

تأثیرات سافت و سازه‌های ساحلی و فعالیت‌های انسانی بر رسوبات

ساحلی میانکاله

سارا نفجیری*^۱، احمد معتمد^۲، همایون فوشروان^۳ و ممدرضا اسپهبد^۴

۱) دانشجوی دکتری زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، sara_nakhjiri@yahoo.com

۲) استاد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران

۳) کارشناس مرکز ملی مطالعات و تحقیقات دریای خزر، ساری

۴) دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران شمال

*عهدہ‌دار مکاتبات

دریافت: ۹۱/۸/۱۸؛ دریافت اصلاح شده: ۹۱/۱۰/۱۷؛ پذیرش: ۹۱/۱۱/۱۸؛ قابل دسترس در تارنما: ۹۲/۴/۳۰

هکیده

منطقه مورد مطالعه در ساحل جنوب شرقی دریای کاسپین در ابتدای زبانه ماسه‌ای میانکاله واقع شده است. وسعت این منطقه در حدود ۲۳ کیلومتر می‌باشد که مراکز صنعتی مهمی از جمله نیروگاه نکا، شرکت کشتی سازی ایران صدرا، شرکت‌های حفاری نفتی و بندر امیرآباد در ساحل آن قرار گرفته‌اند. برای تعیین میزان تاثیرفعالیت‌های انسانی بر خطوط ساحلی، لازم است روند حرکتی رسوبات مشخص شود. بدین منظور با تلفیق روش‌های McLaren-Gao-Callins, Bowles, Le Roux و Sunamura & Horikawa، روش مناسب تعیین شد. منطقه مذکور به ۳ زون (غربی، مرکزی و شرقی) و ۹ برش تقسیم شد. زون مرکزی خطرناکتر از دو زون اطراف است. هر برش در اعماق ۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲/۵، ۵ و ۱۰ متری نمونه برداری صورت گرفت. با تجزیه و تحلیل اندازه‌های رسوبی، پارامترهای آماری اندازه دانه‌ها از جمله میانگین (Mz)، جورشدگی (σi)، چولگی (Ski) و کشیدگی (KG) بدست آمد. در نهایت نقشه‌های نحوه توزیع میانگین، جورشدگی و چولگی رسوبات رسم و باتوجه به نقشه عمق سنجی منطقه، نقشه روند حرکتی رسوبات تهیه شد. علاوه بر این منحنی تلفیق جورشدگی و میانگین نیز برای رسوبات رسم شد. نهایتاً معلوم شد بر این اساس می‌توان روند حرکت رسوبات در هنگام برخورد با سازه‌های ساحلی و چگونگی رفتار آنها را تعیین و میزان فرسایش و رسوبگذاری را در اطراف این سازه‌ها تخمین زد.

واژه‌های کلیدی: کاسپین، میانکاله، زبانه ماسه‌ای، تاثیرفعالیت‌های انسانی، پارامترهای آماری اندازه دانه‌ها، روند حرکتی رسوبات.

۱- مقدمه

می‌باشند. منطقه مورد مطالعه در فاصله‌ی ۲۰۰ تا ۳۰۰ متری مرداب زاغمرز (تالابهای لپو، شیرخان لپو، پلنگان) در شرق استان مازندران و در شهرستان بهشهر واقع شده است. به دلیل بالا بودن درصد ذخایر رسوبی (ماسه)، عدم چسبندگی بین رسوبات و رژیم باد در این منطقه، تپه‌های ماسه‌ای ساحلی به موازات ساحل بر روی این زبانه دیده می‌شوند. این تپه‌ها به عنوان ساختارهای حفاظتی طبیعی در مقابل عوامل فرساینده در مناطق ساحلی بسیار حائز اهمیت هستند. سواحل براساس

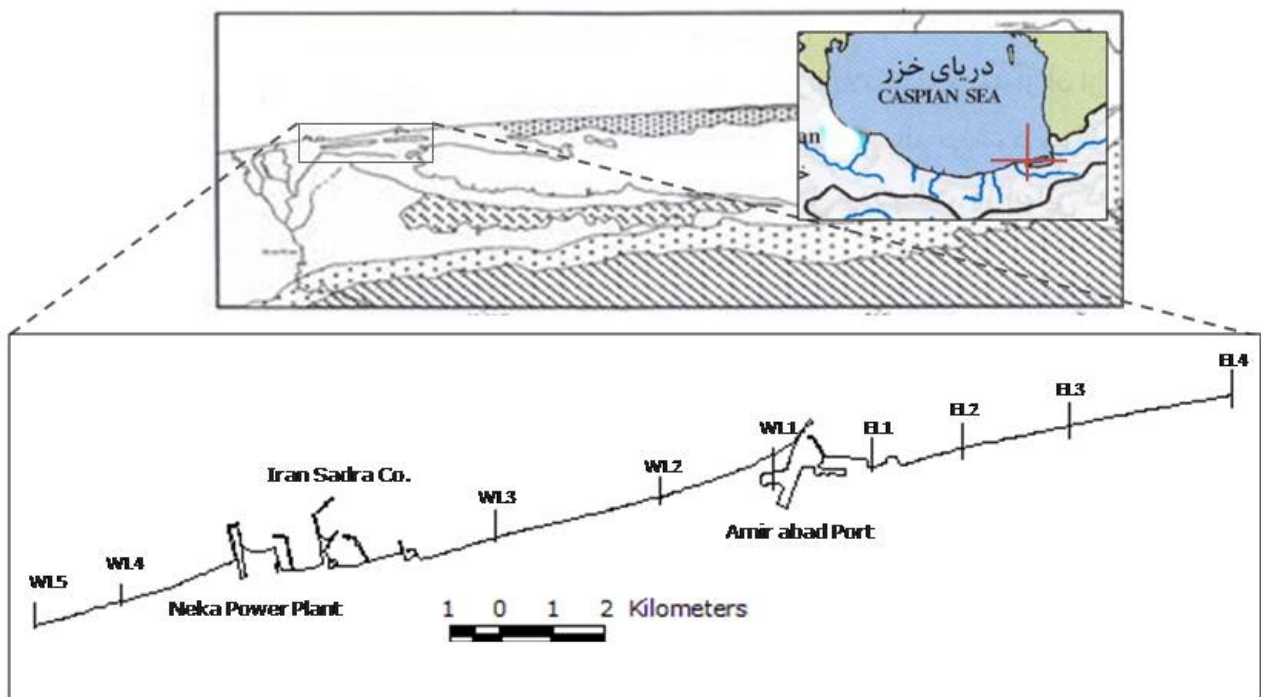
منطقه مورد مطالعه از نظر زمین‌شناسی بر روی زبانه ماسه‌ای میانکاله واقع شده که حاصل فرایندهای انتقالی رسوب کرانه‌ای و رسوبگذاری آنها در قالب زبانه‌های ماسه‌ای (Spits) است. منشأ این رسوبات عمدتاً از محیط خشکی و بیشتر رسوبات رودخانه نکا بوده است و به نظر می‌رسد که رشد زبانه از مصب رودخانه نکا آغاز می‌شود. بر اساس روش دو مارتن، سواحل جنوب شرقی دریای خزر دارای اقلیم خشک

ویژگی‌های زمین شناسی، می‌توانند دارای چهره فرسایشی و یا ته نشینی باشند. تمام سواحل درجه‌ای از هر دو عامل فرسایش و ته نشینی را تجربه می‌کنند. برخورد امواج به ساحل سبب فرسایش می‌شود، این فرسایش رسوباتی را تولید می‌کند که در طول ساحل حمل شده و در نواحی که انرژی امواج ضعیف است رسوب می‌دهد. فرسایش به عنوان یک معضل اصلی، هنگامی که انسان در فرآیند طبیعی مداخله کند بروز می‌کند، زیرا این امر می‌تواند به سهولت سبب افزایش رسوبات ته نشین شده به وسیله شکست امواج شود. در تجزیه و تحلیل فرآیندهای ساحلی، امواج باید از نظر مدل دینامیک حرکت، ارتفاع، پریود و جهت چگونگی عملکرد آنها در ناحیه ساحلی و حرکت مواد رسوبی مورد بررسی قرار گیرند. علت آن است که در مهندسی سواحل، تهیه نقشه و طراحی و ساخت، امواج موجب به هم خوردن و تغییرات کلی خط و ناحیه ساحلی می‌شوند (Khoshnavan 2007).

کشتی سازی ایران صدرا، شرکت حفاری دریایی شمال، پایانه نفتی نکا - بهشهر، شرکت نفت خزر، بندر عظیم امیرآباد، اداره هواشناسی و بندر صیادی امیرآباد و چند کیلومتر بعد از آن منطقه حفاظت شده میانکاله قرار گرفته (درب محیط زیست) است. محدوده‌ی مورد مطالعه تا چند کیلومتر ابتدای منطقه حفاظت شده را نیز شامل می‌شود. به‌منظور کم کردن خطا در تعیین مسیر حمل و نقل رسوبات، نمونه برداری‌ها در حاشیه ساحل به کمترین مقدار نسبت به فاصله نقاط در کل منطقه در نظر گرفته شد. منطقه با توجه به پیچیدگی‌های زیاد و فعالیت‌های انسانی، به سه زون تقسیم شد. زون ۱ (زون مرکزی، پرخطر یا کمپلکس امیرآباد) بین تسکارود (شاخه شرقی نکا رود که به دریا می‌ریزد) تا شرق بندر امیر آباد، زون ۲ (زون کم خطر یا زون نکا) از غرب شاخه فرعی (شرق) رودخانه نکا (تسکارود) تا غرب آن و زون ۳ (زون کم خطر یا زون میانکاله) از شرق بندر امیرآباد تا ابتدای منطقه حفاظت شده میانکاله (چند کیلومتری ابتدای منطقه حفاظت شده) قرار گرفته است. این منطقه وسعتی در حدود ۲۳ کیلومتر دارد. به منظور رسم بهتر و دقیق تر منحنی‌ها، و با توجه به تغییرات، منطقه از غرب به شرق به ۹ برش (بسته به دوری یا نزدیکی به سازه‌های ساحلی) به نام‌های WL1، WL2، WL3، WL4، WL5، EL1، EL2، EL3، EL4 تقسیم شد. تصاویر ۱ و ۲ موقعیت قرارگیری این برش‌ها را نشان می‌دهند.

۲- موقعیت جغرافیایی

منطقه مورد مطالعه در ساحل جنوب شرقی دریاچه کاسپین بین طولهای ۵۳ درجه و ۱۱ تا ۲۶ دقیقه شرقی و عرضهای ۳۶ درجه و ۴۹ تا ۵۲ دقیقه واقع شده است. مهمترین مراکز صنعتی واقع در این ناحیه از غرب به شرق عبارتند از نیروگاه حرارتی شهید سلیمی نکا، مجتمع



تصویر ۱- نحوه قرارگیری برشهای مورد مطالعه نسبت به یکدیگر.



تصویر ۲- موقعیت قرارگیری زون‌ها و برش‌های مورد مطالعه بر روی تصاویر ماهواره ای Google Earth, 2006 (دید عکس به سمت جنوب).

۳- مواد و روش‌ها

تجزیه و تحلیل اندازه دانه‌های رسوبی با استفاده از تکنیک‌های رسوبی و غربالگری استاندارد در آزمایشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران صورت گرفت. برحسب اینکه درصد رس تشکیل دهنده نمونه کمتر از ۱۰٪ کل نمونه باشد یا بیشتر، از غربالگرهای خشک و مرطوب استفاده شد.

در این مطالعات از سری غربال‌هایی با بازه‌های $p \ 1/4$ (به روش Sand Suite) استفاده شد. به کمک نرم افزارهای کامپیوتری، هیستوگرام، منحنی‌های توزیع عادی و تجمعی هر رسوب رسم شد. همچنین پارامترهای آماری رسوبات از جمله میانگین (Mz)، جورشدگی (σ_i)، چولگی (Ski) و کشیدگی (KG) نیز محاسبه و براساس جدول ۱ مورد تفسیر قرار گرفتند.

با توجه به مکانهای نمونه برداری در اعماق مختلف، نقشه عمق سنجی (Bathymetry) که در آن عمق نمونه‌های برداشته شده نسبت به هم مشخص شده، با استفاده از نرم افزارهای آماری (مثل Surfer) رسم گردید (تصویر ۳). تصویر سه بعدی منطقه نیز در تصویر ۴ ارائه شده است. همچنین منحنی و نقشه‌های مربوط به نحوه توزیع میانگین، جورشدگی و چولگی این رسوبات نیز رسم شد (تصویر ۵). از تلفیق این ۴ نقشه، روند حرکتی رسوبات بدست آمد (تصویر ۶). برای تفسیر بهتر نمونه‌ها و محیط رسوبی منطقه مورد مطالعه، نمودار تلفیقی از جورشدگی با میانگین کل نمونه‌های رسوبی رسم شد (تصویر ۷).

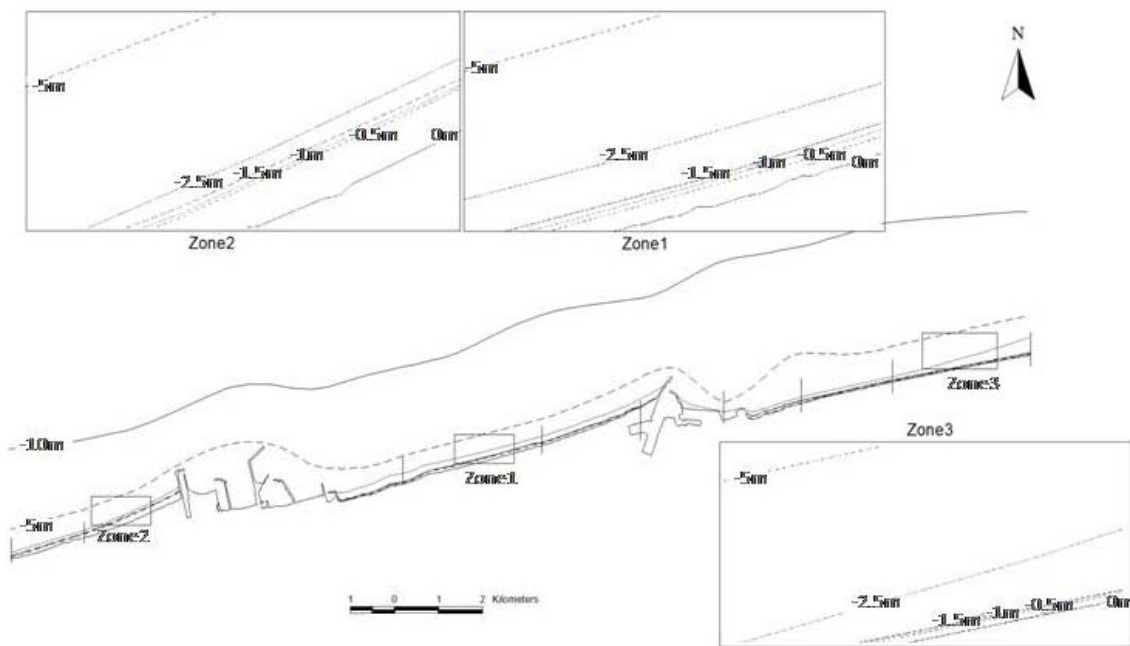
روش‌های بسیاری برای مطالعه مناطق ساحلی و دریایی وجود دارد. به منظور تعیین میزان تأثیر فعالیت‌های انسانی بر خطوط ساحلی و تعیین میزان تأثیر ساخت و سازهای ساحلی بر روند و جهت حرکت، اندازه، جورشدگی، چولگی، کشیدگی رسوبات و ... باید روند حمل و نقل رسوبات در این منطقه مشخص گردد. در ادامه، برای تعیین مسیر و جهت حرکت رسوبات، روش‌های نمونه برداری دریایی از جمله Le, Gao – Collins 1992, McLaren – Bowles 1985, Sunamura & Horikawa 1971 و Roux 1994 مورد بررسی قرار گرفتند. پس از جمع بندی، روش مناسبی برای مطالعه منطقه مورد نظر ارائه شد.

نمونه برداری در خطوط ساحلی تا اعماق ۱/۵ متری بصورت دستی و در اعماق بیشتر توسط چنگک‌های نمونه برداری از نوع ون وین (Van Veen Grab Sampler) انجام شد. نمونه برداری از مناطق ساحلی و کم عمق به صورت دستی با استفاده از شاخص و در اعماق بیشتر توسط عمق سنج قایق متد (قایق تحقیقاتی مرکز مطالعات خزر) در عمقهای مورد نظر صورت گرفت. موقعیت جغرافیایی آنها نیز توسط جی‌پی‌اس (Global Positioning System, GPS) ثبت گردید.

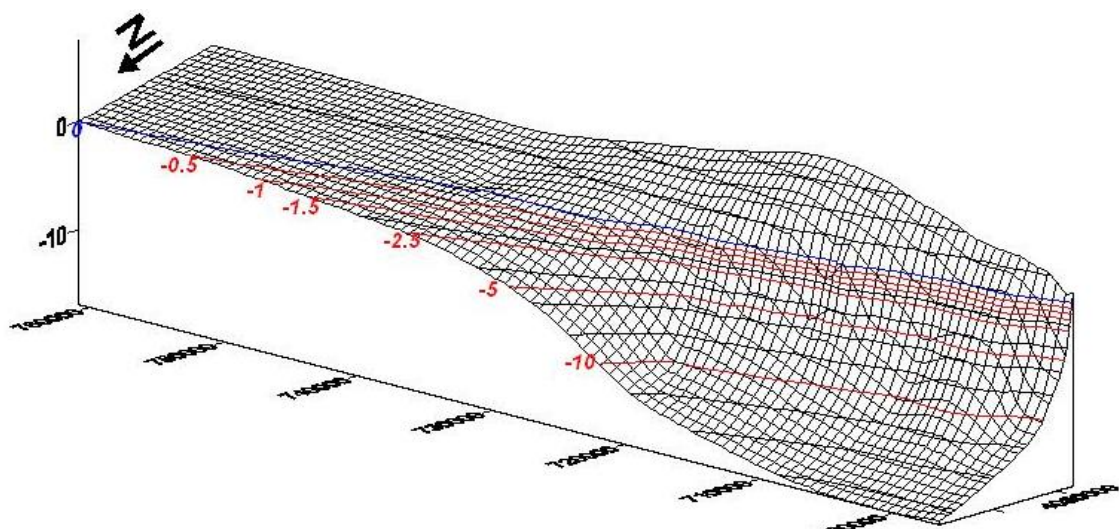
برای بررسی تغییرات جانبی در اندازه ذرات، ۹ برش عرضی به همراه نمونه‌های برداشتی از کل خط ساحل (نمونه برداری در آن به طور متوسط هر ۵۰۰ متر صورت گرفت است) مطالعه شدند.

جدول ۱- اطلاعات توصیفی برای پارامترهای اندازه دانه براساس روش لحظه‌ای (Blott et al. 2001).

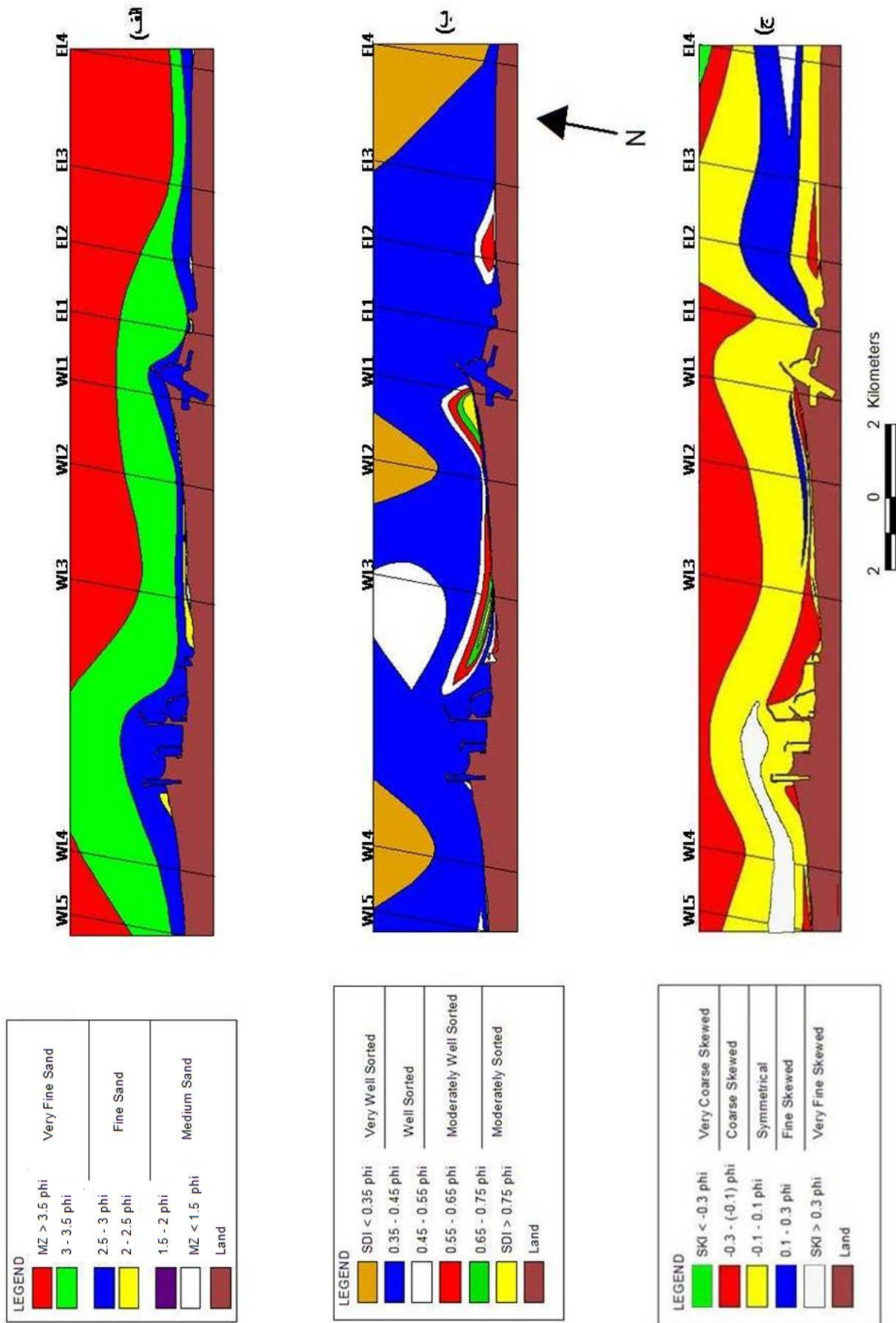
جورشدگی	چولگی	کشیدگی
$< 0/35$ خیلی خوب	$> 1/30$ خیلی ریز	$< 1/70$ بسیار پهن شده
$0/35 - 0/50$ خوب	$0/43 - 1/30$ ریز	$1/70 - 2/50$ پهن
$0/50 - 0/70$ متوسط خوب	$-0/43 - 0/43$ متقارن	$25/50 - 3/70$ متوسط
$0/70 - 1/00$ متوسط	$-0/43 - -1/30$ درشت	$3/70 - 7/40$ کشیده
$1/00 - 2/00$ ضعیف	$< -1/30$ خیلی درشت	$> 7/40$ بسیار کشیده
$2/00 - 4/00$ خیلی ضعیف		
$> 4/00$ بی نهایت ضعیف		



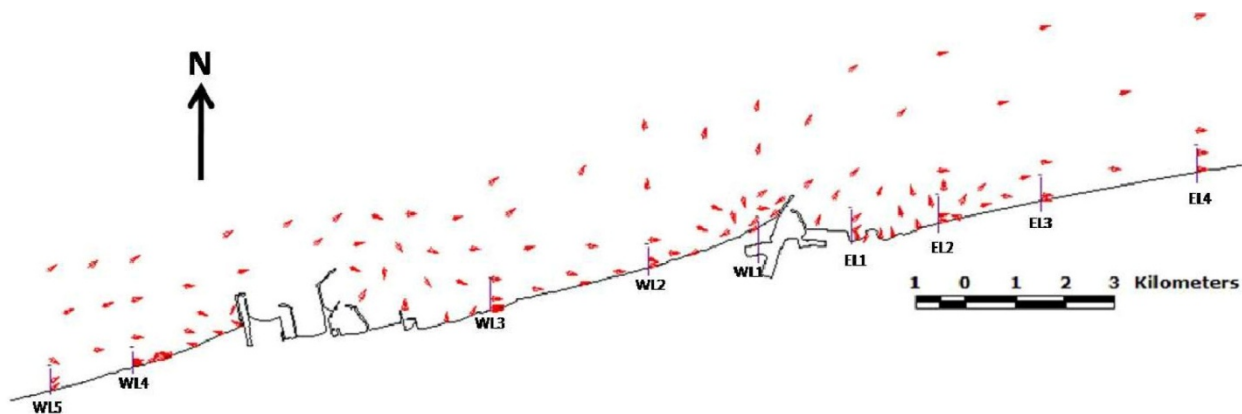
تصویر ۳- نقشه عمق سنجی منطقه مورد مطالعه .



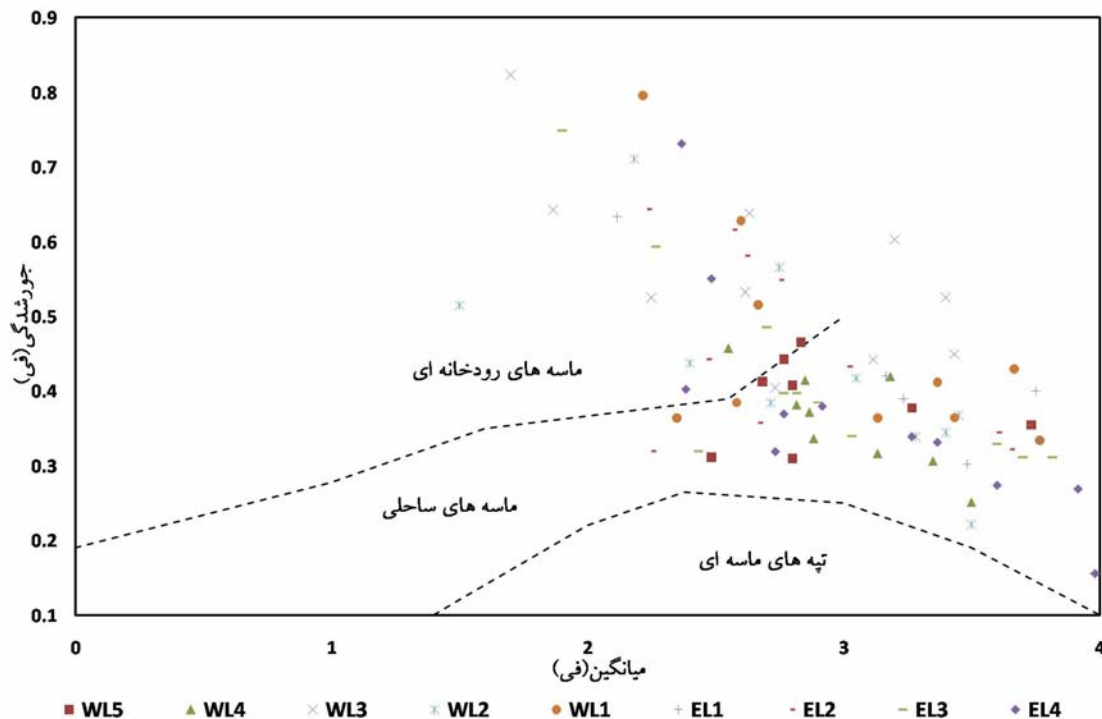
تصویر ۴- نمای سه بعدی از منطقه مورد مطالعه .



تصویر ۵- نحوه توزیع الف) میانگین، ب) جورشدهگی و ج) چولگی رسوبات منطقه مورد مطالعه.



تصویر ۶- نقشه روند حرکت رسوبات در منطقه مورد مطالعه.



تصویر ۷- نمودار پراکنش رسوبات برحسب میانگین و چولگی آنها (بر اساس نمودار Martins et al. 2003).

۴- تعیین روند حرکتی رسوبات

شاخص خوبی در دینامیک رسوب و در تعیین منابع رسوبی نمی‌باشد. بنابراین، در نظر گرفتن پارامترهای جانبی دیگری از جمله جورشدگی (Sorting) و عدم تقارن (Asymmetry) نمونه‌های رسوبی لازم به نظر می‌رسد (Maclaven – Bowles 1985).

بر اساس مطالعات سانامورا و هوریکواوا (Sunamura & Horikawa 1971) در جایی که مشارکت سایر منابع مواد رسوبی مهم نیست (مثل صخره‌ها، رودخانه‌ها و ...)، پارامترهای جورشدگی برای تخمین پراکنش رسوبات در محیطهای دریایی بسیار خوب عمل می‌کنند. همچنین رسوباتی که جابه‌جایی آنها در جهتی که میانگین اندازه آنها

برای تعیین روند حرکت رسوبات که معرف تأثیرات محیطی و انسانی بر محیط رسوبی است نیز مدل‌های مختلفی وجود دارد. هر مدل، پارامترهای رسوبی خاصی را در تعیین روند حرکتی رسوبات معرفی می‌نماید. بر اساس نظر کان یونگ و زیدی (Cunyong & Xiudi 2011)، توپوگرافی و هیدروگرافی اثر بسیار زیادی در کنترل اندازه‌ها (Grain-Size) که مهمترین پارامتر رسوبی در تعیین دینامیک است، دارند. توزیع اندازه ذرات با عمق بستر یک روند رو به افزایش (ارزشهای فی بالاتر) را نشان می‌دهد. البته اندازه دانه‌ها همیشه

عمق تر به سمت جنوب شرق تغییر کرده و با برخورد به موج شکن دچار یک حرکت چرخشی (در جهت عقربه‌های ساعت) شده و به سمت عقب برمی‌گردد. این چرخش قادر به تشکیل زبانه‌های ماسه‌ای در امتداد ساحل است، این همان مکانی است که در برداشتهای صحرایی ۵۰۰ متر به ۵۰۰ متر حرکت چرخشی در جهت عقربه‌های ساعت رسوبات در ساحل دیده شده که باعث ایجاد یک برجستگی، موازی ساحل شده بود.

هر چه از مکان برش WL4 به سمت موج شکن پیش رویم، رسوبگذاری در ساحل بیشتر و شیب ساحل کمتر می‌شود، بطوری که ساحل امتدادی را در جهت روند حرکتی رسوبات قبلی (شمال شرقی) پیدا می‌کند.

در زون دوم، به دلیل هجوم آب به ساحل و نبود رسوبات جایگزین در این جریانها، تخریب و عقب نشینی ساحل در قسمتهای غربی بسیار زیاد است. حرکتهای چرخشی (در جهت عقربه‌های ساعت) در شمال و شمال شرق نیروگاه، این منطقه را به یک گرداب با یک سینک رسوبی تبدیل نموده و مسیر حرکتی رسوبات را از شمال شرق منحرف و به سمت شرق و جنوب شرقی می‌کشاند. در ادامه، با رسوبات حاصل از تخریب ساحل که به عقب رانده شده‌اند (به سمت شمال) مخلوط کرده و به سمت مناطق شرقی تر می‌برد. در ادامه به دیوار حفاظتی و نهایتاً موج شکن غربی بندر امیرآباد برخورد کرده و مسیر رو به عقب را پیش می‌گیرد. در دو ناحیه، یکی فاصله بین برش‌های WL2 و WL3 و دیگری تقریباً در چند صد متر مانده به دیوار حفاظتی بندر، مکانهای مناسبی برای تشکیل زبانه‌های ماسه‌ای موازی ساحل ایجاد شده است. این مناطق درست منطبق با مکانهای تشکیل برجستگی‌های ماسه‌ای موازی ساحل در مناطق کم عمق و حرکت چرخشی در جهت عقربه‌های ساعت رسوبات می‌باشد که در برداشتهای صحرایی ۵۰۰ متر به ۵۰۰ متر دیده شده‌اند.

رسوبات به عقب برگشته در این مناطق بیشتر و وسیع تر می‌باشند (تغذیه توسط رسوبات تخریب شده سواحل غربی)، بنابراین زبانه ایجاد شده بزرگتر از نوع قبلی (در غرب نیروگاه نکا) است. حجم رسوبات انباشته شده در پشت بازوی موج شکن غربی بندر امیرآباد افزایش یافته و باعث کاهش آشفته‌گی‌های ایجاد شده در رسوبات و جریانهای غربی شده است. در نتیجه، امتداد ساحل به سمت شمال و شمال شرق تمایل بیشتری پیدا می‌کند.

در زون سوم، آشفته‌گی و تخریب‌ها با قدرت و وسعت بیشتری نسبت به مناطق غربی مشاهده می‌شود. در این زون نیز همانند زونهای قبلی با کوچکترین مانع بر سر راه حرکت رسوبات برگشت آنها به عقب را داریم که می‌تواند شروعی برای تشکیل یک زبانه ماسه‌ای باشد (مانند

کم می‌شود، جورشدگی‌شان افزایش می‌یابد، پس رسوبات سطحی خوب جور شده در مکانهای کم عمق، جایی که میانگین اندازه ذرات بزرگتر از مناطق عمیق هستند دیده می‌شود و این جور شدگی در مناطق عمیق، ضعیف همراه با دانه‌های ریز (ارزش فی بالاتر) است (Sunamura & Horikawa 1971). آنها در روش خود در تعیین روند حرکت رسوبات هیچ اعتقادی به استفاده از پارامترهای دیگری چون عدم تقارن ندارند. این در حالی است که براساس مطالعات سانچز و همکاران (Sanchez et al. 2008, 2010)، چنگ و همکاران (Cheng et al. 2004)، پارامتر عدم تقارن می‌تواند تا ۳۴ درصد منابع و روند حرکت رسوبات را توضیح دهد.

سانچز و همکاران (Sanchez et al. 2008, 2010) برای تعیین روند انتقال رسوب، میزان مشارکت هر یک از پارامترهای بافتی را این چنین تقسیم بندی می‌کنند که می‌توان تا ۷۵ درصد از اندازه و جورشدگی دانه‌ها و ۲۰٪ از پارامترهای غیر متقارن استفاده کرد. پویزوت و همکاران (Poizot et al. 2008) نیز معتقدند که برای ۵ درصد باقی مانده می‌توان از عوامل دیگری مانند عمق نمونه‌های برداشت شده و فاصله آنها از یکدیگر در تفسیر و تعیین بهتر روندهای حرکتی بهره برد. در این پژوهش برای تعیین روند حرکت رسوبات از نقشه‌های نحوه توزیع میانه، جورشدگی و چولگی رسوبات و همچنین نقشه عمق‌سنجی (Bathymetry) که در آن عمق نمونه‌های برداشت شده نسبت به هم مشخص است، استفاده شد (تصاویر ۳ و ۵).

باد و موج به عنوان عوامل اصلی ایجاد جریانهای دریایی، نقش اساسی در جابه‌جایی رسوبات دریایی دارند. منطقه مورد مطالعه جزء مناطق ساحلی (کم عمق) است و تنها تا عمق ده متری آن مورد بررسی قرار گرفته است. بنابراین علاوه بر نقشه‌های مذکور، از مشخصات گلبدها و گلموج‌ها نیز استفاده شد (اطلاعات هواشناسی مؤسسه ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۹) (تصویر ۶). بر اساس نقشه‌های تهیه شده، (تقسیم شده به سه زون از غرب به شرق) روند حرکت رسوبات اولین زون از غربی ترین قسمت منطقه مورد مطالعه (برش WL5) تا غرب موج شکن غربی نیروگاه نکا می‌باشد. روند حرکت دومین زون، از نیروگاه نکا تا غرب موج شکن غربی بندر امیرآباد و سومین زون از بندر امیرآباد تا شرقی ترین نقطه مورد مطالعه (برش EL4) می‌باشد. در زون اول، مسیر حرکت رسوبات در برش WL5 متأثر از ساخت و سازهای ساحلی و یا رسوبات تسکارود نمی‌باشد و اکثراً در جهت شمال شرقی است. این رسوبات به دلیل وجود مانع در سر راه خود (موج شکن غربی نیروگاه نکا)، قادر به ادامه حرکت در مناطق کم عمق در مسیر قبلی نبوده و در عمق‌های کمتر از ۵ متر، بی نظمی در آن رخ می‌دهد. مسیر آنها از شمال شرق به سمت شرق و در مناطق کم

محیطهای ساحلی، را از خود بروز می دهند ولیکن با ظهور اولین ساخت و ساز ساحلی این رسوبات در برشهای WL1, WL2, WL3, EL1, EL2, EL3, EL4 در برخی عمقها رفتاری به مانند رسوبات آشفته رودخانه ای نشان دادند. درست این نمونه هایی که رفتارهایی متفاوت از محیط های تشکیل خود را نشان می دهند همان نمونه هایی هستند که بر اثر به وجود آمدن سازه های ساحلی در جهت قبلی (قبل از ایجاد سازه ساحلی) خود حرکت نمی کنند و دچار چرخش و حرکتی به سمت شرق و جنوب شرق و نهایتاً "جنوب غرب شده اند. هیستوگرام این رسوبات دو یا چند منشاء بودن آنها را تأیید می کند.

۴- نتیجه گیری

جریانهای غالب در دریای کاسپین از شمال غرب به جنوب شرق می باشند، بنابراین یک برش از زون ۲، سه برش از زون ۳ و پنج برش از زون ۱ انتخاب گردید. هر برش از خط ساحل تا عمق ۱۰ متری را شامل می شود. بیشترین عمق نفوذ سازه های ساحلی در این منطقه حداکثر ۵ متر بوده، بنابراین حداکثر عمق نمونه برداری ۱۰ متر در نظر گرفته شد. از طرفی چون بیشترین تغییرات روند دانه بندی، جورشدگی، چولگی و کشیدگی رسوبات در عمق های پایین و Shore Lines می باشد، ترتیب نمونه برداری ها از ساحل به منطقه عمیق ۰، ۱/۵، ۱، ۲/۵، ۵، ۱۰ متر در نظر گرفته شد. برای کم کردن اثرات منفی نیز لبه کل ساحل را پیاده پیموده و هر ۵۰۰ متر نمونه هایی از خاکریز و خط ساحل به غیر از موارد استثنا برداشت گردید. موارد استثنا؛ شامل نواحی از ساحل هستند که یا به دلیل وجود Break Water مؤسسات ساحلی، ساحل ماسه ای نداریم و یا تغییرات مورفولوژی زیاد نزدیک بهم هستند و نیاز به نمونه های بیشتری است.

بر اساس منحنی های رسم شده، روند عمومی حرکت رسوبات بدون تأثیر از ساخت و سازهای ساحلی در جهت جنوب غرب - شمال شرق است.

وجود مانع بر سر راه حرکت رسوبات باعث برگشت به عقب و تغییر جهت به سمت شرق و جنوب شرق (در جهت عقربه های ساعت) شده است. در بخش ساحلی نیز زبانه های ماسه ای یا برجستگی های ماسه ای موازی ساحل ایجاد شده اند این فرایند در مقیاس بزرگتر دلیل چگونگی پیدایش زبانه ماسه ای میانکاله را توجیه می کند.

بطور کلی در بخش غربی هر سازه ساحلی پدیده رسوبگذاری و در بخش شرقی آن پدیده فرسایش مشاهده می شود. با پیشروی این سازه ها به درون دریا این فرایند نیز گسترش می یابد، بطوری که بیشترین میزان رسوبگذاری در غرب اسکله غربی بندر امیرآباد و بیشترین پدیده

آنچه که ابتدای منطقه حفاظتی میانکاله به دلیل وجود موانع حفاظتی در ساحل برای جلوگیری از نفوذ غیر قانونی به منطقه ایجاد شده).

در مقیاس بزرگتر به دلیل اتمام ساحل جنوبی دریا و وجود مانع در سر راه حرکت رسوبات به سمت شرق (ساحل شرقی دریا) و پیوستن رسوبات بالا دستی ساحل شرقی دریا به این رسوبات، یک برگشت رو به عقب رسوبات در ساحل جنوبی را داریم. در نهایت، باعث ایجاد زبانه ماسه ای بزرگی به نام میانکاله در منطقه ایجاد شده که انباشتهای مداوم رسوبات ساحلی با امتداد غربی - شرقی را به سمت شمال شرق منحرف ساخته است. عبارتی دیگر این پدیده را متعاقباً در منطقه مورد مطالعه با بروز کوچکترین مانع بر سر راه رسوبات چه در این نقشه و چه در بررسی های صحرائی مشاهده کرده ایم.

روند حرکتی رسوبات قبل از بروز هر مانع در جهت شمال شرق بوده که پس از برخورد با مانع معکوس می شود و به عقب برمی گردد. اگر رسوب از مانع عبور کند با یک سیکل چرخشی بزرگتر در جهت شرق و جنوب شرقی امتداد می یابد، بطوری که مثلاً رسوباتی با دانه بندی Shore Line (دانه درشت تر و جور شده تر) را در زون دوم در قسمتهای تقریباً "عمیق برش WL1 می توان دنبال کرد (یعنی حرکت رسوبات با یک اندازه دانه بندی و جورشدگی از شمال غرب به سمت جنوب شرق می باشد). عبارت دیگر اگر در مناطق بی خطر (بدون سازه حفاظتی) بخواهیم رسوبات با یک اندازه (Md)، جورشدگی و کشیدگی را به صورت خطوط ایزومتری بهم وصل کنیم، خطوطی منطبق با خطوط ایزومتری عمق سنجی بدست می آید. اما در مناطق پرخطر، این خطوط به جای امتدادهای غربی-شرقی و یا جنوب غربی-شمال شرقی (موازی ساحل) به روندهای شمال غربی-جنوب شرقی (امتدادهای رو به خشکی) تبدیل می شوند.

۵- منمنی تلفیقی جورشدگی با میانگین

مارتینز و همکاران (Martins et al. 2003) با مطالعه ۵۲۹۵ نمونه رسوبی از ۱۹۱ مقاله مربوط به ماسه های محیط های ساحلی، رودخانه ای و تپه های ماسه ای، نمودارهایی رسم نمودند که محیط های رسوبی نمونه ها را از یکدیگر تفکیک می کند.

نمودار میانگین با جورشدگی کلیه نمونه های رسوبی برداشت شده از محیط های ساحلی رسم گردید. علی رغم آنکه تمام نمونه ها خاص محیط های ساحلی بودند، برخی نمونه ها رفتاری متفاوت و مشابه محیط های رودخانه ای نشان دادند (تصویر ۷).

برای درک بهتر موضوع، نمودار چولگی با میانگین برش به طور جداگانه رسم شد. دیده شده که از غرب به شرق در برشهای WL4 و WL5 رسوبات رفتاری همانند آنچه که در آن واقع اند،

Ortiz-Hernández, C., López-Ortiz, E. & Aguiñiga, S., 2008, "Transporte y dispersión de los sedimentos superficiales en la Bahía de Chetumal inferido del análisis de tendencias texturales", *Journal Geological sciences*, Vol. 25 (3): 523-532.

Sánchez, A., Shumilin, E., López-Ortiz, E. B., Aguiñiga, S., Sánchez-Vargas, L., Romero-Guadarrama, A. & Rodriguez-Meza, D., 2010, "Sediment transport in Bahía Magdalena, inferred of grain-size trend analysis", *Journal Latinoamerican of Aquatic Science*, Vol. 38 (2): 167-177.

Sunamura, T. & Horikawa, K., 1971, "Predominant direction of littoral transport along Kujuyukuri Beach, Japan", *Coastal Engineering in Japan*, Vol. 14: 107-117.

فرسایش در شرق بندر صیادی امیرآباد مشاهده شده که همچنان نیز ادامه دارد.

به دلیل وجود سازه‌های مهندسی در سر راه حرکت رسوبات، رسوبات ساحلی به رسوبات رودخانه‌ای-توریداتی تبدیل می‌شوند. به بیان دیگر، رسوبات با برخورد به سازه‌های مهندسی در شرق آنها همانند یک سری رودخانه‌هایی در مسیر شمال غرب - جنوب شرق حرکت کرده و با برخورد به ساحل دوباره در جهت جنوب غرب - شمال شرق به راه خود ادامه می‌دهند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از مسئولان مرکز ملی مطالعات و تحقیقات دریای خزر به جهت همکاری در نمونه برداری برخی از رسوبات و موسسه اقیانوس شناسی به دلیل در اختیار گذاشتن اطلاعات باد و موج منطقه مورد مطالعه، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

مراجع

Blott, S.J. & Hpye, K., 2001, "GRADISTAT: A Grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments", *Earth Surf. Process Landforms*, Vol. 26: 1237-1248.

Cheng, P., Gao, S. & Bokuniewicz, H., 2004, "Net sediment transport patterns over the Bohai Strait based on grain size trend analysis", *Journal Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Vol. 60 (2): 203-212.

Cunyong, Zh. & Xiuli, F., 2011, "Natural and human-induced effect on grain size of surface sediments along the Lianyungang muddy coast, china", *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, Vol. 29 (2): 387-397.

Gao, S. & Collins, M.B., 1992, "Net sediment transport patterns inferred from grain-size trends, based upon definition of transport vectors", *Sedimentary Geology*, Vol. 81: 47-60.

Khoshrovan, H., 2007, "Beach sediments, morphodynamics, and risk assessment, Caspian Sea coast, Iran", *Quaternary International*, Vol. 167-168: 35-39.

Le Roux, J. P., 1994, "An alternative approach to the identification of net sediment transport paths based on grain-size trends", *Sedimentary Geology*, Vol. 94: 97-107.

Martins, L.R., 2003, "Recent Sediments and Grain-Size Analysis", *Gravel: 90-105*, ISSN 1678-5975.

McLaren, P. & Bowles, D., 1985, "The effects of sediment transport on grain-size distributions", *Journal Sedimentary Petrology*, Vol. 55: 457-470.

Poizot, E., Méar, Y. & Biscara, L., 2008, "Sediment trend analysis through the variation of granulometric parameters: A review of theories and applications", *Earth-Science Reviews*, Vol. 86 (1-4): 15-41.

Sánchez, A., Alvarez-Legorreta, T., Sáenz-Morales, R.,