**وزارت جهاد کشاورزی**
**سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی**
**موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور – مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی**

**عنوان:**

# مطالعه امکان سنجی آبزی پروری خلیج گرگان – فاز۲

**مجری مسئول :**
**حسن محمدخانی**

**شماره ثبت**
**۵۳۱۹۶**

**وزارت جهاد کشاورزی**
**سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی**
**موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی**

---

**عنوان طرح/پروژه : مطالعه امکان سنجی آبزی پروری خلیج گرگان - فاز۲**
**کد مصوب: ۹۳۵۴-۱۲-۷۷-۱۴**
**نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : حسن محمدخانی**
**نام و نام خانوادگی مجری مسئول ( اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد ) : حسن محمدخانی**
**نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : حسن محمدخانی**
**نام و نام خانوادگی همکار(ان) : کورش امینی، کامران عقیلی**
**نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : -**
**نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : -**
**محل اجرا : استان گلستان**
**تاریخ شروع : ۹۴/۱۲/۱**
**مدت اجرا : ۵ ماه**
**ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور**
**تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۷**
**حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .**

**«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»**

**طرح : مطالعه امکان سنجی آبزی پروری خلیج گرگان فاز۲**

**کد مصوب : ۹۳۵۴-۱۲-۷۷-۱۴**

**شماره ثبت (فروست) : ۵۳۱۹۶ تاریخ : ۹۶/۱۲/۱۶**

**با مسئولیت اجرایی جناب آقای حسن محمدخانی دارای مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد در رشته شیلات می‌باشد.**

**پروژه توسط داوران منتخب بخش اکولوژی منابع آبی در تاریخ ۹۶/۸/۱۵ مورد ارزیابی و با رتبه عالی تأیید گردید.**

**در زمان اجرای پروژه، مجری در :**

**ستاد □ پژوهشکده □ مرکز ■ ایستگاه □**

**با سمت رئیس بخش اکولوژی منابع آبی در مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی مشغول بوده است.**

| عنوان | « فهرست مندرجات » | صفحه |
|---|---|---|


چکیده ..... ۱
۱- مقدمه ..... ۳
۲ - مواد وروشها ..... ۶
۱-۲- شرح کار ..... ۶
۲-۲- منطقه مطالعاتی ..... ۶
۳-۲- انتخاب مدل مناسب ..... ۶
۴-۲- معادلات اساسی ..... ۹
۱-۴-۲- معادلات اساسی در مدلسازی هیدرودینامیک ..... ۹
۲-۴-۲- معادله اساسی در مدل شوری ..... ۱۲
۳-۴-۲- معادله اساسی در مدل کیفی آب ..... ۱۲
۵- ۲- اطلاعات وداده های پایه مورد نیاز ..... ۲۰
۱-۵-۲- اطلاعات وداده های مورد نیاز برای مدل سازی هیدرولوژی ..... ۲۰
۲-۵-۲- اطلاعات وداده های مورد نیاز برای مدل سازی شوری ..... ۲۴
۶-۲ - داده های شوری برای کالیبراسیون وصحبت سنجی مدلها ..... ۲۴
۷-۲- اطلاعات و داده های مورد نیاز برای مدلسازی کیفی ..... ۲۷
۸-۲ -الگوریتم تحقیق ..... ۳۶
۱-۸-۲ الگوریتم استخراج مرز و عمق آب ومرز داغاب خلیج گرگان ..... ۳۶
۲-۸-۲ الگوریتم مدل سازی هیدرودینامیک در خلیج گرگان ..... ۴۱
۳-۸-۲- مدلسازی شوری در خلیج گرگان ..... ۴۵
۴-۸-۲- الگوریتم محاسبه فاصله موثر ..... ۴۹
۵-۸-۲- الگوریتم مدلسازی کیفیت آب در خلیج گرگان ..... ۴۹
۶-۸-۲- بررسی کیفیت آب خلیج گرگان تحت سناریوهای مختلف ..... ۵۲
۷-۸-۲- تعیین میزان پرورش متناسب با توان خود پالایی خلیج ..... ۵۳
۸-۸-۲- محاسبه چیدمان بهینه مزارع و تعداد استخر در هر مزرعه در سناریوهای مختلف ..... ۵۳
۳- نتایج ..... ۶۰
۱-۳-شرح کار ..... ۶۰
۲-۳- نتایج استخراج مرز آب خلیج گرگان ..... ۳۰

| عنوان | « فهرست مندرجات » | صفحه |
|---|---|---|


۳-۳- نتایج مدلسازی هیدرودینامیک و شوری ..... ۶۱
۴-۳- نتایج مدل کیفی آب ..... ۶۹
۵- ۳- نتایج بررسی کیفیت آب خلیج گرگان تحت سناریو های مختلف ..... ۷۳
۶-۳. کیفیت آب خلیج گرگان در شش ماهه اول سال ۱۳۹۵..... ۸۱
۴- بحث ونتیجه گیری ..... ۹۵
۱-۴- شرح کار ..... ۹۵
۲-۴- نتیجه گیری کلی ..... ۹۵
پیشنهادها ..... ۱۰۴
منابع ..... ۱۰۵
پیوست ..... ۱۰۰
پیوست ..... ۱۰۷
چکیده انگلیسی ..... ۱۱۲

## چکیده

خلیج گرگان بزرگترین خلیج، در دریای خزر بوده و در جنوب شرقی دریای خزر و در جهت شرق به غرب امتداد دارد. به طور کلی تمام تبادلات آب خلیج گرگان با دریای خزر از طریق مجرای آشوراده صورت می پذیردکه تنها مرز باز این خلیج در قسمت شمال شرقی خلیج است. بنابراین ویژگی های آب و رسوبات خلیج گرگان به شکل قابل توجهی با خصوصیات آب و رسوبات سواحل جنوبی دریای خزر شباهت دارد و هیدرودینامیک سواحل استان گلستان، به ویژه در خلیج گرگان تابع هیدرودینامیک عمومی دریای خزر و مقدار دبی خروجی رودخانه های منطقه می باشد.اختلاف تراز آب در خلیج گرگان ناچیز است و جزر و مدی نمی باشد.

در این مطالعه ازمهرماه سال ۱۳۸۹ تاپایان سال ۱۳۹۲ ، خلیج گرگان از لحاظ کمی و کیفی مدلسازی شده و رفتار آن تحت سناریوهای کیفی مختلف ارزیابی شده و کیفیت آب خلیج گرگان طی۳۰ سال آینده مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این مطالعه از نرم‌افزار مایک ۲۱ برای انجام مدلسازیها به صورت دو بعدی استفاده می شود. ابتدا به منظور شناخت هیدرودینامیک حاکم و چرخه جریان در خلیج و اندرکنش هیدرودینامیک خلیج با دریا از طریق دهانه ورودی، تأثیر اقلیم ، موج و جریان ها مدلسازی هیدرودینامیکی خلیج انجام شد.

یکی از ملزومات مدلسازی هیدرودینامیکی، عمق اب است که از طریق انجام عملیات هیدروگرافی خلیج گرگان بدست آمد و سپس سطح و حجم آن در سال ۲۰۱۲ به ترتیب ۴۶۶ کیلومتر مربع و ۹۰۵.۳۳ میلیون متر مکعب محاسبه شده و منحنی های تراز–حجم، تراز– سطح و سطح–حجم استخراج شدند .

در ادامه، شوری خلیج گرگان مورد مدلسازی قرار گرفت. نظر به اینکه شوری پارامتری پایدار است لذا از زیربرنامه TM در مایک که قابلیت مدلسازی فرآیند پهن رفت–پخشیدگی را داراست استفاده شد و با کالیبره نمودن مدل شوری بطور همزمان، مقدار ضریب مانینگ و ضریب پخش رودخانه به ترتیب برابر ۰/۰۲۵ و ۵۰ (D: متر مربع بر ثانیه) محاسبه شدند. نتیجه صحت سنجی مدل شوری بیانگر درصد خطای میانگین حدود ۳ درصد می‌باشد. نحوه پخش آلودگی در خلیج، با اعمال منبع آلودگی پایدار بصورت نقطه ای در ۶ نقطه مختلف از خلیج مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ۹۹/۹ درصد آلودگی تا فاصله ۱۰۰ متری از خلیج توسط فرآیند ترقیق کم می شود. سپس مدلسازی اکسیژن محلول، آمونیاک، نیتریت و نیترات با استفاده از زیربرنامه ECOLAB در مایک انجام شد. به منظور انجام مدلسازی، ابتدا آنالیز حساسیت روی پارامترهای مدل انجام شد و پارامترهای مهم جهت کالیبراسیون مدل انتخاب شدند و مدل کالیبره و صحت سنجی شد. نتیجه صحت سنجی بیانگر درصد خطای میانگین پارامترهای اکسیژن محلول، آمونیاک، نیتریت و نیترات به ترتیب حدود ۳، ۴، ۶/۳ و ۳۷ درصد بود.

عملیات مکانیابی برای تعیین نقاط مناسب پرورش ماهیان گرمابی،سردآبی و فیل ماهی در خلیج گرگان با روش AHP انجام شد و مناطق مناسب پرورش در خلیج گرگان مشخص و رتبه بندی شدند. روش AHP نتایج بسیار خوبی را در عملیات مکانیابی انجام شده به نمایش گذاشت.

سپس تعداد بهینه pen culture در یک مزرعه بر اساس ماکزیمم کردن مساحت مناطق مناسب پرورش و در نظر گرفتن فاصله اطمینان حدود ۱۰۰ متر محاسبه شد. نتایج بیانگر تعداد ۱۸، ۱۸ و ۲۰ pen culture در هر مزرعه به ترتیب برای پرورش ماهیان گرمابی، سردآبی و فیل ماهی می‌باشد.

با در نظر گرفتن فاصله اطمینان ۱۰۰ متر و تعداد بهینه pen culture نحوه چیدمان مزارع پرورش ماهیان سردآبی، گرمابی و فیل ماهی در خلیج گرگان و نقشه مزارع پرورش گونه‌های مختلف در خلیج در محیط GIS تعیین شد.

بر اساس چیدمان تعیین شده، مساحت مناسب برای پرورش ماهیان گرمابی، سردآبی و فیل ماهی به ترتیب ۹/۲۲۵ کیلومترمربع (۱۰۶۰ مزرعه با ۱۸ Pen Culture)، ۳/۸۳۳ کیلومترمربع (۴۴۰ مزرعه با ۱۸ Pen Culture) و ۲/۶۷۳ کیلومترمربع (۲۷۶ مزرعه با ۲۰ Pen Culture) می‌باشد. سپس مدلسازیها تحت ۴ سناریوی مختلف بار آلودگی ناشی از آبزی پروری در خلیج گرگان (سناریو۱: ابزی پروری در ۶ ماهه اول سال، سناریو ۲: آبزی پروری در ۶ ماهه دوم سال، سناریو ۳: آبزی پروری در طول سال و سناریو ۴: پرورش فیل ماهی طی ۳ سال) انجام شد و کیفیت آب خلیج طی ۲۹ سال آینده تحت سناریوهای مختلف ابزی پروری و مقادیر مختلف آبزی پروری در هر سناریو مورد بررسی قرار گرفت. مکانهای اعمال آلودگی شامل مکانهای مناسب آبزی پروری در هر سناریو بود که قبلا در خلیج تعیین شده بودند. سپس رفتار خلیج گرگان تحت هر سناریو تعیین شد و منحنی های تغییر الودگی با میزان پرورش در هر سناریو ترسیم شدند. در نهایت مقدار پرورش متناسب با توان خودپالایی خلیج که منجر به آلودگی خلیج نخواهد شد برای سناریوهای مختلف محاسبه شد و از طرفی چیدمان مزارع پرورش در خلیج، فاصله مزارع و تعداد استخر پرورش در هر مزرعه محاسبه شد. بطور کلی نتایج نشان داد که توان آبزی پروری خلیج کمتر از ۳۰۰ تن در سال است.

**کلمات کلیدی :** خلیج گرگان،آبزی پروری ، هیدروگرافی