فصل چهارم

هیدرودینامیک ناحیه شکست

فهرست عناوین **صفحه**

۴-۱- مقدمه ۳
۴-۲- امواج در ناحیه شکست ۳
۴-۲-۱- شکست موج اولیه ۴
۴-۲-۱-۱- نوع شکست ۴
۴-۲-۱-۲- معیار شکست موج ۶
۴-۲-۱-۳- امواج منظم ۷
۴-۲-۱-۴- امواج نامنظم ۸
۴ـ۲ـ۲ـ تغییرشکل امواج در ناحیه شکست ۹
۴-۲-۲-۱- روش مشابه سازی ۱۱
۴-۲-۲-۲- روش شار انرژی ۱۳
۴-۲-۲-۳- امواج نامنظم ۱۴
۴-۲-۲-۴- امواج بر روی تپه های دریایی ۱۸
۴-۳- خیزاب موج ۱۹
۴-۴- بالاروی موج بر روی کنارهٔ ساحلی ۲۵
۴-۴-۱- امواج منظم ۲۷
۴-۴-۲- امواج نامنظم ۲۷
۴-۵- امواج مادون ثقلی (بسامد کوتاه) ۳۰
۴-۶- جریانهای نزدیک ساحل ۳۱
۴-۶-۱- مقدمه ۳۱
۴-۶-۲- جریان موازی ساحل ۳۴
۴-۶-۳- جریان عمود بر ساحل ۳۹
۴-۶-۴- جریان‌های بازگشتی ۴۰
۴-۷- مراجع ۴۲
۴-۸- فهرست و معرفی علائم ۴۹
۴-۹- راهنمای لغات ۵۱

فصل چهارم
هیدرودینامیک ناحیه شکست

۴-۱- مقدمه

با نزدیک شدن موج به ساحل، شیب یا تیزی موج که عبارت است از نسبت ارتفاع موج به عمق آب، به تدریج تحت تاثیر کاهش عمق، افزایش می‌یابد. این افزایش تا حد مشخصی ادامه پیدا می کند تا اینکه در این حد مشخص، موج می‌شکند. شکست موج باعث آزادشدن انرژی موج، ایجاد جریانهای ساحلی و افزایش تراز متوسط سطح آب می‌گردد. بطور تقریبی امواج در عمقی برابر ارتفاع خود می‌شکنند. *ناحیه شکست*[1] منطقه ای است که از دورترین موج شکنا تا حد ساحلی گسترش می‌یابد. در منطقه شکست، فرآیند هیدرودینامیکی حاکم، شکست موج است.

هدف از این فصل، توصیف شکست موج در آب کم عمق و فرآیندهای هیدرودینامیکی مربوط به آن شامل خیزاب موج[2]، فروآب موج[3]، بالاروی موج[4] و جریانهای نزدیک ساحل است. منطقه شکست از لحاظ پدیده های هیدرودینامیکی، فعالترین ناحیه ساحلی است که در آن انتقال رسوب و تغییرات بستر دریا در اثر امواج شکنا و جریانهای نزدیک ساحل به وقوع می‌پیوندد.

در منطقه شکست می‌بایست تغییرات موج، تراز سطح آب و مشخصات جریانهای ساحلی محاسبه شود تا بر اساس آنها امکان تخمین تخریب ناشی از طوفان (ناشی از سیلاب یا امواج)، محاسبه تغییرشکل تدریجی خط ساحلی و تغییر شکل پروفیل عمود بر ساحل و طراحی ایمن سازه های ساحلی (همچون آب شکنها، موانع داخل آب و دیوارهای ساحلی)، فراهم گردد.

۴-۲- امواج در ناحیه شکست

در فصل گذشته پدیده های حاکم بر موج ناشی از نزدیک شدن آن به آبهای کم عمق ساحلی و تا قبل از ورود آن به ناحیه شکست مورد مطالعه قرار گرفتند. از جمله این پدیده های مورد بررسی می‌توان به پیچش[5] پشته کردن و پراش[6] موج اشاره کرد. در این فصل رفتار موج پس از ورود آن به ناحیه شکست

1 Surfzone
2 Wave Setup
3 Wave Setdown
4 Wave runup
5 Refraction
6 Diffraction

مورد توجه قرار می‌گیرد. در این بخش چگونگی شکست موج نزدیک شونده به ساحل و نحوه تغییر ارتفاع موج ناشی از انتقال آن در داخل ناحیه شکست مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۴-۲-۱- شکست موج اولیه

با نزدیکی موج به ساحل، طول موج (L) کاهش یافته و ارتفاع آن (H) می‌تواند افزایش یابد. لذا باعث می‌شود تیزی موج (H/L) افزایش یابد. با رسیدن مقدار تیزی موج به یک حد مشخص، موج می‌شکند. حد تیزی موج برای شکست تابعی است از عمق نسبی یا نسبت عمق آب به طول موج (d/L) و شیب بستر $(tan\beta)$. مشخصات شکست موج هم بصورت کیفی و هم بصورت کمی، در کاربردهای مختلفی از مهندسی سواحل مورد نیاز است.

۴-۲-۱-۱- نوع شکست

منظور از *نوع شکست*[1]، شکل موج هنگام شکست است. به طور کلی چهار نوع اصلی برای شکست امواج درنظر گرفته می‌شود. (مرجع شماره ۲۵) این چهار نوع عبارتند از ریزشی[2]، شیرجه ای[3] ، انهدامی[4] و غلتشی[5] (شکل شماره ۴-۱).

در شکست نوع اول یعنی *شکست ریزشی*، تاج موج ناپایدار می‌شود و به شکل آبشار به پایین می‌ریزد. این ریزش برروی وجه روبه ساحل موج صورت می‌گیرد به نحوی که آنرا بصورت کف آلود در می‌آورد. در *شکست شیرجه ای*، تاج موج در امتداد وجه پایین دست آن به خود پیچیده و به سمت پایین حرکت می‌کند تا اینکه به شدت به پای موج برخورد می‌کند. در *شکست انهدامی*، تاج موج پایدار می‌ماند تا اینکه ناشی از نزدیکی موج به ساحل، بخش زیرین وجه روبه ساحل موج به تدریج تیزتر شده و نهایتا ناپایدار گردد و در این حالت تاج موج نیز فرو میریزد به نحوی که منجر به آشفتگی نامنظم سطح آب می‌گردد. در *شکست غلتشی* نیز مشابه همین وضعیت رخ می‌دهد با این تفاوت که شکست در فاصله کوتاهی نسبت به خط کناره ساحلی رخ می‌دهد و انرژی آزاد شده نیز بسیار ناچیز است. شکل شماره ۴-۱، نمونه ای از انواع چهارگانه شکست موج را نشان می‌دهد.

معیار کمی‌برای تشخیص نوع شکست موج با استفاده از شاخص نوع شکست تعریف می‌شود. این شاخص از رابطه زیر بدست می‌آید (مراجع شماره ۲۵ و ۲):

1 Breaker Type
2 Spilling
3 Plunging
4 Collapsing
5 Surging

$$\xi_0 = \tan\beta.\left(\frac{H_0}{L_0}\right)^{-\frac{1}{2}} \qquad (۱-۴)$$

که در آن:H_0 ارتفاع موج ورودی به ناحیه شکست در آب عمیق، L_0 طول موج در آب عمیق و $(\tan\beta)$ شیب بستر نسبت به راستای افق است. به عبارت دیگر زیرنویس صفر نشانگر مقدار پارامتر در آب عمیق است.

شکل شماره ۴-۱- نمایی از انواع چهارگانه شکست موج

برای یک بستر با شیب عمومی‌یکنواخت، روابط زیر برای تشخیص نوع شکست قابل تعریف است:

	شکست نوع انهدامی/ غلتشی	$\xi_0>3.3$
(۲-۴)	شکست نوع شیرجه ای	$0.5<\xi_0<3.3$
	شکست نوع ریزشی	$\xi_0<0.5$