





دانشگاه ترییت مدرس

دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست

گروه مهندسی محیط زیست

پایان نامه‌ی دوره‌ی کارشناسی ارشد مهندسی عمران – محیط زیست

مدلسازی توزیع مکانی آلودگی‌های مختلف در خلیج گرگان

عاطفه جوانی

استاد راهنما:

دکتر حمید طاهری شهر آئینی

استاد مشاور:

دکتر بیتا آیتی

شهریور ۱۳۹۱



بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

خانم عاطفه جوانی پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان مدلسازی توزیع مکانی آلاینده های مختلف در خلیج گرگان در تاریخ ۱۳۹۱/۶/۲۹ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی عمران - محیط زیست پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر حمید طاهری شهر آئینی	استادیار	
استاد مشاور	دکتر بیتا آیتی	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر احمد خدادادی	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر احمد میرباقری	استاد	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر احمد خدادادی	دانشیار	

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:
«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته مهندسی عمران است که در سال ۱۳۹۱ در دانشکده عمران و معماری دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم احسان محمدی دکترا و مشاوره سرکار خانم احسان محمدی دکترا و مشاوره سرکار خانم احسان محمدی دکترا از آن

دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب کامران جوانی مقطع کارشناسی ارشد دانشجوی رشته مهندسی عمران - معدنی

تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی:

تاریخ و امضا:

۹۱، ۷، ۲۶

دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان‌نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه / رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشد. تبصره: در مقالاتی که پس از دانش آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه / رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

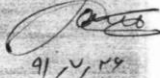
ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام می‌شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری می‌شود.

نام و نام خانوادگی خانم جواد

امضاء



۹۱/۷/۲۶

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

چکیده

خلیج گرگان با وسعتی حدود ۴۵۰ کیلومتر مربع در جنوب شرقی دریای خزر واقع شده است. این خلیج از پهله های آبی با اهمیت کشور است و بزرگترین خلیج کرانه دریای خزر به شمار می آید. در این مطالعه به منظور مدل سازی توزیع مکانی پارامترهای کیفی آب خلیج، نمونه گیری و آنالیز ماهانه پارامترها شامل نیترات، فسفات، نیتريت، قلیائیت، سختی، آمونیاک، شوری، EC، pH، DO، TDS و دمای آب از ۱۹ نقطه مختلف خلیج انجام شد. نمونه برداری به صورت ماهانه و در ۱۲ ماه سال ۱۳۹۰ صورت گرفت. سپس داده های ماهانه با استفاده از نرم افزار Surfer 9.0 مورد درونیایی توسط روشهای درونیایی مختلف (کریجینگ، عکس فاصله، رگرسیون چند جمله ای، چندجمله ای موضعی و اسپلاین) قرار گرفتند. روشهای ذکر شده با بکارگیری روش اعتبار سنجی متقابل بر اساس معیار ارزیابی جذر میانگین مجموع مربعات خطا مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج برتری روش رگرسیون چند جمله ای را نسبت به سایر روشها نشان داد. روش عکس فاصله و کریجینگ نیز به ترتیب به عنوان گزینه های بعدی می توانند مطرح باشند. نقشه های توزیع مکانی ماهانه پارامترهای مورد مطالعه خلیج با استفاده از روش رگرسیون چند جمله ای و نرم افزارهای MATLAB 7.10 و Surfer 9.0 استخراج شدند. در ادامه با انتخاب ۴ گونه ماهی (کپور دریایی، ماهی آزاد، قزل آلا و فیل ماهی)، قابلیت آبی پروری در خلیج گرگان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین پارامترهای کیفی آب خلیج با استانداردهای زیستی ماهیان مورد نظر، مناسب بودن خلیج برای پرورش آنها را نشان داد. از اینرو برای تعیین نقاط مناسب خلیج برای پرورش ماهیان مذکور، نقشه های توزیع مکانی شش ماه اول، شش ماه دوم و کل سال پارامترها با ترکیب نقشه های توزیع مکانی ماهانه پارامترها که به ترتیب منطبق بر دوره پرورش ماهیان گرمابی (کپور دریایی)، سردآبی (ماهی آزاد و قزل آلا) و فیل ماهی می باشد تهیه شد. از طرفی با انجام عملیات هیدروگرافی در خلیج گرگان، نقشه عمق آب خلیج تهیه شد و نقشه سرعت آب در خلیج نیز از دیگر مطالعات انجام شده در خلیج استخراج شد. با بکارگیری نقشه های پارامترهای کیفی، عمق و سرعت آب خلیج و با استفاده از روش مکانیایی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، عملیات مکانیایی آبی پروری بر روی خلیج گرگان انجام شد. برنامه روش AHP در محیط نرم افزار MATLAB 7.10 نگارش و اجرا شد. تعیین تعداد و چیدمان بهینه استخرهای پرورش و توزیع مزارع پرورش، با در نظر گرفتن فاصله اطمینان ۱۰۰ متری مزارع و با تکیه بر دستیایی به بیشترین مساحت قابل استفاده خلیج با استفاده از برنامه ای که در محیط نرم افزار MATLAB 7.10 نگارش شده بود انجام شد. مساحت مناسب برای پرورش برای ماهیان گرمابی، سردآبی و فیل ماهی به ترتیب ۹/۲۳۵، ۳/۸۳۳ و ۲/۶۷۳ کیلومترمربع محاسبه و میزان مطلوبیت هر نقطه نیز تعیین شد. از آنجاییکه آبی پروری در خلیج ممکن است منجر به افزایش آلودگی آن شود، با در نظر گرفتن توان خودپالایی خلیج، تحت ۴ سناریوی "پرورش ماهی گرمابی در ۶ ماهه اول"، "پرورش ماهی سردآبی در ۶ ماهه دوم"، "پرورش ماهی گرمابی و سردآبی در ۶ ماهه اول و دوم سال" و "پرورش فیل ماهی بطور ۳ ساله"، تعداد استخرها، چیدمان مزارع، مساحت پرورش و مقدار پرورش برای ۲ فاصله متفاوت مزارع محاسبه شد. بطور خلاصه خلیج گرگان تحت سناریو اول قابلیت پرورش ۲۴۹/۶ و ۲۲۲ تن ماهی در سال به ترتیب برای فواصل ۸۰۰ و ۹۰۰ متری مزارع، تحت سناریو دوم قابلیت پرورش ۲۸۵ و ۳۰۰ تن ماهی در سال به ترتیب برای فواصل ۷۰۰ و ۸۰۰ متری مزارع، تحت سناریو سوم قابلیت پرورش ۲۸۱/۲ و ۲۸۸/۶ تن ماهی در سال به ترتیب برای فواصل ۸۰۰ و ۹۰۰ متری مزارع و تحت سناریو چهارم قابلیت پرورش ۲۲۴ و ۲۳۴/۶۷ تن ماهی در سال به ترتیب برای فواصل ۵۰۰ و ۶۰۰ متری مزارع را داراست.

واژگان کلیدی: خلیج گرگان، مدل سازی توزیع مکانی، رگرسیون چند جمله ای، مکانیایی، AHP، آبی

پروری

فهرست مطالب

عنوان.....صفحه

پیشگفتار.....	۱
فصل اول: کلیات.....	۳
۱-۱- مقدمه.....	۴
۲-۱- منطقه مطالعاتی.....	۴
۳-۱- روشهای درونیابی مکانی.....	۵
۱-۳-۱- روش رگرسیون چند جمله ای.....	۶
۲-۳-۱- روش چند جمله ای موضعی.....	۶
۳-۳-۱- روش عکس فاصله.....	۷
۴-۳-۱- روشهای درونیابی توابع شعاع محور.....	۸
۵-۳-۱- کریجینگ.....	۱۲
۱-۵-۳-۱- معادلات کریجینگ.....	۱۲
۲-۵-۳-۱- روش کریجینگ نقطه ای.....	۲۱
۴-۱- روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (Analytic Hierarchy Process).....	۲۲
فصل دوم: پیشینه و سابقه تحقیق.....	۲۶
۱-۲- مقدمه.....	۲۷
۲-۲- مروری بر مطالعات مدل سازی مکانی.....	۲۷
۳-۲- مروری بر تحقیقات مکانیابی.....	۳۲
۴-۲- هدف از انجام تحقیق.....	۳۴
فصل سوم: الگوریتم تحقیق.....	۳۶

۳۷	۱-۳- مقدمه
۳۷	۲-۳- الگوریتم مدلسازی مکانی
۳۸	۱-۲-۳- اجرای روشهای درونیابی مکانی بر روی داده ها با نرم افزار
۳۸	۲-۲-۳- انتخاب روش بهینه برای پارامترهای مورد بررسی ماهانه
۳۹	۳-۲-۳- تهیه نقشه های توزیع مکانی پارامترهای مورد بررسی برای شش ماه اول و دوم سال
۴۰	۴-۲-۳- تهیه نقشه توزیع مکانی ماهانه برای پارامترهای کیفی
۴۰	۵-۲-۳- اندازه گیری پارامترهای آلودگی و ایجاد پایگاه داده
۴۰	۶-۲-۳- بررسی قابلیت آبی پروری در خلیج گرگان
۴۱	۳-۳- الگوریتم مکانیابی و تعیین چیدمان بهینه
۴۱	۱-۳-۳- آماده سازی نقشه های پارامترهای کیفی و کمی موثر در پرورش ماهی
۴۳	۲-۳-۳- انجام عملیات مکانیابی به روش AHP در محیط MATLAB
۴۷	۳-۳-۳- تعیین تعداد بهینه و نحوه چیدمان استخرها در یک مزرعه
۴۸	فصل چهارم: نتایج و بحث
۵۰	۱-۴- مقدمه
۵۰	۲-۴- نتایج مدلسازی مکانی
۷۴	۳-۴- نتایج مکانیابی و تعیین چیدمان بهینه
۸۶	فصل پنجم: جمع بندی و پیشنهادات
۸۷	۱-۵- مقدمه
۸۷	۲-۵- جمع بندی
۸۹	۳-۵- پیشنهادات

منابع و مأخذ ۹۰

پیوست ۱- برنامه مکانیابی در خلیج گرگان توسط روش AHP ۹۶

پیوست ۲- برنامه تعیین تعداد بهینه استخرها در یک مزرعه و نحوه قرارگیری مزارع ۱۰۲

پیوست ۳- برنامه ترسیم و نمایش نقشه و هیستوگرام پارامترهای کیفی خلیج ۱۰۳

پیوست ۴- نتایج ماهانه روشهای درونیابی، به همراه وضعیت توزیع داده ها ۱۰۴

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- منطقه مورد مطالعه	۴
شکل ۱-۲- تأثیر عامل m بر وزن نسبی (فرجی و عزیزی، ۱۳۸۵)	۷
شکل ۱-۳- نمونه هایی از مدل‌های واریوگرام تجربی	۱۷
شکل ۱-۳- الگوریتم مدلسازی مکانی	۳۷
شکل ۲-۳- وضعیت پراکنش نقاط نمونه برداری در منطقه مورد مطالعه	۳۸
شکل ۳-۳- الگوریتم مکانیابی و چیدمان بهینه	۴۱
شکل ۳-۴- نقشه توزیع میانگین سرعت آب در خلیج گرگان مربوط به شش ماه اول سال	۴۲
شکل ۳-۵- نقشه توزیع میانگین سرعت آب در خلیج گرگان مربوط به شش ماه دوم سال	۴۳
شکل ۳-۶- نقشه توزیع میانگین سرعت آب در خلیج گرگان مربوط به کل سال (برحسب متر بر ثانیه)	۴۳
شکل ۳-۷- نقشه عمق آب در خلیج گرگان (برحسب متر)	۴۳
شکل ۳-۸- ساختار سلسله مراتبی اولویت بندی نقاط مختلف خلیج گرگان برای پرورش ماهی	۴۴
شکل ۴-۱- نقشه توزیع مکانی کلیائیت و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه اول	۵۲
شکل ۴-۲- نقشه توزیع مکانی DO و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه اول	۵۲
شکل ۴-۳- نقشه توزیع مکانی EC و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه اول	۵۳
شکل ۴-۴- نقشه توزیع مکانی آمونیاک و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه اول	۵۳
شکل ۴-۵- نقشه توزیع مکانی نیتريت و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه اول	۵۴
شکل ۴-۶- نقشه توزیع مکانی نترات و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه اول	۵۴
شکل ۴-۷- نقشه توزیع مکانی pH و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه اول	۵۵
شکل ۴-۸- نقشه توزیع مکانی فسفات و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه اول	۵۵
شکل ۴-۹- نقشه توزیع مکانی سختی کل و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه اول	۵۶
شکل ۴-۱۰- نقشه توزیع مکانی شوری و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه اول	۵۶

- شکل ۴-۱۱- نقشه توزیع مکانی TDS و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه اول ۵۷
- شکل ۴-۱۲- نقشه توزیع مکانی دما و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه اول ۵۷
- شکل ۴-۱۳- نقشه توزیع مکانی قلیائیت و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه دوم ۵۸
- شکل ۴-۱۴- نقشه توزیع مکانی DO و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه دوم ۵۸
- شکل ۴-۱۵- نقشه توزیع مکانی EC و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه دوم ۵۹
- شکل ۴-۱۶- نقشه توزیع مکانی آمونیاک و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه دوم ۵۹
- شکل ۴-۱۷- نقشه توزیع مکانی نیتريت و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه دوم ۶۰
- شکل ۴-۱۸- نقشه توزیع مکانی نترات و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه دوم ۶۰
- شکل ۴-۱۹- نقشه توزیع مکانی pH و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه دوم ۶۱
- شکل ۴-۲۰- نقشه توزیع مکانی فسفات و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه دوم ۶۱
- شکل ۴-۲۱- نقشه توزیع مکانی سختی و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه دوم ۶۲
- شکل ۴-۲۲- نقشه توزیع مکانی شوری و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه دوم ۶۲
- شکل ۴-۲۳- نقشه توزیع مکانی TDS و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه دوم ۶۳
- شکل ۴-۲۴- نقشه توزیع مکانی دما و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان در ۶ ماه دوم ۶۳
- شکل ۴-۲۵- نقشه توزیع مکانی سالانه قلیائیت و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان ۶۴
- شکل ۴-۲۶- نقشه توزیع مکانی سالانه DO و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان ۶۴
- شکل ۴-۲۷- نقشه توزیع مکانی سالانه EC و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان ۶۵
- شکل ۴-۲۸- نقشه توزیع مکانی سالانه آمونیاک و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان ۶۵
- شکل ۴-۲۹- نقشه توزیع مکانی سالانه نیتريت و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان ۶۶
- شکل ۴-۳۰- نقشه توزیع مکانی سالانه نترات و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان ۶۶
- شکل ۴-۳۱- نقشه توزیع مکانی سالانه pH و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان ۶۷
- شکل ۴-۳۲- نقشه توزیع مکانی سالانه فسفات و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان ۶۷
- شکل ۴-۳۳- نقشه توزیع مکانی سالانه سختی کل و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان ۶۸
- شکل ۴-۳۴- نقشه توزیع مکانی سالانه شوری و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان ۶۸

- شکل ۴-۳۵- نقشه توزیع مکانی سالانه TDS و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان ۶۹
- شکل ۴-۳۶- نقشه توزیع مکانی سالانه دما و هیستوگرام فراوانی آن در خلیج گرگان ۶۹
- شکل ۴-۳۷- نقشه مناطق مناسب خلیج گرگان برای پرورش ماهیان گرمابی ۷۵
- شکل ۴-۳۸- نقشه مناطق مناسب خلیج گرگان برای پرورش ماهیان سردآبی ۷۵
- شکل ۴-۳۹- نقشه مناطق مناسب خلیج گرگان برای پرورش فیل ماهی ۷۵
- شکل ۴-۴۰- منحنی تغییرات مساحت مورد استفاده خلیج در برابر تعداد استخر(شش ماه اول سال) ۷۶
- شکل ۴-۴۱- منحنی تغییرات مساحت مورد استفاده خلیج در برابر تعداد استخر(شش ماه دوم سال) ۷۷
- شکل ۴-۴۲- منحنی تغییرات مساحت مورد استفاده خلیج در برابر تعداد استخر (کل سال) ۷۷
- شکل ۴-۴۳- توزیع مزارع پرورش گرمابی ماهی در خلیج (۶ ماه اول سال - بدون توان خودپالایی) ۷۸
- شکل ۴-۴۴- توزیع مزارع پرورش سردآبی ماهی در خلیج (۶ ماه دوم سال - بدون توان خودپالایی) ۷۸
- شکل ۴-۴۵- توزیع مزارع پرورش فیل ماهی در خلیج (کل سال - بدون توان خودپالایی) ۷۹
- شکل ۴-۴۶- منحنی تغییرات تعداد استخر و درصد خطای مطلق در برابر فاصله مزارع (سناریوی ۱) ۸۰
- شکل ۴-۴۷- منحنی تغییرات تعداد استخر و درصد خطای مطلق در برابر فاصله مزارع (سناریوی ۲) ۸۰
- شکل ۴-۴۸- منحنی تغییرات تعداد استخر و درصد خطای مطلق در برابر فاصله مزارع (سناریوی ۳) ۸۱
- شکل ۴-۴۹- منحنی تغییرات تعداد استخر و درصد خطای مطلق در برابر فاصله مزارع (سناریوی ۴) ۸۱
- شکل ۴-۵۰- نقشه توزیع مکانی مزارع پرورش تحت سناریوی اول (فاصله مزارع: ۸۰۰ متر) ۸۳
- شکل ۴-۵۱- نقشه توزیع مکانی مزارع پرورش تحت سناریوی اول (فاصله مزارع: ۹۰۰ متر) ۸۳
- شکل ۴-۵۲- نقشه توزیع مکانی مزارع پرورش تحت سناریوی دوم (فاصله مزارع: ۸۰۰ متر) ۸۳
- شکل ۴-۵۳- نقشه توزیع مکانی مزارع پرورش تحت سناریوی دوم (فاصله مزارع: ۹۰۰ متر) ۸۴
- شکل ۴-۵۴- نقشه توزیع مکانی مزارع پرورش تحت سناریوی سوم (فاصله مزارع: ۷۰۰ متر) ۸۴
- شکل ۴-۵۵- نقشه توزیع مکانی مزارع پرورش تحت سناریوی سوم (فاصله مزارع: ۸۰۰ متر) ۸۴
- شکل ۴-۵۶- نقشه توزیع مکانی مزارع پرورش تحت سناریوی چهارم (فاصله مزارع: ۵۰۰ متر) ۸۵
- شکل ۴-۵۷- نقشه توزیع مکانی مزارع پرورش تحت سناریوی چهارم (فاصله مزارع: ۶۰۰ متر) ۸۵

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱- مقیاس ۹ کمیته Saaty برای مقایسه زوجی (توکلی و همکاران، ۱۳۸۸).....	۲۳
جدول ۲-۱- مقادیر شاخص تصادفی (RI) بر اساس بعد ماتریس (Bowen, ۱۹۹۳).....	۲۴
جدول ۱-۳- ماتریس مقایسه زوجی معیارها و ضریب اهمیت پارامترهای مختلف.....	۴۴
جدول ۱-۴- مقادیر مینیمم و ماکزیمم پارامترهای اندازه گیری شده مورد بررسی.....	۵۱
جدول ۲-۴- مقادیر RMSE روشهای مختلف درونیایی مربوط به داده های قلیائیت، سختی و DO.....	۷۰
جدول ۳-۴- مقادیر RMSE روشهای مختلف درونیایی مربوط به داده های نیترات، نیتريت و pH.....	۷۱
جدول ۴-۴- مقادیر RMSE روشهای مختلف درونیایی مربوط به داده های فسفات، آمونیاک و EC.....	۷۱
جدول ۵-۴- مقادیر RMSE روشهای مختلف درونیایی مربوط به داده های شوری، دما و TDS.....	۷۲
جدول ۶-۴- فاکتورهای فیزیکیوشیمیایی آب برای ماهی کپور دریایی (گرمایی).....	۷۳
جدول ۷-۴- فاکتورهای فیزیکیوشیمیایی آب برای ماهی آزاد و قزل آلا (سرد آبی).....	۷۳
جدول ۸-۴- فاکتورهای فیزیکیوشیمیایی آب برای فیل ماهی (کل سال).....	۷۴
جدول ۹-۴- نتایج سناریوهای بررسی شده.....	۸۲
جدول پ ۱-۴- مقادیر RMSE روشهای مختلف درونیایی(قلیائیت، سختی و DO در ماههای بهار).....	۱۰۴
جدول پ ۲-۴- مقادیر RMSE روشهای مختلف درونیایی(نیترات، نیتريت و pH در ماههای بهار).....	۱۰۴
جدول پ ۳-۴- مقادیر RMSE روشهای مختلف درونیایی(فسفات، آمونیاک و EC در ماههای بهار).....	۱۰۵
جدول پ ۴-۴- مقادیر RMSE روشهای مختلف درونیایی(شوری، دما و TDS در ماههای بهار).....	۱۰۵
جدول پ ۵-۴- مقادیر RMSE روشهای مختلف درونیایی(قلیائیت، سختی و DO در ماههای تابستان).....	۱۰۶
جدول پ ۶-۴- مقادیر RMSE روشهای مختلف درونیایی(نیترات، نیتريت و pH در ماههای تابستان).....	۱۰۶
جدول پ ۷-۴- مقادیر RMSE روشهای مختلف درونیایی(فسفات، آمونیاک و EC در ماههای تابستان).....	۱۰۷
جدول پ ۸-۴- مقادیر RMSE روشهای مختلف درونیایی(شوری، دما و TDS در ماههای تابستان).....	۱۰۷
جدول پ ۹-۴- مقادیر RMSE روشهای مختلف درونیایی(قلیائیت، سختی و DO در ماههای پاییز).....	۱۰۸

- جدول پ ۴-۱۰- مقادیر RMSE روشهای مختلف درونیابی (نیترات، نیتريت و pH در ماههای پاییز) ۱۰۸
- جدول پ ۴-۱۱- مقادیر RMSE روشهای مختلف درونیابی (فسفات، آمونیاک و EC در ماههای پاییز) ۱۰۹
- جدول پ ۴-۱۲- مقادیر RMSE روشهای مختلف درونیابی (شوری، دما و TDS در ماههای پاییز) ۱۰۹
- جدول پ ۴-۱۳- مقادیر RMSE روشهای مختلف درونیابی (قلیائیت، سختی و DO در ماههای زمستان) ۱۱۰
- جدول پ ۴-۱۴- مقادیر RMSE روشهای مختلف درونیابی (نیترات، نیتريت و pH در ماههای زمستان) ۱۱۰
- جدول پ ۴-۱۵- مقادیر RMSE روشهای مختلف درونیابی (فسفات، آمونیاک و EC در ماههای زمستان) ۱۱۱
- جدول پ ۴-۱۶- مقادیر RMSE روشهای مختلف درونیابی (شوری، دما و TDS در ماههای زمستان) ۱۱۱
- جدول پ ۴-۱۷- مدلهای واریوگرام محاسبه شده به همراه وضعیت داده ها از لحاظ تابع توزیع و ۱۱۲
- جدول پ ۴-۱۸- تبدیلات انجام شده روی داده ها جهت نرمال سازی آنها ۱۱۴

پیشگفتار

جایگاه پهنه های آبی در حیات بشر انکار ناپذیر است. خلیج ها از جمله پهنه های آبی با اهمیت و اکوسیستم های بسیار حساس و شکننده در مناطق خشک و نیمه خشک جهان از جمله ایران می باشند. خلیج ها نقش بسیار ارزنده ای در توسعه جوامع ساکن حاشیه خود دارند و آثار حیات بخش آنها به طور غیر مستقیم تا مناطق دوردست نیز قابل مشاهده است. در شرایط کنونی که با کم آبی ناشی از خشکسالی و کاهش بارش در کشور روبرو هستیم حفظ و مدیریت پهنه های آبی از جمله خلیج ها و تالابها ضروری به نظر می رسد. اهمیت زیست محیطی خلیج ها و تالابها از جمله مسائلی است که انجام مطالعات و تحقیقات در زمینه آلودگی و اندازه گیری آلاینده های آن و بطور کلی مدیریت کیفی پهنه های آبی را برای اهداف مختلف زیست محیطی، اقتصادی و ... ضروری می سازد. به منظور اطلاع از میزان آلودگی پهنه های آبی و پارامترهایی همچون ازت، فسفر، BOD5، DO، سختی آب و ...، انجام عملیات پایش در پهنه های آبی ضروری است اما انجام عملیات پایش در کل پهنه آبی با برداشت تعداد زیاد نمونه از پهنه آبی و انجام آنالیز آزمایشگاهی، بسیار هزینه بر و وقتگیر و در بسیاری از مواقع غیرممکن است لذا از روشهای درونبایی برای مدلسازی پراکنش مکانی آلاینده های آبی استفاده می شود تا تعداد برداشت داده از پهنه آبی تا حد معقولی کاهش یابد. آنچه که از نظر زیست محیطی با اهمیت و ضروری می باشد، شناسایی آلودگی های مختلف پهنه های آبی می باشد تا بتوان پارامترهای آلودگی را با استانداردهای کیفی موجود (بسته به استفاده های مختلف از پهنه آبی، استانداردها نیز متفاوت می باشد) قیاس کرده و در مواقعی که از حد استاندارد متجاوز بودند با راهکارهای مختلف و با مدیریت و کنترل پهنه آبی، پارامترها را به حد استاندارد رساند. یکی از استفاده های سودمند از پهنه های آبی، استفاده از آن جهت آبی پروری می باشد. جهت ارزیابی پهنه آبی از لحاظ آبی پروری و انتخاب نقاط مناسب در پهنه آبی اساسا از روشهای مکانیابی استفاده می شود. از طرفی ممکن است که آبی پروری باعث افزایش آلودگی خلیج شود و لذا اثر خودپالایی را در اینگونه موارد بایستی به عملیات مکانیابی اضافه نمود و با نتایج مکانیابی را تحت سناریوهای معقولی بازبینی و اصلاح نمود.

خلیج گرگان یکی از مهمترین پهنه های آبی وسیع و کم عمق کشور است اما تاکنون مطالعات جامعی روی مدلسازی پراکنش مکانی آلاینده های مختلف در آن و قابلیت آبی پروری آن انجام نشده

است لذا هدف از این تحقیق، مدلسازی توزیع مکانی پارامترهای کیفی آب خلیج گرگان و بررسی قابلیت آبی پروری در آن می باشد. در این مطالعه، ابتدا در فصل اول، به معرفی منطقه مطالعاتی پرداخته شده و روشهای مدلسازی مکانی استفاده شده در این مطالعه به همراه روش مکانیابی تشریح می شوند. سپس در فصل دوم، پیشینه تحقیق در مورد مدلسازی مکانی کیفیت آب و مکانیابی زیست محیطی ارائه می شود. در فصل سوم، الگوریتم و مراحل مختلف تحقیق ارائه شده و در مورد هر مرحله توضیح داده می شود. سپس در فصل چهارم، نتایج حاصل از انجام الگوریتم تحقیق بیان می شود و نتایج مورد بحث و تحلیل قرار می گیرد. در انتها، نتیجه گیری کلی و پیشنهاداتی برای ادامه کار ارائه می شود.

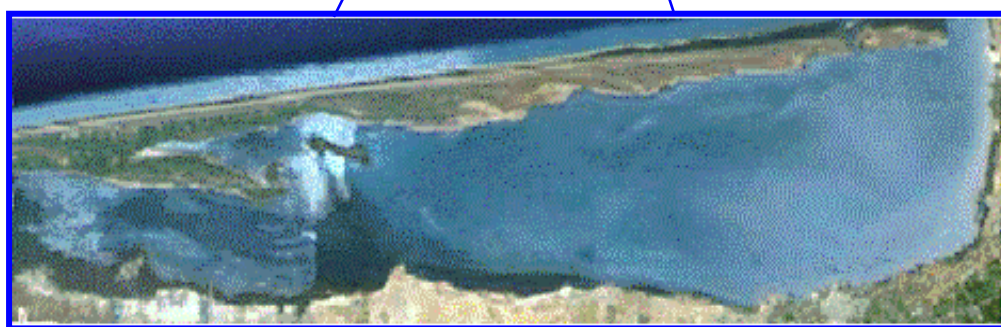
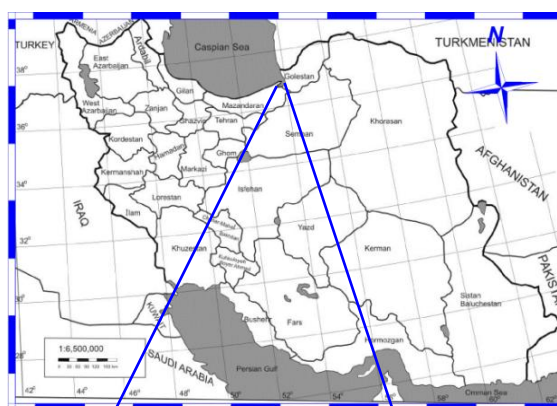
فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه

در این فصل منطقه مورد مطالعه به طور کامل معرفی شده است و در ادامه روش های مورد استفاده در این تحقیق شرح داده شده است. این روش ها شامل روش های درونیابی مکانی مختلف و همچنین روش مکانیابی تحلیل سلسله مراتبی است که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است.

۱-۲- منطقه مطالعاتی

خلیج گرگان با وسعت بیش از ۴۰۰ کیلومتر مربع، در جنوب شرقی دریای خزر واقع شده و بزرگترین خلیج کرانه خزر به شمار می آید. طول متوسط منطقه در حدود ۴۰ کیلومتر و عرض متوسط آن در حدود ۱۰ کیلومتر است. مختصات جغرافیایی خلیج از $25^{\circ} 53'$ تا $2^{\circ} 54'$ شرقی و از $36^{\circ} 46'$ تا $54'$ شمالی می باشد. بخشی از این خلیج در استان گلستان و بخش دیگر آن در استان مازندران واقع شده است. شکل ۱-۱ منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد



شکل ۱-۱- منطقه مورد مطالعه

هم اکنون این خلیج که دارای ذخایر ارزشمند آبی، تاریخی و گردشگری بسیاری می باشد در معرض شدید آلودگی زیست محیطی قرار گرفته و در حال مرگ تدریجی است. ورود انواع آلاینده ها و پسابهای شهری و روستایی و صنعتی ناشی از فعالیتهای صنعتی، کشاورزی و انسانی به این خلیج موجب کاهش کیفیت آب آن شده است. روند روبه رشد آلودگی آب خلیج گرگان در حالی است که از آب آن برای شنا و گذران اوقات فراغت و تولید خاویار و مواد پروتئینی کشور استفاده می شود.

۱-۳- روشهای درونیابی مکانی

اولین روش درونیابی در سال ۱۹۱۱ توسط تیسن (Thiessen، ۱۹۱۱) ابداع شد و تاکنون روش های بسیاری بعد از آن ابداع گردیده و استفاده می شود. برآورد تغییرات مکانی بدون توجه به چگونگی انتخاب روش های مناسب می تواند از عوامل ایجاد خطا در مطالعات باشد. انتخاب یک تکنیک درونیابی بهینه برای تخمین ویژگیهای منطقه مورد مطالعه در نقاط نمونه گیری نشده نقش مهمی در مدیریت داده ها دارد. استفاده از روش های مختلف درونیابی مکانی در برآورد میزان آلودگی پهنه های آبی می تواند بسیار مفید و حتی ضروری باشد. از اینرو لازم است که ابتدا این روش ها تشریح شوند. در این تحقیق از پنج روش درونیابی مکانی مختلف قطعی و آماری استفاده شده است. در روش های قطعی یک یا چند رویه به مجموعه نقاط مشاهده ای (z) در مختصات معلوم برازش داده می شود. درونیابهای قطعی می توانند دقیق و یا تقریبی باشند به طوریکه اگر مقادیر مشاهده ای به عنوان مقادیر دقیق (بدون خطا و یا عدم قطعیت) در محل های نمونه گیری تلقی بشود، استفاده از یک روش دقیق برای درونیابی توصیه می شود. لیکن اگر مقداری عدم قطعیت برای متغیر در نظر گرفته شود، ممکن است یک روش هموار^۱ انتخاب شود. لذا در این دسته، توابع ریاضی مختلفی برای برازش سطوح درونیابی به نقاط معلوم می توانند استفاده شوند (Johnston و همکاران، ۲۰۰۱؛ نشریه وزارت نیرو، ۱۳۸۹). روش های درونیابی آماری به دسته ای از روش ها گفته می شود که بر پایه ویژگیهای آماری سری مکانی متغیر مورد نظر، نظیر میانگین و انحراف معیار استوار می باشد. در روش های آماری تخمین میانگین مکانی یک منطقه، به تعداد نمونه ها و احتمال دخالت هر نمونه وابسته است. این نوع از درونیابها در زمینه نمونه برداری کلاسیک به عنوان روش های

1-Smoothing