بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه هرمزگان
دانشکده علوم
گروه فیزیک

پایان نامه برای دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد در رشتهٔ علوم دریایی و اقیانوسی (فیزیک دریا)

عنوان:

بررسی تغییرات انتشار امواج صوتی در تنگه ی هرمز با توجه به پارامتر های فیزیکی

استاد راهنما:

دکتر مهدی محمد مهدی زاده

استاد مشاور:

دکتر محمد اکبری نسب

نگارش:

حبیب اله دهقان

دی ماه 1391

چکیده

تنگه هرمز یکی از آبراههای حیاتی دنیا محسوب می گردد لذا سیادت بر آن از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد؛ این امر محقق نخواهد شد مگر اینکه علاوه بر حاکمیت سطحی از حاکمیت زیر سطح نیز بر خوردار باشیم.

ویژگی انتشار بهتر صوت در اقیانوسها و دریاها و نیز قابلیت انتشار در مسافتهای طولانی تر و تلفات کم سالهاست که مورد توجه جدی قرار گرفته است و امروزه این ویژگیها در بسیاری از پروژه های مخابراتی، تجاری، نظامی و صنایع مورد استفاده قرار گرفته اند.

در این پایان نامه با حل معادله موج به روش مدهای نرمال و با استفاده از برنامه "MATLAB"، "ARCGIS" و مدل شبیه ساز انتشار امواج صوتی زیر آب "KRAKEN" و بهره گیری از داده های اندازه گیری شده توسط گشت دریایی "ROPME" در منطقه تنگه هرمز ضمن رسم نیمرخهای چگالی، دما و شوری در دو فصل تابستان و زمستان، عمق لایه آمیخته و عمق لایه صوتی نمایش داده شده است و نیز با بهره گیری از رابطه سرعت صوت "ویلسون" نمایه های سرعت صوت در اعماق و فواصل مختلف بصورت سری زمانی رسم و مورد مطالعه قرار گرفت. بررسی نیمرخهای انتشار امواج صوتی در فرکانسهای مختلف، نشان داد که لایه صوتی مشخصی در تنگه هرمز تشکیل نشده است و به علت عمق کم این منطقه، لایه صوتی در اثر بازتاب امواج صوتی از کف و سطح در سراسر آن تشکیل می شود، اما تضعیف این امواج در فواصل و اعماق مختلف به حالت سطح و جنس بستر دریا بستگی دارد؛ ضمنا در تنگه هرمز؛ منطقه سایه (نقطه کور) وجود ندارد و علت آن عمق کم این منطقه و انعکاس امواج صوتی از کف و سطح دریا می باشد.

کلمات کلیدی: سرعت صوت- مدهای نرمال-تنگه هرمز- دما، شوری، چگالی و سرعت صوت

پیشگفتار:

این پایان نامه دارای پنج فصل می باشد؛ فصل اول مشتمل بر مقدمه، بیان تاریخچه مطالعات دیگران، مفاهیم اولیه صوت و چگونگی انتشار امواج آکوستیکی در آب می باشد، در فصل دوم، معادله موج و چگونگی تولید آن و نحوه حل آن به روش مدهای نرمال مورد بررسی قرار گرفته است؛ در فصل سوم خصوصیات جغرافیایی، فیزیکی و اقیانوس شناسی منطقه تنگه هرمز بیان شده است. در فصل چهارم نحوه انجام تحقیق و همچنین خصوصیات آکوستیکی تنگه هرمز مورد مطالعه قرار گرفت و در فصل پنجم نتایج حاصل از تحقیق حاضر و نیز پیشنهاداتی در ارتباط با موضوع آکوستیک بیان شده است.

فهرست مطالب **شماره صفحه**

فصل اول: کلیات

1-1 -مقدمه 1

2-1- مروری بر کار دیگران..... 3

3-1-اقیانوس شناسی آکوستیکی..... 7

4-1-خواص فیزیکی و شیمیایی اقیانوس..... 8

5-1- مفاهیم اولیه..... 11

1-5-1) صوت..... 11

2-5-1)نرده های دسی بل..... 11

3-5-1)شدت آکوستیکی..... 12

4-5-1)آکوستیک زیر آبی..... ۱۲

5-5-1)امواج اکوستیکی..... 12

6-5-1)موج بر یا کانال صوتی..... 13

7-5-1)عمق موثر نفوذ صوتی..... 13

8-5-1)موج برشی..... 13

9-5-1)موج تراکمی..... 14

10-5-1)ترانسدیوسرمولد..... 14

11-5-1)ترانسدیوسرگیرنده..... 14

12-5-1)لایه های سیال همگن..... 14

13-5-1)گرادیان عمودی دما..... 14

6-1-انتشار امواج صوتی در آب..... 15

1-6-1) ساختار قائم آب دریا..... 16

2-6-1)سرعت صوت در آب و عوامل موثر بر آن..... 19

1-2-6-1)تغییرات سرعت صوت در عمق های مختلف دریا..... 26

1-1-2-6-1)مناطق عمیق 26

1-6-2-1-2) منطقه کم عمق و ساحلی.....27
1-6-2-2) اندازه گیری سرعت صوت در دریا..... 27
1-6-2-3) تغییرات سرعت صوت با عرض جغرافیایی، فصل و ساعات شبانه روز..... 28
1-6-3)انواع کانال های صوتی در آب 31
1-6-3-1)کانال صوتی ژرف.....32
1-6-3-2)کانال صوتی کم عمق..... 36
1-6-3-3) کانال صدا در لایه آمیخته..... 37
1-6-3-4) رفتار موج بر گونه کانال آب کم عمق..... 39
1-6-4) نحوه انتشارصوت در دریا..... 39
1-6-4-1) انعکاس و شکست صدا..... 41
1-6-4-1-1)ضریب توان صوتی بازتاب و تراگسیل.....42
1-6-5) اتلاف عبور..... 45
1-6-5-1) انواع تلفات انتقال..... 46
1-6-5-1-1)تلفات انتشاری..... 46
1-6-5-1-2)تلفات تضعیف..... 49
1=6=6)مرزهای اقیانوس..... 55
1-6-6-1) سطح دریا..... 55
1-6-6-1-1) اتلاف آکوستیک در سطح دریا..... 57
1-6-6-2)بستر دریا..... 58
1-6-6-2-1)اتلاف شکست بستر..... 63
1-6-6-2-2)اتلاف انعکاس در بستر دریا..... 64
1-6-7) اثر جریان بر انتشار امواج اکوستیک..... 65
1-6-8) سرعت صوت و خصوصیات کشسانی رسوبات آبدار 67
1-6-8-1)تضعیف صوت در رسوبات.....67
1-7-ویژگیهای دینامیکی اقیانوس و تاثیرات آن بر امواج آکوستیکی..... 69
1-7-1) مقیاسهای بزرگ..... 70

2-7-1)میان مقیاسها 70

1-2-7-1)گرداب ها و جبهه ها..... 70

2-2-7-1)امواج داخلی..... 74

3-7-1)خصوصیات مقیاس کوچک..... 75

8-1-ویژگیهای زیست شناسی اقیانوس و تاثیرات آن بر آکوستیک زیر آب 77

فصل دوم: معادله موج

2-1- معادله موج آکوستیکی..... 79

2-2 تئوری ریاضی انتشار امواج صوتی در دریا..... 84

1-2-2) روش مود نرمال..... 86

1-1-2-2) فرمول بندی ریاضی..... 87

فصل سوم: خصوصیات تنگه هرمز

3-1-تنگه هرمز.....93

3-2 -دما..... 94

3-3 -شوری.....94

3-4 -چگالی..... 95

3-5-بستر تنگه هرمز 95

فصل چهارم: اجرای تحقیق

4-1-نحوه اجرای تحقیق.....97

4-1-1)اطلاعات، داده ها و روش انجام کار.....97

4-1-2)اطلاعات محیطی..... 98

4-1-3)جنس بستر..... 107

4-1-4) منبع صوتی..... 107

4-2- موارد تحقیق و روش کار..... 108
4-2-1) کراکن 109
4-2-2)محاسبه لایه آمیخته و نمایش وارونگی دما:..... 110
4-2-3)ضریب همبستگی..... 112
4-2-4)بررسی مقاطع عرضی (سکشن) تنگه هرمز در دو فصل تابستان و زمستان..... 113
4-2-5) بررسی تلفات انتقال همدوس با تغییرات مسافت (افقی) و تغییرات عمق (عمودی) 124
4-2-6)چگونگی انتشار امواج صوتی 135

فصل پنجم: نتایج و پیشنهادات

5-1-نتیجه گیری 141
5-2 –پیشنهادات 141

فهرست اشکال

شکل(1-1)دمای متوسط سالیانه در سطح دریا 10
شکل(1-2) میانگین سالیانه دمای متوسط در اقیانوس اطلس 10
شکل (1-3)تشکیل لایه های مختلف نسبت به عمق در اقیانوس 16
شکل(1-4) سرعت صوت در آب مقطر و آب دریا در عمق صفر برای انواع درجه شوری و حرارت 21
شکل(1-5) سرعت صوت بصورت تابعی از تغییرات عمق و درجه حرارت..... 22
شکل (1-6)پروفایلهای سرعت صوت و دما – شوری در اقیانوس آتلانتیک شمالی نزدیک 23 درجه
شمالی و 70 درجه غربی 23
شکل (1-7) نشان دهنده پروفایل سرعت صوت در زمستان برای مناطق اقیانوسی عمیق جهان 24
شکل(1-8) نیمرخ سرعت صوت بین 23 و24 درجه شمالی و 60 تا 100 غربی در خلال
فوریه- آوریل 25
شکل(1-9) منحنی مشخصه سرعت صوت در لایه های مختلف 26
شکل(1-10)غییرات سرعت صوت در عرض های جغرافیایی مختلف 29
شکل(1-11) نقشه جهانی محورهای کانال، نقشه بالایی؛ عمق کانال، نقشه پایینی؛ سرعت کانال 30

شکل(1-12) تغییرات سرعت صوت در فصول مختلف 31

شکل(1-13) شکلی که برای بدست آوردن رابطه میان گرادیان سرعت g و شعاع خمیدگی R

مورد استفاده قرار می گیرد 34

شکل(1-14) انتشار پرتو صوتی در کانال صوتی 34

شکل(1-15) انتشار صوت در آب کم عمق 37

شکل(1-16)انتشار پرتو های صوتی در کانال لایه آمیخته 37

شکل(1-17) منطقه تاریک 38

شکل(1-18)گرادیان منفی سرعت 40

شکل(1-19)گرادیان مثبت سرعت صوت 40

شکل (1-20) بازتاب و شکست 41

شکل (1-21) سطح موج های تخت برای مسیر انتشار θ 43

شکل (1-21)انتشار امواج صوتی 46

شکل(1-22)محاسبه تلفات انتقال با توجه به درجه حرارت، فرکانس و برد جذب 53

شکل(1-23) محدوده میانگین سطح یخی قطبها در پاییز و بهار 57

شکل(1-24) شمایی از نیمرخ ستون آب و لایه زیرین آن به همراه عمق و سرعت صوت 59

شکل(1-25) تفاوت بین فرکانس پایین و بالا در انعکاس از بستر را نشان می دهد ..... 60.

شکل(1-26) تصویری کلی از پراکندگی رسوبات کف اقیانوسها 61

شکل(1-27) تصویری از بستر دریا 62

شکل(1-28)رفتار اتلاف برای 4 وضعیت m و n 63

شکل(1-29) محاسبه زاویه انکسار در آب جاری 65

شکل(1-30) پراکندگی جهانی جبهه های اقیانوسی 72

شکل(1-31) سری های گسترش یافته پروفایلهای دما بر حسب عمق، برگرفته از یک برش

شرقی – غربی در شرق باربادوس در اقیانوس اطلس 75

شکل(2-1)شمایی از سناریوی محیط مستقل از برد 87

شکل (3- 1) نقشه تنگه هرمز 93

شکل (3-2) توپوگرافی و جنس بستر در مناطق مختلف تنگه هرمز 96

شکل (4-1) موقعیت ایستگاهای اندازه گیری توسط شناور Mt-Mitchel 97
شکل(4-2) ایستگاههای اندازه گیری مورد استفاده در منطقه مورد مطالعه 98
شکل(4-3) موقعیت قرارگیری 5 مقطع عرضی..... 99.
شکل(4-4)کانتور دما در عمق 10 متری در فصل زمستان..... 100
شکل(4-5)کانتور دما در عمق 10 متری در فصل تابستان..... 100
شکل (4-6) کانتور دما در عمق 50 متری در فصل زمستان..... 101
شکل (4-7) کانتور دما در عمق 50 متری در فصل تابستان..... 101
شکل(4-8) کانتور شوری در عمق 10 متری در فصل زمستان..... 102
شکل(4-9) کانتور شوری در عمق 10 متری در فصل تابستان..... 102
شکل (4-10) کانتور شوری در عمق 50 متری در فصل زمستان..... 102
شکل (4-11) کانتور شوری در عمق 50 متری در فصل تابستان..... 103
شکل (4-12) کانتور چگالی در عمق 10 متری در فصل زمستان..... 103
شکل(4-13) کانتور چگالی در عمق 10 متری در فصل تابستان..... 104
شکل(4-14) کانتور چگالی در عمق 50 متری در فصل زمستان..... 104
شکل(4-15) کانتور چگالی در عمق 50 متری در فصل تابستان..... 104
شکل (4-16) پروفایل عمودی شوری در ایستگاه های 8و12و17 در تابستان و زمستان 105
شکل (4-17) پروفایل عمودی چگالی در ایستگاه های 8و12و17 در تابستان و زمستان..... 106
شکل(4-18) شمای کلی مدل کراکن 109
شکل(4-19) پروفایل عمودی دما و سرعت صوت در ایستگاه های 8و12و17 در تابستان و زمستان..... 111
شکل(4-20) نیمرخهای دما، شوری، چگالی و سرعت صوت در مقطع عرضی شماره 1 فصل زمستان....114
شکل(4-21) نیمرخهای دما، شوری، چگالی و سرعت صوت در مقطع عرضی شماره 1 فصل تابستان....115
شکل(4-22) نیمرخهای دما، شوری، چگالی و سرعت صوت در مقطع عرضی شماره 2 فصل زمستان.... 116
شکل(4-23) نیمرخهای دما، شوری، چگالی و سرعت صوت در مقطع عرضی شماره 2 فصل تابستان.... 117
شکل(4-24) نیمرخهای دما، شوری، چگالی و سرعت صوت در مقطع عرضی شماره 3 فصل زمستان.... 118
شکل(4-25) نیمرخهای دما، شوری، چگالی و سرعت صوت در مقطع عرضی شماره 3 فصل تابستان.....119
شکل(4-26) نیمرخهای دما، شوری، چگالی و سرعت صوت در مقطع عرضی شماره 4 فصل زمستان.....120

شکل(4-27) نیمرخهای دما، شوری، چگالی و سرعت صوت در مقطع عرضی شماره 4 فصل تابستان... 121
شکل(4-28) نیمرخهای دما، شوری، چگالی و سرعت صوت در مقطع عرضی شماره 5 فصل زمستان... 122
شکل(4-29) نیمرخهای دما، شوری، چگالی و سرعت صوت در مقطع عرضی شماره 5 فصل تابستان.....123
شکل(4-30) تلفات افقی انتقال صوت با عمق منبع 40 متر و فرکانس 200 تا 400 هرتز و
عمق گیرنده 20 متر در تابستان و زمستان 127
شکل(4-31) تلفات افقی انتقال صوت با عمق منبع 40 متر و فرکانس 500 هرتز و
عمق گیرنده 20 متر در تابستان و زمستان 128
شکل(4-32) تلفات افقی انتقال صوت با عمق منبع 10 متر و فرکانس 200 تا400 هرتز و
عمق گیرنده 20 متر در تابستان و زمستان 129
شکل(4-33) تلفات افقی انتقال صوت با عمق منبع 10 متر و فرکانس 500 هرتز و
عمق گیرنده 20 متر در تابستان و زمستان 130
شکل(4-34)تلفات عمودی انتقال صوت با عمق منبع 40 متر و فرکانس 200 تا 400
هرتز و فاصله 1 کیلومتری گیرنده در تابستان و زمستان ...131
شکل(4-35) تلفات عمودی انتقال صوت با عمق منبع 40 متر و فرکانس 500 هرتز
و فاصله 1 کیلومتری گیرنده در تابستان و زمستان 132
شکل(4-36) تلفات عمودی انتقال صوت با عمق منبع 10 متر و فرکانس 200 تا 400
هرتز و فاصله 1 کیلومتری گیرنده در تابستان و زمستان 133
شکل(4-37) تلفات عمودی انتقال صوت با عمق منبع 10 متر و فرکانس 500هرتز
و فاصله 1 کیلومتری گیرنده در تابستان و زمستان.....134
شکل(4-38) نیمرخ انتشار صوت با عمق منبع 40 متر و فرکانس 200 تا 400
هرتز در تابستان و زمستان 137
شکل(4-39) نیمرخ انتشار صوت با عمق منبع 40 متر و فرکانس 500 هرتز در تابستان و زمستان 138
شکل(4-40) نیمرخ انتشار صوت با عمق منبع 10 متر و فرکانس 200 تا 400 هرتز
در تابستان و زمستان ...139
شکل(4-41) نیمرخ انتشار صوت با عمق منبع 40 متر و فرکانس 500 هرتز در تابستان و زمستان 140

فهرست جداول

جدول(1-1) خلاصه ای از الگوریتم های سرعت صوت و رنج پارامترهای آن 28

جدول(1-2) مقیاس باد بیفرت و تطابق با کدهای حات سطح دریا 56

جدول(1-3) 73

جدول (4-1) پارامترهای ژئوآکوستیکی چند نوع مختلف بستر.....108

جدول(4-2) ضریب همبستگی در ایستگاههای 8 و12و17 در تابستان و زمستان.....113

1- فصل اول: کلیات

1-1- مقدمه :

در چهار دهه گذشته استفاده از امواج اکوستیکی[1] در تکنولوژی دریایی بطور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است (ICO1990)[1]. مطالعات، آزمایشات وتحقیقات گوناگونی چه در آزمایشگاه ها و چه بصورت عملی و در شرایط مختلف اقیانوسها ودریاها انجام شده است تا بتوان گوشه ای ناچیز از عالم دریاها و اقیانوسها را رمز گشایی نمود.

با پیشرفت علم و تکنولوژی و دستیابی بشر به علوم جدید این مطالعات و تحقیقات روند جدیدی به خود گرفت. از آنجایی که بیشتر سطح زمین را آب پوشانیده است؛ بنابراین بررسی داده های فیزیکی در این وسعت بیکران نیازمند صرف زمان و هزینه های هنگفتی می باشد که عملا انجام ان را نا ممکن می نماید اما برای حل این مشکل از تکنیکهای ریاضی جهت بررسی رفتار امواج آکوستیکی و شناخت محیط اقیانوسها کمک گرفته شد .

امواج آکوستیکی نسبت به دیگر امواج انتشاری[2] به بهترین صورت ممکن در دریا منتشر می گردند؛ در آب خصوصا گل و لای و رسوبات، امواج رادیویی[3] (الکترومغناطیسی) و امواج نوری[4] شدیدا تضعیف می گردند؛ در صورتی که تلفات امواج صوتی در مقایسه با آنان بسیار ناچیز بوده و قابلیت طی مسافتهای طولانی را دارا می باشد. بشر با شناخت خواص امواج آکوستیکی در دریا از آن برای مقاصد نظامی و غیر نظامی مانند موقعیت یابی، ناوبری، سونار، عمق یابی، تصویر برداری و شناسایی بستر و زیر بستر، تصویر برداری پیرامونی، ماهی یابی، مخابرات و مبادله اطلاعات زیر آبی، تجهیزات کنترلی زیر دریا، لرزه نگاری، اکتشافات نفتی و مواردی مشابه استفاده نموده است. برای استفاده و بهره گیری بهتر از چنین ابزارهایی ابتدا باید محیط دریا شناخته شود و بعد رفتار صوت در این محیط توصیف شود. بررسی انتشار صوت در محیط دریا پیچیده تر از انتشار امواج الکترومغناطیسی در هوا یا خلاء است؛ چون تغییرات جزیی

---

[1] Acoustic Wave

[2] Propagation Waves

[3] Electromagnetic Waves

[4] Lighting Wave

پارامترهای آب (نظیر دما، غلظت، فشار) سبب تغییرات زیادی در سرعت و نحوه انتشار امواج صوتی در زیر آب می گردد.

صوت توسط ارتعاش و تغییرات فشار در یک محیط الاستیکی[1] تولید می شود؛ اگر فشار در یک نقطه و در یک حجم وسیعی از آب و در یک لحظه افزایش یابد؛ ان تغییرات فشار در تمام جهات بصورت موج کروی[2] و با یک سرعت مشخص که بستگی به پارامترهای فیزیکی آب دارد منتشر می شود. اما آن چیزی که در این پایان نامه مورد بحث قرار خواهد گرفت رفتار صوت در محیطهای کم عمق است که این رفتار علاوه بر پارامترهای فیزیکی آب به توپوگرافی بستر، حالت دریا و انواع جریانات احتمالی نیز بستگی دارد.یکی از مهمترین موضوعات مطرح در خصوص انتشار امواج صوتی در دریا تلفات انتقال[3] و تضعیف امواج انتشاری می باشد که این تلفات چه بصورت کروی و چه بصورت استوانه ای[4] به ضریب تضعیف آب بستگی دارد بنابراین بطور خلاصه می توان گفت که انتشار موج در هر محیطی بستگی به ساختار آن موج و ویژگیهای محیط انتشار دارد[2].

یکی از راههای توصیف انتشار موج در دریا صورت ریاضی آن است که توسط حل معادله موج به روشهای مختلف انجام می شود که پارامترهای آن و شرایط مرزی؛ مشخص کننده محیط دریا هستند و کاربرد فراوانی در ساده سازی مسائل دارند که در فصل سوم از آن یاد خواهیم کرد.

هدف اصلی این پایان نامه بررسی خواص آکوستیکی آب دریا به واسطه تغییرات پارامترهای فیزیکی، تغییرات فصلی و نیز محاسبه ضخامت لایه آمیخته[5] ، لایه صوتی[6] و ضریب تضعیف[7] در منطقه تنگه هرمز می باشد.

---

[1] Elastic Medium

[2] Spherical Wave

[3] Transmission Loss

[4] Cylindrical

[5] Mixed Layer

[6] Acoustic Layer

[7] Index of Attenuation

2-1- مروری بر کار دیگران:

تا قرن هجدهم میلادی تنها چند دانشمند به مطالعه اکوستیک پرداخته اند که اکوستیک موسیقی تنها موضوع فیزیکی مورد بحث آنها بوده است. نخستین بار فیثاغورث با مقایسه ارتفاع صداهای موسیقی با طول های مولد آنها در تار مرتعش ارقام را در فیزیک وارد کرد. فارابی و ابن سینا چگونگی تولید و خوصیات ارتعاش های صوتی را کاملتر از پیشینیان خودتشریح کرده اند. از طرف دیگر اکوستیک ساختمانی از قرن ها پیش مورد توجه بوده است؛ در ساختمان تئاترهای قدیم یونان و روم باستان برخی از مسائل مربوط به اکوستیک ساختمانی مراعات و لحاظ شده است؛ در بناهای تاریخی ایران مانند کاخ عالی قاپو و مسجد شاه اصفهان عواملی از اکوستیک نمودار است که در خور مطالعه و تحقیق می باشد.

در آغاز قرن هفدهم مرسن[1] با اندازه گیری ارتفاع صداهای گام، بین اکوستیک و هنر موسیقی پلی برقرار کرد. آزمایش های اتوگریک[2] به وسیله ماشین تخلیه هوا نشان داد که صوت در خلاء منتشر نمی شود. در اواخر قرن هفدهم سور[3] وجود گره و شکم را در موج های صوتی کشف کرد و در قرن هفدهم دالامبر[41] و برنولی[5] مسائل تارهای مرتعش را تشرحی کرده و فرمول ریاضی مهم آنها را به نام معادله تارهای مرتعش در فیزیک و ریاضی کشف نمودند. در قرن نوزدهم دانشمندانی مانند دولن [6]، ورتایم[7]، رینول[8]، به روش های گوناگون سرعت صوت را در محیط های مختلف اندازه گیری کردند.

هلم هولتز[9] و کونیک[10] به وسیله تشدید کننده، صدای زنگ را تجزیه کرده و راه را برای تجزیه و ترکیب صدا باز نمودند. کشف قوانین ارتعاش های صوتی راه را برای مطالعه پدیده های دیگر ارتعاش هموار ساخته است. در قرن هفدهم و هجدهم هنگامی که چگونگی انتشار امواج صوتی به وسیله تاثیر نقطه به نقطه و مشخصات اصلی صوت مانند فرکانس و طول موج توسط فردی به نام اتری[11] کشف

---

۱ Mersenne
۲ Otto Guerike
۳ Sauveur
۴ D alembert
۵ Bernoulli
۶ Dulong
۷ Wertheim
۸ Regnault
۹ Helm holtz
۱۰ Koeing
۱۱ Ettry

گردید، دامنه تحقیقات با روش های مشابه چگونگی انتشار نور ادامه یافت و نظریه موجی به وسیله هویگنس پایه ریز گردید.

هنگامی که ماکسول نظریه های الکترومغناطیس نور را ارائه کرد، فرضیه اتری کنار گذاشته شد. ولی خواص موجی آن و تاثیر نقطه به نقطه در آن باقی ماند. اشتراک معادله های انتشار صوت و نور که دو پدیده متمایزاند به وسیله نظریه های مشترکی در بیان آثار مشابه آن دو مانند تداخل و پراش مسلم گردید.

در اواخر قرن نوزدهم وسایل ضبط صوت به وسیله ادیسون و وسایل انتقال الکتریکی به وسیله بل کشف گردید و موارد استعمال فنی و صنعتی آن توسعه یافت. قرن بیستم دوره تکامل و ترقی در علوم و صنایع است و دامنه مطالعات علمی درباره ارتعاش اکوستیکی از حدود فروصوتی تا فرکانس 20 هرتز و صداهای قابل احساس از 20 تا 20000 هرتز به فرکانسهای بالاتر گسترده شد.

از نظر کاربردهای صنعتی؛ توسعه الکترواکوستیک و تحولات و پیشرفت های فوق العاده در روش های اندازه گیری رخ داده است که این تحولات در فیزیک الکترونی سبب افزایش روز افزون وسایل اکوستیک صنعتی و تکامل دستگاههای ضبط و ثبت گردید. یکی از جالب ترین کاربردهای امواج صوتی، انتشار امواج صوتی در آب است، دستگاههای پیشرفته ای برای انتشار امواج صوتی در این محیط ساخته شده و اطلاعات جالبی از اعماق دریاها بدست آمده است و تاکنون پیشرفت های چشمگیری در این زمینه حاصل شده است.

انتشار امواج صوتی در زیر آب مانند بسیاری از شاخه های تخصصی علم و تکنولوژی منشاء خدمات زیادی می باشد. ریشه های این مبحث علمی در گذشته دوری قرار دارد؛ ولی در خلال جنگ جهانی دوم و بعد از آن مطالعات درباره آن افزایش وسیعی یافته است. تعیین دقیق سرعت صوت برای تصحیحات اکوساندر، سونار و نیز انجام محاسبات واستنتاجات علمی و عملی مورد نیاز می باشد. اثر متقابل انرژی صوت و خصوصیات محیط اقیانوسها سبب تغییراتی در امواج صوتی منتشر شده می گردد که اطلاعاتی درباره طوفانها، حبابها، جریانات، امواج داخلی، اندازه و غلظت ذرات معلق را در اختیار ما

قرار می دهد. امواج آکوستیکی کاربردهای فراوانی همچون ماهی یابی، عمق یابی، تصویر برداری، مخابرات و مواردی مشابه دارد. در مورد تغییرات فصلی سرعت صوت کارهای متعددی در اکثر نواحی جهان انجام شده است، بخصوص در مناطق استراتژیک تعیین سرعت صوت و تلفات انتقال امواج صوتی امری بسیارمهم و ضروری است. لوماکین[1] و بول جاکو[2] در سال 1990 توزیع قائم سرعت صوت و ساختار متوسط فصلی سرعت صوت را در منطقه گلف استریم مطالعه کردند.[3]

این افراد تشکیل کانالهای صوتی بزرگ و کوچک و متوسط در این منطقه ومشخصه های آماری میدان سرعت صوت و کانالهای آکوستیکی آبها در گلف استریم را بررسی کردند. در دریای عمان الجیندی[3] قطری در سال 1990، کانالهای صوتی را در دریای عمان مطالعه کرد و آن را در حدود 700 متری تخمین زد و نیز این فرد در سال 1993در مورد تغییرات فصلی خواص آکوستیکی نواحی دریای "ROPME" شامل دریای عمان، تنگه هرمز و خلیج فارس را با صرف نظر کردن از تأثیر شوری مطالعه کرد[4]. همچنین کومار[4] در سال 1993 در دریای عمان (نزدیک به اقیانوس هند) کانالهای صوتی را در اعماق 1950-1450 متری شناسای کرد [5]. مطالعات اولیه در مورد انتشار صوت در مناطق کم عمق به صورت تئوری و میدانی توسط آیدی[5][6] و روو[6][7] و پکریس[7][8]انجام شد.

برای اطلاع بیشتر در مورد انتشار امواج در آبهای کم عمق به فصل 5 کتاب برکهرشک[8] [9] (1961) مرا جعه شود.

در تنگه هرمز فعالیتهای محدودی انجام شده است که از جمله آن می توان به مطالعات حسن زاده و همکارانش در سال 1382 اشاره نمود که با استفاده از داده هـای اندازه گیری شده فیزیکی که توسط دانشگاه میامی آمریکا در طول سالهای 1997 تا 1998 انجام شده بود ابتدا نیمرخهای دما و شوری را

---

۱ Lomakin
۲ Bull gakow
۳ El-Gindy
۴ kumar
۵ Fry,post,Ide
۶ roe
۷ pekeris
۸ Brekhorshik

برای ماههـای مورد نظر رسم نموده، سپس با استفاده از فرمول ویلسون سرعت صوت را برای ماههای مارس، دسامبر و ژولای محاسـبه ونیمـرخ مربوط به آن ر سم کردند. با بررسی این نیمرخها دریافتند که بیشترین تغییرات سرعت صوت ازسطح تا عمق با کاهش حدود 14 متر بر ثانیه درفصـل تابسـتان اتفاق می افتد و کمترین تغییرات صوت از سطح تا عمق با افزایش حدود5.1 متر بر ثانیه درفصل بهار اتفاق می افتد و نشان دهنده آن است که سرعت صوت دقیقا از دما پیروی میکند (سرعت محاسبه شده از 1500 کم شده است). با بررسی تغییرات فصلی مشـخص شـد کـه حـداکثر سرعت صوت در حدود 1600متر در ثانیه است. با بررسی پروفایلهای دما در تنگه هرمز وارونگی دما نیز دیده می شود که این وارونگی در زیر لایه آمیخته و فقط در فصل زمستان وجود دارد که بیشتر مربوط به گردش ترموهالاین[1] خلیج فارس است. از آنجـا کـه دمـا روی سرعت صوت تأثیر زیادی دارد باعث ایجاد گرادیان مثبت سرعت صوت نیزمی گردد.

نورعلی پور و همکارانش در سال 1384 انتشار موج آکوستیکی[2] در آب کم عمق (شکلی از انتشار صوت در تنگه هرمز) برای یک منبع نقطه ای هارمونیک با فرکانس پایین (زیر 1000 هرتز) و حل معادله هلمهولتز[3] همگن با استفاده از معادله سهموی را مورد مطالعه قرار دادند؛ برای حل معادله هلمهولتز زبان برنامه نویسی" C++" استفاده نمودند و توانستند تصاویر متحرک سازی شده ای را به همراه چگونگی تاثیرگذاری شوری و دما بر انتشار صوت متناظر با قانون اسنل[4] و افزایش ضریب شکست[5] را مشاهده نماید.

مسدد و همکارانش در سال 1385 با استفاده از داده های[6] دما و شوری بر حسب عمق در منطقه تنگه هرمز که در سال 1993میلادی در دو فصل تابستان و زمستان اندازه گیری شده بود، کانالهای صوتی را

---

۱ Thermohaline
۲ Acoustic Wave
۳ Helm holtz Equation
۴ Snells'Law
۵ Index of Refraction
۶ Data

برای تنگه هرمز بصورت موردی و موضعی مورد مطالعه قرار دادند و در نهایت محل و نحوه تشکیل کانالهای صوتی در نقاط مختلف را مشخص نمودند.

1-3-اقیانوس شناسی آکوستیکی[1]

اقیانوس شناسی آکوستیکی؛ نقش اقیانوس بعنوان یک محیط آکوستیکی را توضیح می دهد و نقش آن درانتشار امواج آکوستیکی زیر آب را بیان می کند. اقیانوس شناسی آکوستیکی محل تلاقی 4 شاخه دانش اقیانوس شناسی می باشد 1- اقیانوس شناسی فیزیکی[2] 2- اقیانوس شناسی شیمیایی[3] 3- اقیانوس شناسی زمین شناسی[4] 4- اقیانوس شناسی بیولوژیکی[5]

تنها متغیر آکوستیکی مهم در اقیانوس، سرعت صوت[6] می باشد. توزیع سرعت صوت در اقیانوس همه پدیده های آکوستیکی (انتشار، جذب، شکست و موارد مشابه) را تحت تاثیر قرار می دهد. حیطه سرعت صوت در واقع توسط چگونگی توزیع ترم چگالی[7] (دما و شوری) در اقیانوس تعیین می شود، در ضمن حرکت جریانات[8] زیر آبی نیز در سرعت صوت زیر آب بسیار مهم است. پدیده شکست[9] صوت بدلیل وجود دولایه با چگالی های مختلف، گردابها[10] و دیگر خصوصیات دینامیکی ایجاد می گردد و موجب می شود که سیگنالهای انتشار امواج صوتی را تحت تاثیر قرار دهد. آگاهی از حالت سطح[11] و ساختار و توپوگرافی[12] بستر[13] دریا جهت تعیین حالت مرزها بسیار مهم هستند. خصوصیات مربوط به عمق می تواند انتشار امواج صوتی را مسدود نماید و نیز ارگانیسم های بیولوژیکی می توانند به تولید نویز کمک کرده و همچنین سیگنالهای صوتی را پراکنده سازند. **[10]**

---

۱ **Acoustical oceanography**
۲ physical **oceanography**
۳ chemical **oceanography**
۴ geological **oceanography**
۵ biological oceanography
۶ sound speed
۷ density
۸ currents
۹ Refraction
۱۰ fronts
۱۱ sea surface
۱۲ topography
۱۳ sea floor

1-4-خواص فیزیکی و شیمیایی اقیانوس

دما[1] یکی از مهمترین اصول فیزیکی اقیانوس محسوب می شود و نیز تبادل حرارتی میان اقیانوس و جو شدیدا به دما وابسته است. میدان چگالی و طبقه بندی لایه های اقیانوس بصورت گسترده ای به دما وابسته است. سرعت صوت در لایه های بالایی اقیانوس شدیدا به دما وابسته است و بصورت محسوس نیز بر واکنش های شیمیایی موجود در اقیانوس تاثیر می گذارد. پراکندگی مواد مغذی و دیگر مواد مهم بیولوژیکی به دما وابسته است. آب دریا یک سیال سنگین است که در آن نمکها و املاح مختلفی وجود دارد؛ وجود نمک باعث ایجاد تعدادی از پارامترهای مهم اقیانوسی مثل تراکم[2]، سرعت صوت، ضریب شکست[3]، انبساط حرارتی[4]، نقطه انجماد و دمای چگالی ماکزیمم[5]می شود. شوری[6]، پارامتری است که بیان کننده نمک حل شده در آب دریا بر حسب واحد موجود در هزار است (ppt). تعریف دقیق شوری پیچیده است، فوفونوف[7] (1985) مقیاس شوری جدید و معادلات حالت آب دریا را بازبینی کرد. مقیاس عملی شوری در سال1978 به "جبران نارسایی[8]" معروف بود که با رابطه سنتی قابلیت هدایت الکتریکی–کلرینه بودن آب دریا، وابسته بود و برای معرفی شوری استفاده می شد(لوئیز[9] (1980)، پرکین و لوئیز[10] (1980)، کولکین و ریدوت[11] (1989)). در مقیاس جدید رابطه میان کلرینیتی و شوری[12] شکسته شد و یک رابطه صریح؛ قابلیت هدایت الکتریکی – شوری[13]، ایجاد شد.

چگالی آب دریا به دما، شوری و فشار (که رابطه مستقیم با عمق دارد) وابسته است. چگالی مقیاس تعادل هیدرواستاتیکی در دریاست، بویژه در یک ستون آب همگن[14] با افزایش عمق، چگالی بصورت

---

۱ Temperature
۲ compressibility
۳ refractive index
۴ thermal expansion
۵ temperature of maximum density
۶ Salinity
۷ fofonof
۸ rectify shortcomings
۹ lewis
۱۰ perkin & lewis
۱۱ cullkin & ridout
۱۲ chlorinity and salinity
۱۳ conductivity relationship–salinity
۱۴ stable water column