



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

انواع جریان های برگشتی ساحلی ، جریان ها و مخاطرات

چکیده

جریان برگشتی ساحلی (جریان شکافنده) رو به دریا به صورت باریک و متمرکز در خط ساحلی امتداد می یابد و از منطقه شکست موج عبور می کند. جریان برگشتی در سو احلی که در برابر امواج قرار دارند سالانه باعث غرق شدن صدها نفر است. تعداد نجات یافتگان از جریان های برگشتی ساحلی در سرتاسر جهان سالانه ده ها هزار نفر تخمین زده شده است؛ بدین ترتیب سواحل تفریحی برای بازدیدکنندگان این مناطق بسیار مرگبار هستند. تعاریف بسیاری در زمینه شکست موج در فضا و زمان ارائه شده اند، این تعاریف مشخصه ها و عملکرد جریان را به صورت طبیعی متنوع می خوانند و مدت ها ست جریان های ساحلی برگشتی در منطقه موج را با عنوان جریان های باریک امتداد یافته معرفی می کنند. آنها از موج شکن عبور کرده اند و می تواند بر شکست موج در سطوح بالا غلبه کنند (جریان خروجی)، این در حالی است که مطالعات اخیر نشان داده اند الگوی شکست موج می تواند متشکل از جریان های مدور نیمه محصور شبه دائم باشد که بیشتر مواد شناور را در همان منطقه شکست موج نگاه می دارد. مدلسازی ها و نظریه های ارائه شده در زمینه شکست جریان به دسته بندی قابل قبولی از انواع جریان برگشتی ختم شده است که درک عمیقی از پارامترهای مورفولوژیکی (ریخت شناسی) و هیدرودینامیکی در اختیارمان قرار می دهد و توانسته اند برای درک پویایی جریان برگشتی چارچوبی مناسب فراهم آورند. با در نظر گرفتن مکانیسم کنترل کننده و بازدارنده، سه دسته بندی جامع معرفی می شوند. هر دسته بندی به نوبه خود دارای دسته بندی های دیگری است - در مجموع 6 دسته بندی اصلی خواهیم داشت: کنترل هیدرودینامیکی، 1. بی ثباتی برشی جریان؛ 2. جریان های لحظه ای که در هر دو مقوله زمان و مکان گذرا هستند و در امتداد سواحل با ارتفاع یکنواخت ایجاد می شوند؛ 3. کانال ها؛ و 4. جریان متمرکز، این جریان تحت فرایند هیدرودینامیکی طبیعت با وجود تنوع مورفولوژیکی در ناحیه شکست موج و فلات تنها در سواحل خاص اتفاق می افتد؛ و کنترل حدود سواحل 5. میزان انحراف در جریان؛ و 6. جریان سایه، این جریان بر خلاف سواحل سنگی حرکت می کند و جزئی از دماغه سواحل یا به عنوان سازه های انسانی دسته بندی می

شود. واکنش‌ها در هر یک از این دسته بندی‌ها با توجه به تغییرات هیدرودینامیکی و مورفولوژیکی است و با توجه به تحمیل سرعتی و تغییر در جریان بررسی می‌شود. لازم به ذکر است که تعاریف مرتبط با جریان برگشتی در واقعیت از طریق جمع بندی مکانیسم‌های متعدد و دسته بندی‌های مجزا ارائه می‌شوند و در حقیقت تشکیل دهنده طیف وسیع و پیچیده‌ای از جریان‌های برگشتی در سواحل هستند. بدین ترتیب، این دسته بندی‌ها برای متخصصین و حتی افراد غیر متخصص منبعی سودمند هستند؛ برای مثال، پلت فرمی برای مطالعات آتی خواهند بود. در پایان تاکید این مطالعه بر اهمیت وجود اجتماعات فعال در زمینه امنیت سواحل، آموزش و آگاهی بیشتر خواهد بود.

1. مقدمه

جریان‌های برگشتی ساحلی رو به دریا در امتداد فلات به خط ساحلی گسترش یافته اند و از ناحیه شکست موج عبور می‌کنند؛ این جریان‌ها معمولاً با عنوان جریان‌های متمرکز طبقه بندی شده اند. جریان‌های برگشتی اساساً در نتیجه شکست امواج ظاهر می‌شوند (Bowen, 1969)، بنابراین در بسیاری از سواحل شاهد آن‌ها هستیم – در امتداد سواحل اقیانوسی و دریاچه‌ها (Wright and Short, 1984; Lippmann and Holman, 1989;) (Masselink and Short, 1993; Scott et al., 2011a; Loureiro et al., 2013). جریان‌های برگشتی در حمل و نقل و کشتیرانی و تقسیم دما در سواحل، مهیا کردن مواد مغذی و حفظ گونه‌های بیولوژیکی از اهمیت بالایی برخوردار هستند (Talbot and Bate, 1987; Shanks et al., 2012; Sinnett and Feddersen, 2014). با این حال، مدت‌هاست به دلیل شرایط خطر آفرین برخی از سواحل، جریان‌های برگشتی در هر دو زمینه علمی و اجتماعی حائز اهمیت بوده‌اند. این نوع از جریان‌ها معمولاً به دلیل وجود دوره‌های زمانی (ساعت‌ها - روزها) و سرعت میانگین (اغلب $> 0.5 \text{ m/s}$) مکفی امکان انتقال حجم بالایی از رسوبات دریایی را فراهم می‌آورند (e.g. Cook, 1970; Thornton et al., 2007; Loureiro et al., 2012b, Castelle et al., 2015). این عمل می‌تواند بر اهمیت خط ساحلی محلی بی‌افزاید و به واسطه فرسایش نیز تهدیدی برای زیر ساخت‌های خطوط ساحلی و ساکنین این مناطق باشد. با این حال بزرگترین تاثیر جریان‌ها برگشتی در جوامع به واسطه مخاطراتی است که برای

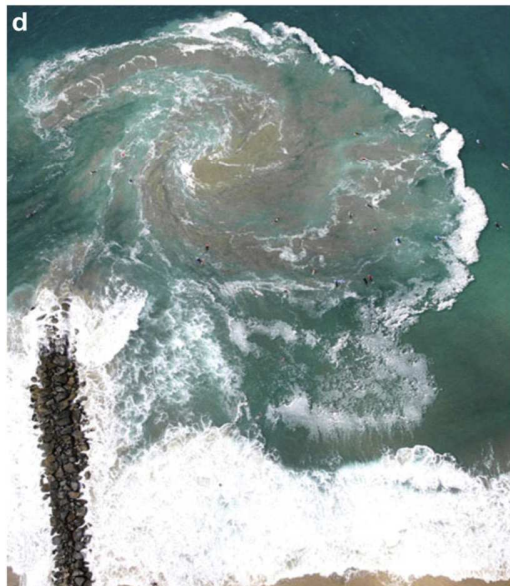
ساکنان مناطق مذکور به وجود آمده است (شکل 1). البته مطالعات اولیه در زمینه جریان های برگشتی (e.g. Davis, 1925; Shepard, 1936) در تلاش هستند از طریق جلب توجه افراد به مخاطرات، آن ها را از اصطلاحات گمراه کننده ای چون "موج زیرکش" و "پس خیزاب" دور نمایند، با این حال همچنان اشتباهات این چنین پیش می آمدند. جریان برگشتی ساحلی می تواند شناگران بالغ و ماهر را علاوه بر قابلیت هایشان به اعماق بکشد (Drozdzewski et al., 2012, 2015) (شکل 1)، به طوری که خستگی و ترس در نهایت به غرق شدن آن ها می انجامد (Brander et al., 2011). در سرتاسر جهان سالانه صد ها نفر غرق می شوند و ده ها هزار نفر نیز از غرق شدن نجات می یابند (e.g. Klein et al., 2003; Hartmann, 2006; Gensini and Ashley, 2009; Brewster, 2010; Brighton et al., 2013; Scott et al., 2011b; Arun Kumar and Prasad, 2014; Arozarena et al., 2015; Barlas and Beji, 2015). اکنون مشخص شده است که سواحل موج سواری بزرگترین تهدید برای شناگران هستند (Brander, 2015; Brander and Scott, 2016).

اگرچه به خطر افتادن شناگران در پی عواملی چون عوامل انسانی، اجتماعی، رفتاری و عاطفی در افراد معرفی شده است (Sherker et al., 2010; Hatfield et al., 2012; Williamson et al., 2012; Caldwell et al., 2014; Woodward et al., 2013, 2015; Brannstrom et al., 2013)، با این حال در درجه اول مجموع عوامل فیزیکی همچون الگو و سرعت جریان جزئی از این اتفاقات ناگوار را به خود اختصاص می دهند (Scott et al., 2014). به گفته (Brander and MacMahan, 2011) درک ما از جریان برگشتی در آگاهی از ایمنی تاثیر بسیاری بر امنیت سواحل داشته است. در نتیجه لازم است تاریخچه پیشرفت مطالعات تخصصی و افزایش دانش مرتبط در نظر گرفته شوند (شکل 2).

شکل 2 تحقیقات چاپ شده از الگوهای زمانی از جریان های برگشتی در ژورنال های بین المللی را به صورت جزئی به نمایش میگذارد. 236 مقاله طی سال های 1925 الی 2016 منتشر شده است. در اینجا فهرست منتشران و معیار جامع تکمیلی نیز ارائه شده اند. مقالات منتشر شده به پنج کد موضوعی غالب تقسیم می شوند که برخی از آن ها دارای زیرمجموعه خاص خود هستند. برخی از این مقالات (در صورت امکان) تحت چندین تم و زمینه متفاوت کد

گذاری می شوند. همانطور که در شکل 2 a مشاهده می شود، سرعت گسترش مطالعات مرتبط با جریان برگشتی تا سال 2000 بسیار کند بوده است. با توجه به زمینه های مورد مطالعه، ماهیت مطالعات اولیه در زمینه جریان برگشتی به وضوح کیفی بوده و ارائه دهنده مطالعات توصیفی بوده است؛ در بعضی از مواقع نیز انواع مختلفی از جریان های برگشتی را به تصویر می کشد، در سال های اخیر به ویژه طی سال های 2000 تا به امروز شاهد افزایش چشم گیر مطالعات عددی بودیم ، این در حالی است که مدلسازی های تجربی مفهومی طی این سال ها تقریباً بی تغییر باقی مانده اند (e.g. Wright and Short, 1984) (شکل 2ب).

طی سال 2000 تا به امروز به وضوح مشخص است با رشد مدلسازی مطالعات، رشد قدرت محاسباتی و چارچوب های نظری در زمینه جریان های برگشتی پیشرفت چشم گیری داشته اند (شکل 2ث)، این رویدادها عموماً به دلیل پیشرفت های فنی و کاهش هزینه های مرتبط با ابزار جمع آوری داده های عملی شده اند (e.g. MacMahan et al., 2003; Schmidt et al., 2009; 2005). کاملاً روشن است رشد تدریجی در محاسبات Eulerian که جریان برگشتی را ثبت می کرده است از یک نقطه ی مشخص شده عبور می کند و معمولاً پیاده سازی یک یا چند جریان سنج در سیستم جریان برگشتی را در بر می گیرد. با وجود اینکه رویکرد Eulerian دارای محدودیت است، با این حال در زمینه تحلیل و درک تغییر پذیری جریان برگشتی- برای مثال سرعت جریان مدولاسیون خیزاب کشندی و پالس جریان ها- سودمند بوده است (e.g. Sonu, 1972; Aagaard et al., 1997; Brander and Short, 2001; MacMahan et al., 2004, 2006). همانطور که در شکل 2d مشخص شده است، اندازه گیری های لاگرانژی در دهه های اخیر رشد داشته اند. روش های لاگرانژ مشاهده، یا بررسی مسیرهای جریان های خاص در سیستم جریان برگشتی را در بر می گیرد و برای نمایش دو بعدی تغییر پذیری مسیر جریان ها و الگوهای سرعت سطحی کارآمد هستند (e.g. Schmidt et al., 2003; Spydell et al., 2007; Austin et al., 2010; MacMahan et al., 2010a; Houser et al., 2013; McCarroll et al., 2014b; Winter et al., 2016; Scott et al., 2014). محاسبات لاگرانژ و محاسبات اولیه در موسسه اقیانوس شناسی Scipps ، کالیفرنیا، با هدف تحلیل جریان مشابه صورت می پذیرد (Shepard et al., 1941; Shepard and Inman, 1950).

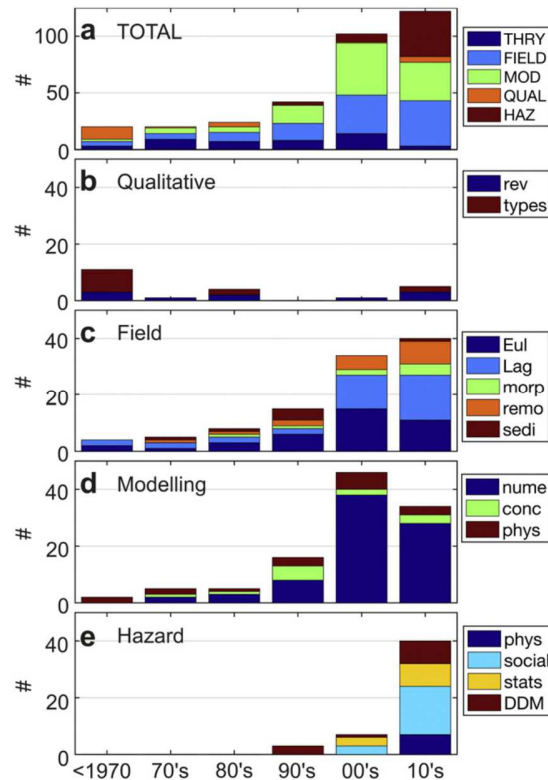


تعداد مطالعات مرتبط با مخاطرات جریان های مذکور تا پیش از Lushine (1991) و Lascody (1998) محدود بودند (e.g. Davis, 1925; Shepard, 1936; Shepard et al., 1941). با این حال، از سال 2010 تا کنون توجه به خطرات مرتبط با اینگونه جریان ها به ویژه از سوی مطالعات علوم اجتماعی و درک انسانی رو به افزایش بوده است (شکل 2e) (e.g. Drozdowski et al., 2012; Brannstrom et al., 2014; Woodward et al., 2015). اکنون می توان رشد تعداد گزارشات آماری (e.g. Brighton et al., 2013; Arozarena et al., 2015; Barlas and Beji, 2015) و مطالعات فیزیکی مرتبط با مدلسازی و بررسی رفتار شناگران در مواجهه با جریان های برگشتی (e.g. McCarroll et al., 2014a; McCarroll et al., 2015; Castelle et al., 2016; Van Leeuwen et al., 2016) را نیز مشاهده نمود. به طور کلی، با توجه به شکل 2 و مطالب تکمیلی کاملاً مشخص است که محققان توجه بسیاری به مقوله جریان های برگشتی دارند، به گونه ای که به ترتیب مطالعات مرتبط با مخاطرات ساحلی، مدلسازی و تحلیل آن همچنان رو به رشد است.

1.1 ساختار جریان برگشتی و چرخه آن

نقطه نظرهای سنتی و فراگیر در زمینه جریان برگشتی و ساختار سیستم جریان برگشتی (شکل 3a) بر اساس مطالعات لاگرانژ اولیه Shepard et al. (1941) و Shepard and Inman (1950) بوده است. این مطالعات به بررسی جریان نزدیک به ساحل و تبادل ادامه دار آب و منطقه شکست موج و مناطق دور از ساحل می پردازد (Inman and Brush, 1973). انتقال در مناطق ساحلی به واسطه امواج شکسته شده عاملی است که در شکل گیری جریان های کران ساحلی دخیل بوده است و گردنه جریان ساحلی را تحت پوشش قرار می دهد. این گردنه به سرعت رو به دریا گسترش می یابد و از ناحیه شکست موج نیز فراتر می رود (شکل 3a)، در نهایت از سرعت آن کاسته می شود و در دماغه از بین می رود. این آب بعدها در اثر شکست امواج به سمت ساحل باز می گردد (شکل شکل a). یافته های سنتی در کتابهای مرتبط با ساحل یافت می شوند (e.g. Komar, 1998; Woodroffe, 2002; Davis and Fitzgerald, 2004; Davidson-Arnott, 2010) و معرف جریان برگشتی باریکی هستند که به سمت ساحل

کشیده می شوند و تا فواصل زیادی گسترش می یابند (شکل a3). این تعریف تاثیر بسزایی بر راهکارهای امنیتی دراز مدت جهانی و فرار از جریان های برگشتی دارد (Brander and MacMahan, 2011).



شکل 2. الگوی زمانی در تعداد جریان های برگشتی در ژورنال های بین المللی از سال 1925 تا سال 2016 از طریق تم ها و تم های فرعی: شکل گیری کلی نظریه = THRY، تجزیه و تحلیل زمینه = FIELD، مدلسازی MOD =، کیفی = QUAL، خطر = HAZ؛ بررسی و انواع؛ (b) مطالعات کیفی که به انواع مختلف تقسیم می شوند، مقالات رشته ای: Eul = Eulerian; Lag = Lagrangian; morp = morphology; remo = انتقال رسوبات = sedi، (d) مدلساز عددی = مدلسازی؛ مفهومی = conc، آزمایشگاه فیزیکی phys =؛ مار = آماری و DDM = مدل های پیش بینی شده بر اساس داده ها.

1.2. سیستم های جریان برگشتی

ماهیت سیستم های طبیعی در جریان های برگشتی پیچیده است، بدین ترتیب که: 1. می توانند به صورت سواحل هم سطح و خطوط ساحلی با مورفولوژی سه بعدی باشند؛ 2. با فقدان نشانه های ریخت شناسی همراه باشند، کانال

های عمیق تری را اشغال کرده باشند و یا اینکه در مقابل سازه های محکم قرار بگیرند؛ 3. می توانند در زمان و مکان به صورت مداوم و یا گذرا حضور داشته باشند؛ 4. می توانند نشان دهنده میانگین و جریان های بی ثبات باشند؛ 5. می توانند بسته به زاویه تقرب موج متغیر باشند؛ 6. می توانند به ناحیه شکست موج محدود باشند و یا اینکه فراتر از شکست موج امتداد یابند. همانطور که در شکل 4 مشاهده می شود، عمل تغییرپذیری انواع جریان های برگشتی تحت کنترل طیف وسیعی از مکانیسم های رانش فیزیکی و روابط حاصل از بازخورد های سیستمی قرار گرفته اند، و در جهت ایجاد هماهنگی در جریان های متمرکز دور از ساحل و آف شور در ناحیه شکست موج فعالیت دارند.

از نقطه نظرهای متفاوت، لازم به ذکر است که انواع مختلف جریان های برگشتی می توانند به طور همزمان با همان شدت و نزدیکی در بخش ساحلی ایجاد شوند. زاویه شکست و آبتل امواج نزدیک به ساحل به وسیله کنترل مورفولوژی و وجود حدود ساحلی سخت (شکل 4) همچون دماغه های طبیعی و یا بیرون زدگی های سنگی، یا سازه های دست ساز انسانی - برای مثال آبشکن، سازه های امنیت ساحل، موج شکن - تعریف می شوند. این اصلاحات عمدتاً به واسطه متغیرهای زمانی و مکانی شکست امواج تعیین می شوند، در نتیجه به گردش سیستم جریان برگشتی ختم خواهند شد. موارد ذکر شده به واسطه تغییر در عمق آب و تنوع سطوح جذر و مد مدوله می شوند. در نتیجه به تغییر حالت ریخت شناسی سواحل و الگوی شکست امواج می انجامند (شکل 4).

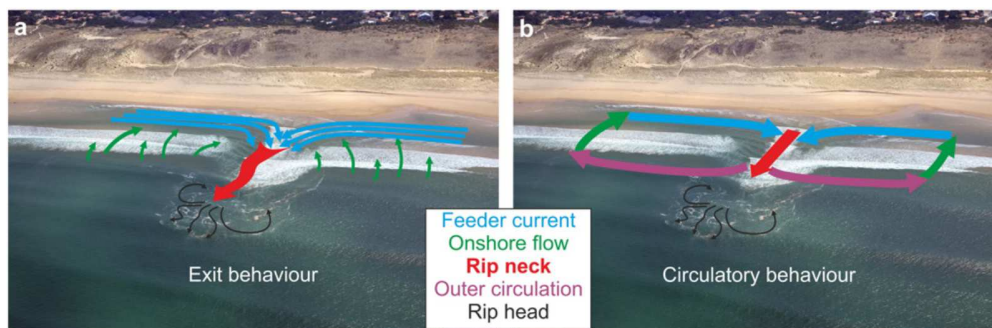
در حالیکه تلاش های متعددی در جهت تعریف انواع جریان های برگشتی انجام شده است (Short, 1985, 2007; Dalrymple et al., 2011; Leatherman, 2013)، برای معرفی انواع جریان ها از اصطلاحات متعددی استفاده می شود که در برخی از مواقع باعث سردرگمی هستند. در حال حاضر دسته بندی رسمی و واحد در این زمینه ارائه نشده است که بتوان از آن ها به عنوان یک معیار بین المللی استفاده کرد.

هدف از این مطالعه ارائه تعریفی مشخص از انواع جریان های ساحلی است که بر اساس مکانیسم های رانش فیزیکی به وجود می آیند و جریان های کنترل شده هستند. در این مقاله از نتایج به دست آمده از دیگر مطالعات، نتایج آزمایشگاهی و مدلسازی های دیگر استفاده شده است (شکل 2)، بدین ترتیب اطلاعات جدید و مفیدی در زمینه جریان های برگشتی در دست قرار می گیرد. با این وجود به طور کلی نتوانسته اند خطرات ساحلی را تحت پوشش در

بی آورند. امید است دسته بندی های ارائه شده در این مطالعه مرجع مناسبی برای دیگر پژوهشگران، دانشمندان و همچنین افراد غیر متخصص باشند و بتوان از آن ها به عنوان پلت فرمی قابل قبول برای مطالعات مرتبط استفاده کرد.

2. پیش زمینه ای برای انتشار امواج در خطوط ساحلی

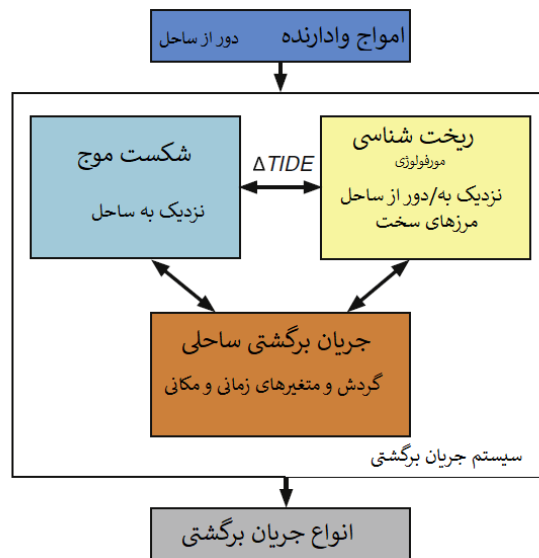
همانطور که پیش تر به آن اشاره شد، جریان های برگشتی به واسطه تغییرپذیری خط ساحلی در ارتفاع شکست امواج ظاهر می شوند (Bowen, 1969)، ولی ساختار معمول جریان برگشتی در شکل 3 این حقیقت را به نمایش می گذارد که تغییرات مذکور می توانند دلایل متعددی داشته باشند. در اینجا مکانیسم های رانشی اصلی که مسئول شکل گیری جریان های برگشتی هستند با هدف ارائه مبنایی برای معرفی انواع جریان ها تعریف می شوند (بخش 3). تغییر پذیری خط ساحلی در افت انرژی شکست امواج به دلایل مختلفی اتفاق می افتد: 1. متغیر خطوط ساحلی در عمق سنجی منطقه شکست موج؛ 2. نیروی موج متمرکز شده بر انکسار امواج در ناهنجاری های عمق سنجی امواج دور از ساحل؛ 3. جریان سایه به واسطه سطوح سخت. اهمیت این موارد به دلیل است که همگی در زمینه دسته بندی جریان تاثیرگذار هستند.



شکل 3. a. دیدگاه سنتی از چرخه که بر اساس مطالعات صورت گرفته جریان خروجی نامیده می شود؛ b. تجدید نظر های مرتبط با جریان های برگشتی که جریان گردشی نامیده می شود. در هر دو مورد، رنگ ها نشان دهنده ساختار اولیه اجزای سیستم جریان برگشتی هستند.

همانطور که نیروی از دست رفته امواج، تکانه نیروها منتشر شده را منتقل می کند، شکست موج در هیدرودینامیک ناحیه خط ساحلی به عنوان نیروی اولیه در نظر گرفته می شود. از این رو شکست موج باعث کاهش شتاب موج و یا فشار تابش شده (Longuet-Higgins and Stewart, 1964)، جریان را به سمت ساحل می راند و به تنظیم

سطح متوسط آب ختم می شود (Bowen et al., 1968). ارتفاع و شکست امواج، در ایجاد متغیرهای زمانی و انتشار تابش موثر هستند (امواج بلندتر) و به کاهش سطوح آب (امواج کوتاهتر) می انجامند. میان نیروی شکست امواج و گردادیان فشار هیچ تعادلی وجود ندارد (e.g. Haller et al., 2002) که در نهایت بتواند به جریان برگشتی ختم شود (شکل 5). در صورت ظهور امواج مورب، نیرویهای وارده بر خطوط ساحلی در ایجاد جریانهای ساحلی موثر هستند و به جریانهای فرعی غالب و جریانهای مورب ختم می شوند.



شکل 4 روابط در سیستم نیروی هیدرودینامیک، مورفولوژی و جریان برگشتی. هر یک از عوامل نام برده در این سیستم بازخوردی برای مورد بعدی به شمار می رود و باعث ایجاد متغیرهای زمان و مکان است.

Bruneau et al. (2011) با در نظر گرفتن تحلیل نظری جامع جریانهای برگشتی و توجه به دینامیک آنها توانست با برقراری ارتباط میان متغیرهای ساحلی و جریانهای ساحلی با معادلات جنبشی به یکپارچگی عمق و متوسط زمان دست یابد. آنها توانستند اصطلاح گردش رانشی را با استفاده از رویکرد انتشار رواج دهند. شیب خط ساحل در عمق شکست موج مسئول رانش جریان است (شکل 5) و تشابه بسیاری نیز با عدم تعادل در شکست موج و شیب فشار دارد (see Fig. 10 in Castelle et al., 2012). در نتیجه شیب خط ساحلی در انتشار نیروی شکست موج تعیین کننده قدرت و نشانه زمانی جریان گردش است.

علاوه بر مواردی که در قسمت بالا به آن ها اشاره شد، رانش لحظه ای از شکست امواج مجزای کوتاه تشکیل شده است (Longuet-Higgins, 1957). نیروی شکست امواج کوتاه در نتیجه انتشار تغییر پذیری امواج بلند است (Peregrine, 1998) به طوری که منطقه مجاور را به ایجاد یک اختلاف بزرگ و می دارد (شکل 6). تغییرات اعمال شده در جریان های مجزا و کوتاه اخیرا توسط Clark et al. (2012) و در مقیاس ارتفاع $m + 10$ مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به اصل طوفان دو بعدی که به امواج بلندتر می انجامد، جریان تزریق شده با موج های کوتاه نیز می توانند در نهایت به موج هایی بلند تبدیل شوند و در مقیاس های بزرگتر ($O(100\text{ m})$) قرار بگیرند (Feddersen, 2014).

بدین ترتیب، تغییرپذیری در انتشار نیروی شکست موج در سواحل از مکانیسم های کلیدی جریان برگشتی در نظر گرفته می شود. در میان این دو مقیاس زمانی شاهد نیروی شکست موج نیز در زمان هستیم ($s 25$ طولانی تر). در نتیجه، جنبش شناسی جریان امواج را می توان به متوسط گرانشی ($s 250-25$) و فرکانس های خیلی پایین ($4-$ min, VLF 30) تقسیم بندی کرد (MacMahan et al., 2006; Austin et al., 2010; Bruneau et al., 2009). با این حال، تغییرات خط ساحلی حاصل از نیروی جریان برای ایجاد شدن جریان برگشتی الزامی هستند. مکانیسم های دیگر قابلیت ایجاد جریان ها و البته جریان ها برگشتی در نزدیکی سواحل را دارا هستند.

شکل گیری جریان های نزدیک به ساحل از طریق نا پایداری حاصل از برخورد شدید جریان های شکافنده صورت می پذیرد (e.g. Oltman-Shay et al., 1989; Ozkan-Haller and Kirby, 1999; Noyes et al., 2004). برای مثال، نا پایداری جریان در خط ساحلی شامل تقویت و تضعیف تعامل یک جفت جریان است که از ساحل دور می شود (Ozkan-Haller and Kirby, 1999). در نهایت، به هنگام برخورد امواج با سطوح سخت و جریان های مخالف، امکان وجود جریان های مورب در خطوط ساحلی وجود دارد، بدین ترتیب شاهد جت های رو به دریا هستیم.

3. دسته بندی جریان برگشتی حاصل از شکست موج بر اساس مکانیسم رانش فیزیکی

در این بخش با در نظر گرفتن درک و تفسیر مکانیسم های اساسی مختلف به تعریف انواع جریان های برگشتی پرداخته ایم. اخیرا، جریان های برگشتی بر اساس این موضوع که آیا سواحل باز و یا محدود است تعریف شده اند (MacMahan

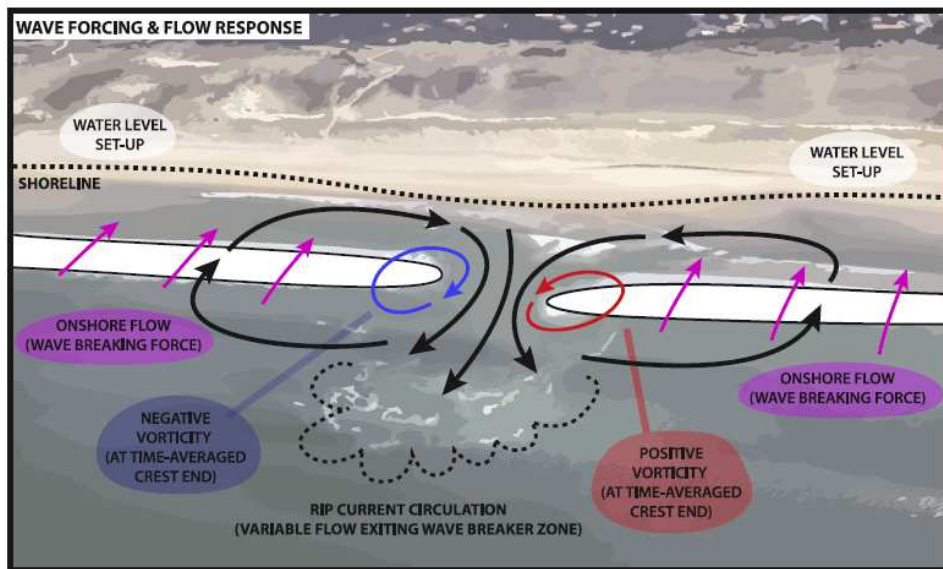
(et al., 2010a; Dalrymple et al., 2011; Scott et al., 2014). این تفاوت در واقعیت گمراه کننده به نظر می رسد، زیرا سواحل محدود بسیاری هستند که امواج آن به سواحل خشن محدود نمی شوند و با سواحل باز مشخصه های مشابهی به اشتراک می گذارند. به همین نحو، اصطلاح "ثابت نگاه داشته شده" و "پایدار" به طور رسمی و یا غیر رسمی برای توصیف امواج کانالیزه شده مورد استفاده قرار نمی گیرند (e.g. Short, 2007; Brander and MacMahan, 2011)، با این وجود، اندازه تمام جریان ها در واقعیت متفاوت است. لازم به ذکر است که جریان های برگشتی ساحلی ایجاد شده به واسطه فرایند کفموجی و به دلیل محدودیتی که در امنیت سواحل دارند در این مطالعه معرفی نشده اند. این جریان های کوچک در بعضی موارد موج های مینی (e.g. Rue.g. Dalrymple et al., 1965 Sell and McIntire, 2011) یا موج های کفموجی (e.g. Dalrymple et al., 2011) نامیده می شوند. این امواج به هنگام شتاب گرفتن در مسیر جریان برگشتی از مرکز راس $O(10\text{ m})$ سواحل شیب دار (شکل 7) عبور می کند (Masselink and Pattiaratchi, 1998).

در این مقاله با ارائه سه دسته بندی مجزا بر پایه مکانیسم رانشی کنترل کننده به دنبال از بین بردن ابهامات هستیم. اکنون لازم است به تمام دسته بندی هایی که به صورت هیدرودینامیک هستند اشاره شود: 1. جریان های هیدرودینامیکی خالص زمانی ظاهر می شوند که مکانسیم رانشی هیدرودینامیکی در غیبت عوامل دیگر دست به کار شوند؛ 2. جریان های عمقی در ناحیه شکست و جریان های برگشتی تحت فرایند هیدرودینامیک هستند و در خطوط ساحلی سه بعدی به شدت تحت تاثیر تغییرات طبیعی هستند؛ 3. جریان های حدود ساحلی تحت تاثیر سواحل سخت و سنگی چون بیرون زدگی های طبیعی و یا سازه های ساخته دست انسان هستند. هر دسته بندی در زمینه جریان های برگشتی تعریف خاص خود را دارد که در ادامه با جزئیات به آن می پردازیم.

3.1 کنترل هیدرودینامیکی جریان های برگشتی

این جریان ها تنها با کمک گرفتن از نیروهای هیدرودینامیکی کنترل می شوند و درمقایسه با دیگر دسته بندی ها متفاوت عمل می کنند؛ و معمولاً به سواحلی که دارای مشخصه های خاصی نیستند -سواحل مسطح- محدود می شوند و در زمان و مکان ناپایدار، گذرا و غیر قابل پیش بینی است. مدت هاست محققان در حال بررسی کنترل جریان

های برگشتی هستند (Dalrymple, 1978; Sasaki and Horikawa, 1978; Dalrymple and Lozano, 1978; Bowen and Holman, 1989; Feddersen, 2015). اخیراً مطالعات (Feddersen, 2015) پیشنهاد کرده اند و امکان ایجاد تمایز میان مکانیسم های متعدد را فراهم آورده اند. در نتیجه می توان به دو نوع کنترل جریان اشاره کرد (شکل 8).

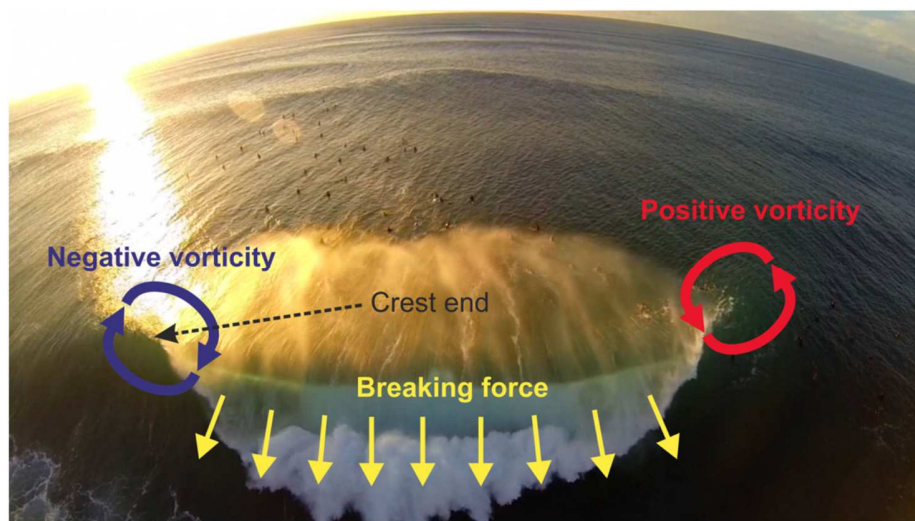


شکل 5. جریان مفهومی در متوسط زمان در مناطق نزدیک به ساحل در ارتفاع شکست موج

3.1.1 جریان های لحظه ای

در خطوط ساحلی مسطح و باز، تغییر در جریان گردشی در $m+10$ ، با وجود موج های کوتاه برگشتی (Peregrine, 2012; Clark et al., 1998) و در نتیجه مسیر طبیعی امواج خواهد بود (Cavaleri et al., 2007). انکسار این امواج کوتاه توسط اصطکاک عمقی در مقیاس های بزرگتر در نواحی شکست موج ($O(100\text{ m})$) صورت می پذیرد (Feddersen, 2014; Spydell and Feddersen, 2009a, 2009b). جریان های لحظه ای به صورت مرحله ای ظاهر می شوند و غیرقابل پیش بینی هستند و با چرخ آبه های منطقه شکست موج در ارتباطند (شکل های 8b و 8a). این در حالی است که در سال های اخیر درک ما از مکانیسم های پویا امواج بیشتر شده، با این وجود همچنان اطلاعات کافی در زمینه تعداد دفعات ظهور آن ها در شرایط مختلف در دست نیست (Johnson and Pattiaratchi, 2014; Feddersen, 2014; Clark et al., 2010, 2011; Spydell and Feddersen, 2009a, 2009b; Johnson and Pattiaratchi, 2006).

این اتفاق تا حدودی به دلیل فقدان داده کاوی های کافی و حضور شرایط مورفولوژیکی متعدد بوده است (Murray et al., 2013; Castelle et al., 2014a). با این حال، جریان های لحظه ای دارای شرایطی هستند (Murray et al., 2013; Castelle et al., 2014a): طول عمر کوتاهی دارند (2 الی 5 دقیقه)؛ جریانسو هستند؛ و ترجیحا در خطوط ساحلی مسطح با شکست موج غالب ظاهر می شوند.



شکل 6. تعریف برای انتشار شکست موج مورب (photo Eric Sterman, after Clark et al., 2012).

3.2.1. جریان های شکافنده ناپایدار

جریان های مورب در امتداد خط ساحلی و در ارتباط با ناحیه شکست موج ظاهر می شوند. مطالعات ثابت کرده اند که جریان های ایجاد شده در خطوط ساحلی می توانند ناپایدار باشند (Oltman-Shay et al., 1989; Bowen and Holman, 1989; Dodd and Thornton, 1990; Putrevu and Svendsen, 1992; Feddersen, 1998). جزئیات بیشتر در زمینه مطالعات مدلسازی صورت گرفته نشان می دهند که ناپایداری در جریان نشان دهنده امواج ناپایدار است که در امتداد خط ساحلی حضور دارند (Ozkan- Haller and Kirby, 1999) و مقیاس زمانی و طولی آن به ترتیب $O(100\text{ s})$ و $O(100\text{ m})$ هستند. این گونه ناپایداری تحت تاثیر فرکانس زوج های مورب در دریا قرار دارد که به سمت پایین حرکت می کنند و به آنها جریان های شکافنده ناپایدار نیز گفته می شود (شکل c8 و d).



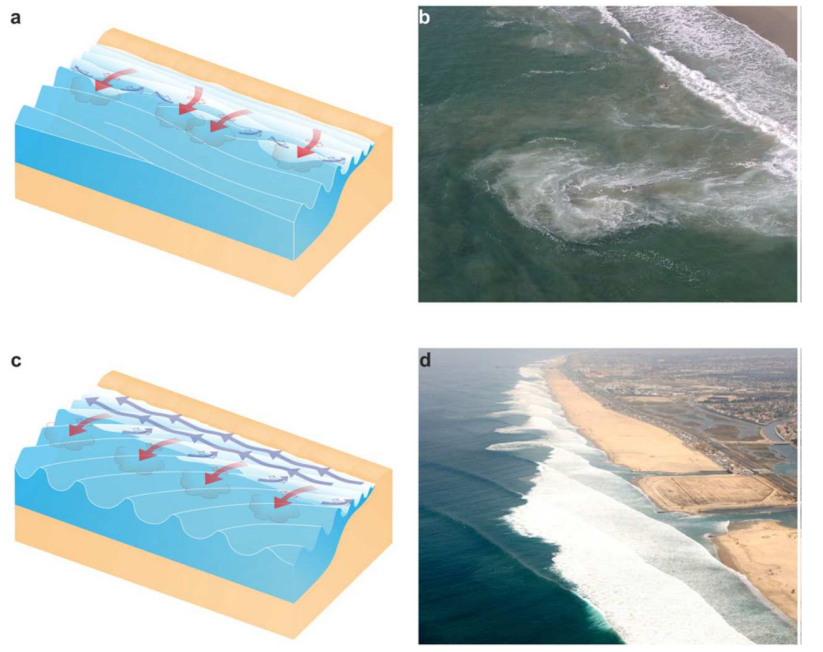
شکل 7. هجوم آب به دنبال مرکز پشته های شنی در ساحل بلز استرالیا

بی ثباتی برشی جریان برگشتی در امتداد خط ساحل مدت ها تنها دلیل ناپایداری مکانیسم رانش جریان برگشتی معرفی می شدند، نقش غالب در زمینه تغییر مکان از ناحیه شکست به بزرگترین چالش قرن اخیر تبدیل شده است. Feddersen (2014) با استفاده از پیشرفته ترین مدلسازی های عددی به بررسی اهمیت نسبی این تغییرات عرضی و جریان شکست در منطقه شکست موج رانشی پرداخته است. در مقایسه با پویایی تغییر جریان شکست موج، وی به این نتیجه رسید که مکانیسم رانش جریان برگشتی ناپایدار در مناطق شکست موج نادیده گرفته شده اند- به استثنا موارد خاص امواج قدرتمند، باریک و مورب (شکل d8). مطالعات میدانی ارائه شده در (Castelle et al. (2014a نشان می دهند کاهش فعالیت های مرتبط با جریان های ناپایدار و افزایش شدت جریان های خطوط ساحلی (up to 0.65 m/s) و نتایج عددی Feddersen (2014) همخوانی دارند. در نتیجه، با وجود اطلاعاتی که در دسترس وجود دارد، می توان چنین فرض کرد که عدم ثبات در جریان ها به هیچ وجه اتفاقی رایج نیست و تنها به هنگام تلاطم جریان های اقیانوسی در امتداد خط ساحلی مسطح اتفاق می افتد.

3.2 کنترل ژرفایی جریان های برگشتی

این نوع از جریان ها در زمان و مکان تداوم دارند. موقعیت مکانی و طبیعت کنترلی ریخت شناسی به مکانیسم رانش هیدرودینامیکی متفاوتی ختم می شود. در این میان می توان به دو مورد اشاره کرد: (شکل 9) (1) جریان هایی که در ناحیه شکست موج در کانال ها تحت تاثیر متغیرهای سه بعدی مورفولوژیکی قرار می گیرند؛ و 2. جریان های

متمركزی كه تحت تاثیر فرایندهای موجی آبتل ها قرار گرفته اند و با استفاده از مشخصه های ریخت شناسی نواحی شكست موج و آبتل ها تعريف می شوند.



شكل 8. نمونه هایی از کنترل جریان های هیدرودینامیکی: a. نمودار ترسیمی از جریان های برگشتی با رویکرد موج طبیعی؛ و b. جریان در زوما (Zuma)، کالیفرنیا (photo Rob Brander)؛ c. جریان های متمركز شماتیک نشان دهنده حفره ژرفایی دور از ساحل؛ d. جریان برگشتی متمركز در ساحل بلکس، کالیفرنیا (photo Tom Cozad) (رسوبات)

بر خلاف جریان هایی كه در كانال ها جاری هستند، در مواقعی كه شكست موج در اعماق با شدت كمتری همراه باشد جریان های متمركزی وجود نخواهد داشت - (شكل c9 و d). اگرچه این گونه از جریان ها معمولاً ثابت هستند، در عوض ممكن است در امتداد ساحل با تغییر زاویه و دوره موج موقعیت شان نیز تغییر یابد. جریان های متمركز از سوی ناهنجاری های عمقی نزدیک به ساحل و امواج ممتدی جذب می شوند كه به هنگام شكست موج باعث افزایش انحراف، ارتفاع و زاویه امواج هستند. در پی در هم شكستن نواحی شكست موج توسط جریان های ساحلی، جریان های متمركز به دنبال امواجی با زاویه باز ناپدید می شوند (Long and Özkan-Haller, 2016).

3.3 کنترل جریان های حد ساحلی

سواحل متعددی وجود دارند که به واسطه مشخصه های طبیعی خود همچون دماغه ها، پرتگاه ها، سنگ های نواری و سازه های ساخت دست بشر -آبشکن، اسکله، ستون- شناخته می شوند (Short, 1992; Scott et al., 2011a). این حدود ساحلی سنگی به هنگام تشکیل جریان های متناوب به شکل موثری کنترل عمقی جریان ها را به دست می گیرند. در این حوزه دو مکانیزم رانشی مجزا با در نظر گرفته شدن زاویه انحراف و مسیر حرکت امواج به سوی مانع از یکدیگر متمایز شده اند (شکل 10). جریان های سایه در مرکز برخورد قسمت های عمقی امواج و حد ساحل ظاهر می شوند، در حالیکه انکسار جریان زمانی که قسمت فوقانی امواج با حد ساحل برخورد می کند اتفاق می افتد. با این حال بدون در نظر گرفتن مکانیسم رانشی درگیر، جریان های حد ساحلی همواره به واسطه برخورد جریان به سازه دسته بندی می شود.

3.3.1 جریان های سایه

در نتیجه برخورد امواج منحرف شده به سواحل مسطح، ارتفاع و زاویه این امواج تغییر می کند. این اتفاق به دلیل تاثیر جریان های سایه در حد ساحل رخ می دهد. (شکل 10a). در نتیجه جت های دور از ساحل خواهند بود که بر خلاف موانع ساحلی در جریان های تابشی Lee قرار می گیرند. (Gourlay, 1974; Pattiaratchi et al., 2009; e.g. Pattiaratchi, 2016; Scott et al., 2016; Castello and Coco, 2012). مدلسازی عددی در این مطالعات (Pattiaratchi et al., 2009) نشان داده است که انحراف امواج در جریان های سایه با افزایش ارتفاع، زاویه امواج شدت می یابد. در موارد رایج، جریان سایه همزمان با افزایش محدوده انتشار امواج گسترش می یابد (Castello and Coco, 2012). از آنجایی که جریان های سایه تحت کنترل شرایط هندسی منطقه قرار دارد، شکل و امتداد حد سواحل در شکل گیری و مشخصه یابی این امواج از اهمیت بالایی برخوردار است. جریان های سایه در امتداد سواحل سخت و سنگی مشاهده می شوند، جای تعجب است که چرا مطالعات جامع صورت گرفته در زمینه این جریان ها بسیار کم هستند. Pattiaratchi et al. (2009) و McCarroll et al. (2014b) به ترتیب در زمینه دیوار و حد ساحلی و دماغه سواحل مطالعاتی ارائه کرده اند.

3.3.2 جریان انحرافی

انحراف در جریان، در سواحلی اتفاق می افتد که با عنوان ساحل مسطح با موانع سخت و سنگی دسته بندی شده اند (شکل b10). با این حال عملکرد آن ها متفاوت است، به طوری که جریان های قدرتمندی که در امتداد سواحل ظاهر می شوند پس از برخورد با یک مانع به سمت دریا باز می گردند (Dalrymple et al., 2011; Castelle and Coco, 2013; Scott et al., 2016). بر خلاف جریان سایه، جریان انحرافی با برخورداری از ماهیت پیشبینی پذیری (McCarroll et al., 2014b) و قابلیت های محاسباتی و شبیه سازی امواج (Wind and Vreugdenhil, 1986; Silva et al., 2010; Scott et al., 2016) مطالعات متعددی به نام خود به ثبت رسانده است.

3.4 سایر جریان های برگشتی

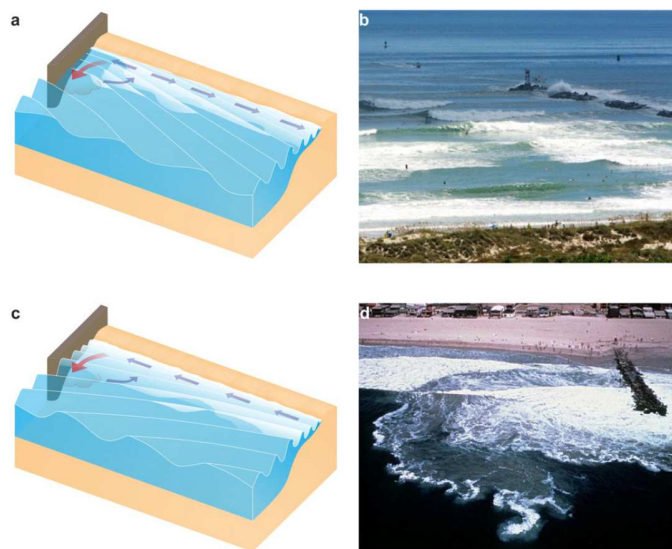
3.4.1 برخی جریان های برگشتی رایج و مرکب

گرچه توصیف و دسته بندی جریان ها کار راحت تری محسوب می شود، در واقعیت جریان های متعددی هستند که در مجموعه ای از مکانیسم های مذکور قرار می گیرند. برخی جریان های برگشتی در مناطق شکست کوچک دارای ناهنجاری های عمقی هستند (e.g. MacMahan et al., 2008) می توانند مجموعه ای از جریان کانال و جریان لحظه ای ایجاد کنند. ترکیب جریان های متعدد بسته به سهم متناظر کنترل ریخت شناسی رانشی در منطقه شکست موج صورت می پذیرد و امکان دارد در مناطق متعددی از یک کانال اتفاق بی افتد (شکل a11). جریان نوار داخلی نوع دیگری از انواع جریان های مرکب است و در امتداد سواحلی با برآمدگی های دوگانه ظاهر می شود (e.g. Lippmann and Holman, 1990; Aagaard, 1991; Short and Aagaard, 1993; Castelle et al., 2007; Price and Ruessink, 2011; Scott et al., 2011b). در این سیستم ها، جریان متمرکز و جاری در کانال ها ترکیب شده اند و به علت تغییرپذیری در عمق نوار داخلی ارتفاع امواج در امتداد ساحل متغیر است، با این وجود در برخی مواقع به دلیل انحراف و شکست عمقی امکان دارد امواج به نوار بالایی منتقل شوند (شکل b11). برخورد جریان برگشتی حد ساحلی به موانع طبیعی یا دست ساز به صورت مداوم است و در ادامه کانالی در مسیر خود ایجاد می کنند (e.g. Castelle and Coco, 2012; Loureiro et al., 2012a). در نتیجه افزایش عمق کانال،

امکان ورود نوع دیگری از جریان حد ساحلی ایجاد می شود که در نتیجه شکست امواج ساحلی است (شکل c11). در نتیجه اکثر جریان های حد ساحلی مجاور سازه های دست ساز در واقع جریان هایی مرکب هستند (Short, 1992).

3.4.2 جریان برگشتی Embayed-Cellular (کانال و بریدگی حد سواحل)

مهمترین دسته بندی جریان برگشتی از مکانیسم های رانشی به سواحل بین دو دماغه یا سواحل محبوس اختصاص می یابد. در چنین شرایطی، جریان های برگشتی cellular زمانی اتفاق می افتند که مانع یا حد ساحل در مقابل جریان غالب باشد (Short and Masselink, 1999). با توجه به شکل مانع و یا ساحل، شرایط امواج و یا انحنا ی ساحل برای جریان های برگشتی cellular در مرکز و یا در دو طرف بریدگی ظاهر می شوند (شکل 12) (Castelle and Coco, 2012). مکانیسم مسئول پیدایش جریان cellular که مجموعه ای از جریان های سایه، جریان های انحرافی، و جریان های کانال ساز است، به صورت جریان گردشی محصور است. شرایط و مدت زمان گردش جریان به طول بریدگی بستگی دارد (e.g. Loureiro et al., 2012b). به دلیل مقیاس بزرگ جریان های محصور، این جریان ها را با عنوان " mega-rips " معرفی می کنند (Wright, 1978; Short, 2007). این در حالی است که در بریدگی های باریکتر این امکان وجود دارد که جریان برگشتی embayed-cellular در شرایطی با قدرت امواج ضعیف و متوسط ظاهر شوند.



شکل 10. مثال هایی از جریان های برگشتی حد ساحلی: الف. شماتیک جریان برگشتی سایه در برابر یک مانع (قسمت فوقانی موج)؛ ب. جریان سایه در (www.bv.com) Ponce Inlet Jetty, Florida, US. ث. جریان برگشتی انحرافی در امتداد یک مانع در قسمت زیرین موج؛ د. جریان انحرافی در Newport Beach, California, US (<http://www.ocregister.com/articles/rip-130324-rrrent-never.html>).

3.5 خلاصه ای از انواع جریان های برگشتی

در این مقاله 6 دسته بندی اصلی برای جریان برگشتی از منطقه شکست ارائه شده است. لازم به ذکر است این جریان های مجزا جزئی از عناصر کلیدی هستند و در دنیای واقعی مکانیسم های متعددی در ایجاد جریان های مرکب دخیل هستند. از این رو 4 دسته بندی رایج از جریان های مرکب به همراه مثال ارائه شدند. شکل 13 خلاصه ای از این جریان ها روابط، مورفولوژی و جزر و مد را به نمایش گذاشته است.

تعداد مقالات علمی در زمینه جریان های برگشتی از سال 1925 الی 2016 به 236 ناشر می رسد که هر کدام به طور مستقیم یک یا چند مورد از این دسته بندی را مورد مطالعه قرار داده اند. همانطور که در شکل 14 مشاهده می شود اکثر مطالعات صورت گرفته بر روی کنترل ژرفایی جریان ها و همچنین جریان کانال های غالب (شکل b14) تمرکز داشته اند. دلیل این تبعیض عموماً سهولت در مدلسازی و اندازه گیر نسبی شناخته شده است (بخش 2، 1 و 3). انواع دیگر جریان نیز کمتر مورد توجه قرار داده شده اند، با این حال مطالعات مرتبط با حد سواحل با رشد چشمگیری همراه بوده است (شکل c14). مطالعات مرتبط با کنترل هیدرودینامیکی به دلیل دشواری در انجام اندازه گیری های مرتبط همچنان اندک است (شکل 14c).

4. عکس العمل جریان برگشتی به تغییرات رانشی

بخش قبل تنها با کمک گرفتن از مکانیسم رانشی اصلی، دسته بندی ایده آلی برای جریان های برگشتی ارائه داده است. این بخش چگونگی عکس العمل جریان به تغییرات در زمان و مکان را مورد بررسی قرار می دهد. مکانیسم های رانشی از این قرار هستند: امواج (ارتفاع، دوره، جهت، زاویه، مسیر)، ریخت شناسی یا مورفولوژی (فاصله کانال، ساحل

غیر هم سطح، ابعاد موانع، و جز و مد (سطح آب). جریان برگشتی منتظره با توجه به مدولاسیون سرعت، حالت گردشی، و عمل و عکس العمل رانشی تعریف شده است.

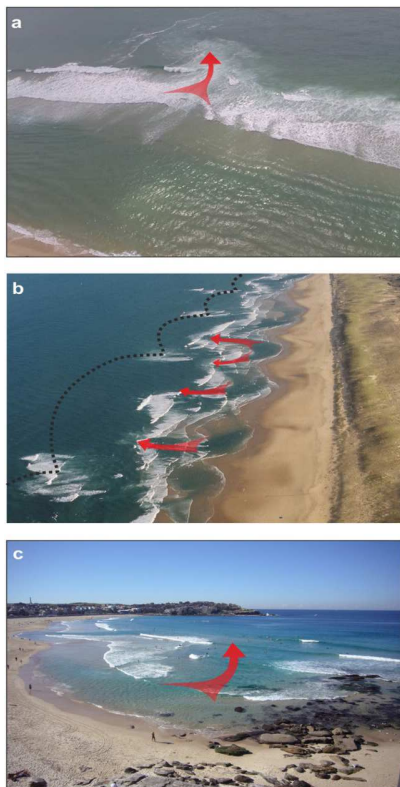
4.1 کنترل هیدرودینامیکی جریان

مطالعات مرتبط با عکس العمل رانشی از نقاط کلیدی محسوب می شود که صرفاً جزئی از جریان های هیدرودینامیکی هستند و به دلیل پیچیدگی موضوعی در مقایسه با دسته های دیگر همچنان ضعیف عمل می کنند. در حالی که در حال حاضر مطالعات اخیر رویکردی نو به جریان های لحظه ای دارد (Feddersen, 2014; Spydell et al., 2014; Hally-Rosendahl et al., 2014, 2015), بی ثباتی برشی جریان های برگشتی نیز به دلیل اینکه کمتر مشاهده می شود، کمتر مورد مطالعه قرار گرفته اند.

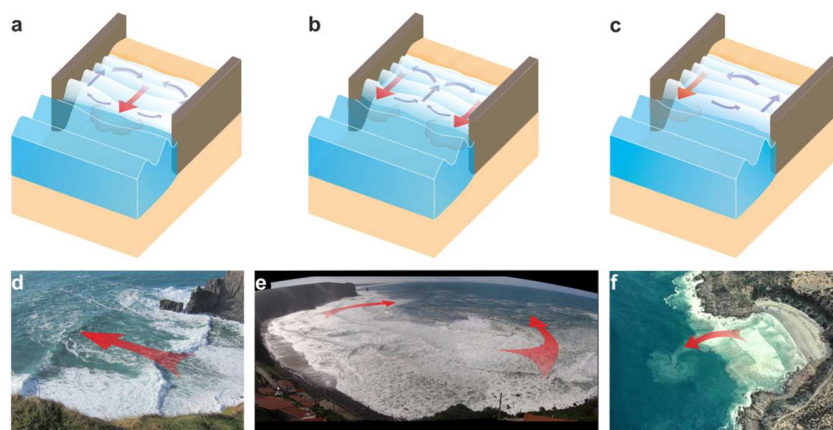
زمان و مکان در جریان های برگشتی هیدرودینامیک به صورت تصادفی هستند، (e.g. Spydell et al., 2007) در ناحیه شکست موج و با نزدیک شدن مجموع متوسط زمان به صفر، متوسط سرعت به عنوان شاخص قدرتمندی برای عکس العمل جریان کارآمد نخواهد بود. مناسب ترین شاخص ها مواردی هستند که دارای سرعت متغیر نباشند (e.g. Spydell et al., 2014; MacMahan et al., 2010b), و یا اینکه در گردش جریان با تنوع بیشتری همراه باشند (Spydell and Feddersen, 2009a, 2009b). گفته می شود انتشار زاویه دار موج تابشی بر سرعت جریان های کوچک تاثیرگذار است. البته نتایج چیز دیگری را نشان می دهند (Spydell and Feddersen, 2009a, 2009b; MacMahan et al., 2008; Suanda and Feddersen, 2015; Spydell et al., 2009). به علاوه مدلسازی موج با هدف بررسی چگونگی شکل گیری جریان های لحظه ای - از طریق جریان های گذرا صورت گرفته است (Johnson and Pattiaratchi, 2006) تحقیقات نشان داده است مواردی همچون دوره امواج، جهت انتشار امواج، سرعت و پایداری آن ها همگی در ایجاد جریان های لحظه ای موثر هستند. با این وجود این روابط شفاف نیستند و به مطالعات بیشتری نیاز دارند. همبستگی ضعیف و مثبت میان ارتفاع موج و جریان گذرا از طریق مشاهدات و مدلسازی های عددی تعریف شده است (MacMahan et al., 2010b). اوج سرعت جریان های روان کوچک در مناطق شکست موج (Suanda and Feddersen, 2015) به واسطه جریان های لحظه ای خارج از محدوده شکست

دارای رشد افزایشی هستند (MacMahan et al., 2010b). اطلاعات زیادی در رابطه با بی ثباتی برشی جریان وجود ندارد، ولی انتظار می رود با افزایش زاویه و ارتفاع امواج این مورد نیز رفع شود.

ارتباط پایداری میان جریان های لحظه ای و عدد Iribarren مدلسازی شده وجود دارد (Suanda and Feddersen, 2015). بدین ترتیب که سواحل شیب دار با موج هایی با شیب کوتاه با افزایش مناطق شکست موج به سمت دریا، در نهایت به شکل گیری جریان های لحظه ای ختم می شوند (Feddersen, 2014; Spydell and Feddersen, 2009a, 2009b). از این رو پویایی جریان های لحظه ای از طریق میزان انتشار آن مورد بررسی قرار می گرفته اند، دامنه معمول چیزی بین $0.5-4 \text{ m}^2/\text{s}$ است (Johnson and Pattiaratchi, 2004; Clark et al., 2010; Spydell et al., 2009). حال آنکه انتظار می رود ارتفاع و جهت امواج عوامل کلیدی باشند، برای بررسی های بیشتر لازم است شرایط متغیر نیز در مطالعات مرتبط با جریان های لحظه گنجانده شوند. تا جایی که مطالعات نشان می دهند، گردش جریان های لحظه ای پیش تر هرگز به واسطه شبیه سازی و مشاهدات کیفی صورت نگرفته است.



شکل 11. نمونه هایی از انواع جریان برگشتی مرکب: الف. جریان برگشتی لحظه ای جاری در کانالی ضعیف در SW فرانسه (photo Vincent Marieu)؛ ب. جریان برگشتی متمرکز در کانال که به واسطه کانال های جریان برگشتی در نوار داخلی در سواحل شنی از دو طرف محصور شده است Truc Vert, SW فرانسه. خط نقطه چین متغیر حد ساحل را نشان می دهد. این حد باعث می شود شکست امواج از داخل نوار باشد. شکست موج نیز در مناطق کم عمق صورت می گیرد (photo Philippe Larroudé)؛ ث. جریان برگشتی در فلات در کانال های عمیق در Bondi Beach, Australia (photo Rob Brander).



شکل 12. طرح ترسیمی (پانل های بالا) و نمونه های از ظهور جریان های cellular (a,d) در ورودی یک منطقه محصور در Aileens, County Claire, Ireland (photo TimScott)؛ (b,e) در هر دو سمت از منطقه محصور در Arrifana, Portugal (photo Carlos Loureiro)؛ و (c,f) در یک سمت منطقه محصور مشاهده می شود در Australia (photo Andrew Short).

4.2. کنترل جریان های برگشتی ژرفایی

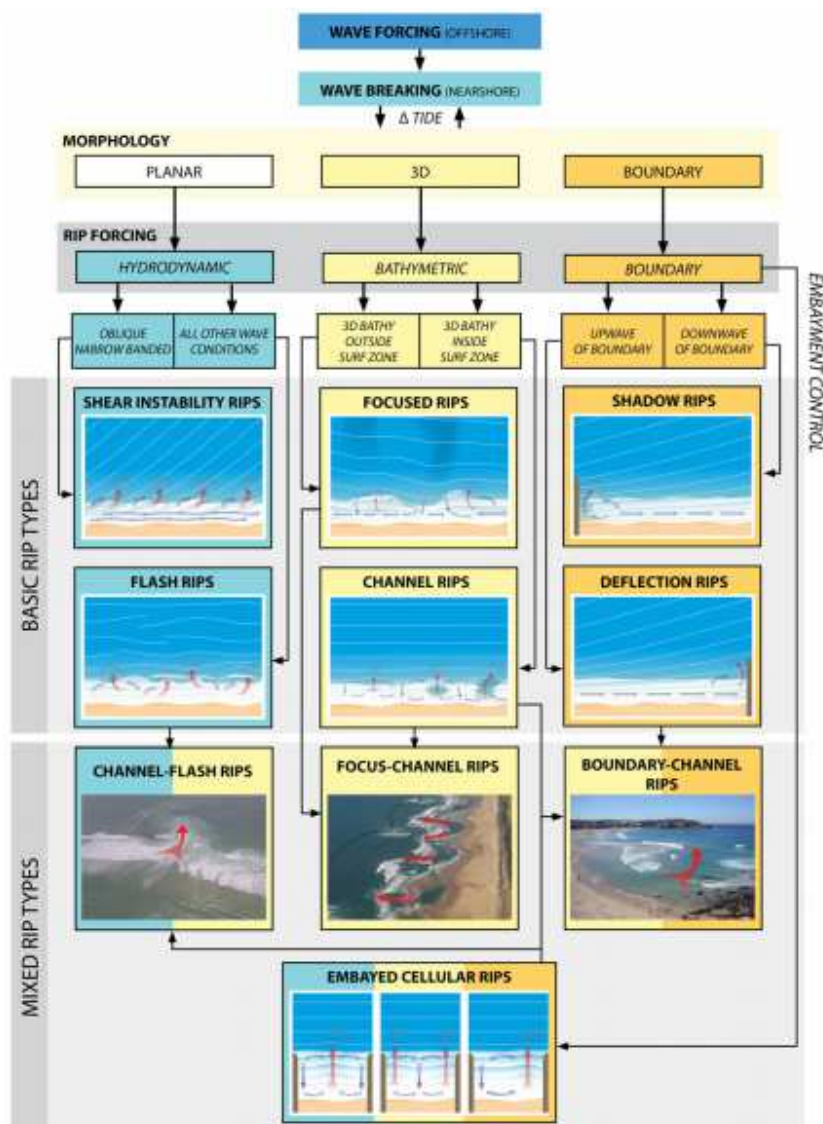
با توجه به (شکل 14)، مطالعات فراوانی در زمینه چرخش جریان در کانال و عکس العمل سریع صورت گرفته است و اسناد زیادی در دسترس قرار دارد. مطالعات میدانی متعددی (e.g. Brander and Short, 2000, 2001;) (Castelle and Bonneton, 2006; MacMahan et al., 2006; Austin et al., 2010) نشان داده اند افزایش سرعت جریان، افزایش در ارتفاع و یا کاهش عمق توسط سطح گذرا و یا تغییر در ریخت شناسی ساحل مدوله

می شوند. مدوله سازی سرعت سطح جریان برگشتی به دلیل تغییر پذیری در الگوی شکست موج در سطوح مختلف آب در ساحل ماسه ای و کم عمق صورت می پذیرد (e.g. Aagaard et al., 1997; Brander and Short, 2001; MacMahan et al., 2006; Houser et al., 2013; Austin et al., 2014; Bruneau et al., 2014; Scott et al., 2014). سرعت جریان برگشتی نیز به خوبی با مورفولوژی کانال (e.g. Brander, 1999; McCarroll et al., 2014b) منطبق شده است، به طوری که در پی افزایش سرعت، سرعت مورفولوژی منطقه شکست نیز تغییر می کند (Castelle et al., 2010). از نقطه نظر فیزیکی، افزایش در ارتفاع موج و یا تغییر در نسبت عمق نوار و کانال به افزایش در شیب خط ساحلی ختم می شود، بدین ترتیب تنظیمات بیشتر و فشار بزرگتری در رابطه با جریان برگشتی در دست خواهد بود. به طور کلی، افزایش در سرعت جریان برگشتی کانال به طور معکوس به اندازه ای با افزایش ارتفاع موج در ارتباط است (Fig. 15a, Castelle et al., 2014b) که به اشباع منطقه شکست می رسد و میزان تغییر پذیری در شکست موج را کاهش می دهد. از نظر فیزیکی، سطح شیب ساحل به همان اندازه که امواج از هم پاشیده می شوند کاهش می یابد. سرعت جریان برگشتی در کانال باعث افزایش دوره پایداری موج می شود (Castelle et al., 2006). برای اطلاعات بیشتر به شکل 10 (MacMahan et al., 2006) مراجعه شود.

لاگرانژ محاسبات مرتبط با سیستم های کانال های میکرو - و مزو نشان داده است که در حالت طبیعی موج 15 الی 20 درصد از جریان می تواند از منطقه دور از ساحل خارج شود (MacMahan et al., 2010a). با این حال مقدار خروج مشاهده شده در کانال ها می تواند به همراه فرکانس های کم سرعت متغیر خروجی بزرگی را به نمایش بگذارد (0-73 درصد) (Houser et al., 2013; McCarroll et al., 2014b; Scott et al., 2014). Reniers et al. (2009) بر پایه مدلسازی و محاسبات میدانی توانسته است یک پارامتر خروج برای جریان کانال ساحل محصور ارائه دهد.

در پی محاسبات میدانی و مدلسازی جریان در کانال ها، (Reniers et al (2009) برای مناطق محصور یک پارامتر خروجی تعریف کرده است. عرض ناحیه شکست موج Virtual drifter و ارتفاع و مدت پایداری موج رابطه مستقیم دارد. این رابطه نتوانسته به خوبی مقدار خروجی را به هنگام ترکیب شدن با دیگر داده ها محاسبه کند (McCarroll (2010a). MacMahan et al., 2014b). با در نظر گرفتن اطلاعات جمع آوری شده، احتمال وجود آستانه مورفودینامیکی در تبادل امواج بزرگ در جریان کانال های ساحلی تایید می شود. این فرضیه به این صورت است، جریان های منسجمی که از امواج بزرگ حاصل می شوند، با هدف کاهش سطح شکست و افزایش گردش جریان، در تنظیم ابعاد شکست موج اصلاح می شوند (Scott et al (2014) معتقد است نسبت خروج جریان کانال در مناطق محصور و عامل نیروی امواج نسبی به صورت معکوس عمل می کند (به طوری که متوسط بلند مدت باشد) Scott (2014) معتقد است نیروی جریان کمتر از (0.5-1)، مقدار خروجی جریان بالا، و کاهش زوج های مورفولوژیکی به یکدیگر وابسته هستند. از این رو ناحیه شکست موج باریک تر از نوار خارجی خواهد بود و به شکلی موثر از دامنه فرآیند حذف می شود (شکل 16). در شرایطی که ارتفاع موج کوتاه باشد، فقدان شکست جریان در کانال در نهایت به کاهش نیروی رانشی ساحلی و شکست خیزاب ها می انجامد؛ بدین ترتیب این امکان وجود خواهد داشت که جریان خروجی غالبی پدیدار شود. در مواقعی که ارتفاع موج بیشتر است، جریان رانشی ساحل افزایش می یابد-در این مورد شکست موج متناوب در منطقه ای دور از ساحل اتفاق می افتد و دلیل آن فرکانس پایین متغیرها است؛ بدین ترتیب که جریان همواره در دو مسیر خروجی و جریان گردش تغییر مسیر می دهد .

مطالعات آزمایشگاهی (Castelle et al., 2010) و مدلسازی های عددی (Castelle et al., 2014b) اخیر چگونگی اثر بخشی فضای کانال در گردش جریان را به نمایش می گذارند. در سواحل طبیعی فاصله بندی کانال های جریان برگشتی از 50 تا 500 m متغیر است (Short and Brander, 1999; MacMahan et al., 2006)؛ مطالعات (Castelle et al. (2014b) نشان می دهد که میزان شکست موج در سواحل با امواج متوسط بدین ترتیب خواهد بود: عرض X_s فضای کانال λ ، کنترل برجسته ای در سطح خروجی ارائه می دهد λ / X_s . نماینده یک اندازه گیری از محدودیت های مرتبط با حد سواحل و جریان های برگشتی است) شکل 15. a)



شکل 13. خلاصه ای از چارچوب دسته بندی انواع جریان

جریان های متمرکز می توانند طیف گسترده ای از مقیاس ها، رفتارهای وابسته به مقدار تمرکز در جریان ، انرژی امواج، و مقیاس طول سواحل را تحت پوشش قرار دهند. موقعیت و قدرت جریان های برگشتی، ارتفاع امواج، پایش و زاویه انتشار به گونه ای مادوله می شوند که سرعت جریان معمولاً بسته به بزرگی زاویه افزایش می یابد (Long and Haller, 2016) و (Long Özkan- Özkan-Haller, 2016) معتقد هستند مسیر امواج دور از ساحل اساساً به عنوان پارامتری کنترل کننده محسوب می شود که بر ظهور جریان های برگشتی متمرکز تاثیر گذار است. امواجی

که با زاویه باز به ساحل نزدیک می شوند قدرت زیادی به امواج ساحلی القا می کنند و در گردش جریان منطقه غالب هستند.

گردش جریان متمرکز معمولاً به واسطه چگونگی حالت خروج از منطقه و انتشار در ناحیه شکست موج دسته بندی می شود (Shepard and Inman, 1950; Long and Özkan-Haller, 2005, 2016)، این در حالی است که گسترش و انتشار جریان های دور از ساحل با افزایش زاویه امواج کاهش می یابد (Long and Özkan-Haller, 2016).

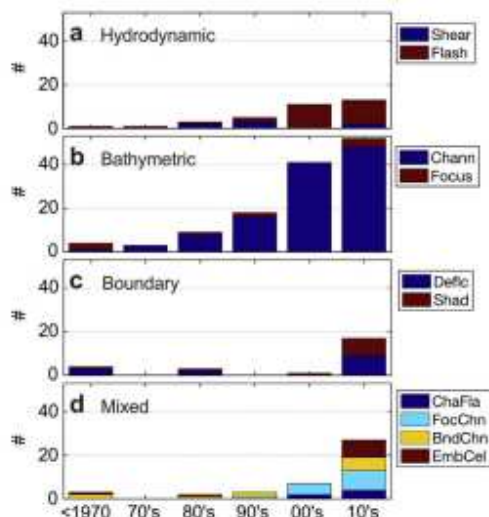
4.3. کنترل جریان های برگشتی در حد ساحل

ارتفاع، مسیر، و شکل هندسی حد ساحل در کنترل سرعت جریان برگشتی و گردش جریان های حد ساحلی نقشی کلیدی دارند. این روابط در مقوله سرعت جریان، بسیار ساده و روشن هستند. در جریان های سایه نسبت زاویه موج به ساحل و شکل هندسی حد ساحل تعیین کننده هستند. انتشار امواج نیز به نوبه خود در گردش جریان نقش تعیین کننده ای دارند. عنصر کلیدی کنترل پویایی جریان، نسبت طول موانع (Lg) (برای مثال فلات و پرتگاه) به عرض ناحیه شکست موج Xs در نظر گرفته شده است (Scott et al., 2016).

لازم است بدانید که جریان های حد ساحل تنها در سال های اخیر به صورتی جامع مورد مطالعه قرار گرفته اند (شکل 14). (c) مشاهدات و مدلسازی های صورت گرفته در زمینه انحراف جریان در آبشکن های (Scott et al., 2016). نشان داد که می توان برای گردش جریان ساده سه حالت ارائه داد) شکل 1: (a) 17 به طوری که ، هیچ انحرافی در جریان های دور از ساحل وجود نداشته باشد و سرعت جریان نیز مشابه سرعت جریانی باشد که در امتداد ساحل در جریان است؛ 2. با افزایش در طول دیوار ساحلی ، سرعت جریان برگشتی در راستای حد ساحلی به حداکثر میزان عددی می رسد و زاویه انحراف در جریان های دور از ساحل افزایش می یابد، با این حال همچنان به عنوان جزئی از جریان حد ساحل باقی می ماند؛ و 3. اگر باشد، انحراف جریان دور از ساحل خواهد بود و عمل خروج به سرعت افزایش می یابد، و در نتیجه سرعت جریان برگشتی تا اندازه ای کاهش پیدا می کند تا به حالت شبه ثابت برسد. مدلسازی و مطالعات آزمایشگاهی (Wind and Vreugdenhil, 1986; Castelle and Coco, 2013)، آزمایش های

میدانی در زمینه وزش-امواج دیواره ساحلی (Scott et al., 2016) و فلات محصور غالب (McCarroll et al., 2014b) نشان داد که میزان خروج در جریان انحرافی معمولاً بسیار بالاست و همچنین انتشار الگوی متوسط جریان

در عرض مناطق شکست دور از ساحل در ارتباط هستند) شکل 17. b).



شکل 14. گسترش تعداد ناشران در سال های 1925 الی 2016 و انواع جریان های برگشتی در ارتباط هستند

(بخش 3). کلمات اختصاری در رابطه با انواع جریان برگشتی: کانال (chann)، متمرکز (focus)، انحراف (deflc)،

سایه (shad)، جاری در کانال - لحظه ای (chafla)، متمرکز-جاری در کانال (focchn)، جاری در کانال -

حد ساحل (bndchn)، embayed-cellular (embcel).

در مقابل، جریان سایه به واسطه قدرت (ضعیف) گردش جریان برگشتی در دسته بندی موج دورا (باد با انرژی کم)

قرار می گیرد) شکل 17. b) جریان خروجی زمانی به حداکثر می رسد که طول مانع فعال بیشتر از طول منطقه

شکست موج باشد. (Castelle and Coco, 2014; Scott et al., 2016; Fig. 17a) تنها دو مطالعه در زمینه

شناسایی میزان انحراف جریان های سایه و حالات مرتبط در یک منطقه محصور ارائه شده است (Castelle and

Castelle and Coco (2013). Coco, 2013; McCarroll et al., 2014b) با استفاده از شبیه سازی های

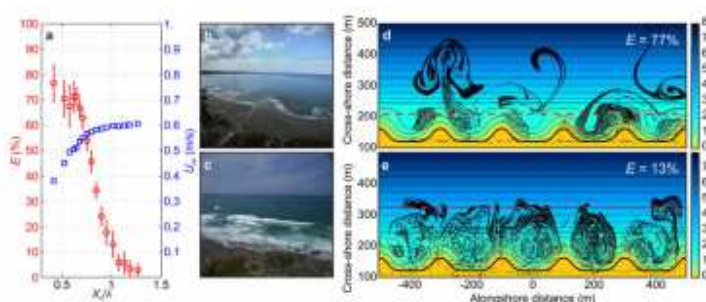
عددی به این نتیجه رسید که میزان خروجی و بریدگی غالب در بر گیرنده جریان بیشتر در حد ساحل کانال ها است.

مطالعات (2014b) McCarroll et al. نیز در زمینه بررسی جریان های حد ساحل و دو فلات - در یک منطقه

مشخص - به صورت همزمان مورد مطالعه قرار گرفته اند (شکل 18)؛ وی به این نتیجه رسید که از جریان خروجی حاصل از انحراف جریان بوده و 22٪ از مقدار خروجی نیز مختص جریان سایه است؛ و اینکه در برابر جریان های گردش غالب هستند.

4.4. جریان های مرکب

در حقیقت، بسیاری از نواحی شکست موج به صورت جهت دار منتشر می شوند (MacMahan et al., 2010b)، از این رو اکثر انواع جریان برگشتی و متغیرهای شکست موج با یکدیگر برخورد داشته اند (شکل 6). در کانال ها، جریان گذرای شکل گرفته در ناحیه شکست و جریان متوسط بر یکدیگر تاثیر می گذارند و در فرکانس پایین به حالات جریانی متعدد ختم می شوند (MacMahan et al., 2010b) تسلسل در جریان گذرا کانال ها را می توان به واسطه بررسی متوسط سرعت رانشی و همچنین متغیرهای سرعت مورد تجزیه و تحلیل قرار داد (Castelle et al., 2010) با استفاده از مدل های آزمایشگاهی به بررسی جریان ها لاگرانژی پرداخته است. در چنین مواردی عمق خط ساحلی غیر مسطح و سرعت متوسط بالا به واسطه pulsing در ارتباط هستند. در مقابل، سواحل مسطح دارای میانگین شیب کمتری هستند (e.g. Murray et al., 2013; McCarroll et al., 2016a).

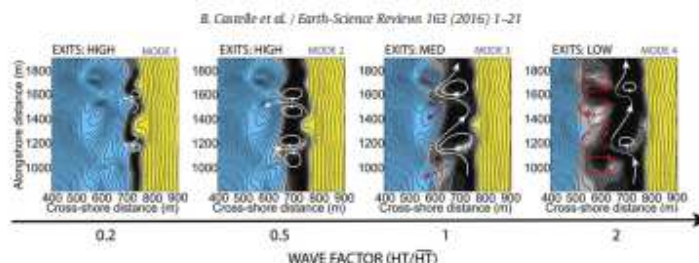


شکل 15. روابط میان انعکاس جریان، جریان رانشی و فضای کانال (Castelle et al., 2014b) پانل سمت چپ

نماینده انعکاس مدلسازی شده در ناحیه شکست موج و مقدار خروجی جریان E است (Roelvink et al., 2009) از مدل Xbeach، متغیرهای امواج رانشی طبیعی) عرض شکست موج (Xs و فضای کانال 200 متری استفاده کرد. مقدار خروجی E به رنگ قرمز و سرعت جریان برگشتی به رنگ آبی (Urip) مشخص شده است. پانل سمت راست نماینده نمونه های اجمالی از نتایج حاصل از شکست جریان است Virtual drifters. با نقطه های

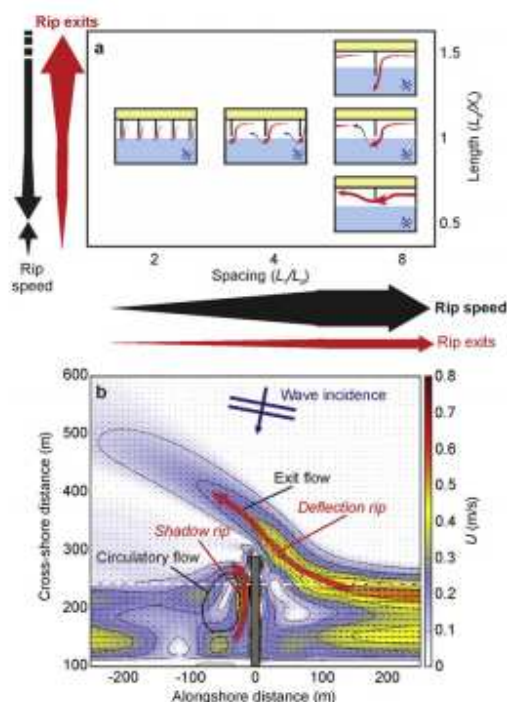
سیاه مشخص شده اند. خط قرمز بریده بریده محدوده شکست موج است. پانل وسط نیز نشان دهنده نمونه های

واقعی از حالات شبیه سازی شده در غرب Cornwall, UK است. (photos Timothy Scott)



شکل 16. ترکیب حالات جریان برگرفته از شبیه سازی مدل xbeach تایید شده در ژرفاسنجی ساحل Perranporth در انگلستان نشان می دهد که چگونه یک جریان رانشی می تواند حالات گردش جریان را طی ریخت شناسی جریان کانال ها تحت کنترل داشته باشد

، (Scott et al., 2014) در زمینه جریان های متمرکز-جاری در راستای سواحل محصور اعلام کرده است که نتیجه افزایش در ارتفاع امواج، شکست در قسمت بیرونی و سیستم نوار اصلی است به طوری که سیستم جریان داخلی و جریان های ساحلی تحت پوشش قرار می گیرند (شکل 16، مدل 4). مطالعات اخیر نشان داده اند که ترکیب جریان کانال ها و جریان های متمرکز می توانند بر میزان جریان خروجی تاثیر گذار باشند. حفره های گردش جریان تا محدوده شکست موج و تا نزدیکی ناهنجاری ها کشیده می شوند (Castelle et al., 2014b) سپس میان نقاط امواج متمرکز قرار می گیرند، بدین ترتیب می توانند و برای انتقال مواد شناور از منطقه شکست به منطقه داخلی کانال یا مانعی تشکیل دهند. به طور کلی، مطالعات اخیر مشخص می کنند که حالت جریان در کانال ها می تواند به شدت تحت تاثیر ناهنجاری های عمقی قرار بگیرند و دسته بندی انواع مرکب جریان ها را نیز بر عهده بگیرد.



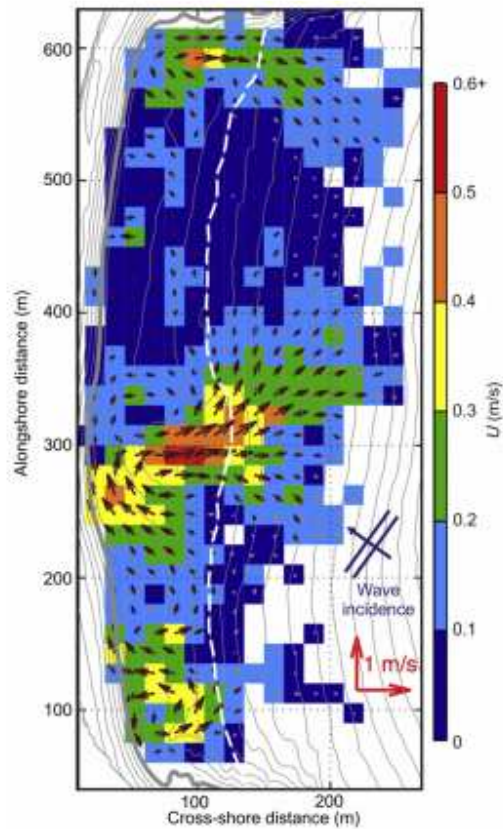
شکل 17. الف. خلاصه ای از روابط عکس العمل رانشی و انحراف جریان برگشتی در ساحل Boscombe ، انگلستان (Scott et al., 2016). ب. شبیه سازی جریان های سایه و منحرف شده در بررسی جریان گردشی و خروج جریان. مرز شکست موج به صورت خط چین مشخص شده است. (Castelle and Coco, 2014). مهمترین مشخصه سواحل محصور و جریان های حد ساحل توانایی حفظ تداوم گردش جریان تحت امواج بزرگتر است. اصطلاح "mega rip" معمولاً برای توصیف جریان های بزرگ و پر سرعتی مورد استفاده قرار می گیرد که تحت شرایط گردشی Cellular به صورت پر نیرو ایجاد می شود (Short (2007) و Loureiro et al. (2012b)). معتقد هستند mega rip ها دارای خروجی بالایی هستند و در مواقع طوفانی هر دو بهترین گزینه برای انتقال جریان های بین ساحلی اقیانوس اطلس به شمار می روند -پرتغال و استرالیا- سرعت mega rip می تواند تا 3 m/s برسد و تا شعاع 1-2 کیلومتر برسد (Loureiro et al. (2012b) و Coutts-Smith, 2004)). (McCarroll et al. (2014b)) مشخصه های ریخت شناسی کانال هایی را مشخص می کنند که در اثر جریان های mega rip cellular شکل گرفته اند.

4.5 خلاصه ای از عکس العمل در جریان

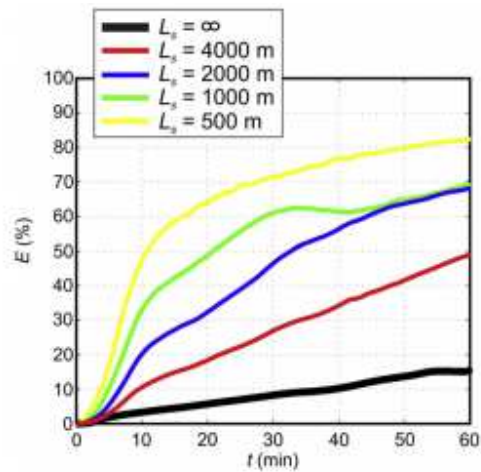
جدول 1 خلاصه ای از روابط رانشی کلیدی را ارائه می دهد (بخش 4). لازم به ذکر است که این عکس العمل ها به صورت غیر خطی و پیچیده هستند. در جریان های برگشتی هیدرولوژیکی، جریان های لحظه با افزایش در ارتفاع امواج افزایش می یابند. با این حال، ارتباط میان طول امواج افزایش یافته و نیروی جریان لحظه ای ساحلی همچنان به تحقیقات بیشتری نیاز دارد .

در رابطه با جریان های برگشتی عمقی، کانال هایی که دارای نیروی پایین تری هستند معمولاً در جریان هایی با سرعت پایین شرکت می کنند، ولی میزان تبادل بالایی دارند) شکل 15. (b,d)همانطور که ارتفاع و عمق کانال رشد داشته اند، و یا سطح آب کاهش داشته است، سرعت جریان کانال ها به طور مجانب در راستای ساحل ظاهر می شوند (شکل 15. (a, c)همانطور که ارتفاع موج کاهش می یابد و یا سطح آن کاهش می یابد، انتشار ساحلی در منطقه شکست و گرادیان فشار جریان نیز کاهش می یابد، در ادامه سرعت و تبدلات کاهش می یابند .

در نهایت، در جریان های حد ساحلی، جریان ها با افزایش زاویه موج به شکلی مثبت به تعامل می پردازند، با این حال میزان تعاملات همچنان پایین باقی می ماند. در جریان های انحرافی، همانطور که زاویه و ارتفاع امواج افزایش می یابد، جریان خط ساحلی قدرت بیشتری پیدا می کند و در نتیجه سرعت و مقدار خروجی نیز افزایش می یابد. به علاوه، با گسترش حد ساحل ، میزان خروجی افزایش می یابد .



شکل 18. سرعت لاگرانژی اجمالی به واسطه متوسط مشاهدات مستقل از ساحل محصول whale در استرالیا تعریف می شود (McCarroll et al., 2014b) خط ساحلی برجسته است و مرز ناحیه شکست موج به صورت خط چین مشخص شده است.



شکل 19. دنباله های زمانی مقدار خروج جریان برای امواج انحرافی و متغیر عرض بریدگی (Castelle and Coco, 2013) .

5. مسائل مرتبط با امنیت سواحل

جریان های برگشتی سالانه جان صدها نفر را می گیرند. بیش از هزاران نفر نیز در سرتاسر جهان از این جریان ها نجات پیدا می کنند (e.g. Gensini and Ashley, 2009; Brewster, 2010; Brighton et al., 2013; Arozarena et al., 2015). بر همین اساس، چگونگی به دام افتادن شناگران و روش گریز از جریان های کشنده بسیار پراهمیت است. آیا باید از این امواج گریخت و یا خود را به آن ها سپرد. در اینجا سرعت جریان یعنی جریان با چه سرعتی شناگران را از ساحل دور می کند (Drozdowski et al., 2012) در جریان برگشتی این گردش است که در نهایت بهترین روش برای فرار شناگر را مشخص می کند (e.g. McCarroll et al., 2015; Castelle et al., 2016). همچنین از جریان خروجی با درکی سنتی یاد می شود (شکل 3a ، اولین نصیحت برای شناگران این است که به هنگام گیر افتادن در این گونه جریان ها بهترین روش ممکن شنا کردن به موازات جریان و حرکت به سمت ساحل است؛ بدین ترتیب می توانید خود را به مناطق کم عمق برسانید. در مقابل، مفهوم جریان گردشی) شکل 3 b) با یک گردش کامل 5-10 دقیقه ای راهکار فرار را "شناور ماندن" خوانده است. بدین ترتیب خستگی شناگران به حداقل می رسد و در نهایت به آب های کم عمق هدایت می شوند و در امان خواهند بود (MacMahan et al., 2010a). این دوگانگی ماهیت تغییر پذیری طبیعت را در جریان های هیدرولوژیک و مورفولوژیک به نمایش می گذارد .

جدول 1. خلاصه ای از رانش و انعکاس در انواع جریان ها. متغیر ها H : ارتفاع شکست موج T - دوره تداوم موج U - متوسط سرعت U_{rmd} - متوسط RMS - انتشار جهت دار - ژرفاسنجی $EXITS$ - میزان خروج از منطقه شکست موج h - عمق آب - فضا دهی به جریان LS - فضادهی به حد ساحل Lg - انتشار موانع ساحلی Xs - عرض ناحیه شکست موج . ? یعنی اینکه هنوز تایید نشده اند.

اخیرا مطالعات فشرده ای در زمینه راهکار های فرار، به ویژه استفاده از تجهیزات چون جی پی اس صورت گرفته است (McCarroll et al. (2014b) و (Van Leeuwen et al. (2016) در اینجا شنا کردن به موازات امواج و یا شناور ماندن دیگر معنا ندارد بلکه از راهکارهای 100 درصد کارآمد استفاده می شود (McCarroll et al. (2015) برای عبور از مرز اخلاقیات و انجام بررسی های تکمیلی، اولین مدل عددی خود را برای فرار شناگران ارائه داده است. این روش در زمینه فرار از جریان های برگشتی مجزا کار آمد است. با توجه به یافته ها، شناگران بلند قد و پرسرعت از امنیت کمتری برخوردار هستند. در این موارد افراد کوتاه قد و آهسته در شناور ماندن بر روی امواج موفق تر عمل می کنند. مدل مطرح شده در نهایت به عنوان راهکاری برای فرار از سیستم های نواداخلی در SW فرانسه مورد استفاده قرار گرفت (Castelle et al., 2016) لازم به ذکر است، بهترین روش فرار در مواجهه با امواجی با سرعت طبیعی می تواند در یک سیستم جریانی دیگر بدترین راهکار ممکن در نظر گرفته شود. این اتفاق می تواند به دلیل تفاوت های ظریفی باشد که با ریخت شناسی و مورفولوژی در ارتباط است. که در بررسی های بیشتر بهترین راه فرار را در اختیار شناگران قرار می دهد .

مدل مفهومی فرار از جریان برگشتی در هر دو آزمایش تجربی (McCarroll et al., 2014b; Van Leeuwen et al., 2016) در شکل 20 ارائه شده است. بدین ترتیب که نقاط قوت و ضعف شنا در جهت جریان را به تصویر کشیده است. با این وجود این روش بهترین راهکار برای فرار از جریان های گردشی محسوب می شود. شنا به موازات جریان برای شناگرانی که در امتداد ساحل شنا می کنند راهکاری موفقیت آمیز است (شکل 20). (c) با این حال این در مواردی که جریان مستقیماً از ساحل فاصله می گیرد بسیار خطرناک و کشنده خواهد بود (شکل 20.d) نتایج در هر دو مورد به وضوح نشان می دهد که استفاده از یک روش سراسری به هیچ وجه مناسب نیست. با این حال، در صورت مواجهه با امواج انحرافی، شنا کردن به موازات جریان کانال با موفقیت همراه خواهد بود (McCarroll et al., 2015; Castelle et al., 2016; Fig. 20d).

در تعاملات نزدیک تر، آموزش امنیت ساحلی و استفاده از متخصصین و کمک گرفتن از فدراسیون بین المللی نجات غریق بهترین روش ممکن است: 1. نترسید- انرژی خود را ذخیره کنید- به دنبال گزینه های پیش روی خود باشید؛

2. خونسردی خود را حفظ کنید و ، به ویژه اگر نزدیک به منطقه حفاظت شده هستید به دنبال کمک بگردید ؛ 3. شناور بمانید و ببینید آیا به سمت مناطق کم عمق هدایت می شودید یا خیر؛ 4. به موازات جریان شنا کنید-از میان جریان به سمت ناحیه شکست موج حرکت کنید؛ 5. به صورت مداوم شرایط را بسنجید - مطمئن شوید راهی که انتخاب کرده اید درست است. اگر نه، روش دیگری را دنبال کنید.

مطالعات بیشتر شناگران را تشویق می کنند تا دیگر جریان ها را نیز مد نظر قرار دهند. تقریباً فرار از تمام جریان های برگشتی در قسمت فوق ارئه شده است. با این حال، در این قسمت عکس العمل مناسب زمانی و مکانی برای فرار از جریان های برگشتی را معرفی می کنیم. از آنجایی که جریان های لحظه ای به شکل چند بخشی، نامنسجم و غیر قابل پیش بینی هستند، بهترین روش برای فرار کاملاً تصادفی خواهد بود. در موارد دیگر، بهتر است به حرف افرادی که در ساحل حضور دارند نیز توجه داشته باشید. برای مثال، انتظار می رود شنا کردن در امتداد جریان و فاصله گرفتن از موانع بهترین راه ممکن برای فرار از جریان های حد ساحلی باشد (برای مثال در دماغه).

لازم به ذکر است، این امکان وجود دارد مطالعات صورت گرفته در زمینه راه کار های فرار در دنیای واقعی کارآمد نباشد. از آنجایی که مدلسازی ها در محیطی کنترل شده انجام می شوند، پس نخواهند توانست با عناصر فیزیولوژیکی و اجتماعی فردی دسترسی داشته باشند. بدین ترتیب به درستی نخواهد توانست به عکس العمل را مشاهده و بررسی کنند. بنابراین لازم است پیش از به کار بستن این راهکارها در امنیت سواحل، حتما ماهیت اصلی آن ها نیز مد نظر قرار گیرد. بنابراین مشاهده مطالعات مرتبط با علوم اجتماعی یک مشوق برای پیش رفت های آتی به حساب می آید.

6. خلاصه و نتیجه گیری

6.1 خلاصه

جریان های حاضر در ناحیه شکست موج همان جت هایی هستند که به صورت امواج باریک از ساحل فاصله می گیرند. مبدا این جریان ها از امتداد سواحل است. با این حال، جریان برگشتی است که توجه محققان را به خود جلب کرده است؛ این در حالیست که الگوی گردش و یا حالت جریان در سال های اخیر مورد توجه بوده است. با این وجود، گردش جریان به عنوان عنصر حیاتی حمل و نقل، ترکیب دما، آلاینده ها، مواد مغذی و رسوبات در نظر گرفته می شود. طی

15 سال اخیر شاهد رشد قابل توجهی از تحقیقات مرتبط با پویایی و شکل گیری جریان های برگشتی از جمله جریان گردشی بوده ایم. در سال های اخیر با در نظر داشتن پیشرفت های علمی و کسب درک فردی از رویکرد های مدلسازی، عددی، آزمایشگاهی وغیره، دسته بندی قابل درک و جامعی به دست آمده است. به گونه ای که با کمک گرفتن از آن ها می توان به چارچوبی منسجم از جریان های قابل پیش بینی و امن دست یافت.

پیشتر گفته شد که جریان ها را می توان به سه دسته اصلی تقسیم بندی کرد. هر دسته نیز به نوبه خود به دو بخش دیگر تبدیل می شود، در نهایت 6 دسته بندی در دست خواهیم داشت:

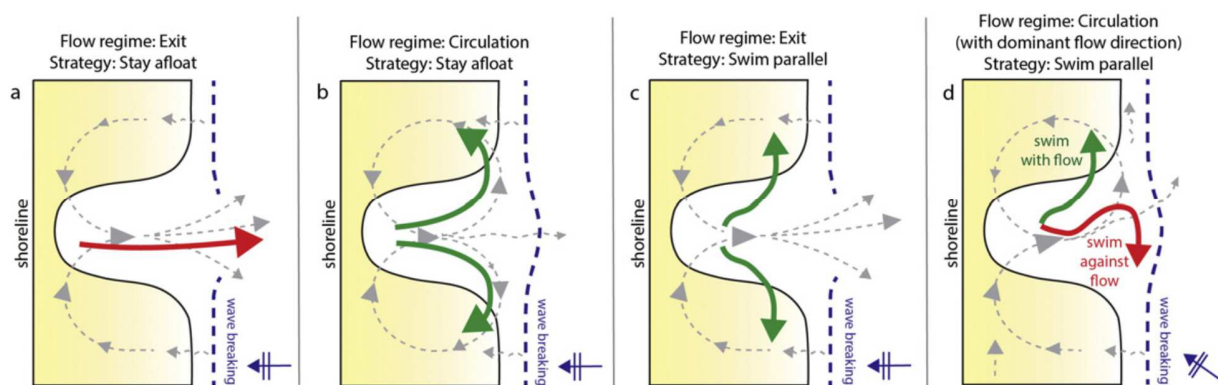
- کنترل جریان های هیدرودینامیکی در هر دو مقوله زمان و مکان گنجانده می شود و اصولا توسط مکانیسم هیدرودینامیک رانشی کنترل می شود: 1. جریان نا پایدار برشی به واسطه عدم پایداری در جریان های قدرتمند ساحلی ظاهر می شود؛ 2. جریان های لحظه ای ترجیحا به واسطه میانگین ضعیف و یا غایب ایجاد می شود و به صورت آزادانه در جریان شکست موج حضور می یابد.

- کنترل جریان های برگشتی ژرفا سنجی زمانی اتفاق می افتد که مسیرهای ثابتی را برگزیده باشد و به واسطه فرایند های قدرتمند هیدرودینامیکی ظاهر شده باشد. این جریان تحت تاثیر متغیرهای طبیعی همچون مورفولوژی سه بعدی بوده و در نوار داخلی ناحیه شکست موج هستند. 3. جریان کانال ها توسط متغیرهای حد ساحلی کنترل می شود و معمولا در بخش های عمقی مستقر می شوند. 4. جریان های متمرکز به واسطه متغیرهای مرتبط با شکست موج یا شکست و برخورد با ناهنجاری های عمقی پدیدار می شود.

- کنترل جریان حد ساحل همچون دماغه یا سازه های دست بشر در زمان و مکان ثابت هستند: 5. جریان های انحرافی در قسمت تحتانی امواج و در برخورد با موانع ظاهر می شوند، در حالی که 6. امواج سایه در جهت مخالف جریان های حد ساحلی حرکت می کنند و به هنگام شکست در ارتفاع ظاهر می شوند.

لازم است بدانید که در واقعیت جریان های متعددی وجود دارند؛ بسیاری از انواع جریان برگشتی ترکیبی از چند مکانیسم هستند که به صورت طبیعی به ایجاد سواحل می انجامند. چهار نمونه از انواع دسته بندی را معرفی می کنیم:

جاری در کانال - لحظه ای، متمرکز-جاری در کانال، جاری در کانال - حد وسط و غیره. به طور کلی انواع دسته بندی این جریان در شکل 13 آمده است و چارچوب نویی به این دسته بندی ها می افزاید.



شکل. راه کار برای فرار از امواج جاری در کانال ها (شنا به موازات جریان و شناور ماندن). در این میان حالات متعددی وجود دارند، بهترین راه فرار با فلس سبز مشخص شده است. راه کار ناموفق نیز به رنگ قرمز است. جریان ظاهر شده در منطقه نیز با خط چین خاکستری مشخص کرد

استفاده جهانی از ابزار جی پی اس مرسوم است. شناگران می توانند از آن ها برای شناسایی جریان های لاگراتژی و پیروی از مدلسازی های عددی، رفتاری از آن استفاده نمایند. جریان برگشتی مدت هاست به عنوان جزئی از جریان های رو به دریا شناخته می شود. در عوض، مطالعات نشان داده اند که الگوی جریان برگشتی از جریان ها و گرداب هایی تشکیل شده است که بیشتر اجسام شناور را در خود جای می دهد (حالت گردشی). مطالعات اخیر نشان داده اند، این دوگانگی در جریان می تواند به واسطه گزارشات مرتبط با میزان خروجی، در هر ساعت متغیرهای فراوانی را در خود جای دهد و آنها را در 0-100 درصد قرار دهد. دسته بندی انواع جریان های برگشتی در این مقاله توانسته است چارچوبی مرتبط با درک فردی از پارامترهای هیدرودینامیکی و موفولوژیکی ارائه دهد؛ که به واسطه آن می توان حالات مرتبط با جریان ها را تحت پوشش قرارداد. برای مثال، پیشتر فقط جریان های توپوگرافی در نظر گرفته می شدند. بدین ترتیب می توان با در نظر گرفتن مکانیسم های انحراف و سایه، این دسته بندی ها را به دسته های متفاوت تقسیم بندی کرد. این اختلافات برای درک و پیش بینی تغییرات بسیار حیاتی هستند. در کل، پیشرفت های بسیاری

در درک ما از جریان های برگشتی به جود آمده است که همگی بر جریان کانال ها وارد شده اند. جریان های حد ساحل نیز در موقعیت یاب ثابت شده اند. با این حال، همچنان دسته بندی های دیگری هستند که به صورت مرکب ظاهر می شوند.

6.2. پیشنهاد برای مطالعات آتی و نتیجه گیری از سرنخ ها

هدف از این بخش ارائه یک دسته بندی مناسب برای انواع مختلفی از جریان های ساحلی است که هر کدام به نوبه خود مکانیسم رانشی خاص خود را دارند. اطلاعات ارزشمندی از مقالات و مدلسازی ها (شکل 2) به دست آمده است. امیدوار هستیم که این دسته بندی ها به عنوان منبع و پلت فرمی کارآمد برای تحقیقات علمی مورد استفاده قرار بگیرد.

در دو دهه اخیر در زمینه پویایی جریان - مکانیسم کنترلی و عکس العمل ها - به موفقیت های چشم گیری دست یافته ایم. با این حال، متأسفانه جوامع ساحلی در ابتدای درک حالات مرتبط با جریان های برگشتی قرار گرفته اند (جدول 1). به وضوح مشخص است که در زمینه جریان لاگرانژی به مطالعات بیشتری نیاز است و می بایست در حیطه شرایط مورفولوژیکی و یک سری جریان ها خاص قرار بگیرد.

تا به امروز، اکثر مدلسازی های عددی از طریق متوسط زمان امواج گرانشی بوده است. با این حال، تغییرات اعمال شده برای پویایی جریان از اهمیت بالایی برخوردار هستند. اصلاحات اخیر در مدل های *phase-resolving* استفاده می شود؛ این اصلاحات در نتیجه به کاهش در میزان محاسبات زمانی می انجامد و قابلیت درک پیشرفت های عمده در جریان های غیر متقارن را فراهم می آورد (e.g. Feddersen, 2014). با این حال، مطالعات مرتبط با مدلسازی تنها پویایی ناحیه شکست موج را هدف قرار می دهند. در آینده می بایست با در نظر گرفتن درجات مختلف از طرح ها برای ژرف سنجی سواحل غیر مسطح استفاده نمود. بدین ترتیب می توان تسلسل سواحل مسطح ایده آل و کانال های عمیق تعریف شده را مورد بررسی قرار داد. این چارچوب مدلسازی می بایست برای انواع دیگر جریان همچون کنترل جریان های حد ساحل، جریان های طبیعی نیز مورد استفاده قرار بگیرد. علاوه بر این، ماژول های شناور توسعه یافته توسط (McCarroll et al. (2015 و (Castelle et al. (2016) نیز می توانند برای هر جریان در طیف

های بزرگ تر قرار بگیرند و از مزایای مدل phase-resolving سود ببرند. در نهایت، پارامترهای دیگری چون طبقه بندی جریان درون پوسته و جریان ها جزر و مدی نیز احتمالاً بر گردش جریان موثر خواهند بود.

جریان های برگشتی مدت هاست به دلیل مخاطرات ساحلی مورد توجه بوده اند. امواجی که در حال رشد هستند، در جریان های برگشتی با مواردی چون امنیت سواحل، فراخوان نجات غریق، مطالعات مرتبط با فیزیک، فیزیولوژی و روانشناسی افراد پنجه نرم می کنند. انتظار می رود، پیوند گروه ه امنیت سواحل ماسه ای و سنگی و همچنین ایجاد آگاهی در افراد در نهایت چالشی باشد که به حقیقت پیوسته است و برای عموم آرامش و امنیت به ارمغان آورده است. کنون می توان با در نظر گرفتن مخاطرات ساحلی و استفاده تفریحی از سواحل، چارچوب مشابهی را برای پیش بینی دیگر مخاطرات و اعمال اصلاحات اکوسیستمی پیاده کرد.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی