پردازش مدل‌های زیست محیطی
در کشورهای در حال توسعه

(دریافت ۷۹/۸/۸ پذیرش ۸۰/۷/۱۹)

علی‌اکبر پیرعزیزی*

چکیده

مروری بر مباحث علمی حاضر در کشور، به خصوص بخش تحقیقات منابع آب، نمایانگر استقبال فراوان از کاربرد مدل‌ها برای حل مشکلات زیست محیطی است. البته به دلیل عدم انتشار غالب این موارد، هرگونه اظهار نظری بر مبنای تجربیات نویسنده درباره عدم توجه و یا توجه نامناسب تحلیل‌ها به مدیریت جامع منابع آب است که عمده دلایل چنین نظری عبارتنداز:

۱- علی‌رغم توان مدل‌ها برای حل مشکلات مدیریت جامع زیست محیطی منابع آب، تحلیل‌گر بایستی تجربه و تخصص کافی در زمینه مدیریت و برنامه‌ریزی محیط زیست را داشته باشد. زیرا، تاکنون دیدگاه غالب بر جامعه مهندسی کشور این بوده است که داشتن دانش ریاضی برای تحلیل‌گر کافی است. لیکن نظر به چند بعدی بودن مشکلات زیست محیطی منابع آب، همانند دیگر سیستم‌های زیست محیطی، در هنگام تحلیل نیاز به درک و شناخت چنین سیستم‌هایی است. از آنجایی که در کشورهای در حال توسعه، دانش و قضاوت تخصصی مبتنی بر تجربه، کاربردی فراتر از نتایج پردازش مدل‌ها دارند، مدل‌ها در اصل بایستی موجب ارتقای چنین دانشی شوند.

۲- بسیاری از مسائل و موضوعاتی که اجزای برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست را تشکیل می‌دهند از چارچوب خاصی برخوردار نبوده و بنابراین سنجش آنها با یک روش خاص علمی به راحتی امکان‌پذیر نبوده و در چارچوب تحلیلی خاصی نیز قرار نمی‌گیرند. برای مثال، تحلیل عوامل اقتصادی و یا فیزیکی، بسیار ساده‌تر از ویژگی‌های فرهنگی و اجتماعی است. چه بسا برخی از عوامل اجتماعی و یا فرهنگی در مراحلی از مدیریت بسیار مهم‌تر از ملاحظات فنی-فیزیکی باشند. در چنین شرایطی است که در به کارگیری روش‌های تحلیلی بایستی نهایت دقت صورت پذیرد تا نتایج حاصله در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی قابل کاربرد باشند. لذا، پیش از این که بتوان جایگاه مدل‌پردازی را در کشورهای در حال توسعه تبیین نمود، بایستی از فرآیند مدیریت (پایدار منابع) محیط زیست شناخت و درک کافی داشت.

۳- حتی با درک و شناخت نسبتاً کافی از سیستم‌های زیست محیطی نیز به دلیل ساختار نیروی انسانی، مسائل مالی و دیگر تنگناها، اعتبار داده‌های گردآوری شده در کشورهای در حال توسعه مسئله بسیار مهمی است که در مقاله حاضر به تفصیل به آن پرداخته شده است.

کاربری مدل‌های زیست محیطی

پیش از پرداختن به کاربرد مدل‌ها در کشورهای در حال توسعه در کل، و بالاخص ایران، برخی از مشکلات بحرانی در پردازش مدل‌های زیست محیطی وجود دارند که بایستی مورد توجه قرار گیرند. در ضمن، اهمیت موضوعاتی که در این مقاله مورد بحث قرار گرفته‌اند ممکن است با دیگر کشورهای در حال توسعه متفاوت باشد. حتی امکان آن هست که نوع مطالعه این موضوعات نیز با یکدیگر متفاوت باشد. بنابراین مقاله حاضر قصد جمع‌بندی این موضوعات به عنوان روشی برای کلیه مشکلات کاربرد مدل‌های زیست محیطی در کشورهای در حال توسعه را نداشته و صرفاً با دیدگاه کلی به مشکلات کاربرد مدل‌ها در ایران می‌پردازد. مهم‌ترین مشکلات کاربرد مدل‌ها در ایران عبارتنداز :

* استادیار دانشکده عمران ، دانشگاه علم و صنعت ایران

۱- استنباط فرآیند تصمیم‌گیری

هر چند که اغلب مقالات در باره تحلیل سیستم‌های محیط زیست انباشته از واژه‌هایی مانند " تصمیم‌گیرنده" و "سیاست‌گذار" است، لیکن معدود تحلیل‌گرانی در حیطه کاربرد مدل‌ها هستند که استنباط صحیحی از فرایند تصمیم‌گیری در دنیای واقعی دارند. واژه تصمیم‌گیرنده مورد نظر کلیه مقالات مربوط به کاربرد مدل‌ها (مدل‌پردازی) در حقیقت به فردی اتلاق می‌شود که بایستی میان گزینه‌های ارائه شده از طریق پردازش مدل‌ها و آن هم بر اساس ضوابط خاص از پیش تعیین شده، تصمیم‌گیری نماید. بنابراین جای تعجب نیست که اغلب تحلیل‌های ارائه شده توسط پردازش مدل‌ها برای تصمیم‌گیری در دنیای واقعی ناکافی و یا نامرتبط باشند. در چنین حالاتی شرایط تصمیم‌گیری نیز از ویژگی‌های درک تصمیم‌گیرنده در شرایط زمانی متأثر می‌شود.

از آنجایی که تصمیم‌گیری یک علم نیست، بلکه یک هنر است، لذا در پردازش مدل‌ها بایستی از تصمیم‌گیری درک روشنی داشت. در کشورهای در حال توسعه، کاربران مدل‌ها تجربه مستقیمی در فرایند تصمیم‌گیری ندارند و از دیدگاه آنها تصمیم‌گیری امری دیوان سالاری است. زیرا، در این کشورها زمانی که نتایج حاصله از فرآیند پرهزینه و زمان بر پردازش مدل‌ها در اختیار تصمیم‌گیرندگان قرار می‌گیرند، این نتایج از دیدگاه تصمیم‌گیری امری بدیهی و ساده وانمود می‌کند که این موضوع خود نمایانگر عدم کاربرد نتایج حاصله از پردازش مدل‌ها در تصمیم‌گیری‌ها است.

۲- تأکید بر موضوعات و مسائل تئوریک

مروری شتابزده بر مجلات تخصصی در باره تحلیل سیستم‌ها (کاربرد مدل‌ها) و ارتباط آنها با مشکلات زیست محیطی، نمایانگر گسترش سریع کاربرد مدل‌ها و تحلیل‌های ریاضی در مورد منابع طبیعی(محیطی) در جهان است. مدیریت منابع، بی شک یکی از عرصه‌های زیست محیطی است که روند پردازش مدل‌ها در مورد آن سریعاً در حال گسترش است. برای مثال نگرشی نقادانه به مقالات انتشار یافته در مجله تحقیقات منابع آب[1] (WRJ) در دوره۸۵-۱۹۶۵ نشان می‌دهد که از کل ۲۸۵۲ مقاله انتشار یافته، ۷۲۳ مقاله (۲۸٪) در مورد تحلیل سیستم‌ها (کاربرد مدل‌ها) است که توسط متخصصین آب ایالات متحده آمریکا نوشته شده است. از ۷۲۳ مقاله فوق، فقط ۳۸ مقاله(۵/۲۵٪) به پروژه‌های مشخص آبی مربوط است که از آنها فقط ۳ مقاله (۰/۸ درصد از کل ۳۸ مقاله) در برگیرنده تازه‌های مدل‌سازی در این مقوله بوده و از این ۳ مدل فقط یکی (تقریباً ۰/۳ درصد از کل ۳۸ مقاله) بهینه‌سازی شده بود.

در سال ۱۹۶۵ از کل مقالات انتشار یافته در مجله تحقیقات منابع آب (WRJ)، ۲۵٪ مقالات در مورد کاربرد مدل‌ها و (تحلیل سیستم‌ها) بوده که این ارقام در سال ۱۹۸۵ به ۵۰٪ ارتقاء یافت. حال اگر فرض شود تعداد مقالات منتشره ارتباط تنگاتنگ با کاربرد مدل‌های ارائه شده در مقالات دارند. بایستی اذعان داشت که مروری بر مقالات نمایانگر اشتباه بودن این فرض است . هر چند که معدود مدل‌هایی هستند که در کشورهای توسعه یافته با موفقیت در مدیریت محیط زیست مورد استفاده قرار گرفته‌اند ولی نگاهی اجمالی به مقالات منتشر شده در مورد مدل‌ها نشان می‌دهد که ۹۹٪ این مقالات صرفاً در بر گیرنده دیدگاههای نظری هستند که یا با سیستم‌های زیست محیطی ارتباطی نداشته‌اند و یا این ارتباط بسیار ناچیز بوده است.

امروزه تأکید زیادی بر کاربرد مدل‌های پیچیده‌تری است که از روش‌های ریاضی و پردازش‌های رایانه‌ای استفاده روزافزون‌تری دارند. در حال حاضر، پیچیدگی هر چه بیشتر مدل به عنوان شاخص کیفیت آن مطرح می‌شود. در اغلب موارد، در کاربرد مدل، با تمرکز بر بازده و پیچیدگی روش‌های ریاضی، به پتانسیل بهره‌مندی، هزینه و مشکلات محیط زیست واقعی توجه چندانی نشده و در لوای ضرائب خاص و مفروضات تحلیل‌گر از شرایط واقعی به موضوع پرداخته می‌شود. این در حالی است که انتظار می‌رود دیدگاههای نظری و تئوریک مدل‌ها، کمکی در گسترش مرزهای دانش و رفع ابهامات حاکم بوده و با رفع یکسونگری و تناقص باورها در راستای تصمیم‌گیری برای مدیریت بهینه محیط زیست کاربرد داشته باشد [۱].

نگاهی اجمالی به روند و تاریخچه مدل‌سازی در جهان مؤید موضوع فوق است. برای مثال در سال ۱۹۲۵ برای

[1] Water Resources Journal

سنجش تأثیرات آلودگی بر آب شرب و با هدف کنترل آلودگی و بهداشت محیط در رودخانه اوهایو، مدل‌سازان از معادله دیفرانسیلی ساده کمبود اکسیژن استریتر-فلپز [۱۳] استفاده کردند.با پیشرفت علم پردازش رایانه‌ای و قابلیت‌های بالای پردازش مشکلات پیچیده‌تر زمانی-مکانی، برای مدیریت کیفی آب در منطقه دلاور[1]، در سال ۱۹۶۳ مدل DECS پدید آمد. این مدل در اصل با استفاده از الگوریتم قبلی، نوع ارتقا یافته (چند بخشی) همان معادله کمبود اکسیژن استریتر- فلپز بود که بار آلودگی در چند منبع ثابت آلودگی در طول محیط آبی را بررسی می‌کرد [۱٤]. مدل فوق موجب پایه‌گذاری و ایجاد مدل DOSAG [۷] در سال ۱۹۷۰ شد. این مدل برای حل حالت ثابت مشکل کمبود اکسیژن در سازمان توسعه منابع آب تگزاس[2] (TWDB) در سال ۱۹۷۰ با ارتقای مدل قبل [٦]، مدل QUAL I را برای تعیین ارتباط DO-BOD ایجاد کرد که به علاوه توان شبیه‌سازی تبادل انرژی حرارتی از تداخل آب - هوا را هم داشت. در سال ۱۹۷۳ شرکت مهندسین منابع آب[3] (WRE) با ارتقای مدل QUAL I برای EPA مدل QUAL II را ایجاد کردند که با استفاده از همان الگوریتم قبلی، توانایی شبیه‌سازی سیستم‌های فیزیکی پیچیده و سنجش اثرات بارگذاری مواد مغذی بر اکوسیستم‌های آبی را نیز داشت[۸]. که بعدها با اندکی تغییر جهت پهنه‌های بار آلودگی مورد کاربرد قرار گرفت.

سپس نوبت به مدل‌های ریاضی رسید که توان تحلیل فرآیندهای بیولوژیک را داشته باشند که از مهم‌ترین آنها می‌توان از سه سری مدل‌های CLEAN ، CLEANER و MSCLEAN در سال ۱۹۷٤ نام برد[۱۲]. به دنبال این سری مدل‌ها در سال ۱۹۷٦ مدل‌سازان توجه خود را به مشکلات اکولوژیک دریاچه‌ها معطوف داشتند که منجر به ایجاد مدل LAKECO شد [۳]. سپس توجه‌ها به سرانجام مواد سمی در سیستم‌های رودخانه‌ای معطوف شد که موجب شکل‌گیری مدل WASP در سال ۱۹۸۱ شد [٥]. ارتقای مدل فوق جهت بخش‌بندی میان مواد معلق و بستر موجب ایجاد مدل TOXIWASP شد، که این مدل نیز به

[1] Delaware
[2] Texas Water Development Board
[3] Water Resources Engineers

مدل پیچیده‌تر رسوبات آلوده SERTATRA ارتقا یافت [۱۱]. به دنبال دیدگاه‌های فوق در سال ۱۹۸۵، مدل‌های کیفیت سیستم رودخانه- مخزن پای به عرصه گذاردند که از مهم‌ترین آنها می‌توان از QUAL R۱ نام برد که مدلی است یک بعدی و برای سیستم کیفیت مخزن‌آب مورد استفاده قرار می‌گیرد[٤].

در سال ۱۹۸۵ نوعی بازنگری در دیدگاه‌های مدل‌سازان و تحلیل‌گران سیستم به چشم می‌خورد، که در پی آن مدل QUAL II ارتقاء یافته و با بهره‌گیری از نظریه‌های شرکت مهندسین منابع آب آمریکا (WRE) مدل QUAL 2E پدید آمد. می‌توان از این مدل به عنوان نخستین پایه‌های مدل‌های اکولوژیک در منابع آب (به خصوص دریاچه‌ها و آبگیرها) نام برد[۱۰]. در سال ۱۹۸۷ با ارتقای مدل QUAL 2E شاهد ایجاد مدلQUAL 2E-UNCAS هستیم که دارای سه انتخاب جهت سنجش عدم قطعیت و تحلیل حساسیت است. این مدل را می‌توان از گام‌های پیشرفته‌تر تحلیل سیستم‌ها نام برد که جهت دست‌یابی به سیستم‌های تصمیم‌گیری ایجاد شده، هر چند که کاربرد مشخص آن در مورد پهنه‌های بارگذاری فاضلاب است. مدل فوق دیدگاه‌های مدل‌سازان را به مدل‌های شبکه‌ای معطوف می‌سازد که نتیجه آن مدل DWRDSM در سال ۱۹۸۹ است.

اما مروری بر مدل‌های فوق نشان می‌دهد که این مدل‌ها صرفاً در برگیرنده دیدگاه‌های تحلیل‌گران از مشکلات زیست‌محیطی بوده و مثال‌های متعدد در این مورد نشان می‌دهد که جزئیات فنی ساختار علمی (پیرامون مشکلات زیست محیطی) کاملاً وابسته به آمار نبوده و بلکه تابعی از اهمیتی است که متخصصین به عوامل گوناگون می‌دهند.

۳- روش تحقیق

مشکل عمده اغلب کشورهای در حال توسعه در دهه‌های اخیر، مشکل " روش تحقیق" است. در این کشورها به جای توجه به روش تحقیق، متخصصین فن (بعضاً برای سهولت کار یا دسترسی)، تمایل به ابزار تحقیق نشان داده‌اند که از جمله می‌توان از تأکید متخصصین بر مدل‌هایی مانند SWMM ، WASP و QUAL II نام برد. هر چند این مدل‌ها از لحاظ مسائل نظری کار آزموده‌اند،

لیکن در مورد انطباق آنها با فرایندهای برنامه‌ریزی و مدیریت زیست محیطی (پایدار) منابع آب و چارچوب‌های سازمانی و تصمیم‌گیری حاکم بر این کشورها ابهامات و تردید بسیاری وجود دارد.

متخصصین کشورهای در حال توسعه، به خصوص در حیطه مدیریت منابع آب، با توسل به برخی از داده‌های ورودی که در کشور مورد نظر موجود است، بر روی این مدل‌ها (بدون توجه به الگوریتم و محدودیت‌های حاکم بر مدل) به عنوان مدل جعبه سیاه کار می‌کنند. بعد از مدتی، بدون توجه به روند ساخت، الگوریتم و بهینه‌سازی مدل، خود را مجهز به مدلی به عنوان ابزار کارشناسی دقیق کرده و به عنوان متخصص مدل‌سازی، سعی در ارائه راه حل برای مشکلات تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب دارند. جای تعجب نیست که بدون در نظر گرفتن چارچوب نظری (الگوریتم) و شرایط کاربرد مدل‌ها، فرایند مدل‌سازی در میان اکثر متخصصین کشورهای در حال توسعه به فرایند مدل پردازی تبدیل شود.

برای مثال، پایه‌های نظری و شرایط ایجاد مدلی مانند QUAL II به تفکر خاص متخصصین کشور ایجاد کننده مدل مربوط است که با توجه به مشکلات خاص روز در مورد ویژگی (مشکل) خاصی شکل گرفته است. حال این که در کشور ما، بدون در نظر گرفتن ویژگی داده‌های موجود و در دسترس، جنبه‌های محلی مشکلات کیفیت رودخانه‌ها و نیازهای محلی کاربرد مدل‌ها، این مدل مورد استفاده قرار می‌گیرد. حال اگر، در اصل در قبال یک مشکل پژوهشی و جهت پهنه‌بندی آن مشکل در مسیر رودخانه‌ای (که از دیدگاه مدیریت منابع آب نقش حیاتی رادر کشور بازی می‌کند) و به صرف این که بازده مدل در موارد مشابه تحقیقاتی ارائه کننده چنین خواسته تحلیل‌گر است، مدل مد نظر مورد استقبال قرار گیرد، آیا نتایج چنین تحقیقاتی امکان کاربرد در فرایند تصمیم‌گیری و اعمال مدیریت منابع آب را خواهد داشت؟

این موضوع تا حدی پیش رفته است که حتی تأثیر به سزایی در برنامه‌های آموزشی مدیریت کیفی منابع آب نیز گذارده است. امروزه در غالب دانشکده‌های فنی و معتبر کشور، این مدل (در کنار مدل‌های معدود دیگر) به عنوان ابزاری کارآمد توصیه شده و آموزش داده می‌شود. این در حالی است که در اواخر دهه ۹۰ حتی خود کشورهای ایجاد کننده مدل، قطعیت مدل را زیر سؤال برده‌اند [۹]. در جایی که کشورهای بانی مدل برای تعیین کارایی مدل به روش‌های تحلیل اعتمادپذیری متوسل شده‌اند. آیا مدل حاضر می‌تواند در پروژه‌های مهم توسعه منابع آب کشور به عنوان یکی از مهم‌ترین ابزار تصمیم‌گیری سعی در ایجاد و حفظ جایگاه ثابت خود داشته باشد؟

٤- روش‌های ساختاری مدل‌ها

بررسی و نقد معدود مدل‌های زیست محیطی که امروزه در کشورهای در حال توسعه در مورد منابع آب مورد استفاده قرار می‌گیرند، نشان می‌دهد که قریب به تمام این مدل‌ها، ویژگی ساختاری[1] دارند. صرف نظر از این که در دنیای واقعی، محیط زیست از پیچیدگی‌های خاص خود (نظر به اصل کلیت محیط) برخوردار است، مدل‌ها با تأکید بر دقت بالای ریاضی و پیش‌فرض‌های خاص خود، می‌توانند پاسخگوی تحلیلی خوبی برای محدوده‌های خاصی از مشکلات باشند. لیکن غالب شبیه‌سازی‌های ایجاد شده از کاربرد مدل‌های ریاضی در منابع آب به عنوان ادعایی از دنیای واقعی محسوب می‌شوند که تأکید بر تبعیت شاخص‌های محیطی (و ارتباطات اندرکنشی پیچیده آنها) از فرمول‌های ریاضی مدل‌ها را دارند. شاید اغراق نباشد اگر اذعان شود که تهیجات دیدگاههای نظری و کاربرد محدود مدل‌ها در حل مشکلات، بر درک مشکلات و پیچیدگی‌های محیطی ارجحیت یافته است. از ظواهر امر چنین بر می‌آید که موضوع اصلی و مد نظر در مورد کیفیت مدل‌ها، در اصل قابلیت نشر آنها به صورت مقاله‌های علمی باشد تا کاربردی بودن آن‌ها در حل مشکلات دنیای واقعی.

٥- تأکید تک بعدی بر مدل پردازی

شاید بتوان مدل‌پردازی را به عنوان تأکید بر کاربرد مدل‌های پیش ساخته و روش‌های بهینه‌سازی و واسنجی آنها تعریف نمود. چنین تأکیدی در کشورهای در حال توسعه و به خصوص ایران موجب شده که (علی‌رغم تأکید متخصصین آب در کشور) تحلیل سیستم‌ها (از

[1] Mechanistic

طریق مدل‌پردازی) برای قاعده‌مند کردن سیاست‌ها و سیاست‌گذاری در قبال بهره‌برداری از منابع محیطی، کارایی لازم را نداشته باشد (نگاهی به پیشنهادهای طرح‌های تحقیقاتی ارائه شده به سازمان مدیریت منابع آب وزارت نیرو در سال‌های گذشته مثالی کوچک از این تأکید است). در اصل این امر باعث شده تا هدف پایه در کاربرد مدل‌ها صرفاً اعتبار علمی آنها باشد که همین امر کارایی و فایده مندی مدل‌ها در فرایند تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری هدفمند و سیستماتیک را محدود نموده است.

نظر به چند بعدی بودن محیط زیست، برای آنالیز و تحلیل سیستم‌ها، علاوه بر عوامل فنی و اقتصادی، نیاز است که دیگر جنبه‌های محیطی و ساختارهای اجتماعی- سیاسی نیز مورد توجه قرار گیرد. (به زبان ساده‌تر دست‌یابی به سیستم‌های تصمیم‌گیری) بر کلیه متخصصین واضح است که موارد یاد شده به سادگی در چارچوبی رسمی قابل بررسی نبوده و مشکلات اجرایی عدیده‌ای را به دنبال دارد. از طرفی، با توجه به شرایط موجود دانش فنی و نحوه کاربرد مدل‌ها در ایران، به نظر می‌رسد که کاربرد مدل توان ارتباط توأم با مسائل چند بعدی جهت ارائه راهکارهای سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری را ندارد. زیرا، غالب مدل‌های مورد کاربرد در مدیریت منابع آب از ساختار علت و معلولی برخوردار بوده که در بهترین حالت، روند پردازش ریاضی و آموزش را ارتقاء می‌دهد. این در حالی است که در سیستم تصمیم‌گیری نیاز به ساختارهایی است که واقعیت‌ها را بر مفروضات و پردازش‌های ذهنی ارجحیت دهد.

٦- عدم توجه به شاخص‌های مدیریت منابع آب

از آنجایی که در مدل‌ها، شاخص‌های مدل‌سازی از پیش تدوین شده و فقط با عواملی مرتبط هستند که ساختار مدل تبیین می‌کند، لذا در غالب موارد پویایی و عدم قطعیت‌های سیستم تصمیم‌گیری مدیریتی در این قالب‌ها نمی‌گنجند. از این رو اغراق نیست اگر اذعان شود که تحلیل سیستم‌ها در کشور با مشکلات واقعی سیستم تصمیم‌گیری آشنا و یا منطبق نباشد.

برای برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب در کشور نیاز به شاخص‌هایی است که توان پایه‌گذاری مدیریت بهینه توسعه منابع آب را در شرایط موجود و آینده داشته باشند. برای مثال، چند نمونه از شاخص‌های مد نظر به شرح زیر ارائه می‌شوند :

١- تحلیل دوره‌ای رسوب در رودخانه (به عنوان شاخص رسوب دوره‌ای)

٢- میانگین ٥ ساله بارش اولیه (به عنوان شاخص پویایی بارش)

٣- خطوط هم باران اولیه (به عنوان شاخص مقایسه)

٤- ریزش بارش بعدی در فواصل جغرافیایی (به عنوان شاخص حرکت بارش)

٥- میزان آب ذخایر به خصوص رودخانه‌های کشور (به عنوان شاخص مقایسه روند)

٦- روند کاهش و افزایش دبی (به عنوان شاخص پهنه‌بندی اقلیمی دبی)

حال اگر فرض شود برای مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب بر روی یکی از رودخانه‌های کشور (برای مثال رودخانه جاجرود) به اطلاعاتی از این قبیل نیاز باشد و از آنجایی که بر مبنای اطلاعات موجود از ٢٥ ایستگاه هیدرومتری در طول مسیر رودخانه فقط دو ایستگاه رودک و ورامین (انتهای مسیر) دایر است، چگونه می‌توان به تحلیل مناسب در تصمیم‌گیری دست یافت؟ اگر بر مبنای چنین سیستم اطلاعاتی تصمیم‌گیری نیز انجام پذیرد، چه مشکلات و معضلاتی در راه‌حل‌های ارائه شده ممکن است پیش آید؟ آیا سیستم تصمیم‌گیری قادر به ارزیابی این مشکلات و معضلات خواهد بود؟

این قبیل مسائل، نه تنها از اهمیت ویژه‌ای در سیستم تصمیم‌گیری مدیریت منابع آب برخوردارند، بلکه در کل در برگیرنده کلیت توسعه پایدار منابع آب در سطح ملی نیز هستند. برای مثال، بیسواس [٢] در سلسله مطالعاتی که در مورد خشکسالی دریاچه ولتا انجام داده بود، نشان داد که سطح آب دریاچه تا بیش از ٣ متر زیر حداقل مورد نیاز برای طرح تولید برق آکوسامبو افت داشت که این مشکل باعث کاهش ظرفیت تولید برق این طرح شد. در اثر این کاهش، کشورهای غنا، بنین و توگو با کمبود جدی انرژی برق مواجه شدند. متعاقباً صنایع پایه و خدمات نیز از این امر متأثر شدند. از طرفی تقاضا برای سوخت فسیلی افزایش یافت و این مسئله موجب کاهش دسترسی به سوخت و هزینه‌های بالای آن در بخش کشاورزی شد. نتایج حاصل از برآوردهای اقتصادی در این دوره زمانی

نمایان‌گر خسارات شدیدی بر محصولات کشاورزی و صنعتی این کشورهاست. نتیجه این که در قبال خسارات وارده، سطح استاندارد زندگی مردم در این کشورها نیز کاهش یافت. تودورف [۱۵] در این مورد پیشنهاد می‌کند که نظر به شرایط نامطمئن کاربرد مدل‌ها در کشورهای در حال توسعه، بایستی توجه خاصی به شاخص‌های عدم قطعیت در مدیریت منابع آب مبذول شود.

۷- قابلیت اعتماد و دسترسی به داده‌ها

یکی از جدی‌ترین موانع توسعه مدل‌های قابل اعتماد در چارچوبی معقول (در ایران همانند بسیاری از کشورهای در حال توسعه) مشکل عدم اعتماد و دسترسی به داده‌هاست. می‌توان نبود شاخص‌ها و معیارهای لازم جهت گردآوری داده‌ها را نیز به مشکل افزود. به هر حال فقر یا عدم وجود داده‌های سیستم‌های مدیریت و گزینه‌های اصلاحی، دلایل متعددی مانند وجود رقابت در میان دستگاه‌های اجرایی و مؤسسات، طبقه‌بندی محرمانه اطلاعات، و عدم تمایل و همکاری اداری دارد، که غالباً باعث عدم دسترسی به داده‌های موجود می‌شود. بسیاری از پژوهشگران در کشور حتی ممکن است از منابع اطلاعاتی، نحوه و مسئولیت گردآوری و چگونگی دستیابی به آنها اطلاع نداشته باشند.

مسئله جدی دیگر قابلیت اعتماد به داده‌های موجود است. در نگاه ظاهر بسیاری از داده‌های موجود از کیفیت مناسبی برخوردارند. لیکن عدم کنترل کیفی داده‌ها (در اکثر موارد) موجب شده تا مثال‌های فراوانی از داده‌های غیر قابل اعتماد در کشور وجود داشته باشد که یا از مقاطع اشتباه برداشت شده‌اند، یا حاصل کارکرد با ابزاری هستند که دقیقاً واسنجی نشده‌اند و یا حاصل اهمیت و اولویت پیش فرض‌های علمی هستند. بایستی اذعان داشت که تفکیک داده‌های صحیح از داده‌های غیر قابل اعتماد، فرایند بسیار مشکل، پر هزینه و وقت بر است.

لذا به عنوان پیش نیاز جهت کاربرد مدل‌ها، نیاز مبرمی به ایجاد سیستم مدیریت و کنترل کیفیت داده‌های زیست محیطی در کشور احساس می‌شود. چنین سیستمی علاوه بر ایجاد اطلاعات قابل اعتماد بایستی توان این را نیز داشته باشد که اطلاعات را در اسرع وقت و به سهولت در اختیار تحلیل‌گران قرار دهد. از آنجا که دسترسی به پردازشگرهای (رایانه‌ها) مناسب مشکل اصلی در سلسله تحقیقات کشور نیست. لذا بایستی بر ایجاد و گسترش سیستم‌های مدیریت داده‌های زیست محیطی جهت ظرفیت‌سازی تحقیقات کاربردی تأکید شود.

نتیجه‌گیری

در نیم دهه گذشته متخصصین کشور، به خصوص در حیطه منابع آب، علاقه وافری به کاربرد مدل‌ها جهت ارتقای سیستم مدیریت و برنامه‌ریزی منابع محیطی نشان داده‌اند. هر چند که کاربرد این مدل‌ها در برخی از موارد پیشرفت علمی محدودی داشته است، لیکن نتایج حاصله از آنها در سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری منابع بسیار ناچیز بوده است. علیرغم تأکید برخی از متخصصین بر کاربرد مدل‌ها (در پیشنهادیه‌های پژوهشی) برای حل مسائل فرضی و ایده‌آل مدیریت منابع محیطی، مستندات در دسترس در این مورد نشان می‌دهد که چنین تلاش‌هایی صرفاً برای اهداف آموزشی ارزشمند بوده و استفاده ذاتی از مدل‌ها در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع زیست محیطی آب در دنیای واقعی بسیار ابهام‌آمیز است.

برای واقع‌گرا بودن و پیشرفت حقیقی در کاربرد مدل‌ها، باید عوامل ایجاد کننده مدل (تفکرات مدل‌سازی، پارامترها و...) از فرضیات خارج شده و در دنیای واقعی به مشکلات مدیریت و برنامه‌ریزی منابع محیطی بپردازند. اعتماد به مدل‌ها در سطح تصمیم‌گیری زمانی به واقعیت خواهد پیوست که این مدل‌ها علاوه بر دقت علمی، قابل استفاده در مورد مسائل و مشکلات واقعی محیط نیز باشند.

شواهد سال‌های اخیر نشان می‌دهند که مسائل مدیریت محیط زیست در کشورهای در حال توسعه به طور روزافزونی پیچیده‌تر شده‌اند و آن گونه که از قراین پیداست این پیچیدگی‌ها در آینده افزایش نیز خواهند یافت. بنابراین توجه به کلیه روش‌های در دسترس برای تحلیل استراتژی‌ها و گزینه‌های لازم و قابل اجرا جهت ارزیابی نتایج تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌ها ضروری است. لذا، تا زمانی که مدل‌ها بتوانند برای بهبود فرآیندهای برنامه‌ریزی و مدیریت زیست محیطی مؤثر باشند، خردمندانه نیست که از آنها بهره نبرد، لیکن بایستی به خاطر داشت که حدسیات و فرضیات مدل‌ها نیز بایستی قابل کاربرد در حالات واقعی باشند.

لذا، برای تحقق این امر چه در کشورهای در حال توسعه و چه در کشورهای توسعه یافته، نیاز به تلاش‌های فراوانی است تا به جای مفروضات بر واقع‌گرایی مدل‌ها تأکید شود. شاید در خاتمه بتوان گفت که مدل‌ها را نبایستی بر داده‌هایی تحمیل نمود که توان حمایت از آنها را ندارند و مدل‌ها را نبایستی برای مفروضاتی به کار بست که با ساختار مدل تجانسی ندارند.

منابع و مراجع

۱- پیرعزیزی، ع.ا.، ۱۳۷۷، مدیریت محیط زیست و اصل عدم قطعیت، آب و فاضلاب، شماره ۲۷، صفحات ۴۰-۳۴.

2- Biswas, A.K. (1988), *" System Analysis for Water Management for Developing Countries : Constrains & Opportunities"* .Bulletin of the International Commission on Irrigation and Drainage, 37(2) : 13-22.

3- Bale, A.E., Orlob, G. T., and Mish, K. (1989), *" Computer animation of environmental quality modeling "*, Proc. Specialty Conf. on Water Resources Planning and Management, ASCE, New York, pp. 230-233.

4- QUAL R1, A Water Quality Model for One Dimensional Reservoir, User Manual and Documentation.

5- Di Toro, D.M., et al. (1981), *" Water Quality Analysis Simulation Program (WASP) and Model Verification Program (MVP) - Documentation "*, U.S.EPA, Duluth, Minn.

6- DOSAG-1, Simulation of Water Quality in Streams and Canals, Program Documentation and User Manual, (1970), Texas Water Development Board, Austin, Texas.

7- Feigner, K.D., and Harris, H.S. (1970), *" Documentation Report, FWQA Dynamic Estuary Model "*, Dept. of the Interior, July.

8- Markofsky, J., and Harleman, D.R.F. (1973), *" Prediction of Water Quality in Stratified Reservoirs "*, Journal of Hydr. Div., ASCE, 99(5): 729-745.

9- Melching, C.S., and Yoon, C.G. (1996), *" Key Sources of Uncertainty in QUAL 2E Model of Pacific River "*, Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE, 122(2) : 105-113.

10- QUAL 2E User Manual, (1985), *" Technical Bulletin No. 457, National Council for Air and Stream Improvement "*, Inc. New York, N.Y.

11- Onishi, Y., and Wise, S.E. (1982), *" User's Manual for Instream Contaminant Transport Model SERTATRA, Battele Northwest Laboratories "*, Richland, Wash.

12- Park, R.A. et al. (1974), *" Cleaner the Lake George Model, Contribution 184, U.S. International Biological Program "*, Rensselaer Polytechnic Insts., Troy, N.Y.

13- Streeter, H. W., and Phelps, E.B. (1925), *" A Study of the Pollution and Natural Purification of the Ohio River III, Factors Concerned in the Phenomena of Oxidation and Reaeration "*, Bulletin 146, U.S. Public Health Service, Washington, D.C.

14- Thomann, R.V. (1963), *" Mathematical Model for Dissolved Oxygen "*, Journal of Sanitary Engr. Div., ASCE, 89(5): 1-30.

15- Todorov, A.V. (1985), *" Sahel : The Changing Rainfall Regime and the " Normal" Used for Assessment "*, Journal of Climate and Applied Meteorology, 24(2): 97-107.