

تئوری اکوسیستم

دکتر امین علیزاده (۱)

مقدمه

اکوسیستم چیست

سابقه تاریخی

مطالعه اکوسیستم

اجزاء اکوسیستم

توسعه اکوسیستم

ولی امروزه بحث این مسایل به تنهایی فاقد ارزش علمی خواهد بود و بایست هرکدام از این موضوعات در چارچوبه اکوسیستم، در ارتباط با دیگر مسایل مورد بررسی قرار گیرند.

اکوسیستم چیست

هر واحدی مشتمل بر کلیه عوامل و شرایط محیطی و موجودات زنده که در ارتباط متقابل باشد و جریان انرژی در داخل آن موجب پیدایش ساختمان غذایی، پراکنش موجودات و چرخش مواد بشود سیستم اکولوژیکی یا اکوسیستم نام دارد. به عبارت دیگر اکوسیستم به هر گونه سیستمی اطلاق میگردد که قابل زندگی بوده و عواملی مثل اتمسفر، آب، مواد کانی، خاک، گیاهان، حیوانات و موجودات ذره بینی به همراه یکدیگر در آن همگی به عنوان یک پیکر واحد به نحوی انجام وظیفه نمایند که بقاء آن سیستم از نظر زندگی تامین گردد. واضح است که در چنین سیستمهایی انسان هم به عنوان یک عضو، و وابسته با دیگر اعضاء دخالت دارد.

مقدمه

امروزه واژه اکوسیستم (Ecosystem) نه تنها در بیان مطالب مربوط به علوم زیستی، بلکه در محاوره بین افراد غیرمتخصص نیز بکار برده میشود. آنچه مسلم است عده نسبتاً زیادی با مفهوم واقعی این واژه آشنائی کامل نداشته و در کاربرد آن دچار اشتباه میشوند. شاید دلیل این موضوع آن باشد که آنچه امروزه از معنی واژه اکوسیستم مستفاد میشود با مفهوم آن در یکی دو دهه قبل تفاوت دارد. به عنوان مثال اگر در سالهای قبل از ۱۹۶۰ از موضوعاتی مانند حفاظت خاک، کنترل آفات، مدیریت منابع آب و یا جنگلداری گفتگو به میان میآمد، به آسانی میشد به مفهوم این گونه اصطلاحات پی برد،

۱- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی

سابقه تاریخی

گرچه واژه اکوسیستم برای اولین بار در حدود ۴۰ سال قبل بوسیله یک اکولوژیست بریتانیایی بنام تانسلی به کار گرفته شد (Tansley, A.G. 1935) ولی کاربرد واژه هائی با مفهوم مشابه از یک سابقه نسبتاً طولانی تری برخوردارند. در سال ۱۸۶۴ جرج پرکینز مارش در یک مقاله کلاسیک علل سقوط تمدنهای اولیه را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد (Marsh, 1864). وی رفتار بی رویه انسان نسبت به طبیعت، یعنی ناهماهنگی در محیط زیست انسانی را عامل اصلی سقوط این تمدنها دانسته است و چنین پیش بینی نمود که تمدنهای جدید نیز به همین سرنوشت دچار خواهند شد مگر آنکه انسان طبیعت را از دیدی دیگر که امروزه آن را اکوسیستماتیک (Ecosystematic) می نامیم مورد بهره برداری قرار دهد. مطالعات کارل موبیوس بر روی حلزونها که نتایج آن در سال ۱۸۷۷ انتشار یافت، به نحوی است که از اجتماع این موجودات و محیط زندگی آنها به عنوان یک بیوسنوز (Biocoenosis) یعنی واژه ای مترادف با اکوسیستم یاد شده است. (Mobius, K. 1877) بعد از آن فوربز در مقاله ای تحت عنوان "دریاچه، یک دنیای کوچک" (Forbs, S.A. 1887) بر واژه بیوسنوز تاکید بیشتری نمود. داکاچویوف، اکولوژیست روسی (۱۹۰۳-۱۸۴۶) و شاگرد او موروزوف که در رشته اکولوژی جنگل تخصص داشت از کاربرد اصطلاح بیوسنوز که بعدها بنام ژئوبیوسنوز (Geobiocoenosis) یا بیوژئوسنوز (Biogeocoenosis) مصطلح گردید استقبال نمودند (Sukachev, V.N. 1944). شاید به جرات بتوان گفت که هیچ کسی بهتر از

آلدولثوپولد رابطه بین انسان و اکوسیستم را تشریح ننموده است. مقاله وی تحت عنوان "مرام حفاظتی" که در سال ۱۹۳۳ در این زمینه انتشار یافت بسیار جالب است (Leopold, A. 1933). نامبرده در این مقاله جنبه های اخلاقی را که انسان در رفتار خود با طبیعت می بایست از آنها پیروی کند تشریح نموده است. گارت هاردین نیز در مجله " دانش " از رابطه بین انسان و اکوسیستم گفتگو نموده و اظهار میدارد که تکنولوژی به تنهایی قادر به حل مسایل جمعیتی و آلودگی محیط زیست نخواهد بود بلکه برای نیل به هدف وجود یک سلسله قیودات اخلاقی و حقوقی نیز الزامی است (Hardin, G. 1968). پیدایش مشکلات اکولوژیکی دانشمندان را بر آن داشته است که برای فراهم آوردن شرایطی که در آن از منابع موجود به نحو مطلوبی بهره برداری گردد باید از علوم زیست محیطی کمک گرفت. برای همین منظور ناگزیر از شناخت نسبتاً کامل اکوسیستم میباشیم تا بتوانیم بر مبنای آن ظرفیت قابل تحمل زیست سپهر را تخمین زد.

مطالعه اکوسیستم

برای مطالعه اکوسیستم روشهای گوناگونی به کار برده شده است. هاجینسون بر مبنای پژوهشهای دیگر اکولوژیستها، که اکثراً "دریاچه ها و یا سایر اکوسیستمها را بررسی نموده اند. کلیه این روشها را در دو گروه خلاصه نموده است (Hutchin son, G.E. 1964).

۱- روش همه جانبه یا هولولوژیک (Holological approach)

مرکزهماهنگی مطالعات محیط زیست

۲- روش یک‌جانبه یا مرولوژیک (Merological approach)

روش همه‌جانبه برای اولین بار توسط بیرگ که توازن حرارت در دریاچه‌ها را مطالعه مینمود ابداع شده است (Birge, E.A. 1915). در این روش اکوسیستم شبیه یک سیستم دربست (Black box) فرض شده که طرز کار این واحد بدون در نظر گرفتن محتوای داخلی آن مورد بررسی قرار میگیرد. یعنی در واقع تاکید کلی بر داده‌ها (Inputs) و ستاده‌های (Outputs) اکوسیستم است.

در مقابل این روش، مطالعه یک‌جانبه قرار گرفته است که فوربز برای اولین مرتبه از آن پیروی نمود. در این طریق، فقط یک جزء از اکوسیستم مورد بررسی قرار گرفته و سعی میشود دیگر اجزاء از روی آن تخمین زده شود. هر کدام از این روشها دارای محاسن و معایب مخصوص به خود میباشند. اکولوژیست‌هایی که در رشته‌های مربوط به بیولوژی تخصص داشته و بیشتر روی گونه‌های مختلف موجودات زنده مطالعه میکنند روش یک‌جانبه یا مرولوژیک را می‌پسندند. حال آنکه سایر اکولوژیست‌ها که در رشته‌های علوم فیزیکی و مهندسی تخصص دارند از روش سیستم در بسته استقبال بیشتری میکنند.

امروزه برای مطالعه جمعیت، جامعه‌ها و اکوسیستم‌ها از مدل‌های ریاضی استفاده شده که باعث پیدایش اکولوژی سیستمی (systems ecology) گردیده است و میتوان انتظار داشت که این شاخه از علوم زیستی بزودی از مهمترین رشته‌ها به شمار آید.

روش مزبور که بر پایه ساده سازی اکوسیستم‌های بسیار پیچیده قرار دارد، امکان بررسی‌ها افزایش می‌یابد و با وسایل و راه‌ها که در دست است میتوان عوامل زیادی را بررسی نمود.

بنابراین بطوریکه مشاهده میشود در مقابل روشهای همه‌جانبه و یک‌جانبه که هر دو از مطالعه اکوسیستم شروع شده و به یک مدل ساده ختم میشوند، روش اکولوژی سیستمی قرار گرفته که از مدل ساده شروع و به اکوسیستم خاتمه میپذیرد.

اجزاء اکوسیستم

از نظر انرژی و ساختمان غذایی اکوسیستم از دو جزء اساسی تشکیل شده است که عبارتند:

الف: جزء اتوتروف (Autotrophic Component) که میتوان آنرا تولیدکننده نامید، این جزء انرژی نورانی را دریافت و با استفاده از آب و عناصر ساده معدنی مواد پیچیده آلی را تولید مینماید.

ب: جزء هتروتروف (Heterotrophic Component) که مواد پیچیده آلی را مصرف، و به مواد آلی ساده‌تر یا معدنی تغییر شکل میدهند. این جزء در واقع قسمت مصرف‌کننده اکوسیستم را تشکیل میدهد. بهمین دلیل است که عده‌ای اظهار میدارند که اکوسیستم از دو نوار سبز و قهوه‌ای تشکیل یافته است. نوار سبز در قسمت بالای آن قرار گرفته و انرژی خورشید را دریافت مینماید. این نوار با نوار قهوه‌ای که از مصرف‌کننده‌ها، تجمع مواد پوسیده آلی خاک و رسوبات دیگر تشکیل شده است کاملاً در ارتباط می‌باشد.

بطور کلی در مطالعه اکوسیستم‌ها شش جزء ساختمانی و شش نوع عمل مختلف حائز اهمیت هستند اجزاء ساختمانی اکوسیستم عبارتند از:

۱- مواد غیر آلی مثل کربن، ازت، گاز کربنیک، آب و غیره که در چرخش مواد دخالت دارند.

۲- مواد آلی مثل پروتئینها، کربوهیدراتها، چربیها و مواد هوموسی که ترکیبات زنده و غیر زنده را به یکدیگر مرتبط میسازد.

۳- رژیم اقلیمی از قبیل درجه حرارت و بارندگی.

۴- تولید کننده ها یا اتوتروف که اکثرا " از گیاهان سبز تشکیل شده و قادرند از مواد ساده معدنی غذا تولید نمایند.

۵- مصرف کنندگان بزرگ یا فاگوتروف (phagotrophs) که از حیوانات بزرگ (که با چشم دیده می شوند) تشکیل یافته و از موجودات دیگر تغذیه مینمایند. این گونه مصرف کنندگان دارای تحرک زیاد میباشند و ساختمان بدنی آنها با یکدیگر متفاوت است.

۶- مصرف کنندگان کوچک یا ساپروتروف (Saprotophs) مثل باکتریها و قارچها که ترکیبات آلی را شکسته برخی از مواد تولید شده را مصرف و مواد معدنی را آزاد مینمایند. این دسته دارای تحرک کم بوده و ساختمان بدنی مشابهی دارند ولی در طرز عمل با یکدیگر تفاوت دارند. برخی از دانشمندان مصرف کنندگان یا جزء هتروتروف اکوسیستم را به دو قسمت تقسیم نموده اند.

الف: زنده خواران یا بیوفاژ (Biophages) که از موجودات زنده دیگر تغذیه میکنند.

ب: مرده خواران یا ساپروفاز (Saprotophs) که از مواد مرده آلی تغذیه مینمایند.

اعمالی که در داخل یک اکوسیستم صورت میگیرد به ترتیب زیر تقسیم بندی میشوند:

۱- جریان انرژی

۲- زنجیره ها و شبکه های غذایی

۳- پراکنش موجودات (در زمان و مکان) و تنوع

۴- چرخش مواد

۵- تحولات کوتاه مدت (توالی) و دراز مدت (تکاملی) اکوسیستم

۶- کنترل یا تعادل (Cybernetics) اکوسیستم

تقسیم بندی فوق کاملا " جنبه قرار دادی داشته و افراد مختلف که بفرایند یا ساختمانی خاص تاکید داشته اند تقسیم بندیهای متفاوتی را ارائه داده اند که در هر صورت هدف کلی در همه آنها پیدا کردن راهی ساده تر در جهت شناخت رابطه ساختمان و طرز کار اکوسیستم است. (Odum, 1972) باید توجه داشت که از نظر وظیفه و طرز کار، جزء زنده و غیرزنده اکوسیستم بحدی بیکدیگر پیوسته اند که جدا نمودن آنها کاری بس مشکل است و نمیتوان بین آنها حد فاصل مشخصی را تعیین نمود. بین این دو جزء همواره جریانی از مواد و انرژی برقرار است. فقط تعداد معدودی از مواد را میتوان یافت که منحصر " مربوط به جزء زنده یا دیگری باشد از جمله این مواد میتوان ATP را که فقط در داخل موجودات زنده یافت میشود و یا مواد هوموسی که محصول نهائی پوسیدگی مواد آلی بوده و تا بحال در داخل بدن موجودات زنده یافت نشده است را نام برد.

مجزا ساختن فعالیتهای موجودات زنده به دو گروه اتوتروف و هتروتروف باعث بوجود آمدن دو نوع چرخش انرژی شده است. یکی زنجیره غذایی مصرف مستقیم (Crazying food chain) و دیگری زنجیره غذایی مصرف غیرمستقیم (Organic detritus food chain)

برای آنکه اکوسیستم از نظر تعداد و مقدار موجودات

زنده فرم پایداری به خود بگیرد لازم است که در آن از نظر مصرف یک حالت کنترل پس خور منفی* (Negative feed back control) وجود داشته باشد و این مسئله ایست که در بهره برداری از اکوسیستم ها همواره از نظر انسان دور مانده است .

در یک اکوسیستم مقدار انرژی موجود در هر یک از طبقات زنجیره غذایی کاهش می یابد . بنابراین تعداد علف خوران همواره بیش از گوشت خواران است . و اگر انسان بخواهد همیشه بصورت گوشت خوار باقی بماند ، باید از تعداد خود بکاهد . از طرف دیگر غلظت مواد در هر طبقه از زنجیره غذایی اکوسیستم افزایش مییابد ، لذا مواد آلوده کننده مثل سموم و مواد رادیواکتیو در موجودات طبقات بالا که بیشتر بوسیله انسان مصرف میشوند مسایل مهمی را ایجاد مینمایند . درست است که با افزایش انرژی کمکی (Energy subsidies) میزان تولید بیولوژیکی هر اکوسیستم (برحسی کالری در واحد سطح) اعم از اکوسیستمهای کشاورزی ، یا طبیعی ، نیز بالا میرود ولی باید در نظر داشت که وادار ساختن اکوسیستم به تولید اضافی شبیه آنچه در انقلاب به اصطلاح سبز (Green revolution) صورت میگیرد مشکلات اکولوژیکی زیادی را ببار خواهد آورد که از آن جمله میتوان مسایل ذیل را نام برد :

الف: ایجاد آلودگی به علت کاربرد مقدار زیاد کودهای

* چنانچه در یک سیستم عمل یک واحد به خود آن واحد منتقل گردد به آن فرآیند پس خور گویند . اگر افزایش عمل واحد پس از بازگشت به خود واحد موجب افزایش بیشتر کار آن شود به آن پس خور مثبت و اگر اثر افزایش عمل واحد در جهت کاهش فعالیت آن شود به آن پس خور منفی گویند .

شیمیائی و سموم دفع آفت .

ب: بیدایش شرایط ناپایدار در اثر کشت یکنوع محصول

ج: حساس شدن گیاهان به امراض به دلیل آنکه مکانبسم خود حفاظتی آنها از بین برده شده است .

د: تاهم آهنگی های اجتماعی به دلیل مهاجرت روستائیان و وادار ساختن آنها به زندگی در شهر . در واقع کشاورزی صنعتی میتواند مقدار محصول در واحد سطح را افزایش دهد ولی شکاف بین افراد فقیرتر و غنی را عریض تر نموده و بر تعداد افرادی که قادر به خرید مواد غذایی خود نیستند ، خواهد افزود و این خود یک تراژدی است .

معمولا "تصور ما این است که در اکوسیستم مقدار تولید و از بین رفتن مواد با یکدیگر معادلند . ولی حقیقت اینست که این توازن در بزرگترین اکوسیستم ، یعنی بیوسفر ، هرگز اتفاق نیفتاده است . در طول دوره تکامل زمین میزان تولید همیشه کمی بیش از میزان پوسیدگی مواد بوده است و مازاد آن بصورت سوخته های فسیلی روی هم انباشته گردیده است . در طی چندین سال اخیر انسان با مصرف این سوخته ها (از جمله مواد نفتی و زغال) میزان از بین رفتن آنها بیشتر نموده و مهمترین مشکلی که اینکار ببار آورده است افزایش اکسید کربن در اتمسفر بوده است که هر چند تغییرات غلظت آن بسیار اندک است ولی اثر آن بر بیلان حرارت زمین بسیار زیاد میباشد .

یکی از رشته های بسیار مهم اکولوژی شناخت فرآیندهای چرخش مواد و سیر انرژی است . که این استفاده مجدد از آب و موادی که یکبار مصرف شده اند در بسیاری از جاها در صدر اهمیت قرار دارد . مسیر حرکت مواد در داخل اکوسیستم بیکی از طرق زیر است . (۱) چرخش دوباره (Recycle) از

پوسیدگی میکربی، (۲) چرخش دوباره از طریق مدفوعات حیوانات (۳) چرخش مستقیم از داخل گیاهی به گیاه دیگر در موجودات ریز هم زیست (Symbiotic microorganism) و (۴) اتولیز (Autolysis) یا چرخش شیمیائی که هیچگونه موجود زنده ای در آن دخالت ندارد. بهره گیری مطلوب از اکوسیستم میسر نخواهد بود مگر با شناخت و تعیین عوامل محدود کننده در هر کدام از مسیرهای فوق. متاسفانه تعیین عوامل محدود کننده نیز از نظر انسان دور مانده است زیرا در هر کجا که به عامل محدود کننده ای برخورد نموده است با صرف انرژی آن را موقتا " بر طرف نموده است. ولی در یک جامعه صنعتی انرژی (که در این جا مقصود غذا، نیرو، کود، و غیره است) ظاهرا "عامل محدود کننده ای در اکوسیستم نیست بلکه تولید آلودگی و تخریب منابع یک عامل محدود کننده است. یعنی در زندگی انسان آلودگی احتمالا " عاملی است که صنعتی شدن را محدود میسازد.

توسعه اکوسیستم

توالی اکولوژیکی (Succession) یکی از مهمترین موضوعاتی است که در رابطه انسان با اکوسیستم بایستی در نظر گرفته شود. اکوسیستم بطور مداوم در حال توسعه بوده و سرانجام به مرحله ای از رشد یا تکامل میرسد که به آن مرحله اوج (Climax) اکوسیستم گویند.

در مراحل اولیه توالی تولید در داخل اکوسیستم زیاد و مقدار مصرف نسبت به آن کم است. در چنین مرحله ای زنجیره غذایی کوتاه، پراکندگی گونه ها کم و اندازه موجودات زنده کوچک است. علاوه بر این باز بودن چرخش مواد غذایی

و عدم پایداری از خصوصیات اکوسیستم در این مرحله میباشد و برعکس در مرحله تکامل یا به اصطلاح بلوغ اکوسیستم، اختلاف تولید و مصرف اندک میباشد. بالا بودن وزن زنده نسبت به مصرف، زنجیره های غذایی پیچیده، پائین بودن میزان تولید، پراکندگی زیاد گونه ها و پایداری زیاد سیستم از اختصاصات اکوسیستم در این مرحله است. به عبارت دیگر در اکوسیستمهای جوان تولید، رشد و کمیت و در اکوسیستمهای مسن، حفاظت، پایداری و کیفیت باید مورد توجه قرار گیرند. از نظر ریاضی غیر ممکن است که در آن واحد یک سیستم بیش از یک ماگزیم داشته باشد یعنی نمیتوان در یک اکوسیستم ماگزیم کمیت را با ماگزیم کیفیت برداشت نموده و در عین حال ماگزیم پایداری را نیز در آن سیستم حفظ نمود. و چون در بهره گیری از اکوسیستم همه خصوصیات آن مورد نظر میباشد از نظر استفاده انسان میتوان دو خط مشی را به کار گرفت یکی اینکه اکوسیستم را به صورت متوسطی مورد بهره برداری قرار داد تا هر جزء آن در سطح نسبتا " مطلوبی باقی بماند یا اینکه آنرا به قسمتهای مختلف تقسیم نموده و هر قسمت را همزمان به نحوی مورد استفاده قرار داد که مثلا " در یک قسمت حداکثر تولید را بدست آورده و قسمت دیگر بطور کامل حفظ گردد. در این روش تعداد قطعات و اندازه هر کدام از آنها بسته به نوع اکوسیستم باید بر مبنای اصول اکولوژیکی تعیین گردد. اگر چنانچه تئوری اکوسیستم که در بالا از آن بحث شد قابل پیاده شدن باشد بسیاری از پروژه ها که امروزه به عنوان طرحهای چند منظوره اجرا میشوند نیز باید به یکی از دو روش فوق اجرا گردند.

منابع:

- 1) Birge E.A. 1915. The heat budget of American and European lakes. Trans Wis. Acad Arts. Lett. 18:166-213
- 2) Forbes, S.A. 1887. "The lake as a microcosm" (In Russian) reprinted 1948, Moscow. Cited from Ecosystem, Structure and Function, Oregon State Univ. Press. 1972.
- 3) Hardin, G. 1968. The tragedy of the commons Science. 162:1243-1248
- 4) Hutchinson, G.E. 1964. The lacustrine microcosm recons, dered. Amer Sci; 52:331-341
- 5) Leopold, A. 1864. The conservation ethic J. Forestry 31:634-643
- 6) Marsh, G.P. 1864. Man and nature: or physical geography as modified by human action, reprinted 1965 by Harvard Univ. press, Cambridge.
- 7) Odum, E.P. 1972, Ecosystem theory in relation to man. Ecosystem, Structure and function, Oregon, State Univ. Press, Corv.
- 8) Sukachev, V.N. 1944. On principle of genetic classification in biocoenology. Translated and condensed by F. Raneg, and R. Daubermin Ecology, 39:364-367.
- 9) Tansley A.G. 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. ecology 16:284-307





عکس از محمد سیف الهی

جنگلهای منطقه یاسوج