

تحلیل میدانی انتشار BOD در دریاچه سد میناب

مژده ثقفی*^۱، کورش کیهان^۲ و محمد مهدوی^۳

۱- بخش محیط زیست شرکت مهندسی مشاور یکم

۲- مدیریت توسعه بازرگانی شرکت مهندسی مشاور یکم

۳- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۱۵

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۱۵

چکیده

در این پژوهش سد چند منظوره استقلال میناب، واقع در استان هرمزگان مورد مطالعه قرار گرفت. ۸ فرض برای مواد آلاینده نامیرا (Conservative) و میرا (Decay) با فرض اینکه آلاینده‌ها در دو نقطه، شامل نزدیکی محور سد (مورد اول یا S1) و دیگری در ابتدای ورودی مخزن سد (مورد دوم یا S2) تخلیه گردد تعیین و دو زمان ترسالی شامل سال ۲۰۰۵ و خشکسالی شامل سال ۲۰۰۷ برای این منظور تعریف و اجراء گردید. علایم اختصاری مورد استفاده در این مطالعات، عبارتند از ترسالی با علامت W و خشکسالی با علامت D. همچنین آلاینده مصرف‌شونده با علامت D و آلاینده‌ها جرم ثابت با علامت C مشخص شده است. مقایسه دو فرض W.C.S1 و D.C.S1 نشان داد نحوه پراکنش آلاینده در ساعات اولیه انتشار، مشابه است. تقریباً تا ۱۲۰ ساعت پس از ورود آلاینده به محیط، میزان پراکنش آلاینده در زمان ترسالی بیشتر از زمان خشکسالی به دست آمد. در فرض‌های W.C.S2 و D.C.S2، تنها تفاوت در زمان پخش آلاینده‌ها می‌باشد و در ساعات اولیه انتشار، مساحتی که از دریاچه مخزن توسط آلاینده‌ها اشغال می‌گردد مشابه است. تفاوت در میزان پخشیدگی تنها از زمان حدوداً ۵ الی ۱۰ روز پس از ورود آلاینده به محیط آغاز می‌گردد. به این نحو که در زمان ترسالی پراکنش آلاینده روبه افزایش است در حالیکه در زمان خشکسالی تقریباً میزان پراکنش در همان اندازه اولیه از میزان پخشیدگی باقی می‌ماند. در فرض‌های W.D.S1 و D.D.S1 مشاهده می‌شود که از میزان آلاینده مصرف‌شونده در حین پخشیدگی کاسته می‌شود. همچنین بررسی دو فرض W.D.S2 و D.D.S2 نیز نتایج مشابه موارد W.D.S1 و D.D.S1 را نشان داد. تحقیق انجام شده بیانگر این مسئله است که دو عامل اصلی در میزان پراکنش آلاینده‌ها در محیط آبی نقش دارند. یکی زمان پخشیدگی آلاینده در محیط که در ترسالی‌ها به دلیل بیشتر بودن حجم آب، پراکنش آلاینده در محیط بیشتر از زمان خشکسالی است و دیگری نوع ماده آلاینده است.

واژگان کلیدی: مدل‌سازی، سد میناب، ترسالی، خشکسالی، BOD، MIKE3

مقدمه

در حال حاضر سدهای مخزنی موجود در ایران از مهمترین و با ارزش‌ترین منابع آبی پروری محسوب می‌شوند. لذا توجه به حفظ و احیای این دریاچه‌های انسان ساخت از اهمیت خاصی برخوردار است (کردوانی، ۱۳۷۴). یکی از مسایلی که همواره در مبحث بهره برداری از مخازن سدها وجود دارد، آلودگی آب این مخازن است (Claes, 1999). انواع آلاینده‌های جرم‌ثابت (Conservative) و مصرف‌شونده (Decay) وجود دارند که می‌توانند بر آلودگی مخازن سدها تاثیر گذارد (WHO, World Health Organization, 1991). با توجه به شباهت ساختاری دریاچه با دریا، هدف از انجام این مدل‌سازی پراکنش BOD به عنوان یک پارامتر زیستی در دریاچه سد میناب می‌باشد (WHO, 1991). این مطالعات قادر خواهد بود اهمیت نیاز به مدل‌سازی در سایر اکوسیستم‌های آبی بزرگتر را با صرف وقت و هزینه کمتر آشکار نماید. مدل‌های مختلفی در دنیا جهت مدل‌سازی کمی و کیفی مخازن سدها وجود دارد که یکی از این مدل‌ها، مدل MIKE.3 می‌باشد (Kokko, 1995). این مدل قادر به شبیه سازی محیط به صورت ۳ بعدی است که به عنوان مزیتی نسبت به سایر مدل‌های خطی و دوبعدی، مطرح می‌شود (Glover, 2005). هدف از انجام این تحقیق در دریاچه سد میناب، بررسی و تعیین حداکثر میدان پخش هر دو طیف آلاینده (میرا و نامیرا) با توجه به شرایط باد (جریان باد عمود به محور سد) می‌باشد. از دیگر اهداف این تحقیق، بررسی تاثیر جریان‌ات آبی بر پخش آلاینده و در نهایت ایجاد سیرکولاسیون در آب، با توجه به زمان ترسالی و خشکسالی حاکم بر یک اکوسیستم آبی می‌باشد. در اینجا بنا به تعریف رایج، آلاینده (Pollutant) عبارت است از عاملی که باعث ایجاد آلودگی شود. هر ماده یا انرژی ناشناسی که در طبیعت به میزان بیش از حد ظرفیت وارد شود و وضعیت طبیعی اکوسیستم را تغییر دهد، سبب از بین رفتن تعادل و ایجاد عدم توازن در محیط شود، آلاینده نام دارد که فعالیتهای انسانی در ایجاد این آلودگی نقش بسزایی دارد (افیونی، م، عرفان‌منش، م، ۱۳۷۹). آلاینده جرم ثابت (نامیرا) توانایی انتشار بیشتری در محیط آبی را دارد در حالیکه آلاینده مصرف شونده (میرا) همان طور که از نام آن پیداست به دلیل مصرف شدن حین انتشار، از پراکنش کمتری در محیط برخوردار است (Etkin, 1998). لذا در تحقیق حاضر انتشار BOD در دریاچه پشت سد میناب مورد تحلیل میدانی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، سد چند منظوره میناب (واقع در استان هرمزگان) مورد مطالعه قرار گرفته است (حسینی، ۱۳۷۹). برای بررسی و تحقیق در مورد نحوه انتشار BOD در دریاچه مخزن سد میناب با استفاده از مدل سه بعدی MIKE 3 در ابتدا با استفاده از داده‌های دقیق هیدروگرافی مخزن که از شرکت سهامی آب منطقه‌ای هرمزگان تهیه گردید، مدل سه بعدی تهیه و کلیه شاخه‌های ورودی به مخزن به صورت منبع ورودی یا چشمه (Source) لحاظ شد. سپس عوامل مهم و حساس موجود مدل تحلیل شد. در نهایت اقدام به گردآوری اطلاعات موجود در منطقه و پارامترهای مورد نظر گردید. همچنین مقدار جریان مشخص ورودی و خروجی توسط ایستگاه آبسنجی واقع در ورودی مخزن اندازه گیری شد.

سپس در یک زمان معین در مخزن سد تغییر حجم و ارتفاع آب برای ورود و خروج جریان کنترل گردید. در حالت عادی یک بار آلودگی ثابت به عنوان آلودگی پایه برای رودخانه در نظر گرفته شد. این بار آلودگی معادل ۱۰ میلی گرم در لیتر فرض گردید. جریان ورودی به صورت یک فایل Time series و با فرمت dfs0 در مدل جاگذاری گردیده است. این جریان در زمان ترسالی بین ۰/۴ تا ۰/۶ m/s و در زمان خشکسالی بین ۰/۱ تا ۰/۱۶ m/s برآورد شده است. در این پژوهش با توجه به شرایط آب و هوایی (سالنامه آماری استان هرمزگان، ۱۳۸۶) و موقعیت سد، ۸ فرضیه تعریف گردید جدول شماره (۱). بار آلودگی تخلیه شده در مخزن سد میناب برای آلاینده‌های میرا و نامیرا به ترتیب ۷۰۰ ppm و ۱۰۰۰۰۰۰ ppm (محل ۱ به ۱) می‌باشد. زمان ورود آلاینده به مخزن، ۱۰ دقیقه به طول می‌کشد. در این دو مورد شرایط باد بگونه‌ای اعمال گردیده است که از بالادست مخزن بصورت عمود به محور سد در حال وزیدن باشد. در ابتدا، برای اینکه حجم آب موجود در مخزن سد جهت میزان پراکنش آلاینده‌ها تعیین گردد، باید به زمان ترسالی و خشکسالی حاکم بر محدوده مطالعاتی توجه شود. با بررسی سالهای بارش در یک بازه زمانی ۵ ساله از سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ (۱۳۸۴ تا ۱۳۸۹)، سال ۲۰۰۷ (۱۳۸۶) به عنوان کم باران ترین زمان و اواخر سال ۲۰۰۴ (۱۳۸۳)، پر باران ترین سال شناخته شده‌اند. به این منظور برای برنامه MIKE 3 از ماه ژانویه سال ۲۰۰۷ تا ماه فوریه سال ۲۰۰۷ (بهمن، اسفند ۱۳۸۶) به عنوان دوره خشکسالی و از ماه دسامبر سال ۲۰۰۴ تا ماه ژانویه سال ۲۰۰۵ (آذر، دی ۱۳۸۳) به عنوان دوره ترسالی تعریف شد.

جدول ۱ - فرضیه‌های تعریف شده با توجه به شرایط آب و هوایی حاکم بر محدوده پژوهشی سد استقلال میناب

دوره	نوع آلاینده	محل ورود آلاینده	فرضیه‌ها
ترسالی	جرم ثابت ۱	نزدیک به محور سد	W.C.S1
		ورودی مخزن سد	W.C.S2
	مصرف شونده ۲	نزدیک به محور سد	W.D.S1
		ورودی مخزن سد	W.D.S2
خشکسالی	جرم ثابت	نزدیک به محور سد	D.C.S1
		ورودی مخزن سد	D.C.S2
	مصرف شونده	نزدیک به محور سد	D.D.S1
		ورودی مخزن سد	D.D.S2

زمان انتخابی برای مدل باید به نحوی باشد که تاثیر پارامترهای خارجی اعمالی به مدل بتوانند دیده شوند و مدل به حد پایداری برسد. در انتخاب گام زمانی (Time Step) عوامل مختلفی از قبیل عدد کورانت و میزان حساسیت مدل به گام

¹ Rhodamine

² BOD

زمانی و عوامل خارجی از قبیل زمان پردازش مدل توسط کامپیوتر و قدرت پردازش کامپیوتر موثر است. عدد کورانت به شرح فرمول زیر می باشد:

$$C_R = C \frac{\Delta t}{\Delta x}$$

$$C = \sqrt{gh}$$

که در اینجا C: سرعت باد (m/s)، Δx : فاصله بندی شبکه (m)، Δt : بازه زمانی (t)، g: شتاب جاذبه (m/s²) و h: عمق آب (m) می باشد. در این پژوهش برای تعیین ضریب پخشیدگی (Dispersion Coefficient)، با انجام تحلیل حساسیت در مدل بهترین ضریب انتخاب و برای مدل در نظر گرفته شد. ورودیهای این نرم افزار که در این مطالعات نیز مورد استفاده قرار گرفتند عبارت است از:

نقشه هیدروگرافی (کف)،

مدت زمان شبیه سازی،

اطلاعات محیطی شامل سرعت و جهت باد، میزان بارش و تبخیر،

ناهمواری بستر دریاچه،

تاده‌های مربوط به چشمه (source) و چاه (Sink).

اساس کار مدل، حل معادلات با مشتقات پاره‌ای (معادلات بقا و ممنتوم) می‌باشد. در مطالعات فوق تنش برشی کف با فرضیه پروفیل لگاریتمی سرعت در نزدیکی بستر مدل می‌شود این فرمول به اطلاعاتی در مورد مقاومت ناهمواری بستر (Bed Roughness) به صورت ثابت در تمامی نقاط یا متغیر در گروه‌های افقی نیاز دارد. در مدل مخزن سد میناب اصطکاک (ناهمواری) برای کل مدل ثابت و با استفاده از رابطه مانینگ ۰/۰۱ در نظر گرفته شد. همچنین میزان پارامتر شوری ثابت ۷ قسمت در هزار در نظر گرفته شد. شوری اولیه نیز به صورت ثابت، ۱۰ قسمت در هزار تعیین شد. فرمول مورد استفاده در پراکنش (Dispersion) شوری "Proportional Eddy Viscosity" می‌باشد (Kokko, 1995). در رابطه با دمای استفاده شده در مدل، دما می‌تواند یا به صورت ثابت و یا به صورت فایل type3 در نظر گرفته شود. در مدلسازی مخزن سد میناب دمای اولیه آب جهت مدلسازی ۱۰ درجه سلسیوس در نظر گرفته شد. فرمول مورد استفاده در پراکنش دمایی "Proportional Eddy Viscosity" می‌باشد (Glover, 2005). جریان باد در مدل به سه صورت در نظر گرفته شد. در دو حالت اول با استفاده از مشخصه‌های سرعت (m/s) و جهت (deg) و در حالت سوم بر اساس فشار هوا (hpa) و مولفه‌های سرعت در جهات x, y (m/s) تعریف گردید (Kokko, 1995). در این پژوهش بخش Wind Type در حالت Constantine Time and Space با سرعت ۲ متر بر ثانیه و جهت ۲۲۵ در نظر گرفته شد. همچنین در بخش Friction Type حالت ثابت با میزان ۰/۰۰۲۶ در نظر گرفته شد. در مجموع روشهای حل عددی در نرم افزار MIKE3 شامل هیدرودینامیک و انتقال کمی می‌باشد. این روشها به این شرح هستند:

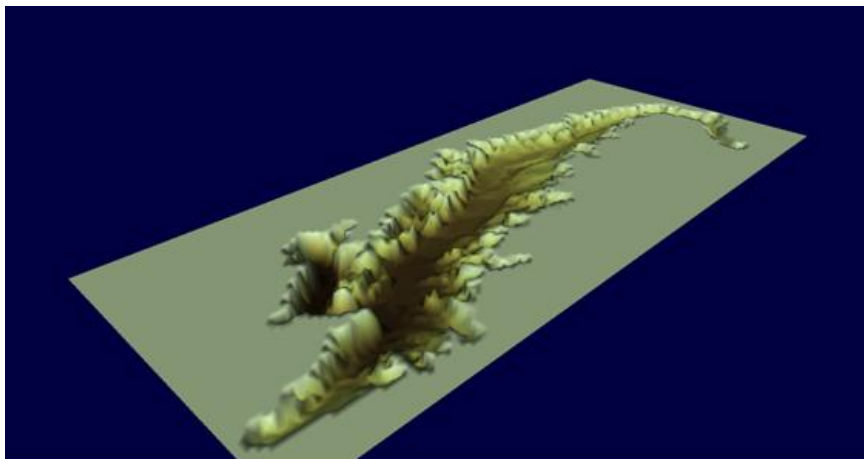
- هیدرودینامیک (Hydrodynamic)

Finite Difference Method-
Arakawa C-grid-
Second order accuracy in time and space-
ADI algorithm-

- انتقال کمی (Transports of scalar quantities)

Finite Difference Method-
Arakawa C-grid-
UPWIND, QUICKEST, SHARP & ULTIMATE schemes-
Third order accuracy-

در شکل (۱) مدل هندسی هیدروگرافی مخزن سد میناب ارائه شده است.

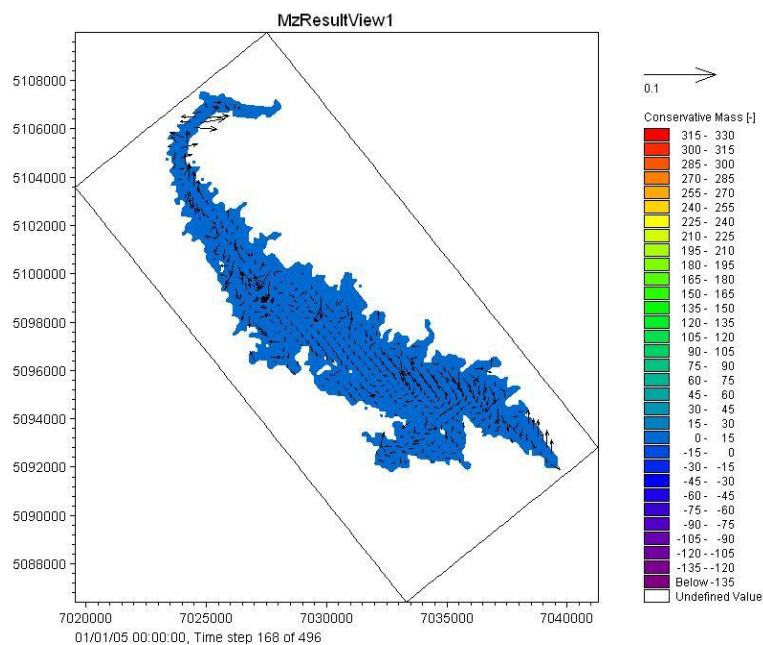


شکل ۱- هیدروگرافی سه بعدی سد مخزنی استقلال میناب

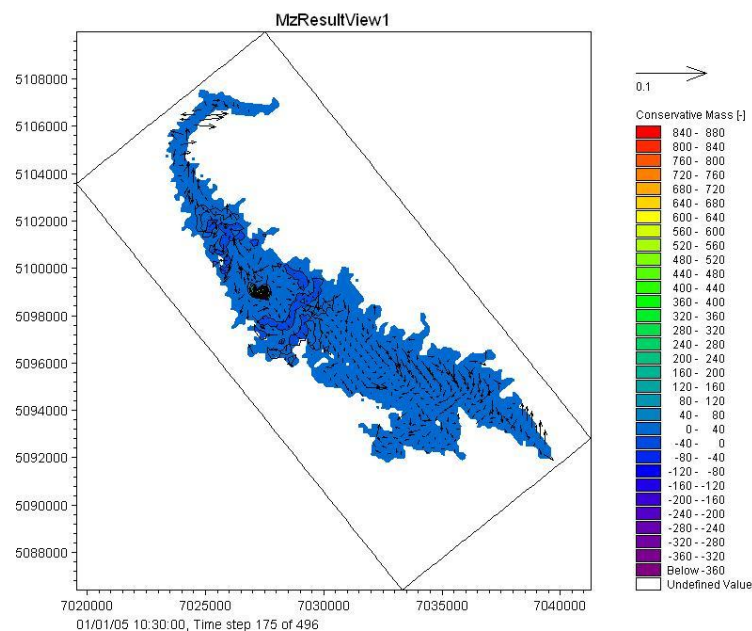
نتایج

بر اساس ورودی‌های (Inputs) داده شده به مدل MIKE3، خروجی‌های (Outputs) مربوطه حاصل گردید که همان نتایج ارائه شده در این بخش از مقاله می‌باشد. در نهایت با توجه به زیاد بودن حجم اطلاعات حاصل از اجرای مدل MIKE3، در این مقاله تنها یکی از مدل‌های شبیه‌سازی شده به صورت تصویری ارائه گردیده و نتایج سایر شبیه‌سازیها به صورت عددی در جدول‌های شماره (۲) تا (۹) ارائه گردیده‌اند. در مورد W.C.S1 که بنابه علائم اختصاری

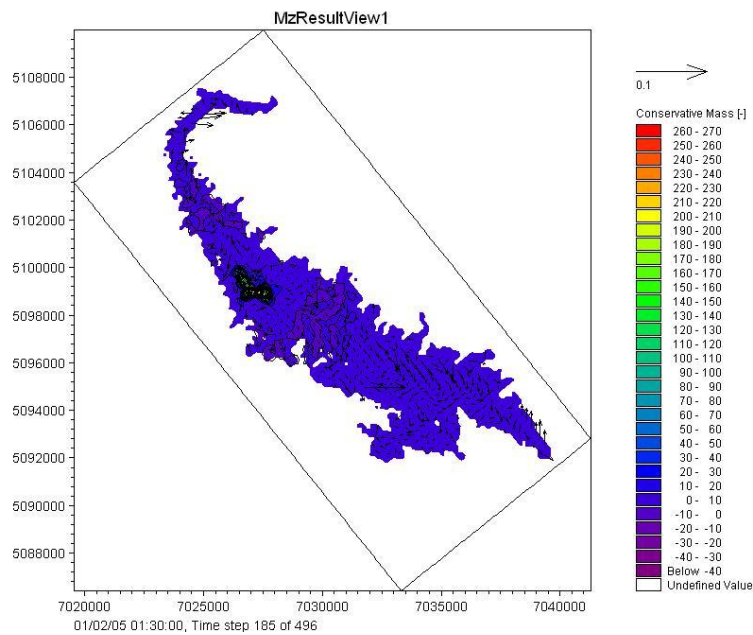
تعریف شده مربوط به زمان ترسالی-آلاینده جرم ثابت-نزدیک به محور سد می‌باشد، با در نظر گرفتن این موضوع که هریک روز تقریباً معادل ۱۷ Time Step یا گام زمانی است نحوه پراکندگی آلاینده طبق شکل‌های (۲) تا (۸) می‌باشد:



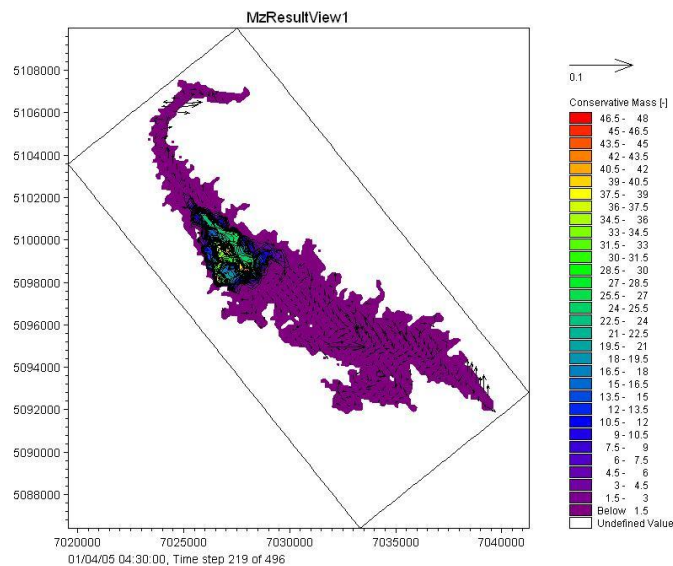
شکل ۲- زمان ورود آلاینده جرم ثابت به مخزن در نزدیکی محور سد استقلال میناب، ترسالی (زمان صفر)



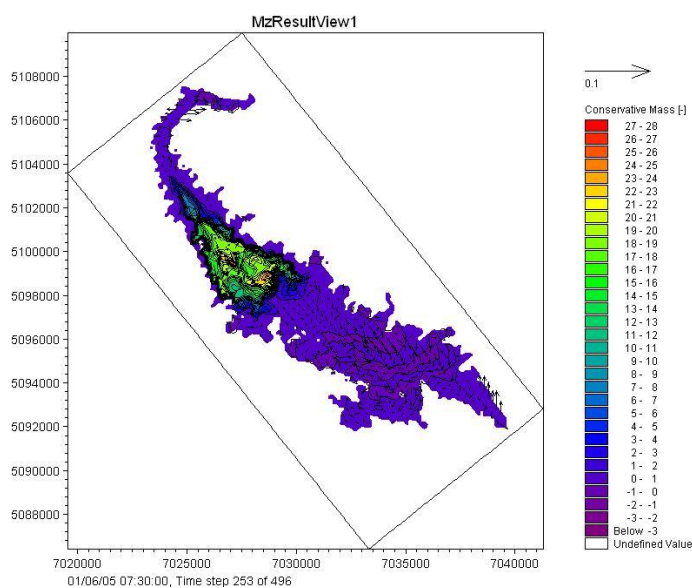
شکل ۳- پراکنش آلاینده جرم ثابت در مخزن سد در نزدیکی محور سد استقلال میناب، ترسالی (۱۲ ساعت پس از ورود آلاینده)



شکل ۴ - پراکنش آلاینده جرم ثابت در مخزن سد در نزدیکی محور سد استقلال میناب ، ترسالی (۱ روز پس از ورود آلاینده)

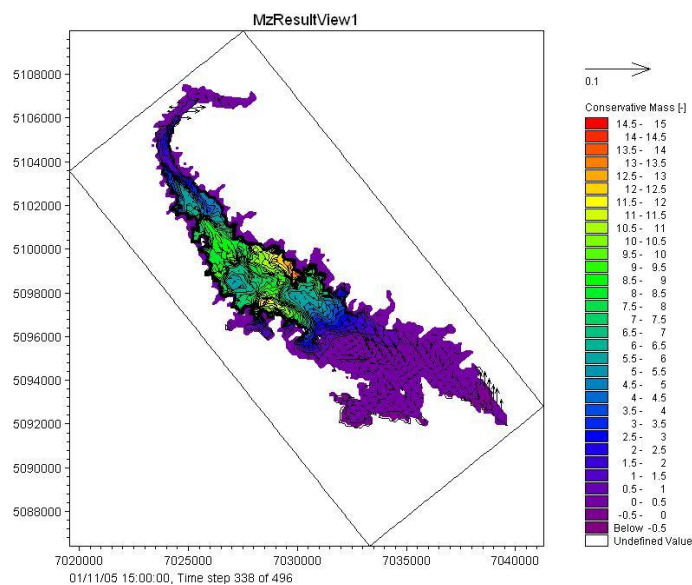


شکل ۵ - پراکنش آلاینده جرم ثابت در مخزن سد در نزدیکی محور سد استقلال میناب ، ترسالی (۳ روز پس از ورود آلاینده)



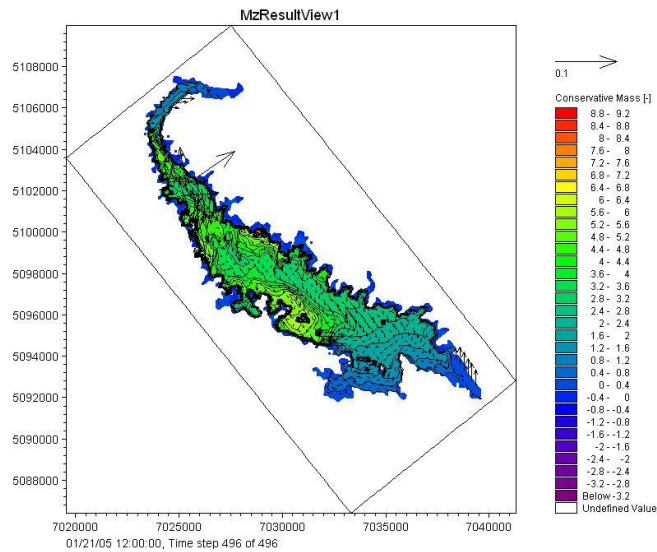
شکل ۶ - پراکنش آلاینده جرم ثابت در مخزن سد در نزدیکی محور سد استقلال میناب ، ترسالی

(۵ روز پس از ورود آلاینده)



شکل ۷ - پراکنش آلاینده جرم ثابت در مخزن سد در نزدیکی محور سد استقلال میناب ، ترسالی

(۱۰ روز پس از ورود آلاینده)



شکل ۸ - پراکنش آلاینده جرم ثابت در مخزن سد در نزدیکی محور سد استقلال میناب، ترسالی (۲۹ روز پس از ورود آلاینده)

به منظور بررسی سریعتر و راحت‌تر، نتایج حاصل از شبیه سازی انجام شده به صورت مجموعه‌ای از جدول‌ها از جدول (۲) لغایت جدول (۹) ارائه شده‌اند. در این جدول‌ها در ردیف‌های اول تا پنجم به ترتیب زمان پخش آلاینده بر حسب ساعت، غلظت آلاینده بر حسب میلی گرم بر لیتر (ppm)، مساحت پخش آلاینده در سطح، غلظت آلاینده بر حسب ساعت و مساحت اشغال شده توسط آلاینده در عمق یک متری بر حسب هکتار نشان داده شده است.

جدول شماره ۲_ میزان پخشیدگی آلاینده جرم ثابت در زمان ترسالی در نزدیکی محور سد استقلال میناب
(فرضیه W.C.S1)

عمق ۱ متری		سطح		زمان (h) (ساعت/روز)
مساحت (Ha)	غلظت (mg/lit)	مساحت (Ha)	غلظت (mg/lit)	
۱	< ۲/۶	۱	۳۰۰ تا ۳۲۵	۰
۲	< ۷۰۰	۱	۷۸۰ تا ۸۴۰	۱۲
۶	۲۰۰ تا ۶۰۰	۴	۴۸۰ تا ۶۶۰	
۱۸	۱۲۰ تا ۲۰۰	۲	۲۴۰ تا ۲۶۰	۲۴ (۱ روز)
		۱۹	۱۲۰ تا ۲۲۰	
۷۰	۲۰ تا ۴۰	۱۰	< ۴۰	۱۲۰ (۵ روز)
		۹۴	۱۶ تا ۳۶	
۲۹۰	۴ تا ۱۲	۲۱	< ۲۴	۲۴۰ (۱۰ روز)
		۱۳۲	۱۴ تا ۲۲	
۶۶۸	۴۱/۶ تا ۵/۶	۷۸	< ۷/۸	۶۹۶ (۲۹ روز)

جدول شماره ۳_ میزان پخشیدگی آلاینده جرم ثابت در زمان ترسالی در ورودی مخزن سد استقلال میناب

(فرضیه W.C.S2)

عمق ۱ متری		سطح		زمان (h) (ساعت/روز)
مساحت (Ha)	غلظت (mg/lit)	مساحت (Ha)	غلظت (mg/lit)	
۱	< ۱/۶۵	۱	< ۳۲۵	۰
۱۱	۵۶۰ تا ۲۰۰	۲	۳۲۵ تا ۵۶۰	۱۲
		۸	۴۰۰ تا ۲۸۰	
		۲	< ۲۷۵	
۱۷	۲۸۰ تا ۶۰	۱	۲۵۰ تا ۲۲۵	۲۴ (۱ روز)
		۹	۲۲۵ تا ۱۵۰	
۹۱	۴۸ تا ۲۴	۲۰	۴۴ تا ۳۶	۱۲۰ (۵ روز)
		۶۰	۳۶ تا ۲۰	
		۵۵	۲۲ تا ۱۰	
۱۲۰	۱۴ تا ۵	۹۰	۱۰ تا ۳	۲۴۰ (۱۰ روز)
		۷۲	۱۰ تا ۲	
۲۰۰	۴ تا ۲	۷۲	۱۰ تا ۲	۶۹۶ (۲۹ روز)

جدول شماره ۴_ میزان پخشیدگی آلاینده مصرف شونده در زمان ترسالی در نزدیکی محور سد استقلال میناب

(فرضیه W.D.S1)

عمق ۱ متری		سطح		زمان (h) (ساعت/روز)
مساحت (Ha)	غلظت (mg/lit)	مساحت (Ha)	غلظت (mg/lit)	
۱	< ۲	۱	< ۲/۱۰۴	۰
۱	۱/۲ تا ۱	۲	۰/۱۳ تا ۰/۱۱	۱۲
۱	< ۷	۱	< ۰,۱۴	۲۴ (۱ روز)
		۱	۰/۱۱ تا ۰/۰۷	
۱	< ۴/۵	۱	< ۰/۱۳	۱۲۰ (۵ روز)
		۱	۰/۱۱ تا ۰/۰۷	
۳	۰/۰۱۶ تا ۰/۰۱۸	۱	< ۰/۱۳	۲۴۰ (۱۰ روز)
		۲	۰/۰۵ تا ۰/۰۲	
۲	< ۰/۰۰۱۳	۲	< ۱/۵	۶۹۶ (۲۹ روز)
		۱۷	۱/۵ تا ۰/۳	

جدول شماره ۵ _ میزان پخشیدگی آلاینده مصرف شونده در زمان ترسالی در ورودی مخزن سد استقلال میناب
(فرضیه W.D.S2)

عمق ۱ متری		سطح		زمان (h)
مساحت (Ha)	غلظت (mg/lit)	مساحت (Ha)	غلظت (mg/lit)	(ساعت/روز)
۱	< ۱/۹	۱	< ۲/۱۰۴	۰
۱	< ۱/۱۲	۲	۰/۱۱ تا ۰/۱۳	۱۲
		۴	۰/۰۲ تا ۰/۰۵	
۱	< ۷/۸	۲	۰/۱۱ تا ۰/۱۴	۲۴ (۱ روز)
		۴	۰/۰۲ تا ۰/۰۵	
۱	< ۶/۵	۲	۰/۱۱ تا ۰/۱۴	۱۲۰ (۵ روز)
		۴	۰/۰۲ تا ۰/۰۵	
۴	تا ۰/۰۰۳۲	۱	< ۰/۱۴	۲۴۰ (۱۰ روز)
	۰/۰۱۲	۲	۰/۰۲ تا ۰/۰۶	
۴	۰/۰۰۱۳	۲	< ۱/۵	۶۹۶ (۲۹ روز)
		۲۰	۰/۱۵ تا ۱/۳۵	

جدول شماره ۶ _ میزان پخشیدگی آلاینده جرم ثابت در زمان خشکسالی در نزدیکی محور سد استقلال میناب
(فرضیه D.C.S1)

عمق ۱ متری		سطح		زمان (h)
مساحت (Ha)	غلظت (mg/lit)	مساحت (Ha)	غلظت (mg/lit)	(ساعت/روز)
۱	< ۲/۲۵	۱	< ۴۴۰	۰
۸	۴۸۰ تا ۷۲۰	۲	< ۷۲۰	۱۲
		۸	۴۲۰ تا ۶۶۰	
۱۰	۲۸۰ تا ۴۴۰	۶	< ۴۸۰	۲۴ (۱ روز)
		۲۳	۱۲۰ تا ۳۶۰	
۸۰	۲۴ تا ۱۱۲	۱۰	< ۱۰۴	۱۲۰ (۵ روز)
		۳۵	۵۶ تا ۹۶	
۹۰	۱۱ تا ۱۵	۵۵	< ۱۲	۲۴۰ (۱۰ روز)
۱۲۰	< ۴/۸	۶	< ۱۱	۶۹۶ (۲۹ روز)

جدول شماره ۷_ میزان پخشیدگی آلاینده جرم ثابت در زمان خشکسالی در ورودی مخزن سد استقلال میناب

(فرضیه D.C.S2)

عمق ۱ متری		سطح		زمان (h) (ساعت/روز)
مساحت (Ha)	غلظت (mg/lit)	مساحت (Ha)	غلظت (mg/lit)	
۱	< ۲,۸	۱	< ۴۴۰	۰
۱۰	۴۸۰ تا ۲۰۰	۲	< ۶۵۰	۱۲
		۶	۵۵۰ تا ۳۵۰	
۱۹	۱۹۵ تا ۹۰	۶	< ۱۸۰	۲۴ (۱ روز)
		۱۵	۱۶۵ تا ۱۰۵	
۱۵	۵۲ تا ۴۰	۵	< ۵۲	۱۲۰ (۵ روز)
		۵۲	۵۲ تا ۲۰	
۳۶	۲۴ تا ۱۸	۳۵	< ۲۰	۲۴۰ (۱۰ روز)
۱۲۶	۵ تا ۳	۵	< ۶	۶۹۶ (۲۹ روز)

جدول شماره ۸_ میزان پخشیدگی آلاینده مصرف شونده در زمان خشکسالی در نزدیکی محور سد استقلال میناب

(فرضیه D.D.S1)

عمق ۱ متری		سطح		زمان (h) (ساعت/روز)
مساحت (Ha)	غلظت (mg/lit)	مساحت (Ha)	غلظت (mg/lit)	
۱	< ۱/۹	۱	< ۲/۰۱	۰
۱	< ۳/۲۵	۲	< ۰/۰۳	۱۲
۱	< ۳/۵	۲	< ۰/۰۳	۲۴ (۱ روز)
۲	< ۱/۶	۳	۰/۰۳ تا ۰/۰۱	۱۲۰ (۵ روز)
۲	< ۵/۶	۳	۰/۰۳ تا ۰/۰۲	۲۴۰ (۱۰ روز)
۲	< ۱/۹۵	۳	< ۰/۰۴	۶۹۶ (۲۹ روز)

جدول شماره ۹_ میزان پخشیدگی آلاینده مصرف شونده در زمان خشکسالی در ورودی مخزن سد استقلال میناب

(فرضیه D.D.S2)

عمق ۱ متری		سطح		زمان (h)
مساحت (Ha)	غلظت (mg/lit)	مساحت (Ha)	غلظت (mg/lit)	(ساعت/روز)
۱	< ۱/۹	۱	< ۲/۰۱	۰
۱	< ۳/۲	۱	< ۰/۰۳	۱۲
۲	< ۳	۱	< ۰/۰۳	۲۴ (۱ روز)
۱	< ۱/۸	۲	< ۰/۰۲	۱۲۰ (۵ روز)
۲	< ۵/۶	۳	< ۰/۰۲	۲۴۰ (۱۰ روز)
۲	< ۱/۹۵	۳	< ۰/۱۲	۶۹۶ (۲۹ روز)

بحث و نتیجه‌گیری

خروجی‌های به دست آمده از اجرای مدل MIKE3 به صورت عددی در جدول‌های (۲) تا (۹) ارائه شده است. در جدول‌های (۲) تا (۵)، وضعیت پخشیدگی دو نوع آلاینده جرم ثابت و مصرف شونده در نزدیکی محور سد و ورودی مخزن سد در زمان ترسالی تعیین شده است. همچنین در جدول‌های (۶) تا (۹) نیز به بررسی وضعیت پخشیدگی دو نوع آلاینده جرم ثابت و مصرف شونده در نزدیکی محور سد و ورودی مخزن سد در زمان خشکسالی پرداخته شده است. در جدول‌های (۲) و (۳) نتایج مربوط به میزان پخش آلاینده جرم ثابت و در جدول‌های شماره (۴) و (۵) نتایج مربوط به میزان پخش آلاینده مصرف شونده در نزدیکی محور سد و ورودی مخزن سد در زمان ترسالی ارائه شده است. در جدول‌های (۶) و (۷) نتایج مربوط به میزان پخش آلاینده جرم ثابت و در جدول‌های شماره (۸) و (۹) نتایج مربوط به میزان پخش آلاینده مصرف شونده در نزدیکی محور سد و ورودی مخزن سد در زمان خشکسالی ارائه شده است.

نتایج ارائه شده در جداول ۲ الی ۹، نشان‌دهنده بیشترین میزان غلظت آلاینده جرم ثابت یا Conservative در محیط، طی ۱۲ ساعت ابتدای ورود این نوع آلاینده به اکوسیستم آبی می‌باشد. بعد از این مرحله، غلظت آلاینده جرم ثابت به دلیل پخشیدگی در آب (و نه به خاطر از بین رفتن خود آلاینده)، کاهش خواهد یافت. این امر با توجه به زمان تخلیه آلاینده به محیط (۱۰ دقیقه) و جریانات حاکم بر آب، ناچیز در نظر گرفته شده است، توجیه پذیر می‌باشد. به همین دلیل با توجه به غلظت در واحد حجم، میزان پخشیدگی آلاینده جرم ثابت تا ۱۲ ساعت اول در محیط، کم می‌باشد. در نتیجه بیشینه غلظت آلاینده با توجه به حجمی که اشغال کرده مشاهده می‌گردد. این امر در حالتی اتفاق می‌افتد که آلاینده مصرف شونده به دلیل ماهیت میرایی که دارد از همان بدو ورود به محیط آبی شروع به از بین رفتن مینماید و در نتیجه قبل از آغاز پخشیدگی در محیط، کاهش غلظت را به دنبال دارد.

همان طور که اشاره شد نتایجی که در جدول‌های (۲)، (۳)، (۴) و (۷) از نظر زمان ترسالی و خشکسالی مورد بررسی قرار گرفتند نحوه پراکنش آلاینده جرم ثابت یا Conservative را نشان می‌دهد. مقایسه این جداول در حالتی است که تنها تفاوت آنها در زمان پخش آلاینده می‌باشد. موارد مذکور نشان می‌دهد که در ساعات اولیه انتشار آلاینده، سطحی که اشغال می‌شود مشابه است و تفاوت از زمان حدود ۵ الی ۱۰ روز پس از ورود آلاینده به محیط آغاز می‌گردد. در حالت مربوط به زمان ترسالی جدول (۳) سطح تحت پوشش آلاینده با گذشت زمان افزایش می‌یابد در صورتیکه سطح تحت پوشش آلاینده در زمان خشکسالی جدول (۷) تقریباً در همان اندازه اولیه از میزان پخشیدگی باقی ماند. این وضعیت نشان‌دهنده نقش ترسالی در افزایش میزان پخشیدگی آلاینده‌ها در محیط آبی می‌باشد. علت این وضع در زمان ترسالی حجم ورود آب است که به مراتب بیشتر می‌باشد در نتیجه میزان پخشیدگی هم به همان میزان بیشتر خواهد بود. با بررسی نحوه پخش آلاینده‌های مصرف شونده یا (BOD) Decay در دو مورد W.D.S1 و D.D.S1 در دو زمان ترسالی و خشکسالی مشاهده می‌شود که در حین پخشیدگی از میزان آلاینده مصرف شونده کاسته می‌شود (ماناهان، ۱۳۷۱). با توجه به ماهیت این نوع آلاینده (مصرف شونده) که در حین پخشیدگی شروع به از بین رفتن می‌نماید، در نتیجه در هنگام ترسالی زمان کافی برای پخش شدن در محیط را نخواهد داشت. به همین دلیل چه در زمان ترسالی و چه در زمان خشکسالی، میزان پخش آلاینده از بدو ورود به محیط تا آخرین روز اندازه گیری، روندی تقریباً مشابه دارد. همچنین موارد W.D.S2 و D.D.S2 نشان می‌دهد که سطح تحت پوشش آلاینده مصرف شونده با گذشت زمان کم و کمتر می‌شود چراکه آلاینده در حال پخش، باگذشت زمان مصرف شده است. مقایسه ارقام جدول‌ها (۵) و (۹) نیز نتایجی مشابه مقایسه نتایج جداول (۴) و (۸) را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود در زمان ترسالی به دلیل زیاد بودن حجم آب، پراکندگی آلاینده در محیط آبی، بیشتر می‌باشد. همچنین بررسی این جدول نشان داد که میزان پخشیدگی آلاینده‌های میرا به دلیل مصرف شدن در حین پخش، کمتر از پخشیدگی آلاینده‌های نامیرا می‌باشد. با مقایسه ستون مربوط به مساحت‌های پخش آلاینده‌ها که در موارد مربوط به پخش آلاینده‌های نامیرا در زمان ترسالی یعنی W.C.S1 و W.C.S2 مشاهده می‌شود میزان مساحتی که بعد از ۶۹۶ ساعت در سطح اشغال می‌شوند به ترتیب حدود ۷۸ و ۷۲ هکتار می‌باشد در حالیکه در موارد مربوط به پخش آلاینده‌های میرا در زمان ترسالی یعنی W.D.S1 و W.D.S2 این مساحت در سطح به حدود ۱۹ و ۲۲ هکتار کاهش می‌یابد. این مسئله در زمان خشکسالی نیز صادق است که تایید کننده مصرف شدن آلاینده‌های میرا در زمان پخشیدگی می‌باشد. با توجه به مطالب ارائه شده می‌توان نتیجه گرفت که میزان پخشیدگی آلاینده‌های میرا کمتر از پخشیدگی آلاینده‌های نامیرا است و این امر به دلیل مصرف شدن آلاینده میرا در حین پخش شدن می‌باشد (افرا، توران، ۱۳۷۱). همچنین در زمان ترسالی با توجه به بالا بودن حجم آب در مخزن سد، میزان پخشیدگی آلاینده نیز بیشتر خواهد بود. عبارتی دو پارامتر مهم در پخشیدگی آلاینده در اکوسیستم آبی یکی زمان ترسالی و خشکسالی و دیگری نوع آلاینده پراکنده شده در محیط می‌باشد.

منابع

- افیونی، م، عرفان منش، م، ۱۳۷۹، آلودگی محیط زیست، ارکان. ایران.
- افرا، ت. و عطاران، م. ۱۳۷۱. ضرورت تهیه و اجرای طرح مقابله با آلودگیهای نفتی و غیر نفتی در مواقع اضطراری در خلیج فارس. اولین سمینار علوم دریایی و جوی، تهران، دانشگاه تربیت مدرس.
- حسینی، ل. ۱۳۸۹. تجزیه و تحلیل اثرات فیزیکوشیمیایی سداستقلال میناب در فاز بهره‌برداری به روش سلسله مراتبی، همایش ملی آب پاک، سیویلیکا (Civilica).
- سالنامه آماری استان هرمزگان، ۱۳۸۶. سالنامه آماری. استانداری هرمزگان، گروه نقشه و GIS. ایران.
- کردوانی، پ. ۱۳۷۴، اکوسیستمهای آبی ایران، قومس.
- ماناهان، ا.، ۱۳۷۱، شیمی محیط زیست، ترجمه نوری آشتیانی، ج. مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی.
- Claes, B. 1990. Swedish environmental protection agency, SweiNet, Sweden.
- Glover, M. , Jenkins, D.W. Doney, S.C. 2005, Modeling methods for Marine Science, Woods hole oceanographic Institution.
- Etkin, D.S. 1998. Environmental research consulting Winchester Massachusetts. Vol 68, No 22. USA.
- Kokko, H. 2007 Modeling for field Biologists. Cambridge.
- WHO, 1990. Guidelines for drinking water, quality, health criteria and other supporting in formations, world health organization, WHO environmental health criteria, No.134.

