را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم و برای تکمیل بحث ابتدا به توضیح مختصری از دسته‌بندی روابط میان هستومندهای زیستی بر مبنای سود و زیان می‌پردازیم.

برهم‌کنشگری[1] هستومندهای زیستی بر اساس سود و زیان

گروهی از اندیشمندان به جای تقسیم‌بندی روابط میان هستومندها بر اساس گرایش آن‌ها به رابطه، روابط میان هستومندهای زیستی را بر اساس سود و زیان در بازه‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت تقسیم‌بندی کرده‌اند. موجه پنداشتنِ چنین تقسیم‌بندی معرفت‌شناسانه‌ای که شاید نوعی وجهه‌ی ارادی و بشری دادن به عملکرد هستومندهای زیستی در آن مستتر باشد بحث مفصلی می‌طلبد که از موضوع این مقال خارج است، اما عجالتاً فرازهای مهم در دسته‌بندی برهم‌کنشگری هستومندهای زیستی بر اساس سود و زیان عبارتند از:

۱- در روابط میان هستومندهای زیستی «سود»، «زیان» یا «نه سود و نه زیان»[2] برای طرفین قابل تصور است.

۲- روابط میان هستومندها در کوتاه‌مدت: رابطه‌ی شکار[3] (سود-زیان) و گرده‌افشانی[4] جانوران برای گیاهان (سود-سود).

۳- روابط میان هستومندها در درازمدت: رابطه‌ی هم‌زیستی[5] (سود-سود)، هم‌سفرگی[6] (سود-نه سود و نه زیان)، انگلی[7] (سود-زیان)، رابطه‌ی خنثی[1] (نه سود

1. Interaction
2. Benefit, Harm, No effect
3. Predation
4. Pollination
5. Mutualism
6. Commensalism
7. Parasitism

و نه زیان برای هر دو طرف)، رابطه‌ی حماقت[۲] (زیان-نه سود و نه زیان) و رقابت[۳] (زیان-زیان).

اگر بخواهیم میان این نوع دسته‌بندی از روابط بین هستومندها را با ملاک گرایش به برقراری رابطه تطبیق دهیم شاید بتوانیم در بیان روابط دوسویه‌ی هستومندها به جای سود «گرایش به برقراری رابطه»، به جای زیان «گرایش به پرهیز از رابطه» و به جای نه سود و نه زیان «عدم گرایش به رابطه» را جایگزین نماییم. بدین ترتیب روابط (سود-سود) و (سود-نه سود و نه زیان) روابط تعاملی قلمداد خواهند شد یعنی روابط گرده‌افشانی، هم‌زیستی و هم‌سفرگی تعاملی‌اند. حال آن‌که با چنین استدلالی روابط (سود-زیان)، (زیان-زیان) و (زیان-نه سود و نه زیان) روابط تقابلی خواهند شد یعنی روابط شکار، انگلی، حماقت و رقابت تقابلی‌اند و رابطه‌ی خنثی (نه سود و نه زیان برای دو طرف) به روی محور تفاوت-تشابه در شماتیک شکل۲ قرار خواهد گرفت. اما نکته این‌جاست که منظرهای متفاوت می‌تواند به لحاظ معرفتی نتایج متفاوتی را به بار آورد. به‌عنوان نمونه رابطه‌ی ایثارگری که در آن هستومند ایثارگر خود گرایش به برقراری رابطه دارد با ملاک گرایش هستومند به کنش از نوع تعاملی قلمداد می‌شود اما همین رابطه از منظر سود و زیان رابطه‌ای زیان ده برای طرف ایثارگر و تقابلی قلمداد خواهد شد شاید بهتر باشد که گفته شود در عالم واقع هستومندِ ایثارگر به لحاظ هستی‌شناختی کششی برای کنش دارد اما به لحاظ معرفت‌شناسی فاعل شناسا آن کنش را زیان ده در می‌یابد.

البته پرواضح است که اگرچه دسته‌بندی روابط میان هستومندها به انواع تعامل و تقابل بر اساس ملاک‌های مختلف در حوزه‌ی معقولات و فلسفه‌ی علم قلمداد می‌شود اما یافتن و شناخت مصادیق روابط میان هستومندهای زیستی در حوزه‌ی علوم تجربی

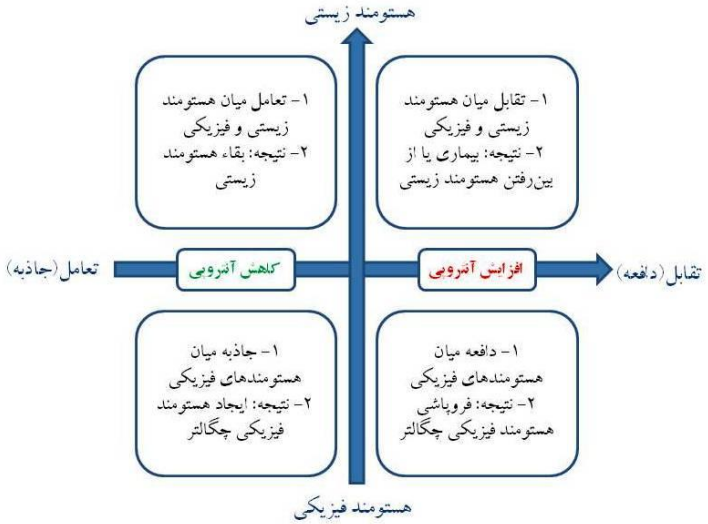
1. Neutralism
2. Amensalism
3. Competition

خواهد بود. به‌طور مثال این‌که کدام هستومندها در روابط میان خود با دیگر هستومندها گرایش به تعامل یا تقابل دارند می‌تواند موضوع پژوهشی همانند قطب‌های آهنربا باشد تا همان‌گونه که قطب‌های غیرهمنام در گرایش به جذب شناسایی می‌شوند هستومندهای دارای گرایش تعاملی معین شوند و از سوی دیگر شناخت سود و زیان هستومندها نیز به‌ویژه با لحاظ کردن فاکتور زمان امری در حوزه‌ی علوم تجربی است که این امر نیز مطالعات پژوهشی چندجانبه و به‌ویژه طولی برای لحاظ کردن فاکتور زمان می‌طلبد. البته چنین پژوهش‌هایی مسلماً در پاره‌ای از موارد به‌خصوص روابط چندگانه‌ی هستومندها پیچیدگی‌های آماری بسیاری خواهد داشت. در هر صورت چنین به نظر می‌رسد که یافتن گرایش‌های هستومندها به دلیل این‌که پژوهش طولی نیاز ندارد نسبت به یافتن جدول سود و زیان آن‌ها فعالیت پژوهشی راحت‌تری باشد. مهم‌تر این‌که فاعل شناسا ممکن است روابط میان هستومندها را در عین تعاملی تقابلی قلمداد کند حال آن‌که به‌عنوان نمونه رابطه‌ی ایثارگرایانه‌ای که معمولاً بر اساس زیان‌دهی توسط فاعل شناسا تقابلی درک و طبقه‌بندی می‌شود، چه بسا گرایشی طبیعی از تعامل هستومندی زیستی در مجموعه‌ای از روابط میان هستومندهای محیط‌زیست باشد.

محیط و هستومندهای فیزیکی

پر واضح است که نه تنها هستومندهای فیزیکی در محیط‌زیست جانداران وجود دارند بلکه این دسته از هستومندها در ارتباطات زیستی نقش‌آفرینی می‌کنند. به‌طور مثال ادامه‌ی حیات جانداران به آب، اکسیژن و مواد معدنی بستگی مستقیمی دارد و حتی رقابت میان انسان‌ها به‌ویژه در شرایط کمبود این منابع قابل مشاهده و درک است. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که ارتباطی فراگیر میان هستومندهای جهان در همه‌ی سطوح برقرار می‌باشد. به‌نظر می‌رسد که ارتباطات میان هستومندهای زیستی و فیزیکی در چهار حالت ممکن است. این حالاتِ ممکن در شکل۴ نمایش داده شده است. توضیح

این نکته لازم است که با در نظر گرفتنِ روابط میان هستومندهای فیزیکی مفهوم آنتروپی نیز به بحث اضافه خواهد شد که در ادامه به تدقیق این مفهوم پرداخته خواهد شد.



شکل۴: روابط میان هستومندهای زیستی و فیزیکی براساس گرایش به رابطه

تا این‌جا به ارتباط‌های میان هستومندهای زیستی و نیز ارتباط میان هستومندهای زیستی و فیزیکی پرداخته شد اما سؤال از ارتباط‌های میان هستومندهای فیزیکی باقی است. می‌دانیم که در جهان فیزیکی یا به تعبیری بخشی از جهان که ما آن را واجد حیات نمی‌دانیم هستومندهایی وجود دارند که موضوع علم فیزیک و شیمی قرار دارند. این دو حیطه نیز هم‌چون زیست‌شناسی با مشاهده‌ی هستومندهای طبیعی و سپس نظریه‌پردازی پیرامون مشاهداتِ صورت پذیرفته آغاز شدند. البته اگرچه ابداع کلماتی نظیر اتم حتی در اولین نظریات فیزیکی درباره‌ی مواد و ساختار اجسام شگفت‌آور به نظر می‌رسد ولی واقعیت این است که برای فهم مبتنی بر برداشت موجه از مشاهداتِ تجربی آن‌چه این مفاهیم ظاهراً بدان ارجاع می‌دهند قرن‌ها به طول انجامیده است. آن‌چه اما جالب به نظر می‌رسد این‌که در میان هستومندهای فیزیکی جاذبه و دافعه‌ای مشاهده می‌شود که گویی

میان هستومندهای فیزیکی نیز همانند جهان زیستی تعامل و تقابلی وجود دارد. این جاذبه و دافعه در ساختار اتمی و ملکولی در به‌وجود آمدن هستومندهای فیزیکیِ متنوع و شکل‌دهی به موادِ موجود در طبیعت نقشی اساسی دارند و اتفاقاً برای در نظر گرفتنِ تقدم جاذبه بر دافعه یا به تعبیر زیستی آن تقدم تعامل بر تقابل تقریباً اجماع کاملی میان فیزیکدانان برقرار است زیرا شکل‌گیری سنگ‌بنای همه‌ی هستومندهای فیزیکی نیازمند واقعیتی است که فرض جاذبه‌ی اولیه‌ی هستومندهایِ پایه در فیزیک را موجه می‌کند و بدون آن ماده‌ای از پایه شکل نخواهد گرفت. این‌که اساساً ماده‌ای در طبیعت وجود دارد شاهدی است بر این مدعا که رابطه‌ی بنیانی در پایین‌ترین سطح هستومندها جاذبه یا به تعبیر زیستی آن تعامل میان هستومندهای فیزیکی بوده است. اما این‌جا نیز شواهد دافعه میان هستومندهای فیزیکی یکسان را نمی‌توان نادیده انگاشت. از مجموعه‌ی روابط جاذبه و دافعه میان هستومندها در جهان فیزیکی نیز تنوع و گوناگونی مواد حاصل می‌شود. در فیزیک شاخصی قابل اندازه‌گیری برای گرایش به تغییر مبتنی بر برقراری روابط جاذبه یا دافعه میان هستومندها در نظر گرفته شده است، امری که معمولاً از آن به آنتروپی تعبیر می‌شود. مشاهدات روزانه‌ی محیط دو نوع تغییر را به ذهن متبادر می‌کند؛ تغییرات خودبه‌خودی[1] مانند سردشدن جسم داغ و تغییرات غیرخودبه‌خودی[2] مانند پایداری آب دریاها و عدم تجزیه‌ی آن به اکسیژن و هیدروژن.[3] گویی تغییرات خودبه‌خودی همان نتیجه‌ی جاذبه‌ی میان هستومندهای فیزیکی و تغییرات غیر خودبه‌خودی ماحصل دافعه‌ی میان آن‌هاست که در نهایت سیستم‌ها را به مرحله‌ی تعادل[4] می‌رساند. از آن‌جا که نتیجه‌ی رویداد جاذبه یا دافعه میان هستومندهای فیزیکی

1. A spontaneous change
2. A non-spontaneous change
3. Atkins, P. & Paula, J., *Physical Chemistry for the Life Sciences*, 2005, p.76.
4. Phase Equilibria

به صورت نظم یا آشفتگی مشاهده می‌شود لذا در پاره‌ای از موارد فهمِ مفهوم آنتروپی با مفهوم نظم در هم می‌آمیزد که بعضاً منجر به سوءتفاهم‌هایی نیز می‌شود.

گوناگونی و مفهوم آنتروپی

گوناگونی و روابط میان هستومندهای جهان به‌طور عام واقعیتی است که به بخش زیستی آن پرداختیم اما از این تنوع و گوناگونی هرچه به مشاهده‌ی طبیعت بیجان یا جهان فیزیکی نزدیک‌تر شویم کاسته خواهد شد. به تعبیر دیگر کل جهان مادی تشکیل شده است از ملکول‌های مختلفی که از ترکیب یکصد و چند نوع اتم مختلف به‌وجود آمده‌اند و جالب این‌که ظاهراً تمامی اتم‌های جدول تناوبی از ترکیب متفاوتی از الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌ها تشکیل شده‌اند. این امر مبنای هستی‌شناختی همان چیزی است که در فیزیک از آن به امکان تغییر آنتروپی در سیستم‌ها تعبیر می‌شود. البته همان‌گونه که گفته شد در فهمِ مفهوم آنتروپی که از آن بعضاً به صورت مفهوم نظم در برابر بی‌نظمی یاد می‌شود سوءتفاهم‌هایی وجود دارد که پرداختن به آن از موضوع بحث خارج است اما ابتدا لازم است برای توضیح گوناگونی هستومندهای فیزیکی که متأثر از روابط میان آن‌هاست کمی به تدقیق مفهوم آنتروپی بپردازیم. تعاریف مختلفی از آنتروپی در میان منابع علمی یافت می‌شود. خاستگاه این مفهوم اگرچه ترمودینامیک بوده اما امروزه کاربست آن حتی به دیگر حوزه‌های علوم نیز راه یافته است. اولین تعریف رایج از آنتروپی در منابع ترمودینامیک مبتنی بر قانون دوم می‌باشد[1] و معمولاً برای توجیه این مفهوم مثال‌هایی از شواهدِ تجربی مربوط به پدیده‌های ترمودینامیکی به‌کار می‌روند. تعریفِ ترمودینامیکی ارائه شده توسط اتکینز و پاولا بر تغییرات آنتروپی که به عنوان نتیجه‌ی تغییراتِ فیزیکی یا شیمیایی واقع می‌شود (به‌طور کلی به عنوان نتیجه‌ی یک

1. Kleidon, A., & Lorenz, R.D., *Non-equilibrium Thermodynamics and the Production of Entropy*, 2005, p.2.

فرآیند) تمرکز دارد.[1] سپس این دو نویسنده‌ی فیزیکدان در ادامه‌ی بحث و در تعریف از آنتروپی آن را تابع حالات سیستم می‌دانند.[2] معمولاً در تعاریف مختلف از آنتروپی نکات مشترکی وجود دارد که می‌توان چنین خلاصه کرد:

۱. این مفهوم تابعی از حالت سیستم است که ضمناً ویژگی احتمالاتی دارد.

۲. فهم مفهوم آنتروپی در قالب سیستم‌ای بسته شکل گرفته است و سیستم بسته بنا به تعریف سیستمی است که هیچ‌گونه تبادل ماده و انرژی با محیط اطرافش نداشته باشد.

۳. آنتروپی تعداد راه‌های پخش ذرات در سیستم‌های بسته می‌باشد و تغییر در پراکندگی انرژی از حالت متمرکز در بستر زمان، نتیجه‌ی مورد انتظارِ آن است که گویی به صورت گرایش به بی‌نظمی و آشوب مشاهده می‌شود. یعنی در شرایط طبیعی دافعه میان هستومندهای یکسان فیزیکی محتمل‌تر است.

۴. این مفهوم اشاره به عدم قطعیت در یک سیستم دارد.

۵. پیش‌فرض احتمالاتی در این‌که آنتروپی رو به افزایش است گویی از آن‌جاست که احتمالِ حالت نظم در یک سیستم یعنی قرارگرفتن هستومندهای یکسان در کنار هم نسبت به حالت‌های بی‌نظمی کمتر می‌باشد. یعنی حالات جایگشت هستومندهای متنوع از هستومندهای یکسان بیشتر است.

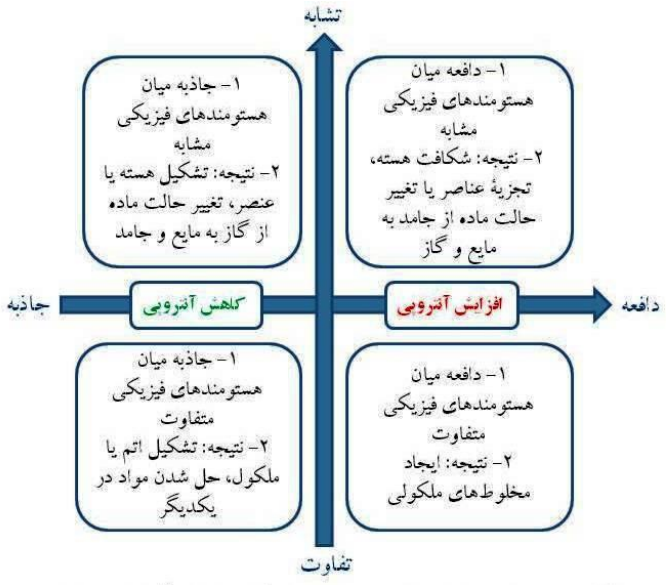
وفق موارد گفته شده به‌نظر می‌رسد که مفهوم آنتروپی به این امر دلالت می‌کند که در نتیجه‌ی جاذبه و دافعه میان هستومندهای فیزیکی یک عدم قطعیت در احتمالِ تنوعِ حاصل از ترکیب مواد وجود دارد. این امر آن‌جایی که گرایش طبیعیِ جاذبه و دافعه میان هستومندهای فیزیکی تنوع ایجاد می‌کند به صورت آنتروپی مثبت (افزایش آنتروپی) و در حالت عکس به صورت آنتروپی منفی (کاهش آنتروپی) اندازه‌گیری و بیان می‌شود. از

1. Atkins, P. & Paula, J., *Physical Chemistry for the Life Sciences*, 2005, p.78.
2. Ibid, p.82.

آن‌جا که تنوع در میان هستومندهای فیزیکی و امکان بروز ترکیبات جدید و البته به صورت اتفاقی از محصولات مادی قبلی در طول زمان رفته رفته بیشتر می‌شود لذا انتظار داریم که آنتروپی کل در بستر زمان مثبت‌تر محاسبه شود.

حالات مختلفی از ارتباطات میان هستومندهای فیزیکی را می‌توان بسته به سطح آن‌ها و در ارتباط با دیگر سطوح در نظر گرفت. به‌عنوان مثال اتم‌ها در سطح اتمی از جاذبه و دافعه میان ذرات اتمی شکل می‌گیرند و ملکول‌ها از ارتباط میان اتم‌ها یا ارتباط میان اتم‌ها با ملکول‌های کوچک‌تر و یا حتی ارتباط میان ملکول‌ها شکل می‌گیرند. شکل ظاهری هستومندهای فیزیکی و شیمیایی ماحصل ارتباط میان اتم‌ها و ملکول‌های مختلف است. مواد عمدتاً بر اساس فاصله‌ای که هستومندهای پایه‌ی تشکیل‌دهنده‌ی آن از یکدیگر می‌گیرند در طبیعت به صورت گاز، مایع و جامد دیده می‌شوند. اگرچه این فاصله و شکل مواد در طبیعت تابعی از دماست و هر چه دما در سیستمی بالاتر رود روابط جاذبه‌ی میان هستومندهای فیزیکی کاسته خواهد شد به طوری‌که حالت پلاسما نیز برای برخی از مواد در شرایطی ویژه وجود دارد.

حال اگر بخواهیم روابط میان هستومندهای فیزیکی را بر مبنای نوعِ هستومند و رابطه‌ی میان آن‌ها دسته‌بندی کنیم، سطوح دیگری برای هستومندهای فیزیکی بر اساس روابط جاذبه و دافعه قابل شناسایی خواهد بود. با این توضیح که می‌بایست رابطه‌ی جاذبه یا به تعبیری تعامل در اولین سطح میانِ هستومندهای تشکیل‌دهنده‌ی کوچک‌ترین و ساده‌ترین هستومند فیزیکی شناخته شده در نظر گرفته شود و گرنه هیچ‌گونه ساختار فیزیکی چگال‌تری قابل تصور نیست. نه تنها برآیند روابط جاذبه و دافعه‌ی میان هستومندهای مختلف فیزیکی منجر به ایجاد ساختار مواد متنوع می‌گردد بلکه پدیده‌ی تغییر شکل ظاهری مواد نیز به این روابط وابسته است. این روابط میان هستومندهای فیزیکی و نتیجه‌ی آن‌ها را می‌توان همانند شکل ۵ دسته‌بندی کرد.



شکل۵: دسته‌بندی روابط میان هستومندهای فیزیکی براساس گرایش به رابطه

آنتروپی و معمای حیات

بدون شک حیات و چگونگی پیدایش آن یکی از مهم‌ترین معماهای ذهن بشر در طول تاریخ بوده است. برای مطالعه‌ی سرچشمه‌ی حیات تشخیص شرایط اولیه‌ی محیط ضرورت دارد.[1] اگرچه هستومندهای زیستی در جهان مادی با هستومندهای فیزیکی به لحاظ ساختاری و کارکردی مرتبط‌اند اما به‌نظر می‌رسد که اجماعی فراگیر میان اندیشمندان در مخالفت با ایده‌ی فروکاستِ خام[2] از هستومندهای زیستی به فیزیکی وجود داشته باشد. لیکن لزوم سازگاری میان توضیح و تبیین امور فیزیکی با پدیده‌های زیستی یکی از دغدغه‌های اندیشمندان هر دو حوزه بوده و هست. یکی از مهم‌ترین موضوعات هم‌مرز میان فیزیک و زیست‌شناسی که اندیشمندان هر دو علم مزبور برای

1. Glikson, A.Y., *From Stars to Brains; Milestones in the Planetary Evolution of Life and Intelligence*, 2019, p.32.
2. Naive reductionism

ارائه‌ی تبیینی سازگار از آن تلاش‌هایی کرده‌اند آنتروپی و بحث شواهد افزایش آن در جهان است.

از قرار معلوم فیزیکدان‌ها دریافته‌اند که میزان آنتروپی کل جهان در جهت پیکان زمان افزایش می‌یابد و این افزایش آنتروپی جهان را به سمت نابودی رهنمون می‌کند. از سوی دیگر با تعبیر بی‌نظمی از افزایش آنتروپی چنین به‌نظر می‌رسد که مبانی فیزیکی از اساس با پیدایش حیات که گویی نوعی از پیدایش نظم در چیدمان اتم‌ها می‌تواند تلقی شود در تعارض قرار خواهد گرفت. بنابراین گویی با چالشی در سازگاری میان تبیین‌های فیزیکی و زیستی مواجه هستیم و مهم‌ترین نکته در این امر این است که این چالش بر هرگونه نظریه‌ی مادی زیستی که تا به حال ارائه شده از انواع داروینیسم یا لامارکیسم می‌تواند وارد باشد.

چه بسا برای توضیح و تبیین این چالش و یا شاید چالش‌نما فیزیکدان‌ها بیش از زیست‌شناسان می‌توانند راهگشا باشند زیرا که مفهوم آنتروپی از فیزیک و به‌طور اخص از ترمودینامیک نشأت گرفته است. شاید به همین خاطر بوده است که برای مفهوم آنتروپی به صورت تلویحی ضد آن یعنی منفی‌آنتروپی[1] ساخته شده باشد در حالی که برای آنتروپی به‌عنوان یک مفهوم مدرّج می‌توان افزایش یا کاهش در نظر گرفت و چه بسا ایجاد مفهومی جدید برای تبیین چالش مذکور لزومی نداشت. در میان بحث‌ها نیز رفته رفته رشته‌ای به نام شیمی‌زمین‌زیست[2] شکل گرفته است تا به‌صورت ویژه به موضوع پرداخته شود. انتشارات اسپرینگر در سال ۲۰۰۵ کتابی با عنوان ترمودینامیك غیرتعادلی و ایجاد آنتروپی[3] با ویراستاری اکسل کلیدون و رالف لورنز به چاپ رسانده که در آن به موضوع آنتروپی و کره‌ی زمین از جهات مختلف پرداخته شده است. منابع بسیاری در باره‌ی این موضوع وجود دارند و پرداختن تفصیلی به آن از عهده‌ی این مقال خارج است

1. Negentropy
2. Biogeochemistry
3. *Non-equilibrium Thermodynamics and the Production of Entropy*

اما عمده رویکردها در پاسخ به چالش آنتروپی و حیات را می‌توان به‌شرح ذیل دسته‌بندی کرد:

۱. در مفهوم آنتروپی و افزایش میزان آن همواره یک سیستم بسته در نظر گرفته می‌شود حال آن‌که کره‌ی زمین آن‌گونه که دارای چرخه‌های تعادلی مواد و انرژی به نظر می‌آید سیستم بسته‌ای نیست و دریافت انرژی از خورشید اثر بی‌بدیلی در ایجاد حیات و ادامه‌ی آن به روی کره‌ی زمین داشته است.

۲. حتی اگر مفهوم آنتروپی را به صورت رخدادی احتمالاتی با گرایش به بی‌نظمی تفسیر کنیم احتمال رویداد امری منظم یا چینش ملکولی خاصی منتفی نخواهد شد. مضاف به این‌که حد تعداد رخدادهای میان هستومندهای فیزیکی نیز به سمت غیر قابل احصا میل می‌کند.

۳. شواهدی از ایجاد پایه‌های مادی حیات در شیمی نظیر راه‌حل قلیایی برای پیدایش حیات[۱] به‌دست آمده است.

۴. برخی از شواهد زیستی در تحلیل ترمودینامیکی از رشد میکروب‌ها[۲] گویی نشان می‌دهد که همواره پدیده‌های زیستی با کاهش آنتروپی قرین نیستند.

۵. بی‌نظمی و آنتروپی رسماً تحت شرایطِ خاصی ناهمبسته می‌شوند به‌طوری که در کیهانِ در حال انبساط ممکن است آنتروپی و نظم در بزنگاه‌هایی به‌طور هم‌زمان افزایش یابند. برخی پیامدهای چنین امری در مکانیک آماری و سیستم‌های زیستی ممکن شده است.[۳]

---

1. Russell, M.J., "The Alkaline Solution to the Emergence of Life: Energy, Entropy and Early Evolution", *Acta Biotheor*, 2007, 55, p.133.
2. Stockar, U.von, & Liu, J.S., "Does Microbial Life Always Feed on Negative Entropy? Thermodynamic Analysis of Microbial Growth", *Biochimica Et Biophysica Acta*, 1999, 1412, p.191.
3. Landsberg, P.T., "Can Entropy and 'Order' Increase Together?", *Physics Letters A*, Vol.102, N.4, 1984, p.171.

از همه مهم‌تر این‌که ارائه‌ی استدلال برای چگونگی شکل‌گیری جهان مادی و زیستی از هستومندهای پایه با پذیرش تقدم تعامل یا جاذبه بر تقابل یا دافعه امری هم‌خوان‌تر با علوم تجربی و به لحاظ معرفتی سازگارتر به‌نظر می‌آید زیرا که شکل‌گیری اولین ساختار مادی و زیستی نیازمند جاذبه یا روابط تعاملی میان هستومندهای تشکیل‌دهنده خواهد بود که بدون آن شکل‌گیری هیچ ساختاری متصور نیست. این امر سبب شده است تا برخی از اندیشمندان علم شیمی سخن از هم‌تکاملی محیط و حیات به میان آورند. با تکیه بر دانش شیمی امروز می‌توان وجه تمایز میان ارگانیزم‌ها را نه با عبارت «گونه» بلکه با عنوان تفاوت‌های عناصر شیمیایی یا «شیمی‌گونه‌ها»[1] دسته‌بندی کرد.[2]

نتیجه

با نگرشی بر سیر اندیشه‌ی تکاملی از یونان باستان تا لامارک می‌توان دریافت که رابطه‌ی تعاملی میان جانداران و محیط در اکثر نظریه‌پردازی‌ها به عنوان سنگ بنای طبیعت در نظر گرفته شده و گویی روابط میان هستومندهای بسیار شبیه نادیده انگاشته شده است. این در حالی است که در نظریه‌های تکاملی از زمان داروین و بر اساس نگرش وی، روابط تقابلی میان هستومندهای بسیار شبیه اهمیت ویژه‌ای یافته است و نقش تعامل میان هستومندها با محیط بعضاً نادیده و یا فرع بر آن لحاظ شده است. این امر سبب شده است تا هیچ‌یک از نظریات ارائه شده از عهده‌ی توضیح پدیده‌های زیستی به صورت کامل برنیایند و علی‌رغم تبیین برخی از رویدادهای زیستی، برای پاسخ به مشکلات حاصل از شواهدِ تجربی ناسازگار با نظریات به ایجاد مفاهیم استثنایی جدید نظیر انتخاب گروه ، انتخاب گونه، انتخاب خویشاوند، ژن خودخواه و غیره دست یازند.

1. Chemotypes
2. Williams, R.J.P. & Rickaby, R.E.M., *Evolution's Destiny Co-evolving Chemistry of the Environment and Life*, 2012, p.9.

شاید پر بیراه نباشد اگر ادعا شود که تمامی محققین ایده‌های تکاملی تا به امروز فقط از منظرهایی تک بعدی به موضوع نگریسته‌اند و فقط تلاش کرده‌اند تا شهود حاصل از مشاهده‌ی سطحی محیط‌زیست یعنی تقابلِ میان جانداران در وقایع زادآوری و شکار که با منطق داروینیسم سازگار به‌نظر می‌آید را با سوداری ذهنی تأیید نمایند. بنابراین به نظر موجه می‌آید اگر گفته شود که نظریاتِ تکاملی ارائه شده تا به امروز توضیحاتی سودار و ذهنی از مشاهدات غیرِ همه جانبه‌ی وقایع و حقایق زیستی بر اساس تعمیم‌های ناموجه و تمثیل‌های نامربوط بوده است.

چنان‌چه بحث‌ها و نظریات تکاملی را به صورت دقیق‌تر بررسی کنیم در خواهیم یافت که به لحاظ هستی‌شناختی آن‌چه مورد مشاهده‌ی اولیه‌ی اندیشمندان قرار گرفته است «گوناگونی هستومندها و روابط ارگانیسم‌وار میان اعضای اکوسیستم» بوده است. از این واقعیت جهان خارج اما اندیشه‌های معرفت‌شناسانه‌ای توسط فاعلان شناسا عرضه شده است که اگرچه گزاره‌های به‌کار برده شده در تبیین‌های صورت گرفته هنوز از نظر وصف دقیق پدیده‌های زیستی به لحاظ معنی‌شناختی مورد بحث‌اند لیکن اندیشه‌های ارائه شده پای در واقعیت‌های جهان خارج دارند. درکِ گوناگونی هستومندها بحث‌های «شباهت و تفاوت» آن‌ها را به لحاظ نظری به میان می‌آورد که این امر اگرچه به لحاظ معنی‌شناختی بحث‌های دراز دامنی را می‌طلبد زیرا که شباهت و تفاوت اموری طیفی به نظر می‌آیند اما شاید بتوان در جهان زیستی با دسته‌بندی هستومندها بر اساس شباهت و تفاوت کروموزومی راهی برای شناخت بهتر فراهم کرد. از سوی دیگر روابط میان هستومندها در محیط نیز بحث‌های «تعامل و تقابل» میان آن‌ها را به لحاظ نظری پیش می‌کشد که این امر خوشبختانه به دلیل امکان مدل‌سازی می‌تواند از طریق علوم تجربی و ریاضیات آماری مورد مداقه قرار گیرد.

از همه‌ی این بحث‌های فلسفی که بگذریم اما آن‌چه مشاهده‌ی دقیق طبیعت به ما نشان می‌دهد این است که ماحصل روابط میان اعضای آن تا به امروز سبب حفظ کل

اکوسیستم شده است و اکوسیستم کل، حاصل از زیرسیستم‌های بسیاری است که اعضای متنوعی دارد. چنان‌چه مشاهده را ادامه دهیم همواره سیستم‌های زیستی را دارای زیر مجموعه‌های سیستم‌وار جزئی خواهیم یافت. پایداری در هر سیستمی نیازمند تعامل میان اعضای تشکیل‌دهنده‌ی آن است زیرا که در غیر این صورت سیستم‌ها واپاشی و مضمحل خواهند شد. بنابراین «تعامل» رابطه‌ی اساسی جهان و طبیعت قلمداد می‌شود که بدون آن سمفونی حیات میسور نخواهد شد. از سوی دیگر در محیط شاهد روابط تقابلی میان برخی از هستومندها نیز هستیم که هستومندی ادامه‌ی حیات یا زادآوری هستومند دیگری را در رقابتی استاندارد به چالش می‌کشد. این روابط تقابلی که در محیط میان جانداران مشاهده می‌شود نمی‌تواند اصالت داشته باشد و فرع بر تعامل است زیرا اولاً نوع رابطه میان سلول‌ها در سطح فرد جاندار به عنوان یک زیرسیستم تعاملی است و ثانیاً برای پایداری اکوسیستم می‌بایست فراوانی روابط تقابلی به لحاظ آماری در اقلیت قرار داشته باشد و ثالثاً چنین به نظر می‌رسد که رقابت و تقابل میان هستومندها بر سر تعامل بهتر با محیط‌زیست باشد چرا که رقابت و تقابل صرفاً در شرایط خاصی از کمبود پتانسیل محیط اتفاق می‌افتد و در شرایطی که پتانسیل محیط برای تأمین نیازهای جانداران کافی باشد تقابل دور از انتظار است. توجه به نکته نیز ضرورت دارد که نه تنها هستومندهای فیزیکی در محیط زیست وجود دارند بلکه میان این دسته از هستومندها با خودشان و نیز هستومندهای زیستی روابطی برقرار است و در واقع اکوسیستم از مجموعه‌ای از نهادهای مادی تشکیل شده است که ما برخی از آن‌ها را واجد صفت حیات می‌دانیم. در بررسی روابط میان هستومندهای فیزیکی نیز به رسمیت شناختن تقدم جاذبه بر دافعه میان هستومندهای پایه شرطی لازم برای شکل‌گیری سنگ بنای جهان مادی قلمداد می‌شود. بنابراین شاید بتوان نتایج این مقال را در چند بند چنین دسته‌بندی کرد:

۱. اولین نتیجه‌ی مشاهده‌ی طبیعت برای فاعل شناسا تشخیصِ روابط میانِ هستومندهای زیستی و فیزیکی گوناگون است.
۲. عمدتاً در نظریات زیستی ارائه شده نه تنها به جمیع روابط ممکن میان هستومندها پرداخته نشده بلکه رابطه‌ی اساسی میان هستومندهای زیستی نیز به دقت شناسایی نشده است.
۳. روابط میان هستومندهای گوناگون در طبیعت به صورتی سیستماتیک «اکوسیستم» را شکل داده است.
۴. سیستم‌ها در صورتی پایدار خواهند ماند که رابطه‌ی کلی میان اعضای آن‌ها جاذبه و تعامل یا گرایش به همکاری باشد. در غیر این صورت رابطه‌ی دافعه و تقابلی منجر به واپاشی سیستم‌ها خواهد شد.
۵. اکوسیستم‌ها نوعی از سیستم‌های دارای زیرمجموعه‌های سیستماتیک می‌باشند.
۶. بنابراین رابطه‌ی تعاملی میان اکوسیستم و اعضای آن سبب پایداری طبیعت شده است و این نوع رابطه حتی در زیرمجموعه‌های سیستماتیك اصالت دارد.
۷. رابطه‌ی تعاملی در زیرمجموعه‌های سیستماتیكِ هستومندهایی که در سطح فرد رابطه‌ی تقابلی دارند نیز اصالت دارد و گرنه این دسته از هستومندها از میان می‌رفتند.
۸. از سوی دیگر میان هستومندهای مختلف زیستی و فیزیکی روابطی در اکوسیستم برقرار است که می‌تواند تعاملی (جاذبه) یا تقابلی (دافعه) باشد.
۹. در روابط میان هستومندهای زیستی با فیزیکی، گرایش هستومند زیستی برای تعامل با محیط به صورت سازگاری دیده می‌شود و این تعامل با محیط که شرط بقای هستومند زیستی است به عنوان رابطه‌ی پایه در همه‌ی سطوح از انواع هستومندهای زیستی قابل تشخیص می‌باشد.

۱۰. در رابطه‌ی میان هستومندهای فیزیکی نیز اصالت با جاذبه است زیرا که مدل اتمیِ پیشنهادی و توجیه شکل‌گیریِ بنیانِ مادیِ جهان بر اساس شواهد تجربی با فرضِ جاذبه‌ی میانِ هستومندهای پایه در فیزیک موجه خواهد شد.

۱۱. بنابراین صرفاً تأکید می‌شود که رابطه‌ی جاذبه، تعامل یا گرایش به همکاری بر رابطه‌ی دافعه، تقابل یا رقابت تقدم دارد.

منابع

جمالی‌مهر، محسن، «انتخاب چند سطحی در مقوله‌ی انتخاب طبیعی: مروری بر آرای سمیر اکاشا»، جستارهای فلسفی، شماره ۲۸، ۱۳۹۴ش.

ریدلی، مارک، تکامل، ترجمه عبدالحسین وهاب‌زاده، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۹۱ش.

میانداری، حسن، «از خودگذشتگی تکاملی در سایه‌ی خودخواهی تکاملی»، پژوهش‌های جانوری، جلد۲۶، شماره۲، ۱۳۹۲ش.

Aristotle, *The Complete Works of Aristotle, edited by Jonathan Barnes*, Princeton University Press, Princeton, USA, 1995.

Atkins, P. & Paula, J., Physical Chemistry for the Life Sciences, Oxford University Press, 2005.

Borrello, M.E., *Evolutionary Restraints: The Contentious History of Group Selection*, The University of Chicago Press, USA, 2010.

Croizer, R.H. & Pamilo P., *Evolution of Social Insect Colonies. Sex Allocation and Kin Selection*, Oxford University Press, 1996.

Darwin, C.R., *On the Origin of Species*, London, UK, 1859.

Dawkins, R., *The Selfish Gene; 30th Anniversary Edition*, Oxford University Press, USA, 2006.

Eldakar, O.T. & Wilson, D.S., "Eight Criticisms Not to Make About Group Selection", *Evolution*; 65(6): 1523–1526, John Wiley and Sons, USA, 2011.

Gatti, R.C., "A Conceptual Model of New Hypothesis on the Evolution of Biodiversity", *Biologia*, v.71, no.3, 2016.

Glikson, A.Y., *From Stars to Brains; Milestones in the Planetary Evolution of Life and Intelligence*, Springer International Publishing, 2019.

Hubbell, S.P., *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography*, Princeton University Press, UK, 2001.

Joyce, R., *The Routledge Handbook of Evolution and Philosophy*, Edited by Richard Joyce, NY, USA, 2018.

Kleidon, A., & Lorenz, R.D., *Non-equilibrium Thermodynamics and the Production of Entropy*, Springer, Springer-Verlag Berlin Heidelberg Printed in Germany, 2005.

Lamarck, J.B., *Zoological Philosophy*, Translated with an Introduction by Hugh Elliot, Hafner Publishing Company, New York, USA, 1809.

Landsberg, P.T., Can Entropy and "Order" Increase Together?, *Physics Letters A*, Vol.102, Issue 4, 14 May 1984, Elsevier.

Lewens, T., *The Routledge Philosophers: Darwin*, Routledge, UK, 2007.

Losos, J.B. & others, *The Princeton Guide to Evolution*, Princeton University Press, USA, 2013.

National Research Tomsk State University, "Cooperation, not Struggle for Survival, Drives Evolution, Say Researchers", Science Daily, May 12, 2016.

https://www.sciencedaily.com/releases/2016/05/160512100708.htm

Okasha, S., *Evolution and the Levels of Selection*, Oxford, UK, 2006.

Ridley, M., *Evolution 3rd Edition*, Blackwell Science Ltd, USA, 2004.

Russell, M.J., "The Alkaline Solution to the Emergence of Life: Energy, Entropy and Early Evolution", *Acta Biotheor*; 55, Springer, Springer Science+Business Media B.V., 2007.

Sober, E. & Wilson, D.S., *Unto Others: The Evolution and Psychology of Unselfish Behavior*, Harvard, USA, 1998.

Stockar, U.von, & Liu, J.S., "Does Microbial Life Always Feed on Negative Entropy? Thermodynamic Analysis of Microbial

Growth", *Biochimica Et Biophysica Acta*; (1412) Elsevier, 1999.

Wagner, A., & Ortman, S., & Maxfield, R., "From the Primordial Soup to Self-driving Cars: Standards and their Role in Natural and Technological Innovation", *Journal of the Royal Society Interface*, Published: 01 February 2016.

https://doi.org/10.1098/rsif.2015.1086.

Watson, R., "Is Evolution by Natural Selection the Algorithm of Biological Evolution?", In Artificial Life XIII: Proceedings of the Thirteenth International Conference on the Synthesis and Simulation of Living Systems. *MIT Press*, 2012.

Williams, R.J.P. & Rickaby, R.E.M., *Evolution's Destiny Co-evolving Chemistry of the Environment and Life*, CPI Group Ltd, Croydon, CR0 4YY, UK, 2012.