مدلسازی اکسیژن محلول (DO) و سایر پارامترهای کیفی رودخانه کارون در بازه شوشتر– ملاثانی

محسن بصیریان[1] ، هادی معاضد[2]

۱- واحد رامهرمز ، دانشگاه آزاد اسلامی، رامهرمز، ایران

۲- دانشیار، دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۹/۲۵

چکیده

امروزه مدل‌های شبیه‌سازی کیفی رودخانه‌ها کاربرد گسترده‌ای در برنامه‌ریزی و شبیه‌سازی سیاست‌های مدیریتی سیستم‌های رودخانه‌ای دارند. مدل WASP6 با استفاده از ابزارهای ریاضی چون روش اجزاء محدود، معادلات حاکم بر فرآیندهای شیمیایی و بیولوژیکی را حل می‌نماید. در این تحقیق مهمترین پارامترهای کیفی آب از جمله اکسیژن محلول، اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی و نیترات در رودخانه کارون در بازه شوشتر-ملاثانی با استفاده از نرم‌افزار WASP6 مدلسازی گرید. اولین هدف از انجام این تحقیق، آشنایی با مدل WASP6 و معرفی توانایی‌های آن، بدست آوردن ضرایب نرخ مناسب برای شبیه‌سازی پارامترهای کیفی توسط این مدل و ارزیابی پارامترهای مهم کیفی از قبیل اکسیژن محلول و اکسیژن خواهی بیوشیمیایی می‌باشد. تقارب نتایج مشاهداتی با نتایج حاصل از شبیه‌سازی‌های صورت گرفته در بازه زمانی اردیبهشت ۸۵ لغایت بهمن همان سال در بازه مورد مطالعه نشان می‌دهد، محدوده‌های انتخاب شده برای ضرایب نرخ‌ها از دقت قابل قبولی برخوردار می‌باشند. مهمترین ضرایب بدست آمده شامل ضریب نرخ هوادهی حدود ۰/۰۳۵ - ۰/۱، ضریب نرخ زوالBOD حدود ۰/۰۵ و ثابت نرخ نیتریفیکاسیون حدود ۰/۰۸ تا ۰/۱. نتایج بدست آمده از مدلسازی‌ها نشان داد، نرم افزار WASP6 جهت مدلسازی اکسیژن محلول، اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی، آمونیاک و نیترات از قدرت پیش‌بینی قابل قبولی برخوردار می‌باشد و می‌توان مدل WASP6 را به عنوان یک نرم افزار مدلساز کیفیت آب توصیه نمود.

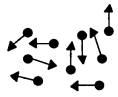
واژه های کلیدی:*مدلسازی، اکسیژن محلول، پارامترهای کیفی، کارون، WASP*

مقدمه

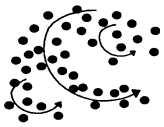
توسعه مدلهای کیفی آب همزمان با افزایش درک پدیده‌های بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی صورت می‌گیرد. بدون فهم این فرآیندها امکان فرموله کردن مدلها، و بدون تهیه مدل امکان بررسی میزان تأثیر ورود مواد آلوده کننده به رودخانه‌ها وجود ندارد. مروری بر تحقیقات ۱۰۰ سال گذشته نشان دهنده بهبود فهم فرآیندهای بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی در رودخانه‌ها بوده و افزایش قابل توجهی در توانایی‌ها جهت مدل کردن تأثیر ورود آلوده کننده‌ها و فاضلابها به داخل رودخانه‌ها ایجاد شده است [۲].

انتقال یک آلاینده در آب، منحصراً توسط جریان آب (جریان توده‌ای) و سوار بر آن صورت نمی‌گیرد، بلکه بسته به غلظت آن، این آلاینده در درون توده آب جاری به جنبش درآمده و به علت فرآیندهای پخشیدگی و انتشار طولی در آب نیز جابه‌جا و پخش می‌شود. منظور از جریان توده‌ای یک آلاینده مخلوط شده با آب، انتقال آن همراه با جریان آب است.

پخشیدگی فرآیندی است که در اثر شیب غلظت و حرکت ملکول‌ها و برخورد آنها با یکدیگر و تغییر مسیر پیش می‌آید. فرآیند پخشیدگی به دو نوع پخشیدگی ملکولی (شکل ۱) و پخشیدگی متلاطم (شکل ۲) تقسیم می‌شود [۳].



شکل ۱- انتشار ملکولی (حرکت تصادفی ذرات)



شکل ۲ - انتشار متلاطم (اختلاط متلاطم ذرات)

برنامه شبیه‌سازی آنالیز کیفیت آب (WASP6) نسخه ارتقاء یافته برنامهWASP اصلی می‌باشد. این مدل به کاربر کمک می‌کند که به تفسیر و تخمین اثرات وقایع طبیعی و آلودگیهای دست‌ساز برای حصول به تصمیمات منطقی در زمینه مدیریت آلودگیهای مختلف بپردازد. مدل WASP6 یک مدل با ساختار دینامیکی برای محیطهای آبزی می‌باشد که فرآیندهای متغیر زمانی همانند جابجایی، پراکندگی، بار جرمهای نقطه‌ای و پخشی و شرایط مرزی در برنامه اصلی را در نظر می گیرد. معادله‌ای که بوسیله مدل WASP6 حل می‌گردد، بر اساس اصل بقای جرم می‌باشد. دربرنامه WASP6 از دیدگاه لاگرانژی، یعنی دنبال کردن یک ذره آب از نقطه ورود به صورت مکانی و زمانی تا نقطه انتها بصورتی که میزان جرم در مکان و زمان ثابت باقی بماند، استفاده شده است[۵].

اولین گام در بکار بردن یک مدل بررسی مشکلاتی است که بایستی مورد حل قرار گیرند. یک مدل کیفی بایستی بیان کننده سه موضوع اصلی باشد که عبارتند از وضعیت موجود کیفی آب، پیش‌بینی عمومی از وضع آتی و پیش‌بینی خاص در یک مکان معین.

اکسیژن محلول و پارامترهای مربوط به آن بوسیله برنامه EUTRO مدلسازی می‌گردند. فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی بسیاری می‌توانند بر انتقال و واکنشهای بین مواد مغذی، مواد کربن‌دار و اکسیژن محلول در محیط آبزی مؤثر باشند. چهار معادله مختلف در مدل WASP6 قابل انتخاب می‌باشند که عبارتند از: معادلات استریتر فلپس، معادلات استریتر فلپس اصلاح شده، معادلات خطی کامل توازن DO و معادلات غیر خطی توازن DO.

مواد و روش‌ها

رودخانه کارون پس از اتصال چهار شاخه اصلی (خرسان، آب ونک، آب کیار و بازفت) ، در جهت عمومی جنوب شرقی–شمال غربی جریان می‌یابد. سد انحرافی گتوند در ابتدای دشت خوزستان روی رودخانه کارون احداث شده که محل آبگیری منطقه عقیلی و گتوند می‌باشد. از این نقطه به بعد، رودخانه در دشت خوزستان در امتداد جنوب جریان یافته و در حواشی شهر شوشتر از ساحل چپ رودخانه‌های کوچک شور و بهلول کارون از ارتفاعات شمال و جنوب مسجدسلیمان سرچشمه می‌گیرند، به یکدیگر پیوسته و به کارون متصل می گردند. در فاصله ۱۰ کیلومتری جنوب این محل رودخانه به دو شاخه بنام‌های شطیط و گرگر تقسیم می‌شود و جزیره‌ای به طول ۵۰ کیلومتر بین دو شاخه رودخانه تشکیل می‌شود. پس از اتصال رودخانه با دز مسیر رودخانه اندکی به سمت جنوب غربی متمایل شده، سپس از شهر اهواز و عبور از مسیری به طول تقریبی ۱۹۰ کیلومتر، در ناحیه دلتا تشکیل دو رودخانه حفار و بهمنشیر را می‌دهد. رودخانه حفار در فاصله ۷۰ کیلومتری خلیج فارس به اروندرود متصل می‌شود و بهمنشیر به خلیج فارس می ریزد. طول رودخانه در جلگه خوزستان حدود ۲۵۰ کیلومتر می‌باشد.

آمار و اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از: اطلاعات هیدرومتری، اطلاعات مقاطع رودخانه، اطلاعات کیفی و اطلاعات آلاینده‌های ورودی در منطقه طرح می‌باشد. اطلاعات جمع‌آوری شده را می‌توان در چهار گروه تقسیم بندی نمود. آمار و اطلاعات جریان روزانه ایستگاه‌های هیدرومتری واقع بر رودخانه، اطلاعات مربوط به مقاطع برداشت شده از رودخانه در مسیر جریان، اطلاعات کیفی مربوط به آلاینده‌ها و جریان‌های جانبی ورودی به رودخانه کارون، آمار و اطلاعات مربوط به ایستگاه‌های مونیتورینگ رودخانه کارون.

مدل WASP6 برای شرایط ماندگار و غیرماندگار قابل اجرا می‌باشد، بطوریکه مقادیر سرعت و عمق مورد استفاده در مدل برای هر یک از شرایط مختلف متفاوت می‌باشد. برای شرایط ماندگار سرعت و عمق ثابت بوده و بصورت مقادیر مشخصه به مدل داده می‌شوند و برای شرایط غیر ماندگار باید مقادیر سرعت و عمق را به صورت توابعی به فرم aQb بدست آورد، که در آن Q مقدار دبی و ضرایب a و b مقادیر مورد استفاده در مدل می‌باشند. این ضرایب از مطالعات مهندسین مشاور دز آب استخراج و در جدول (۱) ارائه شده است [۴].

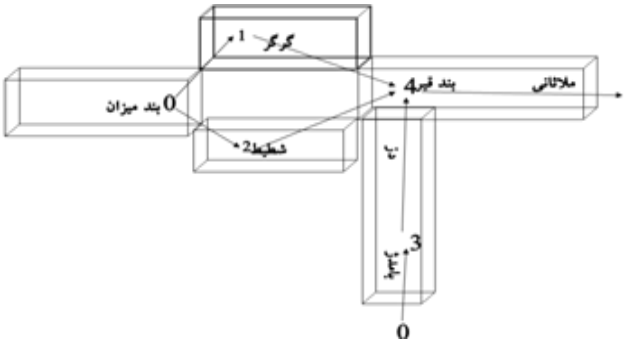
محاسبه سرعت و عمق آب

جدول ۱ - متوسط ضرایب هیدرولیکی در بازه‌های مختلف در وضع موجود [٤]

محدوده مطالعاتی	ضریب	توان	ضریب	توان	مانینگ
	سرعت		عمق		
کارون	۰/۶۵	۰/۲	۲/۷	۰/۲	۰/۰۳
دز	۱/۷۳	۰/۴	۱/۳	۰/۲۲	۰/۰۴

شبیه سازی کیفی رودخانه کارون توسط مدل WASP6

ساختار مدل شبیه‌سازی WASP6 به گونه‌ای است که در ابتدا باید مسیر رودخانه مورد نظر قطعه بندی شود. بمنظور سادگی کار، فاصله بین ایستگاه‌ها به عنوان قطعه در نظر گرفته شد. بنابراین بازه شوشتر – ملاثانی به ۴ قطعه به شرح شکل (۳) تقسیم بندی گردید. نامگذاری قطعات به ترتیب عبارتند از: ۱-شطیط ۲-گرگر ۳-دز ۴-کارون. محاسبه حجم هر قطعه، سرعت متوسط آب و عمق متوسط گام بعدی در محاسبات بودند. سری زمانی دبی‌های ثبت شده از هر ایستگاه تشکیل تابعی از جریان را می‌دهند که تحت عنوان Flow Function به سیستم معرفی شدند. منابع آلاینده در این محدوده زهکشهای اراضی کشاورزی و صنایع موجود در منطقه می‌باشند، تخلیه آنها به رودخانه در قطعه ۱ و ۲ صورت می‌گیرد که مقدار بار ورودی از این زهکشها بین ۰/۷۵ تا ۸/۵ متر مکعب بر ثانیه و در ماههای مختلف متغییر بوده، و جزء اطلاعات مورد نیاز است. پس از تکمیل اطلاعات ورودی، کار شبیه سازی توسط زیر مدل Eutro انجام گرفت.



شکل ۳ - قطعه بندی رودخانه کارون

شرایط اولیه

منظـور از شـرایط اولیـه، معرفـی اولـین غلظـت آلاینده در شروع دوره مدلسـازی در محـدوده تحـت مطالعه می‌باشد. غلظت پارامترهای اکسیژن محلـول (DO)، اکسـیژن بیوشـیمیایی مـورد نیـاز (BOD)، نیترات(NO3)، آمونیـاک(NH3) و دمـا(T) در آغـاز دوره‌های شبیه‌سازی تعیین گردید. در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۲ - مقادیر استفاده شده جهت شرایط اولیه [۴]

نام شاخه نام ایستگاه	تاریخ	DO	BOD	No3	po4	NH3
شطیط و گرگر بند میزان	۸۵/۰۲/۲۰	۸/۱۴	۲/۲۲	۹	۰/۰۰۶۸	۰/۸۲
دز بامدژ	۸۵/۰۲/۱۷	۶/۰۶	۱/۲	۸/۲	۰/۰۰۶۷	۱
کارون بزرگ بند قیر	۸۵/۰۲/۲۰	۵/۸۸	۱/۳	۱۰/۷	۰/۰۱۷	۰/۹

پارامترهای مهم و تاثیر گذار در مدلسازی کیفـی آب در بـازه مـورد مطالعـه عبارتنـد از: تـابع زمـانی سرعت آب، تابع زمانی دمای آب، تابع زمـانی دمـای هـوای محـیط، و تشعشـعات خورشـیدی ورودی بـه رودخانه.

ثابت‌ها و نرخ های مورد استفاده جهت شبیه‌سازی در نرم افزار WASP6

در همه مدلسازها انتخاب ضرایب مناسـب جهـت کالیبراسیون مدل، یک امر اساسی تلقی می گردد که بدون انجام آن، نتایج جنبـه واقعـی و قابـل اسـتفاده نخواهند داشت. در ذیل، ثابت‌ها و نـرخ هـای مـورد استفاده که از بررسـی هـای طـولانی مـدت در بـازه شوشتر–ملاثانی بـرای نـرم افـزار WASP6 بدسـت آمده اند بصورت کامل در جدول (۳) آورده شده است.

جدول ۳- مقادیر ثابت و کالیبره شده مدل [۱/۵]

نماد	نام	واحد	مقدار به کار گرفته شده	مقدار توصیه شده	منبع
K2	ضریب نرخ بازدمش	day-1	۰/۵۵	۰/۴۶تا۰/۶۹	افیونی و عرفان نژاد(۱۳۷۹)
θ	ضریب تصحیح دما برای بازدمش	-	۱/۰۲۴	۱/۰۲۴	کمیته تحقیقات در زمینه مهندسی بهداشت(۱۹۶۰)
Kd	نرخ زوال CBOD	day-1	۰/۰۵	۰/۱۶تا۰/۰۵ ۰/۰۵	US EPA (1979) خور پوتوماک مهندسین‌مشاوردزآب(۱۳۸۰)رودخانه‌کارون
θ	ضریب تصحیح دما برای زوال CBOD	-	۱/۰۵	۱/۰۴۷ ۱/۰۵	چن(۱۹۷۰) کریم و لاولیس (۱۹۷۳)
Kn	نرخ زوال NBOD	day-1	۰/۲	۰/۲	مهندسین مشاور دز آب(۱۳۸۰) رودخانه کارون
θ	ضریب تصحیح دما برای اکسیداسیون آمونیاک	-	۱/۰۸	۱/۰۶۹ ۱/۰۸۷۶	شارما و اهلرت(۱۹۷۷) استراتون(۱۹۶۶)
θ	ضریب تصحیح دما برای اکسیداسیون نیتریت	-	۱/۰۵	۱/۰۵۷۶ ۱/۰۴۷	استراتون(۱۹۶۶) شارما و اهلرت(۱۹۷۷)

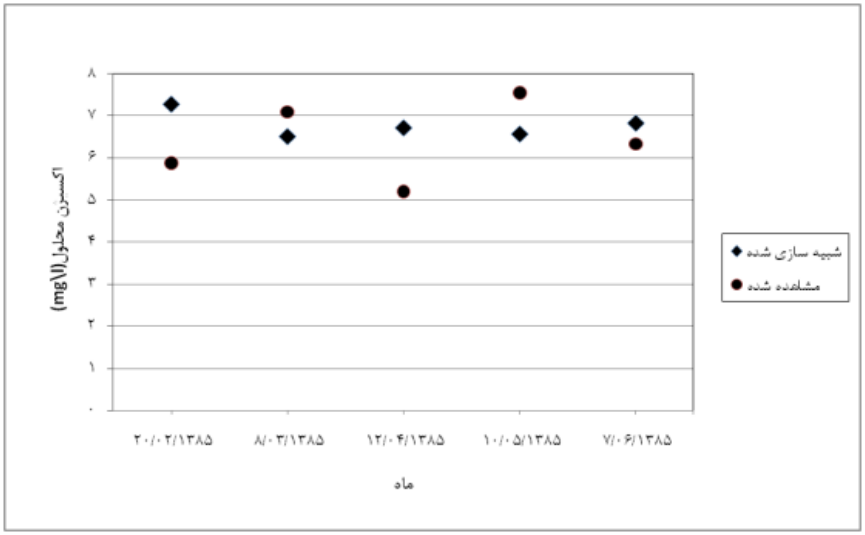
نمودارهای مدل WASP6 در مرحله واسنجی

هدف از واسنجی، تطبیق پارامترها بگونه‌ای می‌باشد که جوابهای مدل با مشاهدات (در یک حالت بهینه) مطابقت نماید. دو روش کلی برای ارزیابی کیفیت واسنجی وجود دارد: ارزیابی فرضی و ارزیابی واقعی. ارزیابی فرضی برپایه یک مقایسه بصری شبیه سازی، توسط داده‌ها می‌باشد. این کار معمولا شامل نمودارهای یک مجموعه زمانی مجزا برای هر یک از متغیرها می‌باشد. مدل کننده پارامترها را تعدیل می‌کند تا زمانی که مطمئن شود تطابق بین خروجی مدل و داده از نظر ظاهری کافی باشد. در مقابل، روش واقعی بر پایه اندازه‌گیری عددی چگونگی تطابق می‌باشد (معمولاً اندازه‌گیری خطا). بعد از پذیرش چنین اندازه‌گیری، پارامترها تا زمان دستیابی به بهترین مقدار(معمولاً حداقل خطا) تعدیل می‌شوند. ارزیابی دقت هر یک از مدلها ضریب همبستگی (R2)، متوسط خطای مطلق (MAE) و ضریب عملکرد (Cp) محاسبه گردید.

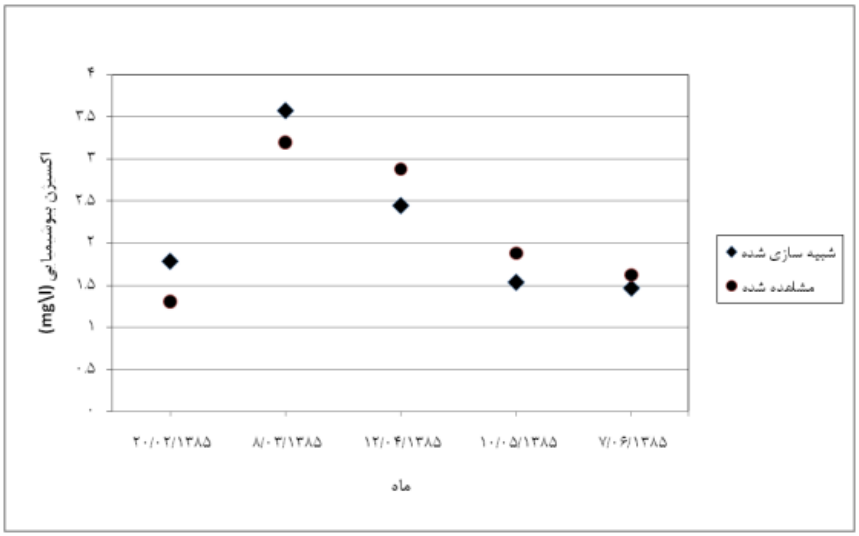
برای واسنجی مدل WASP6 از داده‌های مشاهداتی مربوط به پنج ایستگاه در ۵ ماه اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور مربوط به سال ۱۳۸۵ استفاده شد. کالیبراسیون مدل با توجه به داده‌های موجود و پارامترهای شبیه‌سازی شده در انتهای هر دوره انجام پذیرفت. سپس برای اطمینان از دقت مدل، نتایج حاصله بوسیله آنالیز آماری مورد آزمون قرار گرفت. ضرایب همبستگی، میانگین متوسط خطا و ضریب عملکرد برای هر پارامتر در طول رودخانه محاسبه شد. در ذیل، نتایج واسنجی مدل بصورت نمودارهایی در برابر داده‌های مشاهداتی و آنالیز آماری آنها در جداول زیر آورده شده است.

جدول ٤ - آنالیز آماری نتایج مدل WASP6 در مرحله واسنجی برای شاخه کارون

پارامترهای کیفی	MEAS (mg/l)	SIM (mg/l)	R2	MAE (mg/l)	Cp
DO	۶/۴۱۶	۶/۷۷۷	۰/۵۴۰	۰/۹۹۷	۱/۶۴۱
BOD	۲/۱۷۶	۲/۱۵۸	۰/۸۸۰	۰/۳۵۹	۰/۲۶۱
NH4	۱/۰۴۶	۰/۸۵۰	۰/۸۹۳	۰/۱۹۶	۰/۴۴۲
NO3	۶/۸۸۱	۶/۷۷۹	۰/۹۹۱	۰/۷۰۵	۰/۱۶۸



نمودار ۱- تغییرات اکسیژن محلول (DO) در مرحله واسنجی برای مدل شاخه کارون



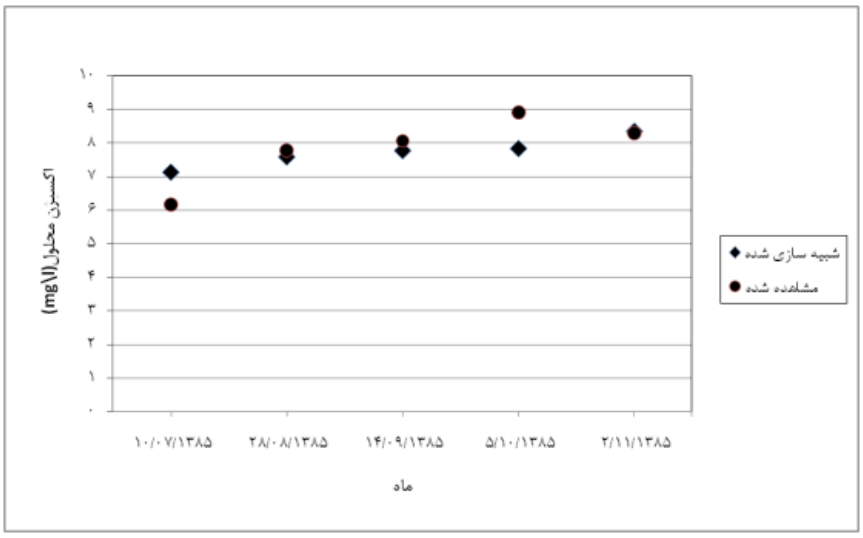
نمودار ۲- تغییرات اکسیژن بیوشیمیایی (BOD) مورد نیاز در مرحله واسنجی برای مدل شاخه کارون

با توجه به جدول فوق مقدار ضریب همبستگی برای نیترات، آمونیاک، اکسیژن بیوشیمیایی مورد نیاز و اکسیژن محلول به ترتیب کاهش یافته، و متوسط خطای محاسبه شده در شبیه‌سازی هر پارامتر در سراسر رودخانه،برای آمونیاک کمترین مقدار و به ترتیب برای اکسیژن بیوشیمیایی موردنیاز، نیترات و

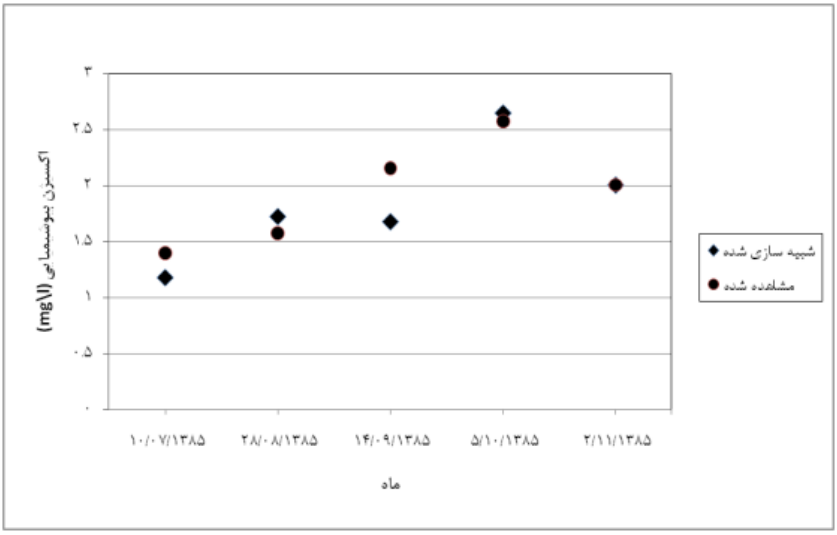
اکسیژن محلول بیشترین مقدار را داشته است. مقدار ضریب عملکرد در واقع بیانگر چگونگی عملکرد شبیه‌سازی انجام شده است؛ هرچه این ضریب به صفر نزدیکتر باشد حاکی از عملکرد بهتر شبیه‌سازی انجام شده می‌باشد که بترتیب نیترات، اکسیژن بیوشیمیایی مورد نیاز، آمونیاک و اکسیژن محلول بهترین عملکرد را نشان دادند.

نمودارهای مدل WASP6 در مرحله صحت‌یابی

پس از واسنجی مدل WASP6، کار صحت‌یابی مدل با داده‌های مشاهداتی پنج ایستگاه، مربوط به ماههای مهر، آبان،آذر، دی و بهمن سال ۱۳۸۵ انجام شد. سپس نتایج حاصل از مدل با داده‌های مشاهداتی در نمودارهای ذیل مقایسه شد تا کارایی مدل در شبیه‌سازی پارامترهای کیفی مشخص شود. در ادامه با انجام آنالیز آماری دقت مدلها، مقدار خطا و عملکرد مدل در شبیه‌سازی انجام شده مورد بررسی شد که نتایج حاصل در جداول زیر ارائه شده است.



نمودار ۵ - تغییرات اکسیژن محلول (DO) در مرحله صحت‌یابی مدل برای شاخه کارون



نمودار ٦ - تغییرات اکسیژن بیوشیمیایی (BOD) مورد نیاز در مرحله صحت‌یابی برای مدل شاخه کارون

جدول ۵ -آنالیز آماری نتایج مدل WASP6 در مرحله صحت‌یابی برای شاخه کارون

پارامترهای کیفی	MEAS (mg/l)	SIM (mg/l)	R2	MAE (mg/l)	Cp
DO	۷/۸۴۴	۷/۷۲۴	۰/۷۸۴	۰/۵۱۹	۰/۵۲۹
BOD	۱/۹۴۶	۱/۸۴۵	۰/۸۸۲	۰/۱۸۴	۰/۳۴۹
NH4	۰/۹۱۷	۰/۸۷۷	۰/۷۷۰	۰/۱۰۸	۰/۶۳۰
NO3	۵/۳۵۴	۵/۷۶۷	۰/۵۱۱	۰/۷۱۸	۱/۹۴۱

با توجه به جدول فوق مقدار ضریب همبستگی برای اکسیژن بیوشیمیایی مورد نیاز، بیشترین مقدار و برای اکسیژن محلول، آمونیاک و نیترات به ترتیب کاهش یافته است. میانگین خطای مطلق که ناشی از خطای متوسط رخ داده در شبیه‌سازی هر پارامتر می‌باشد به ترتیب برای آمونیاک، اکسیژن بیوشیمیایی مورد نیاز، اکسیژن محلول و نیترات کمترین خطا را داشته و ضریب عملکرد در شبیه‌سازی انجام شده برای اکسیژن بیوشیمیایی مورد نیاز واکسیژن محلول کمترین مقدار، و برای آمونیاک و نیترات به ترتیب بیشترین مقدار را داشته است.

اکسیژن محلول برای حفظ و بقای موجودات آبزی و گوارائی آب مورد نیاز است. این میزان برای اکثر آبزیان ۲ Mg/Lit و برای ماهیها ۴Mg/Lit باشد. بهر حال وجود مقادیر کافی محلول در نمونه ها می‌تواند حاکی از عدم آلودگی میکروبی رودخانه می باشد.با توجه به مباحث ذکر شده و بررسی نتایج حاصل از مدل، در حالت جریان غیرماندگار تغییرات اکسیژن محلول در این نمودارها به صورتی است که با حرکت به سمت ماههای سرد میزان اکسیژن محلول در آب رودخانه کارون افزایش یافته و آب از لحاظ کیفی وضعیت بهتری پیدا می کند ولی در ماههای گرم سال با افزایش دما و کاهش دبی رودخانه، تأثیر آلاینده‌های در آب قابل ملاحظه‌تر بوده و سبب کاهش میزان اکسیژن محلول آب می‌گردد. از مقایسه مقادیر DO بازه‌های شبیه‌سازی شده می‌توان دریافت که کمترین میزان DO به مقدار ۵/۲ Mg/Lit در تیرماه ازشاخه کارون و بیشترین مقدار DO به مقدار ۹/۹۴ Mg/Lit در بهمن‌ماه از شاخه گرگر اتفاق افتاده است. در حالت کلی وضعیت اکسیژن محلول مناسب می‌باشد.

پارامتر اکسیژن بیوشیمیایی به عنوان شاخصی برای تعیین میزان آلودگی آب می‌باشد و معمولاً برای فاضلاب بکار می‌رود. در هر حال در صورت بالا بودن آن در آب رودخانه نیز می‌توان به بررسی و تحلیل علل وقوع آن پرداخت. برطبق استاندارد برای حفظ و بقای آبزیان در رودخانه BOD نباید از ۵Mg/Lit بیشتر شود.با توجه به نمودارهای حاصل از شبیه‌سازی، نشانگر مناسب بودن این پارامتر در تمام فصول برای هر چهار بخش می‌باشد.

آمونیاک برای موجودات آبی خصوصاً انواع موجودات آبی خصوصاً انواع موجودات بزرگتر آب مثل ماهی در غلظتهای به مقدار کم تا ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر سمی می باشند، زیرا ملکول NH3 دارای شکل با اثرات سمی بوده و در PH بالا مؤثرتر می باشد. نیتریفیکاسیون، اکسیداسیون آمونیاک به نیترات در آب دریافت کننده می‌تواند بعنوان یک عامل عمده اکسیژن خواهی بکار برده شود. چنانچه عمل اکسیژن خواهی نیتروژنه به وسیله تصفیه خانه‌ها به مقدار کم کاهش یابد،نیتریفیکاسیون می‌تواند شدیداً منابع اکسیژن آبهای سطحی را تقلیل دهد. مقدار مجاز این پارامتر ۰/۱ میلی گرم در لیتر توصیه شده است. با

بررسی نمودارهای حاصل از مدل مشاهده می‌گردد که در نمودارها مقدار آمونیاک بالاتر از حد مجاز می‌باشد. مقدار بالای آمونیاک از اثر روانابهای سطحی و یا زهکش‌های موجود در منطقه بوده است. بطورکلی آب رودخانه در شاخه شطیط در ماه شهریور بیشترین مقدار آمونیاک Mg/Lit ۱/۴ را در بند قیر دارا بوده است.

نیترات بعنوان یکی از مهمترین پارامترها در تعیین آلودگی آب به آلاینده‌ها بخصوص کودهای شیمیایی و فاضلاب است. نیترات علاوه بر کودهای شیمیایی و فاضلابها از منابعی همچون مواد زائد حیوانات و تجزیه بیولوژیکی جانداران وارد منابع آب می‌شود. این منابع ممکن است مستقیماً در رودها تخلیه شوند یا ممکن است به طریق زه‌آب سطحی باشد. در وفور منابع غذایی ناشی از تجزیه باکتریایی، مواد مغذی معدنی (خصوصاً نیتراتها) افزایش می‌یابند و موجب رشد سریع جلبکها می‌گردد. رشد جلبکها موجب بوجود آمدن شرایط بی‌هوازی در آب شده و شرایط تجزیه بی‌هوازی توسط باکتریها باعث ایجاد محیطی نامناسب در رودخانه می گردد. وجود نیترات در آب شرب برای اطفال خطرآفرین می‌باشد. میزان نیترات قابل قبول در آب بایستی کمتر از ۲/۴ میلی گرم در لیتر باشد. با بررسی نمودارهای حاصل میزان نیترات از میزان مجاز بشتر می باشد. بیشترین مقدار نیترات در اردیبهشت ماه از شاخه شطیط به مقدار ۲/۱۱ میلی گرم در لیتر و کمترین مقدار نیترات در مهرماه از شاخه گرگر به مقدار ۳/۷۵ میلی گرم در لیتر بوده است.

نتیجه گیری

بطور کلی، در سالهای اخیر در زمینهای کشاورزی اطراف رودخانه کارون زهکشهای مختلف حفر گردیده که آب آنها در نهایت وارد رودخانه می‌گردد. همچنین بر اثر شخم در جهت شیب، به زیر آب رفتن زمینهای مجاور رودخانه در فصل بارندگی و مصرف بی رویه کود و سموم از عوامل دیگری است که منجر به آلودگی روزافزون رودخانه می‌گردد.

– از بین پارامترهای مورد مطالعه رودخانه کارون در بازه شوشتر–ملاثانی قرار گرفته پارامترهای اکسیژن محلول(DO) و اکسیژن بیوشیمیایی مورد نیاز(BOD) در وضعیت مطلوب ولی پارامترهای آمونیاک و نیترات بیشتر از حد مجاز می‌باشد.

- مدل WASP6در این تحقیق از دقت خوبی برخوردار بود و حالت جریان غیر ماندگار را علی رغم داده‌های اندک موجود توانست بخوبی برای بازه شوشتر–ملاثانی شبیه سازی نماید.

– در مدل WASP6عامل عمده وجود خطا، معلوم نبودن ضرایب سینتیکی و استفاده از مقادیر پیش فرض آنها، و از طرف دیگر خطا در آنالیز نمونه‌های برداشتی از آب رودخانه می‌باشد.

- مدل WASP6 یک مدل قابل دسترس برای عموم بوده، لذا از این جهت مزیت عمده‌ای نسبت به مدلهای تجاری دارد. این مدل علاوه بر دسترس بودن قابلیت نصب بر روی هر نوع کامپیوتر شخصی را داشته و جهت اجرای مدل به اطلاعات بسیار زیادی نیاز ندارد.

منابع

۱. افیونی، م. و عرفان نژاد، م.، ۱۳۷۹، آلودگی محیط زیست–آب–خاک–هوا، نشر ارکان اصفهان.
۲. فرامرز، م، مدل ریاضی یک بعدی انتقال آلودگی در کانالهای مرکب، پایان نامه کارشناسی ارشد سازه‌های آبی، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی کشاورزی.، ۱۳۸۲.
۳. محمودیان شوشتری، م، اصول جریان مجاری باز، انتشارات دانشگاه چمران اهواز.،۱۳۸۷.
۴. مهندسی مشاور دز آب، بررسی تعیین مدل کیفی رودخانه کارون، وزارت نیرو سازمان آب و برق خوزستان، ۱۳۷۹.
5. Anonymouse, Water Quality Analysis Simulation Program (WASP), Users Manual, US Environmental Protection Agency, 2001.