بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده منابع طبیعی

باسمه تعالی

تأییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

بدین‌وسیله گواهی می‌شود آقای **محمد علی ارشادی** در تاریخ **۹۲/۳/۲۶** از پایان نامه ٦ واحدی خود با عنوان: **تغییرات زمانی و مکانی سرعت صوت در خلیج فارس با استفاده از توابع متعامد تجربی** ، دفاع کرده است. اعضای هیأت داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا بررسی کرده و پذیرش آن‌را برای دریافت درجه کارشناسی ارشد تائید می‌نمایند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
استاد راهنمای اصلی	دکتراسماعیل حسن‌زاده	دانشیار	
استاد مشاور	دکتر سید علی آزرم سا	دانشیار	
استاد ناظر (خارجی)	دکتر مجتبی ذوالجودی	استادیار	
استاد ناظر (داخلی)	مهندس داریوش منصوری	مربی	
نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر مهدی رحمانی نیا	استادیار	

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

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری 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 هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می‌باشد ولی حقوق معنوی پدیدآورندگان محفوظ خواهد بود.

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 با تأیید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می‌باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه / رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم‌افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان-نامه/رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده‌ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده‌ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته‌ها 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 معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تأیید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۸/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

اینجانب **محمد علی ارشادی** دانشجوی رشته **فیزیک دریا** ورودی سال تحصیلی **۱۳۹۰** مقطع **کارشناسی ارشد** دانشکده **علوم دریایی** متعهد می‌شوم کلیه مندرجات در آئین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته‌های علمی مستخرج از پایان‌نامه/رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین‌نامه فوق‌الشعار به دانشکده وکالت و نمایندگی می‌دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع به‌نام بنده و یا هرگونه امتیاز دیگر و تغییر آن به‌نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هرگونه اعتراض را از خود سلب نمودم.

امضا:

تاریخ:

۹۲/۳/۲۶

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (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 می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» 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 **فیزیک دریا** است که در سال **۱۳۹۲** در دانشکده **علوم دریایی** دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای **دکتر اسماعیل حسن زاده** و مشاوره جناب آقای **دکتر سید علی آزرم سا** از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

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

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد 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 **محمد علی ارشادی** دانشجوی رشته **فیزیک دریا** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: محمد علی ارشادی

تاریخ و امضا:

۹۲/۳/۲۶

دانشکده علوم دریایی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته فیزیک دریا

عنوان پایان نامه

تغییرات زمانی و مکانی سرعت صوت در خلیج فارس با استفاده از توابع متعامد تجربی

نام دانشجو

محمد علی ارشادی

استاد راهنما

دکتر اسماعیل حسن زاده

استاد مشاور:
دکتر سید علی آزرم سا

خرداد ۹۲

تقدیم به اسطوره‌های همیشه جاویدان داستان زندگیم

آنان که فروغ گم گشته‌ی آرزوهایشان را در غرور و شکوفایی فرزندشان می نگرند.

پدر مهربان و صبورم

او که موفقیت‌های کوچک مرا با برق شادی چشمانش پاداش داد و با صفای باطن و قلبی آکنده از عشق و محبت در تمامی مراحل زندگیم تکیه گاهم بود.

مادر دلسوز و فداکارم

فروزان ترین شعله‌ی محبت و ایثار، او که قلب پاکش سرمنشأ دعاهای خیر در زندگیم است.

تقدیر و تشکر

حمد و سپاس خداوند را که با نیروی عقل و دانش انسان را بر سایر مخلوقات برتری داد. او که در تمام مراحل زندگیم یاریم نمود و لحظهای مرا به خود وا نگذاشت.

مراتب سپاس و قدردانی خویش را از سر صدق و اخلاص به محضر استاد گرانقدر جناب آقای **دکتر اسماعیل حسن زاده**، که در نهایت سعه صدر و خالصانه همواره با حمایت ها و رهنمودهای ارزشمند و سازنده، اینجانب را در انجام این پایان نامه مورد محبت خویش قرار داده اند، ابراز می دارم.

از کمک های سرکار خانم کالجی که مرا در طی انجام پایان نامه مورد لطف خود قرار دادند، سپاسگذارم.

در پایان این تحقیق از دیگر عزیزانی که در طول انجام این پایان نامه به هر نحو از لطف و بزرگواریشان بهره مند بودم و متاسفانه نام آنها ذکر نشده است، صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم و از خداوند متعال بهروزی و موفقیت برایشان آرزومندم

چکیده:

در این پایان‌نامه به بررسی تغییرات افقی و قائم سرعت صوت در فصول مختلف سال، تأثیر دما و شوری بر روی سرعت صوت (تغییرات فصلی سرعت صوت) و همچنین به بررسی تغییرات زمانی و مکانی سرعت صوت با استفاده از توابع متعامد تجربی (EOF) در یک دوره ۶ ساله ۲۰۰۰-۲۰۰۵ در خلیج فارس پرداخته شده است. لذا از داده‌های ماهانهٔ دما و شوری در عمق‌های مختلف خلیج فارس با طول جغرافیایی $48^{\circ}E$ تا $56/5^{\circ}E$ و عرض جغرافیایی $24^{\circ}N$ تا $30^{\circ}N$ استفاده شده است. این داده‌ها بر روی شبکه‌ای با گام $0/5^{o}$ هستند که خلیج فارس را پوشش می‌دهند. برای بررسی تغییرات فصلی سال ۲۰۰۴ انتخاب شده است. همچنین برای مقایسه و صحت سنجی داده‌ها و تأیید رفتار نمایه‌های سرعت صوت از داده‌های CTD کشتی مونت میشل سال ۱۹۹۲ در فصل بهار در منطقه خلیج فارس استفاده شده است. نتایج این تحقیق روند کاهش سرعت صوت از حوضچه جنوبی خلیج و تنگه‌ی هرمز به سمت رأس خلیج را نشان می‌دهد. به‌طور کلی کانال صوتی (عمیق) مشخصی در هیچ یک از فصول در خلیج فارس وجود ندارد. در فصل پاییز در تمام نقاط در عمق‌های میانی، کانال صوتی سطحی وجود دارد. ضمن اینکه در تنگه‌ی هرمز، در زمستان نیز کانال سطحی در اعماق پایین مشاهده می‌شود. الگوی تغییرات سرعت صوت برای سه عمق ۵، ۱۵ و ۲۵ متر با استفاده از آنالیز EOF بدست آمد. سه مد اول EOF در مجموع، در عمق ۵ متر ۹۷/۹۷٪، در عمق ۱۵ متر ۹۶/۰۵٪ و در عمق ۲۵ متر ۹۵/۷۳٪ از کل واریانس را توجیه می‌کنند. الگوهای مکانی این مدها در سه عمق، از روند تقریباً مشابهی پیروی می‌کنند. پربند صفر در الگوی EOF1، جبهه‌ای را به‌طور قوی نشان می-دهد که از مشخصه‌های بارز خلیج است. مدهای دیگر نیز خصوصیات منطقه‌ای خلیج فارس و گردش را تکمیل می‌کنند. ضمن اینکه الگوهای مکانی این مدها با EOF (SST) (دمای سطحی) در خلیج فارس، مقایسه شد که مطابقت قابل توجهی با مطالعات انجام شده گذشته در این زمینه دارد، که باز هم بیانگر این است که تغیرات سرعت صوت در خلیج فارس به‌شدت تابعی از دماست.

کلید واژه: سرعت صوت، دما، شوری، توابع متعامد تجربی (EOF)، خلیج فارس

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول : مقدمه و کلیات

۱-۱) مقدمه ۱

۱-۲) اهداف تحقیق ۲

۱-۳) ضرورت انجام تحقیق ۳

۱-۴) تعریف صوت ۳

۱-۵) سرعت صوت در دریا ۳

۱-۶) تغییرات سرعت صوت در عمق‌های مختلف دریا ۴

۱-۶-۱) لایه‌های عمیق دریا ۵

۱-۶-۲) لایه‌های کم‌عمق دریا ۶

۱-۷) فراسنج‌های فیزیکی تأثیر گذار بر سرعت صوت ۸

۱-۷-۱) تراکم‌پذیری ۸

۱-۷-۲) دما، شوری و فشار (عمق) ۹

۱-۸) معادلات سرعت صوت در دریا ۱۰

۱-۹) اثر تغییرات و پدیده‌های اقیانوسی بر انتشار آکوستیکی ۱۲

۱-۹-۱) اثر جریان بر انتشار امواج آکوستیک..... ۱۳

۱-۱۰) کانال صوتی زیر آب ۱۴

۱-۱۰-۱) کانال صوتی زیر آب-نوع اول $C_0<C_h$..... ۱۵

۱-۱۰-۲) کانال صوتی زیر آب-نوع دوم $C_0>C_h$ ۱۵

۱-۱۰-۳) کانال صوتی سطحی..... ۱۶

۱-۱۱) جذب صوت و پراکندگی آن در دریا ۱۷

۱-۱۲) انعکاس و پراکنش از سطح و بستر دریا ۱۷

فصل دوم : پیشینه تحقیق

۲-۱) تاریخچه صوت زیر آب ۱۹

۲-۲) مروری بر مطالعات انجام شده ۲۱

فصل سوم : مواد و روش‌ها

۳-۱) منطقه مورد مطالعه..... ۲۸

۳-۲) داده‌ها ۳۱

۳-۳) روش انجام تحقیق..... ۳۲

۳-۳-۱) تغییرات فصلی سرعت صوت در خلیج فارس ۳۳

۳-۳-۱-۱) توزیع افقی سرعت صوت در خلیج فارس ۳۴

۳-۳-۱-۲) توزیع قائم سرعت صوت در خلیج فارس..... ۳۴

۳-۳-۲) صحت‌سنجی و تأیید رفتار داده‌ها ۳۶

۳-۳-۳) بررسی تغییرات سرعت صوت با استفاده از EOF ۳۷

۳-۴) روش توابع متعامد تجربی (EOF) ۳۹

۳-۴-۱) ویژگی مؤلفه‌های مسئله ویژه مقداری ۴۷

۳-۴-۲) مزایای روش EOF ۵۰

۳-۴-۳) معایب روش EOF..... ۵۱

۳-۵) تحلیل سری‌های زمانی..... ۵۲

۳-۵-۱) تحلیل طیفی..... ۵۲

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱) مقدمه ۵۴

۴-۲) نتایج توزیع افقی سرعت صوت ۵۵

۴-۳) نتایج توزیع قائم سرعت صوت..... ۶۴

۴-۴) صحت‌سنجی و تأیید رفتار نمایه‌های سرعت صوت ۷۶

۴-۵) نتایج تحلیل توابع متعامد تجربی (EOF) ۸۱

۴-۵-۱) تحلیل سرعت صوت با EOF در عمق ۵ متر ۸۱

۴-۵-۱-۱) مد اول EOF1 (عمق ۵ متر)..... ۸۱

۴-۵-۱-۲) مد دوم EOF2 (عمق ۵ متر) ۸۲

۴-۵-۱-۳) مد سوم EOF3 (عمق ۵ متر) ۸۳

۴-۵-۲) تحلیل سرعت صوت با EOF در عمق ۱۵ متر ۸۷

۴-۵-۲-۱) مد اول EOF1 (عمق ۱۵ متر)..... ۸۷

۴-۵-۲-۲) مد دوم EOF2 (عمق ۱۵ متر) ۸۸

۴-۵-۲-۳) مد سوم EOF3 (عمق ۱۵ متر)..... ۸۸

۴-۵-۳) تحلیل سرعت صوت با EOF در عمق ۲۵ متر ۹۳

۴-۵-۳-۱) مد اول EOF1 (عمق ۲۵ متر)..... ۹۳

۴-۵-۳-۲) مد دوم EOF2 (عمق ۲۵ متر) ۹۴

۴-۵-۳-۳) مد سوم EOF3 (عمق ۲۵ متر)..... ۹۴

فصل پنجم: جمع‌بندی نتایج و پیشنهادها

۵-۱) مقدمه ۹۹

۵-۲) خلاصه نتایج ۱۰۰

۵-۳) پیشنهادات..... ۱۰۵

مراجع ۱۰۶

پیوست‌ها

پیوست الف) داده‌های میانگین ماهانهٔ دما (deg. C) و شوری (psu) در فرمت Table of values (text) در ماه آگوست (Aug) سال ۲۰۰۴ در عمق ۵ متر

پیوست ب) داده‌های CTD کشتی مونت میشل (Mt. Michell) در فصل بهار سال ۱۹۹۲ در ایستگاه شماره ۱

پیوست ج) برخی از برنامه‌های نوشته شده بوسیله نرم‌افزار MATLAB

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱. پروفایل سرعت صوت از یک ایستگاه در نزدیکی برمودا برای یک میانگین ۹ ساله..... ۶

شکل ۱-۲. نمونه‌ای از پروفایل سرعت صوت در زمستان و تابستان..... ۷

شکل ۱-۳. کانال صوتی زیر آب نوع اول ($C_0 < C_h$) ۱۵

شکل ۱-۴. کانال صوتی زیر آب نوع دوم ($C_0 > C_h$) ۱۵

شکل ۱-۵. کانال صوتی سطحی ۱۶

شکل ۳-۱. طرح کلی از جریان‌های سطحی و گردش آب خلیج فارس ۳۰

شکل ۳-۲. گردش کلی، درونشارش و برونشارش آب در خلیج فارس ۳۱

شکل ۳-۳. موقعیت جغرافیایی نقاط (۱ تا ۴) که از غرب به شرق مرتب شده‌اند..... ۳۵

شکل ۳-۴. ماتریس F . هر سطر یک نقشه و هر ستون یک سری زمانی برای یک مکان معین ۴۱

شکل ۴-۱. میانگین ماهانهٔ سرعت صوت (m/s) در فصل بهار (May) در عمق‌های ۵ متر،
۱۵ متر، ۲۵ متر، ۳۵ متر، ۱۶ متر، ۵۷ متر ۵۵

شکل ۴-۲. میانگین ماهانهٔ سرعت صوت (m/s) در فصل تابستان (Aug) در عمق‌های ۵ متر،
۱۵ متر، ۲۵ متر، ۳۵ متر، ۱۶ متر، ۵۷ متر ۵۷

شکل ۴-۳. میانگین ماهانهٔ سرعت صوت (m/s) در فصل پاییز (Nov) در عمق‌های ۵ متر،
۱۵ متر، ۲۵ متر، ۳۵ متر، ۱۶ متر، ۵۷ متر ۶۰

شکل ۴-۴. میانگین ماهانهٔ سرعت صوت (m/s) در فصل زمستان (Feb) در عمق‌های ۵ متر، ۱۵ متر، ۲۵ متر، ۳۵ متر، ۱۶ متر، ۵۷ متر ۶۲

شکل ۴-۵. نمایه‌های قائم سرعت صوت، دما و شوری در فصل بهار ۲۰۰۴ (نقطه ۱) ۶۴

شکل ۴-۶. نمایه‌های قائم سرعت صوت، دما و شوری در فصل تابستان ۲۰۰۴ (نقطه ۱) ۶۴

شکل ۴-۷. نمایه‌های قائم سرعت صوت، دما و شوری در فصل پاییز ۲۰۰۴ (نقطه ۱) ۶۵

شکل ۴-۸. نمایه‌های قائم سرعت صوت، دما و شوری در فصل زمستان ۲۰۰۴ (نقطه ۱) ۶۵

شکل ۴-۹. نمایه‌های قائم سرعت صوت، دما و شوری در فصل بهار ۲۰۰۴ (نقطه ۲) ۶۷

شکل ۴-۱۰. نمایه‌های قائم سرعت صوت، دما و شوری در فصل تابستان ۲۰۰۴ (نقطه ۲) ۶۷

شکل ۴-۱۱. نمایه‌های قائم سرعت صوت، دما و شوری در فصل پاییز ۲۰۰۴ (نقطه ۲).....۶۸

شکل ۴-۱۲. نمایه‌های قائم سرعت صوت، دما و شوری در فصل زمستان ۲۰۰۴ (نقطه ۲) ۶۸

شکل ۴-۱۳. نمایه‌های قائم سرعت صوت، دما و شوری در فصل بهار ۲۰۰۴ (نقطه ۳) ۷۰

شکل ۴-۱۴. نمایه‌های قائم سرعت صوت، دما و شوری در فصل تابستان ۲۰۰۴ (نقطه ۳) ۷۰

شکل ۴-۱۵. نمایه‌های قائم سرعت صوت، دما و شوری در فصل پاییز ۲۰۰۴ (نقطه ۳)..... ۷۱

شکل ۴-۱۶. نمایه‌های قائم سرعت صوت، دما و شوری در فصل زمستان ۲۰۰۴ (نقطه ۳) ۷۱

شکل ۴-۱۷. نمایه‌های قائم سرعت صوت، دما و شوری در فصل بهار ۲۰۰۴ (نقطه ۴) ۷۳

شکل ۴-۱۸. نمایه‌های قائم سرعت صوت، دما و شوری در فصل تابستان ۲۰۰۴ (نقطه ۴) ۷۳

شکل ۴-۱۹. نمایه‌های قائم سرعت صوت، دما و شوری در فصل پاییز ۲۰۰۴ (نقطه ۴)..... ۷۴

شکل ۴-۲۰. نمایه‌های قائم سرعت صوت، دما و شوری در فصل زمستان ۲۰۰۴ (نقطه ۴) ۷۴

شکل ۴-۲۱. نمایه قائم سرعت صوت، دما و شوری، فصل بهار ۲۰۰۴ در ایستگاه ۱ ..... ۷۷

شکل ۴-۲۲. نمایه قائم سرعت صوت، دما و شوری، فصل بهار ۱۹۹۲ در ایستگاه ۱ ..... ۷۷

شکل ۴-۲۳. نمایه قائم سرعت صوت، دما و شوری، فصل بهار ۲۰۰۴ در ایستگاه ۲ ..... ۷۸

شکل ۴-۲۴. نمایه قائم سرعت صوت، دما و شوری، فصل بهار ۱۹۹۲ در ایستگاه ۲ ..... ۷۸

شکل ۴-۲۵. نمایه قائم سرعت صوت، دما و شوری، فصل بهار ۲۰۰۴ در ایستگاه ۳ ..... ۷۹

شکل ۴-۲۶. نمایه قائم سرعت صوت، دما و شوری، فصل بهار ۱۹۹۲ در ایستگاه ۳ ..... ۷۹

شکل ۴-۲۷. نمایه قائم سرعت صوت، دما و شوری، فصل بهار ۲۰۰۴ در ایستگاه ۴ ..... ۸۰

شکل ۴-۲۸. نمایه قائم سرعت صوت، دما و شوری، فصل بهار ۱۹۹۲ در ایستگاه ۴ ..... ۸۰

شکل ۴-۲۹. الگوهای مکانی سه مد اول (سرعت صوت) EOF در عمق ۵ متر، پربندهای
نقطه‌چین و صفر به‌ترتیب بیانگر مقادیر منفی و صفر هستند ۸۴

شکل ۴-۳۰. سری‌های زمانی سه مد اول (سرعت صوت) EOF، در عمق ۵ متر ۸۵

شکل ۴-۳۱. نمودار چگالی طیفی سه مد اول (سرعت صوت) EOF، در عمق ۵ متر ۸۶

شکل ۴-۳۲. الگوهای مکانی سه مد اول (سرعت صوت) EOF در عمق ۱۵ متر، پربندهای
نقطه‌چین و صفر به‌ترتیب بیانگر مقادیر منفی و صفر هستند ۹۰

شکل ۴-۳۳. سری‌های زمانی سه مد اول (سرعت صوت) EOF، در عمق ۱۵ متر ۹۱

شکل ۴-۳۴. نمودار چگالی طیفی سه مد اول (سرعت صوت) EOF، در عمق ۱۵ متر ۹۲

شکل ۴-۳۵. الگوهای مکانی سه مد اول (سرعت صوت) EOF در عمق ۲۵ متر، پربندهای
نقطه‌چین و صفر به‌ترتیب بیانگر مقادیر منفی و صفر هستند ۹۶

شکل ۴-۳۶. سری‌های زمانی سه مد اول (سرعت صوت) EOF، در عمق ۲۵ متر ۹۷

شکل ۴-۳۷. نمودار چگالی طیفی سه مد اول (سرعت صوت) EOF، در عمق ۲۵ متر ۹۸

فهرست جداول

جدول ۳-۱. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مقایسه در فصل بهار ۳۷

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱) مقدمه

مطالعهٔ فیزیک دریا، بررسی طیف گسترده‌ای از فیزیک کلاسیک و مدرن است، به‌طوریکه در یک محیط فراگیر و بسیار پیچیده از زمین به‌کار می‌رود (Apel، ۱۹۸۸). منابع و صنایع دریایی نقش و تأثیر مهمی در زندگی انسان‌ها دارند، با توسعه و گسترش صنایع دریایی و علوم مرتبط با دریا، امروزه برای انجام بسیاری از کاربردهای کشف و استخراج منابع زیر آبی، بازرسی و جمع‌آوری اطلاعات زیست محیطی و تحقیقاتی و نیز نصب، تعمیر و نگهداری سازه‌های ساحلی و دریایی، به‌کارگیری تکنولوژی-های خاص و تحقیقات جدیدی برای پاسخگویی به نیازهای روزافزون پیش آمده، ضروری می‌نماید. انتشار صوت در یک محیط متحرک به‌ویژه در دریا، هنگامی که پدیده‌هایی نظیر امواج یا جریانات وجود دارند همیشه جالب و مورد توجه بوده است. به‌کارگیری امواج صوتی در درون آب برای انتقال اطلاعات تاریخچه طولانی داشته و از دیرباز در هیدروگرافی، دریانوردی و اقیانوس‌شناسی مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. بررسی سیستم‌های اندازه‌گیری صوت در برنامه‌های کاربردی زیر آب از جنگ جهانی دوم گسترش یافت (Lu و همکاران، ۲۰۰۴).

انگیزه اصلی گرایش به زمینه صوت زیر دریا و استفاده اولیه از سونار، نیازهای دفاعی و ناوبری زیر دریا بوده است ولی به مرور زمان، کاربردهای غیر نظامی و استفاده‌های صنعتی، تجاری و تفریحی گسترش یافتند (خدایاری رستم آباد و همکاران، ۱۳۸۹). انتشار امواج صوتی در اقیانوس‌ها، به ویژه در فرکانس‌های پایین فوق‌العاده خوب است و این امواج بسیار کمتر از امواج نوری و الکترومغناطیسی

تضعیف می‌شوند (Apel، ۱۹۸۸). امواج صوتی، کاربردهای بسیاری در شناسایی توپوگرافی بستر در امر مهندسی ساحل و ساخت سازه‌های دریایی دارند، و می‌توان توسط این امواج نوع رسوبات کف بستر و جنس و سختی و مقاومت و عمق بستر را اندازه گرفت. تمام این مقاصد تنها با دانستن مقدار دقیق سرعت صوت در آب آن ناحیه امکان‌پذیر است. سرعت صوت دارای مقدار عمومی ۱۵۰۰ m/s در اقیانوس‌های استوایی و معتدل است (تغییرات چگالی نیز بر انتشار این امواج موثر هستند، اما این تغییرات روی تمام ستون آب اقیانوس قابل چشم‌پوشی هستند، ولی در لایه‌های رسوبی در کف اقیانوس به‌عنوان فاکتور مهم در محاسبات در نظر گرفته می‌شود. سرعت صوت در دریا از مهمترین پارامترهای اقیانوس شناسی است که بسیاری از خصوصیات انتشار صوت در اقیانوس را تعیین می‌کند (Lu و همکاران، ۲۰۰۴) که در اکثر فعالیت‌های میدانی مورد نیاز بوده و محاسبات بسیاری از کارهای تحقیقاتی بر اساس آن صورت می‌گیرد. پروفیل سرعت صوت می‌تواند اطلاعات مفیدی را در زمینه ساختار اقیانوس و ویژگی‌های آب دریا بیان کند (Carriere و همکاران، ۲۰۰۹). سرعت صوت در آب دریا متغیر است و وابسته به دمای آب و همچنین شوری و فشار هیدرواستاتیک است. به عبارت دیگر، حرکت سریعتر صوت با افزایش دما، شوری و فشار هیدرواستاتیک است (Fofonoff and Millard ۱۹۸۳ ; Descamps و همکاران ، ۲۰۰۹) که دارای تغییرات مکانی و زمانی زیادی می‌باشند (Ali و همکاران، ۲۰۱۰). افزایش سرعت صوت به علت افزایش عمق که ناشی از افزایش فشار بوده، تقریباً یکنواخت و حدود ۰/۰۱۷ m/s در هر متر می‌باشد (Etter، ۲۰۰۳). در کل تغییرات قائم سرعت صوت در اقیانوس‌ها بسیار بیشتر از تغییرات افقی است (Radhakrishnan، ۱۹۹۵).

۱-۲) اهداف تحقیق:

اهداف کلی تحقیق حاضر شامل دو هدف زیر است:

۱- بررسی و مطالعه گرادیان‌های افقی و عمودی سرعت صوت در خلیج فارس

۲- بررسی تغییرات زمانی و مکانی سرعت صوت در خلیج فارس با استفاده از آنالیز EOF