مجله علمی مطالعات پژوهشی در علوم پایه و علوم پزشکی آینده، اردیبهشت ۱۴۰۲، دوره ۱، شماره ۱، ص ص ۱۲-۱۶

مجله علمی مطالعات پژوهشی

در علوم پایه و علوم پزشکی آینده

www.journalhi.com/sci/

مروری بر ارتباط ریاضی محض و زیست شناسی

فاطمه محمودی*[۱]

۱- مربی،گروه ریاضی ،دانشکده علوم پایه،دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسداباد

* همدان ، اسدآباد، دانشکده علوم پایه،دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسداباد F.mahmodi132@gmail.com

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی کامل

دریافت: ۱۳ اسفند ۱۴۰۱

پذیرش: ۱۸ فروردین ۱۴۰۲

ارائه در سایت:

کلید واژگان:

ریاضی محض

زیست شناسی و ارتباط

چکیده

استفاده ریاضیات در زیست به قرن دوازدهم میلادی بر می‌گردد، زمانی که فیبوناچی از دنباله معروفش برای توصیف رشد جمعیت خرگوش‌ها استفاده کرد. در قرن هجدهم میلادی دانیل برنولی ریاضیات را برای توصیف اثر آبله بر روی جمعیت انسان به کار برد، بنابراین هدف از این مطالعه ارتباط ریاضی محض و زیست شناسی بود. این مطالعه در سال ۱۴۰۲ با مرور منابع و پایان نامه های منتشر شده و در دسترس داخلی مرتبط با ریاضی محض و زیست شناسی و جستجو در بانک های اطلاعاتی نورمکز، مگایران و گنج با کلید واژه های ریاضی محض و زیست شناسی انجام گردید. هر کدام از مباحث مطرح شده قابلیت تبدیل به گفتگویی سازنده را دارند. در این خصوص، برای برقراری ارتباط و تبادل نظر پرداختن به فلسفه زیست شناسی در کنار فلسفه ریاضی میتواند بسیار مفید باشد، دنیا همواره در حال نو شدن است، زیست شناسی نیز از این امر جدا نبوده است. برای موثر شدن فعالیت های زیست شناسی، اینک، درآمیختن با ریاضی، و نه صرفا استفاده آن از ریاضی، ضرورت یافته است. نادیده گرفتن این پدیده، با اصرار بر پیروی از سنت موجود، نتیجه ای جز زیست شناسی سنتی بی خلف و یا زیست شناسی مدرن بی سلف نخواهد داشت. نخستین گام برای حضور در این عرصه، آموزش متناسب با این شرایط است. برای برنامه ریزی چنین آموزشی، باید تفکر متناسب با آن را دریافت.

A review of the relationship between pure mathematics and biology

Fatima Mahmoudi *[1]

1- Instructor, Department of Mathematics, Faculty of Basic Sciences, Islamic Azad University, Asdabad branch

* Hamedan, Asadabad, Faculty of Basic Sciences, Islamic Azad University, Asadabad branch, F.mahmodi132@gmail.com

Article Information

Original Research Paper

Received 2023-03-04

Accepted 2023-04-07

Available Online2023-04-28

Keywords:

Pure Mathematics

Dental implants and communication

Abstract

The use of mathematics in life dates back to the 12th century, when Fibonacci used his famous sequence to describe the growth of a rabbit population. In the 18th century, Daniel Bernoulli used mathematics to describe the effect of smallpox on the human population, so the purpose of this study was to link pure mathematics and biology. This study was conducted in 1402 by reviewing the sources and theses published and available domestically related to pure mathematics and biology and searching in Normaks, Megiran and Ganj databases with keywords pure mathematics and biology. Each of the discussed topics has the ability to turn into a constructive conversation. In this regard, it can be very useful to discuss the philosophy of biology along with the philosophy of mathematics to communicate and exchange ideas. The world is always changing, and biology has not been separated from this. For biology activities to be effective, it is now necessary to combine with mathematics, and not just use mathematics. Ignoring this phenomenon, by insisting on following the existing tradition, will only result in traditional biology without successors or modern biology without predecessors. The first step to be present in this field is training according to these conditions. In order to plan such a training, one should receive appropriate thinking.

۱- مقدمه

زیست ریاضیاتی به دنبال نمایش ریاضیاتی و مدل‌سازی فرایندهای زیستی با استفاده از فنون و ابزارهای ریاضیات کاربردی بوده که هم در تحقیقات نظری و هم تحقیقات عملی می‌توانند مفید واقع شوند. توصیف کمّی سامانه‌ها موجب می‌گردد تا شبیه سازیشان بهتر صورت گرفته و بدین طریق بتوان خواصی را پیش‌بینی کرد که ممکن است از دید آزمایشگر مغفول واقع شده باشد. این هدف نیازمند مدل‌های ریاضیاتی دقیقی می‌باشد. با این وجود، تقریباً تمام نظریه‌های ریاضیاتی انگیزه خود را از مسائل جهان واقعی یا از نظریات ریاضیاتی که کمتر جنبه تجریدی دارند می‌گیرند. همچنین، بسیاری از نظریات ریاضیاتی که به نظر می‌رسید کاملاً محض نباشند، در نهایت در حوزه‌های کاربردی، که عمدتاً فیزیک و علوم کامپیوتر بودند مورد استفاده قرار گرفتند. مطالعه زیست شناسی در سال ۱۹۲۰ نیازمند ملزومات آموزشی و پژوهشی متناسب با آن در سالهای پیشین بوده است. این جنبه از این موضوع نیازمند مطالعات جداگانه ای است. ظهور چارچوب نوین با محوریت ریاضی در مطالعات زیست شناسی محصول یک سده فعالیت های فشرده و بی وقفه بوده است. مدل های جمعیتی واقعیت های پویای مرتبط با بقا و انقراض گونه ها را هویدا ساخت آنچه که ساختار منحصر بفرد دوره جدید را میسازد مستقل از این فعالیت های تکراری است و توسط تعداد محدودی از ایده پردازان بلند پرواز در حال ساختن است. همانگونه که در بین انبوه فیزیکدانان و ریاضی دانان تکرار کننده روش شناسی سده های پیشین، جمع محدودی از فیزیکدانان ریاضیدان در سده بیستم، نظریه های نوین فیزیک را، نه لزوما با استفاده تمام عیار از ریاضی، بلکه با دخالت و اثر در خلق ریاضیاتی نو شکل دادند.

۲- مبانی نظری

۲-۱- ریاضیات محض

به مطالعهٔ مفاهیم ریاضیاتی مستقل از هر نوع کاربرد خارج از دایره ریاضیات می‌پردازد. این مفاهیم ممکن است از دغدغه‌های جهان واقعی نشأت گرفته باشند و نتایج آن بعدها برای کاربردهای عملی مفید واقع شوند، اما ریاضیات محض ابتداءً از چنان کاربردهای عملی انگیزه نمی‌گیرد. در مقابل، جذابیت رهیافت محض در ریاضی مربوط به چالش‌ها و جنبه‌های زیباشناختی مفاهیم منطقی است. مفاهیمی که خود پیامدهایی از اصول پایه‌ای‌تری می‌باشند. در حالیکه ریاضیات محض به‌عنوان یک فعالیت از زمان یونان باستان وجود داشته‌است، اما تحول و جنبه‌های استادانهٔ آن در حدود ۱۹۰۰ میلادی ظهور پیدا کرد، بعد از این که نظریه‌هایی با خواص ضد شهودی (مثل هندسه‌های نااقلیدسی و نظریهٔ کانتور مجموعه‌های نامتناهی)، و پارادوکس‌های ظاهری (چون توابع پیوسته‌ای که هیچ جا دیفرانسیل‌پذیر نیستند، و پارادوکس راسل) کشف شدند. این پدیده‌ها نیاز به تجدید مفهوم ریاضیات استوار (یا ریاضیات دقیق و سفت و سخت) و بازنویسی تمام ریاضیات بر اساس آن شد؛ به گونه‌ای که استفاده سیستماتیک از روش‌های اصول موضوعه‌ای ترویج پیدا کرد. این مسئله منجر به این شد که بسیاری از ریاضی‌دانان بر روی ریاضیات به خودی خود، یعنی ریاضیات محض متمرکز شوند[۱]. با این وجود، تقریباً تمام نظریه‌های ریاضیاتی انگیزه خود را از مسائل جهان واقعی یا از نظریات ریاضیاتی که کمتر جنبه تجریدی دارند می‌گیرند. همچنین، بسیاری از نظریات ریاضیاتی که به نظر می‌رسید کاملاً محض نباشند، در نهایت در حوزه‌های کاربردی، که عمدتاً فیزیک و علوم کامپیوتر بودند مورد استفاده قرار گرفتند. یکی از اولین مثال‌های آن توسط آیزاک نیوتن در قانون جهانی گرانش به کار گرفته‌شد. قانون گرانش نیوتون ایجاب می‌کند که سیاره‌ها در مدارهایی حرکت کنند که از جنس مقاطع مخروطی‌اند. مقاطع مخروطی خم‌های هندسی هستند که از زمان باستان توسط آپولونیوس مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. مثالی دیگر مسئله تجزیهٔ اعداد صحیح بزرگ است که الگوریتم رمزنگاری RSA بر اساس آن بنیان نهاده‌شده و به‌طور گسترده برای امنیت ارتباطات اینترنتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اکنون ایجاد مرز مشخصی بین ریاضیات محض و کاربردی بیشتر جنبه فلسفی داشته یا مربوط به ترجیحات یک ریاضیدان خاص می‌شود و نمی‌توان به طور استوار و دقیق مرزشان را در ریاضیات مشخص کرد. به‌طور خاص، اتفاق عجیبی نخواهد بود اگر یک عضو دانشکده ریاضیات کاربردی خود را به عنوان ریاضیدان محض معرفی کند[۲].

۲-۲- تحقیق در عملیات

در این درس، دانشجویان با زمینه تحقیق در عملیات، انواع مدل ها و مدل های ریاضی، برنامه ریزی خطی، شبکه ها و مدل حمل و نقل، سایر مدل های مشابه، آشنایی با برنامه ریزی متغیرهای صحیح ،برنامه ریزی پویا، برنامه ریزی غیرخطی و مدل های احتمالی آشنا می گردند[۲].

۲-۳- ادامه تحصیل در مقاطع

نظر به این که در مقاطع تحصیلات تکمیلی به جنبه‌های پژوهشی، تحقیقاتی و کاربردی با دیدی عمیقتر پرداخته می شود، فارغ التحصیلان این مقاطع دارای توانایی های علمی و تحقیقاتی و محاسباتی زیادی هستند و در کارهای اجرایی نقش مهم و ارزنده ای دارند. در مقطع دکتری، دانشجویان ضمن افزایش مراتب علمی خود در یک زمینه خاص، قدرت، توان و صلاحیت خود را در جهت انجام طرح های تحقیقاتی در سطح ملی و منطقه ای افزایش می دهند و قادر به توسعه مرزهای دانش و رفع معضلات علمی و اجرایی از طریق پژوهش می باشند. فارغ التحصیلان مقاطع تحصیلات تکمیلی می توانند با توجه به تخصص ویژه خود، در مراکز علمی و پژوهشی، مراکز تحقیقاتی، دانشگاهها و صنایع و مراکز آموزش عالی به عنوان عضو هیات علمی یا عضو پژوهشی جذب گردند. خوشبختانه با رویکرد صنایع و موسسات به انجام امور تحقیقاتی، هم اکنون امکان جذب بسیاری از فارغ التحصیلان تحصیلات تکمیلی رشته های ریاضی، فراهم شده است[۳].

۲-۴- توانایی‌های مورد نیاز و قابل توصیه

این رشته نیازمند دانشجویانی است که از نظر ذهنی آمادگی جذب ایده های جدید را داشته باشند و بتوانند الگوها و نظم را درک کرده و مسائل غیرمتعارف را حل کنند. به عبارت دیگر یک روحیه علمی، تفکر انتقادی و توانایی تجزیه و تحلیل داشته باشند. از آنجا که ریاضی ورود به عرصه‌های ناشناخته و کشف قوانین آن است، علاقمندی به مباحث ریاضی از همان دوران تحصیل در دبیرستان مشخص می شود. همین علاقمندی است که می تواند راه های بسیار سخت را برای دانشجوی این رشته هموار سازد. یک ریاضیدان قبل از هرچیز باید جرات قدم گذاری در وادی ناشناخته ها را داشته باشد[۳].

۲-۵- بازار کار در ایران

در بسیاری از علوم مختلف ریاضیات کاربرد دارد مثل آنالیز تابعی در مکانیک کوانتومی کاربرد زیادی دارد در خیلی از رشته های مهندسی معادله لاپلاس یکی از معادلات ریاضی استفاده می شود. به طور مثال در جامعه شناسی هم نظریه احتمال و نظریه گروه ها نقش مهمی دارد و باید بگوییم که در بیشتر صنایع زیرساختی ریاضی وجود دارد و به همین دلیل اگر به سایر رشته هایی که در زیر گروه ریاضی معرفی شده اند مراجعه کنید متوجه می

شوید که لازم است موفقیت در بیشتر این رشته ها داشتن پایه ریاضی قوی است. به همین دلیل در جامعه ما بیشتر شغل ها اگر جنبه علمی داشته باشند به ریاضیدانها احتیاج دارد این افراد می‌توانند مشکلات را به روش علمی حل کنند ولی خیلی فرصت شغلی مناسبی برای این افراد وجود ندارد مگر در مراکز تحقیقاتی صنعتی که از نظر علمی قوی هستند. یک لیسانس ریاضی بخاطر نظم فکری و بینش عمیقی که در طول تحصیل به دست آورده، می تواند با مطالعه و تلاش شخصی در بسیاری از شغل ها، حتی شغل هایی که در ظاهر ارتباطی با ریاضی ندارد موفق شود[۳].

۳- ماهیت

ریاضیات بر خلاف تصور بعضی از افراد یکسری فرمول و قواعد نیست که همیشه و در همه‌جا بتوان از آن استفاده کرد بلکه ریاضیات درست فهمیدن صورت مساله و درست فکر کردن برای رسیدن به جواب است و برای به دست آوردن این توانایی، دانشجو باید صبر و پشتکار لازم را داشته باشد تا بتواند حتی به مدت چندین ساعت در مورد یک مساله ریاضی فکر کرده و در نهایت با ابتکار و خلاقیت آن را حل کند. فارغ‌التحصیلان این رشته می‌توانند پس از پایان تحصیلات، در ادارات دولتی برای مسوولیت هایی که به نوعی با تجزیه و تحلیل مسائل سروکار دارند، در بخش خصوصی در اموری همانند طراحی سیستم ها در امر بهینه‌سازی و بهره‌وری، در بخش صنعت برای اموری همانند مدل‌سازی های ریاضی و در آموزش و پرورش و ...، مسوولیت های متفاوتی را به عهده گیرند[۳].

۳-۱- زیست ریاضیاتی

زیست ریاضیاتی و نظری شاخه ای از زیست‌شناسی است که از تحلیل‌های نظری، مدل‌سازی‌های ریاضیاتی و تجریدهای موجودات زنده برای تحقیق در مورد اصول حاکم بر ساختارها، توسعه و رفتار سامانه‌ها استفاده می‌کند، در مقابل زیست‌شناسی تجربی قرار دارد که برای اثبات و تصدیق نظریات علمی، آزمایش‌های تجربی را به کار می‌برد. برخی مواقع برای تأکید بر جنبه‌های ریاضیاتی این شاخه علمی به آن زیست ریاضیاتی یا ریاضیات زیستی نیز گفته می‌شود، یا در جاهای دیگر برای تأکید بر جنبه‌های زیست شناسانه آن به آن زیست‌شناسی نظری گفته می‌شود. زیست‌شناسی نظری بیشتر بر روی توسعه اصول نظری زیست تمرکز کرده، در حالی که ریاضیات زیستی بر روی استفاده از ابزارهای ریاضیاتی برای مطالعه سامانه‌های زیستی تمرکز می‌کند گرچه که برخی مواقع این دو اصطلاح به جای هم به کار می‌روند[۴]. زیست ریاضیاتی به دنبال نمایش ریاضیاتی و مدل‌سازی فرایندهای زیستی با استفاده از فنون و ابزارهای ریاضیات کاربردی بوده که هم در تحقیقات نظری و هم تحقیقات عملی می‌توانند مفید واقع شوند. توصیف کمّی سامانه‌ها موجب می‌گردد تا شبیه سازیشان بهتر صورت گرفته و بدین طریق بتوان خواصی را پیش‌بینی کرد که ممکن است از دید آزمایشگر مغفول واقع شده باشد. این هدف نیازمند مدل‌های ریاضیاتی دقیقی می‌باشد. به علت پیچیدگی سامانه‌های زنده، زیست نظری از چندین شاخه ریاضیاتی استفاده کرده و به توسعه تکنیک‌های جدید کمک کرده‌است[۸-۵].

۴- تاریخچه

استفاده ریاضیات در زیست به قرن دوازدهم میلادی بر می‌گردد، زمانی که فیبوناچی از دنباله معروفش برای توصیف رشد جمعیت خرگوش‌ها استفاده کرد. در قرن هجدهم میلادی دانیل برنولی ریاضیات را برای توصیف اثر آبله بر روی جمعیت انسان به کار برد. رساله ۱۷۸۹ توماس مالتوس بر روی رشد جمعیت انسان، براساس مفهوم رشد نمایی نوشته شده بود. پیر فرانسیس ورهولت در ۱۸۳۶ مدل رشد لجستیک را فرموله کرد[۹].

فریتز مولر مزایای تکاملی که اکنون به تقلید مولری معروف است را در ۱۸۷۹ توصیف کرد، به گونه ای که می‌توان آن را اولین کاربرد ریاضیات در بوم‌شناسی تکاملی به منظور نمایش قدرت اثر انتخاب طبیعی به‌شمار آورد. همچنین بحث مالتوس در مورد اثرات رشد جمعیت، داروین را تحت تأثیر قرار داد: مالتوس استدلال می‌کرد که رشد نمایی است (او در آن زمان از عبارت «هندسی» استفاده کرد) در حالی که منابع (گنجایش محیط) تنها قادر به رشد حسابیست[۹].

عبارت «زیست نظری» اولین بار توسط جوهانس راینکه در ۱۹۰۱ مورد استفاده قرار گرفت. یکی از متون بنیادین در این زمینه را در مورد رشد و فرم (۱۹۱۷) اثر دارسی تامپسون[۱۰] در نظر می‌گیرند. اولین پیشگامان زیست نظری شامل رونالد فیشر، هانس لئو پرزیبرام، نیکولاس راشورسکی و ویتو ولترا می‌باشند[۱۱].

۴-۱- ارتباط زیست شناسی و ریاضیدانان

برای درک توجه به زیست شناسی از جانب ریاضیدانان، علاوه بر روش فهرست نمودن دستاوردهای مطالعاتی، میتوان به چند شاخص مهم توجه نمود. یکی از این شاخص ها نوشتن تک‌نگاره ها و کتاب‌های مرجع در زمینه ریاضیات زیستی است. در این خصوص میتوان به این نکته اشاره کرد که این دست کتاب ها در سده بیستم از[۱۲]، با پرداختی به پیشرفت ها و کاربردهای ریاضیات زیستی، آغاز شد و تا [۱۳]، با پرداختی به ریاضیات زیستی و محاسباتی، ادامه داشت. در بین سال های ۱۹۴۰ تا ۱۹۴۸ به سختی کتابی از این نوع میتوان یافت. ولی[۱۴]، با پرداختی به نظریه ریاضی ارتباطات انسانی به عنوان مفهومی در حوزه ریاضیات زیستی مفاهیم اجتماعی، آغازی دوباره بر این راه بود. وقفه ناشی از جنگ و قرار دادن موضوع اجتماعی پس از جنگ در قالب مدلهای ریاضی، هر دو قابل فهم هستند. در سالهای ابتدایی پس از ۱۹۴۰، بیشتر کتاب ها عنوان هایی چون، مبانی، پرسش ها، روش ها، کاربردها، و مانند اینها را دارند. در سال های پایانی سده بیستم، چنین کتاب هایی، عنوان هایی چون مقدمه، و مدل ها داشته اند. تکمیل اعتماد به نفس تجربیات سده بیستم به چاپ مجموعه از کتاب ها با عنوان «ریاضیات زیستی» انجامید که عنوان ثابت بسیاری از منابع در سده بیست و یکم گردیدند. پیش از سال ۱۹۴۰، کتاب مشخصی با عنوان مشابه با مجموعه منابع پس از سال ۱۹۴۰ به سختی دیده میشود. با توجه به منابعی که [۱۵] ذکر نموده، نخستین تک نگاره در زمینه ریاضیات زیستی(۱۲) میباشد. به نظر میرسد که عبارت زیست شناسی ریاضی محور، پیش از ۱۹۴۰ ابداع شده بود ولی پس از آن فراگیر گردید و در سده بیست و یکم به عنوانی عادی بدل شد. یکی از قدیمی ترین مجلات با عنوان ریاضیات زیستی "Bulletin of Mathematical Biology" است که در ابتدا، در سال ۱۹۳۹، "The bulletin of mathematical biophysics" خوانده میشد. یکی دیگر از شاخص های مهم مربوط به سده بیستم، همایش های تاثیرگذار در این حوزه است. قابل ذکر است که بیشتر این همایش ها مربوط به نیمه دوم سده بیستم است. از آن جمله میتوان به اشاره کرد. قدیمی ترین همایش ریاضیات زیستی که [۱۵] ذکر نموده است، به سال ۱۹۶۹ باز میگردد. در این همایش عنوان ریاضیات زیستی بکار گرفته شده است[۱۶].

در نیمه نخست سده بیستم، پژوهش ها و آموزش های مرتبط با ریاضیات زیستی و زیست شناسی ریاضی محور حضوری پر رنگ داشته است. ضمن اشاره به این موضوع در [۱۶۵]، سال ۱۹۲۰ به عنوان سال تولد ریاضیات زیستی مدرن، مبتنی بر دو اصل مهم، اعلان شده است. نخست، استفاده سازمان یافته از ریاضی در زیست شناسی، نه فقط به عنوان روش های کمکی، بلکه به عنوان ابزاری مفهومی و روش کلی تفکر. دوم، تلاش برای اعمال سازوکارهای تعینی و مکانیکی بر مطالعات زیست شناسی. ظهور ریاضیات زیستی به عنوان یک دستگاه ریاضی رسمی برای مطالعه زیست شناسی در سال ۱۹۲۰ نیازمند ملزومات آموزشی و پژوهشی متناسب با آن در سالهای پیشین بوده است. این جنبه از این موضوع نیازمند مطالعات جداگانه ای است. ظهور چارچوب نوین با محوریت ریاضی در مطالعات زیست شناسی محصول یک سده فعالیت های فشرده و بی وقفه بوده است. مدل های جمعیتی واقعیت های پویای مرتبط با بقا و انقراض گونه ها را هویدا ساخت[۱۷]. مدل های مرتبط با الگوهای رفتاری موثر در بقا و انقراض شکل گرفتند. در این سده ریاضیدانان بلند پروازانه به همه جنبه های حیات از جمله تنفس نزدیک شدند و برای آن مدل های متنوع و جامعی ساختند. یکی از مهمترین جنبه های این نوع مدلسازی ریاضی امکان ارتقای آن به مدل های پیشرفته تر و یا در نظر گرفتن حالت های خاص تر بوده است. یکی از پرطرفدارترین مسائل این سده موضع مدلسازی نوسانگرهای زیستی است. بسیاری از اندام ها و سازوکارهای زیستی دارای طبیعتی نوسانی هستند. مبانی شیمیایی نوسانگرهای زیستی با مثال هایی از واکنش های شمیایی پایه گذاری شد. رده دیگری از نوسانگرهای زیستی برای مدل های جمعیتی جانوری ساخته شد. یکی از این نمونه ها به کرم شب تاب و رقابت فرکانسی آنها برای همزمان مربوط میگردد که بر اساس آن مفهوم های قفل- فاز و گذر- فاز مورد استفاده قرار گرفت. یکی از نوآوریهای نیمه دوم سده بیستم، پیوند درمان یک عارضه در یک فرد با جلوگیری از شیوع آن در یک جامعه است. یکی از نوسانگرهای زیستی که بسیار مورد توجه قرار گرفته است، قلب و فشار خون است. به این فهرست میتوان مطالعات بسیار متنوع در خصوص مدل های ریاضی سرطان ها)، مدلسازی دیابت، ایدههای طراحی کنترل کننده های خودکار دیابت و پانکراس مصنوعی و بسیاری از موضوعات دیگر را اضافه کرد. در خصوص کنترل بهینه و ارتباط آن با سایبرنتیک، میتوان به این نکته توجه نمود که در مدلسازیهای زیستی، بحثی در خصوص بهینگی در درون ساختار مدل مطرح نیست. به این دلیل که اصولا، مقوله بهینه سازی در حیات، ارگانیزم ها و اندام ها، موضوع مورد بحث مدل سازی نیست. علت این این امر اصل انتخاب طبیعی و سازوکار غیر برگشتی آن است. طبیعت ساختاری همچون یک سامانه پسخور ندارد. البته، در سایبرنتیک، سازوکار پسخور و کنترل بهینه وجود دارد زیرا سایبرنتیک علم ارتباط ماشین با دنیای زنده است و بخش ماشینی آن در کنترل بشر بوده امکان طراحی کنترل، پسخور، و کنترل بهینه بر اساس سازو کاری برگشتی در آن وجود دارد. این فعالیت ها در سده بیست و یکم با توجه به جزییات بیشتر، مدلهای کاراتر، محاسبات دقیق تر، و با استفاده از نظریه های پیچیده تر ریاضی ادامه یافت. مصادیق رسیدن به مرحله ای جدید از ارتباط ریاضی و زیست شناسی در سده جدید صرفا این پیشرفت های جدید نیستند. زیرا این پژوهش های پیشرفته تر در چارچوب تفکرات سده بیستم قابل تداوم است و هرچند جزییات بیشتری دارد، ولی همان فکر سده پیشین است. در سده بیست و یکم چیزی بیش از پرداختن به جزییات در حال وقوع است. برای درک جزییات این پدیده، لازم است که به این رخداد ها از منظری مدرن تر بنگریم. دریچه ورود به فهم زیست ریاضی سده بیست و یکم از راه درک فعالیتهای اصیل سده بیستم میسر است که در آن پایه های زیست شناسی سامانه ها بنا نهاده شد. این ایده کلی از تمام قدرت ریاضیات موجود، با حفظ امکان به کار بستن قدرت آینده، آن بهره گرفت و ساختاری بنا نهاد که طبیعتی متناسب با سده بیست و یکم دارد. این تناسب داشتن قادر به تبدیل شدن به ابزاری قدرتمند است، ولی سده بیست و یکم طبیعتی متمایز دارد و بسیار فراتر از زیست شناسی سامانه ها خواهد ایستاد. در آستانه این ظهور نوین، در دو دهه نخست این سده شاهد استفاده تمام عیار از ریاضیات در زیست شناسی هستیم که یکی از پرنمود ترین نمادهای آن سنتز داروها و محاسبات دقیق اثر آن در بدن است. از جمله این فعالیت ها میتوان به تاثیر تاخیر و صورتگرایی آنالیز تابعی به ویژه قضیه نمایش ریس و ابزار هندسی در آن مانند آنالیز تانسوری اشاره کرد. آمیخته شدن نظریه گراف با هندسه و معادلات دیفرانسیل امکان ایجاد ساختارهای ترکیبی پیچیده را فراهم کرد. ایستادن در این آستانه برای بشریت بسیار پرشکوه است و نوید آینده ای کاملا متفاوت را میدهد. از نمودهای این رخداد، تکاپوهای بسیار در زمینه تجدید نظرهای اساسی در آموزش ریاضی در زیست شناسی است. باید توجه داشت که بسیاری از فعالیت های دو دهه نخست سده بیست و یکم، فارغ از پیچیدگی های ریاضی آن، از منظر روششناسی، تکرار روش های دوره پیشین محسوب میشود و در بسیاری از موارد تمریناتی برای دستاوردهای قبلی است. آنچه که ساختار منحصر بفرد دوره جدید را میسازد مستقل از این فعالیت های تکراری است و توسط تعداد محدودی از ایده پردازان بلند پرواز در حال ساختن است. همانگونه که در بین انبوه فیزیکدانان و ریاضی دانان تکرار کننده روش شناسی سده های پیشین، جمع محدودی از فیزیکدانان ریاضیدان در سده بیستم، نظریه های نوین فیزیک را، نه لزوما با استفاده تمام عیار از ریاضی، بلکه با دخالت و اثر در خلق ریاضیاتی نو شکل دادند. همواره ریاضیدانانی بوده اند که فهم عامه بر آن بوده است که فیزیکدان نیستند ولی اینکه چنین خلق کنندگانی صرفا فیزیکدان بوده اند و یا ریاضیدان نیز بوده اند دشوار بوده است. از این منظر، در آینده ریاضیدانانی خواهند بود که از زیست شناسی چیزی قابل توجهی نمیدانند، ولی تمایز اینکه زیست شناس آینده ریاضیدان نیز هست یا نه کار بسیار دشواری خواهد بود[۲۴-۱۸].

۵- نتیجه گیری

ذکر همه مصادیق در جهان و یا ایران در چنین نوشته کوتاهی به هیچ وجه امکان پذیر نبوده است. هدف اصلی این است که دریچه ای جدید برای گفتگوی میان ریاضی و زیست شناسی در میان دانشمندان ایران باز گردد و ظرفیت استفاده از شرایط موجود برای پیشرفت و فناوری مورد تذکر قرار گیرد. هر کدام از مباحث مطرح شده قابلیت تبدیل به گفتگویی سازنده را دارند. در این خصوص، برای برقراری ارتباط و تبادل نظر پرداختن به فلسفه زیست شناسی در کنار فلسفه ریاضی میتواند بسیار مفید باشد، دنیا همواره در حال نو شدن است، زیست شناسی نیز از این امر جدا نبوده است. برای موثر شدن فعالیت های زیست شناسی، اینک، درآمیختن با ریاضی، و نه صرفا استفاده آن از ریاضی، ضرورت یافته است. نادیده گرفتن این پدیده، با اصرار بر پیروی از سنت موجود، نتیجه ای جز زیست شناسی سنتی بی خلف و یا زیست شناسی مدرن بی سلف نخواهد داشت. نخستین گام برای حضور در این عرصه، آموزش متناسب با این شرایط است. برای برنامه ریزی چنین آموزشی، باید تفکر متناسب با آن را دریافت.

۶- مراجع

[1] Piaggio, H. T. H., "Sadleirian Professors", in O'Connor, John J.; Robertson, Edmund F. (eds.), MacTutor History of Mathematics archive, University of St Andrews

[2] Robinson, Sara (June 2003). "Still Guarding Secrets after Years of Attacks, RSA Earns Accolades for its Founders" (PDF). SIAM News. 36 (5). Archived from the original (PDF) on 16 January 2017. Retrieved 1 November 2019.

[3] Karsai I. and G. Kampis, The Crossroads between Biology and Mathematics: The Scientific Method as the Basics of Scientific Literacy, BioScience, Vol. 60, No. 8, pp. 632–638, 2010.

[4] What is mathematical biology | Centre for Mathematical Biology | University of Bath". www.bath.ac.uk. Archived from the original on 23 September 2018. Retrieved 2018-06-07.

[5] There is a subtle difference between mathematical biologists and theoretical biologists. Mathematical biologists tend to be employed in mathematical departments and to be a bit more interested in math inspired by biology than in the biological problems themselves, and vice versa." Careers in theoretical biology .2019. Wayback Machine

[6] Longo, Giuseppe; Soto, Ana M. (2016-10-01). "Why do we need theories?" (PDF). Progress in Biophysics and Molecular Biology. From the Century of the Genome to the Century of the Organism: New Theoretical Approaches. 122 (1): 4–10. doi:10.1016/j.pbiomolbio.2016.06.005. PMC 5501401. PMID 27390105.

[7] Montévil, Maël; Speroni, Lucia; Sonnenschein, Carlos; Soto, Ana M. (2016-10-01). "Modeling mammary organogenesis from biological first principles: Cells and their physical constraints". Progress in Biophysics and Molecular Biology. From the Century of the Genome to the Century of the Organism: New Theoretical Approaches. 122 (1): 58–69.

[8] Robeva, Raina; et al. (Fall 2010). "Mathematical Biology Modules Based on Modern Molecular Biology and Modern Discrete Mathematics". CBE Life Sciences Education. The American Society for Cell Biology. 9 (3): 227–240.

[9] Mallet, James (July 2001). "Mimicry: An interface between psychology and evolution". PNAS. 98 (16): 8928–8930. Bibcode:2001PNAS...98.8928M.

[10] Ian Stewart (1998), Life's Other Secret: The New Mathematics of the Living World, New York: John Wiley, 978. 0471.

[11]Evelyn Fox Keller (2002) Making Sense of Life: Explaining Biological Development with Models, Metaphors and Machines, Harvard University Press,978-0674.

[12] Rashevsky N., Advances and Applications of Mathematical Biology, The University of Chicago press , 1940.

[13] Mazumdar J., An Introduction to Mathematical Physiology and Biology, 2nd edition, Cambridge University Press, 1999.

[14] Rashevsky N., Mathematical Theory of Human Relations: an Approach to a Mathematical Biology of Social Phenomena, Principia Press, 1949.

[15] Swan G. W., A Bibliography of Mathematical Biology, In van den Driessche P, (eds) Mathematical Problems in Biology, Lecture Notes in Biomathematics, Vol 2. Springer, 1974.

[16] Israel G., On the Contribution of Volterra and Lotka to the Development of Modern Biomathematics, History and Philosophy of the Life Sciences, Vol. 10, No. 1, pp.37 – 49, 1988.

[17] erron J., Alfred Lotka and the Mathematics of Population, Electronic Journal for History of Probability and Statistics, Vol. 4, No. 1, June 2008.

[18] Sturis J., I. J. Kurland, M. M. Byrne, E. Mosekilde, Ph. Froguel, S. J. Pilkis, G. I. Bell and K. S Polonsky, Compensation in Pancreatic β-Cell Function in Subjects With Glucokinase Mutations, Diabetes, Vol. 43, No. 5, pp. 718-723, 1994.

[19] Sud V. K., R. S. Srinivasan, J. B. Charles and M. W. Bungo, Mathematical Modelling of Flow Distribution in the Human Cardiovascular System, Medical and Biological Engineering and Computing, Vol. 30, pp. 311–316, 1992.

[20] Swan G. W., A Bibliography of Mathematical Biology, In van den Driessche P, (eds) Mathematical Problems in Biology, Lecture Notes in Biomathematics, Vol 2. Springer, 1974.

[21] Tehrani F. T., Mathematical Analysis and Computer Simulation of the Respiratory System in the Newborn Infant, IEEE Transaction on Biomedical Engineering, Vol. 40, No. 5, pp.475-481, 1993.

[22] Thrall R. M. D., J. A. Mortimer, K. R. Rebman, R. F. Baum, Some Mathematical Models in Biology, Technical Report, University of Michigan, Wiley, 1967.

[23] Woo S. L. Y., A. S. Kobayashi, C. Lawrence, and W. A. Schlegel, Mathematical Model of the Corneo-Scleral Shell as Applied to Intraocular Pressure-Volume Relations and Applanation Tonometry, Annals of Biomedical Engineering, Vol. 1, No. 1, pp. 87-98, 1972.

[24] Wai-yuan T., Stochastic Modeling of AIDS Epidemiology and HIV Pathogenesis, Springer, 2000.