

# چرا تجزیه و تحلیل سیستمی؟



زیست‌شناسان می‌کوشند تا از سه طریق به کشف اسرار زیستی طبیعت نایل شوند: تحقیق میدانی<sup>۱</sup>، پژوهش آزمایشگاهی<sup>۲</sup> و تجزیه و تحلیل سیستمی<sup>۳</sup>. تحقیق میدانی که گاه آن را «زیست‌شناسی با گام‌های گل‌آلود» نیز می‌نامند، عبارت از گام نهادن در عرصه‌ی طبیعت برای بررسی موجودات زنده‌ی مختلف، نیز بررسی رابطه‌ی این موجودات با محیط زندگی آنهاست. قسمت اعظم آنچه ما امروزه در مورد ساختار موجودات زنده (اجزای سازنده‌ی موجودات و اعمال برخاست از این اجزا) و چگونگی تغییر این ساختار بر اثر تغییر وضع محیط می‌دانیم، از پژوهش‌های میدانی حاصل شده است.

از آنجا که اجزای سازنده‌ی موجودات زنده و اعمال برخاسته از این اجزا، حتی در سیستم‌های به ظاهر ساده، بسیار پیچیده است، لذا گردآوری اطلاعات درباره‌ی آنها از طریق تجربه‌های میدانی، پرهزینه، زمان‌بر و دشوار است. از طرفی، چون در طبیعت

با سطوح مختلف موجودات زنده به صورت «سیستم‌های زیستی» دارای متغیرهای گوناگون روبه‌رو هستیم، لذا غالباً به سختی می‌توانیم آزمون‌های کنترل شده‌ای در این سطوح و سیستم‌ها انجام دهیم که فقط تغییرات یک متغیر ملاک هر آزمون باشد.

در نیم قرن اخیر، زیست‌شناسان پژوهش‌های میدانی را با به‌کارگیری روش‌های جامع آزمایشگاهی به کمال رسانیده‌اند. آنان در این روش‌ها به بررسی اجزای سیستم‌های زیستی (ساختار موجودات زنده) و اعمال برخاسته از این اجزا (رفتار موجودات زنده) در مقیاس وسیع آزمایشگاهی پرداخته‌اند. در واقع،

سیستم‌های مذکور در لوله‌های آزمایش، ظروف کشت، آکواریوم‌ها، گل‌خانه‌ها و امثال این امکانات به صورت ساده بازسازی می‌شوند، به طوری که در چنین سیستم‌های زیستی ساده شده می‌توان: دما، رطوبت، نور، کربن دی‌اکسید و دیگر متغیرها را با دقت کنترل کرد. یعنی کنترل آزمایش‌ها در چنین سیستم‌های ساده شده‌ای آسان‌تر است و اغلب آزمایش‌های مبتنی بر این سیستم‌ها سریع‌تر و ارزان‌تر از آزمایش‌های مشابه میدانی به انجام می‌رسند. به‌کارگیری مطالعات میدانی و آزمایشگاهی هنگامی با مشکل مواجه می‌شود که می‌کوشیم نتایج این مطالعات (که از حوزه‌های مختلف علمی به دست می‌آیند) را با یکدیگر تلفیق کنیم. به بیان دیگر، وقتی یافته‌های حاصل از آنالیز سیستم‌های زنده

**زیست‌شناسان از اواخر دهه‌ی ۱۹۶۰ برای بررسی خواص تلفیقی و غیرانفرادی اجزای سازنده‌ی سیستم‌ها به روش شبیه‌سازی آنها پیش‌تر روی آورده‌اند**

را سنتز می‌کنیم، ناباورانه با کاستی‌هایی روبه‌رو می‌شویم! آری، اطلاعات مربوط به اجزای مختلف یک سیستم زیستی (مثلاً یک اکوسیستم) که از حوزه‌های مختلف علمی فراهم آمده‌اند، و اصلاً خود آن اجزا که به شکل‌ها و شیوه‌های مختلف بررسی شده‌اند (با استفاده از شکل‌های مختلف ابزارهای تحقیق و شیوه‌های مختلف برخورد محققین با اجزا و سیستم‌ها و امثال این‌ها)، وقتی با یکدیگر تلفیق می‌شوند، تصویری واقعی از سیستم تحت بررسی را به صورتی که انتظار داریم، ارائه نمی‌دهند! اضافه بر این درک یکپارچگی اجزای یک سیستم زمانی دشوارتر می‌شود که توجه نداریم

## هر سیستم به منزله‌ی یک «کل» است، که این «کل» ویژگی‌هایی متفاوت از ویژگی‌های اجزای سازنده‌ی خود دارد

فراتر از زمان و مکانی که فی‌الحال محقق به آن توجه دارد، از سوی دیگر، از نظر پنهان می‌ماند. از این رو، ضروری است به منظور غلبه بر معضلات زیست محیطی جهان امروز از رویکرد کلی‌گرایی به آن‌ها سود جویم و به خواص خود هر سیستم (که غیر از خواص مجموع اجزا آن است) روی آوریم.

به نظر محافل مطلع در حال حاضر، حدود ۶۰ درصد از پژوهش‌های مربوط به سیستم‌های زیستی به شیوه‌ی میدانی، حدود ۲۵ درصد به شیوه‌ی آزمایشگاهی و حدود ۱۵ درصد به

## ریشه‌ی گرایش روزافزون اهالی علوم زیستی به اندیشه‌های فلسفی در دهه‌های اخیر را می‌توان در کاستی رویکردهای رایج جزیره‌گرایی در موقع مطالعه‌ی پدیده‌های طبیعت زنده جست‌وجو کرد

شیوه‌ی تجزیه و تحلیل سیستمی انجام می‌شوند. نظر به گسترش روزافزون کاربرد رایانه در مطالعات زیستی که بر استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های تجزیه و تحلیل سیستمی استوارند، پیش‌بینی می‌شود که در آینده سهم این شیوه در بررسی سیستم‌های زیستی افزایش یابد؛ به‌ویژه گسترش جنبه‌های کاربردی رویکرد سیستمی در آینده اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.

بی‌نوشت

1. Field Research
2. Laboratory Research
3. Systems Analysis

به ویژه ممالک اسلامی از جمله ایران رونق بسیار داشت، سر تعظیم فرود آورد. زیربنای فلسفی اندیشه‌های عرفانی را

اعتقاد به «کل مطلق» تشکیل می‌دهد. ریشه‌ی گرایش روزافزون اهالی علوم زیستی به اندیشه‌های فلسفی در دهه‌های اخیر را می‌توان در کاستی رویکردهای رایج جزیره‌گرایی در موقع مطالعه‌ی پدیده‌های طبیعت زنده جست‌وجو کرد.

بدین ترتیب، یافته‌های اثباتی علوم تجربی با مکاشفات شهودی عرفانی درباره‌ی نظام هستی و طبیعت، نزدیکی پیدا می‌کنند. وجود این نزدیکی ایجاب می‌کند که به منظور نیل به زندگی پایدار روی کسری زمین، آمیزه‌ای از اصول علمی (اثباتی) و اخلاقی (هنجاری) مبتنی بر درک کل طبیعت

را برای تنظیم رابطه‌ی انسان و محیط‌زیست به کار گیریم (بر این اساس، مثلاً، صرف آموزش اجزای دانش زیست‌شناسی را بدون هنجارهای کل‌گرایانه‌ی آن بیهوده می‌دانیم)!

معضلات زیست محیطی، امروزه، حتی در کشورهای پیشرفته‌ای که از فناوری‌های ظاهراً قوی (به اصطلاح کارآمد) در زمینه‌ی حل معضلات زیست محیطی برخوردارند، هنوز لاینحل باقی مانده‌اند. دلیل عمده‌ی این «بن بست» به‌کارگیری روش‌های مبتنی بر بررسی خواص اجزای سیستم به‌طور جدا از هم و در نتیجه عدم درک کافی از اصل حقیقت کلی سیستمی آن معضلات بوده است. هنگام استفاده از این روش‌ها، پیچیدگی ناشی از تلفیق اجزای محیط‌زیست از یک‌سوی، و آثار عمیق و دور از انتظار فعالیت‌های انسان بر طبیعت (به‌ویژه آثار

اجزای مذکور مستقیماً و بدون ارتباط با هم اندازه‌گیری شده‌اند و ما نمی‌توانیم فقط با کنار هم قرار دادن «پارامتر»های مربوط به آن اجزا چگونگی پیوند قبلی میان آن‌ها را درک کنیم. به علاوه، ممکن است برخی از اجزای یک سیستم (که موضوع مورد توجه متخصصان، هیچ یک از حوزه‌های علمی نبوده‌اند)، طی فرایند آنالیز آن سیستم، اساساً شناسایی و اندازه‌گیری نشده باشند. از این رو، مشکل اصلی استفاده از رویکرد جزئی‌گرا، نبود یا کمبود استعداد تلفیق‌پذیری در اطلاعات حاصل از مطالعات مبتنی بر این رویکرد است.

زیست‌شناسان از اواخر دهه‌ی ۱۹۶۰ برای بررسی خواص تلفیقی و غیرانفرادی اجزای سازنده‌ی سیستم‌ها (رفتار وابسته به خود هر سیستم) به روش شبیه‌سازی آن‌ها بیش‌تر روی آورده‌اند. این روش که بر رویکرد «کلی‌گرایی» استوار است، روش کاملاً سودمندی است و (همان‌طور که از عنوان آن پیداست) بر ویژگی‌های کلی هر سیستم زیستی تأکید دارد و به کمک آن می‌توان خواص سیستم‌های بسیار پیچیده و پویای زیستی را که مطالعه‌ی دقیق و کامل آن‌ها به روش‌های میدانی یا آزمایشگاهی (روش‌های عموماً مبتنی بر شناسایی خواص اجزا) میسر نیست، بررسی کرد. براساس این رویکرد (قانون «باشلار»)<sup>۱</sup>؛ هر سیستم به منزله‌ی یک «کل» است، که این «کل» ویژگی‌هایی متفاوت از ویژگی‌های اجزای سازنده‌ی خود دارد (مثلاً: شوری، ویژگی سیستم مولکولی نمک‌طعام است، در حالی که اجزای سازنده‌ی نمک شور نیستند).

دیدگاه یاد شده خط‌بطلان بر فلسفه‌ی ارسطویی کشید (فلسفه‌ای که بر جزئی‌گرایی و استدلال مبتنی بر خواص اجزای سیستم‌ها تأکید داشت). بدین ترتیب، علوم تجربی در برابر آموزه‌های فلسفه‌های عرفانی که از دیرباز در شرق و

