

نظریه گایا و شکل‌گیری نگرش‌های نو در علوم محیطی

یوسف قوبدل رحیمی*

کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی دانشگاه تبریز

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۴/۰۸/۰۴، تاریخ تصویب: ۱۳۸۵/۰۲/۲۲)

چکیده

نظریه گایا در دو دهه گذشته زمینه ایجاد مباحث جدید به ویژه در ماهیت و فلسفه علوم محیطی، زمینه‌های مدل‌سازی و مطالعات پیشرفته در اقلیم‌شناسی را فراهم کرده است. نظریه گایا موجب پیدایش گروه‌هایی از هواداران متعصب محیط‌زیست به ویژه اکوفیمینیسیم‌ها را که اعتقاد دارند بشر هرگز نباید نظم طبیعی زمین را دستکاری کرده و یا جزئی از آن را تغییر دهد، شده است. براساس نظریه گایا، کل موجود چیزی بیش از اجزای آن است و نمی‌توان صرفاً با نظر به تک‌تک اجزاء درباره کل و مجموع نیز آگاهی پیدا کرد، بلکه برای شناخت کل باید رهیافتی کل‌گرایانه در پیش گرفت. این رهیافت که با رهیافت‌های فردگرایانه یا انسان‌گرایانه تفاوت دارد، برای سایر اجزای موجود در طبیعت نیز حرمت و منزلت قائل می‌شود و بر این نکته تأکید دارد که تعامل ساختارهای زنده تنها در چارچوب محیط‌های مادی و از طریق عوامل مادی صورت نمی‌گیرد بلکه در این میان عوامل غیر مادی نیز نقش بازی می‌کنند. دو نکته مهم که در این نظریه بر آن تأکید بسیار می‌شود، عبارت است از اینکه تداوم ثبات و پایداری و بقای زیست بوم‌های موجود در کره زمین در گرو موجودیت حد و مرزهای معین است و دوم آنکه موجودات زنده‌ای که با محیط‌زیست خود به خوبی تعامل می‌کنند و در نوعی همزیستی مسالمت‌آمیز و سازنده با آنها به سر می‌برند، بهره زیادی عاید نسل‌های بعدی خود می‌سازند و فرزندان خویش را از شانس بقای بالاتری بهره‌مند می‌سازند.

کلید واژه

فرضیه گایا، جهان‌گل مینایی، خود تنظیمی، سیستم اقلیم، اقلیم‌شناسی سیبرنتیکی، تغییر اقلیم.

سر آغاز

هرچه بیشتر مظاهر انسان ساخت شهری با عناصر طبیعت گام بردارند. زمانی که «مک‌هارگ» در کتاب ماندگارش «طراحی با طبیعت» بر ضرورت لایه‌بندی عوارض طبیعی و تحلیل و ادغام آنها براساس قوانین طبیعت تأکید می‌ورزید، کمتر کسی پیش‌بینی می‌کرد که سیستم‌های رقوم‌ساز برای تحلیل و مدل‌سازی مکانی اطلاعات زمین مرجع با عنوان کلی سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی یا مدل‌های گردش بیوندی جوی - اقیانوسی ملقب به مدل‌های گردش عمومی برای شبیه‌سازی رفتار پیچیده سیستم اقلیمی کره زمین، تهیه و مورد استفاده قرار گیرند. اما امروزه پارادیم گایا جایگاه والایی در علوم محیطی یافته است و با دلایل بیشتری، دانشمندان را به سوی خود می‌کشاند.

با توجه به اهمیت نظریه گایا در تفاسیر علمی به ویژه فلسفه محیط، این نوشته با هدف جبران کمبود منابع فارسی با استفاده از معتبرترین منابع علمی برای انتقال بنیان‌های نظریه گایا و انداختن طرحی نو پیرامون فلسفه علوم محیطی به ویژه تغییر نگرش به تغییرات سیستم اقلیم و برجسته نمودن نقش آن در تحولات محیطی، تدوین گردیده است.

پیش‌زمینه‌های علمی ظهور نظریه گایا

بسیاری از کودکان می‌پرسند که چرا آب دریا شور است؟ پاسخ

میلیون‌ها سال است که حیات بر روی زمین به وجود آمده، طی این مدت تکامل یافته و خود را به شرایط محیط پیرامونش وفق داده است. زمین به عنوان یک کره، عمیقاً تحت تأثیر حیات ساکن خود قرار گرفته و هوا، اقیانوس و خاک زمین با آنچه که در یک سیاره عاری از حیات می‌گذرد، تفاوت بسیار یافته است و حیات به شیوه‌های گوناگون بر ترکیب هوا، اقیانوس و رسوبات زمین چنان لگام زده است که گویی زمین یک «ابر موجود زنده» است. زنده بودن سیاره زمین همان چیزی است که «گایا» مدعی آن است. فرضیه گایا که از نام الهه یونانی مادر زمین گرفته شده در حقیقت به اندازه تاریخ بشر قدمت دارد. براساس گایا، زمین و همه موجودات زنده‌اش را می‌توان به «ابر موجود زنده‌ای» تشبیه کرد که اجزای آن به یکدیگر وابسته‌اند، بین آنها رابطه برقرار است و قابلیت خود تنظیم دارد. گایا می‌گوید که حیات روی زمین از طریق سیستم پیچیده‌ای از پس‌خورنده‌های مثبت و منفی، شرایط محیط کره را برای تداوم خود مهیا می‌کند.

آن هنگام که فلسفه «گایا» بر ضرورت احترام انسان به طبیعت و تلفیق آن با تمامی لحظات زندگی خویش تأکید می‌ورزید، کمتر کسی پیش‌بینی می‌کرد که دانشمندان خصوصاً شهرسازان، به منظور ادغام

حیاتی که می‌تواند در سایر کرات به وجود آمده باشد، مرتکب اشتباهی حیاتی می‌شوند. اگر حدس آنها درباره انواع ترکیبات شیمیایی که در جست‌وجویشان بودند، اشتباه از آب درمی‌آمد، تمام زحمتهایشان هدر می‌رفت. لاولاک به آنها گفت که باید آزمون بسیار جامعی برای حیات ابداع کنند.

زیست‌شناسان ناسا که از کنار گذاشتن استراتژی اصلی‌شان چندان خشنود نبودند، اصرار داشتند که بدانند لاولاک در عوض چه پیشنهادی برایشان دارد. از حسن اتفاق او از قبل طرحی در سر داشت: اندازه‌گیری آنترابی. به زبان ساده آنترابی میزان بی‌نظمی را در یک سیستم مانند جو سیارات مشخص می‌کند. لاولاک به عنوان یک شیمیدان می‌دانست که اگر مخلوطی از گازها در سیستمی مانند یک جو به حال خود گذاشته شوند، سرانجام به وضعیت حداکثر بی‌نظمی می‌رسند که در آن واکنش‌های دیگری روی نمی‌دهد. نیز می‌دانست که فرآیندهای حیاتی که ترکیبات غذایی را به مصرف می‌رسانند و ضایعات تولید می‌کنند، تمایل زیادی به ممانعت از موازنه شیمیایی و در نتیجه کاهش آنترابی دارند (Lovelock and Margulis, 1974). لاولاک اندازه‌گیری آنترابی را آزمون بسیار جامعی برای بررسی وجود حیات در سایر سیارات تشخیص داد. برای مثال جوهایی که تقریباً به کلی از یک گاز منفرد مانند دی‌اکسید کربن تشکیل شده‌اند، احتمالاً باید جهان‌های مرده باشند در حالی که جوی با مخلوطی از گازهای بسیار واکنش‌پذیر مانند اکسیژن، احتمال بیشتری برای پناه دادن به حیات دارد. به نظر می‌رسید که راه‌حل ارزشمندی برای یک مسئله دشوار پیدا شده است اما به زودی روشنگری‌هایش موجبات آندوه لاولاک را فراهم آورد. در سپتامبر ۱۹۶۵ اخترشناسان فرانسوی متوجه شدند که جو مریخ و زهره تقریباً به طور کامل از گازهای دی‌اکسید کربن تشکیل شده است و این یعنی آنکه مریخ و زهره کراتی غیرزنده‌اند. این برای طرح‌های ناسا اصلاً خبر خوبی نبود اما باعث شد تا لاولاک به این فکر بیفتد که زمین چگونه خود را از گرفتار شدن به چنین سرنوشتی رها کرده است. یک روز اندیشه‌ای ناگهانی و عمیق به ذهن لاولاک راه یافت: شاید موجودات زنده قادر به کنترل چهره زمین شده‌اند و آن را برای حیات قابل سکونت نگه داشته‌اند. به عبارتی دیگر شاید کل زمین توسط فرآیندهای حیات احاطه شده است (Lapenis, 2002).

لاولاک اولین کسی نبود که به زمین به عنوان یک موجود زنده نگریست. طبق نظریه تکامل داروین موجودات زنده با شرایطی که سیاره میزبان پیش روی آنها قرار داده، سازگار شده‌اند (Lenton, 2002)، حال آنکه لاولاک پیشنهاد کرد که موجودات توانسته‌اند شرایط سیاره را برای خود مناسب نگه دارند. این تخطی همواره انتقادهای گزنده‌ای

این سؤال راحت به نظر می‌رسد: باران دائماً سطح زمین را می‌فرساید، مخلوطی از ترکیبات شیمیایی طبیعی را به درون رودها می‌ریزد، موادی که فراوانی و قابلیت انحلال بالای آنها در آب باعث شور شدن آب دریا می‌شود. همه چیز خیلی ساده است. این طور نیست؟ اما چرا با این همه فرسایشی که طی قرون متمادی رخ داده و ترکیبات نمکی را بیشتر به درون دریا ریخته، هنوز غلظت نمک بسیار پایین‌تر از حد اشباع است.

معمای واقعی این نیست که چرا مزه آب دریا شور است، بلکه نکته در اینجاست که چرا تمام دریاها همانند «بحرالمیت» به کلی از این ماده انباشته و عاری از حیات نشده‌اند. موضوع شگفت‌انگیز دیگری نیز درباره سیاره ما وجود دارد. میلیاردها سال از عمر جو زمین می‌گذرد، اما هنوز حاوی مخلوطی از گازهای فوق‌العاده واکنش‌پذیر مثل اکسیژن و متان است. چرا آنها تاکنون در جوی واکنش‌ناپذیر و ملال‌آور مانند جو سیارات مریخ و زهره آرام نگرفته‌اند؟ در سپتامبر ۱۹۶۵ دکتر «جیمز افریم لاولاک» انگلیسی که در آژانس فضایی ناسا مشغول به کار بود، نظریه‌ای در سر داشت که پرده از راز این معماها برانداخت. او که در دفترش در کالیفرنیا نشسته بود، دریافت که این نشانه‌های آشکار گویای آنند که زمین در چنگ نیرویی طبیعی است که می‌تواند سرنوشت سیارات را دگرگون سازد: نیروی حیات. ایده مذکور واکنش‌های متناقضی را برانگیخته است. برخی آن را مانند مهر تأییدی بر باور «عصر واگشت» و اعتقاد به این که گایا در هماهنگی کامل با حیات به سر می‌برد، می‌دانند و برخی آن را به منزله سخن یاوهای که از سر احساسات گفته شود مردود دانستند، عقیده‌ای که به زعم آنها به خاطر میل وافر لاولاک برای بازگشت به «عصر واگشت» تحت عنوان فرضیه گایا به نام الهه یونانی مادر زمین، خالق آسمان، کوه‌ها و دریاها، قوت گرفت. اما اکنون شواهد فزاینده‌ای برای رجوع به دیدگاه حیرت‌انگیز لاولاک مبنی بر ارتباط بین زمین و موجودات زنده روی آن به دست آمده است. شواهدی که درس‌های مهمی برای دانشمندان سرسخت و یک دنده به دنبال دارد (Lenton, 1998). لاولاک که به دعوت ناسا در کالیفرنیا به سر می‌برد، در صدد کمک به حل یکی از هیجان‌انگیزترین چالش‌های پیش روی علم: جست‌وجوی حیات در سایر نقاط کهکشان، برآمد. او در جایگاه یک شیمیدان مخترع، مهارت خود را برای ابداع سیستم‌هایی که قادر به یافتن غلظت‌های فوق‌العاده پایین مواد شیمیایی باشند، به کار گرفت و در دهه ۱۹۵۰ تکنیکی را به وجود آورد که می‌توانست آلودگی را در سطوح پایین‌تر از یک میلیارد گرم شناسایی کند. این دقیقاً همان چیزی بود که محققین ناسا برای کاوش‌های برنامه‌ریزی شده فضایی پژوهشی مریخ لازم داشتند یا دست کم این طور فکر می‌کردند. اما لاولاک معتقد بود که آنها دارند در تلاششان برای پیش‌بینی نوع اشکال

جغرافیایی طبیعی است. عمده مباحث مطروحه در مورد نظریه گایا را می‌توان شامل موارد ذیل برشمرد:

الف - پیدایش ایده گایا

لاولاک در مورد نحوه پیدایش ایده گایا می‌نویسد: در اوائل شروع کارم، شانس با من یار بود و تصویر ماهواره‌ای از زمین که از فضا گرفته شده بود به دستم رسید. من آن تصویر را همچون یک شگفتی زیبا در منظومه شمسی دیدم که مرا بر جای خویش میخکوب کرد. سیاره‌ای که به وضوح از مریخ و زهره همزادان برهوتی‌اش، متفاوت بود. من زمین را چیزی بیش از یک کره سنگی که اقیانوس‌ها بر آن گسترده‌اند، یا یک سفینه فضایی که فقط برای استفاده نوع بشر خلق شده باشد، دیدم. من زمین را مثل سیاره‌ای دیدم که از زمان پیدایش‌اش در ۴ میلیارد سال قبل تا امروز برای حیاتی که روی آن پا به هستی گذاشت، خانه شایسته‌ای بوده است. به نظر من او نیز مثل من و شما که شیمی و دمای بدنمان را ثابت نگه می‌داریم، با هموستازی (ثبات شرایط داخلی بدن در برابر شرایط متغییر محیط که در زبان فرانسه به آن «اتورگیولاسیون» و در انگلیسی «اتورگیولیشن» و «هموستازی» که معادل فارسی آنها خود تنظیمی است، می‌گویند) تدبیر بدن عمل می‌کند (Lovelock, 2000). از این منظر، تکامل خود به خودی حیات بیشتر از آنی است که دنیای داروین را می‌ساخت. بدین مفهوم که تکامل حیات با تکامل خود زمین همراه بوده است (Staley, 2002).

حیات علاوه بر آنکه به زمین سازش پیدا کرده، آن را تغییر نیز داده است. تکامل در واقع رقصی است که در آن حیات و محیط همدیگر را سخت در آغوش گرفته‌اند و از درون این رقص گایا ظهور کرده است. گایا در اساطیر اسم مادر زمین بوده. مظهر باروری و سمبل زنانگی. اما گایا از دیدگاه عرفان کهن به این معنی است که زمین فقط یک کره بی‌جان نیست بلکه یک موجودیت زنده و آگاه است و تمام آنچه که روی زمین وجود دارد بخشی از گایا است، جزئی از کل و هر جزء در سطحی از آگاهی قرار دارد. تمام اجزاء گایا اگرچه به ظاهر جدا هستند اما همگی با هم شکل‌دهنده گایا هستند و در احساسات، دانش و آگاهی شریک هستند. گایا یک روح است در کالدهای مجزا و شاید حتی بتوان گفت که یک کالبد؛ چرا که با متلاشی شدن یک جسم آن جسم دوباره به زمین برگشته و در جزئی دیگر از گایا وجود خواهد داشت (Staley, 2002). شاید که اگر فقط بشر را در نظر بگیریم مفهوم گایا این شعر قدیمی فارسی را به خاطرمان بیاورد که می‌گوید:

بنی آدم اعضای یکدیگرند که در آفرینش ز یک گوهرند
چو عضوی به درد آورد روزگار دگر عضوها را نماند قرار
و به راستی که گایا چیزی جز این نمی‌گوید. اگر هر دردی در هر نقطه‌ای

را به همراه داشته است. او در ۱۹۶۵ ایده‌اش را درباره استفاده از ترکیب گازهای جوی برای جست‌وجوی حیات فرازمینی منتشر ساخت و شروع به سخنرانی‌های غیررسمی درباره ایده زمین زنده کرد. در ۱۹۷۰ همکاری وی با خانم «لین مارگولیس»، استاد زیست‌شناسی دانشگاه بوستون آغاز شد که طرز فکر مشابهی را دنبال می‌کرد و لاولاک را از نقش بالقوه میکروارگانیسم‌هایی مثل باکتری‌ها در شکل دادن به خطوط ارتباطی بین حیات و زمین مطلع ساخت. این همکاری لاولاک را به سوی نخستین پیش‌بینی‌اش که مشخصه هر نظریه علمی درخور شهرت است، رهنمون شد. او توجه‌اش را روی سولفور که یک ماده ضروری برای موجودات زنده است، معطوف ساخت.

بخش عمده‌ای از سولفات در اثر شسته شدن خشکی به درون اقیانوس ریخته شد که به شکل گاز بسیار بدبوی سولفید هیدروژن به خشکی برگردانده می‌شود. این همان تبیین رایجی بود که لاولاک را راضی نمی‌کرد. به ویژه آنکه اقیانوس‌ها بوی گند تخم‌مرغ گندیده نمی‌دهند. او شنید که بسیاری از موجودات دریایی گاز سولفوردار دیگری موسوم به دی‌متیل سولفید آزاد می‌کنند. آیا این اشکال حیاتی اقیانوس‌پیما می‌توانند سولفور حیات‌بخش را در اختیار موجودات ساکن خشکی قرار دهند؟ لاولاک برای سفر با یک کشتی تحقیقاتی به منظور تکمیل اندازه‌گیری‌ها برنامه‌ریزی کرد و این کار او منجر به ایجاد دیدگاه جدیدی درباره چرخه سولفور شد. دی‌متیل سولفیدی که توسط جلبک‌های دریایی تولید می‌شود ابرهایی را پدید می‌آورد که بارش آنها یون‌های سولفور را به موجودات ساکن خشکی می‌رساند. جلبک‌ها نیز از فرصت بادی که از گاز خود فراهم آورده‌اند برای انتقال هاگ‌هایشان به چراگاه‌های غنی‌تر استفاده می‌کنند. این بارش‌ها علاوه بر آنکه بر نرخ فرسایش خشکی می‌افزایند، جریان‌های غذایی بیشتری را برای استفاده جلبک‌ها به درون دریا می‌ریزند و سرانجام چرخه‌ای پدید می‌آید که همه از آن فایده می‌برند. بر این قیاس، لاولاک در تأیید ایده‌ای که آن را «گایا» نامید، به مثال‌هایی این چنین ظریف می‌اندیشید.

این حقیقت که دریا به رغم آنکه دائماً با ترکیبات نمکی تغذیه می‌شود و از شوری بیش از حد تحمل حیات می‌پرهیزد بیانگر آن است که موجودات زنده قادر به حفظ تعادل شوری هستند. لاولاک در بین میکروبرهای اولیه موردی را یافت که در امتداد بسیاری از سواحل که تابش شدید خورشید بر آنها آب شیرین را برمی‌دارد و نمک را بر جای می‌گذارد، مرداب‌های وسیع و کم عمقی ایجاد کرده‌اند.

کالبد شکافی نظریه گایا

نظریه گایا از دیدگاه‌های مختلفی مورد بررسی قرار می‌گیرد که مهم‌ترین آنها، دیدگاه محققان علوم محیطی و به ویژه متخصصین

یک از آنها استادی به نظاره نشسته است که گمان می‌برد تنها آنچه که او می‌بیند، حقیقت دارد و بس“ (Lovelock, 1988).

ج - اخلاق گایا

گایا مفاهیم اخلاقی چندی دارد که از دو اصل اساسی آن نشأت می‌گیرد. اصل اول بیانگر آن است که پایداری و برگشت‌پذیری در اکوسیستم‌ها و روی زمین نیاز به حضور محیطی دارد که حدود معینی داشته باشد. براساس اصل دوم آنهایی که با محیط خود بهتر رفتار کنند، گزینش فرزندانشان تضمین می‌شود. اصل دوم که به وضوح اختطاری در مورد لزوم مراقبت از محیط‌زیست است، گناه نفرت‌انگیز بشریت که همانا زمینی‌سازی (تبدیل سیارات دیگر به زیستگاه انسان با توسل به فن‌آوری) است، به ذهن متبادر می‌کند؛ آنچه که در مورد زمینی‌سازی بسیار بدتر است؛ واقع‌بینانه بودن ظاهری آن است. یعنی ساخت خانهٔ دوم برای بشر، پس از آنکه کرهٔ زمین را حریصانه با کاربرد نادرست علم و فن‌آوری نابود گردد (Lovelock and Margulis, 1974). بسیار احمقانه است که فکر کنیم می‌توان با بولدورها و کار کشاورزی سیارهٔ بیابانی مریخ را به صورت زمین درآوریم، در صورتی که به جای آن می‌باید راه و روش زیستن بر روی کرهٔ زمین را اصلاح و مورد تجدید نظر قرار دهیم. همچنین قانون دوم در مورد عواقب انسان‌گرایی افسار گسیخته و خارج از کنترل نیز هشدار می‌دهد. در تاریخ تمدن، انسان به زودی دریافت که خودخواهی بیش از حد، کرامت نفس را مبدل به خود شیفتگی (نارسیسیسم) می‌کند. تقریباً به تازگی دریافته‌ایم که عشق انحصارطلبانه به تبار یا ملیت‌مان، وطن‌دوستی را به ملی‌گرایی بیگانه ستیز تبدیل می‌کند اما هم اینک متوجه شده‌ایم که احتمال دارد پرستش نوع بشر نیز منجر به فلسفه‌ای ناامیدکننده شود، فلسفه‌ای که تمام موجودات زندهٔ دیگر که با ما در حیات روی زمین شریک هستند را نادیده می‌گیرد. هیچ زنبوری بدون کندویش کامل نیست. همه موجودات زنده به زمین نیازمند هستند. همه با هم، همراه با زمین، ما نیز یکی در میان دیگران در گایا هستیم (Lovelock, 1972).

د - آیین گایا

سیاره ما یکی از زیبایی‌های خارق‌العادهٔ خلقت خداوندی است. این سیاره از نفس، خون و استخوان‌های نیاکان ما ساخته شده است و ما باید مانند نیاکانمان زمین را به صورت یک موجود زنده حس کنیم و بار دیگر احترام به گایا را احیا نماییم و به آن احترام در خور شأنش را بازگردانیم. گایا در تمام دوران هستی‌اش محافظ حیات بوده است، حال اینکه ما مراقبت‌های او را به زیان خود طرد می‌کنیم. اگر ما به گایا اعتماد کنیم، این می‌تواند یک اطاعت قوی و لذت‌بخشی باشد، درست مانند ازدواج موفق‌ی که در آن زوجین به یکدیگر اعتماد دارند و عاشقانه همدیگر را

از جهان در جان همه جهانیان حس می‌شد شاید که نژاد بشر اینگونه کمر به قتل هم‌نوعانش نمی‌بست. گایا حتی از جامعه انسانیت فراتر می‌رود. یک گل، یک پرنده، یک درخت و حتی سنگ‌ها و دریاها بخشی از گایا هستند. آنها هم به همان اندازه موجودیت دارند که ما داریم. همه چیز در خاطره گایا ثبت می‌شود و همه در این خاطره شریک هستند. اگر چنین به هم پیوستگی و عظمتی قابل درک بود زندگی راحت‌تر بود. اما آیا به راستی گایا وجود دارد یا صرفاً تخیل و افسانه‌پردازی ذهن متفکرین است؟ ریشه اعتقاد به گایا به گمان بسیاری از دانشمندان در مذهب پانگنیست‌های طبیعت پرست است. اما در عقاید چندین متفکر مشاهده شده است که از روح جهان سخن می‌گویند. اینکه روح جهان از همه چیز آگاه است و اگر از آن چیزی بخواهیم پاسخ می‌گیریم. این مفهوم روح جهان به نظر من همان گایا است در بیانی دیگر. اما اگر گایا ورای تصورات ما وجود دارد پس چرا انسان‌ها اینگونه کمر به نابودی خویشتن و زمین بسته‌اند؟

ب - نام گایا

لاولاک در مورد نام گایا می‌نویسد: "نامگذاری چیزها مهم است. ژرف‌ترین اندیشه‌های ما ناخودآگاهند و ما برای ترجمهٔ آنها به چیزی که خودمان و سایر افراد بتوانند آن را درک کنند، نیاز به استعاره و تشبیه داریم. بنا به دلایلی که من هرگز نمی‌فهمم، بسیاری از دانشمندان از نام گایا خوششان نمی‌آید، که برجسته‌ترین آنها «جان مینارد اسمیت» زیست‌شناس معروف است. وی با بیان «چه اسم وحشتناکی برای نامیدن یک نظریه؟» روشن ساخت که این نام گایا بوده که او را مجبور به مخالفت با نظریهٔ گایا کرد، نه علم. او نیز مانند اکثر دانشمندان از قدرت استعاره آگاه بود. به نظرم اکثر دانشمندان نه با اساس علمی فرضیه که با نام گایا مخالفت دارند و مطمئناً علت آن نمی‌تواند حسادت به یک استعاره باشد، بلکه علت این امر را می‌توان در طرد هر چیزی که بوی کل‌نگری می‌دهد، از سوی دانشمندان جزء نگر و هر چیزی که به طور تلویحی به این نکته که کل ممکن است بیش از مجموع اجزای خود باشد، دانست. زمانی که لاولاک نظریهٔ خود را تدوین کرده بود به دنبال نامی درخور فرضیهٔ جهانی‌اش می‌گشت، او ترجیح داد برای انتخاب نام برای نظریه‌اش با ویلیام گولدینگ نویسندهٔ رمان «سالار مگس‌ها» مشورت نماید. لاولاک در این باره می‌نویسد: "من با خرسندی و مسرت انتخاب ویلیام گولدینگ را در مورد نام گایا برای نظریه‌ام در مورد زمین پذیرفتم و تمام زندگی کاری‌ام را پس از دوران کارآموزی وقف آن کردم. دلخوشی من این است که امروزه نظریه گایا به طور گسترده مورد پذیرش دانشمندان رشته‌های مختلف از نجوم تا جانورشناسی قرار گرفته است. آنها نام گایا و نه خود نظریه را طرد می‌کنند. متأسفانه علم مثل «چشم مرکب مگس» به هزاران صورتک تقسیم شده که از ورای هر

رنگ چگونه از دل خاک تیره سر برآورده‌اند! نگاه کن به خروش موج‌های دریا به همه شگفتی‌های این خاک. نه زمین مرده نیست و حقیقتاً زنده است و من فکر می‌کنم که گایا نیز می‌تواند وجود داشته باشد. انسان فقط جسم نیست بلکه دارای روح است و روح آدمی توانایی‌های بی‌شماری دارد. اما هنوز زمان به هم پیوستگی نرسیده است. بشریت راه درازی تا رسیدن به معنی واقعی انسانیت پیش‌رو دارد و شاید هرگز این راه را نییابد. اما اگر این راه را پیمود قطعاً به راهبری عقلش نمی‌پیماید. در این راه ره‌نما همان طور که «دانت» در «کمدی الهی» می‌گوید عشق است وقتی که کل بشریت عشق به معنای واقعی آن را حس کند شاید هنگام تحقق گایا نیز باشد» (Lovelock, 1988).

گایا و محیط‌گرایی

لاولاک می‌نویسد: «گایا و محیط‌گرایی هرگز با هم میانه خوبی نداشته‌اند. من محیط‌گرایی را چنان می‌بینم که «جورج ارول» سوسیالیسم زمان خود را می‌دید. من قلباً با محیط‌گرایان هستم اما می‌بینم که نیات خیرخواهانه آنها بی‌نتیجه است، زیرا در نمی‌یابند که توجه به حقوق بشر به تنهایی کافی نیست. اگر در راه مراقبت از مردم، حفاظت از سایر اشکال حیات بر روی زمین را ناچیز بشماریم، آنگاه ما و تمدن ما رو به شکست خواهیم گذاشت» (Lovelock, 2000). نظریه گایا در دو دهه گذشته زمینه ایجاد گروه‌هایی از هواداران متعصب محیط‌زیست را فراهم نموده است که معتقدند بشر هرگز نباید نظم طبیعی را دست‌کاری کرده و حتی جزئی از اجزای آن را تغییر دهد. نظریه گایا زیربنای نظری جنبش سبز مدرن را تشکیل می‌دهد. لاولاک در نظریه گایا جایگاه و جاوند و برتر آدمیان بر زمین را به چالش فرا خواند. این نظریه که به یاد ایزد بانوی زمین در یونان باستان نامگذاری شده است، کل زیست کره زمین را به عنوان سیستمی شبه زنده و ابرساز واره‌ای به نام سیستم اقلیم در نظر می‌گیرد که نسل بشر تنها جزئی ناچیز از آن را تشکیل می‌دهد. در این فرضیه، سازوکارهای کلان حاکم بر زیست کره، به عنوان فرآیندی خود تنظیم در نظر گرفته می‌شود و به این ترتیب کل زیست کره به موجودی نیمه زنده شبیه می‌شود که غلظت گازها، غلظت اقیانوس‌ها و سرعت فرسایش خاک را در قلمروهای گوناگون کالبد خود تنظیم می‌کند و تعادلی پایدار را برای رشد و شکوفایی حیات در اقلیم‌های متفاوت فراهم می‌کند (Brayson, 1997). نظریه گایا، امروزه با مشکلات نظری گوناگونی روبرو است. مهم‌ترین مشکل، به تلقی ویژه نظریه پردازان علاقمند به این فرضیه مربوط است. چرا که این افراد از نشان دادن تمایز بین سیستم و محیط در مورد سیستم گایا عاجزند. اگر کل زیست کره زمین سیستمی خود تنظیم باشد، باید توسط حد و مرزی طبیعی از محیطی فراگیرتر جدا شود. این محیط خارجی قاعدتاً فضای خارج از جو

می‌پرستند. این واقعیت که او نیز مثل ما فانی است، این اعتماد را قوی‌تر و ارزشمندتر خواهد ساخت. گایا هرگز نباید به صورت یک مذهب درآید، زیرا در آن صورت نیاز به سلسله مراتب پیدا خواهد کرد. آیین‌ها جملگی بسیار انسانی و خطاپذیرند و همواره در خطر فرو ریختن زیر بار دگم‌های خود قرار دارند. آیین گایا نیز از این قاعده مستثنی نیست. گایا بخشی از علم بوده و بنابراین موقتی است. اما سیستم اقلیمی که تجسم آن است، واقعی است و ما می‌توانیم به آن احترام بگذاریم. زمین بسیار بزرگ‌تر از ما است و برخلاف الهه‌های خیالی، قادر است حقیقتاً ما را پاداش یا کیفر دهد. آنچه که گایا عرضه می‌دارد یک جهان‌بینی تکامل یافته است و این به احترام گایا و نه وفاداری کورکورانه نیازمند است. گایا جایگزین مذهب نیست بلکه مکمل آن است. ادیان بزرگ توسط تمثیل‌هایشان احکامی در مورد نحوه زندگی انسان‌ها با یکدیگر صادر کرده‌اند، اما تمثیل‌های گایا در مورد زمین است. گایا فناپذیر است و همانند ما عمر محدودی داشته و فانی است و ما باید بدانیم هر تغییری که توسط انسان در سیستم اقلیمی ایجاد می‌شود، عواقبی دارد. در هر فعالیت خلاق - مثل نقاشی از یک چهره، نوشتن یک کتاب یا مقاله و یا پدید آوردن یک نظریه علمی - یک مرحله مهم و دشوار این است که بدانیم آن را کی و در کجا به پایان برسانیم. نویسندگان و نقاشان لحظه پایان کار را خودشان انتخاب می‌نمایند، اما در مورد نظریه‌های علمی شخص واضح نظریه هیچ اختیاری برای توقف یا اتمام نظریه‌اش ندارد. این امر مانند ساختمان یک کلیسای جامع است که همه در آن سهیم هستند و به آن دسترسی دارند. لاولاک می‌نویسد: «من در کسوت یک دانشمند، کاشفی در جستجوی دنیا‌های جدید بوده‌ام، نه خوشه‌چین زمینه‌های علمی امن و پر بار، و زندگی در مرزهای علم به من آموخته است که هیچ قطعیتی وجود ندارد و دگم معمولاً نادرست است. اکنون می‌دانم که با هر اکتشافی بر وسعت ناشناخته‌ها و شناخته‌ها افزوده می‌شود. اکتشاف من عمدتاً محصول شک در خرد متعارف بوده است و به تمام دانشمندان جوانی که در جستجوی موضوعی تازه و نو برای پژوهش‌اند، سفارش می‌کنم که به دنبال عیب و نقص در هر چیزی باشند که علم رسمی و پذیرفته شده ادعای قطعی بودن آن را دارد» (Lovelock, 1972).

ر - گایا روح جهان

گایا به معنی روح مشترک است. این یک تداعی معنوی است. لاولاک تئوری وجود گایا را با دلایل علمی بیان کرده است. به عقیده لاولاک گایا حقیقتاً وجود دارد. او عقیده دارد که جو سیارات زنده با سیارات غیر زنده که در آنها حیاتی نیست، متفاوت است و این تفاوت از فضا قابل مشاهده می‌باشد. لاولاک در کتاب عصر گایا می‌نویسد: «عقیده دارم که زمین جسمی مرده نیست. بین که سبزه و گل از همه

به این ترتیب کل جانداران، حتی تک‌یاخته‌ای‌ها را مشمول قواعد اخلاقی در برابر گایا دانست (Lovelock, 1979).

گایا و اکوفمینیسم در عصر جدید

نظریه گایا از همان اوائل با استقبال گروه‌های اکوفمینیست، مواجه شد که اساس و فلسفه وجودی خود را بر این پایه که "زن همچون زمین غذا تولید می‌کند و همچون گیاه می‌تواند با دانه بارور گردد و مثل طبیعت مورد چپاول و غارت قرار می‌گیرد و مانند طبیعت نیاز به احترام و مراقبت دارد" استوار کرده است. اعتقاد گروه‌های اکوفمینیستی مبنی بر یکی بودن سرچشمه رفتار با زن و طبیعت، فعالیت‌های مشترک و همسوی آنها را موجب شده است. اینان معتقدند که: زن و زمین هر دو غارت می‌شوند، برهنه می‌گردند، مورد تجاوز قرار می‌گیرند، هرز می‌شوند و قربانی خشونت قرار می‌گیرند. فمینیست‌ها و محیط‌گرایان این امر را نتیجه ناگوار برداشتی متفاوت از دو جنس از قبیل خداگونه دانستن مرد و زمینی دانستن زن، در نظر گرفتن مرد به مثابه روح و ذهن و زن به مثابه جسم و تن و برداشتهایی دیگری از این دست، می‌دانند (Anderlini, 2005).

گایا با استعاره و مفهوم زیبایی «مادر زمین» به قدری گروه‌های اکوفمینیستی را تحت تأثیر قرار داد که در اکثر نقاط دنیا گروه‌های مذکور نام گایا را برای خود انتخاب کردند. گروه‌های اکوفمینیستی با توجه به خصایص مادر زمین (گایا) یعنی زنانگی، مهربانی، نیکوکاری و بردباری، پرورش‌دهندگی، مراقبت از حیات و ... و مطابقت آن ویژگی‌ها با نوع انات انسان که در این برهه تاریخی همچون گایا نیاز به مراقبت و احترام دارد، فرضیه گایای لاولاک را با جان و دل پذیرفتند. خانم «مارگولیس» زیست‌شناس بوستونی از اکوفمینیست‌های معروفی است که لاولاک را به خاطر علایق اکوفمینیستی خودش و این که نظریه گایا و به ویژه بحث احترام به گایا مطابق اندیشه‌های اکوفمینیستی و در حمایت از قدرت‌گیری آنها بود، در پاسخ دادن به مخالفان نظریه گایا کمک و همراهی بسیار نمود.

می‌توان پیوند اساسی و محکم اکوفمینیسم با گایا را از این جمله دریافت: گایا زمین و حیات آن را مانند زن فداکاری که از فرزندان مراقبت می‌کند، محافظت می‌نماید و این محافظت تا زمانی تداوم می‌یابد که گایا قدرت مراقبت از زمین را از دست ندهد و دچار ناتوانی (یا مثل انسان پیری) نشود، متقابلاً ما نیز وظیفه داریم همان طور که به مادرمان کمک می‌کنیم به گایا در حفاظت و مراقبت کره زمین و حیات آن کمک کنیم و همانگونه که به مادرمان احترام می‌گذاریم به گایا نیز احترام بگذاریم (Anderlini, 2005).

زمین است، اما رابطه آن با فرآیندهای خود تنظیم‌گر گایا، هنوز به شکلی قانع‌کننده صورت‌بندی نشده است. در همان سالی که لاولاک نظریه‌اش را مطرح کرد، بوم‌شناس دیگری به نام «آرن نائس» نظریه مشابهی را عنوان کرد و آن را «بوم‌شناسی ژرف» نامید. بوم‌شناسی ژرف، در برابر بوم‌شناسی سطحی مطرح شده، و این آخری، همان نگرش ساده‌انگارانه و سنتی است که آدمی را برترین و مهم‌ترین موجود بر سیاره زمین می‌داند و به روایت سعدی «هم گوهر بودن آدمیان» را به عنوان شرط کافی برای متمایز پنداشتن‌شان از کل جهان زنده می‌پذیرد. نائس دو راهکار را به عنوان نتیجه بوم‌شناسی ژرف ارائه می‌کند. نخست: آیین رفتار، که گزاره‌های اخلاقی را به همه جانداران منسوب می‌کند، و دوم «شکل دیگر هستی» که لزوم بازنگری در شیوه استفاده از منابع طبیعی را گوشزد می‌کند. آیین رفتاری، سنت اخلاق کاتلی را که در آن آدمی به دلیل امکان آزادی غایت تلقی می‌شد، به کل جانداران تعمیم می‌دهد. بر مبنای این نگرش، هر موجودی که قابلیت درک درد و لذت را دارد، محمول گزاره‌های اخلاقی تلقی می‌شود و به این ترتیب مهربانی با تمام جانداران اهمیت می‌یابد. شکل دیگر هستی، شیوه‌ای واژگونه از اندیشیدن به صنعت و کنار گذاشتن سنت تسخیر طبیعت است. در زیر این عنوان، چنین آمده که شکل نگاه ما به جهان پیرامونمان باید دگرگون شود، به شکلی که از این پس دست‌کاری کردن طبیعت و تخریب کردن آن نیازمند دلیل آوردن و بهانه‌گیری و نه حفاظت از محیط‌زیست و خودداری در برابر تخریب منابع طبیعی باشد. چنانکه آشکار است، هر دوی توصیه‌های یاد شده، زیربنای نظری مشترکی دارند و آن عبارت است از توجه غایت‌گرایانه به طبیعت و موجودات زنده آن، به شکلی که همه جانداران بتوانند به عنوان موضوع گزاره‌های اخلاقی در نظر گرفته شوند. این امر، یعنی برخورد اخلاق‌مدار با جانداران، موضوعی است که باید بیشتر مورد واری قرار داده گیرد یکی از اولین کسانی که به معنایی غیر دینی - و تا حدودی به روز - بر اخلاقی بودن جهان جانداران تأکید کرد، «اپیکور» بود که قابلیت رنج و لذت را مبنای اخلاق خود می‌دانست و به این ترتیب کل جانداران دارای این توانایی را هم شایسته برخورد اخلاقی می‌دانست. او وجود رنج و لذت را تنها در جانوران می‌پذیرفت، و بنابراین حکم خود را به این گروه از جانداران محدود کرده بود. عقیده اپیکور امروز پس از حدود ۲۳ قرن، همچنان هوادارانی دارد. «سینگر» در مقاله خود که در سال ۱۹۷۵ منتشر شد، با منطقی مشابه، برخی از گزاره‌های اپیکور را تقریباً واژه به واژه تکرار کرد، و برخورد مهربانانه با جانوران را خواستار شد. «لارنس جانسون» همین مفهوم را به شکلی بوم‌شناختی‌تر تعبیر کرد و گرایش به احساس راحتی در محیط‌زیست را به عنوان شاخصی برای موجودات پذیرنده کنش اخلاقی در نظر گرفت و

گایا و احساسات جهان محور

احساسات جهان محوری که از انسان‌گرایی (اومانیسیم) نیز گسترده‌تر است، زیست کره را در برمی‌گیرد. این نظام عقیدتی عقلایی و یا اسطوره‌ای بعضی اوقات با معنویت پوشیده می‌شود. در میان برخی زیست - فلسفه‌های جهان محور یا دیدگاه‌های نوین لامذهبی، معاصر متداول شده است که با استفاده از نظام علم، یا نظریه گایا، طبیعت یا شبکه حیات را به عنوان الوهیت غایی مطرح سازند. همان طور که «ویلبر» متذکر شده است، چنین نگاهی لزوماً بر خطا نیست. از دیدگاه زیست‌شناختی یا علمی، گایا یا طبیعت در واقع، ارگانیسیم و دستگاهی کامل است اما این ارگانیسیم و این طبیعت، فی‌نفسه عبارت از تمامی زنجیره حیات (یا آفرینش کیهانی) نیست. طبیعت یا شبکه حیات صرفاً مظهر زیست‌شناختی شعور کیهانی است. شعور طبیعت نه در ماده، که در شعور کیهانی گرد آمده است و به همین سیاق، شعور و آگاهی انسانی نیز در روح گرد آمده است نه در مغز (Primavesi, 2000).

برداشت‌ها و قضاوت‌ها در مورد نظریه گایا

لاولاک درباره نظریه خود می‌نویسد: «در این هنگام که شما در حال خواندن این متن هستید، دانشمندان اندکی هستند که ارتباط بین ترکیب شیمیایی سطح زمین و اقلیم با متابولیسم موجودات زنده ساکن آن تردید دارند». «جان شلنهور» آلمانی با درج مقاله‌ای در مجله نیچر از کشف این ارتباط تحت عنوان انقلاب کوپرنیکی یاد کرد. روزنامه ایندپیندنت در مورد فرضیه گایای لاولاک نوشت: «به طور قطع نظریه گایا نظریه‌ای حماسی است با تمام امکاناتش در زدودن توهمات، همان طور که نظریات گالیله و انیشتین نیز چنین بودند». هفته‌نامه نیوساینتیست در مورد نظریه گایا می‌نویسد: «لاولاک در علم مانند گاندی در سیاست است و اندیشه مرکزی او یعنی این که سیستم اقلیمی ما (سیاره زمین) همانند یک موجود زنده رفتار می‌کند، مانند ایده‌های گاندی ژرف و فراگیر است». امروزه دیگر کسی به طور جدی فکر نمی‌کند که اکسیژن چیزی جز محصول فتوسنتز گیاهان و جلبک‌ها باشد. به راحتی می‌توان فراموش کرد که ۲۰ تا ۳۰ سال قبل مقالات رسمی علمی بیان می‌کردند که اکسیژن عمدتاً از تجزیه بخار آب توسط نور در جو بالای زمین پدید می‌آید و حتی در کتاب پر زرق و برق «زمین» که توسط فرانک پرس و ریموند سایور نوشته شد، هیچ ذکری از برهمکنش حیات با ترکیب سطح سیاره ما به میان نیامده است. آنها نیز با دیدگاه عمومی رایج هم عقیده بودند چنانکه در کتابشان نوشته‌اند: حیات به محیطی که در آن تکامل یافته وابسته و با آن سازش پیدا کرده است. آنها در آن ایام اصلاً تصور نمی‌کردند که بدون حیات سیاره ما مثل زهره یا مریخ بیابانی بی‌انتهای خواهد بود. آنها می‌دانستند که حیات به آب نیاز دارد. اما از دیدن این که

حیات به طور مداوم و فعال آب را حفظ می‌کند درمانده بودند. به همین ترتیب مراکز پژوهش اقلیمی در کل دنیا که زمانی ایده تأثیرگذار بودن حیات را بر اقلیم به تمسخر می‌گرفتند، امروزه می‌دانند که بایستی در مدل‌هایشان موجودات زنده‌ای را که روی زمین یا در اقیانوس‌ها زندگی می‌کنند، به حساب آورند (Kirchner, 2002).

امروزه زمین‌شناسان پذیرفته‌اند که هضم گیاهی و باکتریایی نیز در فرسایش سنگ‌های قاره‌ای به اندازه فرآیندهای شیمیایی و فیزیکی مؤثر است. در این ۳۵ سالی که گایا به عنوان یک نظریه موجودیت یافته، نگرش نسبت به زمین عمیقاً تغییر پیدا کرده است. اما تعداد دانشمندی که موفق به فهم نظریه گایا در تغییر دیدگاه‌شان نسبت به دنیا شده‌اند، باز هم کم است. آنها این نظر لاولاک را که کل بیشتر از مجموع اجزای خود است گنگ و نامفهوم می‌دانند. این درحالی است که این امر برای فهم و درک گایا ضروری است. به نظر می‌رسد که آنها اساساً گایا را درک نکرده‌اند، اما این مانع از آن نمی‌شود که در تحقیقات اقلیم‌شناسی و زیست، زمین، شیمی به کتاب «عصر گایا» نقب نزنند. آنها حق دارند اصرار کنند که هنوز یک سؤال بزرگ بی‌پاسخ مانده و آن اینکه اگر زمین به راستی توسط پس‌خورندهای زیستی وضعیت خود تنظیمی به خود می‌گیرد، چگونه چنین چیزی از طریق گزینش طبیعی ایجاد شده است؟ لاولاک در آن موقع ناتوانی خود در پاسخ دادن به سؤال مذکور را مانند ناتوانی داروین در قانع کردن منتقدانی که عقیده داشتند، کمال و تمامیت شگفت‌انگیز چشم نمی‌تواند به وسیله گزینش طبیعی پدید آمده باشد، مقایسه می‌کرد (Kirchner, 2002).

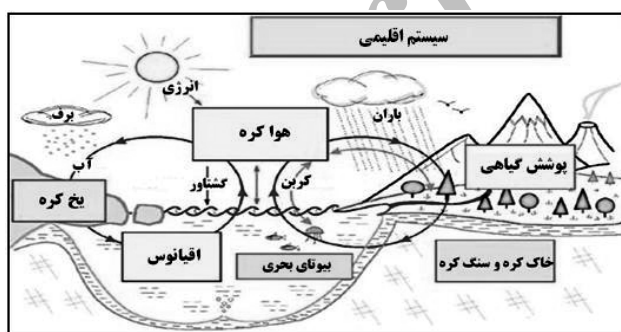
گیج‌کننده‌ترین بخش از شواهد تأیید کننده گایا را در نظر بگیرید که عبارت از ارتباط بین جلبک‌های اقیانوسی با اقلیم است. ما هنوز هم نمی‌دانیم که ارتباطات بین اقلیم، ابرها و موجودات زنده چگونه از طریق گزینش طبیعی تکامل یافته است. اما تقریباً با اطمینان می‌توان گفت که پس از رسیدن به پاسخ، می‌بینیم که از یکسری مراحل کوچک (تکامل تدریجی) و نه یک جهش تکاملی بزرگ و ناگهانی تشکیل شده است. اینک این نظریه را که می‌گوید: «خود تنظیمی زمین، اقلیم و شیمی را همواره برای اهالی زمین قابل تحمل می‌سازد» به تدریج به عنوان بخشی از خرد علمی متعارف پذیرفته می‌شود. «اگر نمی‌خواهند برای علم جدیدشان نام گایا را برگزینند من امیدوارم که به عنوان یک گزینه قابل درک علم سیستم زمین یا «علم شناخت سیستم اقلیم» را به عنوان نام انتخاب نمایند» (Lovelock, 2000).

زمانی که لاولاک فرآیندهای برهم‌کنشی یا متقابل حیات و اقلیم را کشف نمود، به نظر می‌آمد که غالب آن فرآیندها مانند عوامل تشدید کننده گرمایش جهانی عمل می‌کنند. نظریه پردازان طرفدار نظریه گایا

– پرهیز می‌کردند، احتمالاً تحت تأثیر این اندیشه بوده‌اند، و ردپاهای آن را در آثار مانی و ابوالعلا معری هم می‌بینیم. دیگر نسخهٔ ایرانی این مفهوم، که شاید از نسخهٔ شبیه گایا در آیین بودا هم قدیمی‌تر باشد، پرهیز از آسیب رساندن به آب و خاک و باد و آتش و گناه شمرده شدن تخریب پوشش گیاهی در سنت زرتشتی می‌باشد. به این ترتیب می‌توان گفت که شالودهٔ نظریهٔ گایا خیلی پیشتر از لاولاک توسط ایرانیان باستان به شکلی نه چندان پیشرفته و ابتدایی بنیانگذاری شده بود، لیکن این لاولاک بود که آن را به شکل علمی و مطابق با واقعیت‌های دنیای معاصر عرضه نموده است.

گایا و سیستم اقلیم

برنامه جهانی پژوهش‌های جوی که یکی از ارکان سازمان هواشناسی جهانی است، سیستم اقلیمی را عبارت از: "مجموعه‌ای متشکل از جو (هوا سپهر)، آب کره، یخ کره، زیست کره و سطح خشکی‌ها" تعریف کرده است. کمیتهٔ اصلی سازمان ملل متحد در زمینهٔ تغییر اقلیم نیز در تعریفی جامع‌تر سیستم اقلیمی را "کلیت جو و کرات آبی (هیدروسفر)، زیستی (بیوسفر)، خاکی (پدوسفر) و سنگی (لیتوسفر) و روابط متقابل آنها با همدیگر" تعریف کرده است (Brayson, 1997). تعریف فوق بر اهمیت روابط متقابل تأکیدی خاص دارد. در تعاریف سیستم اقلیمی کرهٔ زمین به مجموع سنگ کره (لیتوسفر) و آب کره (هیدروسفر) مشتمل بر یخ کره (زمین سپهر ژئوسفر)، به محدودهٔ خارج از جو، فضا و به محدودهٔ بین فضا و ژئوسفر، جو گفته می‌شود (خورشید دوست و قویدل رحیمی، ۱۳۸۳). در شکل شماره ۱ شمایی پارامتری شده از سیستم اقلیمی کرهٔ زمین نشان داده شده است.



شکل شماره ۱- مؤلفه‌ها و چرخه‌های سیستم اقلیم کرهٔ زمین (Kleidon, 2004)

در سال‌های اخیر تعاریف دیگری نیز ارائه شده است که در همهٔ آنها بر ویژگی روابط متقابل و فرایندها بسیار تأکید شده است. سیستم اقلیمی در برگیرندهٔ متغیرهای فراوان و مقیاس‌های زمانی – فضایی متفاوتی است و از این جهت نمی‌توان برای آن تعریفی جامع ارائه کرد. برداشت ما از سیستم اقلیمی براساس آن دسته از خصوصیات

معتقدند، در عصر گرم امروزی ما که بین دو عصر یخبندان قرار گرفته است، نیروهای طبیعی به جای تعدیل گرمایش جهانی که بشر آن را به وجود آورده است، آن را تشدید می‌کنند. لاولاک می‌نویسد: "دیگر نمی‌توان حفظ و موجودیت جنگل‌های پرباران استوایی را صرفاً بر این اساس احمقانه که این جنگل‌ها دارای داروهای گیاهی که درمان بسیاری از امراض هستند، توجیه کرد". نظریه گایا ما را بر آن می‌دارد که آنها را به مراتب بیشتر از آنچه که هستند، ببینیم. این جنگل‌ها با تبخیر حجم عظیمی از آب و گستردن چتر سفیدی از ابر بر سر زمین کره زمین را خنک نگه می‌دارند و اگر اراضی کشاورزی یا هر نوع تغییر کاربری دیگر جایگزین این جنگل‌ها شود، فاجعه‌ای با ابعاد جهانی نازل خواهد شد. لاولاک می‌گوید: "من جهان را به عنوان یک موجود زنده می‌بینم که ما خود نیز بخشی از آن و نه صاحب یا مستأجر و یا حتی حامل آن، هستیم" (Lovelock, 1979). به عقیده لاولاک بهره‌کشی از کرهٔ زمین در ابعاد کنونی‌اش به همان اندازه ابلهانه است که مغز خود را متعالی ولی یاخته‌های سایر اندام‌های خود را قابل مصرف در نظر آوریم. آیا اجازه می‌دهیم از جگر ما به عنوان غذا برای یک فایده‌آنی و کوتاه مدت استفاده شود؟

ریشه‌یابی نظریهٔ گایا در عقاید ایرانیان باستان

تقریباً واضح است که نظریهٔ گایا و حتی بوم‌شناسی ژرفانگر نائسی، ریشه در افکار و عقاید ایرانیان باستان دارد لیکن نباید نظریهٔ لاولاک را که بسیار پیشرفته‌تر از ایدهٔ ایرانیان باستان (و هندوستان) ابراز شده، بی‌ارزش جلوه دهیم. در واقع می‌توان گفت که لاولاک چهارچوب مقدماتی نظریهٔ گایا را از عقاید ایرانیان که در کتب قدیمی تحت عنوان «آهیمسه» از آن یاد شده، اخذ نموده است. آهیمسه، واژه‌ای سانسکریت است که از دو بخش آ (یعنی نه) و هیمسه (یعنی آسیب رساندن) تشکیل یافته است. این عبارت را در فارسی امروزی بی‌آزاری می‌توان ترجمه کرد. آهیمسه، اگر به لحاظ فلسفی نگریسته شود، پیامدی از اعتقاد به جاودانگی روح و تناسخ است. اعتقادی که همهٔ جانداران را دارای روحی با گوهرهٔ مشابه می‌داند و بنابراین آزردن یک گیاه یا انسان را در سطح روحانی، همتا می‌پندارد. این واژه از بعد اخلاقی، با مجموع متنوعی از آیین‌های رفتاری و سنن خیرخواهانه گره خورده است. از سنت غذا دادن به جانوران گرفته تا پرهیز از کشتن جانوران و گیاه‌خواری (و کیلی، ۱۳۸۰). اگر مفهوم آهیمسه را به لحاظ سیستمی نگاه کنیم، معنایی بسیار جالب توجه را از آن برداشت می‌کنیم که عبارت است از فرض کل زیست کرهٔ زمین، به مثابه سیستمی یکتا و یکپارچه. مفهوم آهیمسه، در تاریخ پرفراز و نشیب خود، رنگ‌های گوناگون به خود گرفته است. فیثاغورثیان پیش از میلاد که از خوردن گوشت و برخی از گیاهان – مثل باقلا و لوبیا

سیستم های پیچیده ای که به یکدیگر متصل شده اند چگونه کار می کنند. این امر می تواند منجر به آن شود که نظریه گایا از اعتبار علمی بیشتری برخوردار شود. این نظریه به سیاره زمین به چشم موجودی زنده می نگرد که اجزای مختلف آن با یکدیگر در تعامل هستند و بیان می دارد که ارگانیسم های زنده در زمین با یکدیگر همکاری می کنند تا آب و هوای سیاره را تنظیم سازند و بهترین شرایط را برای حیات فراهم آورند.

مدل اولیه پالتریج بسیار ساده بود. او زمین را به ۱۰ ناحیه تقسیم کرد و برای این منظور تنها از چند عامل نظیر میزان انرژی خورشید و درصد بازتابش این انرژی از سطح زمین کمک گرفت. بخش اعظم انرژی خورشید به مناطق حاره می تابد و درصد کمتری از آن به نواحی قطبی تابش دارد. آب و هوای روی زمین از توزیع متفاوت انرژی دریافتی شکل می گیرد. این انرژی به وسیله بادهای و جریان های آب و نیز تبخیر آب دریاها جابجا می شود. پالتریج متوجه شد که اگر در مدل خود آهنگ پراکنده شدن انرژی به وسیله جو زمین و اقیانوس ها را در حداکثر قرار دهد، آنگاه مقادیری که این مدل برای دمای بخش های مختلف جهان و مقدار ریزش باران در این بخش ها ارائه می دهد به مقادیر واقعی بسیار نزدیک تر خواهند بود. او استدلال کرد که آب و هوای سیاره ما می کوشد با استفاده از انرژی که در اختیار دارد سهمگین ترین و شدیدترین اوضاع جوی را به وجود آورد. مشکلی که برای این نظریه در سال ۱۹۷۵ وجود داشت آن بود که هیچ مبنای نظری برای توجیه این ادعا که چرا باید سیستم آب و هوایی اینگونه عمل کند؟ در اختیار نداشت. قانون دوم ترمودینامیک می گوید که هر سیستم ایزوله و بسته ترمودینامیکی به حالتی می رسد که در آن میزان آنتروپی در حداکثر قرار دارد، اما این قانون هیچ توضیحی در این زمینه که چنین سیستمی با چه سرعتی به این حالت می رسد و یا آن که سیستمی نظیر آب و هوا که دائماً در حال دریافت مقادیر زیاد انرژی است چه میزان آنتروپی تولید خواهد کرد، نمی دهد (Kleidon, et al, 2003).

پالتریج و برخی دیگر از محققان در طی سالیان کوشیدند تا مبنای نظری برای ایده حداکثر شدن آنتروپی سیستم اقلیم تکمیل کنند اما در این کار ناکام ماندند. این نظریه در عین حال در مورد سیستم هایی که در حالت پایدار قرار دارند نیز کاربرد دارد. در این سیستم ها می باید انرژی کافی به سیستم برسد تا ساختار کلان آن را حفظ کند، اما این انرژی نباید آنقدر زیاد یا آن قدر کم باشد که این ساختار را مختل سازد. در مورد آب و هوا معلوم نیست که این شرط همواره برقرار بماند.

سیاره ای که سرعت حرکت وضعی آن زیاد است، یا جو آن بسیار رقیق است، یا در حالت یخبندان سرتاسری قرار دارد، یا در معرض تغییرات گرمایی بشر ساخته است، ممکن است در شمول قاعده حداکثر

عمومی آن است که به سهولت و مفیدترین شکل (شامل زمان، فضا و درجه تفکیک که مکعب سیستم اقلیمی را تشکیل می دهند) این سیستم را تبیین می کنند. سیستم اقلیم هم عاملی دگرگون ساز و هم عاملی دستخوش تحول و دگرگونی است (Peterson, 2000).

الف - نظریه گایا و تفسیر آنتروپی در سیستم اقلیم

آیا می توان رفتار سیستم های پیچیده، از سلول ها گرفته تا تغییرات آب و هوای سیاره را با استفاده از این ایده توضیح داد که هدف نهایی همه این سیستم ها تولید بالاترین میزان بی نظمی است؟ در اواسط دهه ۱۹۷۰ رابطه ای تازه میان محققانی که در زمینه سیستم های آب و هوایی و تغییرات جوی کار می کردند و مدل سازان رایانه ای شکل گرفت. این دو گروه در همکاری با یکدیگر دریافتند با تقسیم بندی بخش های بزرگ سیستم های اقلیم جهانی به اجزاء کوچک تر و سپس شبیه سازی رایانه ای این اجزاء و ترکیب اطلاعات حاصله، بهتر می توانند تحولات جوی در نقاط مختلف زمین را تصویر و پیش بینی کنند. اما به اعتقاد اقلیم شناسی به نام «گارت پالتریج» از دانشگاه «تاسمانیا» در شهر «هوبارت» استرالیا، استفاده از روش های کامپیوتری برای درک تحولات جوی نظیر زدن سرنا از سر گشاد آن بود. او بر این باور بود که استفاده از این روش ها مثل آن است که کسی بخواهد برای درک رفتار یک توده گاز، توجه خود را به عملکرد تک تک مولکول های آن معطوف سازد. پالتریج تصمیم گرفت برای حل مسئله از یک اصل ساده و کلی که قادر باشد موقعیت آب و هوا را به نحو فراگیر و مجموعه ای توضیح دهد استفاده کند. این اصل ساده و کلی نظیر قوانین فیزیکی مربوط به گازها است که با صورت بندی ساده، رفتار متوسط بی شمار مولکول موجود در گازها را توضیح می دهند. این محقق توجه خود را به مفهوم آنتروپی معطوف کرد که معیاری است برای نشان دادن بی نظمی که در یک سیستم در هنگام فعالیت سیستم به وجود می آید. پیشنهاد پالتریج در این زمینه که سیستم آب و هوا میزان آنتروپی خود را به حداکثر افزایش می دهد، در سال ۱۹۷۵ توجه زیادی را به خود جلب کرد. با این حال نتوانست مسیر رشد روش های متکی به مدل سازی های کامپیوتری از سیستم اقلیم را تغییر دهد و خود پالتریج به تدریج ناچار شد از ادامه تحقیق در زمینه پیشنهاد خود دست بردارد. اما پالتریج اکنون دوباره به سراغ این ایده قدیمی رفته است. علت این امر آن است که طی دو سال گذشته فرضیه پیشنهادی او در خصوص تولید حداکثر آنتروپی از بنیاد نظری تازه ای برخوردار شده است. هر چند کار در این زمینه تازه آغاز شده اما محققان در قلمروهای مختلف از هم اکنون این ایده را برای تبیین و توضیح رفتار سیستم های پیچیده از آب و هوا گرفته تا فعالیت سلول ها، و از نحوه رشد ارگانیسم ها تا تحولات اقتصادی به کار گرفته اند. مفهوم آنتروپی حتی می تواند این نکته را توضیح دهد که

کارتونی موسوم به جهان گل مینایی که نشانگر نقش حمایت‌کننده فرایندهای خود تنظیم در قالب حلقه‌های پس‌خورندی منفی غیرخطی و ساده بود، بار دیگر به صحنه مبارزه بازگشت. جهان گل مینایی عبارت از سیاره‌ای فرضی با سطحی پوشیده از گل‌های مینای سفید و سیاه که در مدار یک ستاره خورشید مانند می‌چرخد، است. در جهان گل مینایی فقط دو نوع گیاه گل مینای سیاه و گل مینای سفید وجود دارند. این گل‌ها بسته به افزایش یا کاهش دما می‌میرند یا رشد می‌کنند با این وجود موقعی که جمعیت آنها به دلیل رنگشان افزایش می‌یابد، موجب تغییر آلیدو می‌شوند و بدین نحو موجب تغییر دمای جهان می‌شوند (اراضی لم یزرع و سطوح پوشیده از میناهای سفید و سیاه از نظر آلیدو با هم متفاوتند و به نقش انتخاب طبیعی در پراکنش گیاهی و وسعت تحت پوشش میناهای سفید و سیاه اشاره کردند (شکل شماره ۲-الف) که این تفاوت دمای کره زمین را دستخوش تغییر می‌کند. پس خوردنهای مثبت و منفی که بر اثر انتخاب طبیعی انجام می‌گیرند مانند ترموستات (تنظیم‌کننده دما) عمل می‌کنند (Watson and Lovelock, 1983).

در این مدل آلیدوی مینای سفید نزدیک به ۱، اراضی لخت ۰/۵ و اراضی تحت پوشش گل مینای سیاه، صفر (مثل جسم سیاه) منظور می‌شود و بر این اساس گل‌های مینای سفید موجب انعکاس دما و سرد شدن کره زمین و میناهای سیاه موجب جذب دما و گرم شدن زمین می‌شوند و بنابراین با قانون انتخاب طبیعی که موجب تغییر مقدار گل‌های مینایی می‌شود، سیستم اقلیمی به ویژه جمعیت گونه‌ها (شکل شماره ۲-ب) هم دچار تغییر می‌شوند (Watson and Lovelock, 1983).

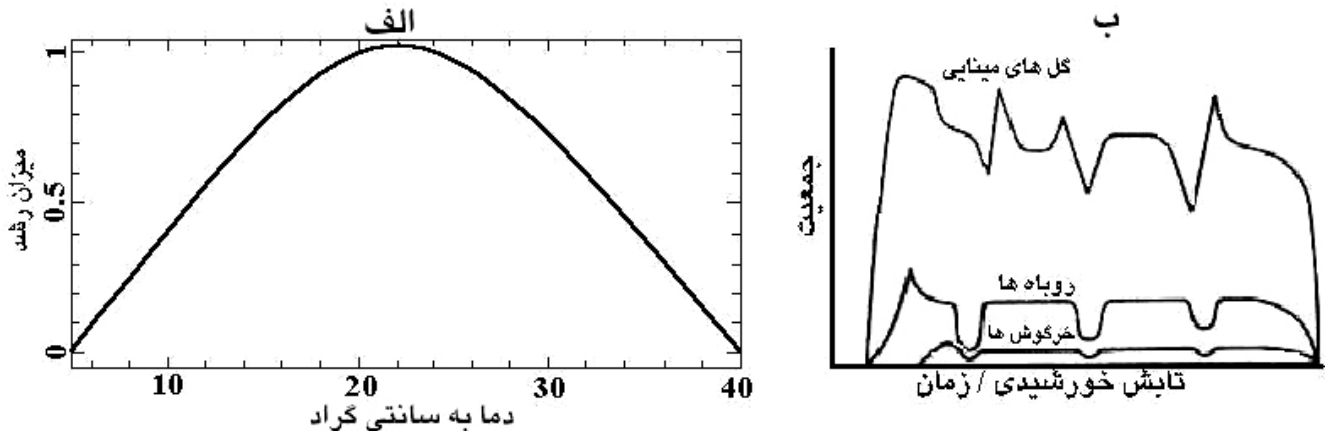
جهان گل مینایی با تمام سادگی‌اش نشان داد که چگونه گل‌های مینا با ایجاد خود تنظیمی به میزان انرژی ورودی خورشید پاسخ (حساسیت) داده و با انتخاب طبیعی، منجر به پیدایش میناهای سفید و سیاهی که با جذب و بازتاب نور خورشید، دمای سیاره را - به رغم تغییرات دمایی - ثابت نگه می‌دارند، می‌شوند (شکل شماره ۳). مدل جهان گل مینایی به عنوان یک مدل فیزیکی سیاره‌ای ساده‌تر از آن است که بتواند زمین واقعی را تشریح کند اما می‌تواند بعضی احتمالات را در مورد تغییرات اقلیمی تبیین کند (Watson and Lovelock, 1983).

«جهان گل مینایی» نشان داد که فرضیه گایا یک ایده صرفاً تئوری و فاقد جدیت ریاضی نیست، هر چند که هنوز پرسش‌های بسیاری را بی‌پاسخ گذاشته است. پرسش‌هایی که جدی‌ترین آنها به ارتباط گایا با تکامل داروینی مربوط می‌شود. زیست‌شناسان مشهوری چون «ریچارد داوکینز» اصرار داشتند که گایا در اجرای نمایش جادویی خود تنظیم‌اش در برابر انتخاب طبیعی محکوم به شکست است. در ۱۹۹۸ پژوهشگران دانشگاه «وسترن» استرالیا با ساخت یک مدل «جهان گل مینایی»،

شدن آنتروپی قرار نگیرد. این محدودیت‌ها احیاناً دایره کاربرد اصل حداکثر شدن آنتروپی را کاهش می‌دهند. هر چند در مقیاس سیاره‌ای ممکن است آب و هوا در حالت پایدار قرار داشته باشد، اما در طول زمان و در مقیاس گسترده زمانی و یا در محدوده‌های کوچک مکانی سیستم‌های اقلیمی دائماً در حال تغییر هستند. از این گذشته، یخ، ابرها و اقیانوس‌ها در ارتفاع‌ها و عمق‌های مختلف و عرض‌های جغرافیایی متفاوت در برابر نیروهای یکسان واکنش‌های کاملاً متفاوتی از خود بروز می‌دهند. به گفته «کوین ترنبرث» از مؤسسه ملی تحقیقات جوی در «بولدور» «کولورادو»، تنها نتیجه نهایی نیست که حائز اهمیت است. اینکه سیستم چگونه به این حالت می‌رسد نیز از اهمیت برخوردار است. لورنتز با این نظر موافق است و می‌پذیرد که اصل حداکثر شدن آنتروپی احیاناً نمی‌تواند در دیدگاه ما درباره سیستم‌های اقلیمی تغییری انقلابی پدید آورد، اما معتقد است که می‌توان از این اصل برای کنترل مدل‌های کامپیوتری مربوط به نحوه تغییرات اقلیمی استفاده نمود. اگر نتیجه یکی از این مدل‌ها بسیار دورتر از نتیجه‌ای باشد که با استفاده از اصل حداکثر شدن آنتروپی به دست می‌آید، این مسئله می‌باید به عنوان یک هشدار و زنگ خطر تلقی شود. به اعتقاد لورنتز اصل حداکثر شدن آنتروپی بیشترین خدمت به دانشمندان را در مواردی می‌کند که اطلاعات موجود بسیار اندک است و محققان مایلند تصویری کلی و چشم‌اندازی تجمعی و فراگیر از شرایط به دست آورند. نظیر چنین حالتی در مورد کرات بیرون از منظومه شمسی یا اوضاع و احوالی که در گذشته‌های دور در جو زمین حاکم بود، برقرار است (Kleidon, et al, 2003). اصل حداکثر شدن آنتروپی امکان می‌دهد، تنها با استفاده از اطلاعات مربوط به میزان نوری که بر سطح یک سیاره می‌تابد، میزان نوری که این سیاره بازتاب می‌دهد، میزان انحراف محور گردش آن، و نیز میزان جذب پرتو مادون قرمز به وسیله آن، دمای سطح آن را مشخص ساخت. همه این اطلاعات را می‌توان با استفاده از رصدهایی که با تلسکوپ انجام می‌شود، به دست آورد.

ب - جهان گل مینایی^۱

به تدریج و تا اواخر دهه ۱۹۷۰ میلادی نظریه گایا در معرض قضاوت افکار عمومی قرار گرفت به طرز فزاینده‌ای از سوی دانشمندان خصوصاً زیست‌شناسان آماج انتقادهای خصمانه قرار گرفت. برخی اظهار داشتند که اعتقاد به گایا نیازمند آن است که بپذیریم موجودات بر آنچه می‌کنند، واقفند و استدلال می‌کردند که گایا باید الهه‌ای واقف به همه چیز (دانا) باشد. برخی نیز اصرار داشتند که این نظریه با تکامل داروینی ناسازگار است. برخی آن را صرفاً به خاطر اشارات ضمنی‌اش به «عصر واگشت» مردود دانستند. اما لاولاک با همکاری «واتسون» با یک شبیه‌سازی



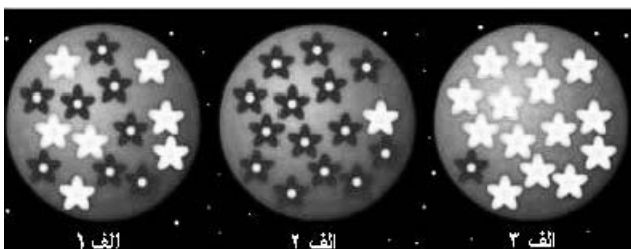
شکل شماره ۲- الف) نقش درجه حرارت در میزان رشد و پراکنش گل های مینا، ب) تغییرات جمعیت جانوری (روباها و خرگوش) در ارتباط با تغییر پوشش گل های مینایی (Ackland, 2004)

با زمین را برای خلق زیستگاه های مناسب حیات، یافته اند. هنوز تا درک کامل این فرآیندها راه درازی مانده است اما بدیهی است که آنها عمدتاً بسیار ظریف و پیچیده اند. اکنون ما انسان ها به شیوه های غیرقابل کنترلی مانند پاک تراشی جنگل ها و تولید گازهای گلخانه ای مشغول بوده و در حال تأثیرگذاری بر این فرآیندهای پیچیده هستیم. از این پس پاسخ گیاه به تمانده حیات چه خواهد بود: بدیهی است که او یک زمین زنده را ترجیح می دهد اما نباید انتظار داشته باشیم که ما را مورد عنایت خاص خویش قرار دهد (Lenton and Wilkinson, 2003).

در تحقیقات تازه ای که با استفاده از اصل حداکثر شدن آنتروپی به انجام می رسد دانشمندان به سیستم های پیچیده دیگری توجه کرده اند و کوشیده اند نظریه «دیوتر» را در مورد آنها به کار برند. از جمله این سیستم ها، سیستم صفحات حامل قاره ها است. در این صفحات حامل قاره ها پراکنده شدن حرارت تولید شده به انرژی رادیواکتیو می تواند سیستم را به اندازه کافی برای کاربرد اصل به حداکثر رسیدن آنتروپی آماده سازد. هیساشی اوزاوا از دانشگاه هیروشیما در ژاپن که در گذشته در خصوص تولید آنتروپی در جریان آب هایی که در اقیانوس ها جاری است تحقیق کرده بود، اکنون به بررسی پدیده آنتروپی در بهمن هایی که از کوهها سرازیر می شود پرداخته است. به اعتقاد اوزاوا پدیده های طبیعی

نشان دادند که توانایی تکامل داروینی موجودات برای سازش با محیط، فرآیندهای گیاه مانند را غیر ضروری می سازد: حیات به سادگی در اثر کنار آمدن با شرایط متغیر محیط تکامل یافته است. عده ای نیز در مقابل نشان دادند که چگونه خود تنظیمی یا پس خوردن های مشابه جهان گل مینایی در بدن موجودات زنده عمل می کند.

تاکنون ایده های لاولاک در حوزه های مختلف - از جمله در بین تکامل دانان - حامیانی پیدا کرده است که معتقدند حملاتی که به گیاه صورت گرفته غالباً از روی تعمد و ساده انگارانه بوده است. تیم لنتون، نظریه پرداز دانشگاه «ایست آنجلیا»، از زمره کسانی است که فرضیه گیاه را نه تنها در تقابل با تکامل نمی بیند بلکه آن را مکمل فهم تکامل می داند. او با همکاری لاولاک نشان داد که این ادعای منتقدان که اشکال حیاتی می توانند همواره با هر شرایطی سازش یابند، سخن گزافی است به ویژه آن که فرآیندهای حیاتی خارج از محدوده دمایی معینی متوقف می شوند. در سال ۲۰۰۲ «تاکیشی سوکی موتو»، نظریه پرداز دانشگاه «کاناگاوا» حتی پا را از این فراتر گذاشت و نشان داد که سازش داروینی در حقیقت کارایی فرآیندهای گیاه مانند را افزایش می دهد و به موجودات کمک می کند تا زمین را همچنان قابل سکونت نگه دارند. چنین پیشرفت هایی لاولاک را که اکنون در دهه ۸۰ زندگی اش به سر می برد، متقاعد ساخت که فرضیه گیاه به رغم تمام انتقادهایی که به آن می شود، جدی گرفته شده است. اکنون او می تواند عرصه را به نسل جدیدی از دانشمندان واگذارد. گیاه تا به حال پیش بینی های موفقیت آمیزی نظیر نقش دی متیل سولفید جلبک ها در چرخه سولفور، داشته است و قلمرو وسیعی از چشم اندازهای تحقیقاتی - از نقش موجودات در گرمایش جهانی گرفته تا جستجوی حیات فرازمینی - را پیش رو گذاشته است. به غیر از اینها، گیاه معانی ضمنی بسیاری برای همه ما به دنبال دارد و گیاه در اصل می گوید که موجودات طی میلیون ها سال راه های همکاری



شکل شماره ۳- الف-۱) تعادل در گل های مینایی در حالت شمال دمایی، الف-۲) افزایش دما بر اثر افزایش گل های مینا، الف-۳) کثرت گل های مینا سفید و متعاقب آن کاهش دما (بر اثر افزایش آلبیدو)، (Ackland, 2004)

و هوایی واکنش نشان دهند. ممکن است تفسیر ساده‌اندیشانه نظریه گایا منجر به این دیدگاه شود که سیستم اقلیم و روح زنده و یکپارچه آن با هر نوع مداخله‌ای که در آن اعمال شود، به طور طبیعی و خودکار مقابله خواهد کرد که بی‌تردید چنین عقیده‌ای صادق نیست. اجماع نظر دانشمندان در این مورد بر آن است که اگر فعالیت‌ها و دخالت‌های انسان باعث اعمال فشار زیادی به حلقه‌ی پس‌خورندهای منفی شود، این امر می‌تواند موجب تبدیل پس‌خورندهای منفی به پس‌خورندهای مثبت شود، لذا چنانکه دقت کافی مبذول نشود این امکان وجود دارد که بخشی از زیست‌سپهر از شرایط خودکنترلی خارج شده و مبدل به پس‌خورندی مثبت شود. تا این اواخر بنا به اثرات متقابل بی‌حد و حصر و غیر قابل انتظار پدیده‌ها و فرآیندهای سیستم اقلیمی، نظریه گایا را تنها نوعی کلی‌گویی مفید ولی ناکافی از سیستم اقلیمی محسوب می‌کردند. اما چرا پس از ۴ دهه از سپری شدن نظریه گایا به تازگی این نظریه با طرفداران بسیار بیشتر دوباره ظهور کرد؟ واقعیت این است که نظریه‌های بزرگ مانند نظریه گالیله که در ابتدا نه تنها با موافقت مواجه نشده‌اند بلکه دارای مخالفین قدرتمندی نیز بوده‌اند که ایده گایا نیز از این قاعده مستثنی نیست. اگر نظریه گالیله در زمان خود جزمیت کلیسایی و منافع سردمداران آن زمان را به خطر انداخته بود، امروزه نظریه گایا نیز منافع ممالک استعمارگر (که منابع و منافع دیگر کشورها را چپاول می‌کنند و برای کسب منافع خود چه آلودگی‌ها و گازهایی که برای حیات کره زمین و بشر مضرند، به محیط وارد نمی‌کنند) را به چالش کشیده است. می‌توان عدم پیوستن به پیمان کیوتو توسط آمریکا را نمونه‌ای از استعمار بشر و استثمار گایا قلمداد کرد. از طرف دیگر پیشرفت علم و یافته‌های جدید علمی نیز به نوبه خود می‌روند تا جای شک و تردیدی برای وجود گایا باقی نگذارند. اخیراً دانشمندان اروپایی اعلام کردند نوعی ماده شیمیایی که در پاکیزه کردن هوا و رفع عوامل آلاینده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، بسیار بیشتر از آن چیزی است که تاکنون تصور می‌شد. این ماده که «هیدروکسیل» نام دارد از سال ۱۹۹۰ تاکنون به شدت در جو زمین افزایش یافته و به عقیده برخی از دانشمندان، هوای زمین درصدد پاکیزه کردن خویش برآمده است. این ایده بار دیگر نظریه گایا را با اطمینان بیشتری در اذهان زنده کرده است (Turney, 2005). از سوی دیگر مدل‌سازان سیستم اقلیم و زیست‌شناسان با پیگیری‌های مستمر خود توانسته‌اند، مدل‌های بسیار پیشرفته‌تری از جهان گل مینایی را بسازند که حالت خودتنظیمی سیستم اقلیمی را به نحوی بسیار واضح و شایسته‌تر بیان می‌کنند. مدل‌هایی که اخیراً برای نمایش هموستازی سیستم اقلیمی تولید می‌شوند، اکثراً مدل‌های سه و چهار بعدی هستند که در مقایسه با مدل اولیه صفر بعدی جهان گل مینایی لاولاک و واتسون بسیار

بسیار زیادی وجود دارند که می‌توان اصل حداکثر شدن آنتروپی را در مورد آنها به کار گرفت. این اصل بسیار کلی است و به ساختار فیزیکی یا شیمیایی خاص هر سیستم بستگی ندارد. «دیوتر» اکنون در حال کار بر روی اعمال اصل حداکثر شدن آنتروپی در خصوص سیستم‌های زنده از سلول گرفته تا کل سیاره زمین است. او در مقیاس کوچک درصدد کشف این نکته است که آیا این اصل می‌تواند این نکته را توضیح دهد که برگ‌های گیاهان چگونه منافذ ریزی را که روی سطح برگ قرار دارد باز و بسته می‌کنند و ورود و خروج آب و اکسیژن را تنظیم می‌کنند (Schneider, et al., 2004).

نظریه گایا مباحث فلسفی جالبی را در علوم اقلیم خصوصاً در «بوم اقلیم‌شناسی» و «اقلیم‌شناسی محیطی» برانگیخته است که اصل فلسفی «حیات یا بیوسفر، اقلیم و ترکیب جو را در حد بهینه برای خود حفظ و نگهداری می‌کنند» یکی از اصول منبعث از نظریه گایا است. مباحث فلسفی علوم محیطی به ویژه مباحث فلسفی اقلیم‌شناسی (که طی آن اقلیم‌شناسان مدعی برتری دانش اقلیم‌شناسی بر دیگر علوم محیطی هستند) عمدتاً براساس این گفته از لاولاک واضح نظریه گایا دور می‌زند که می‌گوید: «جو را می‌توان به منزله لاک یا صدف حلزونی در نظر گرفت که زنده نیست اما از سلول‌های زنده ساخته شده و منشأ زیستی دارد و حلزون را در برابر محیط دستخوش تغییر محافظت می‌نماید. عملکردهای درونی گایا را می‌توان تحت عنوان «ژئوفیزیولوژی» یا فیزیولوژی کره زمین (فیزیولوژی سیستم اقلیم) که در آن اقیانوس‌ها و کل پهنه‌های آبی به منزله خون، جو به مثابه ریه‌ها، زمین به عنوان استخوان‌ها و ارگان‌سیم‌های زنده به مثابه حواس سیستم اقلیمی عمل می‌کنند، مطرح و مورد مطالعه قرار داد (Lovelock, 1991). در مباحث نوینی مثل اقلیم‌شناسی سیستمی اهمیت ویژه‌ای به نظریه گایا و کالبد شکافی سیستم اقلیم خصوصاً فیزیولوژی سیستم اقلیمی، داده می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

نظریه گایا از مسائل اجتناب‌ناپذیر در زمینه پس‌خورندهای زیست‌سپهر است. فرضیه مذکور تفسیری کلی از شواهد زمین‌شناختی و چرخه‌های ژئوبیوشیمیایی (زمین، زیست، شیمیایی) که در آن نقش زیست‌سپهر به عنوان عامل تنظیم‌کننده سیستم اقلیم و محیط در گذشته و حال مورد تأکید قرار گرفته است، محسوب می‌شود. براساس این نظریه پیچیدگی و کارایی پس‌خورندهای زیست‌سپهر تا حدی زیاد است که کل سیستم اقلیمی را می‌توان به متابولیسم یک موجود زنده تشبیه کرد که به صورت یک مجموعه جامع و کلی که «گایا» نامیده می‌شود به نحوی با هم تلفیق شده‌اند که قادرند به صورت خودکنترل یا «هموستازیس» به چالش‌های آتی به ویژه تغییرات محیطی و آب

Kirchner, J. W. 2002. The Gaia hypothesis: fact, theory and wishful thinking, *Climatic Change*, 52: 391–408.

Kirchner, J. W. 2002. The Gaia hypothesis: conjectures and refutations, *Climatic Change* 58: 21–45.

Kleidon, A., et al. 2003. The atmospheric circulation and states of maximum entropy production. *Geophysical Research Letter*, 30: 22–28.

Kleidon, A. 2004. Beyond Gaia: thermodynamics of life and earth system functions, *Climatic Change*, 66: 271–319.

Lapenis, A. G. 2002. Directed evolution of the biosphere: biogeochemical selection or Gaia? *The Professional Geographer*, 54(3): 379–391.

Lenton, T. 1998. Gaia and natural selection. *Nature*, 394:439–447.

Lenton, T. 2002. Testing Gaia: the effect of life on earth's habitability and regulation, *Climatic Change*, 52: 409–422.

Lenton, T., Wilkinson, M. 2003. Developing the Gaia theory, *Climatic Change*, 58: 1–12.

Lovelock, J. E. 1972. Gaia as seen through the Atmosphere. *Atmospheric Environment*, 6: 579–580.

Lovelock, J. E., Margulis, L. 1974. Homeostatic tendencies of the earth's atmosphere, *Origins of Life*. 1: 12–22.

Lovelock, J.E. 1979. *Gaia: a new look at life on earth*, Oxford University Press, Oxford.

Lovelock, J. E. 1988. *The ages of Gaia – a biography of our living earth*, Norton press, New York.

Lovelock, J. A. 1991. *Geophysiology - the science of Gaia*, p. 4. In *Scientists on Gaia*, ed. Stephen Henry. Schneider, American Geophysical Union, MIT Press, Cambridge.

Lovelock, J. A. 2000. *Homage to GAIA - the life of an independent scientist*, Oxford University Press,

کارآمدتر و گویاتر هستند.

نگرش فلسفی به محیط در عصر ما وجود نوعی اسطوره یکپارچه‌ساز برای تولید حس مشترک و جهانی در حفاظت از محیط‌زیست را ضروری می‌سازد که در این راستا نظریه گایا دارای اهمیتی اساسی شده است. نظریه گایا کره زمین را به عنوان یک ارگانیسم زنده واحدی می‌شمارد که از همه مرزهای طبیعی و فرهنگی فراتر می‌رود، این اسطوره یکپارچه‌ساز مایه قوت بخشیدن به وحدت بشری در عین تنوع می‌شود. فلسفه گایا تأکید می‌کند که ما بر روی یک موجود زنده و نه توده‌ای سنگ بی‌جان، ایستاده ایم و بر روی آن زندگی می‌کنیم، بنابراین اگر حیات او تهدید و تضعیف شود، حیات ما نیز دچار مشکل خواهد شد و اگر او فرو افتاده از زندگی بازماند، ما و زندگی‌مان نیز نابود خواهیم شد. بر این اساس مراقبت از گایا وظیفه کل ملل جهان است و نباید به حمایت گروه‌هایی خاص مثل اکوفیمینیسیت‌ها - که بیشتر به دنبال کسب و اثبات منافع گروهی خود هستند - بسنده کرد. با توجه به این که فراسنج‌های زیست‌شناختی دارای نقشی حیاتی در به وجود آمدن محیط‌های شیمیایی و فیزیکی کره زمین هستند و براساس نظریه گایا که بیانگر حمایت فرآیندهای قابل آزمونی که به واسطه آنها حیات گیاهی و جانوری (بیوتا) سیستم اقلیمی را محافظت می‌نماید، لزوم کارهای «بین رشته‌ای» را در این خصوص یادآوری می‌کند.

یادداشت

1- Daisy world

منابع مورد استفاده

- خورشید دوست، ع و ی، قویدل رحیمی. ۱۳۸۳. مقدمه‌ای بر اصول فلسفی، نظریه‌ها و مفاهیم نوین آب و هواشناسی، فصلنامه فضای جغرافیایی، ۲۳-۱: ۱۲.

- وکیلی، ش. ۱۳۸۰. رنگ آهیمسه، فصلنامه قلم سبز، دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه تهران، ۳۳-۲۱: ۷.

Ackland, J. G. 2004. Maximization principles and daisyworld, *Journal of Theoretical Biology*, 227: 121–128.

Anderlini, S. 2005. The Gaia hypothesis and eco-feminism: culture, reason, and symbiosis. *Bloomington: Indian UP*.

Brayson, R. A. 1997. The paradigm of climatology: an essay, *Bul.Amer.Meteor Soc*, 73:449-465.

Oxford.

Peterson, A. S. 2000. Philosophy of climate science, *Bull.Amer.Meteor.Soc*, 81:256-270.

Primavesi, A. 2000. *Sacred Gaia: holistic theology and earth system science*, Rutledge, New York.

Schneider, S., et al. 2004. *Scientists debate Gaia: the next century*, MIT Press, Cambridge.

Staley, M. 2002. Darwinian selection leads to Gaia, *Journal of theoretical Biology*, 218: 35–46.

Turney, J, 2005. Gaia: nice is not enough, *Interdisciplinary Science reviews*, 30(1): 5-10.

Watson, A. J., Lovelock, J. E. 1983. Biological homeostasis of the global environment: The parable of Daisyworld, *Tellus, Chem. Physical Meteorology*. 35: 284–289.

Archive of SID