

## Effect of Rip Currents on granulometry of sea bed sediments

Dehbashi, F.<sup>1</sup>  | Azarmsa, S. A.<sup>2</sup> 

1. Department of Marine Physics, Faculty of Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran. E-mail: [fatemeh.dehbashi@modares.ac.ir](mailto:fatemeh.dehbashi@modares.ac.ir)

2. **Corresponding Author**, Department of Marine Physics, Faculty of Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran. E-mail: [azarmsaa@modares.ac.ir](mailto:azarmsaa@modares.ac.ir)

(Received: 18 Jan 2022, Revised: 30 July 2022, Accepted: 10 Jan 2023, Published online: 14 June 2023)

### Summary

Rip current is one of the most important phenomena in coastal areas. Due to the importance of rip currents, which are directly related to human lives, they have been studied and evaluated from different approaches. This research aimed to determine rip currents' effect on the sediments' granulometry through sampling of the sediments in the rip channel and its surrounding area on the Caspian Sea coast. In this study, one station was selected in Noor city, Mazandaran province. Various factors such as lack of private property, easy access, lack of human manipulation, and knowledge of drowning rescuers about the location of the drowned were considered in the selection of the station. Then, in two seasons, winter (December and March) and spring (May and June), with the help of lifeguards and existing signs, the location of the rip canal was identified in the station and at least three sediment samples were taken from the channel and three samples from the environment around the channel using Grab. In addition, the water depths were estimated in the sediment sampling points using Echo sounder. The sediment samples were transferred to the laboratory and sediment particles were separated based on grain size using a shaker and multiple sieves (with a network mesh of 30, 50, 60, 80, 100, 140, 200, and 230). The data obtained from the shaker were entered into the excel page of GRADISTAT software and the characteristics of sediment samples including mean diameter ( $D_{50}$ ), mean degree of sorting, skewness, and kurtosis were calculated by Folk and Ward method. All sediment particle characteristics were compared between the rip channels and surrounding areas using an unpaired t-test. The results showed that among the sedimentation characteristics, no significant difference was observed between the channel and surrounding areas in the degree of sorting and kurtosis neither in the winter nor in the spring. In addition, the results of granulometry showed that  $D_{50}$ , mean particle size, and skewness of grain distribution of sediment particles were significantly different between the rip channel and the surrounding areas in the spring. The highest amount of  $D_{50}$  (with an average of 185.8 mm), mean (with an average of 202.7 mm) and skewness (0.48) of sediment particles were observed in the rip channel. These significant differences in particle characteristics were not observed in the winter samples probably due to the turbulent weather and sea currents. In addition, the average water depth of the rip channel was obtained at ca. 120 cm, while the average water depth of surrounding areas was estimated at ca. 85 cm. Therefore, we can state that some of the channel sediments have been removed by water flow in the channel. The higher energy and velocity of the flow in the channel than the surrounding environment has caused the transfer of sediments. On the other hand, sediment transport is directly related to other parameters such as sediment grain size. The present study showed that rip channels have sediments with significantly different characteristics than the surrounding sediments. The higher flow rate in the rip channel probably causes the removal of some fine-grained sediments and is not able to remove coarse-grained sediments. Removal of fine-grained sediments causes a change in the texture of the remaining sediments towards larger grains and these changes have caused a significant granulometric change between the rip channel and the surrounding environment, especially in the spring.

**Keywords:** Rip Current, Rip Channel, Granulometry, Coastal area, Caspian Sea.

## تأثیر جریان شکافنده بر دانه‌بندی رسوبات بستر دریا

فاطمه دهباشی<sup>۱</sup> | سیدعلی آزرمس<sup>۲</sup> ✉

۱. گروه فیزیک دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران. رایانامه: [fatemeh.dehbashi@modares.ac.ir](mailto:fatemeh.dehbashi@modares.ac.ir)

۲. نویسنده مسئول، گروه فیزیک دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران. رایانامه: [azarmsaa@modares.ac.ir](mailto:azarmsaa@modares.ac.ir)

(دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۸، بازنگری: ۱۴۰۱/۵/۸، پذیرش نهایی: ۱۴۰۱/۱۰/۲۰، انتشار آنلاین: ۱۴۰۲/۳/۲۴)

### چکیده

جریان شکافنده از جمله مهم‌ترین پدیده‌های مطرح در مناطق ساحلی است که علاوه بر تأثیرات فیزیکی قابل توجه در منطقه ساحلی، عامل بخش قابل توجهی از مرگ‌ومیرها و حوادث دریایی است. به همین دلیل این جریان توسط گروهی از محققان بین‌المللی از جنبه‌های مختلف مورد توجه قرار گرفته است. در این تحقیق سعی شده است با نمونه‌برداری از رسوبات کف کانال جریان شکافنده و محیط اطراف آن در سواحل دریای خزر، تأثیر جریان شکافنده بر دانه‌بندی این رسوبات مشخص شود. نمونه‌برداری به صورت ماهانه در دو فصل زمستان و بهار انجام شد. برای مقایسه ویژگی‌های رسوب در کانال ریپ و پشته‌های اطراف آن از آزمون تی تست غیر زوجی استفاده شد و اختلاف معنی داری در سطح ۹۵٪ مشاهده شد. نتایج گرانولومتری نشان داد که تفکیک داده‌ها به دو فصل زمستان و بهار نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار قطر میانه، میانگین اندازه ذرات و چولگی توزیع ذرات رسوب در کانال جریان شکافنده نسبت به محیط اطراف آن در فصل بهار شد. در فصل زمستان احتمالاً به دلیل آشفته‌گی آب‌وهوا و تلاطم در جریانات دریایی و امواج مرتفع حاصل از وزش بادهای شدید تفاوت مقدار این پارامترها در داخل کانال شکافنده و محیط اطراف آن معنی‌دار نبوده است.

واژه‌های کلیدی: جریان شکافنده، کانال ریپ، گرانولومتری، منطقه ساحلی، دریای خزر.

### ۱. مقدمه

مطالعه و گزارش شده است. کومار و پراسد (۲۰۱۴) بیان کردند که عامل مرگ‌ومیر صدها نفر در سواحل دنیا جریان شکافنده می‌باشد. در استرالیا گزارش کردند که مرگ‌ومیر حاصل از جریان‌های شکافنده بیشتر از مجموع مرگ‌ومیر افراد در طوفان، آتش‌سوزی طبیعت، سیل و حمله کوسه می‌باشد (برایتون و همکاران، ۲۰۱۳). دوم اینکه مطالعات بر درک و شناخت مردم از جریان شکافنده و کانال ریپ انجام شده است (مطالعات اجتماعی). در این خصوص در مطالعه‌ای که بر روی ۱۸۷ نفر به وسیله پرسشنامه در سواحل کرنوال انگلستان انجام شد، گزارش شد که مردم شناخت کاملی از جریان شکافنده و توانایی تشخیص منطقه ایجاد آن را ندارند (گالوپ و همکاران، ۲۰۱۶). همچنین وودوارد (۲۰۱۵) گزارش کرد که مردم شناخت و فهم ضعیفی از جریان شکافنده دارند و تأکید بر آموزش جوانان به‌ویژه آقایان

جریان شکافنده (Rip Current) یک نوع جریان خاص آبی است که در نزدیک سواحل و معمولاً در منطقه شکست امواج (Surf Zone)، تشکیل می‌شود. یک جریان شکافنده در حقیقت یک جریان قوی، باریک و کوچک‌مقیاس از نظر گستردگی در مقایسه با عمده جریان‌های دریایی است و از سمت ساحل به سمت دریا جریان می‌یابد (لینارس و همکاران، ۲۰۱۹). تغییرات سرعت و انرژی در قسمت‌های مختلف جریان شکافنده موجب ایجاد تغییر در بستر دریا و شکل‌گیری کانال ریپ (Rip Channel) در منطقه ساحلی می‌شود (دانگ و همکاران، ۲۰۱۵).

جریان شکافنده و کانال ریپ تاکنون از زوایای مختلف در جهان مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفته‌اند که عمده مطالعات به سه دسته کلی قابل تقسیم‌بندی می‌باشند. اول اینکه تأثیر جریان‌های شکافنده بر مرگ‌ومیر انسان‌ها

اتفاق نظر وجود دارد که کانال‌های ریپ عارضه و مکانیسم مهمی برای انتقال رسوب در دریا هستند (شورت، ۱۹۸۵؛ مک ماهان و همکاران، ۲۰۰۵) و نه تنها بر مورفولوژی ساحل تأثیر می‌گذارند، بلکه موجب تغییر توزیع اندازه ذرات رسوبات در منطقه نزدیک ساحل می‌شوند (برندر، ۱۹۹۹b؛ ترونتون و همکاران، ۲۰۰۷).

به طور کلی، داده‌های اندازه دانه‌های رسوب اطلاعات گسترده‌ای را در مورد فرآیندهای رسوب‌گذاری ارائه می‌کنند و برای درک ویژگی‌های هیدرودینامیکی مناطق دریایی ضروری هستند (آزرما، ۲۰۰۲، ژنگ و همکاران، ۲۰۱۶؛ بنگ و همکاران، ۲۰۱۹). با این وجود، بررسی تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که مطالعه‌ای در مورد تفاوت ویژگی‌های رسوبات داخل کانال ریپ و رسوبات موجود در ناحیه اطراف آن انجام نشده است. جریان شکافنده مهم‌ترین دلیل غرق شدن مردم ایران در دریا بوده است (سیوف جهرمی و قادری، ۲۰۱۴). بر اساس مطالعات انجام شده، اکثر غرق‌شدگان در محل وقوع جریان شکافنده و وجود کانال ریپ دچار حادثه شده‌اند (حیدری و آزرما، ۲۰۰۶)؛ بنابراین هرگونه مطالعه بر روی جریان‌های شکافنده و کانال‌های ریپ شامل شناخت تأثیر عوامل مختلف بر این جریان‌ها، بررسی رابطه و نحوه اندرکنش عوامل محیطی با کانال‌های ریپ و شناسایی جنس و مطالعه دانه‌بندی و دیگر مشخصات رسوبات داخل و خارج این کانال‌ها حائز اهمیت علمی و کاربردی است که می‌تواند برای کاهش مرگ‌ومیر شناگران و استفاده‌کنندگان از ساحل مفید باشد.

با توجه به اینکه جریان‌های شکافنده و کانال‌های ریپ از جمله پدیده‌های تازه شناخته شده در محیط‌های ساحلی هستند و هنوز ویژگی‌ها و مشخصات آن‌ها به طور کامل شناسایی نشده است، بدون انجام تحقیق نمی‌توان حقایق و جزئیاتی مانند وجود یا عدم وجود کانال‌های ریپ در هر منطقه دریایی موردنظر، ماندگاری یا فصلی بودن آن‌ها، ابعاد و مشخصات آن‌ها، میزان سرعت جریان در کانال و

در شناخت جریان شکافنده و مواجهه با آن کرد. همچنین برنستورم و همکاران (۲۰۱۴) با نشان دادن ۵ عکس مختلف از جریان‌های شکافنده به ۳۹۶ فرد در سواحل تگزاس گزارش کردند که فقط ۱۳ درصد از مردم توانایی تشخیص شرایط خطر را داشتند. کسانی که جواب درست را دادند آن‌هایی بودند که با شناخت بهتر امواج و منطقه شکست آن‌ها، مناطق و محدوده‌های در معرض خطر را بهتر تشخیص دادند. سومین نوع مطالعات، بررسی خصوصیات فیزیکی و عوامل تأثیرگذار بر جریان شکافنده و کانال ریپ بوده است. به‌عنوان مثال گزارش شده که هم ویژگی‌های موج و هم خصوصیات رسوبات می‌توانند بر توسعه و تشکیل کانال ریپ تأثیر بگذارند (دانگ و همکاران، ۲۰۱۵؛ کستل و همکاران، ۲۰۱۶).

امواج از طریق وزش باد بر روی سطح آب، انرژی گرفته و تشکیل می‌شوند و هنگام رسیدن به منطقه شکست مقدار زیادی از این انرژی را از دست می‌دهند. شکست امواج باعث آشفتگی در ستون آب و حرکت رسوبات می‌شود (کبیری سمانی و همکاران، ۲۰۱۱؛ آزرما، ۲۰۱۹). منطقه ساحلی محل تخلیه انرژی امواج و حرکات پر رنگ رسوبات و شکل‌گیری جریان‌ها مختلف است (شارکی و آزرما، ۲۰۱۹). شکست امواج از عوامل اصلی شکل‌گیری جریان‌های مهم ساحلی از جمله جریان شکافنده در سواحل است. رخداد انتقال رسوب توسط جریان ریپ در تحقیقات گذشته گزارش شده است (از جمله ترپ و همکاران، ۲۰۱۳؛ ولی‌پور و همکاران، ۲۰۱۴). سرعت بالاتر آب در جریان شکافنده نسبت به مناطق اطراف آن می‌تواند ماسه‌های بستر را شسته و به سمت دریا منتقل کند و کانال ریپ را با اندازه‌های ماسه و دانه‌بندی متفاوت نسبت به محیط اطراف آن (خارج کانال ریپ یا به اصطلاح پشته کانال) ایجاد کند. اگرچه تحقیقات محدودی در مورد تعیین میزان و کمیت انتقال رسوب در کانال‌های ریپ وجود دارد (آگارد و همکاران، ۱۹۹۷؛ برندر، ۱۹۹۹a؛ کونته، ۲۰۰۸، مورالید هاران و همکاران، ۲۰۱۵)، اما بین دانشمندان ساحلی

از همه مهم‌تر تأثیر واقعی این عوامل بر توزیع و دانه‌بندی رسوبات داخل و خارج کانال ریپ را مشخص کرد. در این مقاله، پس از کشف کانال‌های ریپ در منطقه مورد مطالعه، تأثیر نهایی امواج شکنا (Breaking waves) و در نتیجه جریان‌های شکافنده بر توزیع اندازه دانه و مشخصات آماری آن در منطقه دریایی نور واقع در قسمت جنوبی دریای خزر با انجام نمونه‌برداری و مقایسه ویژگی‌های رسوبات داخل کانال ریپ و رسوبات واقع در محیط اطراف آن بررسی شده است.

## ۲. روش پژوهش

### ۱-۲. منطقه مورد مطالعه و انتخاب ایستگاه

منطقه مورد مطالعه شامل سواحل جنوبی دریای خزر محدوده شهرستان نور می‌باشد. ابتدا برای شناسایی کلی منطقه وقوع جریان شکافنده، پیمایش زمینی از رویان تا رستم رود انجام شد و با افراد مرتبط و آشنای محلی از جمله افراد نجات‌غریق مصاحبه و در مورد مکان‌هایی که احتمال وقوع جریان شکافنده در آنجا بیشتر است بررسی لازم انجام شد. سپس در این محدوده اقدام به انتخاب یک ایستگاه شد (شکل ۱). عوامل مختلفی از جمله عدم مالکیت خصوصی، دسترسی آسان، عدم دست‌کاری انسان و شناخت ناجیان غریق در مورد مکان غرق‌شدگان، در انتخاب ایستگاه مدنظر قرار گرفت.

### ۲-۲. شناسایی کانال ریپ و نمونه‌برداری از رسوب

پس از شناسایی ایستگاه در آن با پیمایش بصری اقدام به شناسایی محل شکل‌گیری کانال‌های ریپ شد. طبق مطالعات به عمل آمده روش شناسایی محل کانال‌های ریپ، استفاده از تغییرات ظاهری در محیط دریا شامل محل تغییر رنگ آب، محل وجود کف روی آب، محل تجمع یا مسیرهای حرکت واریزه‌های چوبی و خاشاک روی آب است. در ساحل ماسه‌ای نشانه‌هایی همانند شکل

هلال یافت می‌شود که نوک هلال جایی است که جریان شکافنده پدیدار می‌شود. نشانه‌های دیگر عبارت‌اند از اینکه اگر کسی روی تپه‌های ماسه‌ای، نیمکت‌های چوبی یا روی سقف خودرویی بایستد و به کرانه دریا نگاه کند راه‌ها و شکل‌هایی را که به بادبزنی دستی شباهت دارد خواهد دید به گونه‌ای که دسته بادبزنی به سوی سواحل و دهنه باز آن به سوی دریاست. رنگ روشن در کف آب نشانه وجود جریان شکافنده است (شوشتری زاده ناصری و توکلی، ۲۰۱۳). در دو فصل زمستان (دی‌ماه و اسفندماه) و بهار (اردیبهشت و خرداد) با کمک ناجیان غریق و نشانه‌های موجود محل کانال ریپ شناسایی و سپس، اقدام به نمونه‌برداری حداقل سه نمونه رسوب از بستر کانال و سه نمونه از محیط اطراف کانال (از این به بعد پشته نامیده می‌شود) به صورت کاملاً تصادفی توسط گرپ شد (شکل ۱ محل نمونه‌برداری از کانال و پشته جریان شکافنده در خرداد ماه را نشان می‌دهد). تعداد کانال‌های ریپ در هر ماه از یک تا سه عدد بسته به حضور و تشکیل آن‌ها، شناسایی شد. در هر نوبت اندازه‌گیری عمق کانال ریپ و پشته با استفاده از دستگاه اکوساندر (در اعماق بیشتر از ۱/۵ متر) و خط‌کش مدرج (در اعماق کمتر از ۱/۵ متر) اندازه‌گیری و یادداشت می‌شد. مجموعاً ۱۹ نمونه رسوب از پشته و ۱۲ نمونه رسوب از کانال برداشت شد که مختصات جغرافیایی، مقدار برداشت عمق در محل نمونه‌برداری‌ها در جدول ۱ آورده شده است. لازم به ذکر است جهت اطمینان از وجود کانال ریپ، علاوه بر مشاهده و وجود ویژگی‌ها بصری، ناجیان غریق نیز تأیید و تأکید بر حضور جریان شکافنده در ساعات گذشته در منطقه می‌کردند (ناجیان غریق به زبان محلی به جریان شکافنده، روگ می‌گویند) و در یک مورد با قرار دادن قطعه‌ای چوب و برگشت و حرکت سریع آن به سمت دریا، اطمینان از وجود جریان شکافنده در لحظه نمونه‌برداری نیز حاصل شد.



شکل ۱. مختصات جغرافیای منطقه مورد مطالعه و محل تقریبی وجود کانال ریپ، شهر نور، استان مازندران. بالون‌های سبز و قرمز به ترتیب نقاط نمونه‌گیری از رسوب داخل (کف) و محیط اطراف کانال ریپ (پشته) را در خردادماه نشان می‌دهند.

جدول ۱. مختصات جغرافیایی، محل نمونه‌برداری در کانال ریپ، عمق و وزن خشک نمونه‌های رسوب.

عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	عمق (cm)	وزن ماسه خشک برداشت شده (gr)	محل برداشت	زمان برداشت
۳۶°۳۴'۳۷/۸۶۰۰"	۵۱°۵۹'۲۶/۶۴۰۰"	۶۵	۲۱۳/۲۸	پشته	دیماه ۱۳۹۷
۳۶°۳۴'۳۷/۸۰۰۰"	۵۱°۵۹'۲۶/۲۲۰۰"	۸۱	۲۰۳/۶	کانال	
۳۶°۳۴'۳۷/۶۲۰۰"	۵۱°۵۹'۲۵/۳۸۰۰"	۶۷	۱۸۳/۹۵	پشته	
۳۶°۳۴'۳۷/۲۶۰۰"	۵۱°۵۹'۲۵/۲۰۰۰"	۵۰	۲۱۵/۱۹	پشته	
۳۶°۳۴'۳۷/۳۸۰۰"	۵۱°۵۹'۲۶/۰۴۰۰"	۷۳	۳۰۱/۶۳	کانال	
۳۶°۳۴'۳۷/۴۴۰۰"	۵۱°۵۹'۲۶/۸۲۰۰"	۴۶	۲۰۷/۴۱	پشته	
۳۶°۳۴'۳۷/۵۴۰۰"	۵۱°۵۹'۲۵/۴۴۰۰"	۹۱	۲۹۴/۸۷	کانال	اسفند ۱۳۹۷
۳۶°۳۴'۳۷/۹۲۰۰"	۵۱°۵۹'۲۶/۵۸۰۰"	۶۹	۲۳۹/۱۲	پشته	
۳۶°۳۴'۳۷/۸۰۰۰"	۵۱°۵۹'۲۶/۲۲۰۰"	۷۹	۳۳۰/۲۴	پشته	
۳۶°۳۴'۳۷/۶۲۰۰"	۵۱°۵۹'۲۵/۳۸۰۰"	۷۰	۲۱۰/۱۰	پشته	
۳۶°۳۴'۳۷/۲۶۰۰"	۵۱°۵۹'۲۵/۲۰۰۰"	۵۴	۲۶۵/۸۹	پشته	
۳۶°۳۴'۳۷/۳۲۰۰"	۵۱°۵۹'۲۶/۰۴۰۰"	۷۰	۲۱۴/۲۱	کانال	
۳۶°۳۴'۳۷/۴۴۰۰"	۵۱°۵۹'۲۶/۷۶۰۰"	۵۲	۲۲۰/۵۹	کانال	اردیبهشت ۱۳۹۸
۳۶°۳۴'۳۹/۵۴۰۰"	۵۱°۵۹'۲۵/۴۴۰۰"	۸۶	۱۹۳/۱۸	کانال	
۳۶°۳۴'۳۹/۰۰۰۰"	۵۱°۵۹'۴۰/۰۲۰۰"	۷۸	۲۳۵/۸۸	پشته	
۳۶°۳۴'۳۹/۰۰۰۰"	۵۱°۵۹'۳۹/۱۲۰۰"	۱۰۰	۲۴۳/۲۰	کانال	
۳۶°۳۴'۳۸/۷۰۰۰"	۵۱°۵۹'۳۹/۱۲۰۰"	۸۰	۲۰۹/۵۰	پشته	
۳۶°۳۴'۳۷/۵۶۰۰"	۵۱°۵۹'۳۳/۷۲۰۰"	۹۵	۲۳۷/۸۹	پشته	
۳۶°۳۴'۳۷/۵۰۰۰"	۵۱°۵۹'۳۳/۴۲۰۰"	۱۲۰	۱۴۸/۲۱	کانال	خرداد ۱۳۹۸
۳۶°۳۴'۳۷/۳۸۰۰"	۵۱°۵۹'۳۳/۱۲۰۰"	۹۲	۲۰۳/۰۲	پشته	
۳۶°۳۴'۳۷/۰۲۰۰"	۵۱°۵۹'۲۸/۵۰۰۰"	۱۰۵	۲۰۶/۱۲	پشته	
۳۶°۳۴'۳۶/۹۶۰۰"	۵۱°۵۹'۲۸/۲۰۰۰"	۱۱۰	۱۷۵/۰۰	کانال	
۳۶°۳۴'۳۶/۹۰۰۰"	۵۱°۵۹'۲۷/۵۴۰۰"	۹۰	۲۱۹/۸۹	پشته	
۳۶°۳۴'۳۸/۵۲۰۰"	۵۱°۵۹'۲۶/۶۴۰۰"	۱۲۰	۳۳۵/۲۴	پشته	
۳۶°۳۴'۳۹/۰۰۰۰"	۵۱°۵۹'۲۵/۲۰۰۰"	۲۲۰	۳۳۲/۱۸	کانال	خرداد ۱۳۹۸
۳۶°۳۴'۴۰/۲۰۰۰"	۵۱°۵۹'۲۶/۴۰۰۰"	۱۵۰	۲۱۱/۷۴	پشته	
۳۶°۳۴'۴۰/۳۲۰۰"	۵۱°۵۹'۲۱/۳۰۰۰"	۲۱۰	۲۱۶/۷۰	کانال	
۳۶°۳۴'۳۹/۶۰۰۰"	۵۱°۵۹'۱۸/۴۲۰۰"	۱۷۰	۲۶۸/۰۳	پشته	
۳۶°۳۴'۴۰/۵۰۰۰"	۵۱°۵۹'۳۵/۱۰۰۰"	۱۱۰	۲۲۱/۹۳	پشته	
۳۶°۳۴'۴۰/۶۲۰۰"	۵۱°۵۹'۳۹/۵۴۰۰"	۲۰۰	۱۹۳/۵۸	کانال	
۳۶°۳۴'۴۲/۰۶۰۰"	۵۱°۵۹'۴۲/۱۲۰۰"	۱۱۰	۲۲۰/۲۴	پشته	

## ۳-۲. آنالیز آزمایشگاهی و آماری

نمونه‌های رسوب به آزمایشگاه منتقل و تفکیک ذرات رسوبات بر اساس اندازه دانه‌ها با استفاده از دستگاه شیکر و الک‌های چندگانه (با شبکه‌های اسمی ۳۰، ۵۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰، ۱۴۰، ۲۰۰ و ۲۳۰) مطابق روش و استانداردهای بین‌المللی (پاپ و همکاران، ۲۰۰۰) انجام شد. سپس با تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از آزمایش دانه بندی، ویژگی‌های آماری نمونه‌های رسوب شامل قطر میانه (D<sub>50</sub>)، قطر میانگین (Mean)، درجه جورشدگی (Sorting)، چولگی (Skewness) و کشیدگی (Kurtosis) با استفاده از روش فولک و وارد (۱۹۵۷) محاسبه می‌شود.

چولگی در تحقیق حاضر اشاره به توزیع اندازه ذرات در مقیاس phi دارد. بنابراین چولگی مثبت نشان‌دهنده فراوانی ذرات درشت (Coarse Grain) با یک دم به سمت ذرات ریز می‌باشد و چولگی منفی نشان‌دهنده فراوانی ذرات ریز با یک دم به سمت ذرات درشت رسوبات می‌باشد (مک لارن، ۱۹۸۱).

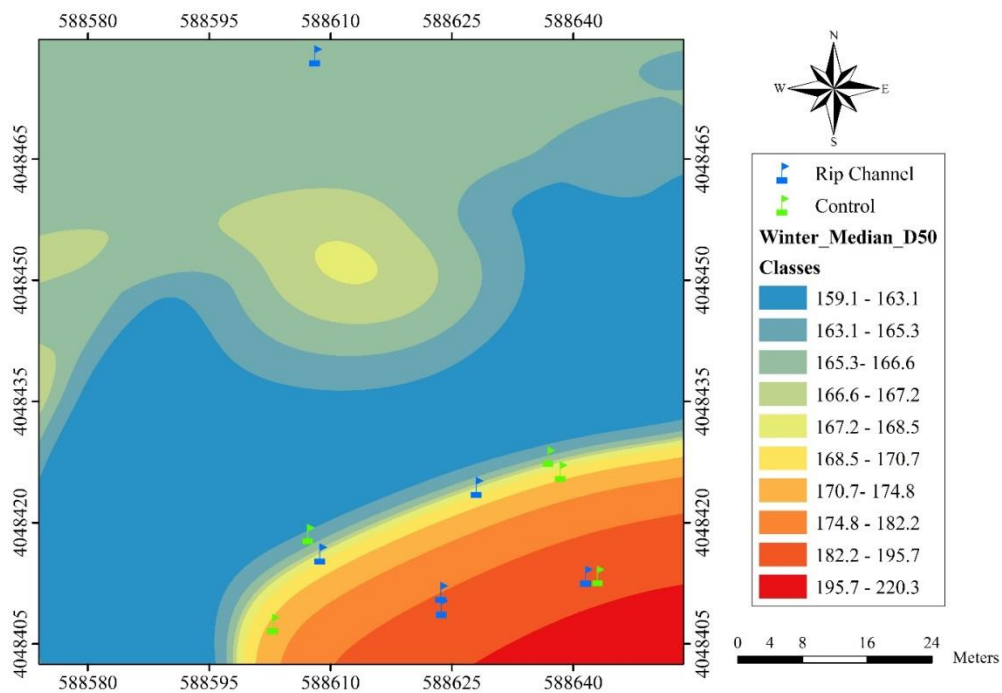
برای مقایسه ویژگی‌های رسوب (قطر میانه، قطر میانگین، درجه جورشدگی، چولگی و کشیدگی) بین کانال ریپ و پشته‌های اطراف آن از آزمون تی تست غیر زوجی استفاده شد و اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵٪ ارائه شد. قبل از هرگونه آنالیز آماری، نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون کلموگراف اسمیرنوف تست شد (زارع چاهوکی، ۲۰۱۰). آنالیزهای آماری در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ انجام شد.

## ۳. نتایج و بحث

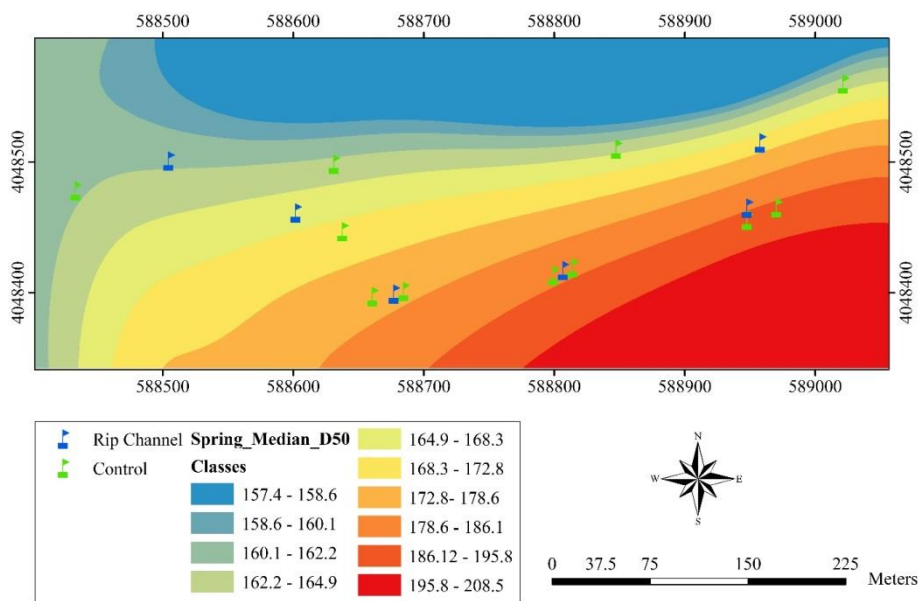
نتایج به دست آمده نشان داد که متوسط عمق کانال ریپ در ماه‌های دی، اسفند، خرداد و اردیبهشت به ترتیب ۸۲، ۷۸، ۲۱۰ و ۱۱۰ سانتی‌متر و متوسط عمق پشته ریپ به ترتیب ۵۷، ۶۱، ۱۳۲ و ۹۰ سانتی‌متر بوده است (جدول ۱). به این ترتیب در دوره اندازه‌گیری متوسط عمق پشته ریپ

۸۵ سانتی‌متر و متوسط عمق کانال‌های ریپ ۱۲۰ سانتی‌متر بوده است. به عبارت دیگر، جریان‌های شکافنده منطقه موجب افزایش عمق دریا در محل کانال ریپ به میزان متوسط ۳۵ سانتی‌متر (۴۱٪ بیشتر از عمق پشته‌ها) در دوره اندازه‌گیری شده‌اند.

به منظور بررسی ویژگی‌های رسوبی مقادیر قطر میانه، قطر میانگین، جورشدگی، کشیدگی و چولگی به دست آمده از اندازه‌گیری‌های انجام شده در هر دو محیط داخل کانال‌های ریپ مشاهده شده در منطقه و بر روی پشته‌های اطراف این کانال‌ها در نقشه منطقه وارد و با درون‌یابی نحوه تغییرات این پارامترها در هر دو فصل زمستان و بهار مورد بررسی قرار گرفت (شکل‌های ۲ تا ۱۱). شکل‌های ۲ و ۳ نحوه توزیع قطر میانه در منطقه مطالعاتی را به ترتیب در فصل زمستان و بهار نمایش می‌دهند. در هر دو فصل مقدار میانه رسوبات از سمت ساحل به سمت دریا کاهش می‌یابد. زاویه میل ۴۵ درجه به چپ نشان‌دهنده تأثیرات مورفولوژیک و هیدروگرافی منطقه مطالعاتی بر توزیع قطر میانه رسوبات است. محدوده تغییر قطر میانه در زمستان از حدود ۲۲۰ میکرومتر در نزدیک ساحل تا حدود ۱۵۹ میکرومتر در مناطق دورتر از ساحل است. قطر میانه رسوبات در فصل بهار این محدوده ۲۵۰ میکرومتر تا ۱۵۱ میکرومتر گسترده شده است. در هر دو فصل تفاوت فاحشی بین قطر میانه اندازه‌گیری شده در درون کانال‌های شکافنده (پرچم‌های آبی) و در محل پشته‌ها در محدوده اطراف این کانال‌ها (پرچم‌های سبز) مشاهده نمی‌شود. علت این امر به نزدیکی محل‌های اندازه‌گیری در کانال و بر روی پشته و نیز به گذرا بودن جریان‌های شکافنده در منطقه مربوط می‌شود. اگر جریان‌های شکافنده مانند جریان‌های دائمی همواره در منطقه و در محل مشخص حضور می‌داشتند، تفاوت قطر میانه درون و بیرون کانال بیشتر می‌شد. به همین دلیل ضروری است تا با انجام بررسی‌های آماری به بررسی تفاوت‌ها و تشابهات قطر میانه در درون و بیرون کانال ریپ پرداخته شود.



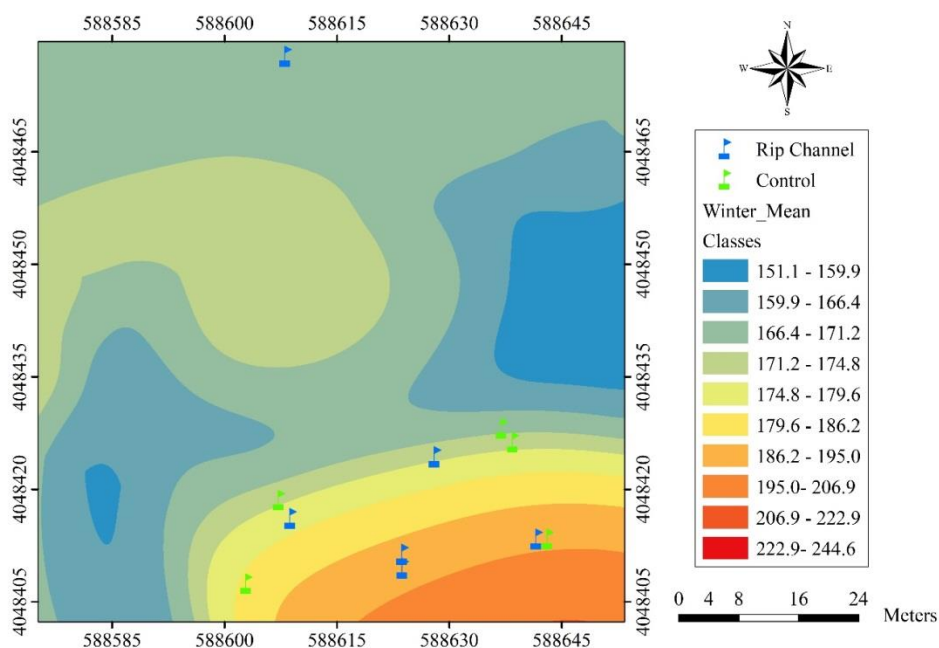
شکل ۲. نقشه مقدار میانه قطر رسوبات و نحوه توزیع آن در منطقه مطالعاتی در فصل زمستان.



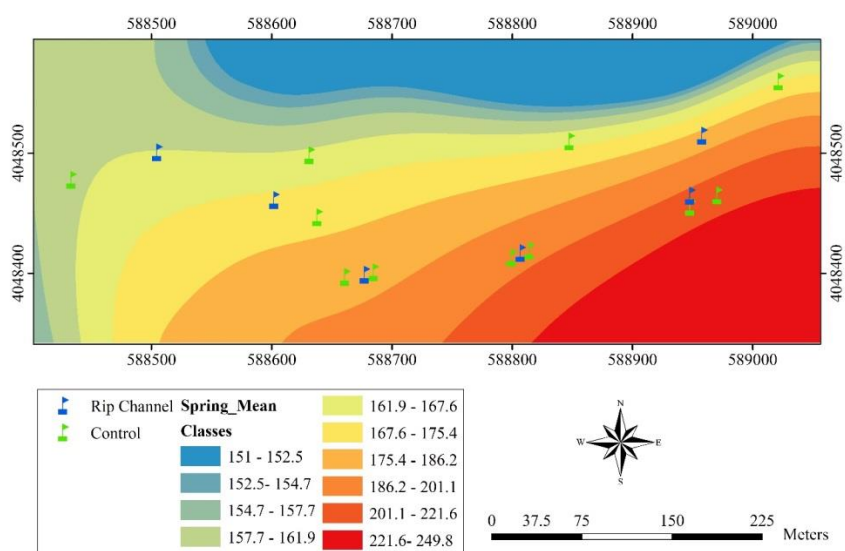
شکل ۳. نقشه مقدار میانه قطر رسوبات و نحوه توزیع آن در منطقه مطالعاتی در فصل بهار.

گسترده شده است. در فصل زمستان، تفاوت مقادیر میانگین قطر رسوبات اندازه‌گیری شده در درون و بیرون کانال تفاوت محسوس قاب مشاهده چشمی را نشان نمی‌دهند. ولیکن، در فصل بهار تفاوت‌ها مشهودتر است و گاه مقادیر میانگین بیرون از کانال و گاه مقادیر داخل کانال افزون‌تر از دیگری می‌باشند.

شکل‌های ۴ و ۵ نحوه توزیع قطر میانگین در منطقه مطالعاتی را در دو فصل زمستان و بهار نشان می‌دهند. محدوده تغییر قطر میانگین در زمستان از حدود ۲۰۷ میکرومتر در نزدیک ساحل تا حدود ۱۵۱ میکرومتر در مناطق دورتر از ساحل است. قطر میانگین رسوبات در فصل بهار این محدوده ۲۵۰ میکرومتر تا ۱۵۱ میکرومتر



شکل ۴. نقشه مقدار میانگین قطر رسوبات و نحوه توزیع آن در منطقه مطالعاتی در فصل زمستان.



شکل ۵. نقشه مقدار میانگین قطر رسوبات و نحوه توزیع آن در منطقه مطالعاتی در فصل بهار.

ناحیه مقدار جورشدگی با شیب بیشتری کاهش می‌یابد. در فصل بهار، الگوی متفاوتی از جورشدگی رسوبات نسبت به زمستان در منطقه مطالعاتی مشاهده می‌شود. در منطقه قرمز رنگ میزان تغییرات شدید است و در برخی مناطق دیگر (مناطق آبی رنگ و مناطق اطراف آنها) تغییرات کاهشی مقدار جورشدگی با شیب تند ولی در سطح پائین تری از مقدار جورشدگی مشاهده می‌شود. در

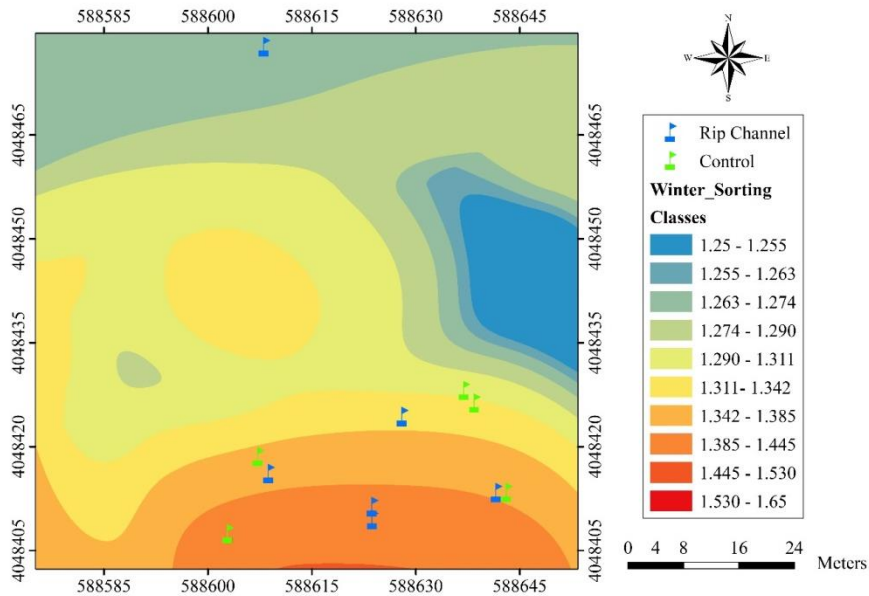
میزان جورشدگی رسوبات در منطقه مطالعاتی و در دو فصل زمستان و بهار به ترتیب در شکل‌های ۶ و ۷ مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در فصل زمستان الگوی جورشدگی رسوبات در نواحی ساحلی یکنواخت‌تر است و مقدار جورشدگی از ساحل به سمت دریا با شیب ملایم کاهش می‌یابد. در مناطق عمیق‌تر جورشدگی در دو ناحیه (زرد و آبی) جورشدگی تقریباً یکنواخت است. ولی بین این دو



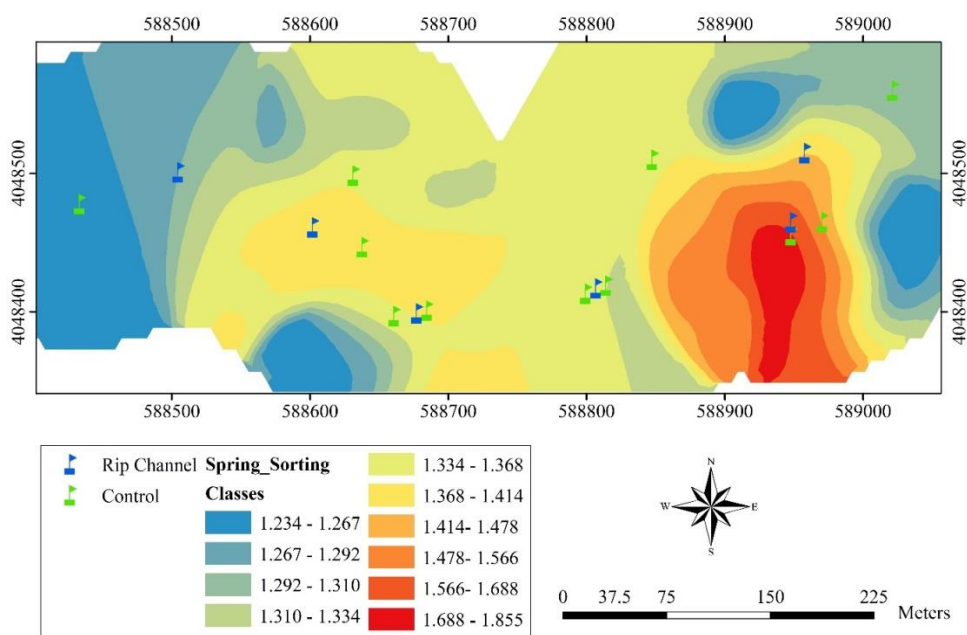
(زردرنگ) عمدتاً مناطق خوب جور شده هستند. این ترکیب نشان‌دهنده آن است که در منطقه آبی‌رنگ جریان‌های قوی‌تر و دائمی‌تر دریایی شکل گرفته‌اند. در مقایسه، مقدار جورشدگی در فصل بهار از طیف گسترده‌تری در منطقه برخوردار بوده و از ۱/۲۳ تا ۱/۸۶ متغیر است. مناطق قرمزرنج در رده جورشدگی نسبی تا نسبتاً جور شده، مناطق زردرنگ در رده خوب جور شده و مناطق آبی تیره در رده خیلی خوب جور شده هستند.

بخش قابل‌توجهی از منطقه (بخش زردرنگ) نیز مقدار جورشدگی با تغییرات اندک و در محدوده ۱/۳۳ تا ۱/۴۱ (خوب جور شده) است.

مقدار جورشدگی در زمستان از ۱/۲۵ تا حدود ۱/۵۳ متغیر است. در منطقه آبی‌رنگ جورشدگی از ۱/۲۵ تا ۱/۲۷ و طبق استانداردهای بین‌المللی (فولک و وارد، ۱۹۵۷) از نوع خیلی خوب جور شده است. در مناطق نزدیک ساحل جورشدگی از نوع نسبتاً جور شده و بقیه مناطق



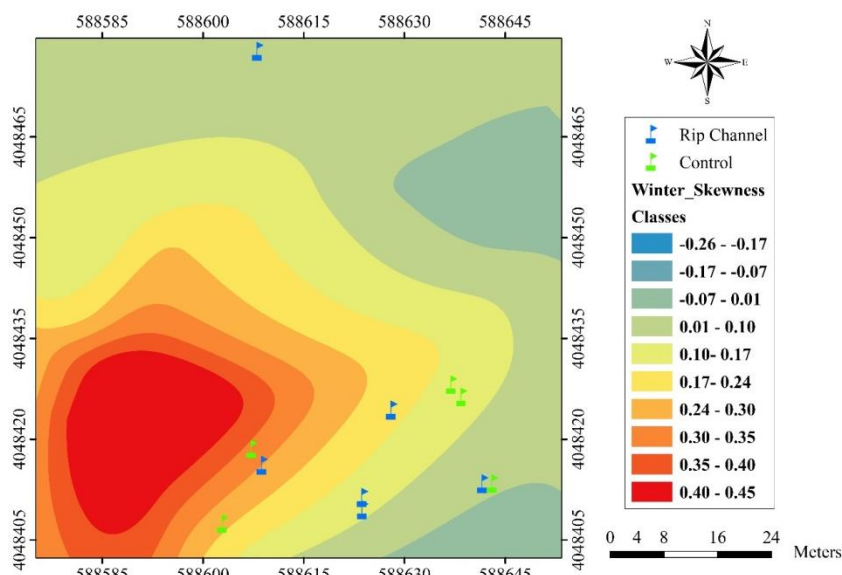
شکل ۶. نقشه مقدار جورشدگی رسوبات و نحوه توزیع آن در منطقه مطالعاتی در فصل زمستان.



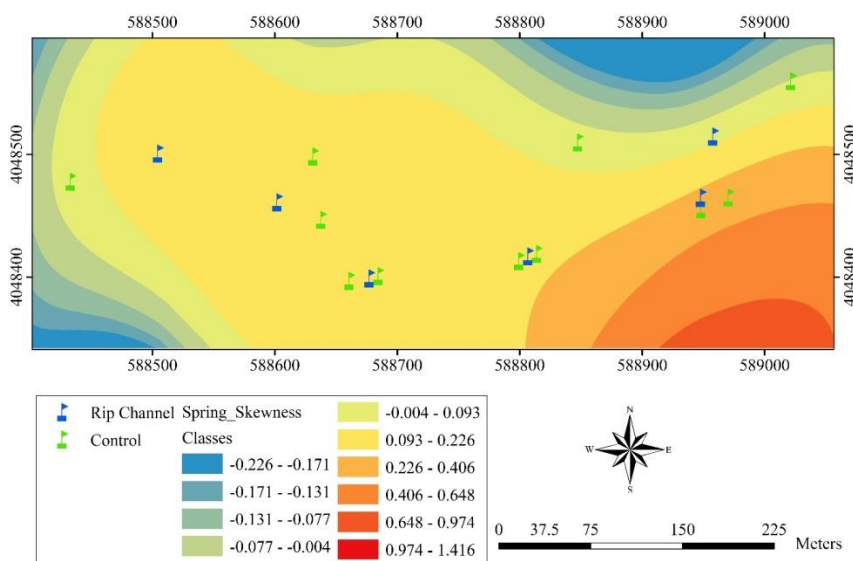
شکل ۷. نقشه مقدار جورشدگی رسوبات و نحوه توزیع آن در منطقه مطالعاتی در فصل بهار.

تضعیف و حتی معکوس شده است. به طوری که تجمع رسوبات درشت تر در سمت راست ساحل و انتقال رسوبات ریزدانه تر به سمت غرب و شمال غربی مشاهده می شود. مقدار چولگی در فصل بهار از طیف گسترده تری برخوردار بوده و از مقدار حدود ۱ (رنگ قرمز) با چولگی خیلی درشت تا حدود ۰/۲- در مرزهای غربی، شمال غربی و شمالی متغیر است. مطابق نتایج در فصل بهار مقدار چولگی در عمده مناطق منفی است و هرچه به مرزهای غربی، شمال غربی و شمالی نزدیک تر می شویم چولگی از حالت تقارن به سمت چولگی ریز میل می کند.

مقدار چولگی (Skewness) و نحوه تغییرات آن در منطقه مطالعاتی و در دو فصل زمستان و بهار به ترتیب در شکل های ۸ و ۹ ارائه شده اند. در زمستان مقدار چولگی از حدود ۰/۴۵ در قسمت چپ ساحل (منطقه قرمز رنگ) تا مقدار ۰-/۰۷ در سمت راست ساحل کاهش یافته است. این نحوه توزیع بیانگر تمرکز رسوبات درشت تر در سمت چپ ساحل و وجود یک جریان انتقال رسوب و گسترش رسوبات ریزتر به سمت راست است که به نوبه خود مؤید وجود یک جریان مرزی قابل توجه غرب به شرق در منطقه در فصل زمستان است. در حالی که در بهار این جریان



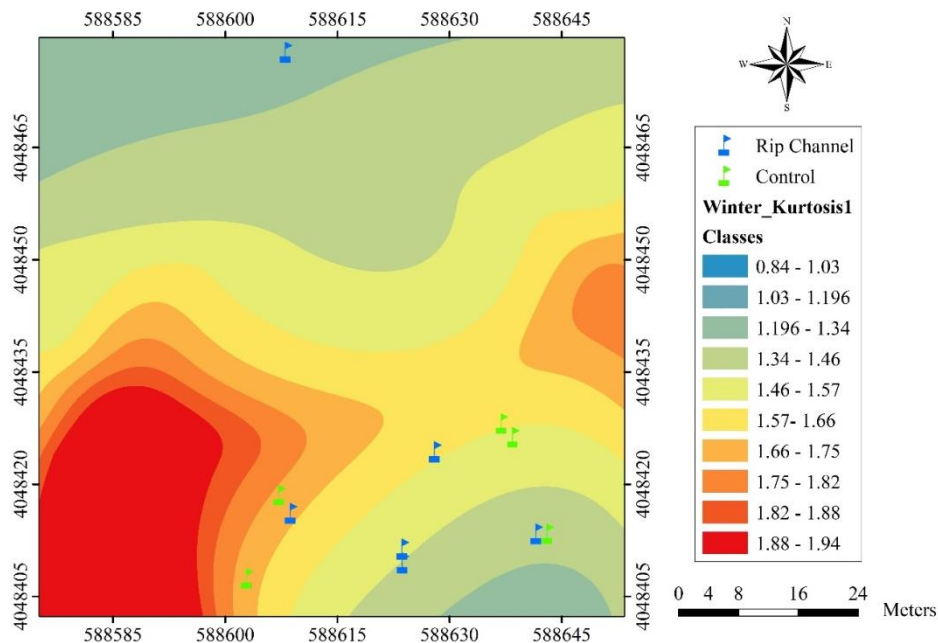
شکل ۸. نقشه مقدار چولگی رسوبات و نحوه توزیع آن در منطقه مطالعاتی در فصل زمستان.



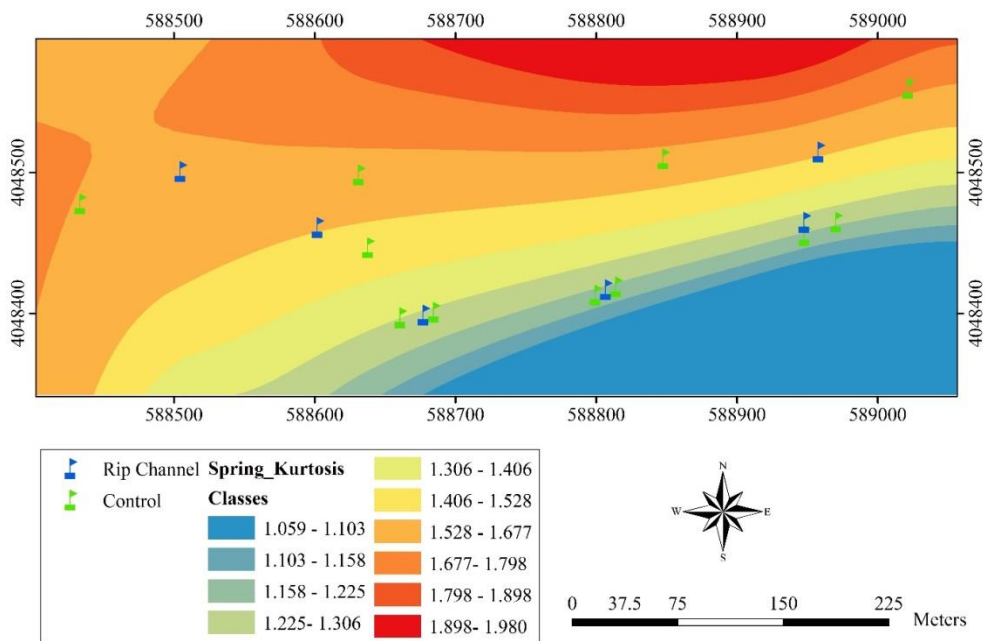
شکل ۹. نقشه مقدار چولگی رسوبات و نحوه توزیع آن در منطقه مطالعاتی در فصل بهار.

است، تغییر می‌کند. در فصل بهار در ساحل مناطق با طیف گسترده‌تر رسوبات توسعه یافته و در مناطقی با درجه اوج نرمال (رنگ آبی) نیز مشاهده می‌شود. هر چه از ساحل به سمت دریا پیش می‌رویم بر میزان کشیدگی افزوده شده و در مناطق دور از ساحل طیف باریک‌تری از رسوبات با درجه اوج خیلی بیشتر از نرمال مشاهده می‌شود.

شکل‌های ۱۰ و ۱۱ نشان‌دهنده مقدار و نحوه تغییرات کشیدگی (Skewness) رسوبات در منطقه مورد مطالعه به ترتیب در دو فصل زمستان و بهار هستند. در فصل زمستان مقدار کشیدگی از مقدار ۱/۲ (رنگ سبز آبی) که نشان‌دهنده درجه اوج بیشتر از نرمال است تا کشیدگی حدود ۲ (رنگ قرمز) که مبین درجه اوج خیلی بیشتر از نرمال و باریک شدن طیف رسوبات



شکل ۱۰. نقشه مقدار کشیدگی رسوبات و نحوه توزیع آن در منطقه مطالعاتی در فصل زمستان.



شکل ۱۱. نقشه مقدار کشیدگی رسوبات و نحوه توزیع آن در منطقه مطالعاتی در فصل بهار.

نشد در حالی که در فصل بهار تفاوت این سه ویژگی بین کانال و پشته ریپ معنی‌دار شد (جدول ۲). احتمالاً وضعیت جوی در فصل زمستان که همراه با ورزش بادهای بیشتر و شدیدتری نسبت به بهار است باعث ایجاد امواج قوی‌تر می‌شود. به طوری که در فصل زمستان تلاطم و انتقال رسوبات رو به ساحل ایجاد شده تحت تأثیر این امواج و جریان‌های رو به ساحل ناشی از شکست این امواج بخشی از انتقال رسوب رو به دریای ناشی از جریان‌ات شکافنده را خنثی می‌کند.

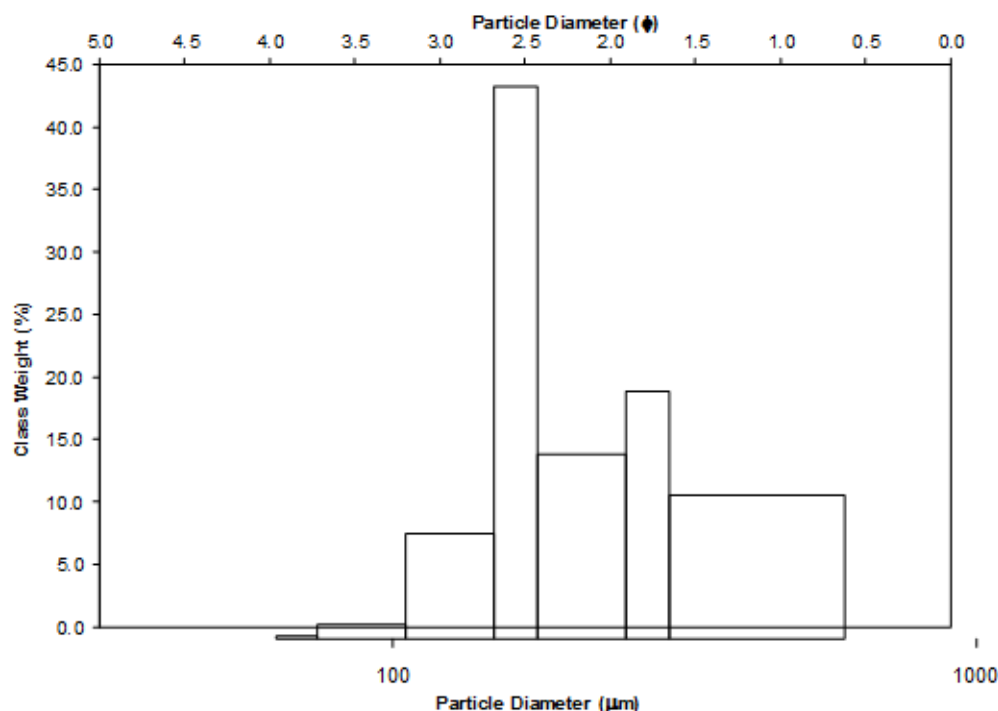
بیشترین مقدار میانه (با میانگین ۱۸۵/۸ میلی‌متر)، میانگین (با میانگین ۲۰۲/۷ میلی‌متر) و چولگی (۰/۴۸) ذرات رسوب در فصل بهار در کانال ریپ مشاهده شد (شکل ۱۳، ۱۴ و ۱۵).

نتایج به‌دست‌آمده در شکل ۱۵ بیانگر آن است که چولگی ذرات رسوب در فصل بهار در پشته کانال ریپ منفی شده است. این نتیجه نشان‌دهنده فراوانی ذرات ریز نسبت به ذرات درشت است که با نتایج تحقیق سریواستاوا و همکاران (۲۰۱۲) هم‌راستا می‌باشد.

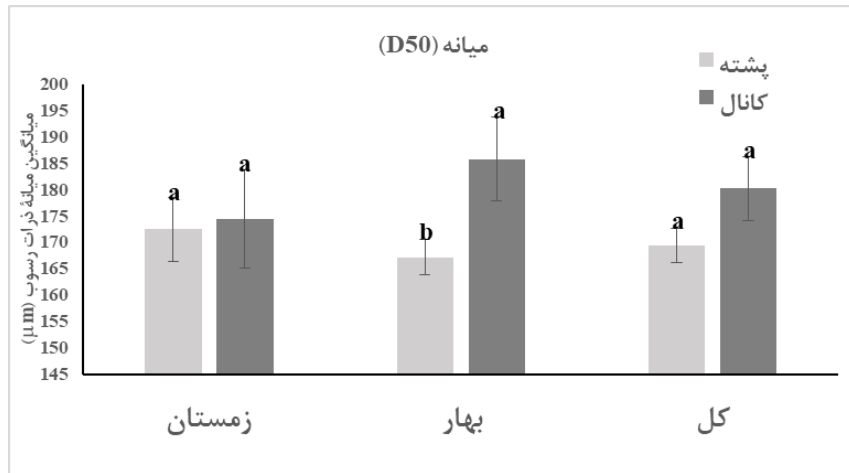
با توجه به نزدیکی نقاط اندازه‌گیری در داخل کانال ریپ به نقاط اندازه‌گیری در بیرون کانال و محل پشته آن و پیچیدگی و پویایی بالای وضعیت هیدرودینامیکی و مورفولوژیکی منطقه ساحلی معمولاً تفاوت‌های ویژگی‌های رسوبی در این نقاط به‌راحتی قابل تشخیص و نتیجه‌گیری نیست. به همین دلیل ضروری است تا با انجام بررسی‌های آماری به بررسی تفاوت‌ها و تشابهات مشخصات رسوبی در درون و بیرون کانال ریپ پرداخته شود.

در این تحقیق علاوه بر بررسی ویژگی‌های دانه‌بندی رسوبات به‌صورت کمی، منحنی توزیع دانه‌بندی رسوب نیز برای هر نمونه تهیه و ارائه شده است. شکل ۱۲ منحنی دانه‌بندی رسوب یک نمونه برداشت‌شده از کانال ریپ در دی‌ماه را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که توزیع رسوبات نرمال نبوده و با چولگی همراه است.

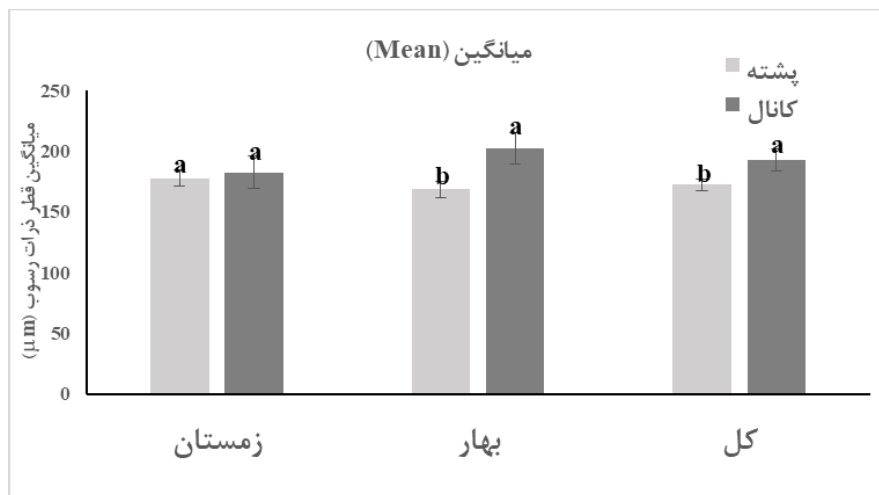
همچنین، نتایج نشان داد که تفاوت میانه (شکل ۱۳)، میانگین (شکل ۱۴) و چولگی (شکل ۱۵) اندازه ذرات رسوب در فصل زمستان بین کانال و پشته ریپ معنی‌دار



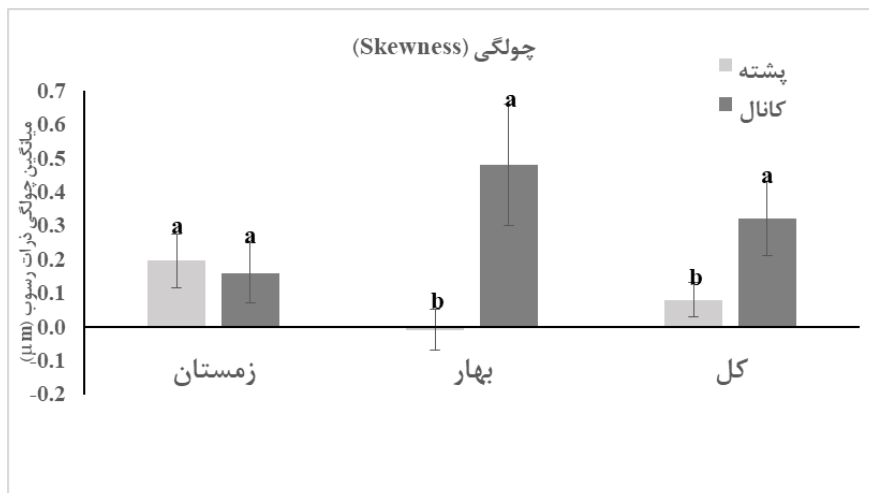
شکل ۱۲. منحنی توزیع دانه‌بندی یک نمونه رسوب مربوط به کانال ریپ برداشت‌شده در دی‌ماه.



شکل ۱۳. مقایسه میانگین ذرات رسوب بین پشته و کانال ریپ در زمستان، بهار و مجموع دو فصل با استفاده از آزمون تی غیرزوجی. حروف کوچک انگلیسی غیر همسان نشان‌دهنده معنی‌داری بین پشته و کانال ریپ به تفکیک فصل می‌باشد ( $P < 0.01$ ).

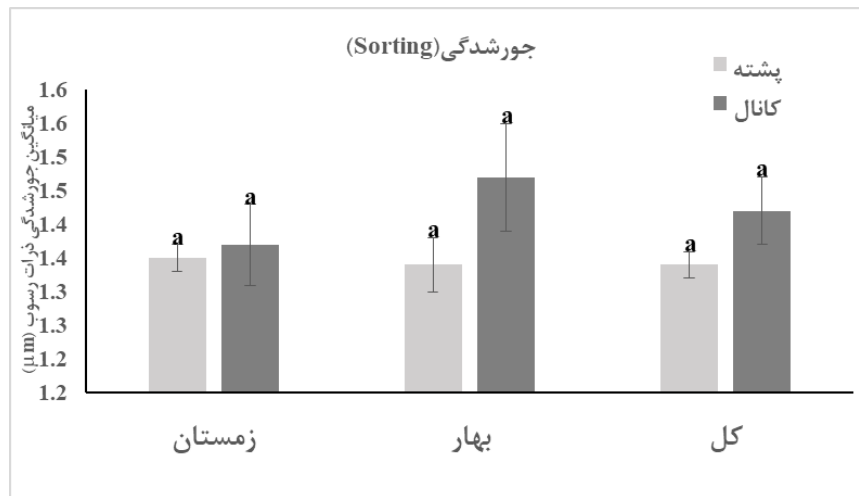


شکل ۱۴. مقایسه میانگین ذرات رسوب بین پشته و کانال ریپ در زمستان، بهار و مجموع دو فصل با استفاده از آزمون تی غیرزوجی. حروف کوچک انگلیسی غیر همسان نشان‌دهنده معنی‌داری بین پشته و کانال ریپ به تفکیک فصل می‌باشد ( $P < 0.01$ ).

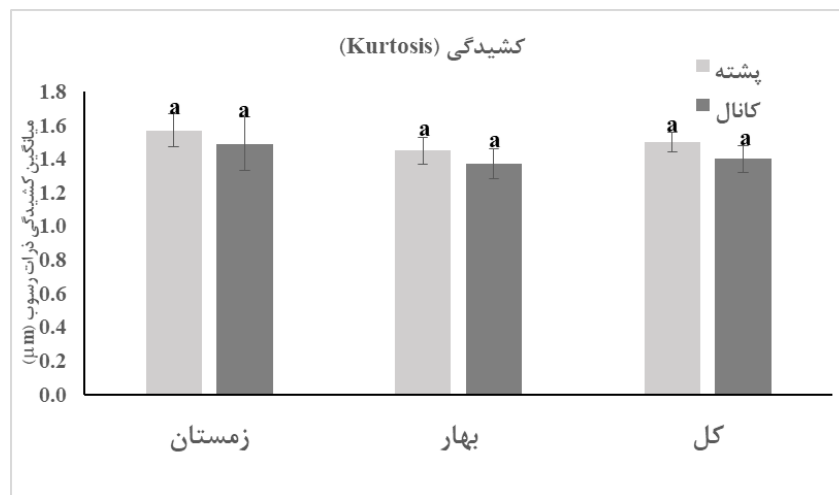


شکل ۱۵. مقایسه چولگی ذرات رسوب بین پشته و کانال ریپ در زمستان، بهار و مجموع دو فصل با استفاده از آزمون تی غیرزوجی. حروف کوچک انگلیسی غیر همسان نشان‌دهنده معنی‌داری بین پشته و کانال ریپ به تفکیک فصل می‌باشد ( $P < 0.01$ ).

به‌علاوه، نتایج نشان داد که از بین ویژگی‌های دانه‌بندی درجه جورشدگی (شکل ۱۶) و کشیدگی (شکل ۱۷) نه در فصل زمستان و نه در فصل بهار مشاهده نشد (جدول ۲). تفاوت معنی‌داری بین کانال و پشته ریپ در



شکل ۱۶. مقایسه درجه جورشدگی ذرات رسوب بین پشته و کانال ریپ در زمستان، بهار و مجموع دو فصل با استفاده از آزمون تی غیرزوجی. حروف کوچک انگلیسی غیر همسان نشان‌دهنده معنی‌داری بین پشته و کانال ریپ به تفکیک فصل می‌باشد ( $P < 0.01$ ).



شکل ۱۷. مقایسه کشیدگی ذرات رسوب بین پشته و کانال ریپ در زمستان، بهار و مجموع دو فصل با استفاده از آزمون تی غیرزوجی. حروف کوچک انگلیسی غیر همسان نشان‌دهنده معنی‌داری بین پشته و کانال ریپ به تفکیک فصل می‌باشد ( $P < 0.01$ ).

جدول ۲. نتایج آزمون تی تست غیر زوجی در مقایسه بین ویژگی‌های ذرات رسوب کانال و پشته ریپ.

میانگین (Mean)	تفکیک‌پذیری (Sorting)	چولگی (Skewness)	کشیدگی (Kurtosis)	فصل	
۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	df	زمستان
-۰/۱۸	-۰/۳۳	۰/۲۲	۰/۲۷	t	
۰/۸۶ns	۰/۷۵ns	۰/۸۳ns	۰/۷۹ns	P-value	
۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	df	بهار
-۲/۱۵	-۲/۳۶	-۱/۳۸	-۲/۴۷	t	
۰/۰۲*	۰/۰۱*	۰/۱۳ns	۰/۰۰**	P-value	
۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	df	جمع
-۱/۷۲	-۲/۱۴	-۱/۴۳	-۲/۲۱	t	
۰/۱۰ns	۰/۰۴*	۰/۱۶ns	۰/۵۴ns	P-value	

\*\* معنی‌دار در سطح یک درصد \* معنی‌دار در سطح ۵ درصد ns غیر معنی‌دار

## ۴. نتیجه‌گیری

اندازه‌گیری‌های انجام‌شده در این تحقیق مبین آن است که جریان‌های شکافنده موجب ایجاد کانال‌های ریپی در منطقه شده‌اند که عمق آن‌ها در دوره مطالعاتی به‌طور متوسط ۱۲۰ سانتی‌متر، حدود ۳۵ سانتی‌متر (حدود ۴۱٪) بیشتر از عمق محل پشته‌ها با متوسط ۸۵ سانتی‌متر است. این کانال‌ها بر اثر فرسایش و انتقال رسوب انجام شده در محل جریان‌های شکافنده و به دلیل تفاوت سرعت آب برگشتی به دریا در مسیر و موقعیت کانال‌های ریپ نسبت به محیط اطراف این کانال‌ها ایجاد شده‌اند. در واقع جرم آب منتقل شده به سمت ساحل بر اثر مؤلفه عمود بر ساحل امواج مایل و انرژی ناشی از شکست این امواج، پس از بالاروی بر روی ساحل، بر اثر نیروی گرانش به سمت دریا بازمی‌شود. این جرم آبی به هنگام و در مکان‌های شکل‌گیری جریان شکافنده، به‌جای برگشت یکنواخت به سمت دریا، به‌صورت متمرکز شده در برخی نواحی به سمت دریا بازمی‌شود. در نتیجه این جریان از سرعت و انرژی بالاتری نسبت به جریان‌های معمول بازگشتی برخوردار است که باعث فرسایش و برداشت رسوبات مسیر خود شده و آن‌ها را به سمت دریا منتقل می‌کند. در نتیجه اطلاعات به‌دست‌آمده برای تفاوت عمق کانال ریپ و عمق پشته آن در این تحقیق، به شکلی بیانگر شدت و قدرت جریان‌های شکافنده در منطقه نور است. دانه‌بندی رسوبات از پارامترهای مهم و مؤثر بر فرآیند انتقال رسوب و تغییر هیدروگرافی و مورفولوژی یک منطقه ساحلی است. تحقیق حاضر نشان داد که کانال ریپ دارای رسوباتی با ویژگی‌های خاص و با تفاوت معنی‌دار نسبت به رسوبات اطراف خود است. سرعت جریان بیشتر در کانال ریپ احتمالاً باعث برداشت مقداری از رسوبات دانه‌ریز می‌شود و توانایی برداشت رسوبات دانه‌درشت را ندارد. برداشت رسوبات دانه‌ریز باعث تغییر در بافت رسوبات به‌جامانده به سمت دانه درشت‌تر می‌شود و این تغییرات باعث تغییر معنی‌دار گرانولومتری بین کانال ریپ و محیط اطراف به‌ویژه در بهار شده است. به‌هرحال

موضوع انتقال رسوب و بررسی ارتباط ویژگی‌های رسوب با ویژگی‌های محیط از قبیل سرعت جریان آب همچنان یک علم در حال تکامل است، زیرا به فرایندهای پیچیده‌ای وابسته است. لازم به ذکر است تعدادی از این فرایندها اندازه‌گیری نشده یا به‌طور کامل درک نشده‌اند؛ بنابراین توجه محققان به این مطلب ضروری است که حتی بهترین پیش‌بینی‌ها در زمینه انتقال رسوب نیز در مقایسه با پیش‌بینی‌های مورد انتظار در دیگر رشته‌ها و زمینه‌های علوم و مهندسی دارای حاشیه خطای وسیع‌تری است (روده و همکاران، ۲۰۱۴)؛ همچنان‌که در این تحقیق انتظار می‌رفت در هر چهار دوره نمونه‌برداری، رسوبات کف کانال ریپ از محیط اطراف آن متفاوت شود در حالی‌که فقط در فصل بهار تفاوت معنی‌دار مشاهده شد.

تغییرات ویژگی‌های رسوبات از قبیل میانگین اندازه ذرات در فصل زمستان کمتر تحت تأثیر محل نمونه‌برداری (کانال و پشته ریپ) قرار گرفت. این مسئله احتمالاً به وزش بادهای محلی شدیدتر و وجود امواج بلندتر بستگی دارد که با فرکانس بالاتر و از جهات مختلف در زمان‌های متفاوت به سمت ساحل می‌آیند. به‌عبارت‌دیگر گستردگی بیشتر طیف جهتی امواج در زمستان احتمالاً موجب انتقال رسوب در جهات مختلف، بخصوص در جهت رو به ساحل و خنثی شدن تأثیر امواج شکنای رو به ساحل و در نتیجه تأثیر جریان شکافنده بر فرسایش کانال ریپ می‌شود.

نتایج آنالیز آماری نشان داد که در این تحقیق بیشترین اختلافات معنی‌داری بین پشته و کانال ریپ در پارامتر چولگی داده‌ها بروز کرده‌است. در حالی‌که درجه جورشدگی و کشیدگی توزیع دانه‌بندی رسوبات، اختلاف معنی‌داری بین پشته و کانال ریپ از خود نشان نداد. بنابراین می‌توان استنتاج کرد که چولگی نسبت به سایر ویژگی‌های رسوب، یک فاکتور با حساسیت بیشتر در مقابل تغییرات محیطی کانال و پشته ریپ می‌باشد و پیشنهاد می‌شود این فاکتور در مطالعات بعدی در اولویت

نشان‌دهنده فراوانی ذرات ریز نسبت به ذرات درشت است.

#### منابع

- Aagaard, T., Greenwood, B., & Nielsen, J. (1997). Mean currents and sediment transport in a rip channel. *Marine Geology*, 140(1-2), 25-45.
- Azarmsa, S. A. (2002). *Dynamics of marine sands*, Tarbiat Modares University Publications, 266 p.
- Azarmsa, S. A. (2019). *An Introduction to Wind Induced Water Waves*, Tarbiat Modares University Press, 348 p.
- Bong, T., Son, Y., & Kim, K.-S. (2019). Experimental modeling of suspended sediment transport considering the flow rate and grain size. *Journal of Coastal Research*, 35(3), 637-647.
- Brannstrom, C., Trimble, S., Santos, A., Brown, H. L., & Houser, C. (2014). Perception of the rip current hazard on Galveston Island and North Padre Island, Texas, USA. *Nat. Hazards*, 72, 1123-1138.
- Brander, R.W. (1999a). Sediment transport in low-energy rip current systems. *Journal of coastal research*, 839-849.
- Brander, R.W. (1999b). Field observations on the morphodynamic evolution of a low-energy rip current system. *Marine geology*, 157(3-4), 199-217.
- Brighton, B., Sherker, S., Brander, R., Thompson, M., & Bradstreet, A. (2013). Rip current related drowning deaths and rescues in Australia 2004-2011. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 13, 1069-1075.
- Castelle, B., Scott, T., Brander, R. W., & McCarroll, R. J. (2016). Rip current types, circulation and hazard. *Earth-Sci. Rev.*, 163, 1-21.
- Dong, P., Chen, Y., & Chen, S. (2015). Sediment Size Effects on Rip Channel Dynamics. *Coastal Engineering*, 99, 124-135.
- Folk, R.L., & Ward, W.C. (1957). Brazos River bar: a study in the Significance of Grain Size Parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27, 3-26.
- Gallop, S.L., Woodward, E., Brander, R.W. & Pitman, S.J. (2016). Perceptions of rip current myths from the central south coast of England. *Ocean & Coastal Management*, 119, 14-20.
- Haidari Nasheli, Z., & Azarmsa, S.A. (2006). Potential occurrence and effects of rip current on the coasts of Mazandaran province, Master's thesis, Tarbiat modares university.
- Kabiri-Samani, A.R., Aghaee-Tarazjani, J., Borghei, S.M., & Jeng, D.S. (2011). Application of Neural Networks and Fuzzy Logic Models to Longshore Sediment Transport, *Applied Soft Computing*, 11(2), 2880-2887.
- Kumar, S.V.V., & Prasad, K.V.S.R. (2014). Rip current-related fatalities in India: a new predictive risk scale for forecasting rip currents. *Natural Hazards*, 70(1), 313-335.
- Kunte, P.D. (2008). Sediment Concentration and Bed Form Structures of Gulf of Cambay from Remote Sensing. *International Journal of Remote Sensing*, 29(8), 2169-2182.
- Linares, A., Wu, C.H., Bechle, A.J., Anderson, E.J., & Kristovich, D.A.R. (2019). Unexpected rip currents induced by a meteotsunami. *Scientific Reports*, 9(1), 2105. Doi:org/10.1038/s41598-019-38716-2.
- MacMahan, J.H., Thornton, E.B., Stanton, T.P., & Reniers, A.J. (2005). RIPEX: Observations of a rip current system. *Marine Geology*, 218(1-4), 113-134.
- McLaren, P., 1981, An Introduction of Trends in Grain Size Measures. *Journal of Sedimentary Petrology*. 51(2), 611-624.
- Muralidharan, J., Ganesh Kumar, B., & Kunte, P.D. (2015). Sediment Transport Study along Gulf of Kachchh – A Numerical and Geospatial approach. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(55), 4291-6.
- Poppe, L. J., Eliason, A. H., Fredericks, J. J., Rendigs, R. R., Blackwood, D., & Polloni, C. F., 2000, Grain-size Analysis of Marine Sediments: Methodology and Data Processing, US Geological survey open-file report, P. 358.
- Rudeh, H., Lorestani, Gh., Etemadi, F., Valikhani, S., 2014, Dynamic Simulation of Waves and Sand Transport on the Coast of the Caspian Sea. *Quantitative geomorphological Researches*, 2(2), 1-18.
- Sharaki, M., & Azarmsa, S. A. (2019). A Field Study of Breaking Zone Width, Breaker Height, and Number of Breakings in the East Coast of Noor. *Marine Eng.*, 15(13), 113-120.
- Shushtarzadeh Naseri, A., & Tavakoli, M. (2013). Rip Current, Recognition, Issues and Approaches, *Bandar*, 203, 32-40.
- Short, A.D. (1985). Rip-current type, spacing and

بررسی و تحقیق قرار گیرد. ضمناً، نتایج به دست آمده از چولگی در این تحقیق با نتایج تحقیق سریواستاوا و همکاران (۲۰۱۲) هم راستا است. چولگی ذرات رسوب در فصل بهار در پشته کانال ریپ منفی شده است که



- persistence, Narrabeen Beach, Australia. *Marine geology*, 65(1-2), 47-71.
- Siuf Jahromi M., & Ghaderi D. (2014). Rip current in the beach and its hazards. First National Conference in Marine Sciences, Bandarabbas, 1-13.
- Srivastava, A.K., Ingle, P.S., Lunge, H.S., & Khare, N. (2012). Grain-size characteristics of deposits derived from different glacial environments of the Schirmacher Oasis, East Antarctica. *Geologos*, 18(4), 251-266.
- Thornton, E.B., MacMahan, J., & Sallenger Jr, A.H. (2007). Rip currents, mega-cusps, and eroding dunes. *Marine geology*, 240(1-4), 151-167.
- Thorpe, A., Miles, J., Masselink, G., Russell, P., Scott, T., & Austin, M. (2013). Suspended Sediment Transport in Rip Currents on a Macrotidal Beach. *Journal of Coastal Research*, 65, 1880-1885.
- Valipour, A., Karimi Khaniki, A., & Bidokhti, A.A. (2014). Investigating the reactions of rip current pattern and sediment transport in rip channel against changes of bed parameters using numerical simulations. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 43(5), 831-840.
- Woodward, E.M. (2015), Rip currents in the UK: incident analysis, public awareness and education. School of Marine Sciences and Engineering, Faculty of Science and Environment, UK, *PhD Thesis*.
- Zhang, X., Ji, Y., Yang, Z., Wang, Z., Liu, D., & Jia, P. (2016). End member inversion of surface sediment grain size in the South Yellow Sea and its implications for dynamic sedimentary environments. *Science China Earth Sciences*, 59(2), 258-267.
- Zare Chahuki, M.A. (2010), *Data Analysis in Natural Resources Research using SPSS Software*, Jihad-Daneshgahi, Tehran University Press, 310 p.