

ریاضیات در علوم زیستی و دانش‌های محیط‌زیست

*مجید مخدوم

* استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، عضو هیات مدیره انجمن ارزیابی محیط‌زیست ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۰۷؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۰۴/۰۱)

چکیده

یک باور غلط در میان دانش‌آموزان کشور باعث هراس آنان از علوم ریاضی و شاق دانستن آن شده بود. با تلاش استادان، انجمن‌های علمی و خانه‌های ریاضی کشور که کاربرد علوم ریاضی را در دانش‌های دیگر نمایندند، این جلوه اشتباه امروزه بدل به استفاده از علوم ریاضی در دانش‌های دیگر به ویژه علوم زیستی شده است. دانش محیط‌زیست نیز که خود نشأت از علوم زیستی می‌گیرد از این قاعد مستثنی نیست زیرا محیط‌زیست از کنش و واکنش عناصر زنده و غیر زنده محیط‌زیست مان شکل می‌گیرد. از نظر اکولوژیکی پی بردن به تاثیرات متقابل کنش و واکنش عناصر، نیاز به حل معادله و یا معادلات ریاضی دارد که خود بیانگر کنش و واکنش دوطرفه است. بنابراین علوم ریاضی امروزه نه تنها دیگر جلوه ای سخت و شاق ندارد، بلکه رهگشای مشکلات زندگی امروزیمان در محیط‌زیست می‌باشد. نمونه‌های کاربردی علوم ریاضی در دانش محیط‌زیست در این مقاله ضمن بیان مفهوم محیط‌زیست برشمرده شده اند.

کلید واژه‌ها: ریاضیات، علوم زیستی، دانش‌های محیط‌زیست، مدل‌سازی، کنش و واکنش اکولوژیکی

سرآغاز

از دیرباز یک باور غلط در میان دانش‌آموختگان علوم زیستی یا علوم تجربی (طبیعی سابق) دبیرستان‌های کشور باعث شده بود که از دروس ریاضی گریزان باشند. شاید خود واژه ریاضی به معنای منسوب به ریاضت (فرهنگ دهخدا، ۱۳۸۵) ریشه در این باور غلط داشت که علم ریاضی را شاق جلوه می‌داد. شاهد بودم که دانشجویان علوم تجربی یا طبیعی که در رشته‌های علوم زیستی و رشته‌های هم خانواده جانورشناسی، گیاهشناسی، جنگلداری، مرتعداری، شیلات و محیط‌زیست و غیره در دانشگاه‌های کشور مشغول به تحصیل بودند به هنگام مرور یک مقاله یا کتاب به محض رسیدن به صفحه‌ای که در آن یک یا چند فرمول ریاضی بود سریعاً از آن صفحه گذر کرده و صفحات غیرفرمولی را مرور می‌کردند. شاید مشکل جلوه دادن ریاضیات توسط دبیران دبیرستان‌ها به خاطر نشان دادن اهمیت علوم ریاضی و پرطمطراق کردن آن و بازگو نکردن کاربرد ریاضیات در علوم دیگر دلیلی برای رویش این باور غلط در میان دانش‌آموزان علوم زیستی بوده باشد.

خوشبختانه با پیدایش ریاضیات کاربردی و با تلاش استادان ریاضی و از همه مهمتر انجمن‌های علمی و خانه‌های ریاضی کشور این باور غلط اینک دارد که از جامعه علمی ما رخت بر می‌بندد. در این میان، تلاش استادان و انجمن‌های علمی علوم زیستی و رشته‌های وابسته در سال‌های اخیر نیز در زدودن این باور اشتباه نه تنها بی‌تاثیر نبوده است بلکه با به کارگیری علوم ریاضی و نشان دادن راه‌های به کارگیری آن برای حل مسایل زیستی به ویژه دانش‌های محیط‌زیست راه را برای به کارگیری علوم یاضی و کاربردهای آن باز نموده است.

همچنین پیشرفت‌های به دست آمده در تولیدهای علمی در سال‌های اخیر در زمینه علوم زیستی در کشورهای پیشرفته علمی جهان و ایران نیز در این میان تأثیری وافر داشته است. تو گویی این امر باعث یک خودباوری همگانی در میان اندیشمندان، فرهیختگان، استادان، دانشمندان، کارشناسان و دانشجویان علوم زیستی و رشته‌های وابسته شده باشد. چنانچه ارتقاء تولید علمی در زمینه علوم زیستی در میان سایر علوم به حدود ۵۵٪ رسیده است (دانشگر و همکاران، ۱۳۹۰)

دانش محیط‌زیست

در این میان دانش محیط‌زیست که خود نشأت از علوم زیستی و

رشته‌های وابسته می‌گیرد از قافله پیشرفت و به‌کارگیری علوم ریاضی بی‌نصیب نمانده است. زیرا محیط‌زیست یا محیط پیرامونی زندگی ما و سایر جانداران از دو بخش زنده و غیرزنده تشکیل شده است. بدین ترتیب بررسی محیط‌زیست هر موجود زنده بدون مطالعه بخش غیرزنده امکان‌پذیر نیست. زیرا محیط‌زیست در کل، از کنش و واکنش بین این دو بخش وابسته به یکدیگر شکل می‌گیرد. اجزا این دو بخش در سطح کلان عبارتند از: پرتوهای خورشیدی، پرتوهای کیهانی، ترکیب هواسپهر، فشار باد، آب، آتش، وضعیت‌های زمین‌شناختی و پستی بلندی، نیروهای چرخشی گردش زمین، سنگ مادر، خاک، گیاهان، جانوران، انسان، دما و حجم پرتوهای زمین که در زمان بر هم اثر می‌گذارند (دانشنامه مدیریت شهری و روستایی، ۱۳۸۷). بررسی یکایک عناصر یاد شده اگر بدون یاری جستن از علوم ریاضی امکان‌پذیر باشد (که نیست) بررسی و پژوهش در کنش و واکنش اکولوژیکی این عناصر بدون کمک گرفتن از علوم ریاضی ناممکن است، زیرا پدیده‌های کنش و واکنش خود تشکیل یک یا چند معادله ریاضی را می‌دهند.

بنابراین برای شناخت، ارزیابی کیفی، ارزشیابی کمی و تجزیه و تحلیل و جمع‌بندی کنش‌ها و واکنش‌های عناصر تشکیل‌دهنده محیط‌زیست، به کارگیری علوم ریاضی یک باید است. چون همان‌گونه که بیان شد معادله یا معادلات ریاضی را باید نخست ساخت و سپس به چند و چون آن پرداخت.

پیچیدگی‌های دانش محیط‌زیست و چاره کار

تاکنون متفکرین بر این باور بودند که مسکن، مدرسه و دانشگاه، بیمارستان و درمانگاه، جاده‌ها و بزرگراه‌ها، بندرها و فرودگاه‌ها، معادن و کارخانجات، مسجدها و کلیساها، گورستان‌ها و محل‌های دفن زباله و یا تمامی ساخته‌های انسانی، ساختارهای انسان ساختی هستند که به خاطر تفاوت در ویژگی‌های فکری، مذهبی، فرهنگی، تاریخی و نژادی جوامع انسانی، اشکال مختلفی در محیط زندگی کره زمین به خود گرفته‌اند؛ این در حالی است که در پدیدار شدن عقاید فکری جوامع انسانی، محیط‌زیست و اجزاء آن نقش اساسی دارد. به عبارت دیگر، ساده‌انگاری است که تفاوت ساختارهای انسان ساخت در جوامع انسانی مختلف را تنها به طرز فکر آن جوامع نسبت داد. در واقع، نوع محیط‌زیست است که موجب پدیدار شدن یک نقطه فکری و در نهایت یک مکتب فکری می‌شود (صلح سبز در اروپا). از این

I شماره طبقه نقشه رویین و jz عدد طبقه نقشه زیرین است (مخدوم، ۱۳۷۲ و ۱۳۶۶؛ Makhdoum, 1992).

مدل دوم: با مرور، پژوهش و تجربه به عمل آمده در انواع موفق استفاده از سرزمین که نابسامانی محیط‌زیست در آنها به صفر و یا اندک رسیده است، نخست مدل حرفی ارزیابی توان اکولوژیکی برای ۱۲ نوع کاربری ارائه شد (مخدوم، ۱۳۹۳). سپس برای آن که این مدل‌های حرفی را بتوان در سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) به کار گرفت، مدل‌ها اصلاح شده و ۳۴ مدل ریاضی احتمالی برای ۱۵ کاربری ارائه گردیدند (Makhdoum, 1993؛ مخدوم و همکاران، ۱۳۹۲).

شایان یادآوری است که هم اکنون فرمول‌های مخدوم ۶۶ و مخدوم ۷۲، به همراه مدل‌های حرفی و مدل‌های ریاضی به عنوان روش مخدوم در شرح خدمات آمایش استان در سراسر کشور به کار گرفته می‌شوند (مرکز ملی آمایش سرزمین، ۱۳۸۵).

مدل‌سازی برای ارزیابی آثار توسعه محیط‌زیست

برای ارزیابی آثار توسعه گذشته تا حال، که بتواند چاره‌گشای تصمیم‌گیری جهت توسعه آتی باشد، مدل تخریب (مخدوم و منصور، ۱۳۷۸) به شرح زیر ارائه گردید (Makhdoum, 2002):

$$D.Ci = \frac{\sum Aili + DP}{Ei}$$

مدل سوم: که در آن D.Ci برابر با ضریب تخریب، Ai آثار توسعه، li شدت اثر، PD تراکم فیزیولوژیک جمعیت و Ei درجه آسیب‌پذیری زیستگاه‌ها و اکوسیستم‌ها هستند. ضریب تخریب محاسبه شده نشان‌دهنده درجه تراکم آثار توسعه گذشته تا حال و نمایشگر درجه تخریب در محیط‌زیست است.

مدل چهارم: ضریب تخریب ناشی از مدل تخریب در یک پهنه برای آنکه بتواند مورد استفاده قرار گیرد می‌بایست با ضریب تخریب پهنه دیگر مقایسه شده و بزرگی یا کوچکی آن تحلیل شود (کوچکتر نمایشگر تخریب کمتر و بالعکس) به خاطر آن که این مقایسه در اغلب بررسی‌ها به خاطر نبود و یا کمبود داده‌ها میسر نیست، مدل جدولی فازی برای حل این مشکل ابداع شد (Makhdoum, 2002). بدین ترتیب، با استفاده از مدل فازی ارائه شده، ضریب تخریب به دست آمده می‌تواند

رو محیط‌زیست دربرگیرنده تمامی عوامل طبیعی (عینی) و اقتصادی اجتماعی و فرهنگی و ذهنی است (دانشنامه مدیریت شهری و روستایی، ۱۳۸۷). حال تصور نمایید که چگونه می‌توان با معادلات ریاضی برخورد و یا کنش و واکنش عینیت (Objectivity) و ذهنیت (Subjectivity) را از نظر معنا و مفهوم مشاهده کرد و از همه مهمتر به حل مسایل و مشکلات این برخوردها پرداخت. ساده‌ترین راه حل برای این کار استفاده از شبیه‌سازی جهان واقعی و یا به عبارت دیگر مدل‌سازی است (Jeffers, 1982).

نمونه‌های کاربرد ریاضی (مدل‌سازی ریاضی) در دانش محیط زیست

توسعه یا انواع استفاده انسان از محیط‌زیست اگر هماهنگ با توان سرزمینی محیط‌زیست نباشد، به نابسامانی و در پایان به پسرفتگی و تخریب محیط‌زیست می‌انجامد. از طرف دیگر به واسطه بین بخشی و چند بخشی بودن پیراسنجه‌های محیط‌زیست، انسان مواجه با دنیای پیچیده‌ای از داده‌ها در محیط‌زیست است. برای آسان کردن این پیچیدگی، مدل‌سازی (حرفی - ریاضی - گرافیکی - جدولی) یکی از راه‌هاست که می‌تواند در ارزیابی توان سرزمین برای توسعه و در ارزیابی آثار توسعه بر محیط‌زیست موثر افتد.

مدل‌سازی برای ارزیابی توان اکولوژیکی انواع استفاده انسان از سرزمین (کاربری‌ها)

برای ارزیابی توان اکولوژیکی محیط‌زیست که فرایند آن شامل ۱. نقشه‌سازی منابع اکولوژیکی ۲. تجزیه و تحلیل و جمع‌بندی برای دستیابی به واحد نقشه‌سازی یا پهنه‌بندی و ۳. ارزیابی توان پهنه‌ها (از مقایسه مدل با ویژگی‌های اکولوژیکی) است، دو مدل ارائه شده است.

مدل اول: فرمول مخدوم ۶۶ و مخدوم ۷۲ برای رمزگذاری واحد نقشه‌سازی ابداع شده‌اند که با این فرمول‌ها هر پهنه کد یا رمز ویژه‌ای با توجه به ویژگی‌های اکولوژیکی مربوط به خود می‌گیرد. این فرمول‌ها برای ترکیب‌های ۲، ۳، ۴ و ۶ نقشه ابداع شده‌اند که همگی آنها از فرمول مخدوم ۶۶ به شرح زیر نشأت می‌گیرند:

$E = jz(I - 1) + zi$ که در آن E شماره رمز یا کد واحد نقشه‌سازی را به دست می‌دهد. z تعداد کل طبقات نقشه زیرین،

دانش آموخته رشته طبیعی (تجربی جدید) دبیرستان‌های کشور هستم نقش بسیار اندکی داشته‌ام. باور کردم که علوم ریاضی سخت و شاق نیست، بلکه رهگشاست. در این راه تا آنجا به پیش رفتم که برای حل مسایل محیط‌زیست کشور و جهان توانسته‌ام با یاری جستن از علوم ریاضی به مدل‌سازی (معادلات ریاضی نشان‌دهنده کنش و واکنش) پردازم. این شاید تجربه‌ای باشد تا جوانان پویای علم و دانش، دیگر ریاضی را ریاضت کشیدن ندانند و از آن برای بهتر فهماندن اندیشه‌های خود یاری جویند. به‌رحال توصیه می‌کنم در این راه به دام نرم‌افزاری نیافتند و تنها به استفاده از نرم‌افزارها بسنده نکنند و خود به تولید نرم‌افزار متناسب برای ایران پردازند. برای احتراز این دام و آشنایی با روش‌ها و شیوه‌های نوین برنامه‌ریزی محیط‌زیست مرور مقاله (Makhdoum, 2008) خالی از لطف نیست.

معنی‌دار شود و نشان دهد که کدام محیط باید حفاظت شود (با چه درجه‌ای) کدام محیط نیازمند بازسازی است (با چه درجه‌ای) و کدام محیط مهیای توسعه است (با چه درجه‌ای). هم اکنون این مدل‌ها در ایران و ژاپن (Azari Dehkordi et al., 2003) برای ارزیابی آثار توسعه بر محیط‌زیست به کار گرفته می‌شوند شایان یادآوری است که مدل‌های اول (۴ فرمول)، سوم (یک فرمول) و چهارم (یک جدول فازی) یقینی و مدل دوم (۳۴ فرمول) احتمالی هستند.

جمع‌بندی

از نظر تعداد اسناد علمی، ایران در سال ۲۰۱۰ در مکان بیست و دوم جهان قرار داشت (صبوری، ۱۳۹۰). پیشرفت‌های علمی ایران در سال‌های اخیر نشان از خودباوری ملی در بین اندیشمندان، فرهیختگان، دانشمندان، استادان، کارشناسان و دانشجویان دارد. در این خودباوری و پیشرفت، حقیر که خود

فهرست منابع

- دانشنامه مدیریت شهری و روستایی. ۱۳۸۷. محیط زیست. سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور. موسسه فرهنگی، اطلاع رسانی و مطبوعاتی وزارت کشور. صفحات ۶۸۳-۶۸۲.
- دانشگر، پ.؛ تقوی، ف.؛ صبوری، ع. ا. و موسوی موحدی، ع. ا. ۱۳۹۰. نشاء علم، ۱ (۲) صفحات ۳۰-۲۴.
- صبوری، ع. ا. ۱۳۹۰. تولید علم در ایران در سال ۲۰۱۰. نشاء علم، ۱ (۲). صفحات ۲۳-۱۶.
- فرهنگ دهخدا. ۱۳۸۵. فرهنگ متوسط دهخدا. جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ۱۵۳۱.
- مخدوم، م. ۱۳۶۶. ارائه روشی تازه برای تجزیه و تحلیل و جمع بندی داده‌ها در فرآیند آمایش سرزمین، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۴۱: ۷۸-۶۸.
- مخدوم، م. ۱۳۷۲. تکامل روش ارائه شده در ۱۳۶۶ برای تجزیه و تحلیل و جمع‌بندی داده‌ها، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۴۶: ۱۱۲-۱۰۹.
- مخدوم، م و منصوری، م. ۱۳۷۸. بررسی و شناخت اثرات توسعه بر محیط‌زیست استان هرمزگان. مجله محیط‌شناسی شماره ۲۳: ۵۶-۴۹.
- مخدوم، م؛ درویش صفت، ع؛ جعفرزاده، ه و مخدوم، ع. ۱۳۹۲. ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط‌زیست با سامانه اطلاعات جغرافیایی. GIS. چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۵۴۳-۳۰۴ ص.
- مخدوم، م. ۱۳۹۳. آمایش سرزمین (چاپ شانزدهم با تجدیدنظر کلی). انتشارات دانشگاه تهران. شماره ۲۲۰۳. ۲۸۹ ص.
- مرکز ملی آمایش سرزمین. ۱۳۸۵. شرح خدمات برنامه آمایش استان و راهنمای انجام مطالعات. سازمان مدیریت و برنامه ریزی. اردیبهشت ۱۳۸۵.
- Azari Dehkordi, F; Makhdoum, M. F. and Nakagooshi, N. 2003. Sefidrud river Sub-watershed-dam-estuary and degradation model: A holistic approach in Iran. Chinese Geographical Science. 13(4): 328-333.
- Jeffers, J. N. R. 1982. Modelling Chapman and Hall. London. 8۰PP.
- Makhdoum, M. F. 1992. Environmental unit: An arbitrary ecosystem for land evaluation. J. Agriculture, Ecosystem and Environment 41(2): 209-214.
- Makhdoum, M. F. 1993. The first application of automated land evaluation in Iran. Environ. Manage. 17(3): 409-419.
- Makhdoum, M. F. 2002. Degradation model, A quantitative EIA instrument acting as DSS for environmental management. Environ. Manage. 30(1): 151-156.
- Makhdoum, M. F. 2008. Landscape ecology or environmental studies (Land ecology)(European versus Anglo- saxon schools of thought). J. Inter. Environmental Application & Sciences. 3(3): 147-160.