Archive OF SID

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.

سازمان بنادر و دریانوردی

مرکز بررسی اطلاعات علمی

ICOPMAS

www.SID.ir

Archive of SID

عنوان : بررسی اصول طراحی آب‌شکنها (Groins) جهت حفاظت سواحل و معرفی نمونه‌هایی از کاربرد آنها در ایران

علی اکبر عباسی - دانشجوی دکتری دانشگاه تربیت مدرس
سید علی آزرمسا - استادیار دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

آب‌شکن سازه‌ای است که به منظور کنترل نرخ انتقال رسوب ساحلی، جلوگیری از فرسایش ساحل یا جلوگیری از ورود امواج و رسوب به مصب رودخانه وکانالهای منتهی به دریا ساخته می‌شود.با توجه به اهداف پروژه، شرایط مرزی هیدرولیکی و هیدرودینامیکی در محل اجرای آن، مصالح موجود و امکانات اجرایی، آب‌شکنها بصورت طویل یا کوتاه، با ارتفاع زیاد یاکم ونفوذپذیر یا نفوذناپذیر و از مصالح مختلف ساخته می‌شوند.

ازآنجا که اندرکنش بین فرآیندهای ساحلی وآ ب‌شکنها پیچیده می‌با شد، انتخاب نوع وطراحی مناسب آنها ازاهمیت زیادی برخوردار است. اگر این انتخاب وطراحی بصورت مناسب انجام گیرد می‌تواند موجب حفاظت واصلاح ساحل گردد درغیراینصورت با تغییرنامناسب رژیم طبیعی انتقال رسوب ساحلی می‌تواند باعث تشدید مسائل موجود و بروز مشکلات جدید نظیرفرسایش ساحل پا یین دست وبهم خوردن تعادل محیط زیست گردد.

در این مقاله ضمن بررسی عملکرد واهداف کاربرد آب‌شکنها ومعرفی انواع آنها، ضوا بط انتخاب صحیح نوع، طول، فاصله، ارتفاع، زاویه باساحل، شکل دماغه، مصالح ساخت ودیگر پارامترهای طراحی آب‌شکنها جهت حفاظت سواحل از دید گاه محققین مختلف بررسی می‌شود. سپس نمونه هایی ازآب‌شکنهای اجرا شده درداخل معرفی و با بررسی و تجزیه و تحلیل عملکرد و نتایج بدست آمده از اجرای آنها، دقت و صحت ضوابط طراحی، کیفیت اجرا و کارآیی آنها مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. با انجام این بررسی دید گاه روشنی در مورد اصول و ضوابط طراحی ، موارد کاربرد و نحوه عملکرد آب‌شکنها دراختیار طراحان قرار می‌گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه :

آب‌شکنها سازه هایی هستند که در سطح دنیا بطورگسترده مورد استفاده قرارگرفته‌اند.با این وجود بعلت پیچیده بودن اندرکنش فرآیندهای ساحلی واین سازه ها، محققین در طول سالهای مختلف به صورت تئوری، آزمایشگاهی واندازه گیری‌های دریایی به مطالعه رفتار این سازه ها پرداخته اند. ازآنجا که ساحل، حدفاصل زمین، آب وهوا می‌باشدوچنانچه سازه نیز به این مواردااضافه شود، رفتارآنهاخیلی پیچیده خواهد شد به‌طوریکه رفتارسنجی آنها نه تنها به آشنایی باعلوم مختلف(رسوب شناسی، فیزیوگرافی، فیزیک، ریاضی، هیدرولیک، سازه و ...) بلکه به تجربیات آزمایشگاهی ومحلی و قضاوت مهندسی نیازدارد.

مرور ۴۵۰ مقاله و گزارش در این خصوص (Balsillie ، ۱۹۷۲) که بیشتر نتایج کارهای آزمایشگاهی ومحلی می‌باشند نشان داده‌است که بازهم دیدگاه روشنی در مورد طراحی آب شکنها ارائه نشده است. بسیاری ازاطلاعات جمع‌آوری شده درخصوص ابعاد، فاصله، نفوذ پذیری و جهت آب‌شکنها نسبت به ساحل مربوط به شرایط خاصی می‌باشدکه مورد استفاده قرارگرفته اند وقابل تعمیم کلی نمی‌باشند.

سه نوع بررسی اساسی درمورد طراحی آب شکنها باید انجام گیرد.

۱ - فرآیند های ساحلی(اطلاعات باد، ارتفاع، پریود و زاویه موج ، شیب ساحل وبافت رسوبات ساحلی)

۲ - طراحی هیدرولیکی (فاصله، طول، ارتفاع، جهت نسبت به ساحل، نفوذ پذیری و شکل دماغه).

۳ - طراحی سازه‌ای (مصالح و روش ساخت).

در این مقاله تأکیدبرمورد دوم می‌باشدکه بامرورکارهای انجام شده قبلی به جمع بندی و معرفی اصول طراحی آب شکنها پرداخته می‌شود.

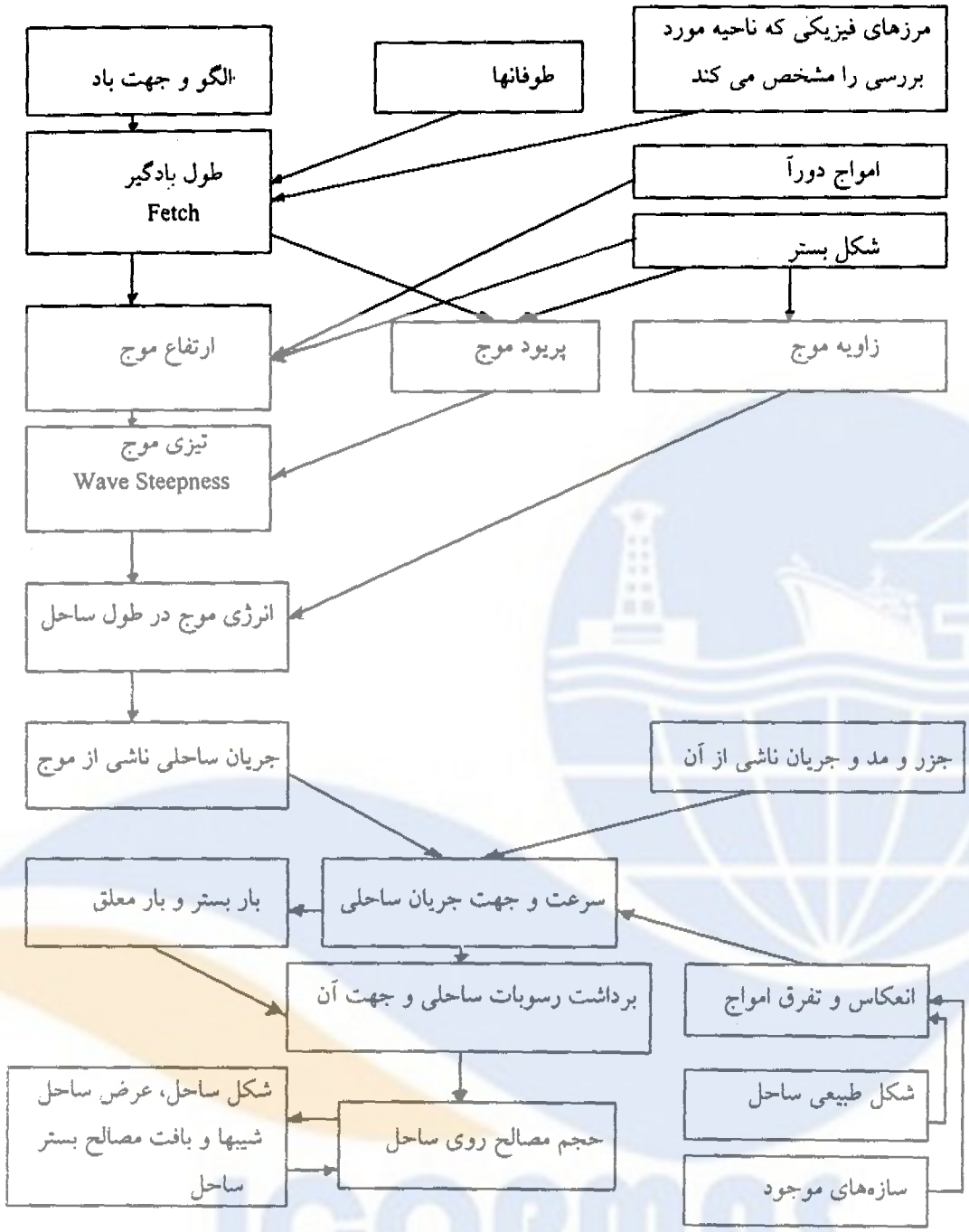
فرآیندهای ساحلی

به منظور طراحی کاربردی آب‌شکنها ابتدا باید فرآیندهای ساحلی شناخته شود تا طرحی متناسب با طبیعت وبا اهداف مورد نظر تهیه شود. شکل ۱- پارا مترهای مرتبط با فرآیندهای ساحلی را نشان میدهد.دراین شکل عوامل مختلف محیطی، تاثیرآنهابریکدیگرو در نهایت تاثیرآنهابرانتقال رسوب و تغییرات ساحل نشان داده شده است. باید توجه کرد که بعضی از این عوامل تاثیر درازمدت داشته و تعیین دقیق میزان آنها بر طراحی مشکل می‌باشد. شکل ساحل، پایداری آن، نرخ انتقال رسوب ساحلی و جهت آن از جمله عواملی هستند که شناخت آنها به طراحی کمک می کند.

زمانیکه آب‌شکنها برای حفاظت سواحل بکارگرفته می‌شوند، باید توجه شودکه فرآیندهای ساحلی در هر ساحل مربوط به همان ساحل است و سازه مورد نظر نیزبرای همان ساحل باید بطور اختصاصی طراحی شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱- عوامل محیطی موثر بر ساحل

انواع آب‌شکنها

آب‌شکنها ازدیدگاههای مختلف تقسیم بندی می‌شوند. از نظر ارتفاع به آب‌شکنهای با ارتفاع کم و با ارتفاع زیاد، از نظرطول به آب‌شکنهای کوتاه و بلند، ازنظرنفوذپذیری بدنه به آب شکنهای نفوذپذیر و نفوذناپذیر، ازنظرشکل دماغه به آب‌شکنهای مستقیم، سرکج (L شکل)و سرسپری(T شکل)، ازنظرمصالح

www.SID.ir

Archive of SID

ساخت به آب‌شکنهای شمع کوبی شده چوبی وفلزی، بتنی و توده سنگی و از نظر شکل قرارگیری درساحل به آب‌شکنهای مستقیم (عمود بر ساحل) و زاویه‌دار تقسیم می‌شوند.

انتخاب نوع آب‌شکن به عوامل مختلفی در رابطه با شرایط محلی بستگی دارد. تحقیق در خصوص مصالح پی موجود از اهمیت خاصی برخوردار است . وجود مصالح که تاثیر زیادی درهزینه‌ها دارد، تعیین کننده مناسب‌ترین نوع آب‌شکن است. نگهداری سالانه، امکانات اولیه برای ساخت و تکنولوژی موجودبرای ساخت نیز از عواملی هستندکه در انتخاب نوع آب‌شکن باید مد نظر قرار گیرند.

اهداف مورد نظر از ساخت آب‌شکنها و عملکرد مورد انتظار از آنها نیز نقش عمده‌ای در انتخاب نوع آب‌شکن دارند. یک قاعده کلی برای انتخاب نوع آب‌شکن در تمام مکانها وجود ندارد بلکه باتوجه به شرایط محلی و ملاحظات مختلف که بعضی از آنها برشمرده شد، باید نوع مناسب آب‌شکن انتخاب شود.

۴- پارامترهای طراحی

منظور از طراحی آب‌شکنها تعیین طول، ارتفاع، فاصله، راستا و نوع آب‌شکن می‌باشد بنحوی که فرسایش ساحل را متوقف کند یا تا حد قابل قبولی کاهش دهد. انتخاب روش ساخت ومصالح مورد استفاده برای کم کردن هزینه‌ها نیز باید در نظرگرفته شود. از آنجا که پارامترهای زیاد هیدرودینامیکی و مرفولوژیکی (ارتفاع، پریود و زاویه موج، جهت و شیب ساحل، اندازه ذرات، جزر و مد و ...) بر اجرا و عملکرد آب‌شکنها موثرند، نمی توان انتظار داشت که آب‌شکنها تمام اهداف مورد نظر را بر آورده نمایند. با این وجود طراحی و اجرای آب‌شکنها باید بنحوی انجام گیرد که بیشترین بازدهی را در برآورده نمودن اهداف طراحی داشته باشد.

محققین مختلف به صورت تئوری، آزمایشگاهی و اندازه‌گیری محلی به بررسی پارامترهای مهم طراحی آب‌شکنها پرداخته‌اند که جمع‌بندی این نظرات به طور خلاصه بیان می گردد.

۴-۱- طول آب‌شکنها

طول آب‌شکن باید بنحوی محاسبه شودکه در منطقه فعال حرکت رسوب ساحلی قرار گیرد. طول آب‌شکن در طرف خشکی باید به اندازه کافی ادامه یابد تا آب آنرا دور نزند [۴]. میزان پیشروی آب‌شکن در داخل دریا نیز بستگی به مقدار رسوبی دارد که باید حرکت آن قطع شود. آزمایشات نشان داده است که ۹۰٪ حرکت رسوبات در منطقه‌ای بالاتر از تراز پایین آب (Low Water) انجام می شود[۳]. در سواحل با شیب تند طول آب‌شکن کم بوده و ممکن است بیش از ۳۰ متر نیاز نباشد ولی در سواحل ماسه‌ای با شیب کم این طول ممکن است تا ۱۰ برابر افزایش یابد.

بالسیلی(Balsillie،۱۹۷۲) نتایج تحقیقات محققین مختلف درخصوص طول آب شکن را جمع آوری کرده که خلاصه بعضی از آنها به شرح زیر می باشد . کیس (Case، ۱۹۱۵) با استفاده از تجربیات

www.SID.ir

Archive of SID

محلی (Field) توصیه کرده است آب‌شکنهای طویل ازسرحد تراز بالای آب (High Water) تا تراز پایین آب (Low Water) ادامه یابند.

کائن-کاگلی(Coen-Cagli، ۱۹۳۲)با استفاده از تجربه و تئوری برای سواحل قلوه‌سنگی طول ۴۰ تا ۵۰ متری را برای آب‌شکن کافی دانسته‌است ولی برای سواحل ماسه‌ای امتداد آب‌شکن تا عمق ۲ تا ۳ متری را لازم دانسته است .

براون (Brown، ۱۹۴۰) امتداد آب‌شکن تا عمق ۶ فوت را لازم دانسته و معتقد است ۸۰ درصد انتقال رسوب در عمقی کمتر از ۶ فوت انجام می شود. هیرانداندینی (Hiranandini ، ۱۹۶۱) با استفاده از اندازه گیری محلی و نتایج آزمایشگاهی طول حداقل ۲۰۰ فوت را برای آب‌شکنها توصیه کرده‌است وآب‌شکن با طول کمتر از ۱۵۰ فوت را آب‌شکن کوتاه نامیده‌است . برون (Bruun، ۱۹۶۳) از نتایج اندازه‌گیری صحرایی بیشترین تاثیر را زمانی دانسته که آب‌شکنها تا عمق ۱۲ تا ۱۸ فوت داخل آب امتداد یابند. ایشی‌هارا (Ishihara، ۱۹۶۴) از نتایج اندازه‌گیری محلی برای آب‌شکن T شکل طول حداقل ۶۰ متر را لازم دانسته‌است. راهنمای حفاظت سواحل آمریکا (Shore Protection Manual، ۱۹۶۶) بیان داشته‌است که آب‌شکنهای بلند که تا عمق بیشتر از ۱۰ فوت، ۴ تا ۱۰ فوت، ۱ تا ۴ فوت داخل آب امتداد یابند می‌توانند به ترتیب ۱۰۰٪، ۷۵٪ و ۵۰٪ رسوبات را نگه دارند. کلپ (Kolp ، ۱۹۷۱) با توجه به نتایج آزمایشگاهی و اندازه‌گیری‌های محلی آب‌شکنهای بلند را توصیه کرده و بیان داشته است که آب‌شکنهای کوتاه در نگهداشت رسوبات بازدهی نداشته‌اند.

ساواراگی (Sawaragi، ۱۹۹۵) بیان داشته‌است که در ژاپن ۶۰ درصد آب‌شکنها بین ۱۰ تا ۳۰ متر طول دارند و عملکرد آنها در کنترل فرسایش ساحل مناسب بوده‌است[۵]. وی براساس نتایج آزمایشگاهی بعضی از محققین، طول آب‌شکنها را ۴/ تا ۶/ عرض منطقه شکست(Width of Breaker Zone) دانسته‌است. طلوعی (۱۳۶۳) ساخت آب‌شکنهایی به طول ۹۰ تا ۱۳۰ متر در ساحل دریای خزر، ۲۰ کیلومتری شرق مصب سفیدرود را گزارش کرده‌است[۱].

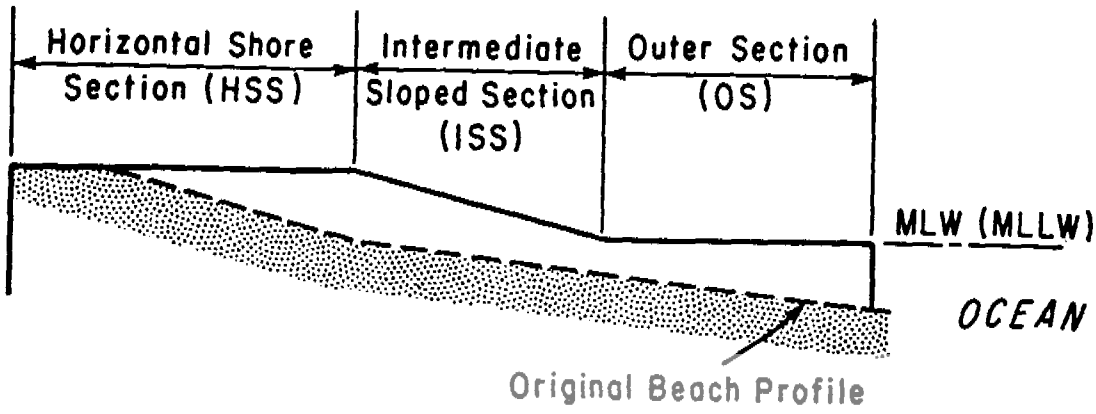
۴-۲- ارتفاع آب‌شکنها

ارتفاع آب‌شکن نیز همانند طول آن با توجه به اینکه چه مقدار رسوب باید نگهداشته‌شود و چه مقدار از روی آن عبور کند انتخاب می‌شود. اثر موج بر آب‌شکنهای بلند ممکن است ایجاد آب‌شستگی در اطراف آن کند. توصیه در مورد ارتفاع آب‌شکن بیشتر بر اساس نتایج تجربی انجام شده‌است. بعضی‌ها تاج آب‌شکن را ۵/ تا ۶/ متر بالاتر از ساحل توصیه کرده‌اند. مطالعات آزمایشگاهی تاج آب‌شکن را ۴۵/ تا ۹/ متر بالاتر از ساحل مناسب نشان داده‌است[۳].

راهنمای حفاظت سواحل آمریکا (Shore Protection Manual، ۱۹۸۴) برای ارتفاع آب‌شکن شکل زیر را پیشنهاد کرده‌است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- مقطع تیپ آب‌شکن [۴].

قسمت افقی طرف ساحل برای اتصال آب‌شکن به خشکی ساخته می‌شود و ارتفاع آن به عبور یا عدم عبور رسوب از روی آن بستگی دارد. معمولا ارتفاع این قسمت برابر حداکثر ارتفاع آب به‌اضافه ارتفاع موج می‌باشد.

قسمت افقی طرف آب شامل قسمتی است که در داخل دریا ادامه می یابد و تاج آن درمتوسط تراز پایین آب (M.L.W.) قرار دارد. قسمت شیبدار میانی حدفاصل دو قسمت فوق می‌باشد و معمولا موازی ساحل طبیعی ساخته می‌شود. بالسیلی (Balsillie، ۱۹۷۲) نظرمحققین مختلف را در مورد ارتفاع آب‌شکنها به شرح زیر بیان می کند. اون (Owen، ۱۹۰۸) بر اساس نتایج تجربی، آب‌شکن های کوتاه را که عبور مقداری از رسوبات از روی آن میسراست را پیشنهاد کرده‌است. کیس (Case، ۱۹۱۵) براساس اندازه‌گیری های محلی آب‌شکنهای ارتفاع کم و طول زیاد را پیشنهاد کرده‌است. چون هزینه آب‌شکنهای با ارتفاع زیاد بالا بوده و نگهداشت تمامی رسوبات باعث ایجاد فرسایش در پایین‌دست آنها می‌شود. کائن-کاگلی (Coen-Cagli، ۱۹۳۲) برای سواحل قلوه‌سنگی ارتفاع یک متر بالاتر ازتراز مد (High Tide) را برای قسمت بیرونی کافی دانسته‌است. برای قسمت ساحل ۵۰ تا ۶۰ سانتیمتر بالاتر از تراز ساحل اولیه و برای قسمت میانی ۵۰ سانتیمتر بالاتر ازتراز جزر (Low Tide Level) را پیشنها کرده‌است. ایوانز (Evans، ۱۹۴۳) با استفاده از اندازه‌گیری محلی، آب‌شکنهای با ارتفاع کم را به دلیل کاهش آب‌شستگی پایین‌دست آن پیشنهاد کرده‌است. کاهش تدریجی ارتفاع به طرف دریا از دیگر پیشنهادات وی می‌باشد. دوی‌ویر (Duvivier، ۱۹۴۹) براساس نتایج تجربی ارتفاع حداکثر ۳ فوت بالاتر ازتراز ساحل را مجاز دانسته و آب‌شستگی در آب‌شکنهای با ارتفاع زیاد را متذکر شده‌است. جونز (Jones، ۱۹۴۸) براساس مطالعات مدل آزمایشگاهی بستر متحرک بیان داشته‌است که آب‌شکنهای نفوذناپذیر باارتفاع کم به اندازه آب‌شکنهای با ارتفاع زیاد رسوبات را نگه نمی‌دارند. براتر (Brater، ۱۹۵۳) براساس تئوری و نتایج اندازه‌گیری محلی نتیجه گرفته‌است که آب‌شکنهای با ارتفاع یک فوت بالاتر از حداکثر تراز آب دریا نتایج رضایت‌بخش داشته‌اند. ساویج (Savage، ۱۹۵۹) از نتایج مدل با بستر متحرک نتیجه گرفته‌است که آب‌شکنهای ارتفاع کم و کوتاه ۱۲ درصد، آب‌شکنهای ارتفاع زیاد و

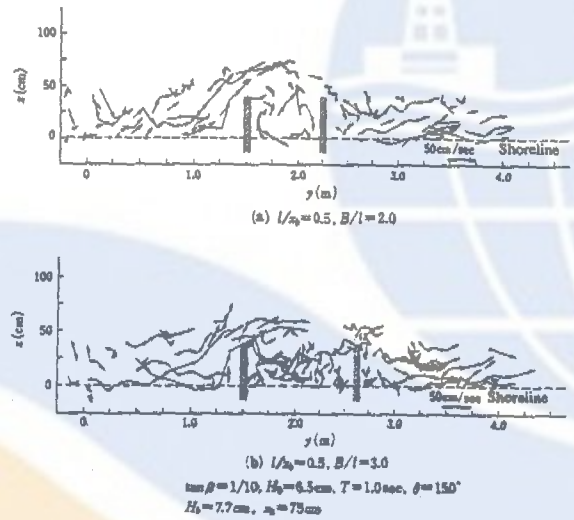
www.SID.ir

Archive of SID

کوتاه ۲۵ درصد و آب‌شکنهای با ارتفاع زیاد و طول زیاد ۶۰ درصد رسوبات را نگه‌داشته‌اند. برون (Bruun، ۱۹۶۳) براساس اندازه‌گیری محلی آب‌شکنهای با عملکرد مطلوب، حداقل ارتفاع آب‌شکن را برابر حداکثر ارتفاع آب به‌اضافه ارتفاع موج دانسته‌است.

۴-۳- فاصله آب‌شکنها

به منظورمعرفی فاصله آب‌شکنها از نسبت فاصله به طول آنها استفاده می‌شود. اگرفاصله آب‌شکنها کم باشد(B/l=2) یک گرداب چرخشی مشخص دربین آب‌شکنها ایجاد می‌شود و سرعت جریان دربین آنها کاهش می‌یابد. درفاصله بیشتر(B/l=3) گرداب بین آب‌شکنها به طور مشخص ایجاد نمی‌شود. شکل ۳ نتایج اندازه‌گیری شده الگوی جریان بین آب‌شکنها را نشان میدهد[۵].



شکل ۳ - جریان ناشی از امواج در اطراف آب‌شکنها [۵].

زاویه موج تاثیر زیادی روی فاصله آب‌شکن دارد. زاویه بزرگترموج فاصله کمتر آب‌شکن را نیاز دارد تا بازدهی نگهداشت رسوبات افزایش یابد. مقدار واقعی نسبت فاصله به طول آب‌شکنها که مورد استفاده قرارگرفته محدوده وسیعی دارد. این فاصله از ۱:۱ تا ۱:۱۰ ذکر شده‌است. از آنجا که هزینه ساخت آب‌شکنها بالا می‌باشد شاید بهتر باشد مجموعه‌ای از آب‌شکنها با فاصله نسبتا" زیاد ساخته شوند و اگر نیاز بود بعد از مدتی با ساخت آب‌شکنهای جدید در بین آنها این فاصله کاهش یابد. در سواحل شنی توصیه شده‌است که با نسبت ۲:۱ شروع شود و اگر این فاصله اهداف را تأمین نکرد بعدا" در بین آنها آب‌شکنهای کوتاهتر ساخته شود. در سواحل ماسه‌ای نسبت ۴:۱ در ابتدا پیشنهاد می‌شود که در مراحل بعدی با ساخت آب‌شکنهای وسط آنها این نسبت می‌تواند به ۲:۱ کاهش یابد ولی در هر جهت مطالعات آزمایشگاهی رفتار آب‌شکنها قبل از نهایی کردن طراحی توصیه می‌گردد. راهنمای حفاظت سواحل آمریکا

www.SID.ir

Archive of SID

(Shore protection Manual، ۱۹۸۴) فاصله بین آب‌شکنها را ۲ تا ۳ برابر طول آنها پیشنهاد کرده‌است[۴]. بالسیلی (Balsillie، ۱۹۷۲) نتایج محققین مختلف را به صورت زیر جمع‌بندی کرده‌است. اون (Owen، ۱۹۱۵) با استفاده ازنتایج تئوری وتجربی، استینر(Steiner، ۱۹۳۶) با استفاده ازاندازه‌گیری محلی و کلپ (Kolp، ۱۹۷۱) بااستفاده از اندازه‌گیری محلی ونتایج آزمایشگاهی نسبت فاصله به طول آب‌شکنها را ۱:۱ پیشنهاد کرده‌اند. کرسنر (Kressner ، ۱۹۲۸) ازمطالعات مدل فیزیکی با بستر متحرک و براون (Brown ، ۱۹۴۰) نسبت ۱:۱ تا ۳:۱ را بعنوان مقادیرحداقل وحد اکثر پیشنهاد کرده‌اند. کائن- کاگلی (Coen -Cagli، ۱۹۳۲) از نتایج تئوری و تجربی، ایشی‌هارا (Ishihara، ۱۹۶۴) از نتایج اندازه‌گیری محلی و پرایس (Price، ۱۹۶۸) از نتایج مدل با بستر متحرک نسبت ۱: ۱/۵ تا ۲:۱ را پیشنهاد کرده‌اند. براتر(Brater، ۱۹۵۳) از نتایج اندازه‌گیری محلی برای سواحل با مصالح ماسه‌ریز (Fine Sand) نسبت ۱:۱ و برای سواحل دارای ماسه درشت(Coarse Sand) و شنی(Gravel) نسبت ۲:۱ را پیشنهاد کرده‌است.

دابل (Dobble، ۱۹۶۴) از نتایج تجربی نسبت ۱:۱ تا ۱: ۱/۵ و ناگائی(Nagai، ۱۹۵۸) از نتایج مدل با بستر متحرک نسبت ۳:۱ تا ۴:۱ را پیشنهاد کرده‌اند. هیرانداینی (Hirannandini، ۱۹۶۱) از نتایج اندازه‌گیری محلی و مدل آزمایشگاهی نسبت ۳:۱ را بعنوان مقدار حداکثر و نسبت ۲:۱ را بعنوان مقدار حداقل پیشنهاد کرده‌است. برون (Bruun، ۱۹۵۵) از نتایج اندازه‌گیری محلی و تجربی نسبت ۱: ۱/۵ تا ۴:۱ را پیشنهاد کرده و بیان داشته‌است که برای سواحل پرشیب با افزایش تیزی موج نسبت فاصله به طول کاهش می‌یابد. ویگل (Wiegel، ۱۹۶۴) از نتایج آزمایشگاهی نسبت ۲:۱ تا ۳:۱ را بعنوان نسبت مناسب و نسبت ۴:۱ را برای وقتی که جهت موج بر ساحل عمود باشد پیشنهاد کرده‌است. طلوعی (۱۳۶۳) این نسبت را ۳:۱ تا ۴:۱ در ساخت آب‌شکنهای ساحل دریای خزر (۲۰ کیلومتری شرق مصب سفیدرود) گزارش کرده‌است.

۴-۴- زاویه آب‌شکنها با ساحل

آب‌شکنها معمولاً عمود بر ساحل ساخته می‌شوند. نتایج آزمایشگاهی نشان داده است که کمی تمایل به پایین‌دست به کاهش فرسایش درپایین‌دست کمک می‌کند. زمانیکه زاویه موج با ساحل بیش از ۲۰ درجه باشد ساخت آب‌شکن در جهت موج غالب دارای مزایایی می‌باشد[۱]و[۲]. بالسیلی (Balsillie، ۱۹۷۲) نتایج کار محققین مختلف در مورد زاویه آب‌شکن را به شرح زیر جمع بندی کرده‌است. کیس (Case ، ۱۹۱۵) از نتایج اندازه‌گیری محلی و تجربی آب‌شکنهای عمود بر ساحل را پیشنهاد کرده‌است دوی‌ویر(Duvivier، ۱۹۴۹) از نتایج اندازه‌گیری محلی و تجربی آب‌شکنهای عمود بر ساحل را برای زمانیکه جهت انتقال رسوب متغیر است و وقتی که حرکت رسوبات جهت غالب دارد برای ساحل شنی زاویه ۱۰ درجه به سمت پایین‌دست و برای ساحل ماسه‌ای ۲۰ درجه به سمت پایین‌دست را پیشنهاد کرده‌است. ناگائی (Nagai، ۱۹۵۶) از نتایج مدل با بستر متحرک آب‌شکن با

www.SID.ir

Archive of SID

زاویه ۱۰ تا ۲۰ درجه به سمت پایین‌دست و هاری‌کاوا (Horikawa، ۱۹۵۸) از نتایج مدل با بستر متحرک زاویه ۱۵ درجه متمایل به پایین‌دست را برای موج تیز و آب‌شکن عمود بر ساحل را برای موج تخت پیشنهاد کرده‌است. بارسلو (Barcelo، ۱۹۷۰) برای موج با شرایط متغیر آب‌شکن عمود بر ساحل و برای موج غالب با ۱۰ درجه زاویه نسبت به ساحل آب‌شکن با ۲۰ درجه متمایل به پایین‌دست را پیشنهادکرده‌است.

۴-۵- شکل دماغه آب‌شکن

بر اساس نتایج تجربی اقتصادی‌ترین آب‌شکن، آب‌شکن مستقیم و عمود بر ساحل بوده‌است. شکلهای دماغه L یا T وچوگانی نیز برای اهداف خاصی ممکن است استفاده شود ولی باید در نظرداشت که آب‌شستگی اطراف این اشکال و هرینه ساخت آنها زیادتر از حالت مستقیم می‌باشد. برامتون(Brampton، ۱۹۸۳) معتقد است که آب‌شکنهای L یا T شکل در تله‌اندازی رسوبات موفق‌ترند و انرژی موج را نیز با تفرق و انعکاس کاهش می‌دهند ولی هزینه‌های ساخت آنها بیشتراست. در مجموع فواید احتمالی آب‌شکنهای L و T شکل معمولاً بیش از افزایش هزینه‌های آن می‌باشد[۳]. ساخت آب‌شکنهای L و T شکل می‌توانند در نگهداشت رسوبات عمود بر ساحل (Cross-Shore) موثر باشد[۳].

۴-۶- نفوذپذیری آب‌شکنها

نفوذپذیری اجازه می‌دهد که مقداری جریان و رسوب از درون بدنه آب‌شکن عبور کند و رسوبگذاری در دو طرف آنرا کاهش می‌دهد. بعلت کمبود اطلاعات تجربی تا کنون نظریه مشخصی در خصوص میزان نفوذپذیری مناسب ارائه نشده‌است[۴]. آب‌شکنهای نفوذپذیر با۴۰ درصد نفوذ پذیری وبا استفاده از لوله های فلزی در سواحل آنجلیای‌شرقی ساخته شده که عملکرد خوبی داشته و آب‌شستگی در اطراف آنها وجود نداشته و فرسایش پایین‌دست آنها نیز کم بوده‌است. در مجموع رفتار آب‌شکنهای نفوذپذیر کاملاً شناخته‌شده نیست و نیاز به بررسیهای آزمایشگاهی و مدل هیدرولیکی برای تعیین الگوی جریان در اطراف آنها می‌باشد[۳].

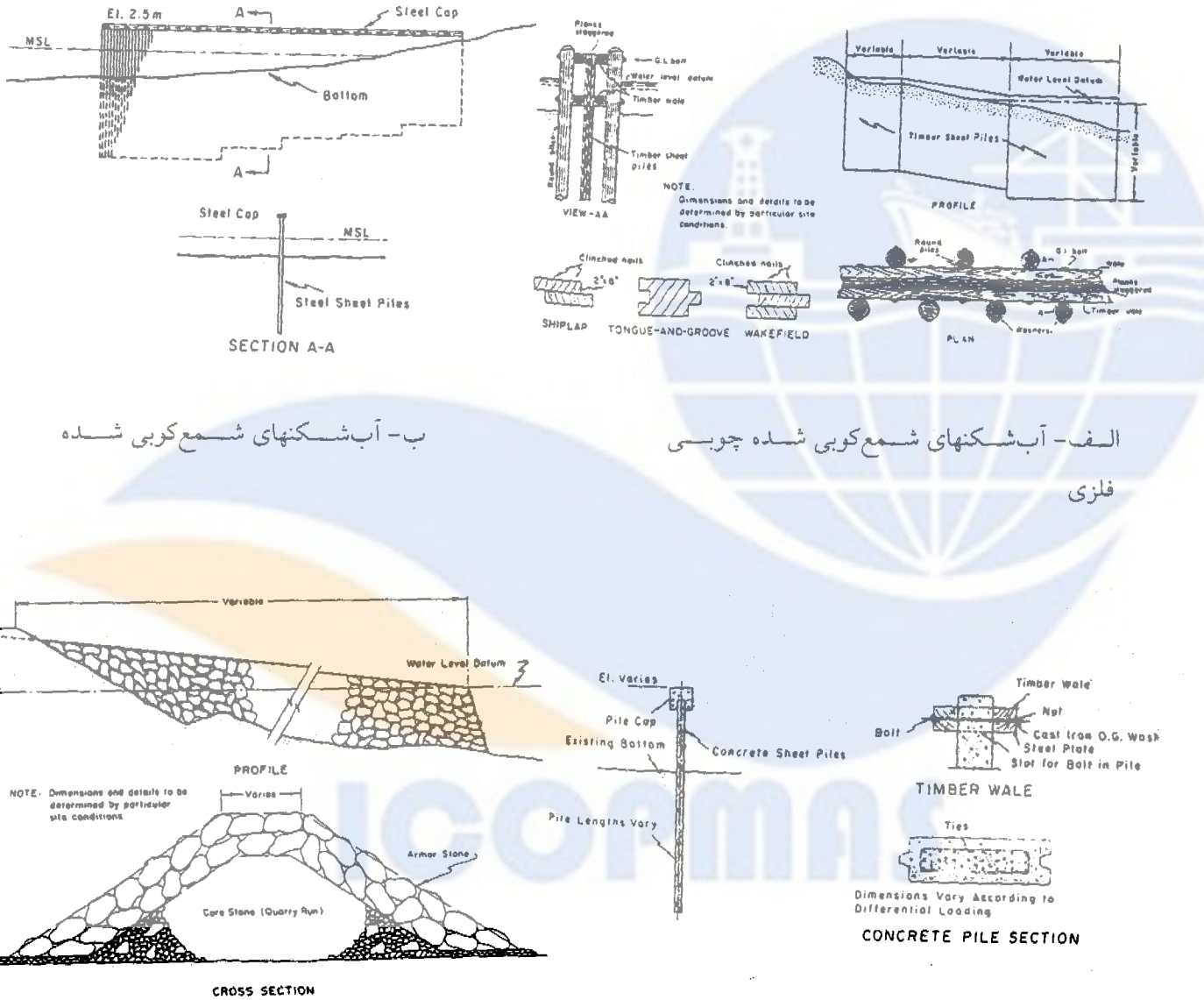
۴-۷- مصالح ساخت آب‌شکنها

مصالح ساخت آب‌شکنها معمولاً از سنگ، چوب، فلز و بتن و در شرایط خاصی سنگ و آسفالت و کیسه‌های شنی نیز ممکن است باشد.آب‌شکنهای چوبی، فلزی و ترکیب آنها معمولاً مجموعه‌ای از شمعها و تیرهای افقی می‌باشد. آب‌شکنهای بتنی نیز معمولاً مجموعه‌ای از شمعهای پیش‌تنیده و دال بتنی درجا یا پیش ساخته می باشد. زمین محل پی این آب‌شکنها باید بنحوی باشد که امکان شمع‌کوبی وجود داشته‌باشد. آب‌شکنهای توده‌سنگی(Rublle Mound) از دیگر انواع آب‌شکنها بوده که شامل یک هسته از مصالح ریزتر و یک لایه پوشش (Armor) از مصالح درشت‌تر برای حفاظت هسته می‌باشند. اگر

www.SID.ir

Archive of SID

نفوذپذیری بدنه این آب‌شکنها مشکل آفرین باشد ازطریق تاج آب‌شکن بتن یا آسفالت درون آن تزریق می‌شود که این مواد پر کننده به پایداری سازه در مقابل امواج نیز کمک می‌کنند[۴]. امکانات موجود برای ساخت آب‌شکنها نیز از عواملی است که در انتخاب نوع آب‌شکن موثر می‌باشد. نمونه‌هایی از مقاطع تیپ این آب‌شکنها در شکل ۴ نشان داده شده‌است.



الف- آب‌شکنهای شمع‌کوبی شده چوبی فلزی

ب- آب‌شکنهای شمع‌کوبی شده

ج- آب‌شکنهای شمع‌کوبی شده بتن پیش‌تنیده

د- آب‌شکنهای توده‌سنگی

شکل ۴- مقطع تیپ آب‌شکنهای با مصالح مختلف[۴]

www.SID.ir

Archive of SID

۵- نمونه‌هایی از آب‌شکنهای طراحی و اجرا شده در داخل کشور

در مناطق مختلف از سواحل شمال و جنوب کشور آب‌شکنهایی عمدتاً با هدف کنترل فرسایش ساحل طراحی و احداث گردیده‌اند که بطور مثال به آب‌شکنهای منطقه امیرآباد در سواحل شمال کشور و به آب‌شکنهای بندر پزم در سواحل جنوب می‌توان اشاره کرد. در اینجا به ذکر دو نمونه آب‌شکن که اطلاعات مکتوب آن در دسترس بوده‌است پرداخته می‌شود.

۵-۱- آب‌شکنهای طرح حفاظت ساحل دریای خزر در منطقه دستک امیرآباد(۲۰ کیلومتری شرق مصب سفید رود)

این طرح به منظور حفاظت، تثبیت و ترمیم ساحل در طول ۲ کیلومتر توسط دفتر فنی آب وزارت نیرو تهیه گردیده‌است و مشتمل بر احداث ۷ آب‌شکن به طولهای بین ۹۰ تا ۱۳۰ متر و فواصل ۳۵۰ تا ۴۰۰ متر که جسم بدنه آب‌شکنها توده‌سنگی و از سه قسمت هسته مرکزی، پوشش اولیه و پوشش نهایی می باشد. جلوگیری از فرسایش اراضی حاصلخیز زیر کشت برنج از دلایل عمده اجرای این طرح بوده‌است.

زاویه موج غالب با خط عمود بر ساحل ۱۰ درجه و متوسط شیب عرضی بستر دریا در نواحی کم عمق ساحلی معادل ۳ درصد بوده‌است. ارتفاع موج طراحی ۲/۸ متر و ارتفاع آن در محل شکست ۳ متر بوده‌است. آب‌شکنها تا عمق ۴ متری زیر سطح متوسط آب دریا امتداد یافته‌اند .در تقسیم‌بندی نوع آب‌شکنها، در گروه آب‌شکنها ی با ارتفاع زیاد و طویل قرار می‌گیرند.

حجم عملیات کلی شامل هسته مرکزی، پوشش اولیه، پوشش نهایی، فیلتر و سنگ‌چین (Rip Rap) به ترتیب برابر ۴۲۰۰۰ ، ۲۷۰۰۰ ، ۲۵۵۰۰ و ۴۰۰۰ مترمکعب بوده و هزینه کلی اجرای طرح با قیمتهای سال ۱۳۶۲ معادل ۴۷۰ میلیون ریال بوده است .

۵-۲- آب‌شکنهای بندر پزم در سواحل جنوب کشور

خلیج پزم واقع در شمال دریای عمان در حدود ۲۰ کیلومتری غرب خلیج چابهار واقع شده‌است. بندر صیادی پزم در ابتدای دماغه شرقی خلیج پزم بوسیله احداث یک موج‌شکن در امتداد شمال ـ جنوب شکل گرفته‌است. این بندر در اوان دوران بهره‌برداری با مشکلات ناشی از روند انتقال رسوب و علی‌الخصوص با پدیده رسوبگذاری در پای اسکله آن مواجه گشته، بطوریکه فعالیتهای بندر در این منطقه مختل گردیده‌است. بررسی علل رسوبگذاری و ارائه راه حل از سوی معاونت عمرانی بنادر صیادی شیلات به شرکت جهاد تحقیقاب آب و آبخیزداری واگذار شده‌است.

نتایج مطالعات نشان می‌دهد که براثر امواج موجود ردر منطقه، همواره یک جریان موازی با ساحل در دماغه شرقی خلیج پزم به سمت داخل خلیج بوجود می‌آید که پس از عبور از دماغه شرقی خلیج پزم، ضمن حرکت به سمت میانه خلیج با کاهش میزان سرعت روبرو می‌شود و در نتیجه رسوبات در این

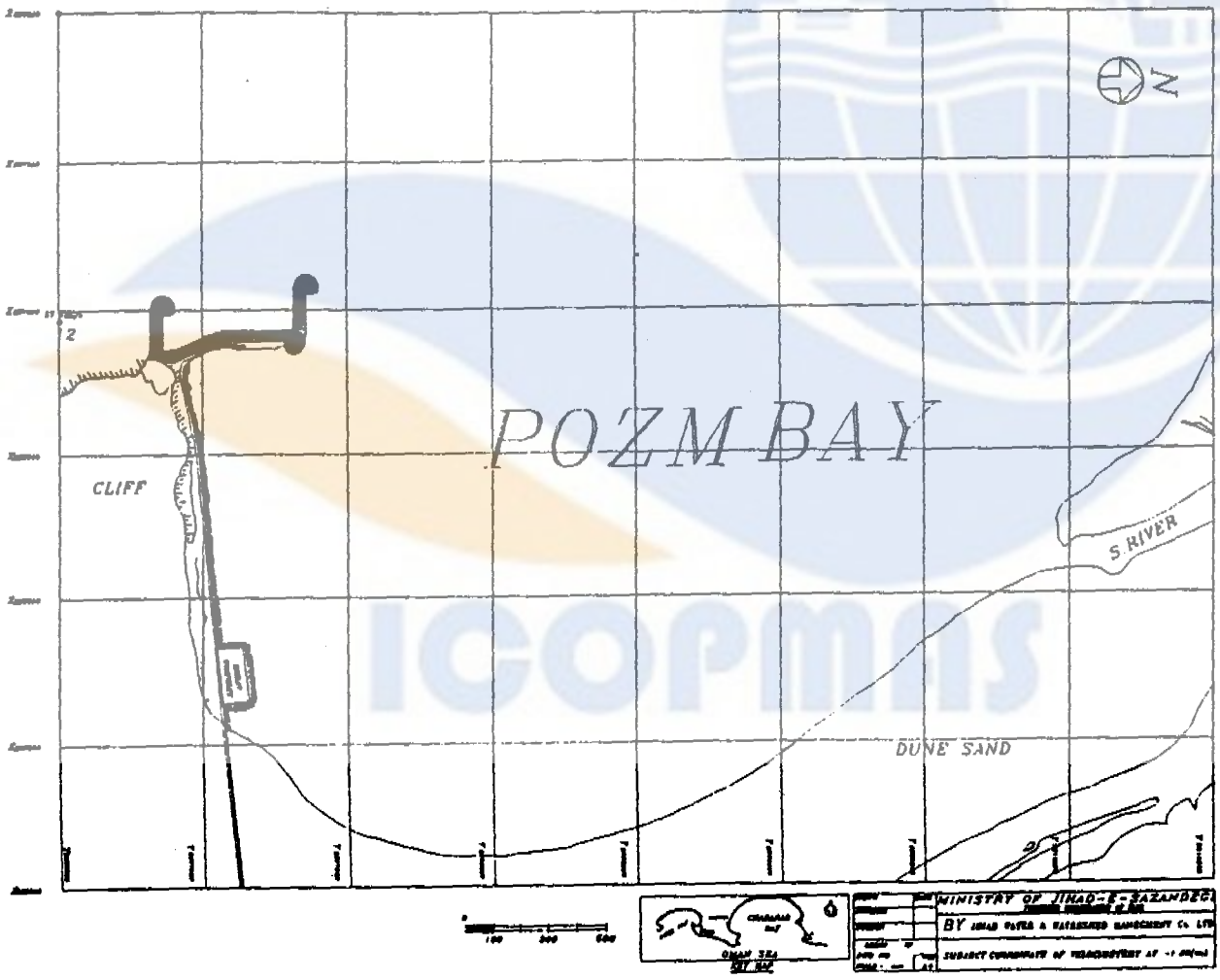
www.SID.ir

Archive of SID

محدوده انباشـــته می‌گردنـد. احـداث موج‌شـکن در دماغـه شـرقی خلیـج پـزم، نـرخ انتقـال رسـوب بـالا و همچنیـن پدیـده تفـرق سـبب شده‌اسـت کـه رسـوبات در پـوزه و پشـت موج‌شـکن انباشـته شـوند و در اثـر تفـرق بـه داخـل حوضچه بندر منتقـل و در اطـراف اسـکله نـیز نشسـت نمـایند.

دور نمـودن جریـان انتقـال رسـوب سـاحلی بـه منظـور کـاهش نـرخ رسـوبگذاری در اسـکله و اطـراف موج‌شـکن مـورد بررسـی قـرار گرفته‌اسـت. احـداث یـک آب‌شـکن از ابتـدای موج‌شـکن پـزم در امتـداد شـرقی ـ غربـی بـه طـول ۶۰۰ متـر و تـا عمـق ۶ متـری داخـل آب بعنـوان گزینـه اول مـورد مطالعـه قـرار گرفته‌اسـت. مطالعـات مـدل ریـاضی نشـان داده‌اسـت کـه بـا احـداث ایـن آب‌شـکن مقـدار قـابل ملاحظـه‌ای از رسـوبگذاری در اطراف موج‌شـکن و داخـل اسـکله کـاهش می‌یـابد.

احـداث آب‌شـکن بـه طـول ۱۵۰ متـر و تـا عمـق ۴/۵ متـری و افزایـش طـول موج‌شـکن تـا ۱۲۰ مـتر بعنـوان گزینـه دوم مـورد توجـه قـرار گرفته‌اسـت (شـکل ۵). افزایـش طـول موج‌شـکن بـه‌تنهایی و یـا لایروبـی مـداوم بندر بدون احـداث سـازه از دیگـر گزینـه‌ها بوده‌اسـت.



شـکل ۵- موقعیـت آب‌شـکن و افزایـش طـول موج‌شـکن جهـت کـاهش رسـوبگذاری

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی اقتصادی گزینه‌ها و اثرات آن روی کاهش رسوبگذاری نشان داده‌است که گزینه افزایش طول موج‌شکن و احداث آب‌شکن، ضمن اینکه تأثیری مشابه با آب‌شکن ۶۰۰ متری در کاهش رسوبگذاری داشته، هزینه آن کمتر از نصف هزینه آب‌شکن ۶۰۰ متری بوده و بعنوان گزینه مناسب انتخاب گردیده‌است.

۶- بحث و نتیجه‌گیری

پیچیدگی اندرکنش فرآیندهای ساحلی و آب‌شکنها سبب شده‌است که دیدگاه روشن و قابل تعمیم کلی در خصوص طراحی آب‌شکنها وجود نداشته‌باشد. مرور مطالعات و تحقیقات انجام شده و ارائه نتایج آنها می‌تواند رهنمودهایی را در خصوص طراحی مناسب این سازه‌ها ارائه نماید.

قبل از طراحی آب‌شکنها مطالعه و درک کامل فرآیندهای انتقال رسوب ساحلی خصوصاً تعیین نرخ انتقال رسوب ساحلی (Longshore Sediment Transport Rate) و جهت آن و همچنین پیش‌بینی تغییرات احتمالی ساحل پس از احداث آب‌شکنها از اهمیت زیادی برخوردار است.

انتخاب نوع آب‌شکن به عوامل مختلفی نظیر جنس مصالح پی، نوع مصالح در دسترس، امکانات اولیه و تکنولوژی موجود برای ساخت و نگهداری سالانه بستگی دارد. از این میان وجود مصالح به جهت اینکه تأثیر زیادی روی هزینه‌ها دارد نقش تعیین کننده‌ای در انتخاب نوع آب‌شکن منا سب دارد. از میان پارامترهای طراحی طول، ارتفاع وفاصله آب‌شکنها مهمتر از سایر پارامترها می‌باشد. در غالب مطالعات انجام شده آب‌شکنها ی کوتاه تأثیرکمی در نگهداشت رسوبات و کنترل فرسایش ساحل داشته‌اند وساخت آب‌شکنهای بلند توصیه شده‌است. از نظر ارتفاع آب‌شکنهای با ارتفاع کم بعلت اینکه آب‌شستگی اطراف آنها کمتر است و تأثیر کمتری بر تغییرات ساحل پایین‌دست دارد توصیه گردیده‌است. فاصله آب‌شکنها یکی از پارامترهای بسیار مهم است زیرا چنانچه فاصله آب‌شکنها خیلی کم باشد علاوه بر اینکه جریان چرخشی در بین آنها تشکیل نمی‌شود و در نتیجه رسوبگذاری کمتری در بین آنها انجام می‌شود، هزینه اجرای آب‌شکنها نیز افزایش می‌یابد و چنانچه فاصله آب‌شکنها خیلی زیاد باشد شدت جریان ساحلی در بین آب‌شکنها زیاد بوده و نقش آنها در کنترل فرسایش کمتر خواهد بود. از اینرو انتخاب فاصله مناسب از اهمیت خاصی برخوردار است. محدوده استفاده شده فاصله آب‌شکنها وسیع می‌باشد ولی بیشتر محققین نسبت فاصله به طول آب‌شکن ۲:۱ تا ۳:۱ را توصیه کرده‌اند. یک راه مناسب برای کاهش هزینه‌ها و اطمینان از عملکرد مناسب آب‌شکنها این است که ابتدا فاصله آنها زیاد انتخاب و اجرا شوند و چنانچه تأثیر آنها کم بود بعد از مطالعه عملکرد آنها، آب‌شکنهای تکمیلی در بین آنها اجرا شود. بطور مثال در سواحل شنی ابتدا نسبت ۲:۱ و در سواحل ماسه‌ای ابتدا نسبت ۴:۱ انتخاب شود و اگر نیاز بود در مراحل تکمیلی نسبت‌های فوق به مقادیر ۱:۱ و ۲:۱ کاهش یابد

www.SID.ir

Archive of SID

۸- فهرست مراجـع

۱- طلوعی، اسـماعیل، ۱۳۶۳، " طـرح حفـاظت سـاحل دریـای خـزر در منطقـه امیرآبـاد"، مجلـه آب، شـماره ۲، ص ۸۷ ـ ۹۸

2- Balsillie, J. H., and Berg, D.W.,1972, " State of Groin Design and Effectiveness", Proceeding of 13th Coastal Engineering Conference, PP. 1367-1383

3- Brampton, A. H. and Motyka, J. M. ,1983," the Effectiveness of Groynes", Shoreline Protection, Proceeding of a Conference Organized by the Institutition of Civil Engineering, University of Southampton, Thomas Telford Ltd., PP.151-156

4-U. S. Army Corps of Engineering, Coastal Engineering Center," Shore Protection Manual", 1984, Washington, D. C., Volume I, PP5.35-5.56 and Volum II, PP. 7.76-7.84

5- Sawaragi, T. ,1995,"Coastal Enginnering, Wave, Beach, Wave Structure interaction", Elsevier Pub. , pp284-289

www.SID.ir

Archive of SID

Designing Principles of Groins to Protect Coasts and Their Application Cases in Iran

A. A. Abbasi, Ph.D., Candidate at Tarbiat Modarres University

S. A. Azarmsa, Assistant Professor at Tarbiat Modarres University

Abstract

Groins are structures built to control sediment transfer rate, protect coasts from erosion and prevent waves and sediments from entering river estuaries and channels leading to the sea. Considering hydraulic and hydrodynamic border conditions, available materials and their applicability, groins are constructed long or short, high or low and permeable or impermeable. Because of the complexity of processes of coast interacting with groins, suitable type and design selection of groins is highly significant, since correct selection and design can protect and restore the coast, otherwise unfavorable changes in the natural regime of the coastal sediment transfer, existing issues might worsen or cause new problems, such as downstream coast sedimentation and ecosystem imbalance. This article focuses on protecting the coasts, studying the performance and application goals of groins and introduces them, in terms of right selection of type, length, distance, height, angle with the coast, shape of the cape, materials and other design parameters as surveyed in many researches. After that, some applied cases of groins in Iran are introduced, studied and analyzed for their performance, while the results of their application, design terms accuracy, application quality and their usage are evaluated.

Keywords: groins; design and type selection; coastal protection against sedimentation

www.SID.ir