۱۳۷۸ /۹/ ۳۰

مرکز اطلاعات ... جمهوری ایران
ثبت مدرک

بسم ا... الرحمن الرحیم

پیش بینی ساختار دمایی و لایه بندی دما در دریاچه سد درودزن

بوسیله

کیوان کتیبه

پایان نامه

ارائه شده به دانشکده تحصیلات تکمیلی به عنوان بخشی از فعالیتهای
تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته

مهندسی مکانیک (تبدیل انرژی)

از

4417

دانشگاه شیراز

شیراز، ایران

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

امضاء اعضاء کمیته پایان نامه:

دکتر محمود یعقوبی، استاد بخش مهندسی مکانیک (رئیس کمیته).....

دکتر خسرو جعفر پور، استاد یار بخش مهندسی مکانیک (رئیس کمیته).....

دکتر همایون امداد، استاد یار بخش مهندسی مکانیک.....

دکتر علی اکبر گلنشان، استاد یار بخش مهندسی مکانیک.....

پاییز ۱۳۷۷

۲۷۸۴۷

تقدیم به پدر و مادر گرامیم

که همه پیشرفتهای زندگیم

را مدیون زحمات و دلسوزیهای

آنها هستم

۲۷۸۴۷

سپاسگزاری

اکنون که توفیق پروردگار شامل حال من شد تا این پایان نامه را به انجام برسانم بر خود لازم می دانم از عزیزانی که در این راه مرا یاری نمودند سپاسگزاری نمایم.

آغاز و انجام این تحقیق مرهون مساعدتها و راهنمایهای اساتید گرامی، آقایان دکتر یعقوبی و دکتر جعفرپور و نیز همراهی اساتید محترم آقایان دکتر امداد و دکتر گلنشان می باشد.

در ضمن جا دارد مراتب سپاس خود را از مسئولین شرکت آب استان فارس، بخصوص آقای مهندس حکیم الهی و آقای مهندس دهقان بخاطر همکاریهای بیدریغ ایشان ابراز نمایم.

چکیده

پیش بینی ساختار دمایی و لایه بندی دما در دریاچه سد درودزن

توسط

کیوان کتیبه

آب و چرخش آن در طبیعت جزئی از نظام اکوسیستم است و هرگونه رفتار با آن باید براساس اصول اکولوژی حاکم بر منطقه صورت پذیرد. دریاچه ها و مخازن آب طبیعی و مصنوعی از جمله محیطهای هستند که در تأمین آب مصرفی جهت کشاورزی، شرب و ... دارای اهمیت بسیاری می باشند. اهمیت این منابع ازآن جهت که محل زیست انواع موجودات گیاهی و حیوانی هستند و بعنوان منابع غذایی نیز محسوب می گردند بیشتر می شود. پیش بینی وضعیت این منابع برای آینده با داشتن اطلاعات کافی در رابطه با شرایط جوی ودرونی دریاچه ها امکان پذیر است. یکی از خصوصیات بسیار تعیین کننده آب دریاچه ها، ساختار دمایی آنها و اثر شرایط جوی و محیطی از قبیل درجه حرارت محیط، رطوبت نسبی، سرعت باد، تابش خورشید و ... برروی آن است. شایان ذکر است که در ارتباط با کیفیت آب است که ساختار دمایی و لایه بندی دما در دریاچه ها اهمیت پیدا می کند.

در اغلب مخازن و دریاچه ها لایه بندی نتیجه موازنه گرمایی (Heat Balance) بین آب نگهداری شده درمخزن و سایر ورودی ها به مخزن می باشد. حرارتهای ورودی شامل تشعشع اتمسفری و خورشید، تبادل حرارتی بین آب و محیط و حرارت حاصل از جریانهای ورودی به مخزن است. حرارت آب دریاچه می تواند بوسیله تشعشع سطحی از آب، تبخیر، هدایت گرما و همراه با دبی خروجی از آن خارج شود.

در این پایان نامه بـا بیـان کلیـاتی در رابطـه بـا سـاختار دمـایی دریاچـه هـا و ارائـه روش های موجود جهت پیش بینی ساختار دمایی یک دریاچه و نیز ارائه روابط مناسـبی برای تخمین فرایندهای مختلف انتقال حرارت از سطح دریاچه و همچنین بررسی پدیده اختلاط درون آن، مدل مناسبی برای تعیین لایه بندی دمـا در دریاچـه سـد درودزن ارائـه شده است.

مقایسه نتایج بدست آمده از مدل حاضر با اندازه گیری هـای انجـام شـده در همیـن تحقیق نشان دهنده آن است که مدل گرمایی ارائه شده قادر به پیش بینی سـاختار دمـایی دریاچه سد درودزن در روزهای مختلف سـال بـر حسـب شـرایط جـوی منطقـه، مقـدار تبخیر روزانه از سطح دریاچه و دیگر مشخصات مخزن می باشد. در توزیع دمای بدست آمده برای روزهای مختلف سال حالت همدمایی فصول پائیز و زمستان و اوایـل بهـار و نیز لایه بندی دمایی در اواسط بهار وتابستان بخوبی مشاهده مـی شـود. بصورتـی کـه در لایه بندی دمایی در تابستان ناحیه مخلوط بالایی (Epilimnion) ، ناحیـه بـا تغییـرات دمایی کم در پایین (Hypolimnion) و ناحیه وسطی بـا گرادیـان زیـاد درجـه حـرارت (Thermocline) کاملا ملاحظه می گردد.

با توجه به کارایی مدل در براورد ساختار دمایی دریاچه سد درودزن اثر پارامترهـا و ضرایب مختلف و نیز تاثیر عوامل محیطی بر توزیـع دمـا در دریاچـه بررسـی شـده و در نمودارهای مختلف ارائه گردیده است.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست جداول	نه
فهرست اشکال	ده
فصل اول: مقدمه	۱
۱-۱: دریاچه ها و مخازن	۳
۱-۲: لایه بندی و سیکل سالانه حرارتی	۴
۱-۳: اختلاط در مخازن	۸
۱-۴: اثرات لایه بندی دما بر روی کیفیت آب دریاچه ها و مخازن	۹
۱-۴-۱: اکسیژن محلول	۹
۱-۴-۲: مواد معلق و محلول	۱۰
۱-۴-۳: باکتری ها	۱۰
۱-۵: اطلاعات و آمار هواشناسی و هیدرولوژیکی	۱۰
۱-۵-۱: درجه حرارت	۱۱
۱-۵-۲: باد	۱۱
۱-۵-۳: رطوبت هوا	۱۲
۱-۶: هدف از انجام پایان نامه	۱۳
۱-۷: اطلاعات کلی در رابطه با سد درودزن	۱۳
۱-۷-۱: مشخصات فنی سد درودزن	۱۳
۱-۷-۲: مشخصات آب وهوایی سد درودزن	۱۵

عنوان | صفحه

فصل دوم: معادلات حاکم و مروری بر تحقیقات گذشته ۱۶

۱-۲: بررسی یک بعدی بودن یک دریاچه یا مخزن ۱۷

۱-۱-۲: عدد ودربورن ۱۷

۲-۱-۲: عدد فرود ۱۸

۳-۱-۲: نسبت عدد راسبی و عرض مخزن ۲۰

۲-۲: معادله اساسی ۲۱

۳-۲: نحوه جذب و میزان نفوذ تابش خورشید در آب ۲۵

۴-۲: اختلاط در دریاچه ها و محاسبه ضریب Eff. Eddy Diffusion ۳۱

۱-۴-۲: روش دک و هارلمن ۳۳

۲-۴-۲: مدل اورلب و سلنا ۳۶

۳-۴-۲: روش ساندرام و رهم ۴۰

۴-۴-۲: مدل Wind - Mixed Layer ۴۶

۵-۴-۲: انتشار و اختلاط در ناحیه هیپولیمنیون ۵۱

۵-۲: تبادل حرارت و جرم در سطح دریاچه و مخازن ۵۳

فصل سوم: روش انجام تحقیق ۶۰

۱-۳: بررسی صحت یک بعدی بودن دریاچه سد درودزن ۶۱

۲-۳:معادله انرژی در حالت یک بعدی ۶۲

۳-۳: شبیه سازی عددی ساختار دمایی مخزن توسط روش اختلاف محدود ۶۳

۱-۳-۳: فاصله زمانی و فاصله مکانی در عمق ۶۵

۴-۳: ضریب انتشار موثر Eddy ۶۶

۵-۳: انتقال حرارت سطحی و درونی دریاچه و نحوه جذب تابش ۶۸

۶-۳: تبادل حرارت سطح دریاچه با محیط و ضرایب مدل ۷۰

۷-۳: برنامه کامپیوتری - ورودی ها خروجی مدل ۷۳

۸-۳: شرایط مرزی و شرط اولیه ۷۵

۹-۳: کالیبره کردن مدل ۷۶

عنوان | صفحه

فصل چهارم: نتایج تجربی ۸۱

فصل پنجم: بحث در نتایج ۸۷

۵-۱: شرایط آب و هوایی ۸۸

۵-۲: مؤلفه های تبادل حرارت از سطح دریاچه با محیط ۹۰

۵-۳: جذب تابش درون آب ۹۳

۵-۴: ضریب انتشار موثر ۹۵

۵-۵: مقایسه نتایج مدل با اندازه گیری های انجام شده ۹۶

۵-۶: مقایسه مدل ارایه شده در تحقیق حاضر با سه روش دیگر ۱۰۲

۵-۷: بررسی حساسیت مدل نسبت به شرایط آب وهوایی ۱۰۴

۵-۷-۱: اثر دمای محیط ۱۰۵

۵-۷-۲: اثر سرعت باد ۱۰۶

۵-۷-۳: اثر رطوبت نسبی ۱۰۸

۵-۷-۴: اثر ساعت آفتابی ۱۱۰

۵-۸: بررسی ساختار دمایی ماهیانه دریاچه سد درودزن ۱۱۱

۵-۹: تبخیر سطحی دریاچه درودزن و دمای سطح آن ۱۱۴

مراجع ۱۱۸

چکیده و صفحه عنوان به زبان انگلیسی

فهرست جداول

جدول **صفحه**

جدول (۱-۲): تغییرات انرژی بر حسب در صد در محدوده نوری خورشید بعد از گذشتن از لایه های آب با ضخامت های مختلف ۲۸

جدول (۱-۳): بررسی صحت یک بعدی بودن دریاچه سد درودزن ۶۲

جدول (۲-۳): ضرایب بکار گرفته شده در مدل ۷۲

جدول (۳-۳): شرایط آب و هوایی منطقه درودزن ، تیر ماه ۱۳۷۷ ۷۳

جدول (۱-۴): مقادیر مربوط به اندازه گیری دمای آب دریاچه سد درودزن اردیبهشت و خرداد ۱۳۷۷ ۸۴

جدول (۲-۴): مقادیر مربوط به اندازه گیری دمای آب دریاچه سد درودزن تیر ماه ۱۳۷۷ ۸۵

جدول (۳-۴): مقادیر مربوط به اندازه گیری دمای آب دریاچه سد درودزن مرداد ماه ۱۳۷۷ ۸۶

جدول (۱-۵): نمونه ای از مؤلفه های تبادل حرارت از سطح دریاچه با محیط محاسبه شده برای روزهای مختلف سال خرداد۱۳۷۶ ۹۲

جدول (۲-۵): میانگین ماهانه مؤلفه های مختلف تبادل حرارت روزانه بین سطح دریاچه و محیط محاسبه شده برای سال ۱۳۷۶ ۹۳

جدول (۳-۵): متوسط ماهانه تابش کل روزانه خورشید در دریاچه سد درودزن محاسبه شده برای سال ۱۳۷۶ ۹۴

جدول (۴-۵): متوسط ماهانه تبخیر روزانه دریاچه سد درودزن محاسبه شده برای سال ۱۳۷۶ ۱۱۷

فهرست اشکال

شکل **صفحه**

شکل(۱-۱): مؤلفه های تبادل گرما و جرم در سطح مشترک آب و هوا در یک دریاچه ۷

شکل(۲-۱): پدیده لایه بندی و چرخش در فصول مختلف سال ۹

شکل(۳-۱): منحنی ارتفاع-سطح-حجم مربوط به دریاچه سد درودزن ۱۴

شکل(۱-۲): شکل شماتیک سطح مقطع دریاچه ۲۲

شکل(۲-۲): جذب تابش بر حسب عمق آب ۲۹

شکل(۳-۲): مقایسه ضریب انتشار با ساختار دمایی برای چند دریاچه مختلف ۳۸

شکل(۴-۲): نمودار تغییرات ضریب انتشار بر حسب عمق ۳۹

شکل(۵-۲): تقابل انرژی جنبشی حاصل از باد و انرژی پتانسیل سیال ۴۸

شکل(۶-۲): W_{str} بر حسب سطح دریاچه ۵۰

شکل(۷-۲): محاسبات انجام گرفته برای ضریب α در دریاچه های مختلف ۵۲

شکل(۸-۲): ضریب انتشار در ناحیه هیپولیمنیون وابسته به سطح دریاچه ۵۳

شکل(۹-۲): تبادل حرارت از سطح دریاچه با محیط ۵۴

شکل(۱۰-۲): رابطه بین سطح دریاچه و ضریب تابع باد ۵۹

شکل(۱-۳): شبکه بندی عمق مخزن ۶۵

نمودار(۲-۳): شرح کلی برنامه محاسباتی ساختار دمایی در دریاچه ۷۸-۸۰

شکل (۱-۵): تغیرات سرعت باد در منطقه درودزن (۱۳۷۷) ثبت شده در ایستگاه هواشناسی. ۸۸

شکل (۲-۵): نمودار تغییرات درجه حرارت متوسط محیط ثبت شده در ایستگاه هوا شناسی واقع در سد درودزن. ۸۹

شکل (۳-۵): مقادیر ضریب ابر در استان فارس برای ماه های مختلف سال ۸۹

شکل (۴-۵): نحوه جذب تابش خورشید در عمقهای مختلف آب ۹۵

شکل (۵-۵): تغییرات ضریب انتشار مؤثر بر حسب عمق ۹۶

شکل **صفحه**

شکل (۶-۵): نمودار تغییرات درجه حرارت آب با عمق دریاچه، ۲۰ اردیبهشت ۱۳۷۷. ۹۷

شکل (۷-۵): نمودار تغییرات درجه حرارت آب با عمق دریاچه، ۱۶ خرداد ۱۳۷۷. ۹۸

شکل (۸-۵): منحنی تغییرات دمای آب با عمق دریاچه، ۱۹ تیر ماه ۱۳۷۷. ۹۹

شکل (۹-۵): نمودار تغییرات درجه حرارت آب با عمق دریاچه، ۲۸ تیر ماه ۱۳۷۷. ۱۰۰

شکل (۱۰-۵): منحنی تغییرات دمای آب با عمق دریاچه، ۱۱ مرداد ۱۳۷۷. ۱۰۱

شکل (۱۱-۵): نمودار تغییرات درجه حرارت آب با عمق دریاچه، ۱۸ مردادماه ۱۳۷۷. ۱۰۲

شکل (۱۲-۵): مقایسه مدل ارایه شده در تحقیق حاضر با روشهای دیگر ۱۰۳

شکل (۱۳-۵): بررسی اثر درجه حرارت محیط بر روی ساختار دمایی آب ۱۰۵

شکل (۱۴-۵): بررسی اثر سرعت وزش باد بر روی ساختار دمایی آب دریاچه ۱۰۷

شکل (۱۵-۵): بررسی اثر رطوبت نسبی محیط بر روی ساختار دمایی دریاچه ۱۰۹

شکل (۱۶-۵): بررسی اثر تغییر ساعت آفتابی بر روی ساختار دمایی آب دریاچه ۱۱۰

شکل (۱۷-۵): ساختار فصلی دمایی دریاچه درودزن بدست آمده از مدل برای سال ۱۳۷۶. ۱۱۲

شکل (۱۸-۵): ساختار دمایی دریاچه درودزن در ماه فروردین،۱۳۷۷ ۱۱۳

شکل (۱۹-۵): ساختار دمایی دریاچه درودزن اردیبهشت ۱۳۷۷ ۱۱۴

شکل (۲۰-۵): ساختار دمایی دریاچه درودزن تیر ماه ۱۳۷۷ ۱۱۵

شکل (۲۱-۵): تغییرات درجه حرارت سطح دریاچه و دمای محیط(۱۳۷۷) ۱۱۶

شکل **صفحه**

شکل (۲۲-۵): تغییرات درجه حرارت سطح آب برای سال ۱۳۷۶ ۱۱۶
شکل (۲۳-۵): تبخیر روزانه از سطح دریاچه درودزن، سال۱۳۷۷ ۱۱۷

فصل اول

مقدمه و کلیاتی در ارتباط با دریاچه ها

ایران سرزمینی است نسبتاً خشک بطوری که اگر میانگین بارندگی سالانه در سطح کرهٔ زمین را که حدود ۸۶۰ میلی لیتر تخمین زده می شود با متوسط بارندگی سالانهٔ ایران که تقریباً رقمی معادل ۲۴۰ میلی متر است مقایسه کنیم ، ملاحظه خواهد شد که مقدار بارندگی در ایران حتی کمتر از یک سوم متوسط بارندگی در سطح دنیاست. علاوه بر این زمان ریزش نزولات جوی و محل ریزش آن با نیازهای کشاورزی که مصرف کنندهٔ اصلی آب است مطابقت ندارد و اکثر شهرهای بزرگ ایران نیز در مناطقی واقعند که دسترسی آنها به منابع آبهای سطحی کم است. در هر صورت باید قبول کنیم که کمبود آب در ایران یک واقعیت اقلیمی است و این ما هستیم که باید خود را با آن سازگار کنیم.

یکی از راههای سازگاری با خشکی استفادهٔ بهینه از منابع آب است. باید سعی کرد که تا حد ممکن از ریزش های جوی، جریان آبهای سطحی، منابع آبهای سطحی (دریاچه های طبیعی و مصنوعی) و منابع زیر زمینی به نحو مطلوب استفاده شود. این کار عملی نمی شود مگر با شناخت پدیده های هیدرولوژیکی و موفقیت در این راه تنها با کمک علوم دیگر از قبیل انتقال حرارت و جرم، ترمودینامیک، مطالعات هوا شناسی، آمار و ... بدست می آید. برای قابل استفاده شدن این علوم با توجه به حجم وسیع آمار و برای افزایش دقت محاسبات بهره گیری از برنامه نویسی کامپیوتر و قابلیتهای آن نیز لازم است.

گرچه در چند سال گذشته تا حدی به مسأله آب و بهـره بـرداری ازآن اهمیـت داده شده است ولی این نباید بدان معنی باشد که بدون شناخت خصوصیـات هیدرولوژیکـی حوضه ها اقدام به اجرای طرحهای آبی نمود. دراین رابطه باید توجـه داشـت کـه آب و چرخش آن در طبیعت جزئی از اکوسیستم اسـت و هرگونـه رفتـار بـا آن بـاید براسـاس اصول اکولوژی باشد در غیر این صورت ممکن است نتایجی در بر داشته باشد که ترمیم آن امکان پذیر نباشد. تنها با شناخت قوانین هیدرولوژی و اکولـوژی و کـاربرد صحیـح آنها در طرحهای آبی است که می توان انتظار داشت از منابع آب تامدت طولانی استفاده شود. عدم رعایت این قوانین عواقبی مانند پر شدن سـریع مخـازن سـدها، از بیـن رفتـن کیفیت مطلوب آب در دریاچه ها و مخازن ذخیره آب و کم شدن آن، پیدایش مشـکلات زیسـت محیطـی و ... را بدنبـال خواهـد داشـت . دریاچـه هـا و مخـازن آب طبیعـی و مصنوعی از جمله محیطهای هستندکه درتأمین آب مصرفی جهت کشاورزی، شـرب و... دارای اهمیت بسیاری می باشند. اهمیت این منابع از این جهت که محـل زیسـت انـواع موجودات گیاهی و حیوانی نیز هستند بیشتر می شود. بنابراین داشتن اطلاعات کافی در رابطه با شرایط درونی و جوی دریاچه ها به ما در پیش بینـی وضعیـت ایـن محیطهـا در آینده بسیار کمک می کند. نمایی کلی از خصوصیات یک دریاچه ومحیط اطـراف آن در شکل (۱-۱) مشاهده می شود.

یکی از خصوصیات بسیار تعیین کننده آب دریاچـه هـا، سـاختار دمـایی آنهـا و اثـر شرایط جوی و محیطی از قبیل درجه حرارت محیط، رطوبت نسبی، سرعت بـاد، تـابش خورشید و ... برروی آن است. اصولاً در ارتباط با کیفیت آب است که سـاختار دمـایی و لایه بندی دما در دریاچه ها اهمیت پیدا می کند.

در این پایان نامه پس از بیان کلیاتی در رابطه با خصوصیات دریاچه ها و مخـازن و اهمیت ساختار دمایی آنها در فصل یک، در فصل دوم به روشهای مختلفـی کـه محققیـن در رابطه با پیش بینی لایه بندی دما در دریاچه هـا ارائـه کـرده انـد، اشـاره خواهـد شـد. سپس در فصل سوم بااستفاده از همین روشها مدلی مناسب جهت پیش بینی لایـه بنـدی دما و ساختار دمایی دریاچه سـد درودزن ارائـه شـده و در نهـایت در فصـل چهـارم بـه

روشی که برای اندازه گیری دما در دریاچه سد درودزن بکـار گرفتـه شـده اسـت اشـاره می شود.

۱-۱ دریاچه ها و مخازن:

همانگونه که عنوان شد دریاچه های مصنوعی مخازنی هستند که برای ذخـیره آب و آزاد سازی آن در موقع مناسب بمنظور آبیاری کشاورزی، شرب، مصارف صنعتی، کنترل سیلاب و تولید نیرو ساخته می شوند.

تحولات فیزیکی حرکت سیال و انتقال انرژی و جرم در منـابع آب بسـیار پیچیـده و متنوع می باشد. همانگونه که در شکل (۱-۱) مشـاهده مـی شـود بعضـی از فرآیندهـای انتقال حرارت و جرم از سطح آب و در مجاورت هوا انجام می گیردو قسـمتی از آن در درون آب. آنچه مسلم است با توجه به وضعیت و شرایط یک دریاچه خاص می توان از بعضی از این فرآیندها با تقریب بسیار خوبی صرف نظرکرد و بقیه را بعنوان منبـع عمـده تبادل حرارت و جرم و حرکت سیال بکار برد.

دریاچه های طبیعی و مخازن بوجود آمده توسط انسان را به سه گـروه عمـده مـی تـوان تقسیم کرد:

۱. مخازن عمیق که بوسیله خطوط همدمای افقی در طول مخزن مشخص مـی شـوند و دارای لایه بندی فصلی درجه حرارت یا دانستیه بصورت عمودی هستند.

۲. مخازن با لایه بندی ضعیف که بوسیله یکسـری خطـوط همدمـا کـه بـا محـور افقـی مشخص می گردندو دریاچه های نسبتاً کم عمق را شامل می شوند.

۳. مخازن بادرهمی عمودی (Vertical Mixing) که توزیع درجه حـرارت و دانسـیته بـا عمق در جریان دوره های زمستان و تابستان یکنواخت نیست[Fischer et al., 1979].

مخازن عمیق و مخازن با درهمـی عمـودی (گـروه ۱و۳) را مـی تـوان بوسـیله یـک جریان یک بعدی بیان کرد (که در ارتباط با علت آن در فصل آینده اشاره خواهـد شـد) هرچند که در مخازن عمیق گرادیان زیاد درجه حرارت و غلظت درامتداد محور عمودی رخ می دهد، ولی در مخازن با اختلاط عمودی در امتداد محور طولی اتفاق می افتد.