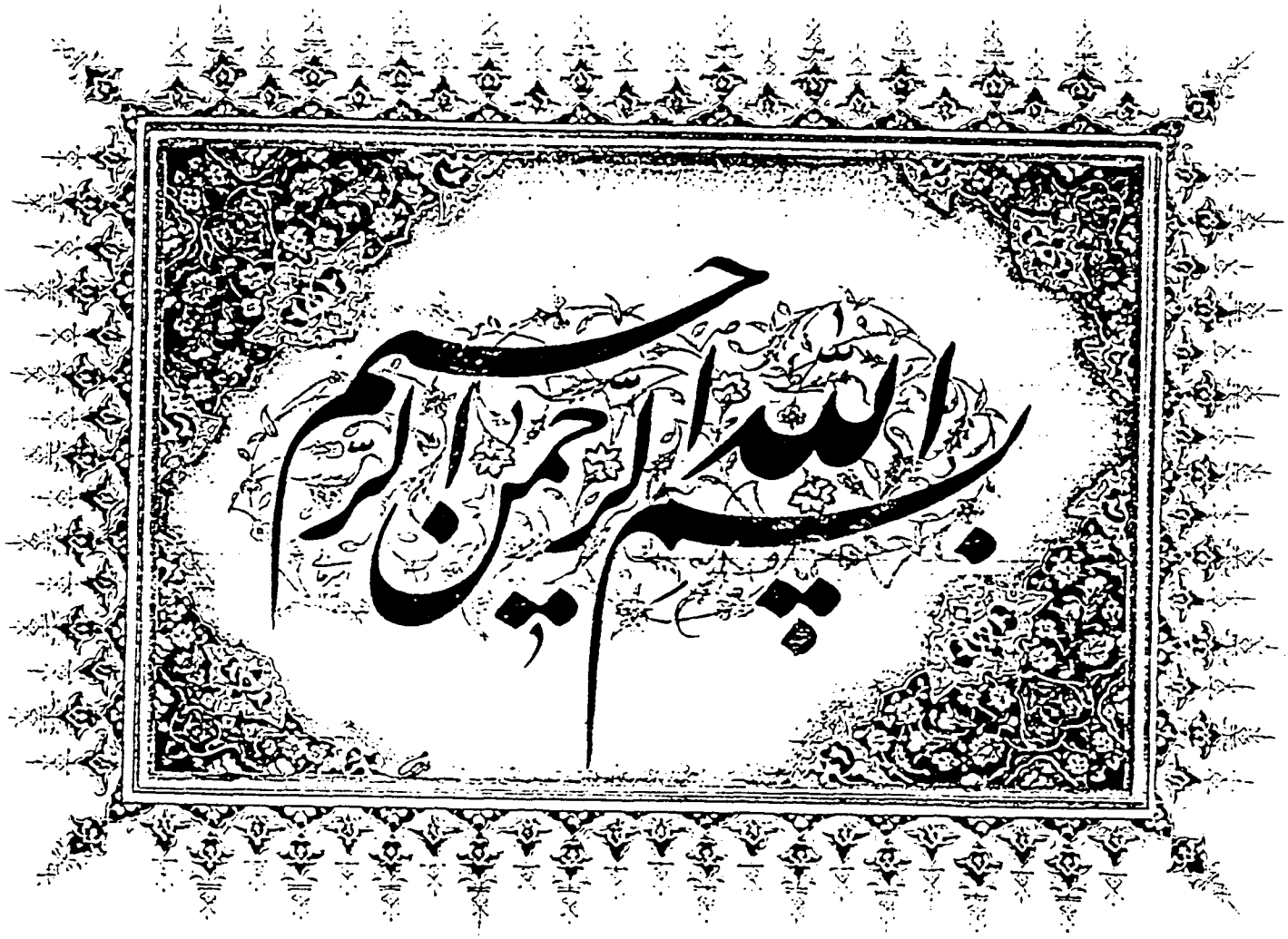


٤١٩٧٩

۱۳۸۱ /۵/ ۲۱

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده علوم دریایی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد فیزیک دریا

موضوع:

بررسی رفتار امواج سطحی در دریاچه ارومیه

عباس میرزائی‌سویری

استاد راهنما:

دکتر محمدرضا بنازاده ماهانی

استاد مشاور:

دکتر مسعود ترابی آزاد

بهار ۱۳۸۱

۴۱۹۷۹

تأییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان‌نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیئت داوران نسخهٔ نهائی پایان‌نامه خانم/آقای عباس میرزایی سویری

تحت‌عنوان: بررسی رفتار امواج سطحی در دریاچه ارومیه

را از نظر فرم و محتوی بررسی نموده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد پیشنهاد می‌کنند.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبهٔ علمی	امضاء
۱ - استاد راهنما	دکتر محمدرضا بنازاده	استادیار	
۲ - استاد مشاور	دکتر مسعود ترابی آزاد	استادیار	
۳ - نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر محمدرضا کلباسی	استادیار	
۴ - استاد ممتحن	دکتر وحید چگینی	استادیار	
۵ -استاد ممتحن ومدیر گروه -	دکتر سیدعلی آزرمسا	استادیار	

دانشگاه تربیت مدرس

شماره: .....

تاریخ: .....

پیوست: .....

آیین‌نامه 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 ـ پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱) در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)های خود، مراتب را قبلاً به مرکز نشر 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 نگارنده در رشته فیزیک دریا است که در سال ۱۳۸۱ در دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور به راهنمایی جناب آقای دکتر محمد رضا بنازاده ماهانی و مشاوره استاد محترم آقای دکتر مسعود ترابی آزاد از آن دفاع شده است.»

ماده ۳) به منظور جبران بخشی از هزینه‌های نشریات دانشگاه تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به مرکز نشر دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ٤) در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه نماید.

ماده ٥) دانشجو تعهد و قبول می‌کند 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 ٤ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ٦) اینجانب عباس میرزائی سویری دانشجوی رشته فیزیک دریا در مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی: عباس میرزائی .....

تاریخ و امضاء ۸۱/۴/۲

تقدیم به پدر ارجمند و مادر گرامی‌ام

تشکر و قدردانی:

بر نگارنده فرض است که از تمامی کسانی که او را در اقدام و انجام این پایان‌نامه یاری و مساعدت رسانده‌اند، به ویژه از استادان محترم راهنما و مشاور و دیگر عزیزانی چون جناب دکتر آزرم‌سا مدیر محترم گروه فیزیک دریا ، جناب مهندس منصوری معاون محترم گروه فیزیک دریا، جناب دکتر قائمی از سازمان هواشناسی کشور ، جناب دکتر چگینی از مرکز ملی اقیانوس‌شناسی کشور صمیمانه قدردانی کند.

باری اگر راهنمایی و مساعدت استاد محترم مشاور جناب دکتر ترابی آزاد و ارائه تسهیلات لازم در امر تحقیق از جانب ایشان نبود ، انجام این پایان نامه برای نگارنده بسیار دشوارتر بود. از ایشان کمال تشکر و امتنان را دارم.

سازمان اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

چکیده

در میان طیف موج دریا، آشکارترین و مهمترین امواج، امواج ناشی از باد هستند. ارتفاع و پریود موج و همین‌طور طیف ناشی از باد، به فاصله‌ای که باد روی آن می‌وزد (fetch)، سرعت باد و مدت تداوم آن (duration) بستگی دارد.

وجود شوری بالا (بالاتر از ppt۲۰۰) در آب دریاچه ارومیه آن را از آب اقیانوسها متمایز می‌کند. هدف این پژوهش بررسی رفتار امواج سطحی در این دریاچه بر اساس اندازه‌گیری پارامترهای پریود، ارتفاع و طول موج به‌صورت مشاهده چشمی و همین‌طور اندازه‌گیری پارامترهای دما، شوری و ویسکوزیته آب دریاچه به‌طور همزمان در پنج نقطه انتخابی در پهنه دریاچه برای مدت ۳ ماه (بهار) و در شش مرحله زمانی مختلف و در نهایت پیش‌گویی امواج در یک دوره ٤٠ ساله بر مبنای سرعت سریعترین بادها و باد غالب در دریاچه ارومیه بوده است. نتایج نشان می‌دهد که شوری بالا، ویسکوزیته آب را نیز افزایش می‌دهد. اما این افزایش چندان قابل توجه نیست و جز برای طول موجهای کوچک (به ویژه در مرحله شکل‌گیری امواج ناشی از باد) تأثیر ویسکوزیته بر امواج دریاچه ناچیز است. در پهنه دریاچه می‌توان تئوری امواج در آب عمیق را اعمال کرد و شرایط حاکم بر امواج دریاچه در نقاط اندازه‌گیری پنج‌گانه از نوع طول موجگاه محدود (fetch limited) می‌باشد، به‌طوری که امواج در انتهای مسیر وزش باد در مدت پیش‌بینی شده به محدوده حداکثر ارتفاع و پریود می‌رسند. از آنجا که پارامترهای پریود و ارتفاع امواج مشاهده شده در دریاچه با موارد پیش‌بینی شده در روش S.M.B توافق خوبی دارد، پس این تئوری قابل اعمال بر امواج دریاچه است.

کلمات کلیدی: دریاچه ارومیه، ویسکوزیته، شوری، امواج ناشی از باد، پیش‌بینی.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل ۱: مقدمه و کلیات ۱

۱ـ۱ مقدمه ۲

۱ـ۲ موقعیت جغرافیایی دریاچه ارومیه ٤

۱ـ۳ آب دریاچه ارومیه ٦

۱ـ٤ مقدمه‌ای بر امواج دریا ۱۱

۱ـ٥ تعاریف ۱۲

۱ـ٦ طبقه‌بندی امواج سطحی آب ۱۷

فصل ۲: مروری بر مطالعات انجام شده ۱۹

فصل ۳: مواد و روشها ۲۳

۳ـ۱ امواج ناشی از باد در دریا ۲٤

۳ـ۱ـ۱ ایجاد و زوال امواج ناشی از باد ۲٥

۳ـ۱ـ۲ طیفهای انرژی موج ۲٦

۳ـ۱ـ۳ پیش‌گویی موج ۲۹

۳ـ۱ـ٤ فرمولهای پیشگویی موج (روش S.M.B) ۳۰

۳ـ۱ـ٥ پیش‌بینی امواج در آب عمیق ۳۲

۳ـ۱ـ٦ پیش‌بینی امواج در آب کم عمق ۳٤

۳ـ۱ـ۷ محدود کنندگی رشد طول حوزه بادگیر و مدت تداوم ۳٤

۳ـ۲ آنالیز دوره بازگشت ارتفاع موج ۳٦

۳ـ۳ روشهای اندازه‌گیری موج ۳۷

۳ـ۳ـ۱ اندازه‌گیری امواج ناشی از باد (مشاهدات چشمی) ۳۸

۳ـ٤ ویسکوزیته و عوامل مؤثر بر آن ۳۹

۳ـ٥ اندازه‌گیری ویسکوزیته به روش استوالد ٤٤

۳ـ٦ اثر ویسکوزیته در حرکت موج ٤٩
فصل ۴: نتایج و بحث ٥٤
٤ـ١ باد در دریاچه ارومیه ٥٥
٤ـ١ـ١ بررسی باد غالب ٥٥
٤ـ١ـ٢ بررسی سریعترین بادها ٥٥
٤ـ٢ اندازه‌گیریها ٦٣
٤ـ٢ـ١ اندازه‌گیری دما، شوری و ویسکوزیته آب ٦٤
٤ـ٢ـ٢ اندازه‌گیری سرعت باد ٦٤
٤ـ٢ـ٣ اندازه‌گیری پریود، ارتفاع و طول موج ٦٥
٤ـ٢ـ٤ تعیین عمق آب در ٥ ایستگاه اندازه‌گیری ٦٥
٤ـ٢ـ٥ تعیین طول حوزه بادگیر ٦٧
٤ـ٣ پریود، ارتفاع و طول امواج دریاچه ارومیه ٧١
٤ـ٣ـ١ مقایسه پارامترهای اندازه‌گیری شده به روش مشاهده چشمی با روش پیش‌بینی ٧١
٤ـ٤ پیش‌بینی پارامترهای پریود، ارتفاع و طول موج در دریاچه ارومیه ٧٤
٤ـ٤ـ١ پیش‌بینی امواج براساس سرعت بادهای غالب ٧٤
٤ـ٤ـ٢ پیش‌بینی امواج براساس سریعترین بادها ١١٦
٤ـ٥ مدت تداوم باد و طول حوزه بادگیر در دریاچه ارومیه ١١٦
٤ـ٦ تحلیل و بحث در اندازه‌گیریها و نتایج ١٣٢
٤ـ٦ـ١ ویسکوزیته آب دریاچه ارومیه ١٣٢
٤ـ٦ـ٢ پریود و ارتفاع امواج در دریاچه ارومیه ١٣٧
فصل ۵: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ١٣٨
٥ـ١ نتیجه‌گیری ١٣٩
٥ـ٢ پیشنهادات ١٤١
فهرست منابع و مأخذ ١٤٢

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۱ـ۱) مقادیر عوامل کیفی آب دریاچه ارومیه از مناطق مختلف در فصل پاییز ومقایسه آن با غلیظ‌ترین منطقه دریاچه در فصل بهار ۱۰

جدول (۱ـ۲) مقایسه ترکیب شیمیایی آب دریاچه ارومیه با آبهای بحرالمیت و دریاچه بزرگ نمک (G.S.L) ۱۰

جدول (۳ـ۱) ضریب دینامیکی ویسکوزیته مولکولی آب دریا برای دمای (T) و شوری (S) انتخابی ۴۳

جدول (۳ـ۲) ضریب ویسکوزیته دینامیکی (μ) و سینماتیکی (ν) آب خالص در محدوده دمای ($۰ - ۴۳^{\circ}C$) ۴۸

جدول (٤ـ۱) باد غالب، جهت و سرعت در ایستگاه ارومیه بر حسب (m/s)(۹۰ـ۱۹۵۱) ۵۷

جدول (٤ـ۲) سریعترین باد، جهت و سرعت در ایستگاه ارومیه بر حسب (m/s)(۹۰ـ۱۹۵۱).... ۵۹

جدول(٤ـ۳) اندازه‌گیری مشخصات آب،باد و امواج در دریاچه ارومیه در یک دوره سه ماهه (بهار) در شش مرحله و در پنج ایستگاه ٦٦

جدول (٤ـ٤) تغییرات تراز حداقل و حداکثر سالانه دریاچه ارومیه در دوره ٦۱ ساله (۱۳۷۱ـ۱۳۱۰) ٦۸

جدول (٤ـ٥) عمق متوسط آب در پنج ایستگاه اندازه‌گیری در دریاچه ارومیه (۱۹۹۰ـ۱۹۵۱) برحسب متر ٦۹

جدول (٤ـ٦) طول (Fetch) در پنج ایستگاه اندازه‌گیری در جهات مختلف برحسب کیلومتر در دریاچه ارومیه ۷۰

جدول (٤ـ۷) پیش‌بینی پریود،ارتفاع و طول امواج و مدت تداوم باد براساس تئوری امواج در آب عمیق در دوره سه ماهه (بهار) در پنج ایستگاه اندازه‌گیری در دریاچه ارومیه... ۷۲

جدول (٤ـ۸) مقایسه پارامترهای پریود، ارتفاع و طول امواج مشاهده شده و محاسبه شده در یک دوره سه ماهه (بهار) در دریاچه ارومیه ۷۳

جدول (٤ـ٩) پیش‌بینی مشخصه‌های پریود، ارتفاع، طول موج و مدت تداوم باد براساس سرعت باد غالب دوره ٤٠ ساله در دریاچه ارومیه ٧٥

جدول (٤ـ١٠) پیش‌بینی مشخصه‌های پریود، ارتفاع، طول موج و مدت تداوم باد براساس سرعت باد غالب دوره ٩٠ـ١٩٥١ در دریاچه ارومیه ١١٥

جدول (٤ـ١١) سرعت سریعترین بادها براساس توزیع گامبل برای دوره‌های بازگشت ٥ و ٢٥ و ٥٠ و ١٠٠ سال در دریاچه ارومیه به مدت ٤٠ سال (١٩٩٠ـ١٩٥١) ١١٨

جدول (٤ـ١٢) پیش‌بینی مشخصه‌های پریود، ارتفاع، طول موج و مدت تداوم باد برای دوره‌های بازگشت ٥ و ٢٥ و ٥٠ و ١٠٠ سال براساس سرعت سریعترین باد از ١٩٥١ تا ١٩٩٠ ماهانه در دریاچه ارومیه ١١٩

جدول (٤ـ١٣) پیش‌بینی مشخصه‌های پریود، ارتفاع، طول موج و مدت تداوم باد برای دوره‌های بازگشت ٥ و ٢٥ و ٥٠ و ١٠٠ سال براساس سرعت سریعترین باد از ١٩٥١ تا ١٩٩٠ سالانه در دریاچه ارومیه ١٣١

جدول (٤ـ١٤) ضریب ویسکوزیته سینماتیکی (ν) آب دریا با درجه شوری متوسط ٣٥ PPt در محدوده دمای ($٤٧^{\circ}C$ ــ ٠) ١٣٤

جدول (٤ـ١٥) مقایسه زمان اُفت دامنه امواج به e^{-1} ام مقدار اولیه خود با طول موج معین در دریاچه ارومیه و اقیانوس آزاد در دمای مختلف ١٣٦

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل (۱ـ۱) موقعیت جغرافیایی دریاچه ارومیه ٤

شکل (۱ـ۲) تغییرات سالانه تراز حداکثر و حداقل دریاچه ارومیه (۱۳۷۰ـ۱۳۱۰) ۷

شکل (۱ـ۳) طیف نمونه انرژی موج اقیانوسی ۱۱

شکل (۱ـ٤) موج گرانشی با شکل ماندگار و مشخصات آن ۱۳

شکل (۱ـ٥) تعریف پارامترهای سطح موج پیش‌رونده ۱۳

شکل (۱ـ٦) جبهه و راست گوشه موج ۱٤

شکل (۱ـ۷) حرکت مداری ذرات آب در زیر موج ۱٦

شکل (۳ـ۱) گسترش طیف موج ۲۷

شکل (۳-۲) منحنی‌های پیش‌بینی امواج به روش S.M.B ۳۱

شکل (۳ـ۳) روشهای اندازه‌گیری موج ۳۷

شکل (۳ـ٤) رفتار سیال در برابر تنش ٤۰

شکل (۳ـ٥) رابطه تنش با گرادیان سرعت ٤۰

شکل (۳ـ٦) ویسکوزیته سینماتیکی آب دریا در دما و شوری مختلف ٤٤

شکل (۳ـ۷) لوله استوانه‌ای شکل به طول L و شعاع سطح مقطع R ٤٥

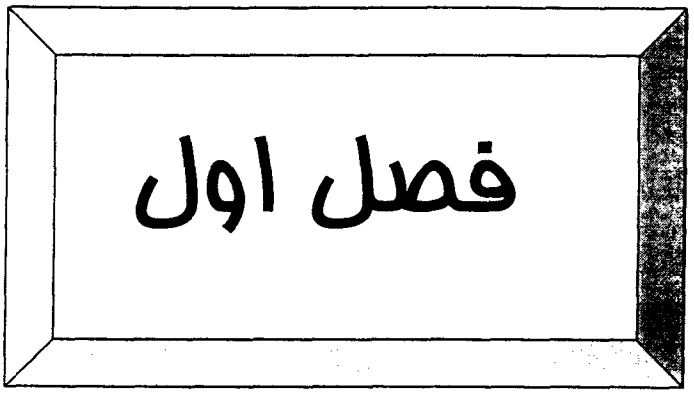
شکل (۳ـ۸) نمایی از ویسکومتر استوالد ٤۷

شکل (٤ـ۱) گلباد سریعترین بادهای ایستگاه ارومیه دوره آمار (۹۰ـ۱۹٥۱) ٦۲

شکل (٤ـ۲) موقعیت جغرافیایی ایستگاههای اندازه‌گیری در دریاچه ارومیه ٦۳

شکل (٤ـ۳) ویسکوزیته سینماتیکی یک نمونه آب دریاچه ارومیه با شوری ۲۲٦PPt با تغییر دما و مقایسه آن با آب اقیانوسها (S = ۳٥PPt) و آب خالص (S=۰) ۱۳۳

سازمان اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک



مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه

آدمی همواره مسحور حرکات موزون سطح دریا و گاه مقهور ابهت آن بوده است. یک قرن مشاهده و آزمایش، نکات زیادی را درباره چگونگی تولید و انتشار این امواج روشن کرده است.

اگر ریگی درون استخر انداخته شود، قطار موزون امواجی را که منتشر می‌شود، دیده خواهد شد. اما امواج دریا اصلا به این شکل نیستند، بلکه آشفته و نامنظم هستند. پیچیدگی این امواج چنان نومید کننده است که دریانوردان پس از ۲۰۰۰ سال مشاهده، هیچ توصیفی فراتر از بدیهیات (که امواج به نحوی از باد ناشی می‌شوند) ارائه نکردند. تنها در قرن نوزدهم بود که بررسی وتبیین ریاضی امواج آغار و در قرن بیستم به تکامل رسید.

وقتی نسیمی بر دریای آرام بوزد، از اصطکاک آن با آب موجکهایی [1] پدید می‌آید. با ادامه وزش باد، در سمت عمودی هر موجک سطحی بوجود می‌آید که هوای متحرک می‌تواند مستقیماً بر آن فشار وارد کند. از آنجا که بادها به خودی خود متلاطم اند، ابتدا موجکهایی با اندازه‌های مختلف پدید می‌آیند. موجکهای کوچک و عمود می‌شکنند و موجهایی کف‌آلود تشکیل می‌دهند و مقداری از انرژی خود را به‌صورت تلاطم آزاد می‌کنند و احتمالا بخشی از آن را به امواج بزرگتری که از آنها سبقت می‌گیرند می‌دهند. بدین سان همچنان‌که انرژی حاصل از باد بیشتر می‌شود، امواج کوچک پیوسته به امواج بزرگتر که می‌توانند انرژی را بهتر ذخیره کنند تبدیل می‌شوند. اما امواج کوچک هم مرتباً به تعداد بیشتری تشکیل می‌شوند، و در منطقه‌ای که باد سریعتر از امواج حرکت می‌کند

1- Wavelet

طیف وسیعی از طول موجها به وجود می‌آید . اینجا ناحیه تولد[1] است، که وسعت آن در اثنای یک توفان عظیم می‌تواند هزاران کیلومتر باشد. وقتی که امواج از تأثیر بادهایی که آنها را بر انگیخته‌اند خلاص می‌شوند ویژگیشان تغییر می‌کند. ستیغها کوتاهتر و گردتر می‌شوند و شکلشان متقارن تر می‌شود و به صورت قطارهایی با دورد تناوب و ارتفاع یکسان حرکت می‌کنند (Bascom , 1959).

در این صورت این ورآمدگیها را موج دورآ [2] و گاهی موج مرده گویند. این امواج می‌توانند به همین شکل هزاران کیلومتر را تا سواحل دوردست طی کنند. موج دورآ در مقایسه با امواج دریای متلاطم، با نظریه کلاسیکی خیلی سازگارتر و معادلات حاکم بر آنها اساسی تر و با ثبات تر است (Bascom , 1959).

امروزه بهره‌گیری از منابع عظیم آب دریا، پژوهشگران را در جهت شناسایی هر چه بهتر فرآیندهای دریایی از جمله امواج دریا ترغیب و تشویق می‌کند. کشورما نیز با داشتن صدها کیلومتر مرز آبی، بی‌نیاز از چنین پژوهشهایی نیست.

امواج از پتانسیل خاصی برای تولید انرژی برخودار هستند. یک موج با ارتفاع ۱/۸ متر در عمق ۹ متری قادر به تولید الکتریسیته معادل ۱۰ کیلو وات در ازای هر یک متر موج می‌باشد. مقدار انرژی که امواج هنگام برخورد با ساحل از دست می‌دهند بسیار عظیم است. مدت زمان مدیدی است که انرژی امواج برای به صدا در آوردن سوت یا ناقوس شناورهای دریایی مورد استفاده قرار گرفته است. اما همین امواج اگر در بر خورد با ساحل به‌درستی مهار نگردند، گاه خسارت‌های جبران ناپذیری بر جای می‌گذارند. لذا مطالعه امواج امروز یکی از موضوعات اصلی اقیانوس شناسی فیزیکی است.

1- Fetch 2- Swell