دانشکده عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد عمران- گرایش محیط زیست

بررسی پخش آلودگی ناشی از پساب کارخانجات آب شیرین کن در دریا

استاد راهنما:

دکتر فریدون وفایی

استاد مشاور:

مهندس آرش بختیاری

نگارش:

سمیه محمدی ۸۸۰۱۴۰۴

بهمن ۱۳۹۰

تقدیم به

همه کسانی که در ارتقاء مرزهای دانش و آگاهی در این سرزمین نقشی داشته اند و همه عزیزانی که در نگارش این پایان نامه مرا یاری نموده اند.

تشکر و قدردانی

اندیشه‌ها و ایده‌های علمی هرگز بدون کمک و یاری کسانی که کارآزمودگان این مسیر هستند به سرانجام نمی‌رسند. در اینجا از زحمات، راهنماییها و دلسوزیهای استاد گرامی‌ام **جناب آقای دکتر فریدون وفایی** که صبورانه در تمام مراحل انجام این پایان نامه مرا یاری کرده اند، تشکر و قدر دانی مینمایم.

همچنین از مشاور گرامی‌ام **جناب آقای مهندس آرش بختیاری** که در طی این مسیر دلسوزانه مرا یاری نموده‌اند نیز تشکر و قدر دانی مینمایم.

چکیده

با توجه به کمبود منابع آب، احداث آب شیرین کنها در مناطق ساحلی گزینه مناسبی جهت تامین آب در این نواحی می‌باشد. آب شیرین‌کنها در کنار تاثیرات مثبتی که در جهت تامین آب بر زندگی افراد دارند، باعث آسیب به محیط زیست هم می‌شوند. یکی از مهمترین جنبه‌های آثار زیست محیطی آب‌شیرین کن‌ها در ارتباط با محیط دریا، مربوط به پساب تغلیظ شده‌ای می‌باشد که به محیط دریا تخلیه می‌شود. مهمترین ویژگی این پساب شوری بالای آن می‌باشد. این شوری بالا باعث اثرات نامطلوب زیست محیطی بر محیط دریا و آبزیان می‌شود. با توجه به تعداد اندک مطالعات صورت گرفته در ارتباط با بررسی پسابهای سنگین، تنوع پارامترهای تاثیر گذار بر پخش شوری و پیچیدگی فرایندهای مربوط به پخش شوری در محیطهای آبی که در چند مرحله مجزا صورت می‌گیرد، به نظر می‌رسد انجام تحقیقات در ارتباط با بررسی پخش شوری ناشی از پساب کارخانجات آب شیرین کن ضروری باشد.

در مطالعات حاضر ابتدا فهرستی از عوامل تاثیر گذار بر پدیده پخش شوری تهیه شده است و سپس برای بررسی تاثیر این عوامل بر پخش شوری با استفاده از نرم افزار MIKE 3 آنالیز حساسیت پدیده پخش شوری صورت گرفته است و میزان تغییرات شوری در اثر تغییر هریک از این عوامل ارائه شده است. در نهایت نیز به شبیه‌سازی مقادیر مختلف شوری ناشی از پساب آب شیرین کن بندرعباس، پرداخته شده است و پس از تهیه مدل و کالیبره کردن آن سناریوهای مختلفی در شرایط قرار گیری خروجی در عمق‌های مختلف تعریف و شبیه‌سازی شده‌اند.

بر اساس نتایج شبیه‌سازی و تغییرات بدست آمده برای مقادیر شوری در اثر تغییر در هریک از پارامترهای تاثیرگذار، تغییر در تعداد خروجیها و استفاده از دیفیوزر و همچنین افزایش عمق آب با ۱۰درصد کاهش مقادیر شوری جزء تاثیرگذارترین پارامترها در جهت کاهش مقادیر شوری بودند و افزایش سرعت خروجی پساب و سرعت محیطی با ۰/۷ درصد کاهش مقادیر شوری جزء عواملی بودند که تاثیرگذاری کمتری در جهت کاهش مقادیر شوری داشتند. همچنین بر اساس نتایج مربوط به مطالعه موردی بندرعباس، در صورت استفاده از دیفیوزر عمق مناسب ۳ متر و در صورت عدم استفاده از دیفیوز عمق ۷ متر در جهت تامین استانداردهای زیست محیطی پیشنهاد شده است.

کلمات کلیدی: آب شیرین کن، آنالیز حساسیت پخش شوری، پساب شور، MIKE 3، عمق تخلیه

فهرست مطالب صفحه

فصل اول کلیات ۱

۱- کلیات ۲

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- اهمیت و ضرورت تحقیق ۳

۱-۳- هدف ازتحقیق ۴

۱-۴- روش تحقیق ۴

فصل دوم مروری بر تحقیقات قبلی ۵

مقدمه ۶

۲-۱- روشهای آزمایشگاهی ۷

۲-۲- روشهای عددی ۸

۲-۲-۱- مدلسازی دو بعدی جریان و انتقال آلودگی (شوری) در رودخانه‌های جزرو مدی ۸

۲-۲-۲- مدلسازی پخش شوری ناشی ازکارخانه‌های آب شیرین‌کن ۹

۲-۲-۳- مدلسازی پلوم شور ناشی از تخلیه پساب شور به دریا ۱۰

۲-۲-۴- پیش‌بینی اختلاط اولیه پساب ناشی از کارخانجات آب‌شیرین‌کن با استفاده از روش $k-\varepsilon$ ۱۰

۲-۲-۵- مدلسازی عددی تغییرات شوری در اثر نیروی باد و نیروهای ترموهالاین در خلیج فارس ۱۱

۲-۲-۶- بررسی پخش پساب شور کارخانجات آب شیرین کن و تعیین بهترین محل خروجی با استفاده از مدلسازی و استفاده از نرم افزار Cormix ۱۲

۲-۲-۷- مدلسازی خروجی پساب شور در مرحله طـراحی کارخانه‌های آب شیرین کن ۱۴

۲-۲-۸- شبیه سازی مسیر پلوم شوری با استفاده از مدل Core Jet و تعیین زاویه بهینه برای تخلیه پساب ۱۶

۲-۲-۹- بررسی اثرات ناشی از مخلوط کردن پساب شور با فاضلاب درای شوری کم بر میزان ترقیق ۱۸

۲-۳-مطالعات انجام شده در مهندسین مشاور ۱۸

۲-۳-۱- مطالعات هیدرولیک، هیدرودینامیک و زیست محیطی طرح شهید کلانتری در دریاچه ارومیه ۱۸

۲-۳-۲-گزارش هیدرودینامیک و پخش حرارت مطالعات آبگیر طرح توسعه نیروگاه هرمزگان ۱۹

۲-۴- جمع بندی و نتیجه‌گیری ۲۲

فهرست مطالب صفحه

فصل سوم مبانی تئوریک پخش و معادلات حاکم ۲۷
مقدمه ۲۸
۳-۱- آثار منفی ناشی از شوری و دما ۲۸
۳- ۲- مبانی تئوریک پخش و انتقال آلاینده در محیط آبی ۲۹
۳-۳- انتقال ۳۰
۳-۴- انتشار ۳۱
۳-۵- استخراج معادله انتقال ـ انتشار ۳۳
۳-۶- مبانی پخش آلاینده در پیکره ۳۴
۳-۷- هیدرولیک اختلاط ۳۵
۳-۸- مراحل اختلاط ۳۶
۳-۹- تاثیر جریان در رقیق شدگی ۳۸
فصل چهارم انتخاب مدل ۴۰
۴-۱-بررسی مدل‌های عددی مختلف مربوط به شبیه‌سازی جریان ۴۱
۴-۱-۱- مدل عددی COHERENS ۴۱
۴-۱-۲-مدل عددی ECOMSED ۴۲
۴-۱-۳-مدل‌های عددی WASP ۴۲
۴-۱-۴- مدل عددی POM ۴۲
۴-۱-۵-مدل عددی QUODDY4 ۴۳
۴-۱-۶- مدل عددی ROMS ۴۳
۴-۱-۷-مدل عددی SSIIM ۴۳
۴-۱-۸- مدل عددی CORMIX ۴۳
۴-۱-۹-مجموعه مدل‌های RMA ۴۴
۴-۱-۱۰- سری مدل‌های DELFT ۴۴
۴-۱-۱۱- سری مدل‌های TELEMAC ۴۴
۴-۱-۱۲- مدل GEMSS (GLLVHT) ۴۵
۴-۱-۱۳-مدل CH2D/3D ۴۵
۴-۱-۱۴- سری مدل‌های ADCIRC ۴۵
۴-۱-۱۵-مدل دوبعدی BOM ۴۶
۴-۱-۱۶-مدل دوبعدی CE-QUAL-W2 ۴۶

فهرست مطالب صفحه

۴-۱-۱۷-سری مدل‌های MIKE ۴۶
۴-۱-۱۸-مدل TRIM ۴۷
۴-۲- مدل منتخب در این تحقیق ۴۷
۴- ۳-معادلات پایه مورد استفاده در مدلسازی با استفاده از نرم افزار مایک ۳ ۴۸
۴-۳-۱- معادلات آبهای کم عمق ۴۸
۴-۳-۲- معادلات انتقال برای شوری و دما ۵۰
۴-۳-۳-مدل آشفتگی ۵۱
۴-۳-۴- تنش بستر ۵۴
۴-۳-۵- تنش باد ۵۵
۴-۳-۶- تنش‌های تشعشعی ۵۶
فصل پنجم مدلسازی و نتایج ۵۷
۵-۱- مقدمه ۵۸
۵-۲- آنالیز حساسیت پدیده پخش شوری ۵۸
۵-۲-۱-آنالیز حساسیت پخش شوری در اثر تغییر در عوامل محیطی ۶۱
۵-۲-۱-۱- بررسی تاثیر اندازه سرعت محیطی ۶۱
۵-۲-۱-۲- بررسی تاثیر تغییرات در شوری محیط ۶۳
۵-۲-۱-۳-بررسی تاثیر تغییرات در دمای محیطی ۶۴
۵-۲-۱-۴-بررسی تاثیر تغییر در دامنه جزرومدی بر مقادیر شوری ۶۵
۵-۲-۱-۵- بررسی تاثیر مشخصات امواج بر نوسانات شوری ۶۶
۵-۲-۲-آنالیز حساسیت پخش شوری در اثر تغییر در ویژگیهای پساب خروجی ۶۸
۵-۲-۲-۱- بررسی تاثیر افزایش دمای پساب ۶۸
۵-۲-۲-۲-بررسی تاثیر افزایش شوری پساب ۶۸
۵-۲-۲-۳-بررسی تاثیر افزایش دبی پساب ۶۹
۵-۲-۳-آنالیز حساسیت پخش شوری در اثر تغییر در ویژگیهای خروجی پساب ۷۰
۵-۲-۳-۱-بررسی تاثیر افزایش سرعت خروجی ۷۰
۵-۲-۳-۲-بررسی تاثیر قرار گیری خروجی در عمق‌های مختلف ۷۰
۵-۲-۳-۳-بررسی تاثیر تعداد خروجیها ۷۱
۵-۲-۳-۴-بررسی تاثیر هم جهت بودن سرعت خروجی و سرعت جریان محیطی ۷۲
۵-۲-۴- مقادیر مختلف شوری در لایه‌های مختلف
۷۳

فهرست مطالب صفحه

۵-۲-۵ - جمع بندی و نتیجه گیری از آنالیز حساسیت ۷۴
۵-۳- مدلسازی پخش پساب ناشی از کارخانه آب شیرین‌کن بندرعباس ۷۵
۵-۳-۱- مشخصات مکانی ناحیه مورد مطالعه ۷۵
۵-۳-۲- مشخصات محیطی و اندازه‌گیری‌های مربوط به ویژگیهای جریان در محدوده پروژه ۷۵
۵-۳-۳- مشخصات پروژه ۷۸
۵-۳-۳-۱- پارامترهای مربوط به پساب خروجی ۷۹
۵-۳-۴- ورودیهای مدل ۷۹
۵-۳-۴-۱- محدوده مدل سازی، داده های عمقی و شبکه مورد استفاده ۷۹
۵-۳-۴-۲- داده‌های مرزی مدل ۸۱
۵-۳-۴-۳- پارامترهای محیطی مربوط به دما و شوری ۸۳
۵-۳-۴-۴- پارامترهای مربوط به پساب ۸۴
۵-۳-۵- اجرای مدل ۸۴
۵-۳-۵-۱- کالیبراسیون مدل ۸۴
۵-۳-۵-۲- صحت سنجی مدل ۸۸
۵-۳-۶- بررسی تاثیر مربوط به پسابهای دیگر در محدوده پروژه ۹۳
۵-۳-۷- نتایج مدل برای سناریوهای شبیه‌سازی در محدوده پروژه ۹۴
۵-۳-۷-۱-تخلیه سطحی فاز اول درعمق یک متری ۹۵
۵-۳-۷-۲-تخلیه سطحی هر سه فاز در عمق یک متری ۱۰۲
۵-۳-۷-۳- تخلیه هر سه فاز در عمق سه متری بدون استفاده از دیفیوزر ۱۰۴
۵-۳-۷-۴-تخلیه هر سه فاز در عمق سه متری با استفاده دیفیوزر ۱۰۶
۵-۳-۷-۵-تخلیه هر سه فاز در عمق ۵ متری ۱۰۷
۵-۳-۷-۶-تخلیه هر سه فاز در عمق ۷ متری ۱۰۹
۵-۳-۷-۷-انتخاب گزینه مناسب تخلیه ۱۱۰
۵-۳-۸- مقایسه نتایج آنالیز حساسیت و مدلسازی پساب آب شیرین‌کن بندرعباس ۱۱۰
۵-۳-۹- جمع بندی و نتیجه‌گیری ۱۱۲
فصل ششم نتیجه‌گیری ۱۱۴
۶-۱-۱- نتایج مربوط به مدلسازی پخش شوری پساب آب شیرین کن بندرعباس ۱۱۵
۶-۱-۲- نتایج مربوط به مدلسازی پخش شوری پساب آب شیرین کن بندرعباس ۱۱۷
۶-۲- پیشنهادات
۱۱۷

فهرست نمودارها **صفحه**

نمودار۵-۱- مرز جزرومدی در نظر گرفته شده برای مرزهای شرقی و غربی مدل ۶۰
نمودار۵-۲- اثر تغییرات سرعت محیطی بر مقادیر شوری در فاصله ۲۰۰ متری از خروجی ۶۳
نمودار۵-۳- اثر تغییرات شوری محیطی بر مقادیر شوری در فاصله ۲۰۰ متری از خروجی ۶۴
نمودار۵-۴- اثر تغییرات دمای محیطی برمقادیر شوری در فاصله ۲۰۰ متری از خروجی ۶۵
نمودار۵-۵- اثر تغییرات دامنه جزر و مدی بر مقادیر شوری در فاصله ۲۰۰ متری از خروجی ۶۵
نمودار۵-۶- اثر تغییرات جهت موج بر مقادیرشوری در فاصله ۲۰۰ متری از خروجی ۶۶
نمودار۵-۷- اثر تغییرات ارتفاع موج بر مقادیرشوری در فاصله ۲۰۰ متری از خروجی ۶۷
نمودار۵-۸- اثر تغییرات پریود موج بر مقادیرشوری در فاصله ۲۰۰ متری از خروجی ۶۷
نمودار۵-۹- اثر تغییرات دمای پساب بر مقادیرشوری در فاصله ۲۰۰ متری از خروجی ۶۸
نمودار۵-۱۰- اثر تغییرات شوری پساب بر مقادیرشوری در فاصله ۲۰۰ متری از خروجی ۶۹
نمودار۵-۱۱- اثر تغییرات دبی پساب بر مقادیرشوری در فاصله ۲۰۰ متری از خروجی ۶۹
نمودار۵-۱۲- اثر تغییرات سرعت خروجی پساب بر مقادیرشوری در فاصله ۲۰۰ متری از خروجی ۷۰
نمودار۵-۱۳- اثر تغییرات سرعت خروجی پساب بر مقادیرشوری در فاصله ۲۰۰ متری از خروجی ۷۱
نمودار۵-۱۴- اثر تغییرات تعداد خروجیها بر مقادیر شوری در فاصله ۲۰۰ متری از خروجی ۷۲
نمودار۵- ۱۵- اثر هم جهت بودن سرعت خروجی و سرعت محیطی بر مقادیرشوری در فاصله ۲۰۰ متری از خروجی ۷۳
نمودار۵-۱۶- مقادیر شوری در ۲۰۰ متری محل تخلیه درلایه‌های مختلف ۷۳
نمودار۵-۱۷- مقایسه نتایج حاصل از مدل کلی در ایستگاه رجایی ۸۲
نمودار۵-۱۸- مقایسه نتایج حاصل از مدل کلی در ایستگاه هرمز ۸۲
نمودار ۵-۱۹- نتایج تغییرات تراز سطح آب مدل کلی در ایستگاه باسعیدو ۸۳
نمودار ۵-۲۰- نتایج تغییرات تراز سطح آب مدل کلی در ایستگاه لارک ۸۳
نمودار۵-۲۱- همبستگی بین نتایج اندازه‌گیری و مدلسازی تغییرات سطح آب در ایستگاه پل، برای ارتفاع زبریهای مختلف ۸۵
نمودار۵-۲۲- همبستگی بین نتایج اندازه‌گیری و مدلسازی تغییرات سطح آب در ایستگاه رجایی، برای ارتفاع زبریهای مختلف ۸۶
نمودار۵-۲۳- مقایسه نتایج حاصل از مدلسازی و اندازه گیریهای مربوط به تراز سطح آب در ایستگاه پل ۸۶
نمودار۵-۲۴- مقایسه نتایج حاصل از مدلسازی و اندازه گیریهای مربوط به تراز سطح آب در ایستگاه رجایی ۸۷

فهرست نمودارها **صفحه**

نمودار۵-۲۵- مقایسه نتایج حاصل از مدلسازی و اندازه گیریهای مربوط به سرعت جریان در ایستگاه درگاهان ۸۷

نمودار۵-۲۶- مقایسه نتایج حاصل از مدلسازی و اندازه گیریهای مربوط به سرعت جریان در ایستگاه رجایی ۸۸

نمودار۵-۲۷- همبستگی بین داده‌های اندازه‌گیری و مدلسازی تغییرات سطح آب در ایستگاه پل، ارتفاع زبری ۰/۰۰۱(مرحله صحت سنجی) ۸۹

نمودار۵-۲۸- همبستگی بین داده‌های اندازه‌گیری و مدلسازی تغییرات سطح آب در ایستگاه رجایی، ارتفاع زبری ۰/۰۰۱(مرحله صحت سنجی) ۸۹

نمودار۵-۲۹- همبستگی بین داده‌های اندازه‌گیری و مدلسازی سرعت جریان در ایستگاه رجایی، ارتفاع زبری ۰/۰۰۱(مرحله صحت سنجی) ۹۰

نمودار۵-۳۰- همبستگی بین داده‌های اندازه‌گیری و مدلسازی سرعت جریان در ایستگاه درگاهان، ارتفاع زبری ۰/۰۰۱(مرحله صحت سنجی) ۹۰

نمودار۵-۳۱- مقایسه مقادیر مربوط به اندازه‌گیری و مقادیر شبیه سازی شده تراز آب در ایستگاه پل (مرحله صحت سنجی) ۹۱

نمودار۵-۳۲- مقایسه مقادیر مربوط به اندازه‌گیری و مقادیر شبیه سازی شده تراز آب در ایستگاه رجایی (مرحله صحت سنجی) ۹۱

نمودار۵-۳۳- مقایسه مقادیر مربوط به اندازه‌گیری و مقادیر شبیه‌سازی شده سرعت جریان در ایستگاه درگاهان (مرحله صحت سنجی) ۹۲

نمودار۵-۳۴- مقایسه مقادیر مربوط به اندازه‌گیری و مقادیر شبیه‌سازی شده سرعت جریان در ایستگاه رجایی (مرحله صحت سنجی) ۹۲

نمودار۵-۳۵- مقادیر شوری در شعاع ۲۰۰ متری محل تخلیه (نزدیک کف) در حالت تخلیه سطحی فاز یک ۹۶

نمودار۵-۳۶- مقادیر شوری در شعاع ۲۰۰ متری محل تخلیه (نزدیک سطح) در حالت تخلیه سطحی فاز یک ۹۶

نمودار۵-۳۷- مقادیر دما در شعاع ۲۰۰ متری محل تخلیه (نزدیک کف) در حالت تخلیه سطحی فاز یک ۹۷

نمودار۵-۳۸- مقادیر دما در شعاع ۲۰۰ متری محل تخلیه (نزدیک سطح) در حالت تخلیه سطحی فاز یک ۹۷

نمودار۵-۳۹- مقایسه بین روند تغییرات سطح آب و مقادیرشوری ۱۰۱

فهرست نمودارها **صفحه**

نمودار ۵-۴۰- مقایسه روند تغییرات سطح آب، سرعت جریان و مقادیر شوری ۱۰۲
نمودار۵-۴۱- تغییرات شوری هنگام تخلیه سطحی هر سه فاز در عمق یک متری درشعاع ۲۰۰ متری ۱۰۳
نمودار ۵-۴۲- تغییرات دما به هنگام تخلیه سطحی هر سه فاز در عمق یک متری در شعاع ۲۰۰ متری ۱۰۳
نمودار۵-۴۳- مقادیر شوری در شعاع ۲۰۰ متری محل تخلیه در حالت تخلیه در عمق ۳ متری بدون دیفیوزر ۱۰۵
نمودار۵-۴۴- مقادیر دما در شعاع ۲۰۰ متری محل تخلیه در حالت تخلیه در عمق ۳ متری بدون دیفیوزر ۱۰۵
نمودار۵-۴۵- مقادیر شوری در شعاع ۲۰۰ متری محل تخلیه (نزدیک کف) در حالت تخلیه هر سه فاز در عمق سه متری با استفاده دیفیوزر ۱۰۶
نمودار۵-۴۶- مقادیر دما در شعاع ۲۰۰ متری محل تخلیه (نزدیک کف) در حالت تخلیه هر سه فاز در عمق سه متری با استفاده دیفیوزر ۱۰۷
نمودار۵-۴۷- مقادیر شوری در نقطه‌ای به شعاع ۲۰۰ متری از محل تخلیه به هنگام قرار گیری خروجی در عمق ۵ متری ۱۰۸
نمودار۵-۴۸- مقادیردما در نقطه‌ای به شعاع ۲۰۰ متری از محل تخلیه به هنگام قرار گیری خروجی در عمق ۵ متری ۱۰۸
نمودار۵-۴۹- مقادیر شوری در نقطه‌ای به شعاع ۲۰۰ متری از محل تخلیه به هنگام قرار گیری خروجی در عمق ۷متری ۱۰۹
نمودار ۵-۵۰- مقادیر دما در نقطه‌ای به شعاع ۲۰۰ متری از محل تخلیه به هنگام قرار گیری خروجی در عمق ۷متری ۱۱۰
نمودار۵-۵۱- مقایسه روند تغییرات شوری در اثر تغییرات عمق خروجی در مدل کلی و مدل بندرعباس ۱۱۱
نمودار۵-۵۲- مقایسه روند تغییرات شوری در اثر تغییرات دامنه جزرومدی در مدل کلی و مدل بندرعباس ۱۱۲

فهرست اشکال **صفحه**

شکل۳-۱- مکش سیال محیطی به سمت جت بر اثر اختلاف فشار در مرزهای جریان ۳۵
شکل۳-۲- مقیاسهای زمانی و مکانی درگیر در فرایند اختلاط جریان در محیط ۳۷
شکل۳-۳- الگوی عمومی تخلیه جریانهای سنگین از تخلیه کننده‌های تک مجرایی مستغرق ۳۷
شکل۳-۴- نمایی از محدوده تاثیرگذاری هر یک از نیروهای حاکم در تخلیه مستغرق فاضلابهای با شناوری مثبت ۳۸
شکل ۴-۱- شبکه بندی در مدل MIKE3 FM ۴۸
شکل ۵-۱- هیدروگرافی مورد استفاده در آنالیز حساسیت ۵۹
شکل ۵- ۲- شبکه محاسباتی و مرزهای مدل در آنالیز حساسیت ۶۰
شکل ۵-۳-نتایج انتشار شوری و میدان جریان بدست آمده از تست شماره یک سه ساعت بعد از شروع شبیه‌سازی ۶۲
شکل ۵-۴- نتایج انتشار شوری و میدان جریان بدست آمده از تست شماره ۲۰ ساعت بعد از شروع شبیه‌سازی ۶۳
شکل ۵-۵- استفاده از دیفیوزر برای تخلیه پساب ۷۲
شکل۵-۶- موقعیت پروژه آب شیرین‌کن بندر عباس ۷۶
شکل ۵-۷- گلموج مربوط به ناحیه مورد مطالعه ۷۷
شکل ۵-۸- مقادیر متوسط شوری در خلیج فارس در فصول تابستان و زمستان در سال ۱۹۹۲ ۷۷
شکل ۵-۹- موقعیت ایستگاههای اندازه‌گیری ویژگیهای جریان ۷۸
شکل ۵-۱۰- محدوده مدلسازی هیدرودینامیک در مدل محلی ۸۰
شکل ۵- ۱۱- محدوده مدلسازی هیدرودینامیک در مدل کلی ۸۲
شکل ۵- ۱۲- محل خروجیهای دیگر واقع در ناحیه دور محل خروجی ۹۳
شکل ۵-۱۳- موقعیت خطوط هم عمق مربوط به قرارگیری خروجی در عمق‌های ۱، ۳، ۵ و۷ متری ۹۵
شکل۵-۱۴- مقادیر شوری به هنگام کهکشند در حالت تخلیه سطحی گزینه ۱ ۹۸
شکل۵-۱۵- مقادیر شوری به هنگام مه‌کشند در حالت تخلیه سطحی گزینه ۱ ۹۹
شکل ۵-۱۶- مقادیر شوری حداکثر در اطراف خروجی و نقاط کم عمق ساحل ۱۰۰
شکل ۵-۱۷- افزایش شوری بیش از استاندارد در گزینه تخلیه هر سه فاز در عمق یک متری ۱۰۴

فهرست جداول **صفحه**

جدول ۲-۱- مشخصات مربوط به شبیه‌سازیهای صورت گرفته توسط مالکانجیو و همکاران ۱۵

جدول ۲- ۲- خلاصه‌ای از کارهای انجام شده در ارتباط با پخش پساب و طراحی خروجی ۲۴

جدول ۴-۱ - ثابت‌های تجربی به کار رفته در مدل $k-\varepsilon$ ۵۳

جدول۵-۱- پارامترهای تاثیر گذار و مقادیرمختلف شبیه سازی شده این پارامترها در آنالیز حساسیت پخش شوری ۶۱

جدول ۵-۲- نتایج مربوط به تاثیرگذاری پارامترهای مختلف در کاهش مقادیر شوری و ترقیق پساب ۷۴

جدول ۵-۳- موقعیت ایستگاههای اندازه‌گیری ویژگیهای جریان ۷۸

جدول ۵-۴- دبی مربوط به فازهای مختلف توسعه کارخانه آب شیرین‌کن ۷۹

جدول ۵-۵- نتایج آماری مربوط به کالیبراسیون مدل با استفاده از ارتفاع زبریهای مختلف ۸۵

جدول ۵-۶- نتایج آماری مربوط به اجرای مدل با استفاده از ارتفاع زبری منتخب (مرحله صحت سنجی) ۸۸

جدول ۵-۷- ویژگیهای مربوط به پسابهای دیگر در ناحیه پروژه ۹۳

جدول ۵-۸- مشخصات مربوط به سناریوهای شبیه‌سازی ۹۴

فصل اول

کلیات

۱- کلیات

۱-۱- مقدمه

آب‌های زیرزمینی همچون چاه و چشمه و منابع آب سطحی همچون رودخانه‌ها از گذشته‌های دور به عنوان منابع آب قابل دسترس، پاسخ گوی نیاز آبی ساکنین کره زمین بوده‌اند. ولی انسان امروزی علیرغم توسعه فناوری‌های استحصال و تصفیه آب برای تامین آب آشامیدنی، همچنان از کم آبی رنج می‌برد. در بررسی‌های صورت گرفته علل افزایش تنش آبی در جهان را می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد:

- محدود بودن منابع آب شیرین
- افزایش جمعیت جهان
- آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی در اثر فعالیت های صنعتی و انسانی
- افزایش سرانه مصرف آب در جهان به علت افزایش سطح رفاه

در بحث آلودگی منابع آب شیرین می‌توان به مواردی همچون تخلیه فاضلاب‌های شهری، صنعتی و تخلیه پساب‌های کشاورزی به منابع آب اشاره کرد که در کشورهای درحال توسعه ۹۰ تا ۹۵ درصد از فاضلاب‌های شهری و صنعتی بدون تصفیه وارد منابع آب می‌شوند. پساب‌های کشاورزی به علت استفاده از کودهای شیمیایی دارای ترکیبات سمی و خطرناکی هستند که با ورود به منابع آب آن‌ها را غیر قابل استفاده می‌کنند.

با توجه به علل ذکر شده در بحث محدودیت منابع آب و بر اساس آمارهای موجود، در سال ۱۹۹۰، ۳۲۳ میلیون نفر از جمعیت جهان دچار تنش آبی وکم آبی بوده اند. این رقم در سال ۱۹۹۵ به ۴۵۸ میلیون نفر رسیده است. و این روند افزایش تنش آبی با توجه به محدود بودن منابع آب شیرین همچنان ادامه دارد. طوریکه پیش بینی می‌شود در سال ۲۰۵۰، ۴۰ درصد از جمعیت جهان با مسئله کمبود آب مواجه باشند[ESWA 1996].

با توجه به محدود بودن منابع آب شیرین و افزایش جمعیت جهان، برای تامین آب این جمعیت درحال رشد، ناگزیر به استفاده از منابع نامتعارفی همچون آب شور دریاها هستیم. بنابراین در بسیاری از مناطق ساحلی کنار دریا کارخانجات آب شیرین‌کن احداث شده‌است. مهمترین بحث زیست محیطی در ارتباط با اثرات منفی ناشی از کارخانجات آب شیرین کن بر دریا، بحث آلودگی زیست محیطی ناشی از تخلیه پساب این کارخانجات به دریا می‌باشد. این پساب که دارای ترکیبات خطرناکی بوده و عمدتا دارای دما و شوری بالایی می‌باشد،محیط زیست دریا را دچار تاثیرات منفی کرده و دارای آثار نامطلوبی بر محیط دریا و حیات آبزیان می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد در جهت حفظ و کاهش آثار منفی ناشی از تخلیه پساب آب شیرین‌کن‌ها، انجام مطالعاتی مربوط به بررسی نحوه پخش و ترقیق پساب در محیط دریا ضروری می‌باشد.

۱-۲- اهمیت و ضرورت تحقیق

آب شیرین کن‌ها باتوجه به نوع روش شیرین سازی و نحوه بهره‌برداری از آنها می‌توانند اثرهای کیفی مختلفی را بر محیط اطراف خود داشته باشند و به صورت کوتاه‌مدت و یا بلندمدت آثار نامطلوب زیست محیطی را بر اکوسیستم آبی داشته باشند.در حال حاضر، تلاشهای کمی در جهت بررسی و تعیین اثرات سوء ناشی از تخلیه پساب به دریا صورت گرفته است.خروج این پساب ها بیشترین آثار منفی زیست‌محیطی ناشی از آب شیرین کنها رادر بر دارد. سه عامل شوری، حرارت و مواد شیمیایی مهمترین عواملی هستند که از طریق پساب‌های آب شیرین‌کن‌ها وارد دریا می‌شوند. شوری به عنوان اولین عامل زیست‌محیطی موثر بر موجودات دریایی به حساب می‌آید که باید مورد توجه واقع شود. پساب های ناشی از تاسیسات آب شیرین‌کن در دریا به علت داشتن آب نمک غلیظ شده با شوری بالا می‌تواند موجب برهم خوردن تعادل شوری در محل تخلیه شود و مشکلاتی را از این بابت برای اکوسیستم منطقه بوجود بیاورد [Anonymous,2003].

تغییرات حرارتی به عنوان دومین عامل زیست‌محیطی ناشی از تخلیه پساب ها می‌باشد. پساب هایی که توسط تاسیسات آب شیرین‌کن به دریا تخلیه می شوند، معمولاً نسبت به محل تخلیه خود دارای درجه حرارت بالاتری می‌باشند که این تفاوت حرارتی بین پساب و محیط تخلیه ممکن است موجب تغییرات در توزیع محلی حرارت شود. با تبادل حرارتی که بین پساب‌ها و آب دریا در محل خروجی‌های کارخانجات آب شیرین‌کن وجود دارد، دمای آب دریا افزایش پیدا می‌کند که این افزایش دما می‌تواند موجب تغییراتی در فعالیت‌های بیولوژیکی محل شود[Anonymous,2003].

نفوذ مواد شیمیایی سومین عاملی است که براثر ورود پساب ها به دریا می‌تواند به طور مستقیم و یا غیرمستقیم آثار مخربی را بر اکوسیستم داشته باشد. در تاسیسات آب‌شیرین‌کن در طی فرایندهای شوری‌زدایی، از مواد شیمیایی متفاوتی برای پروسه‌های مختلف مانند مراحل پیش تصفیه، ضد عفونی و تمیز کردن تاسیسات و... استفاده می‌شود، که در نهایت به همراه سایر پساب‌ها وارد دریا می‌شود [Elmabrouk,2005].

با توجه به این‌که محیط زیست دریا بخش مهمی از اکوسیستم ما را تشکیل می‌دهد و در صورت آسیب دیدن این بخش از اکوسیستم، پیامدهای ناگواری حیات انسان را بر روی زمین تهدید می‌کند، بنابراین به نظر می‌رسد بررسی و تحقیق در ارتباط با ویژگیهای پساب خروجی از کارخانجات آب شیرین کن همچون نحوه پخش این پساب درجهت کاهش آثار زیست محیطی منفی از آب شیرین‌کن‌ها بر پیکره‌های آبی، امری ضروری و مهم باشد.

۱-۳- هدف از تحقیق

در این مطالعات با در نظر گرفتن شوری به عنوان شاخص‌ترین ویژگی مربوط به پساب کارخانجات آب شیرین کن به بررسی نحوه پخش شوری با تعیین عوامل تاثیر گذار بر پخش شوری، ارائه گرافهای مربوط به تاثیرگذاری عوامل مختلف و تعیین ویژگیهای طراحی بهینه مربوط به خروجی پساب آب شیرین‌کن‌ها که کمترین آثار سوء زیست محیطی را بر محیط دریا و موجودات آبزی حساس در منطقه تخلیه داشته باشد، پرداخته شده است.

۱-۴- روش تحقیق

مراحل انجام تحقیق در این مطالعات به شرح زیر می‌باشد:

۱. مروری بر کارهای قبلی در ارتباط با بررسی پخش و انتقال شوری و بررسی مطالعات مختلف عددی و آزمایشگاهی صورت گرفته در این راستا
۲. بررسی معادلات و مبانی تئوریک مربوط به پخش و انتقال آلاینده‌ها در محیطهای آبی
۳. بررسی و مطالعه مدلهای عددی مختلف موجود و انتخاب مدل مناسب برای این تحقیق
۴. تعیین عوامل تاثیرگذار بر پخش و انتقال شوری، در این قسمت از مطالعات عوامل تاثیر گذار بر پخش و انتقال شوری به سه گروه کلی عوامل محیطی، عوامل مربوط به ویژگیهای پساب و عوامل مربوط به ویژگیهای طراحی خروجی تقسیم شدند.
۵. تعریف سناریوهای مربوط به آنالیز حساسیت پدیده پخش شوری با در نظر گرفتن رنج تغییرات مناسب برای هر یک از پارامترهای تاثیر گذار
۶. اجرای شبیه‌سازیهای مربوط به آنالیز حساسیت و استخراج مقادیر شوری حاصل از نتایج شبیه‌سازی در شعاع ۲۰۰ متری محل تخلیه
۷. تعیین کمی میزان تاثیرگذاری عوامل، در این مرحله تاثیرگذارترین عوامل و عواملی که تاثیر کمی دارند، مشخص می‌شوند.
۸. بررسی و صحت سنجی روند تغییرات مقادیر شوری بدست آمده در آنالیز حساسیت با مدلسازی پساب آب شیرین کن بندر عباس
۹. تعیین عمق مناسب تخلیه در آب شیرین کن بندرعباس بر اساس مقادیر شوری شبیه‌سازی شده در این ناحیه
۱۰. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری از نتایج مطالعات

فصل دوم

مروری بر تحقیقات قبلی

مقدمه

یک از جنبه های مهم و با اهمیت هر تحقیق جمع آوری تجارب پیشین و کار های انجام شده قبلی است. این موضوع به فهم بهتر و بررسی دقیق تر جنبه های مختلف آن کمک شایانی می‌کند. همچنین با درک نکات مثبت تحقیقات انجام شده و توجه به نواقص آن‌ها از انجام فعالیت های تکراری و اشتباهات رایج جلوگیری بعمل خواهد آمد. علاوه بر این، می توان تجارب بدست آمده را در جهت بهبود تحقیق پیشرو مورد استفاده قرار داد. به همین جهت در این فصل سعی می شود که مروری کلی بر تحقیقات انجام شده قبلی در زمینه بررسی پخش آلودگی ناشی از پساب خروجی از کارخانجات و صنایع و همچنین مطالعات صورت گرفته در زمینه بررسی پخش شوری انجام شود.

در سرتاسرجهان توجه زیادی به جنبه‌های زیست محیطی و آثار ناشی از کارخانه‌های آب شیرین‌کن شده است. مهمترین اثر منفی ناشی از کارخانجات آب شیرین کن بر محیط دریا در اثر تخلیه پساب شور به دریا صورت می‌گیرد که دارای غلظت بسیار بالایی از نمک در مقایسه با شوری آب دریا می‌باشد. میزان این آسیب به فاکتورهای هیدروژئولوژیکالی مربوط به محیط دریا همچون عمق دریا، امواج، جریانها، عمق ستون آب و غیره بستگی دارد.

در ارتباط با بررسی آثار سوء و منفی ناشی از این پساب شور افراد مختلفی به بررسی نحوه پخش و ترقیق جریان شور ناشی از تخلیه پساب پرداخته‌اند. البته در بحث بررسی این پساب این نکته نیز قابل ذکر است که این پساب علاوه بر شوری دارای ویژگیهای دیگری نیز همچون حضور برخی فلزات سنگین و در مواردی آلودگی حرارتی نیز می‌باشد، اما با توجه به اینکه شوری مهمترین و تاثیر گذارترین فاکتور محسوس در پساب مخصوصا کارخانجات اسمز معکوس می‌باشد که مسلما دارای بیشترین تاثیر منفی بر محیط زیست دریا می‌باشد، لذا در این مطالعات با توجه به اینکه خروجی پساب از یک کارخانه اسمز معکوس می‌باشد، بیشتر به بررسی پخش پلوم شوری پرداخته شده است. منظور از پلوم شوری همان جریان غلیظ و چگالی است که به هنگام تخلیه پساب به علت تغییر چگالی با جریان محیطی که در آن تخلیه می‌شود، قابل تشخیص است. مطالعاتی که در زمینه بررسی پلوم شوری صورت گرفته است، شامل روشهای عددی و آزمایشگاهی هستند.

هدف از مطالعات قبلی صورت گرفته در این زمینه تعیین زوایای بهینه برای خروجی پساب در جهت رسیدن به نرخ ترقیق مناسب و همچنین تعیین عوامل موثر در مسیر حرکت پلوم شوری و مقادیر شوری در محیط آبی پذیرنده می‌باشد.