وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور – مرکز تحقیقات ذخائر آبزیان آبهای داخلی

عنوان :

مطالعه هیدرولوژی خلیج گرگان

مجری:
طاهر پورصوفی

شماره ثبت
۴۹۲۲۹

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- مرکز تحقیقات ذخائر آبزیان آبهای داخلی

عنوان پروژه : مطالعه هیدرولوژی خلیج گرگان
شماره مصوب پروژه : ۸۹۲۰۱-۸۹۱۸- ۱۲- ۷۷- ۱۴
نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : طاهر پورصوفی
نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) :
نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : طاهر پورصوفی
نام و نام خانوادگی همکار(ان) : آتناحسن ذاتی، محمود محمد قلی پور، آزرم سا، الهیار محمد ناظمی
نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : ترابی آزاد
نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : حسن محمد خانی
محل اجرا : استان گلستان
تاریخ شروع : ۸۹/۷/۱
مدت اجرا : ۲ سال و ۷ ماه
ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۵
حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

پروژه : مطالعه هیدرولوژی خلیج گرگان

کد مصوب : ۸۹۲۰۱-۸۹۱۸- ۱۲- ۷۷- ۱۴

شماره ثبت (فروست) : ۴۹۲۲۹ تاریخ : ۹۵/۱/۱۸

با مسئولیت اجرایی جناب آقای طاهر پورصوفی دارای مدرک تحصیلی کارشناسی ارشددر رشته شیلات می‌باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش اکولوژی منابع آبی در تاریخ ۹۴/۱۲/۵ مورد ارزیابی و با رتبه خوب تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در :

ستاد □ پژوهشکده □ مرکز ■ ایستگاه

با سمت کارشناس در مرکز تحقیقات ذخائر آبزیان آبهای داخلی مشغول بوده است.

عنوان	«فهرست مندرجات »	صفحه

چکیده ۱
۱-مقدمه ۴
۲- نتایج وبحث ۶
۲-۱ - هواشناسی و اقلیم منطقه ۶
۲-۲- شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه ۷
۲-۳- مطالعات هیدرولوژی ۹
۲-۴- حوزه آبریز خلیج گرگان ۱۰
۲-۵- رودخانه نکا و آب بندان های منطقه ۱۱
۲-۶- رودخانه های واقع در بخش جنوبی خلیج گرگان ۱۲
۲-۷- رودخانه های واقع در بخش شرقی خلیج گرگان ۱۷
۲-۸- نگرشی به نوسانات سطح دریای خزر ۱۸
۲-۹- تغییرات تراز آب دریای خزر ۱۹
۲-۱۰- تغییرات دمای سطح آب دریای خزر ۱۹
۲-۱۱- ترازهای توفانی ۲۳
۲-۱۲- گلموج منطقه ۳۲
۲-۱۳- مطالعه جریان در خلیج گرگان ۳۸
۲-۱۴- وضعیت رسوبات خلیج گرگان ۴۰
منابع ۶۵
چکیده انگلیسی ۶۷

چکیده

- خلیج گرگان بزرگترین خلیج ، در دریای خزر بوده و در جنوب شزقی دریای خزر و در جهت شرق به غرب امتداد دارد. به طور کلی تمام تبادلات آب خلیج گرگان با دریای خزر از طریق مجرای آشوراده صورت می پذیرد. بنابراین ویژگی های آب و رسوبات خلیج گرگان به شکل قابل توجهی با خصوصیات آب و رسوبات سواحل جنوبی دریای خزر شباهت دارد.
- یکی از خصوصیات مهم اقلیمی مناطق ساحلی و مجاور دریا الگوی امواج می باشد ، الگوی امواج هر منطقه متأثر از الگوی باد آن منطقه است. در خلیج گرگان ۵۶/۶ درصد از اوقات سال هوا آرام بوده و باد نمی وزد. باد غالب سالانه با ۸/۹۵ درصد وقوع از غرب بوده و پس از آن بادهای شمال غربی با درصد وقوع ۸/۷ درصد بیشترین درصد وقوع را در سال دارند. (رحیمی پورانارکی و همکاران ،۱۳۸۵).
- در منطقه ورودی خلیج گرگان (خارج خلیج)، حداکثر ارتفاع امواجی که به ساحل می رسند ۵.۵ متر با پریود ۱۰ ثانیه و جهت شمال غربی با دوره بازگشت ۱۰۰ سال است. و حداقل آن دارای ۳.۳۵ متر ، پریود ۷.۸۵ ثانیه جهت شمال و با دوره بازگشت ۲۰ سال می باشد.(رحیمی پورانارکی و همکاران ،۱۳۸۵).
- با توجه به گلموج بدست آمده برای منطقه خلیج گرگان ، حداکثر ارتفاع موج ۰/۸ متر بر ثانیه در جهت غرب می باشد.
- مدتوفان از اصلی ترین عوامل تغییر تراز آب در مناطق کم عمق ساحلی می باشد. در طی سال آبی ۸۷-۸۸ در ایستگاه های بندر انزلی، بندر نوشهر ، بندر صدرا و آشوراده به ترتیب ۲۸، ۴۶، ۳۰ و ۴۹ تراز طوفانی بیش از ۱۰ سانتی متر رخ داده است که بالاترین تراز ارتفاعی در ایستگاه تراز سنجی آشوراده معادل ۶۹ سانتی متر بوده است. در این ایستگاه ۴۹ تراز توفانی رخ داده است، که بالاترین مد به ارتفاع ۶۹ سانتی متر و پایین ترین آن ۱۱ سانتی متر بوده است
- خطوط هم ارتفاع خیزآب طوفان دریایی در جنوب شرقی دریای خزر با حداکثر سرعت باد غربی ۳۰/۸۸۸ متر بر ثانیه ، ۱/۰۸ متر می باشد. همچنین ، مقادیر ارتفاع خیزآب توفان دریایی در خلیج گرگان با سرعت ۸ متر بر ثانیه بسیار اندک برآورد گردید.
- از آنجا که الگوی جریان عمومی در دریای خزر پاد ساعتگرد می باشد، لذا در منتهی الیه شرق دریای خزر در سواحل جنوبی (جنوب شرق دریا) به دلیل وجود خلیج گرگان بخشی از این جریان به طرف خلیج منحرف شده و بر جریان های درون خلیج تأثیر می گذارد.(پورمندی یکتا ،۱۳۸۵).

- شکل جریان در خلیج گرگان دارای الگوی چرخشی و به صورت ساعتگرد می باشد. جریانات موازای سواحل شبه جزیره میانکاله ، پس از ورود به داخل خلیج گرگان ، جزیره آشوراده را دور زده و به سمت غرب حرکت می کنند . علت این را می توان هندسه مرزهای خشکی خلیج در بخش جنوب شرقی ذکر کرد که باعث چرخش در حدود ۹۰ درجه ای جریان ها شده است.
- حداکثر سرعت های سطحی جریان با مقدار ۳۲ سانتی متر بر ثانیه به مرکز دهانه خلیج گرگان مربوط است ، حداکثر سرعت های میانی با مقدار ۴۶ سانتی متر بر ثانیه به ۳ کیلومتری شمال دهانه خلیج (خارج از خلیج) و حداکثر سرعت های عمقی با مقدار ۴۰ سانتی متر بر ثانیه به به ۳/۵ کیلومتری جنوب غربی دهانه خلیج (داخل خلیج) مربوط بوده است(واحد زنجانی حبیبی ،۱۳۸۰).
- مقادیر سرعت جریان آب برای خلیج گرگان به طور میانگین ۰/۸ – ۰/۱ متر بر ثانیه برآورد شده است در اثر تابش امواج در جهت شمال ، شمال غرب و غرب ، جریان های ساحلی به سمت دهانه خلیج ایجاد می شود که این جریان ها باعث انتقال رسوبات به سمت دهانه خلیج می شوند. با افزایش رسوبگذاری در قسمت شرق شبه جزیره میانکاله (سمت دهانه ورودی) و همچنین وجود نیزار در این بخش از سواحل منطقه ، این قسمت از زبانه ماسه ای تثبیت شده و همین امر در ایجاد و افزایش طول این زبانه ماسه ای موثر است(واحد زنجانی حبیبی ،۱۳۸۰).
- رودخانه های گرگانرود در قسمت شمالی و قره سو در بخش جنوبی دهانه ورودی خلیج گرگان به عنوان منبع آورد رسوب از خشکی مطرح هستند.
- بافت رسوبی منطقه خلیج گرگان شامل چهار گروه اصلی رسوبات ماسه ای، گلی، گل-ماسه ای و ماسه گلی می باشد. بافت این رسوبات تحت کنترل فرآیندهای هیدرودینامیکی و برخاستگاه آنها شکل گرفته است. در سواحل شمالی و جنوبی شبه جزیره میانکاله به لحاظ برخورد امواج و جریانهای پرقدرت رسوبات دارای بلوغ بافتی مناسبی هستند و ذرات ریز دانه خود را از دست داده و کاملاً جور شده هستند، لذا بافت غالب آنها ماسه ای، ماسه سیلتی و بعضاً سیلتی می باشد. بافت رسوبات ساحلی شمالی جزیره کاملاً ماسه ای است، لیکن رسوبات ساحل جنوبی به لحاظ تداخل با رسوبات ریز دانه، دامنه ای از بافت های ماسه گلی، گل ماسه ای و بالاخره ماسه ای دارد. رسوبات ماسه ای بستر غربی خلیج گرگان که بافت ماسه ای دارند، در واقع زبانه های ماسه ای بسیار قدیمی سازنده شبه جزیره هستند که هم اکنون در زیر آب قرار دارند
- رسوبات از مصب دلتاهای گرگانرود تا قره سو همگی دارای بافت گلی می باشند. دامنه رسوبات بسیار ریز دانه و گلی تا ۱۰ کیلومتری ساحل شرقی و رودخانه قره سو ادامه دارد. این رسوبات از مصب قره سو در شرق به طرف غرب خلیج که زبانه های ماسه ای مغروق وجود دارند به تدریج درشت دانه تر شده اند. این روند نشان از کاهش تاثیر رسوبات رودخانه ای به طرف غرب خلیج دارد.

- در پروفیل طولی خلیج گرگان ، توزیع اندازه رسوبات بدین صورت می باشد که میانگین رسوبات از ۷ تا ۷/۵ فی در شرق به طرف غرب درشت دانه تر شده و به ۲ تا ۲/۵ فی افزایش یافته ، در انتهای آن در نقاطی که انرژی محیط کم است ، مجددا ریز دانه شده و به ۴ فی در بخش جنوبی و ۷ فی در بخش شمالی خلیج گرگان می رسند.
- دو مجموعه رسوبات از لحاظ جورشدگی در خلیج گرگان وجود دارد . مجموعه رسوبات خوب تا بسیار خوب جور شده که عمدتا به رسوبات ساحلی شمالی شبه جزیره میانکاله و زبانه های ماسه ای مغروق در دهانه خلیج و انتهای غربی خلیج محدود می شوند. و رسوبات با جورشدگی بد تا بسیار بد که مربوط به رسوبات بستر خلیج گرگان که دارای بافت غیرماسه ای می باشند ، هستند. این رسوبات از نظر بلوغ بافتی نابالغ بوده و در خود مقادیر مختلفی از ذرات در اندازه های ماسه،سیلت و رس دارند.
- نرخ رسوبگذاری با استفاده از روش سرب ۲۱۰ ، ۱/۳۴ میلی متر در سال می باشد. بر این اساس هر ۵۰۰ سال ، به مقدار ۷۰ سانتی متر از عمق خلیج گرگان کاسته می شود. در نتیجه از آنجایی که حداکثر عمق این خلیج ۴ متر است ، این مقدار رسوبگذاری در یک دوره میان مدت و بلند مدت می تواند صدمات قابل توجهی به اکوسیتم وارد نماید. اولین اثر پدیده رسوبگذاری بر کفزیان و به تبع آن زنجیره غذایی اکوسیتم خلیج گرگان است که به لحاظ زیست محیطی پیامدهای غیرقابل جبرانی را به همراه دارد.

۱-مقدمه

خلیج گرگان به عنوان بارزترین منظره زمین ریخت شناسی سواحل استان گلستان ، بزرگترین محیط رسوبی ساحلی استان محسوب می شود. جزیره آشوراده و شبه جزیره میانکاله که هر دو از اجزای زبانه ماسه ای می باشند، بزرگترین زبانه ماسه ای کشور را تشکیل می دهند. هیدرودینامیک سواحل استان گلستان ، به ویژه در خلیج گرگان تابع هیدرودینامیک عمومی دریای خزر و مقدار دبی خروجی رودخانه های منطقه می باشد. به واسطه توپوگرافی کم شیب این سواحل ، کمترین تردید در تراز آب دریا منجر به صدها متر جا به جایی در خط ساحلی خواهد شد، به طوری که پس از عقب نشینی آب دریا در سال های اخیر، هنوز بخش قابل ملاحظه ای از ساحل قدیمی در زیر آب قرار دارد.

مهم ترین سازه های ساحلی در سواحل استان ، بنادر ترکمن و گز و دیواره ساحلی حد فاصل این دو بندر می باشند. که در تثبیت و حفظ خطوط ساحلی نقش تعیین کننده ای داشته اند. از مهمترین مشکلات سواحل استان گلستان می توان به رسوبگذاری پیوسته در خلیج گرگان و مسدود شدن راههای تردد دریایی و کانال های دسترسی به بنادر ، تغییر هیدروگرافی بستر ، جابجایی خطوط ساحلی ، پیش روی و شکل گیری زبانه ماسه ای میانکاله و اثرات انتقال رسوب بر دهانه ورودی خلیج گرگان و از حیث انتفاع افتادن بنادر و تأسیسات ساحلی ایجاد شده در خلیج گرگان اشاره کرد. از طرفی نحوه چرخه جریان در داخل خلیج گرگان که متأثر از هیدرودینامیک دریا و جریانات ورودی از رودخانه ها می باشد، بر روی بهره وری شیلاتی و طرح های توسعه ای تأثیرگذار است.

لذا این تحقیق ، به منظور شناخت هیدرودینامیک حاکم و چرخه جریان در خلیج و اندرکنش هیدرودینامیک خلیج با دریا از طریق دهانه ورودی ، تاثیر اقلیم موج و جریان ها و تعیین نرخ رسوبگذاری گردآوری شده است.

۱-۱- مواد و روشهای بررسی

الف- بررسی پیشینه مطالعات انجام شده در خصوص هیدرولوژی خلیج گرگان توسط:

- زیر بخش های اجرایی شیلات
- مراکز تحقیقاتی در قالب پروژه های تحقیقاتی
- شرکت های مطالعاتی و مشاوره ای
- پروژه های دانشجویی

ب- بررسی سیستم های مختلف اکولوژی وهیدروبیلوژی و هیدرولوژی دریایی آبزیانمشتمل بر:

- تجربیات موجود در کشور جمهوری اسلامی ایران و سایر کشورهای جهان
- معرفی خصوصیات مهم اقلیمی مناطق ساحلی و مناطق مجاور آن وهمچنین الگوی امواج هر منطقه که متأثر از الگوی باد آن منطقه است .

- بررسی خطوط هم ارتفاع خیزآب طوفان دریایی در جنوب شرقی دریای خزر
- بررسی مقادیر سرعت جریان آب برای خلیج گرگان
- اثر تابش امواج در جهت شمال ، شمال غرب و غرب ، جریان های ساحلی
- حداکثر سرعت های سطحی جریان روش وسیستم مناسب برای مطالعات هیدرولوژیکی
- بررسی و مطالعه کامل بیولوژیک ابزی مورد نظر با تاکید بر هیدرولوژی آن
- بررسی رودخانه های گرگانرود در قسمت شمالی و قره سو در بخش جنوبی دهانه ورودی خلیج گرگان به عنوان منبع آورد رسوب از خشکی مطرح هستند
- بررسی رسوبات از مصب دلتاهای گرگانرود تا قره سو
- بررسی پروفیل طولی خلیج گرگان
- بررسی نرخ رسوبگذاری با استفاده از روش سرب ۲۱۰
- بررسی شکل جریان در خلیج گرگان

ج- جمع بندی مطالعات برای ارایه طریق در جهت توسعه پایدارپرورش ابزیان در خلیج گرگان با در نظر گرفتن کلیه ملاحظات اعم از جریانات دریایی –رسوبجهت و سرعت باد – هواشناسی و اقلیمی

۲-نتایج وبحث

۲-۱- هواشناسی و اقلیم منطقه

یکی از مطالعات مهم و پایه در طرح های تحقیقاتی مرتبط با سواحل، شناخت اقلیم و آب و هوای منطقه مورد مطالعه است. اقلیم یا آب و هوا مهمترین پارامتر تعیین کننده پراکندگی اکوسیستم ها و شرایط زیستی موجودات زنده ، به ویژه گیاهان است و نقش بسیار موثری نیز در چگونگی عملکرد سیستم های شکل زایی (Morphogenesis) و پیدایش انواع ناهمواری ها دارد ، بدین سبب شناخت ویژگی های اقلیمی ، در اغلب مطالعات و پروژه های اجرایی ، نخستین گام و ضروری ترین اقدام است (مفیدی خواجه و همکاران ،۱۳۸۷).

مناطق ساحلی در معرض دو اقلیم قاره ای و دریایی بوده، به همین علت در فصول مختلف سال، آب و هوایی کاملا متفاوت دارند. به تعبیر دیگر شرایط اقلیمی غالب مناطق ساحلی برآیندی از اقلیم های دریایی و قاره ای می باشد. اصولاً فعالیت های صیادی ، مهندسی سواحل ، مدیریت سواحل ، کشتیرانی و توریسم ، بدون اطلاع کافی از اقلیم منطقه ساحلی با موفقیت روبه رو نخواهد شد (رحیمی پورانارکی و همکاران ،۱۳۸۵).

منطقه خلیج گرگان فاقد هرگونه ایستگاه هواشناسی و حتی باران سنجی است . به همین دلیل به منظور بررسی کلیه پارامترهای هواشناسی شامل ریزش های جوی منطقه ، درجه حرارت ، تبخیر و بادسنجی از ایستگاه های هواشناسی نقاطی که در محدوده خلیج گرگان قرار دارند، استفاده می گردد. موقعیت این ایستگاه ها در جدول ۳-۲ آورده شده است (مهندسین کنکاش عمران ،۱۳۸۷).

ایستگاه تیرتاش به فاصله تقریبی ۱۰ کیلومتر در قسمت جنوبی و میانی خلیج گرگان واقع شده است. با توجه به اختلاف ارتفاع ایستگاه مزبور و خلیج گرگان و نزدیکی آن به ارتفاعات شمالی البرز از یک طرف و از طرف دیگر تاثیر دریا بر مناطق همجوار و تغذیه رطوبتی آنها طبیعتا بین خلیج گرگان و ایستگاه تیرتاش اختلاف آب و هوایی وجود دارد . علیهذا به علت فقدان ایستگاه هواشناسی درون یا حاشیه خلیج ، بالاجبار بایستی آمار ایستگاه تیرتاش را در سطح خلیج تعمیم داد.

جدول ۳-۲: موقعیت ایستگاه های هواشناسی محدود خلیج گرگان

نام ایستگاه	نوع ایستگاه	ارتفاع از سطح دریا به متر	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
گرگان	سینوپتیک	۳۰	۳۶° - ۳۷′	۵۶° – ۲۸′
تیرتاش	تبخیرسنجی	۰	۳۶° - ۴۳′	۵۳° – ۴۳′
بهشهر	تبخیرسنجی	۱۰	۳۶° - ۴۳′	۵۳° – ۳۲′
بندرترکمن	باران سنجی	-۲۵	۳۶° - ۵۵′	۵۳° – ۰۵′
نوذرآباد	تبخیرسنجی	-۲۰	۳۶° - ۴۶′	۵۳° – ۱۵′

۲-۲-شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه

شرایط اقلیمی سواحل استان گلستان همچون شرایط زمین شناسی این منطقه از مشخصه های خاص خود برخودار است. خلیج گرگان در سواحل دریای خزر در منطقه مرطوب و معتدل ایران واقع گردیده است. سواحل دریای خزر بصورت نواری در ساحل جنوبی دریای خزر بوسیله رشته کوه البرز از فلات مرکزی ایران جدا گردیده است. دریای خزر در بخش شمالی رشته کوه البرز محصور مانده که این مساله باعث ایجاد اقلیم مرطوب و معتدل سواحل دریای خزر شده است. اقلیم این مناطق به آب و هوای خزری موسوم است، همچنین جلگه های ساحلی در این سواحل، آب و هوای خشکی دارند. توده های هوایی که منطقه طرح را تحت تاثیر قرار می دهند را به تفکیک فصول می توان چنین خلاصه کرد:

الف) در زمستان ها: بری قطبی از مبدا سیبری، بحری قطبی از غرب و شمال غرب، مدیترانه ای از محور غربی و ندرتاً تروپیکال بری از جنوب مبدا عربستان تا صحرا.

ب) در تابستانها: تروپیکال بری از مرکز ایران و یا جنوب غربی، بحری تروپیکال از اقیانوس اطلس و مدیترانه، بحری قطبی از دریای خزر و سیاه، بری قطبی از قطاع شمالی.

بدیهی است توده های هوایی که برای رسیدن به منطقه طرح الزاما گستره دریای خزر را می پیمایند، کلا ویژگی های هوای بحری را کسب می کنند (ناظمی و همکاران ، ۱۳۸۷).

بارندگی

با توجه به نقش بارش در تولید آب های سطحی و زیر زمینی ، یکی از پارامترهای مهم و اساسی در بررسی و تعیین منابع آب یک منطقه به شمار می رود. در بررسی نزولات آسمانی ، از میانگین و آمار اطلاعات بارندگی سالانه که در آن دوره مشترک آماری ۲۸ ساله از سال های ۵۸-۵۷ الی ۸۵- ۸۴ استفاده شده است.

با آنالیز داده‌های آماری ایستگاه هواشناسی تیرتاش در طول ۲۸ سال ، ملاحظه می گردد که در این ایستگاه ماه آبان دارای بیشترین بارندگی و ماه خرداد دارای کمترین بارندگی است و میزان بارندگی سالیانه در ایستگاه مذکور، که به عنوان ایستگاه شاهد در نظر گرفته شده ، ۶۰۲ میلیمتر می باشد (جدول ۲-۱).

جدول ۲-۱: متوسط بارندگی ماهانه،فصلی و سالانه در ایستگاه تیرتاش

ایستگاه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
تیرتاش	۷۶	۶۳	۷۲	۵۵	۵۶	۵۷	۴۷	۴۰	۲۱	۲۷	۳۷	۴۹	۶۰۲
درصدفصلی	۳۵			۲۸			۱۸			۱۹			

دما

وضعیت اقلیمی هر منطقه اغلب متاثر از دو پارامتر بارندگی و وضعیت دما می باشد ، زیرا سایر پارامترهای اقلیمی از جمله تبخیر و تعرق ، باد ، رطوبت و اقلیم متاثر از دما بوده و تغییرات دما موجب تغییرات زیاد در سایر پارامترها می گردد.

اطلاعات مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل شرایط آب و هوایی ، از آمار ایستگاه تیرتاش به عنوان ایستگاه معرف خلیج گرگان ، استخراج گردیده است (جدول ۳-۸). مهمترین پارامترهای آماری مورد استفاده به شرح زیر می باشند:

- درجه حرارت متوسط ماهانه و سالانه
- دمای حداقل مطلق ماهانه وسالانه
- دمای حداکثر مطلق ماهانه وسالانه
- دمای حداقل متوسط ماهانه وسالانه
- دمای حداکثر متوسط ماهانه وسالانه

جدول ۳-۸: آمار درجه حرارت ماهانه و سالانه در ایستگاه تیرتاش

پارامتر	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
حداکثر مطلق	۳۰/۸	۲۷	۲۱/۸	۱۸/۹	۲۱/۱	۲۱/۸	۳۱/۲	۳۲/۷	۳۵/۶	۳۴/۱	۳۶/۵	۳۳/۲	
میانگین حداکثر	۲۴/۳	۱۸/۷	۱۴/۳	۱۲/۵	۱۱/۵	۱۲/۶	۱۸/۵	۲۳/۵	۲۸/۷	۲۹/۸	۳۲/۳	۲۸/۸	
متوسط	۱۹/۳	۱۴	۹/۷	۷/۷	۶/۸	۹/۵	۱۳/۲	۱۸/۴	۲۳/۳	۲۵/۳	۲۷/۱	۲۴/۲	۱۶/۵
میانگین حداقل	۱۴/۳	۹/۳	۵	۲/۹	۲/۲	۴/۶	۸	۱۳/۳	۱۸	۲۰/۸	۲۲	۱۹/۵	
حداقل مطلق	۹/۱	۳/۹	۰	-۱/۵	-۲/۲	۲/۵	۲/۵	۸/۲	۱۳/۳	۱۷	۱۸/۸	۱۴/۶	

تبخیر

پارامترهای اقلیمی تبخیر ، رطوبت نسبی و باد از جمله عواملی هستند که بر روی اقلیم و وضعیت هیدرولوژی و آب و هوایی منطقه تاثیر زیادی دارند. میزان انتقال آب از سطح خاک به جو زمین را که تحت تاثیر عوامل اقلیمی شامل تشعشع ، درجه حرارت و رطوبت صورت می گیرد ، تبخیر می گویند.

در جدول ۳-۹ آمار و اطلاعات ایستگاه تیرتاش ، طی سال های ۷۳-۷۴ الی ۸۴-۸۵ ، آورده شده است. همانطور که ملاحظه می گردد، بیشترین تبخیر در تیر ماه و کمترین میزان در دی ماه می باشد. همچنین در زمستان کمترین میزان تبخیر و در تابستان بیشترین میزان تبخیر دیده می شود(مهندسین کنکاش عمران ،۱۳۸۷).

جدول ۳-۹: متوسط ماهانه و جمع سالانه تبخیر در ایستگاه تیرتاش

ایستگاه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
تیرتاش	۷۵	۴۱	۳۵	۲۱	۲۳	۳۰	۶۸	۹۵	۱۲۱	۱۳۲	۱۲۸	۱۰۸	۸۷۷

حال برای بدست آوردن میزان تبخیر از سطح خلیج گرگان ، می توان ضریب ۱/۷ (ضریب تبخیر از سطح دریاچه ها و خلیج ها) را در میانگین سالانه تبخیر تیرتاش (۸۷۷) به عنوان ایستگاه معرف ضرب نمود. بنابراین مقدار تبخیر در خلیج گرگان ۱۴۹۰ میلیمتر به طور متوسط در سال می باشد(پورمندی یکتا ،۱۳۸۵).

باد

الگوی سرعت و جهت باد یکی از پارامترهای مهم اقلیمی به شمار می رود که به طور مستقیم در فرآیندهای رسوبی و هیدرودینامیکی منطقه مورد مطالعه تاثیر گذار است. بخش عمده ای از تحولات رسوبی در محدوده خلیج گرگان مستقیما تابع الگوی انتشار امواج و برخورد این امواج با کرانه های ساحلی می باشد که تولید، رشد و انتشار این امواج مستقیما تابع الگوی سرعت و وزش باد منطقه می باشد. علاوه بر سرعت و وزش باد، مدت تداوم باد نیز حائز اهمیت می باشد (رحیمی پور انارکی و همکاران ،۱۳۸۵).

خطوط هم فشار و توزیع جغرافیایی آن، جهت جریان هوا و وزش باد و سرعت آنرا مشخص می سازد. از آنجا که بادهای محلی و تغییرات روزانه آن از روی نقشه های هم فشار قابل تشخیص و بررسی نیست، لذا برای بررسی بادهای منطقه ای و تغییرات آنها بایستی از گلبادهای ایستگاههای سینوپتیک استفاده نمود (مفیدی خواجه و همکاران ،۱۳۸۷).

مطالعه باد با استفاده از آمارهای ثبت شده در ایستگاههای سینوپتیک صورت می گیرد، در این ایستگاهها سرعت و جهت باد در جهات هشت گانه و در سه نوبت اندازه گیری می شود. همچنین مطالعه باد در تحلیل مشخصه های هیدرودینامیکی دریا از اهمیت بخصوصی برخوردار است. جهت مطالعه باد ،بدلیل فقدان ایستگاه هوشناسی درخلیج گرگان، از اطلاعات ایستگاه هایی که دارای آمار نزدیک به خلیج می باشند، استفاده می گردد (پورمندی یکتا ،۱۳۸۵) . که در بخش پیش بینی امواج در منطقه ، آمار باد، نمودار فراوانی و جهت بادها آورده شده است.

۳-۲- مطالعات هیدرولوژی

یکی از حلقه های مستحکم عوامل زیستی ، وجود منابع آب در منطقه است. این منابع از آب های سطحی و زیر زمینی تشکیل یافته است که بسته به موقعیت جغرافیایی و طبیعی و شرایط آب و هوایی هرساله مقداری از نزولات آسمانی یا به صورت جریانات سطحی در سطح زمین جاری شده و یا قسمتس از آن در خاک نفوذ کرده و به سفره آب های زیرزمینی می پیوندند (مهندسین کنکاش عمران،۱۳۸۷).

هدف از مطالعه آب های سطحی پاسخگویی به مسائل متعددی چون خواص شیمیایی آب خلیج (شوری ، قلیائیت و...) ، چگونگی رسوبگذاری در خلیج ، نحوه انتقال آلودگی های ناشی از فعالیت های کشاورزی ، شهری ، صنعتی است که به خلیج گرگان مربوط می شود، در این بخش به بررسی پارامترهای مختلف هیدرولوژی در خلیج گرگان پرداخته می شود .

۴-۲- حوزه آبریز خلیج گرگان

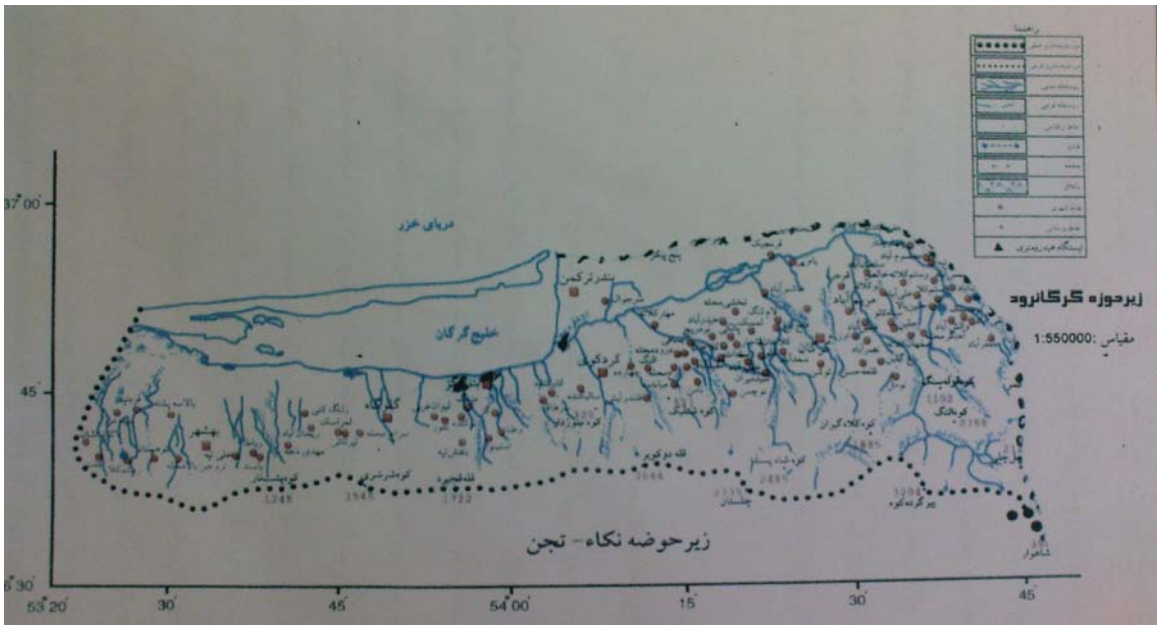
خلیج گرگان با وسعتی معادل ۵۲۱/۴۴ کیلومتر مربع علاوه بر تغذیه آب از طریق زیر حوزه های فرعی و آبخیز قره سو که در بالا دست شبه جزیره قرار دارند ، از طریق شمال شرقی حد فاصل جزیره آشوراده-چپق اوقلی به دریای خزر نیز متصل می باشد. لذا نوسانات سطح آب علاوه بر تأثیر پذیری از زهکش آبریزهای بالادست همواره با سطح دریای خزر متعادل می باشد. به واسطه کشیدگی خلیج گرگان از غرب به شرق به طول ساحلی حدود ۷۰کیلومتر و عرض متوسط حدود ۸ کیلومتر رفتارهای هیدرولوژیکی شبکه آبراهه ای در اطراف این خلیج متفاوت می باشد. و برای مثال حوزه آبخیز رودخانه قره سو که ۱۶۵۰۰۰ هکتار مساحت دارد در محل روستای نیاز آباد از شهرستان بندر ترکمن و از بخش شرقی خلیج زهکش خود را به خلیج گرگان تخلیه می کند ، این رودخانه یکی از پرآب ترین رودخانه هایی است که در استان گلستان جریان داشته و به خلیج گرگان متصل می باشد، ولی در مقاطعی از سال به واسطه بهره برداری های مختلف ، آب کمتری به خلیج زهکش می شود، به علاوه به لحاظ شیب ملایم در محل ورود به خلیج معضلات عمده ای در زهکش رواناب های سطحی ناشی از زهکش زیر حوزه های بالادست ایجاد می گردد(مهندسین کنکاش عمران،۱۳۸۷).

به طور کلی، رودخانه های حوضه آبریزخلیج گرگان دارای رژیم بارانی، برفی می باشند به این معنی که قسمت عمده جریان آب آنها از بارندگی تأمین می شود و ذوب برف تأثیر کمتری دارد. رودخانه هایی که حوضه آبریز آنها وسعت زیادی نداشته و ارتفاع آنها نیز کم است ، رژیم بارانی دارند (مفیدی خواجه و همکاران ،۱۳۸۷).

منابع تأمین کننده آب خلیج گرگان دارای دو سیستم رودخانه ای مشخص می باشد. اول رودخانه های کوچک ساحلی که زهکشی خود را به طور مستقیم در خلیج گرگان تخلیه می کنند و تمامی آنها در غرب شهرستان کردکوی تا آبریز نکارود قرار دارند. دوم رودخانه هایی که در شرق شهرستان کردکوی از جمله سرشاخه های رودخانه قره سوه می باشند و جزء حوزه آبخیز قره سو محسوب می گردند که دارای یک شاخه اصلی به نام قره سو هستند، ضمناً اغلب دارای حوزه های کوهستانی و پوشیده از جنگل می باشند.

حوزه های آبخیز بالادست خلیج گرگان غیر از رودخانه قره سو به صورت نواری به طول ۷۰ کیلومتر بین نکارود و قره سو گسترده می باشند ، در این مسیر رودخانه های کوچک متعدد جریان داشته که آب ارتفاعات جنگلی ، مشرف به پائین دست از ارتفاع ۲۴۰۰ متری را جمع آوری می نمایند. مسیر تعداد زیادی از آنها در دشت به صورت زهکش درآمده و نهایتاً وارد آبگیرهای داخلی از جمله مرداب گز ، خلیج گرگان و دشت

بهشهر شده و آب مابقی مسیل ها در دشت پخش شده و موجب مردابی شدن بیشتر اراضی ساحلی می گردد، آب این رودخانه ها در مواقع غیر سیلاب به مصرف زراعی ذخیره سازی می رسند. رودخانه های بین نکارود و گلوگاه مربوط به شهرستان بهشهر بوده که به دلیل کوچک بودن حوزه آبریز آنها و پراکندگی اندک چشمه سارها به جز تعدادی ، عموماً فاقد دبی پایه و آب دائمی می باشند. شکل ۴-۱ شبکه آبراهه های حوزه خلیج گرگان را نشان می دهد(مهندسین کنکاش عمران،۱۳۸۷).



شکل ۴-۱: شبکه آبراهه های حوزه خلیج گرگان

۵-۲- رودخانه نکا و آب بندان های منطقه

رودخانه نکا یکی از واحدهای هیدرولوژیکی در منتهی الیه بخش غربی منطقه خلیج گرگان است (نهرهای توسکارود و نمک چال) که علاوه بر تأمین مقدار زیادی از آب مورد نیاز کشاورزی منطقه ، سر زندگی و شادابی اکوسیستم های مرتعی و جنگلی ، تلطیف هوا ، ایجاد چشم اندازهای توریستی و توسعه مراکز شهری و روستایی در مناطق مختلف حوزه و نیز تداوم حیات آبزیان مهم و اقتصادی نظیر ماهیان مهاجر از دریای خزر و تکثیر و پرورش طبیعی ، همگی مرهون وجود جریان آب دائمی این رودخانه می باشند. این رودخانه اثر مستقیم بر منابع آب سطحی خلیج گرگان نخواهد داشت و اما به جهت تأمین آب آب بندان های منطقه در این قسمت آورده شده است. مساحت حوضه آبریز این رود خانه بالغ بر ۱۹۹۹۱ کیلومتر مربع برآورد گردیده است. آب دهی سالانه رودخانه نکا در محل ایستگاه هیدرومتری بارکلا حدود ۲۴میلیون متر مکعب (۰/۷۶ متر مکعب در ثانیه) در ایستگاه هیدرومتری گلورد ، حدود ۱۱۹میلیون متر مکعب (۳/۸۳ مترمکعب بر ثانیه) در محل الحاق

رودخانه پائین زرندین با رودخانه نکا (ایستگاه هیدرومتری آبلو) که آخرین شاخه فرعی تشکیل دهنده آن است به حدود ۱۴۸ میلیون مترمکعب (۴/۷۲ متر مکعب) در ثانیه افزایش می یابد.

جهت جریان عمومی رودخانه نکا در بخش اعظم مسیر آن از شرق به غرب و از محل ورود به دشت از جنوب به شمال است ، که دشت نکا به دو نیمه شرقی و غربی تقسیم نموده و در نهایت در شمالی ترین حد حوزه در منطقه ای به نام نوذر آباد با مختصات ۵۳ درجه و ۳۶ دقیقه و ۳۶ درجه و ۴۸ دقیقه به دریا منتهی می گردد.

آب بندان لپو و قلعه پلنگان و آب بندان نمک چال مهم ترین مخازن ذخیره ای آبهای سطحی منطقه می باشند که توسط نهر انحرافی رودخانه نکا رود از محل توسکارود (زاغمرز) و مسیرهای خروجی آبهای سطحی در فصول غیر زراعی آبگیری می شوند.

آب بندان لپو به صورت سه قطعه (تقریباً به هم متصل) با حجمی معادل ۷۸ میلیون متر مکعب سالانه میزان قابل ملاحظه ای از مصارف آب کشاورزی مناطق زاغمرز شمالی و نمک چال و یعقوب لنگه و روستاهای پائین دست را تأمین می نماید. بر اساس اندازه گیری های انجام شده توسط مهندسین مشاور کنکاش عمران در سال ۱۳۸۷ ، در محل خروجی سرشاخه رود خانه نکارود سالانه بیش از ۵۰ میلیون متر مکعب آب وارد آب بندان لپو و نهر نمک چال و یعقوب لنگه می گردد. کشاورزان منطقه جهت تأمین آب کشاورزی آب بندان لپو معمولاً از پمپاژ آب به وسیله موتور پمپ ها استفاده می کنند.

قلعه پلنگان در بخش شرقی آب بندان لپو و متصل به آن بوده ، که خروجی آب بندان لپو و زهکش های ورودی به آن را وارد خلیج گرگان می نماید(مهندسین کنکاش عمران،۱۳۸۷).

۶-۲- رودخانه های واقع در بخش جنوبی خلیج گرگان

حوزه آبریز رودخانه های بخش جنوبی خلیج گرگان واقع در استان های مازندران و گلستان می باشند. این حوزه به شکل یک نوار باریک در امتداد رشته جبال البرز و ساحل جنوبی دریای مازندران واقع شده که از دو قسمت کاملاً مشخص تشکیل یافته است:

- جلگه ساحلی در امتداد و جنوب دریای مازندران
- ارتفاعات البرز، در امتداد شرقی – غربی و به موازات ساحل دریا

مراکز عمده جمعیت در این محدوده شامل شهرهای بهشهر ، بندرگز، کردکوی و بندر ترکمن و روستاهای مسیر می باشند. از نظر ریخت شناسی ، سلسله جبال البرز به صورت نوار بلند، دریای مازندران و دشت ساحلی را از فلات مرکزی جدا می سازد. حاکثر ارتفاع این حوزه ۱۴۲۲ متر و حداقل آن ۲۰- می باشد.

رودخانه های این منطقه شامل کلت ، رستمکلا ، کوهستان ، عباس آباد ، خلیل محله، بهشهر، پاسند، لمراسک (رودخانه تیرتاش) ، رودخانه کلاک ، ریحان آباد (ولمازو) ، رکاوند، گلوگاه ، باغو ، گز ، کارکنده و قره سو می باشد.

جدول(۴-۱): آبدهی متوسط ماهانه و سالانه اندازه گیری شده و برآوردی رودخانه های بالادست خلیج گرگان (مترمکعب بر ثانیه)

نام حوزه و رودخانه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فرو دین	اردیبهشت	خرد د	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
تیرتاش	۰/۳	۰/۱	۰/۲۲	۰/۱۹	۰ ۲۲	۰/۳۹	۰/۵۳	۰/۳۶	۰/ ۱	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۲۵۵
رکاوند	۰ ۱۵	۰/۱	۰/۱	۰/۰۹	۰/۱	۰/۲	۰/۲۶	۰/۱۷	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۷	۰ ۰۸	۰/۱۲۳
بهشهر	۰/۳	۰/۲	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۲۱	/۳۹	۰/۵۲	۰/۳۵	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۵	۰/۱۶	۰/۲۴۹
کلت	۰/۲۸	۰/۱۹	/۱۹	۰/۱۷	۰/۲	۰/۳۶	۰/۴۸	۰/۳۲	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۳۱
لیوان غربی	۰ ۳۶	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۲۶	۰/۴۴	۰/۴	۰ ۲۳	۰/۱۷	۰/۲	۰/ ۱	۰/ ۲۳
لیوان شرق	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۵	۰/۲۷	۰/۳۲	۰/۱۷	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۱۴۲
نوکنده	۰/۱	۰ ۰۸	۰/۱	۰/۰۸	۰ ۱	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۹۱
جفاکنده	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۳۶	۰/۴۴	۰/۲۳	۰/۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۵	۰/۱۸۹
گز-وطنا	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۹	۰/۲۳	/۱۲	۰/۰۵	۰/ ۰	۰/۰۴	۰ ۰۸	۰/۱
سرمحله	۰/۳۸	۰/۱۸	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۲۷	۰/۴۶	۰/۴۲	۰/۴	۰/۱۸	۰/۲۱	/۱۹	۰/۲۴۳
باغو	۰/۵	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۴	/۱۶	۰/۳۱	۰/۴	۰/۲۳	/۰۶	۰/۰۴	۰/۱	۰/۰۸	۰/۱۶
سرکلاته	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۸	۱/۰	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۹
قره سو	۰/۴۱	۰/۴۶	۱/۶	۱/۶۱	۲/۳۴	۳/۳۴۸	۴/۳۵	۴	۳	۰/۴۸	۰/۰۹	۰/۰۵	۱/۶

این رودخانه ها در طول سال دارای آبدهی اندکی بوده و در فصول تابستان و بهار جهت مصارف کشاورزی در بخش های بالا دست مصرف گردیده و پساب حاصل از آنها وارد مزارع پائین دست (شمال جاده ساری- بندر گز شده) و با پساب حاصل از مصارف آب از منابع آب زیر زمینی به زهکش های منتهی به خلیج گرگان وارد می گردد. با اندازه گیری خروجی این زهکش ها براساس چند رودخانه عنوان شده ، حجم ورودی به خلیج برآورد گردیده است، در جدول ۴-۱ وضعیت و آبدهی رودخانه های واقع در جنوب خلیج گرگان ارائه شده است.

میزان حجم آب ورودی به خلیج براساس اندازه گیری های انجام شده موردی در زهکش های خروجی در فصل ترسالی و خشکسالی (دوبار در سال) و همچنین جهت برآورد آبدهی سالانه در رود خانه های فاقد آمار سعی گردید یک رابطه منطقی بین آبدهی متوسط سالانه رودخانه های مجاور که دارای آمار هستند و سطح حوزه آبریز آنها برقرار گردد، این کار با استفاده از بحث آماری تمایل تغییر دو متغییر X و Y با هم انجام شد که متغیر x داده های آبدهی سالانه رودخانه های مجاور می باشند و متغییر y داده های مساحت حوزه آبریز همان رودخانه ها می باشند.

با ایجاد روابط هم بستگی بین دو متغییر فوق (آبدهی و مساحت حاصل) معادله همبستگی به صورت زیر حاصل شده است که یک رابطه معنی دار است:

$Q=0.0153A^{0.17}$
$r=0.98$

A=سطح حوزه آبریز به کیلومتر مربع

Q= آبدهی سالانه برحسب متر مکعب بر ثانیه

r= ضریب همبستگی

رودخانه کلت

رودخانه کلت از ارتفاعات ۳۷۰ متری جنوب روستای کلت سرچشمه گرفته و مشخصات فیزیوگرافی آن به شرح زیر می باشد:

طول رودخانه ۴/۳ کیلومتر و شیب حوزه آبریز ۹/۵ درصد و شیب رود خانه ۸/۱ درصد می باشد. مساحت حوزه آبریز ۶ کیلومتر مربع ، محیط حوزه ۱۰/۵ کیلوتر و ضریب گراویلیوس ۱/۲ محاسبه شده است. متوسط آبدهی رودخانه کلت ۰/۲۳۱ متر مکعب برآورد گردیده است که حجمی معادل ۲/۴۵۰ میلیون متر مکعب در سال را تشکیل می دهد که ۱/۲ میلیون متر مکعب آن وارد خلیج می گردد.

رودخانه رستمکلا

رودخانه رستمکلا نیز که در شرق شهر بهشهر جریان دارد از ارتفاعات ۵۰۰ متری شهر رستمکلا سرچشمه گرفته و حوزه ای است جنگلی، نسبتاً متراکم با وسعت ۹/۵۲ کیلومتر مربع و محیطی معادل ۱۴ کیلومتر ، شیب حوزه آبریز ۹/۲ درصد و شیب رودخانه ۹ درصد محاسبه گردیده است.

طول رودخانه ۹/۲ کیلومتر، متوسط آبدهی رودخانه ۰/۰۷ مترمکعب در ثانیه و حجم آب سالانه آن نیز ۲/۲۰۹ میلیون مترمکعب در سال محاسبه گردیده است که ۱ میلیون مترمکعب آن وارد خلیج می گردد.

رودخانه کوهستان

رودخانه کوهستان از ارتفاعات ۶۵۰ متری جنوب منطقه کوهستان سرچشمه گرفته و حوزه ای جنگلی با تراکم زیاد است. وسعت حوزه آبریز این رودخانه ۱۵/۳۰ کیلومتر مربع و محیط آن ۲۰/۵۵ کیلومتر می باشد.. متوسط آبدهی این رودخانه ۰/۱۱ متر مکعب در ثانیه و حجم آب سالانه آن ۳/۴۷۱ میلیون متر مکعب در سال محاسبه گردیده است.

رودخانه های پاسند و تروجن

متوسط آبدهی این رودخانه ۰/۳۰۹ متر مکعب در ثانیه و حجم کل سالانه آن ۹/۷۳ میلیون مترمکعب در سال محاسبه شده است که ۵/۶۸ میلیون متر مکعب آن وارد خلیج می گردد.

رودخانه خلیل محله

رودخانه خلیل محله از ارتفاع ۱۲۵۰ متری جنوب روستای خلیل محله و ارتفاعات شمالی پجیم سرچشمه گرفته و حوزه ای کاملاً جنگلی و به وسعت ۲۱/۴۷ کیلومتر مربع است . متوسط آبدهی این رودخانه ۰/۱۴ مترمکعب در ثانیه و حجم کل سالانه آن ۴/۴۱۸ میلیون متر مکعب در سال محاسبه شده است که ۱/۸۵ میلیون متر مکعب آن وارد خلیج می گردد.

رودخانه بهشهر یا رودخانه برزو

رودخانه بهشهر از ارتفاعات ۸۰۰ متری جنوب منطقه بهشهر و عباس آباد سرچشمه گرفته و دارای مساحت حوزه ای معادل ۷/۶۵ کیلومتر مربع می باشد، طول این رودخانه ۶/۸ کیلومتر می باشد.

شیب رودخانه بهشهر (برزو) ۱۱/۶ درصد ، متوسط آبدهی این رودخانه ۰/۲۴۹ مترمکعب در ثانیه و حجم کل سالانه آن ۲/۳۲ میلیون مترمکعب برآورد شده است ، که ۰/۹۴ میلیون متر مکعب آن وارد خلیج می گردد.

رودخانه تیرتاش (لمراسک)

رودخانه تیرتاش یا رودخانه لمراسک از ارتفاعات ۱۴۲۰ متری جنوب شرقی تیرتاش سرچشمه گرفته و حوزه ای کاملاً جنگلی و دارای پوشش جنگل های پهن برگ منطقه هیرکانی است. این رودخانه نیز با طولی معادل ۷/۷۵ کیلومتر، دارای متوسط آبدهی ۰/۲۵۵ مترمکعب در ثانیه و حجم کل سالانه ۴/۱ میلیون مترمکعب در سال می باشد که ۲/۳۶ میلیون متر مکعب آن وارد خلیج می گردد.

رودخانه کلاک

رودخانه کلاک از ارتفاعات ۱۲۶۰ متری جنوب منطقه کلاک سرچشمه گرفته و حوزه ای کاملاً جنگلی با پوشش متراکم است . وسعت حوزه آبریز این رودخانه بالغ بر ۴۲/۵۵ کیلومتر مربع و دارای محیطی معادل ۱۷ کیلومتر می باشد. این روخانه یکی از بزرگترین رودخانه های منطقه بهشهر محسوب می گردد.

متوسط آبدهی رودخانه کلاک ۰/۲۶ مترمکعب در ثانیه و حجم سالانه آن ۸/۲۰۵ میلیون مترمکعب درسال محاسبه گردیده است که ۵/۳۶ میلیون متر مکعب آن وارد خلیج می گردد.

رودخانه ریحان آباد(ولمازو)

رودخانه ریحان اباد (ولمازو) از ارتفاعات ۱۴۲۰ متری جنوب شرقی روستای ریحان آباد سرچشمه گرفته و دارای حوزه ای با پوشش متوسط از درختان جنگلی می باشد، وسعت حوزه آبریز این رودخانه بالغ بر ۱۴/۵ کیلومتر مربع و دارای محیطی معادل ۱۷ کیلومتر می باشد. این حوزه به دلیل گرد بودن دارای زمان تمرکز کوتاه بوده وبلافاصله بعد از بارندگی آب از حوزه تخلیه می گردد. طول این رودخانه ۵/۵ کیلومتر و شیب آن معادل ۲۵/۳ می باشد. این رودخانه در بین رودخانه های منطقه بهشهر بیشترین شیب را دارا می باشد. آبدهی متوسط این رودخانه ۰/۹۰ مترمکعب در ثانیه و حجم سالانه آن ۲/۸۴۰ میلیون مترمکعب در سال برآورد شده است.

رودخانه رکاوند

رودخانه رکاوند با حوزه ای کاملاً جنگلی از ارتفاعات ۱۰۶۵ متری جنوب منطقه رکاوند سرچشمه گرفته و دارای وسعتی معادل ۸/۵۵ کیلومتر مربع می باشد. به دلیل کشیده بودن این حوزه سیلاب با تأخیر در این رودخانه تخلیه می گردد.

متوسط آبدهی این رودخانه ۰/۱۲۳ مترمکعب در ثانیه و حجم آب سالانه آن ۱/۹۵۰ میلیون مترمکعب می باشد که ۰/۵۵ میلیون مترمکعب آن وارد خلیج می گردد.

رودخانه گلوگاه

رودخانه گلوگاه از ارتفاعات ۱۶۳۰ متری جنوب گلوگاه، از ارتفاعات نیالا سرچشمه گرفته و دارای حوزه ای به مساحت ۳۱/۷۵ کیلومتر مربع می باشد. طول این رودخانه ۷/۱۵ کیلومتر و شیب آن در حدود ۲۱/۹ درصد می باشد. حوزه آبریز رودخانه گلوگاه کاملاً بارانی می باشد.

متوسط دبی پایه این رودخانه ۰/۱۷۰ مترمکعب در ثانیه و حجم کل سالانه آن ۵/۳۶۵ میلیون مترمکعب در سال محاسبه شده است که ۲/۴۸ میلیون مترمکعب آن وارد خلیج می گردد.

مهمترین رودخانه منطقه خلیج گرگان که سالانه حجم قابل ملاحظه ای آب وارد خلیج می نماید در بخش شرقی و به نام رودخانه قره سو می باشد ، متوسط دبی پایه این رودخانه ۱/۶ مترمکعب در ثانیه و حجم کل سالانه آن ۵۳ میلیون متر مکعب در سال محاسبه شده است.

از بین مهم ترین رودخانه هایی که بین نکارود تا کردکوی (قبلاً ذکر شده است) ، مستقیماً وارد خلیج گرگان می شود، تنها ۳ رودخانه به اسامی رودخانه گز ، باغو و کارکنده دارای ایستگاه هیدرومتری درجه ۳ و اشل اندازه گیری می باشد.

حوزه آبخیز رودخانه قره سو دارای دو بخش کوهستان و دشت می باشد، که بخش کوهستانی آن کاملاً پوشیده از جنگل و یا مناطق ییلاقی است ، این رودخانه از یک رشته و شاخه های کوچک و موازی هم که از ارتفاعات جنوبی حوزه آبخیز قره سو سرچشمه می گیرد تشکیل شده است ، شاخه های مزبور که دارای آب دائمی هستند هر یک به طور جداگانه به رودخانه قره سو متصل شده و به صورت زهکش در امتداد شرق به غرب جریان یافته و ضمن جمع آوری جریانات سطح شاخه های خود زه کشی بخشی از سفره های آب زیر زمینی منطقه را نیز انجام می دهد. رودخانه قره سو در محل دشت قبل از وارد شدن به خلیج گرگان دارای دو ایستگاه هیدرو متری در نیاز آباد و سیاه آب می باشد(مهندسین کنکاش عمران،۱۳۸۷)..

۷-۲- رودخانه های واقع در بخش شرقی خلیج گرگان

در بررسی آبدهی رودخانه های بالا دست خلیج گرگان که دارای ایستگاه هیدرومتری می باشند رودخانه قره سو دارای حداکثر آبدهی ۳/۹۶ متر مکعب بر ثانیه و حداقل ۰/۲۲ متر مکعب بر ثانیه و به طور متوسط ۱/۶ متر مکعب بر ثانیه در سال است، بنابراین حجم آب ورودی رودخانه قره سو به خلیج گرگان سالانه به طور متوسط ۵۳ میلیون متر مکعب است.

رودخانه کارکنده نیز دارای آبدهی حداکثر ۰/۱۹ مترمکعب در ثانیه و حداقل ۰/۰۱ و متوسط ۰/۰۹ مترمکعب در ثانیه می باشد. که حجم آب ورودی آن به خلیج ۲/۸۴ میلی متر مکعب در سال برآورد می شود.

رودخانه باغو نیز با آبدهی حداکثر ۰/۳۲ ، حداقل ۰/۰۲ و میانگین آبدهی ۰/۱۶ مترمکعب بر ثانیه می باشد، حجم آب ورودی به خلیج از این کانال معادل ۵/۰۵ میلیون مترمکعب در سال می باشد.

رودخانه گز با حداکثر آبدهی ۰/۲۷ ، حداقل ۰/۰۱ و متوسط ۰/۱ مترمکعب بر ثانیه می باشد و حجم آب ورودی به خلیج از این رودخانه سالانه معادل ۳/۲ میلیون متر مکعب برآورد گردید. آبدهی کلی رودخانه های حوزه آبخیز بالا دست بخش شرقی خلیج گرگان در جدول ۴-۳ خلاصه گردید. با توجه به این جدول نتیجه می شود که از متوسط ۱۰۶ میلیون متر مکعب ورودی از طریق رودخانه های اشاره شده و ۲۸ میلیون متر مکعب خروجی نهر توسکارود به خلیج، مجموعاً ۱۳۰ میلیون متر مکعب حجم آب ورودی به خلیج بود ، که در سال حدود ۴۰ درصد از طریق رودخانه قره سو و بقیه از طریق رودخانه های کوچک حوزه های آبخیز بالا دست تغذیه می گردند(مهندسین کنکاش عمران،۱۳۸۷).

جدول ۴-۳: نتایج برآورد آبدهی حوزه آبخیز بالادست بخش شرقی خلیج گرگان

ردیف	نام حوزه	نام رودخانه	دبی متوسط (m^3/S)	حجم جریان سالانه (M.C.M)
۱	سرکلاته	سرکلاته (کارکنده)	۰/۹	۲/۸۴
۲	باغو	باغو	۰/۱۶	۵/۰۵
۳	سرمحله	سرمحله	۰/۲۴۳	۷/۶۶
۴	گز	گز-وطنا	۰/۱	۳/۲۰
۵	جفاکنده	است یوا	۰/۱۸۹	۵/۹۶
۶	نوکنده	نوکنده	۰/۰۹۱	۲/۸۷
۷	چشمه بلبل	لیوان شرقی	۰/۱۴۲	۲/۴۸
۸	قره سو	سیا آب قره سو)	۱/۶	۵۳

۸-۲- نگرشی به نوسانات سطح دریای خزر

نظریه های مختلفی در مورد علل نوسانات مطرح گردیده است که از بین آنها به میزان تبخیر، ریزش های حجم بزرگی از آب رودخانه های بزرگ به این دریا، حرکات تکتونیکی بستر دریا و بسته شدن ارتباط میان خلیج قره بغاز با دریای خزر می توان اشاره نمود. ولی آنچه که اکثر نظریات بر آن توافق دارند دوره ای بودن این نوسانات می باشد. . بنابراین بایستی کاهش سطح آب دریای خزر را در تعیین عمق لایروبی در خلیج مدنظر قرار داد.

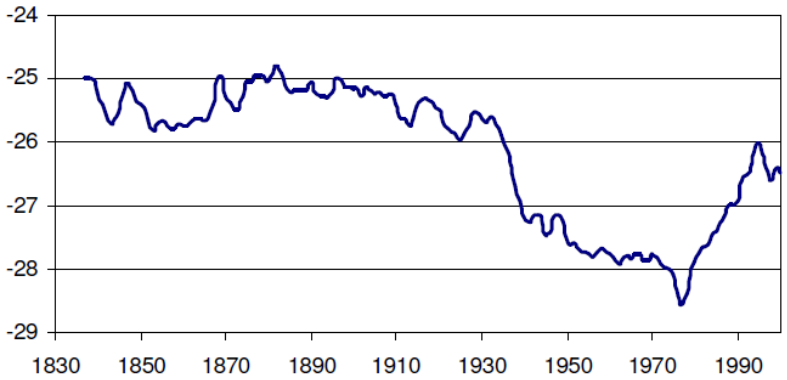
آنچه مهم است، شیب ملایم سواحل خزر می باشد که مختصر افزایش یا کاهش در سطح تراز آب دریای خزر موجب زیر آب رفتن و یا خشک شدن سواحل دریای خزر می شود (رحیمی پورانارکی و همکاران ، ۱۳۸۵).

۹-۲- تغییرات تراز آب دریای خزر

دریای خزر بزرگترین آبگیر بسته جهان است که با اقیانوس ها ارتباط ندارد. جدایی این دریا از اقیانوس منجر با این شده است تا تراز دریای خزر در یک دوره اقلیمی و در مدت زمان طولانی به آرامی افزایش یافته و وقتی به حداکثر مقدار خود رسید با همین آهنگ و باتغییر دوره اقلیمی رو به کاهش گذارد، به عبارتی نوسانات تراز آب دریای خزر تابع تغییرات ورودی رودخانه های منتهی به دریا و شدت تبخیر می باشد. البته لازم به ذکر است، در طی دهه های اخیر دخالت های انسانی در مدیریت منابع آب حوضه های رودخانه ای دریای خزر بخصوص ولگا با بیشترین میزان آبدهی به خزر نیز ممکن است نقش موثری در نوسانات تراز آب خزر داشته باشد. به طوری که پروفسور کلیگه در گزارش پیش بینی تراز آب دریای خزر سهم برداشت آب از این حوضه را در حدود ۳۵ تا ۴۰ کیلومتر مکعب در نظر گرفته است.

یکی از عوامل موثر احتمالی در نوسانات دریای خزر می توان به نقش خلیج قره بغاز به عنوان یک خلیج تنظیم کننده تراز آب اشاره نمود ، به طوری که در سال های کاهش سطح آب خزر ، دهانه این خلیج مسدود گردید. اما از سال ۱۹۷۷ با افزایش تراز آب ، مجدداً در سال ۱۹۹۱ دهانه این خلیج باز گردید. این خلیج تنها محدوده خروج آب از بدنه اصلی خزر به خارج می باشد. میزان آبدهی دریای خزر به این خلیج به افزایش و کاهش تراز آب بستگی دارد ، به طوری که در ترازهای بالا میزان آبدهی افزایش یافته و با کاهش تراز آب میزان خروجی به خلیج نیز کاهش می یابد ، اما با این وجود سهم خلیج قره بغاز در تراز آب خزر کمتر از ۵ درصد است. در همین راستا کاهش و افزایش طولانی مدت تراز آب دریای خزر در طی صد سال اخیر ، کشورهای منطقه را به شدت نگران کرده است.

اندازه گیری های به عمل آمده از نوسانات تراز آب دریای خزر در ۱۷۰ سال اخیر مشخص می نماید که بالاترین تراز در حدود ۲۴/۸۰- و کمتر آن ۲۸/۵۵- متر در میانگین سالانه کل خزر است (شکل ۱).



تصویر ۱: نمودار نوسانات تراز آب دریای خزر در دوره آماری ۱۸۳۷ تا ۲۰۰۰ میلادی.

همچنین مشخص می نماید که تراز آب کنونی دریا خیلی کمتر از بالاترین ارقام مشاهده شده است. با این حال تغییرات تراز در این مقیاس زمانی (۱۷۰سال) شش دوره تغییر روند در تراز آب دریای خزر را نشان می دهد:

۱- بین سال های ۱۸۳۷ تا ۱۹۲۹ سطح آب دریای خزر در ترازهای ما بین ۲۴/۸۰- تا ۲۵/۹- در حال نوسان بوده است . به طوری که در طی تقریبا ۱۰۰ سال دامنه نوسانی در حدود ۱/۱ متر داشته است هرچند تعدادی تغییر روند به صورت جزئی در دامنه این دوره دیده می شود.

۲- بین سال های ۱۹۳۰ تا ۱۹۴۱ کاهش شدیدی در تراز آب دریای خزر دیده می شود که در این دوره معادل ۱/۶ متر بوده که متوسط کاهش سالانه آن ۱۳/۵ سانتی متر است.

۳- بین سال های ۱۹۴۰ تا ۱۹۷۷ سطح آب دریای خزر با شدت خیلی کمتر از دوره قبل عقب نشینی خود را ادامه داده است به طوری که در طی ۳۸ سال معادل ۱/۴ متر می باشد. که ۳/۶ سانتی متر در سال است.

۴- اما از سال ۱۹۷۸ تا ۱۹۹۵ بالا آمدگی شدیدی در سطح آب دریای خزر دیده می شود، که معادل ۲/۴ متر و برابر ۱۳ سانتی متر رشد سالانه است. این روند پیشروی در دو دهه اخیر تعجب همگان را برانگیخت هر چند از عقب نشینی های دوره ۱۹۳۰ تا ۱۹۴۱ آگاه بوده اند.

۵- در نهایت از سال ۱۹۹۶ تراز آب دریای خزر دوباره سیر پسروی خود را شروع کرده است . هر چند بین سال های ۱۹۹۷ ، ۱۹۹۸ و ۱۹۹۹ تقریباً تراز دریا پایدار مانده است.

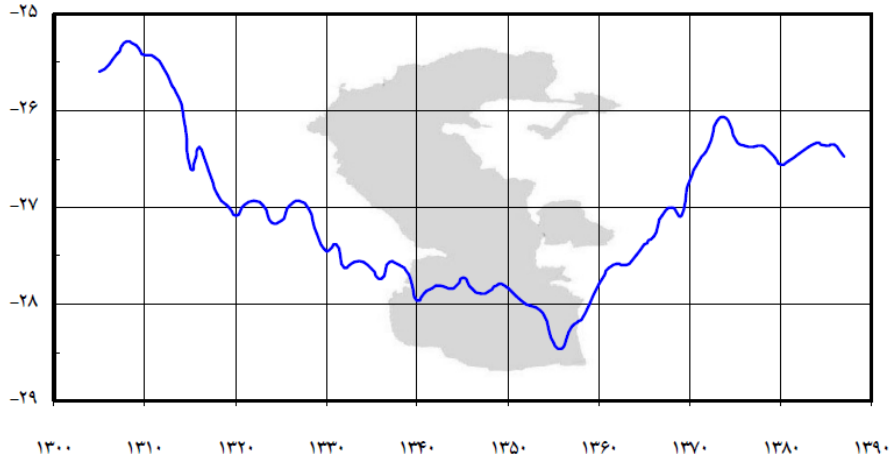
۶- از سال ۲۰۰۰ به بعد نیز روند پسروی با روند ضعیف تری ادامه دارد.

در یک جمع بندی کلی از تغییر روند نوسانی تراز آب دریای خزر مشخص می گردد که از سال های ۱۸۳۷ تا ۱۹۲۹ به نوعی یکی از سیکل های تدریجی نوسان خزر در دوره تاریخی را نشان می دهد. از طرف دیگر از سال ۱۹۳۰ تا ۱۹۹۵ نیز یکی دیگر از سیکل حادثه ای خزر را نمایان می سازد به طوری که در یک دوره به صورت ناگهانی ، کاهش شدید و پس از یک تعادل چند سال در تراز پائین دوباره افزایش شدیدی در سطح آب دیده می شود و این روند در بین سال های ۱۹۷۷ تا ۱۹۹۵ تکرار گردیده است.

در واقع فراز و فرود اخیر سطح آب دریای خزر را نمی توان یک رویداد استثنایی قلمداد نمود بلکه آن را می توان بخشی از نوسانات دوره ثبت ابزاری دانست اما از آنجایی که از سال ۱۹۷۷ تا ۱۹۹۵ بالا آمدگی سطح آب دریا با شدت نسبتاً زیادی نسبت به دوره های قبل صورت گرفته و از طرف دیگر افزایش فعالیت های توسعه اقتصادی و اجتماعی در سواحل سبب گردید تا این بار حساسیت های منطقه ای و بین المللی پیرامون نوسانات اخیر افزایش یابد.

اما آنچه مهم است بالا آمدگی ۲/۴ متر سطح خزر در یک دوره کوتاه می باشد . بسیاری از نتایج تحقیقات و نظرات محققین و دانشمندان بر این است که گرم شدن کره زمین عامل اصلی این بالا آمدگی است. اما با وجود گرم شدن کره زمین سطح آب دریای خزر از سال ۱۹۹۶ شروع به عقب نشینی کرده و این روند تا کنون ادامه داشته است. نمودار ۴ تغییرات سطح آب دریای خزر که در ایستگاه انزلی ثبت شده است را نشان می دهد. نتایج

روند کاهشی تراز آب دریای خزر از سال آبی ۸۵-۸۶ را نشان می دهد ، که تاکنون در حدود ۲۳ سانتی متر کاهش داشته است (قانقرمه و همکاران ، ۱۳۸۹).

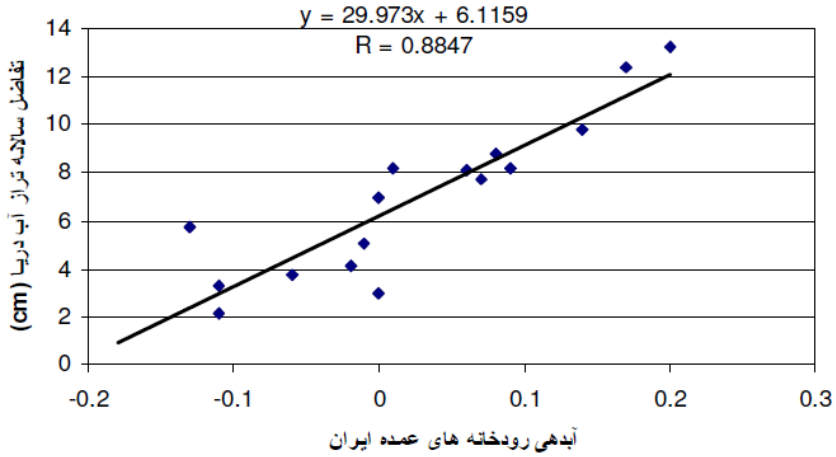


نمودار ۴: نمودار نوسانات دریای خزر (ایستگاه تراز سنجی انزلی) در طی سال های ۱۳۰۵ لغایت ۱۳۸۷ (برمبنای کد ارتفاعی مبنای فاو)

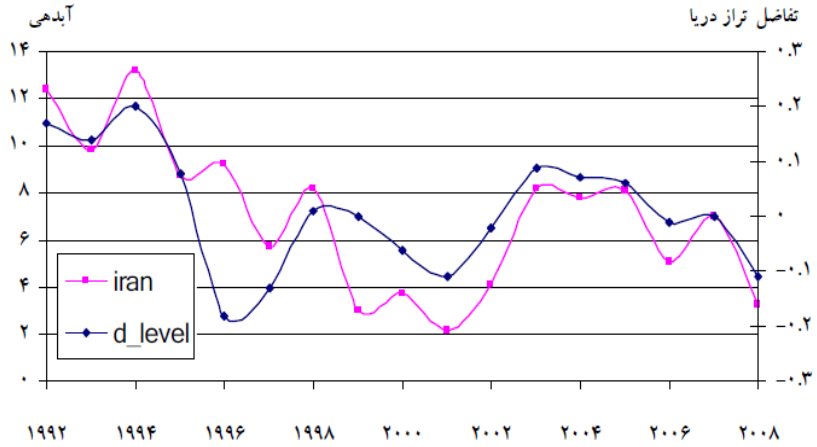
آبدهی مهمترین رودخانه های ایران

سواحل جنوبی دریای خزر از جمله مرطوب ترین و پربارش ترین سواحل دریای خزر است که رودخانه های متعددی از این بخش وارد دریا می شوند، که از جمله مهمترین آنها سفید رود، تجن ، هراز، بابل رود، گرگان رود، پل رود، تالار، نکارود و چالوس را نام برد. به طور کلی حجم آبدهی این رودخانه ها در حدود ۳/۵ درصد از ورودی رودخانه های کل خزر را به خود اختصاص می دهد. با توجه به تصویر ۶۸ بین سال های ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۸ میلادی مشخص می گردد آبدهی رودخانه های عمده ایران به طور متوسط ۷/۰۵ کیلومتر مکعب است که این میزان در یک دوره زمانی مشترک در حدود ۲/۸ درصد از آبدهی رودخانه ولگا را شامل می شود. بالاترین میزان آبدهی رودخانه های عمده ایران در سال ۱۹۹۴ معادل ۱۳/۲ کیلومتر مکعب رخ داده است به طوری که در این سال بالاترین تراز آب در طی دوره صد سال گذشته مشاهده گردید. پائین ترین میزان آبدهی نیز در سال آبی ۲۰۰۱ معادل ۲/۲ کیلومتر مکعب می باشد. همچنین در این نمودار تغییرات آبدهی رودخانه ولگا نیز به نمایش در آورده شده است، به طوری که دیده می شود در صورت عدم در نظر گرفتن سال های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۲ بین دو میزان آبدهی رودخانه ای هم خوانی مناسبی از نظر رفتار نوسانی دیده می شود.

مقایسه تغییرات آبدهی رودخانه های ایران با تفاضل سالانه تراز آب دریای خزر همبستگی بسیار بالایی را نشان می دهد (تصویر ۶۹) این بدین معنی است که تغییرات تراز آب دریا با رژیم هیدرولوژیکی رودخانه های ایران قرابت دارد (تصویر ۷۰) (قانقرمه و همکاران ، ۱۳۸۹).



تصویر ۶۹: نمودار همبستگی آبدهی رودخانه های عمده ایران با تفاضل تراز آب دریای خزر (۱۹۹۲-۲۰۰۸)



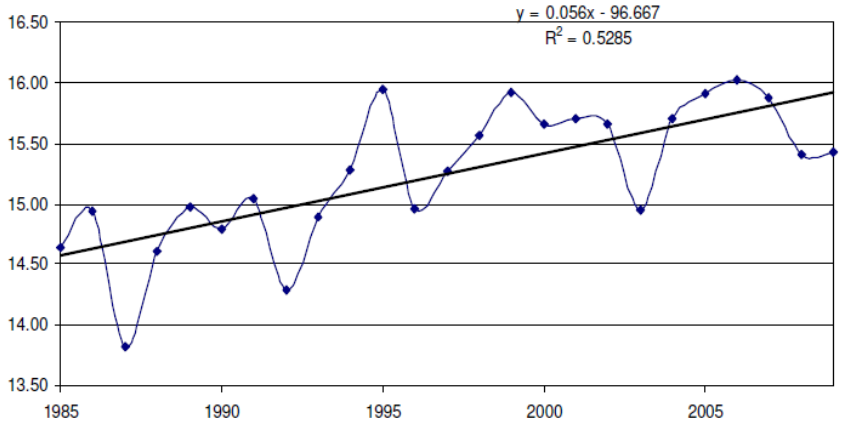
تصویر ۷۰: نمودار تغییرات آبدهی رودخانه های عمده ایران و تفاضل تراز آب دریای خزر (۲۰۰۸-۱۹۹۲)

۱۰-۲-تغییرات دمای سطح آب دریای خزر

در مقابل آبدهی رودخانه ها پدیده تبخیر از سطح دریای خزر دومین عامل تعیین کننده آب دریای خزر است به طوری که میزان ورودی ها بخصوص با این پدیده تعدیل می شود و حتی در بعضی سال ها با توجه به شرایط اقلیمی حاکم به دریای خزر میزان آن بیشتر از ورودی ها نیز می گردد.

دمای سطح آب دریاها به میزان حرارت ضخامت نیم متری از قسمت بالای آب دریاها اطلاق می گردد. این دما از نظر مکانی از تغییر پذیری زیادی برخوردار است، اما در طی زمان از ثبات نسبی برخوردار می شود. طویل بودن دریای خزر در امتداد شمال به جنوب به عنوان یک عامل اصلی تغییرات دما مطرح بوده است. از طرف دیگر دمای سطح دریا یکی از مؤلفه های اصلی در تبادل حرارتی و تبخیر محسوب می گردد و تبخیر نیز خود به

عنوان یکی از عوامل تعدیل کننده تراز آب مطرح است. تصویر ۴۳ میانگین تغییرات دمایی سطح آب دریای خزر را بین سال های ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۹ نشان می دهد. به طوری که از این نمودار مشخص می گرددتغییرات دمای سطح آب خزر به همراه یک سری افت و خیزهای چند ساله روند افزایشی دارد. به گونه ای که در هر سال در حدود ۰/۰۴ درجه سانتیگراد به دمای سطح آب افزوده شده است(قانقرمه و همکاران ، ۱۳۸۹).



تصویر ۴۳: نمودار روند تغییرات دمای سطح آب دریای خزر (۲۰۰۹-۱۹۸۵).

۱۱-۲- ترازهای توفانی

سیستم های آب و هوایی مهاجر زمانی که بر روی سطح آب دریای خزر قرار می گیرند سبب تلاطم در سطح آب دریا می شوند ، این تلاطم ها ممکن است به صورت امواج طوفانی یا مد طوفان در روی بدنه آبی ظاهر شده و در هنگام انتقال به نواحی ساحلی تغییرات سطح آب دریای خزر را سبب شوند(قانقرمه و همکاران ، ۱۳۸۹). مدتوفان از اصلی ترین عوامل تغییر تراز آب در مناطق کم عمق ساحلی می باشد.

تعاریف دیگر مدتوفان عبارتند از:

- مدتوفان بالا آمدگی یا فروافتادگی تراز نرمال آب در آب های ساحلی به واسطه اندرکنش بین توفان و سطح آب می باشد و این پدیده حاصل اثر اغتشاشات جوی (میدان های باد و فشار اتمسفر) بر پهنه های آبی می باشد.
- عبور توفان از روی ناحیه کم عمق نزدیک ساحل یا درون خشکی (Island)، سطح آب را در یک ناحیه بالا می برد و در همان زمان در محل دیگری پائین می آورد . این تغییر تراز آب به واسطه توفان را مدتوفان می نامند. این کلمه به نام های جذر و مد جوی و مد ناشی از باد و خیزاب توفان و برکشند توفان نیز ترجمه شده است. مدتوفان دارای خاصیت موج بوده و شکل نوسانی دارد که از نظر مقیاس زمانی در حد چند روز و به لحاظ مکانی دارای طول موج هایی از ده تا صد ها کیلومتر می باشد. مدتوفان برخلاف امواج بلند دیگر مثل جذر و مد و سونامی در حوزه های آبی بسته یا نیمه بسته، دریاهای کوچک ، دریاچه ها ، کانال ها و رودخانه ها نیز می تواند رخ دهد (مهدیزاده ،۱۳۸۱).

- باد همان طور که روی سطح آب می وزد ، جریان هایی را ایجاد می کند که با ایجاد تنش روی ذرات سطح آب و با شروع حرکت ذرات در جهتی که باد در آن جهت می وزد ، یک جریان سطحی ایجاد می کند. وقتی جریان سطحی به مانع می رسد، مانند ساحل آب تمایل دارد در مقابل ساحل انباشته شود ، بادهای قوی به این طریق خیزاب ناشی از باد یا خیزاب های دریایی ایجاد می کنند. ارتفاع خیزاب توفان دریایی به سرعت باد ، جهت ، موج گاه (Fetch) ، فشار جو و شیب نزدیک ساحل بستگی دارد (واحدزنجانی حبیبی،۱۳۸۰) که از بین آنها سرعت باد دارای تأثیر مستقیم بر روی ارتفاع مدتوفان بوده و همچنین جزء مهمترین کمیت های مؤثر بر میزان ارتفاع مدتوفان می باشد.

دریای خزر با توجه به توفان های شدید که هر از گاه آن را مورد تاخت و تاز قرار می دهد دارای سابقه طولانی از خسارات ناشی از مدتوفان است. ماکزیمم ارتفاع مشاهده شده مد توفان در دریای خزر در ناحیه شمالی آن اتفاق افتاده که اندازه آن ۴ تا ۴/۵ متر گزارش شده است.

در نواحی شمال غربی دریای خزر نیز مدتوفان هایی با ارتفاع حدود ۲ متر مشاهده شده است. برای نمونه می توان به توفان ۲۵ تا ۲۷ نوامبر سال ۱۹۱۰ اشاره کرد که با جهتی شرقی و با سرعت ۲۰ تا ۲۶ متر بر ثانیه ارتفاعی معادل ۲/۰۳ متر ایجاد کرده است.

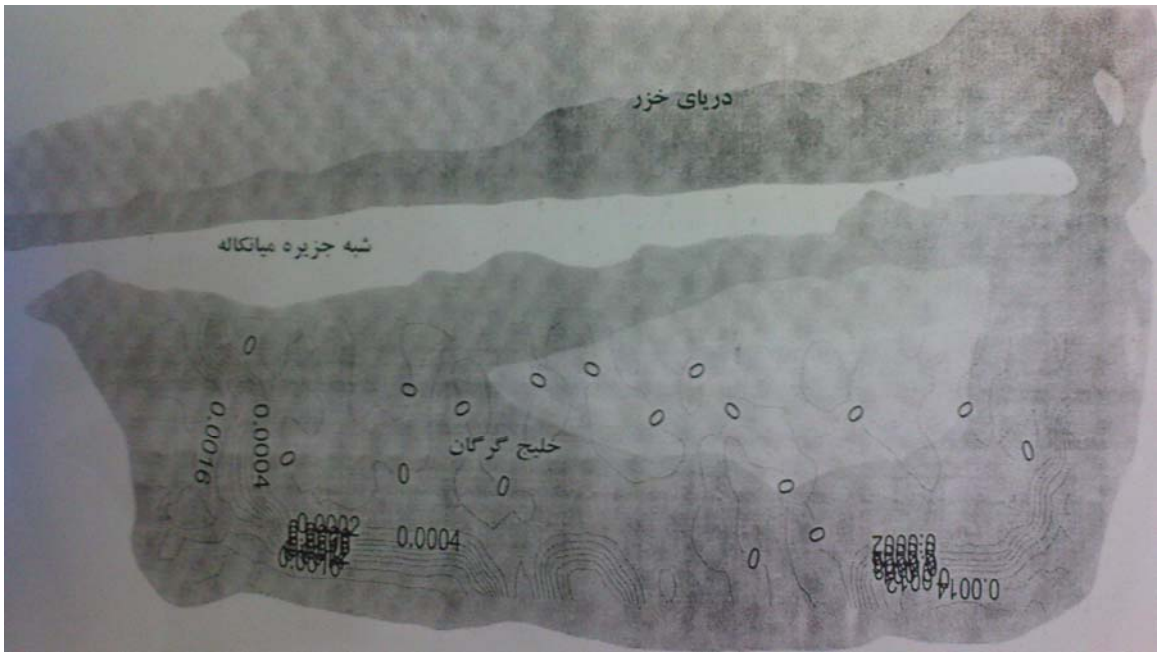
رخدادهای متعددی نیز در جنوب خزر در رابطه با پدیده مدتوفان گزارش شده است اما به دلیل نبود اطلاعات سنجش سطح آب در کل نوار ساحلی خیزآب های به وجود آمده به طور مشخص ثبت نشده اند. از جمله می توان به توفان ۱۳ نوامبر سال ۱۹۹۳ اشاره کرد که طی آن نیروگاه نکا به دلیل بالا آمدگی بی سابقه آب دچار مشکل گردید. در این تاریخ ایستگاه اندازه گیری سطح آب در بندرانزلی نیز ۵۵ سانتیمتر خیزاب را نشان داد ولی متأسفانه تنها ایستگاه هواشناسی بابلسر سرعت ۹۱ نات و جهت ۲۸۰ درجه را برای این توفان در ۱۴ نوامبر سال ۱۹۹۳ ثبت کرد و هیچ ایستگاه دیگری سرعت و جهت آن را ثبت نکرد (مهدیزاده ،۱۳۸۱).

در حال حاضر ایستگاه های تراز سنجی فعال در سواحل جنوبی دریای خزر به ترتیب در مناطق انزلی، نوشهر ، نکا (بندر صدرا) و آشوراده (بندر ترکمن) مستقر هستند. (شکل ۲)

شکل ۲: نقشه استقرار ایستگاه های تراز سنجی سواحل جنوبی دریای خزر

در طی سال آبی ۸۷-۸۸ در ایستگاه های بندر انزلی، بندر نوشهر ، بندر صدرا و آشوراده به ترتیب ۲۸، ۴۶، ۳۰ و ۴۹ تراز طوفانی بیش از ۱۰ سانتی متر رخ داده است که بالاترین تراز ارتفاعی در ایستگاه تراز سنجی آشوراده معادل ۶۹ سانتی متر بوده است. در این ایستگاه ۴۹ تراز توفانی رخ داده است، که بالاترین مد به ارتفاع ۶۹ سانتی متر و پایین ترین آن ۱۱ سانتی متر بوده است(قانقرمه و همکاران ، ۱۳۸۹).

لازم به ذکر می باشد ، که در تحقیقی که در سال ۱۳۸۰ توسط حبیبی واحد زنجانی به منظور محاسبه مقادیر ارتفاع خیزآب توفان دریایی، سرعت آب و نیز جهت گردش آب در خلیج گرگان با استفاده از مدل ریاضی انجام شد، خطوط هم ارتفاع خیزآب طوفان دریایی در جنوب شرقی دریای خزر با حداکثر سرعت باد غربی ۳۰/۸۸۸ متر بر ثانیه ، ۱/۰۸ متر می باشد. همچنین ، مقادیر ارتفاع خیزآب توفان دریایی در خلیج گرگان با سرعت ۸ متر بر ثانیه (میانگین سرعت باد طی سالهای ۱۹۵۲-۱۹۹۵) بسیار اندک برآورد گردید (شکل ۵۰) (واحدزنجانی حبیبی ، ۱۳۸۰).



شکل ۵۰: خطوط هم ارتفاع خیزآب طوفان دریایی در خلیج گرگان برای میانگین سرعت باد ۸متر برثانیه

بادهای موثر در ناحیه خزر

سواحل جنوبی دریای خزر در واقع همان سواحل ایران است که بریدگی کمتری دارد ، دلیل وجود بریدگی کمتر عمق زیاد دریا در این بخش است. در نیمه سرد سال دریای خزر و مناطق اطراف آن تحت تأثیر مراکز فشار زیاد سیبری قرار می گیرند و توده های هوای سرد در هوای منطقه نفوذ کرده ، موجب بروز توفان های شمالی و بادهای شمال شرقی و سرما و نزولات جوی می گردد. اما در نیمه گرم سال ، دریای خزر تحت تأثیر فشار نسبی آزور قرار می گیرد و هوا بالنسبه کم باران تر بر آن حاکم می شود. در فصل زمستان دریا تحت تأثیر بادهای آنتی سیکلونی سیبری جنوبی قرار می گیرد و فشار هوا روی بخش های میانی و جنوبی پائین می آید که در نتیجه آن بیشتر بادهای شرقی و شمال شرقی با نیروی ۴ تا ۵ بال (واحد اندازه گیری شدت توفان است که از یک الی ۱۲، و توفان ۱۲ بالی مخرب و نابود کننده است.) می وزند .

در فصل زمستان هوای دریای خزر فاقد وضع ثابت و استوار است ، در این فصل غالباً دریا توفانی است. جهت بادها و همچنین دمای هوا به طور دائم در حال تغییر می باشد. دمای هوا در بخش های شمالی ، میانی و جنوبی در ماه های ژانویه و فوریه (دی و بهمن) فرق می کند ، از این رو اختلاف فشار به وجود می آید. در فصل تابستان دریا و خشکی های مجاور آن همواره دارای هوای ثابت و بادهای منظم کم بارانی است. این باد غالباً از دریا به سواحل می وزد و دمای هوا در تمامی سطح دریا تقریباً یکسان می شود. در اواسط تابستان دریا گاهی تحت تأثیر کناره های جنوبی آنتی سیکلونی سیبری قرار می گیرد و به همین دلیل در این فصل در ثبات هوای دریا اختلال به وجود می آید.

بادهای دریای خزر به ۵ گروه اصلی تقسیم می شود:

گروه ۱: بادهای شمال غربی که معمولاً دارای سرعت یکنواختی هستند و بر تمامی سطح دریا می وزند، از شمال غربی به جنوب شرقی تا حدود شبه جزیره آب شوران را تحت تأثیر خود قرار می دهد.

گروه ۲: بادهای شمال – شمال غربی که به تدریج در نزدیکی شبه جزیره آب شوران جهت خود را تغییر می دهند و به سمت شمال می وزند.

گروه ۳: بادهای شمال شرقی و شرق – شمال شرقی که دارای ویژگی های مخصوص به خود هستند. سرعت شدید ترین بادهای این گروه ۱۶ تا ۲۰ متر بر ثانیه است ، که گاهی سیکلون ها یا گردبادهای خفیفی ایجاد می کنند.

گروه ۴: بادهای جنوب شرقی که زمانی شدید و زمانی ملایم هستند.

گروه ۵: ویژگی های این نوع بادها ، تناوب در سرعت و مواقعی نیز زمان کوتاه وزش آن و گاهی نیز نوع گردبادی آن است.

در سواحل ایران بیشتر "گیله وا" (بادهای شمال شرقی) و "دشت وا" (بادهای شمال غربی) می باشند که هر دو در سواحل ایران زمانی که دارای شدت زیادی هستند ایجاد توفان می کنند. امواج و توفان های دریایی اهمیت خاصی در امور کشتی رانی ، شیلات و به ویژه در امور تأسیسات و استخراج نفت دارد که برای مقابله با نیروی ضربه ای امواج باید به استحکام این قبیل تأسیسات و ساختمان ها توجه کرد.

اصولاً دریای خزر یک دریای آرام نیست. حرکت عمودی آب ها در طبقات بالای دریا ممکن است در اثر وزش باد و امواج دریا صورت گیرد. در توفان ها امواج به سرعت به وجود می آیند و به سرعت هم از بین می روند. در این دریا امواج دارای خصوصیات مشخص نیستند. غالباً امواجی بی نظم و مغشوش می باشند .

معمولاً دریای خزر از ماه دوم بهار یعنی اردیبهشت تا اواسط مرداد آرام است، امواج عظیم و نیرومند (بیش از ۶ بال شدت) غالباً در ماه های آبان ، آذر ، دی و فروردین به وجود می آیند. قسمت نیمه غربی بخش میانی بیش از دیگر قسمت ها و بخش های دریا توفان خیز است. در بخش جنوبی دریا کمتر توفان های سهمگین اتفاق می افتد. وزش بادهای شدید بر مناطقی از دریا که عمیق هستند امواج بزرگی را پدید می آورد ، بادهای شمالی با سرعت ۲۵ متر در ثانیه ، امواجی را به وجود می آورند که ۲۰۰ متر طول و ۱۱ الی ۱۲ متر ارتفاع دارند. و این حداکثر بزرگی امواجی است که به ندرت در این دریا ظاهر می گردند. معمولاً بعد از بادهای توفانی در بخش های میانی و جنوبی دریا امواج به اصطلاح مرده ظاهر می گردند(حبیبی واحد زنجانی ،۱۳۸۰).

وضعیت موج ها در هنگام تقرب به ساحل

موج های ایجاد شده در آب های عمیق اقیانوس ، مسافت های طولانی را بدون تغییر شکل طی می کنند. با نزدیک شدن آنان به ساحل بر اثر کاهش عمق آب ، موج ها شروع به افزایش ارتفاع و کاهش طول موج می

کنند و در نتیجه با نزدیک شدن به ساحل پر شیب تر می شوند. موج های با زاویه تقرب مایل ، قبل از شکست ، منکسر می شوند (به گونه ای که قله آنها می چرخد و به موازات خط ساحلی در می آید.) با شکست موج ها و همراه با ورود هوا به آب سرانجام تمام انرژی آن به صورت کف کردگی و پخش آب (پیش رفتن آب در روی ساحل که با پس رفتن آن از ساحل تعقیب می شود) از بین می رود. وقتی که خط شکست موج با ساحل زاویه داشته باشد ، جریانی به موازات ساحل ، که به آن جریان در امتداد ساحل گفته می شود بوجود می آید.

نقش امواج در تشکیل رسوب ساحلی

وقتی امواج دریا به ساحل نزدیک می شوند و می شکنند ، در ذرات آب سرعت چرخشی شدیدی ایجاد می شود ، این جنب و جوش زیاد ذرات آب در اثر شکست امواج ایجاد یک تلاطم قوی در پراکندگی ذرات رسوب نموده و در نتیجه غلظت مواد رسوبی زیاد می شود. علاوه بر این در اثر شکست امواج در ناحیه کم عمق ساحلی ، دو جریان یکی به موازات ساحل (Long Shore Current) و دیگری عمود بر ساحل (Cross/on offshore current)پدید می آید ، علت اصلی تمام جابجایی ها و نقل و انتقالات رسوب در سواحل همین مؤلفه جریان در طول ساحل می باشد. این جریانات موازی ساحل عامل انتقال حدود ۸۰ الی ۹۰ درصد رسوباتی هستند که در اثر شکست موج از بستر کنده شده و در آب غوطه ور شده اند. بین ۱۰ الی ۲۰ درصد از رسوبات نیز به وسیله جریان های عمود بر ساحل به سمت ساحل حرکت کرده یا از آن دور می شوند.

همانطور که ملاحظه شد در ناحیه کرانه ای دریا ، یک جریان در نوار ساحلی با حضور موج غالب تشکیل و در جهت موج غالب در ساحل حرکت می کند. تا زمانیکه تغییراتی در مورفولوژی ساحل انجام نشده و جهت موج غالب تغییر نکرده این روند ادامه دارد. در برخی از فصول سال که جهت موج غالب تغییر می کند جهت انتقال رسوب نیز عوض می شود. امواج به تنهایی باعث انتقال نمی شوند. بلکه اثر امواج دریا ، صرفاً معلق نمودن مواد رسوبی می باشد. و این جریان ساحلی است که باعث حرکت مواد رسوبی می گردد (حبیبی و همکاران ،۱۳۸۱).

مشخصات باد منطقه

یکی از خصوصیات مهم اقلیمی مناطق ساحلی و مجاور دریا الگوی امواج می باشد ، الگوی امواج هر منطقه متأثر از الگوی باد آن منطقه است. آشکارترین و معمولاً مهم ترین امواج در میان طیف موج در دریا، امواج ناشی از باد می باشند. و بسته به اینکه باد به چه نحو و از چه راستایی بوزد امواج مختلفی شکل می گیرند (رحیمی پور انارکی و همکاران ، ۱۳۸۵).

لازم به ذکر است در این بخش از نتایج محاسبات مربوط به باد و امواج منطقه انجام شده توسط رحیمی پور انارکی و همکاران در سال ۱۳۸۵ استفاده شده است.

به خاطر موقعیت منطقه ، از جهات هشت گانه تنها جهات شمال ، شمال غرب و غرب در آب عمیق و جهات شمال شرق در آب کم عمق بیرون خلیج و جهت غرب و شرق نیز برای داخل خلیج در نظر گرفته شد که براساس آمار ۳ ساعته باد اندازه گیری شده در ایستگاه بابلسر و پردازش های لازم درصد بادهای وزیده شده برای جهات مورد نظر به صورت جدول ۱-۳ و ۲-۳ به دست آمد (لازم به ذکر است که ایستگاه های دارای آمار خام ۳ ساعته در محدوده خلیج گرگان عبارتند از ایستگاه بابلسر و ایستگاه گرگان. با مقایسه آمار این دوایستگاه و با توجه به اینکه آمار این دو ایستگاه اختلاف چندانی با هم ندارند و فقط آمار باد در ایستگاه گرگان از نظر سرعت مقدار کمی از ایستگاه بابلسر کمتر بوده و همچنین امار بابلسر کاملتر از آمار گرگان است لذا از آمار بابلسر استفاده شد. ایستگاه بابلسر در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۳۹ دقیقه شرقی ، در قسمت غربی خلیج گرگان واقع شده و از سال ۱۹۵۵ میلادی دارای آمار ثبت شده ۳ ساعته سرعت و جهت باد می باشد.)

درصد بادهای وزیده شده در جهات مورد استفاده در آب عمیق

جهت	درصد بادهای وزیده شده
شمال	۵.۳۷۵
شمال غرب	۸.۷
غرب	۸.۹۵

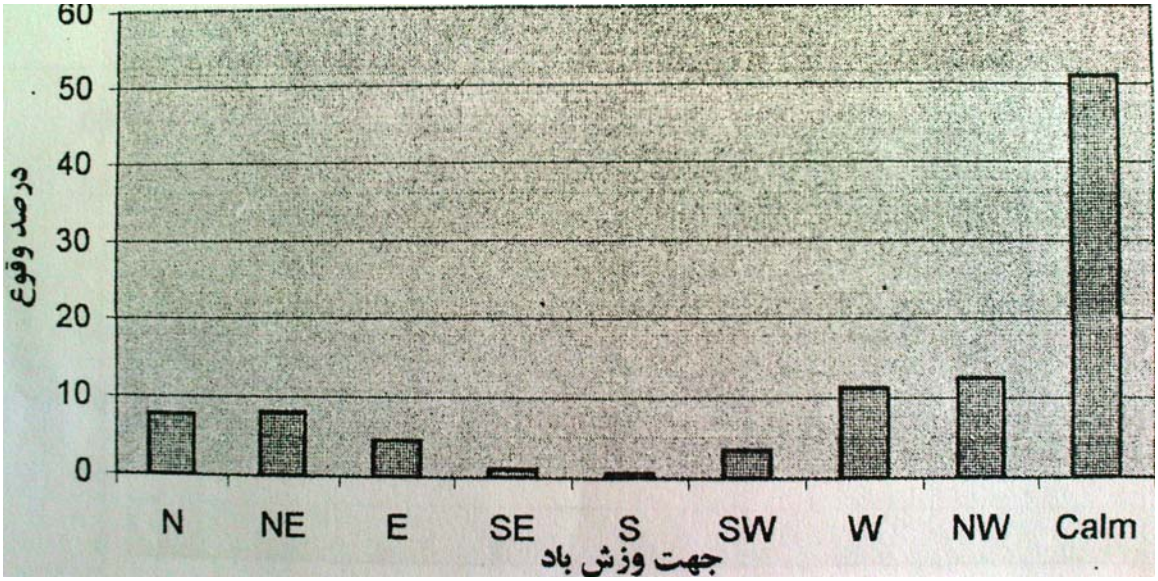
درصد بادهای وزیده شده در جهات مورد استفاده در آب کم عمق

جهت	درصد بادهای وزیده شده	موقعیت
شمال شرق	۶.۰۵	خارج خل ج
شرق	۵.۴	داخل خلیج
غرب	۸.۹۵	داخل خلیج

در ادامه برای شناخت بیشتر خصوصیات باد در منطقه ، تغییرات باد در فصول مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت و نمودار های جهت و فراوانی باد ارائه گردید.

بادها در فصل بهار

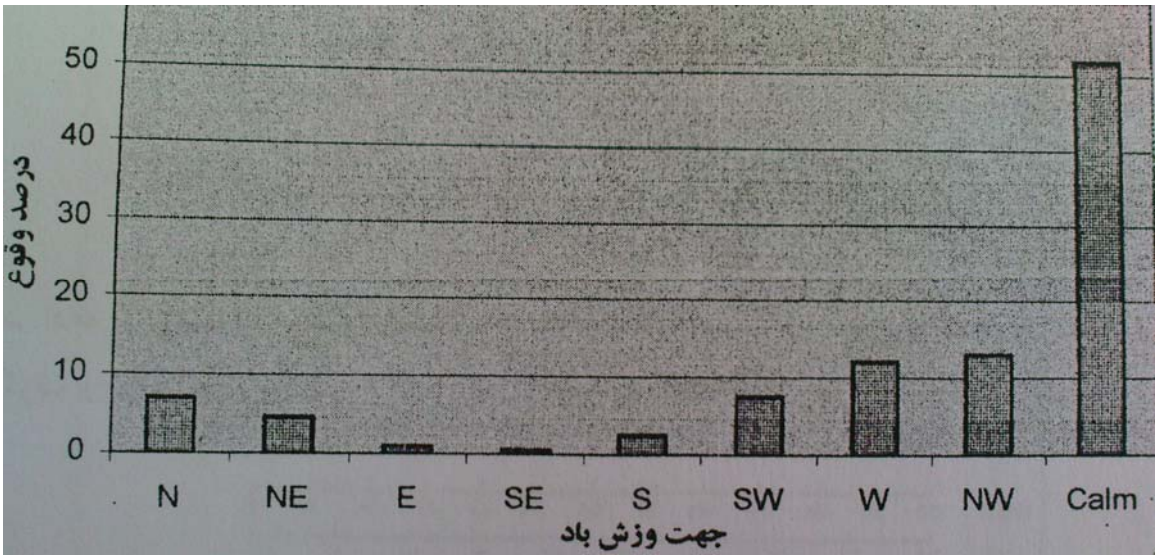
همان طور که در نمودار ۱-۳ مشاهده می شود ، در این فصل جریان هوای غالب در جهت شمال غرب می باشد و پس از آن بادهای غرب دارای اهمیت می باشند. در این فصل میزان هوای آرام ۵۱ درصد می باشد.



نمودار ۳-۱ : توزیع باد در جهت های مختلف در فصل بهار

بادها درفصل تابستان

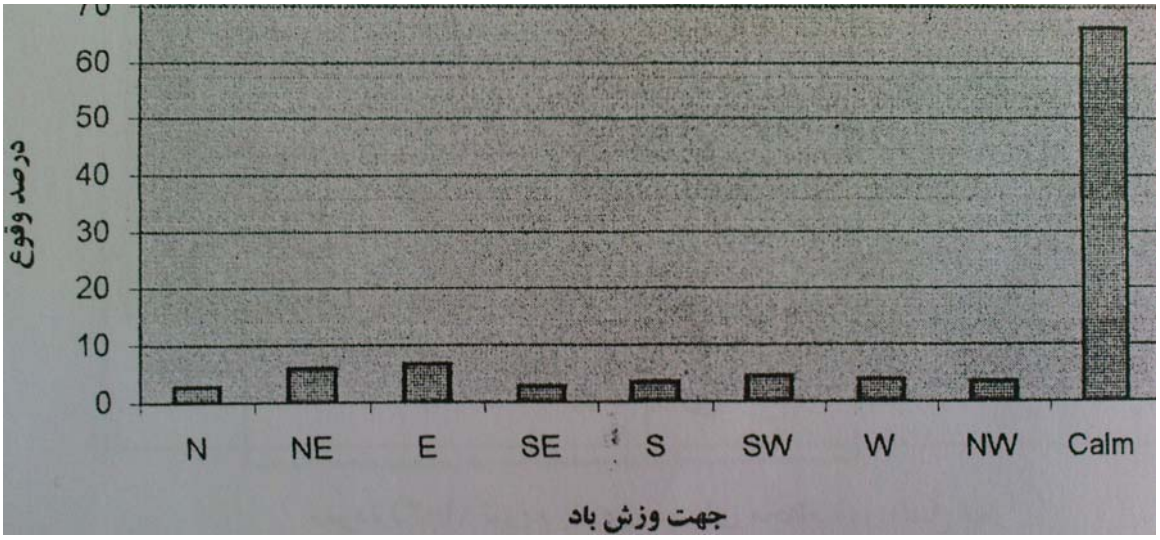
با توجه به نمودار ۲-۳ جهت باد غالب ، شمال غرب بوده و پس از آن باد غرب دارای اهمیت می باشد. همچنین در این فصل در ۵۲ درصد اوقات هوا آرام است.



نمودار ۳-۲ : توزیع باد در جهت های مختلف در فصل تابستان

بادها در فصل پاییز

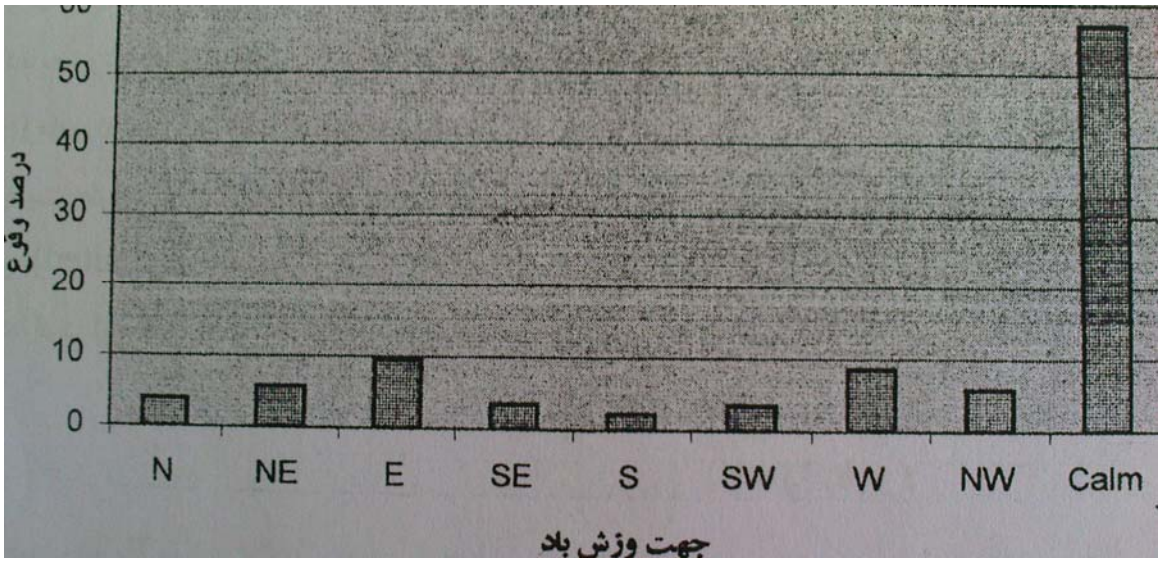
در فصل پاییز بادهای شرقی باد غالب را تشکیل می دهند و با توجه به نمودار ۳-۳ پس از بادهای شرقی بادهای شمال شرقی از اهمیت بیشتری برخوردار هستند. در این فصل در ۶۶.۳ درصد از اوقات باد نمی وزد.



نمودار ۳-۳ : توزیع باد در جهت های مختلف در فصل پاییز

بادها در فصل زمستان

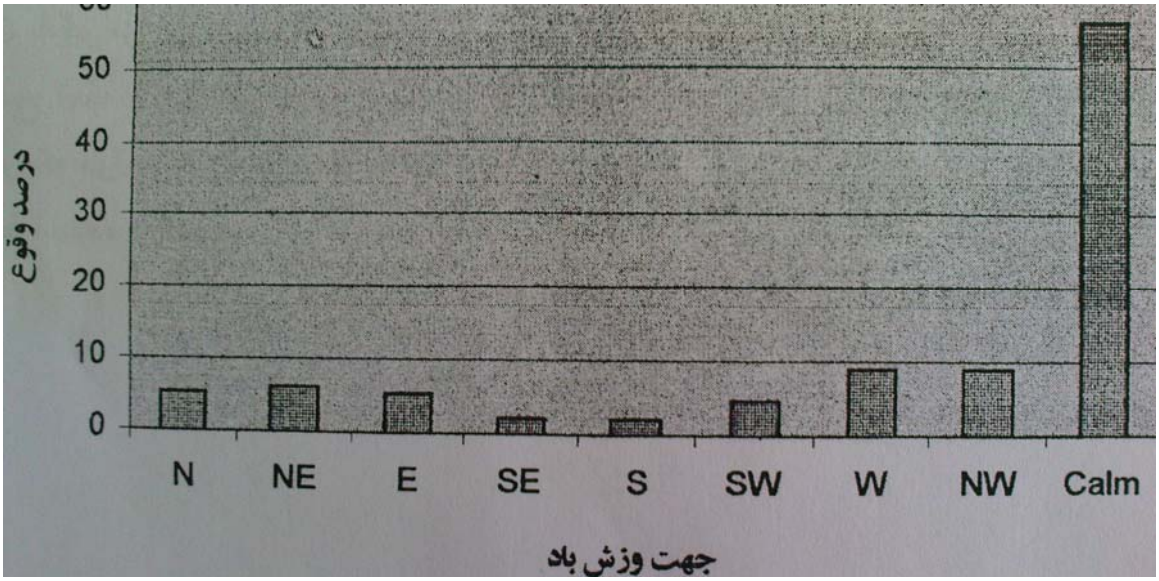
در این فصل جهت باد غالب با توجه به نمودار ۴-۳ ، شرقی بوده و بادهای غربی و شمال غربی در درجه دوم و سوم اهمیت قرار دارند. همچنین در زمستان ۵۷ درصد اوقات هوا آرام می باشد.



نمودار ۳-۴ : توزیع باد در جهت های مختلف در فصل زمستان

بادهای سالانه

با توجه به نمودار ۵-۳ باد غربی باد غالب منطقه بوده و پس از آن جهت شمال غرب دارای بیشترین درصد وقوع می باشد. در این منطقه ۵۶.۶ درصد از سال هوا آرام می باشد.



نمودار ۳-۱ : توزیع سالانه باد در جهت های مختلف

۱۲-۲-گلموج منطقه

با توجه به مشخصات بادهای غالب منطقه مشخصه های امواج با ارتفاع نیم متر الی ۴.۵ متر محاسبه و گلموج منطقه طبق جدول ۵-۳ برای داخل خلیج و جدول ۶-۳ برای خارج خلیج به دست آمد.

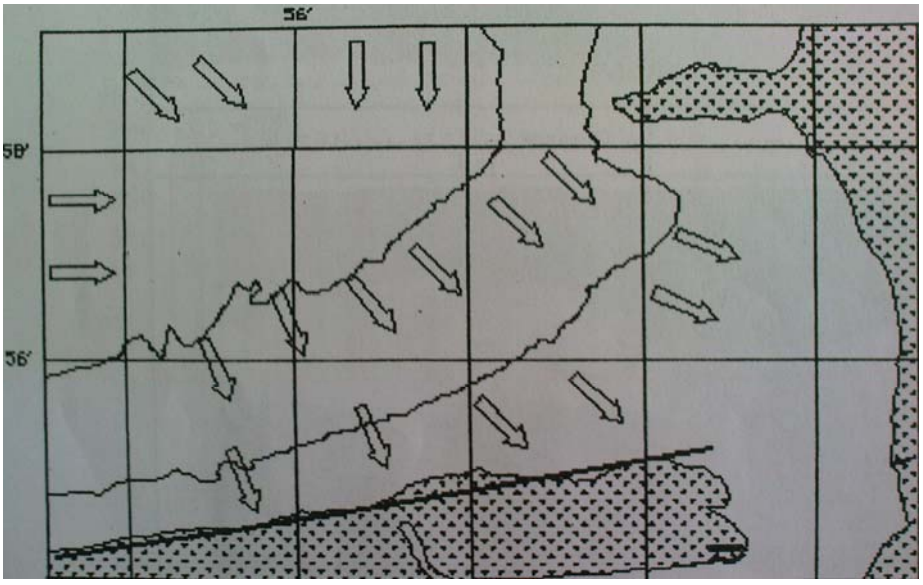
جدول ۳-۵: گلموج منطقه داخل خلیج

جهت	ارتفاع	پریود	فرکانس
شرق	۰/۷	۳/۸	۵/۴
غرب	۰/۸	۴	۸/۹۵

جدول ۳-۶ : گلموج منطقه خارج خلیج

جهت	ارتفاع	پریود	فرکانس	مجموع فرکانس
شمال	۰/۵	۳	۳/۸	۵/۱
	۱/۵		۰/۹	
	۲/۵	۷	۰/۲۲	
	۳/۵	۸	۰/۱۸	
شمال غرب	۰/۵	۳	۵/۰	۸/۶
	۱/۵	۵	۱/۸	
	۲/۵	۷	۰/۹	
	۳ ۵	۸	۰/۷	
	۴/۵	۹	۰/۲	
غرب	۰/۵	۳	۶/۳	۸/۷
	۱/۵	۵	۱/۴	
	۲/۵	۷	۰/۶	
	۳/۵	۸	۰/۴	
شمال شرق	۰/۶	۳/۶	۶/۰۵	۶/۰۵

نکته قابل توجه در انتقال امواج از آب عمیق به سمت ساحل این است که به علت شکل خاص منطقه یک واگرایی در امواج رخ داده و بعضی از امواج به سمت سواحل میانکاله حرکت کرده و بعضی دیگر به سمت شرقی حرکت خواهند کرد (شکل ۱۰-۳) (رحیمی پورانارکی و همکاران ،۱۳۸۵).



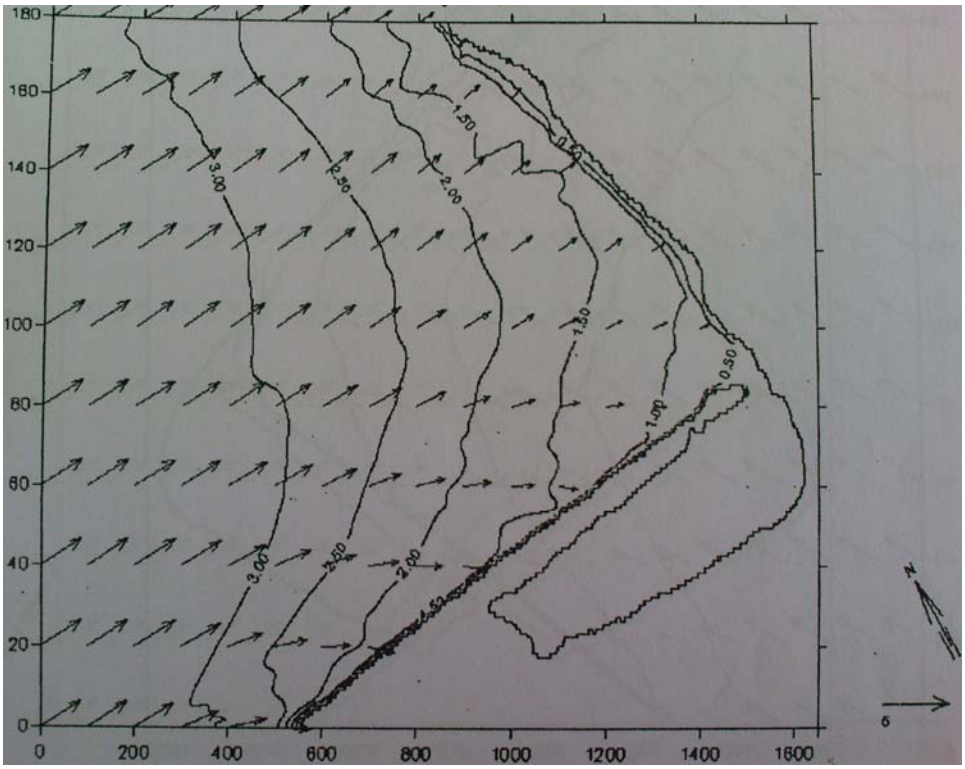
شکل ۳-۱۰: واگرایی ایجاد شده در امواج بر اثر شکل خاص منطقه

سواحل دریای خزر در برخی فصول موجگیر بوده و گاهی امواج با ارتفاع زیاد به این سواحل می رسد. مشخصات امواج دریای خزر در محل ورودی خلیج گرگان به شرح جدول ۲-۷ است، براساس این جدول امواجی با دوره بازگشت ۲۰ سال در جهت شمال دارای ارتفاع ۳.۳۵ متر و پریود ۷.۸۵ ثانیه ، در جهت شمال غرب دارای ارتفاع ۴.۴ متر و پریود ۸.۹ ثانیه و در جهت غرب دارای ارتفاع ۳.۷ متر و پریود ۸.۲ ثانیه محاسبه شده است. در این منطقه امواجی با دوره بازگشت ۵۰ سال در جهت شمال دارای ارتفاع ۴ متر و پریود ۸.۴ ثانیه در جهت شمال غرب دارای ارتفاع ۵ متر و پریود ۹.۵ ثانیه و در جهت غرب دارای ارتفاع ۴.۳۳ متر و پریود ۸.۸ ثانیه می باشد. همچنین امواجی با دوره بازگشت ۱۰۰ سال در جهت شمال دارای ارتفاع ۴.۴۵ متر و پریود ۸.۷ ثانیه ، در جهت شمال غرب دارای ارتفاع ۵.۵ متر و پریود ۱۰ ثانیه و در جهت غرب دارای ارتفاع ۴.۸ متر و پریود ۹.۲ ثانیه محاسبه شده است . به این ترتیب در منطقه ورودی خلیج گرگان ، حداکثر ارتفاع امواجی که به ساحل می رسند ۵.۵ متر با پریود ۱۰ ثانیه و جهت شمال غربی با دوره بازگشت ۱۰۰ سال است. و حداقل آن دارای ۳.۳۵ متر ، پریود ۷.۸۵ ثانیه جهت شمال و با دوره بازگشت ۲۰ سال می باشد (مفیدی خواجه و همکاران ،۱۳۸۷)و (رحیمی پورانارکی و همکاران ،۱۳۸۵).

جدول ۲-۷: مشخصات امواج عمیق در ورودی خلیج گرگان

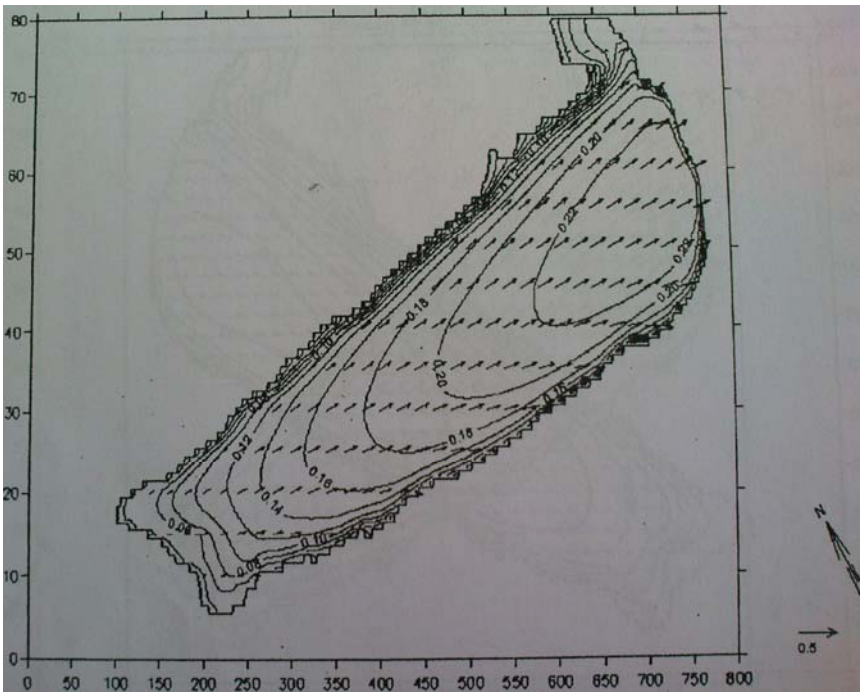
موقعیت جغرافیایی	جهت موج	ارتفاع موج H_s(m)	پریود موج T_s(Sec)	R.P. (Year)
N ۳۰ و ۳۶ E ۵۰ و ۵۳	N ۳۶۰	۳/۳۵	۷/۸۵	۲۰
	N ۳۶۰	۴	۸/۴	۵۰
	N ۳۶۰	۴/۴۵	۸/۷	۱۰۰
	N ۳۱۵	۴/۴	۸/۹	۲۰
	NW ۳۱۵	۵	۹/۵	۵۰
	NW ۳۱۵	۵/۵	۱۰	۱۰۰
	W ۲۷۰	۳/۷	۸/۲	۲۰
	W ۲۷۰	۴/۳۳	۸/۸	۵۰
	W ۲۷۰	۴/۸	۹/۲	۱۰۰

برای نمونه شکل ۳-۲۶ بردارهای نمایانگر جهت متوسط انتشار و خطوط هم ارتفاع امواج در حالت تابش موج ۳.۵ متری جهت غرب در خارج از خلیج گرگان را نشان می دهد.

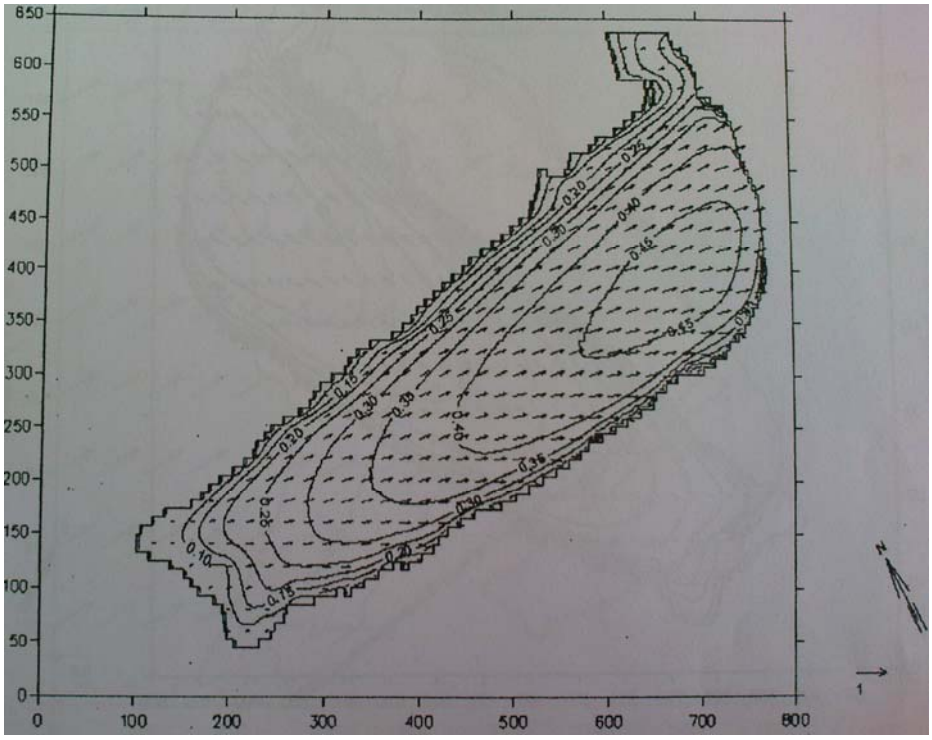


شکل ۳-۲۶ : بردارهای نمایانگر جهت متوسط انتشار و خطوط هم ارتفاع امواج در حالت تابش موج ۳.۵ متری جهت غرب در خارج از خلیج گرگان

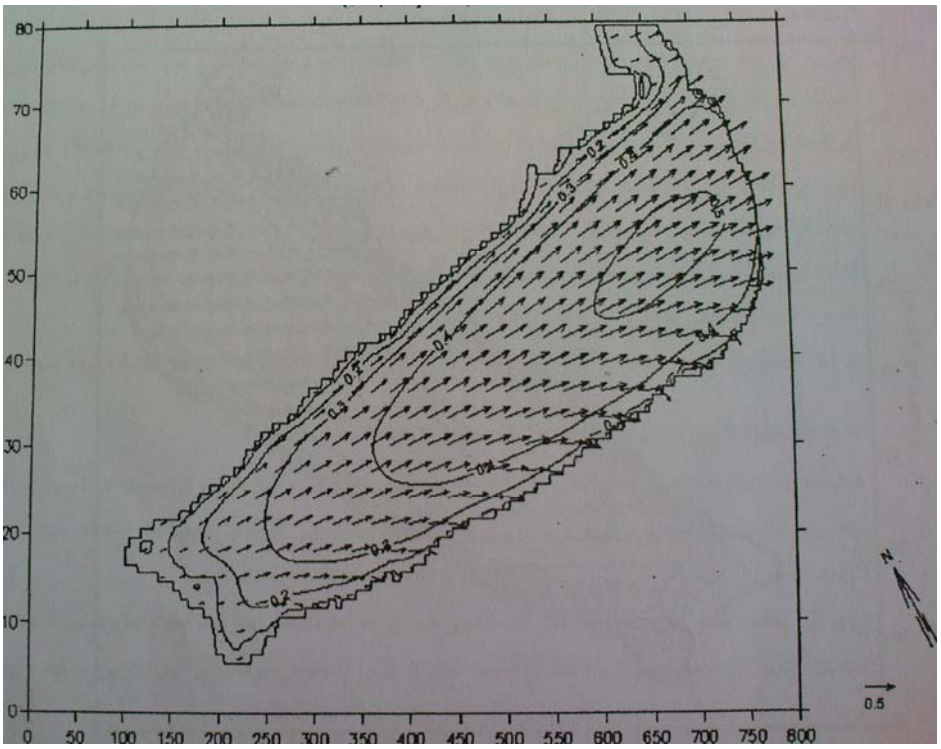
شکل های ۳-۲۷ ، ۳-۲۸ ، ۳-۲۹ و ۳-۳۰ جهت متوسط انتشار و خطوط هم ارتفاع امواج تحت تأثیر باد با سرعت ۴.۶ ، ۹ ، ۱۲.۶ و ۱۵.۷ متر در ثانیه در جهت غرب را نشان می دهد (رحیمی پورانارکی و همکاران ،۱۳۸۵). به دلیل عمق کم و نیز ابعاد محدود خلیج گرگان امواج تولید شده در داخل خلیج چندان محسوس نمی باشند (پورمندی یکتا،۱۳۸۵).



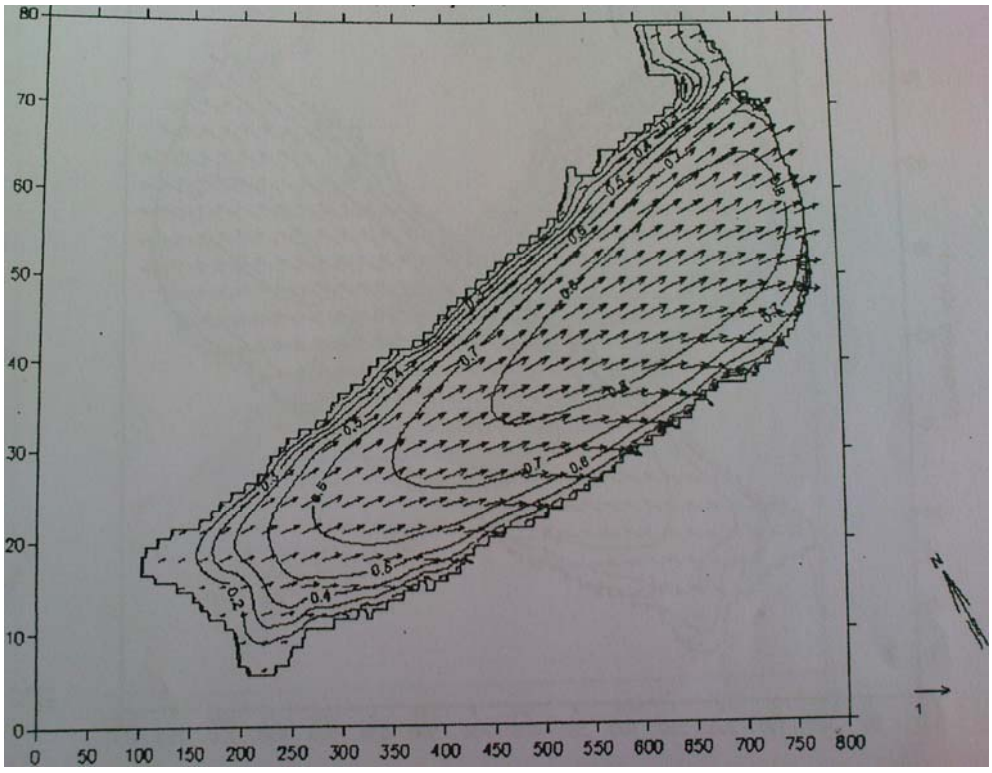
شکل ۳-۲۷ : بردارهای نمایانگر جهت متوسط انتشار و خطوط هم ارتفاع امواج تحت تاثیر باد با سرعت ۴/۴ متر در ثانیه درجهت غرب



شکل ۳-۲۸ : بردارهای نمایانگر جهت متوسط انتشار و خطوط هم ارتفاع امواج تحت تاثیر باد با سرعت ۹ متر در ثانیه درجهت غرب



شکل ۳-۲۹ : بردارهای نمایانگر جهت متوسط انتشار و خطوط هم ارتفاع امواج تحت تاثیر باد با سرعت ۱۲/۶ متر در ثانیه درجهت غرب



شکل ۳-۳۰ : بردارهای نمایانگر جهت متوسط انتشار و خطوط هم ارتفاع امواج تحت تاثیر باد با سرعت۱۵/۷ متر در ثانیه درجهت غرب

۱۳-۲- مطالعه جریان در خلیج گرگان

از آنجا که الگوی جریان عمومی در دریای خزر پاد ساعتگرد می باشد، لذا در منتهی الیه شرق دریای خزر در سواحل جنوبی (جنوب شرق دریا) به دلیل وجود خلیج گرگان بخشی از این جریان به طرف خلیج منحرف شده و بر جریان های درون خلیج تأثیر می گذارد (پورمندی یکتا ،۱۳۸۵).

شکل جریان در خلیج گرگان دارای الگوی چرخشی و به صورت ساعتگرد می باشد. همانطور که گفته شد طبق مطالعات انجام شده توسط رحیمی پور انارکی و همکاران (۱۳۸۵) جریاناتی به موازات سواحل شبه جزیره میانکاله ثبت شده است که پس از ورود به داخل خلیج گرگان ، جزیره آشوراده را دور زده و به سمت غرب حرکت می کنند . همچنین وجود جریان های کرانه ای در سواحل شرقی بین دلتای گرگان رود ، تا دهانه ورودی قره سو ثبت شده که این جریان ها پس از رسیدن به دهانه قره سو به سمت غرب منحرف می شوند (رحیمی پورانارکی و همکاران ،۱۳۸۵). علت این را می توان هندسه مرزهای خشکی خلیج در بخش جنوب شرقی ذکر کرد که باعث چرخش در حدود ۹۰ درجه ای جریان ها شده است(پورمندی یکتا ،۱۳۸۵).

طی این تحقیق براساس بررسی پروفیل عمودی سرعت و جهت جریان ها در ۳ عمق سطحی (۰/۲h) ، میانی (۰/۶h) و عمق (۰/۸h) که در نقاطی داخل و خارج از خلیج گرگان صورت گرفته است ، حداکثر سرعت های سطحی با مقدار ۳۲ سانتی متر بر ثانیه به مرکز دهانه خلیج گرگان مربوط است ، حداکثر سرعت های میانی با مقدار ۴۶ سانتی متر بر ثانیه به ۳ کیلومتری شمال دهانه خلیج (خارج از خلیج) و حداکثر سرعت های عمقی با مقدار ۴۰ سانتی متر بر ثانیه به به ۳/۵ کیلومتری جنوب غربی دهانه خلیج (داخل خلیج) مربوط بوده است. مشاهده جهت جریان ها انحراف جریان ها را از سمت دهانه قره سو به غرب و از سمت غرب به سمت شمال غربی را نشان می دهد که در واقع نشان از الگوی چرخشی جریان ها در خلیج دارد. می توان گفت که الگوی چرخشی آب در داخل خلیج باعث ایجاد یک جریان کناری در سمت شمال به سمت شرق می شود . در جدول ۳-۲۶ موقعیت و آمار سرعت و جهت جریان ها در داخل خلیج را نشان می دهد(رحیمی پورانارکی و همکاران ،۱۳۸۵).

در تحقیق دیگری که در سال ۱۳۸۰ انجام پذیرفت ، نیز مقادیر سرعت جریان آب برای خلیج گرگان به طور میانگین ۰/۸ – ۰/۱ متر بر ثانیه برآورد شده است و جهت جریان آب در خلیج نیز در جهت عقربه های ساعت ذکر گردید (واحد زنجانی حبیبی ،۱۳۸۰).

جدول ۳-۲۶: سرعت و جهت جریان در خلیج گرگان در موقعیت های مختلف

موقعیت			سرعت جریان (متر بر ثانیه)			جهت جریان (درجه)		
طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی		سطحی	میانی	عمقی	سطحی	میانی	عمقی
۰۰.۴ ۰۲ ۵۴	۳۲.۷ ۴۹ ۳۶		۰.۰۲۴	۰۱ ۰	No Data	۱۷۸.۹	۱۲۹.۸	No Data
۰۰.۲ ۰۲ ۵۴	۰۶.۳ ۵۰ ۳۶		۰.۰۶۱	۰.۰۲۴	۰.۰۱	۱۹۷.۴	۱۹۵.۴	۱۴۴.۹
۵۹.۰ ۰۱ ۵۴	۴۰.۶ ۵۰ ۳۶		۰.۰۲۵	۰.۰۴۹	۰.۰۱	۱۹۴.۳	۱۸۳	۲۱۰
۵۹.۷ ۰۱ ۵۴	۰۸.۲ ۵۱ ۳۶		۰.۰۳۶	۰.۰۳۷	۰.۰۱۲	۱۹۱.۲	۱۷۹.۴	۱۸۴.۱
۵۹.۱ ۰۱ ۵۴	۴۴.۰ ۵۱ ۳۶		۰.۰۱۲	۰.۰۳۶	۰.۰۱	۱۸۱.۶	۱۷۵.۹	۱۶۴.۳
۵۹.۴ ۰۱ ۵۴	۱۶.۹ ۵۲ ۳۶		۰.۰۶۱	۰.۰۲۴	۰.۰۳۷	۲۰.۲	۵۳.۱	۴۸.۱
۵۹.۲ ۰۱ ۵۴	۳۸.۷ ۵۲ ۳۶		۰.۰۲۴	۰.۰۴۹	۰.۰۷۱	۳۸	۴۹.۱	۴۸.۷
۰۰.۴ ۰۲ ۵۴	۱۰.۷ ۵۳ ۳۶		۰.۰۸۳	۰.۱۰۱	۰.۰۷۳	۲۵.۸	۲۶.۷	۳۴.۳
۵۹.۴ ۰۱ ۵۴	۴۴.۹ ۵۳ ۳۶		۰.۲۲۵	۰.۲۰۶	۰.۱۱۱	۸.۴	۱۳.۱	۳۴۹.۷
۵۹.۹ ۰۱ ۵۴	۱۵.۷ ۵۴ ۳۶		۰.۰۳۲	۰.۲۶۳	۰.۱۶۷	۳	۳.۹	۳۵۷.۶
۰۰.۶ ۰۱ ۵۴	۰۰.۵ ۵۴ ۳۶		۰.۲۵۳	۰.۱۹۶	۰.۱۳	۶۱.۱	۶۶	۶۳.۲
۵۹.۶ ۰۰ ۵۴	۲۹.۱ ۵۳ ۳۶		۰.۱۳	۰.۱۰۲	۰.۰۸۳	۲۷.۳	۸۰.۳	۸۰.۹
۰۰.۰ ۰۱ ۵۴	۵۶.۴ ۵۲ ۳۶		۰.۰۴۹	۰.۰۳۶	۰.۰۱۲	۳۳.۲	۹۳.۱	۸۵.۴
۵۹.۹ ۰۰ ۵۴	۲۵.۸ ۵۲ ۳۶		۰.۰۴۲	۰.۰۲۴	۰.۰۱۲	۳۰۷.۳	۵۰.۳	۱۶۰.۲
۵۹.۳ ۰۰ ۵۴	۵۵.۴ ۵۱ ۳۶		۰.۰۲۵	۰.۰۱۲	۰.۰۱۲	۸۶	۷۷.۶	۱۱۷.۶
۵۹.۵ ۰۰ ۵۴	۲۳.۶ ۵۱ ۳۶		۰.۰۲۴	۰.۰۱	۰.۰۲۴	۶۶.۷	۸۶.۵	۸۱.۱
۵۹.۶ ۰۰ ۵۴	۵۰.۷ ۵۰ ۳۶		۰.۰۳۵	۰.۰۲۴	۰.۰۱	۱۵۳.۶	۱۴۷.۴	۱۰۴.۶
۰۰.۲ ۰۱ ۵۴	۲۱.۲ ۵۰ ۳۶		۰.۰۴۶	۰.۰۲۴	۰.۰۱۲	۰.۰۴۶	۰.۰۲۴	۰.۰۱۲
۵۹.۵ ۰۰ ۵۴	۵۲.۳ ۴۹ ۳۶		۰.۰۱۲	۰.۰۲۴	۰.۰۰۱	۱۷۷	۱۷۶.۷	۱۵۱.۸
۰۰.۱ ۰۱ ۵۴	۲۱.۷ ۴۹ ۳۶		۰.۰۱۲	۰.۰۲۵	۰.۰۳۴	۲۱۵.۶	۱۹۵	۱۹۴.۴
۵۹.۵ ۰۰ ۵۴	۵۶.۵ ۴۸ ۳۶		۰.۰۴۹	۰.۰۱۲	۰.۰۲۴	۲۲۱.۹	۲۳۱.۵	۲۱۳.۵
۰۰.۹ ۰۰ ۵۴	۵۰.۲ ۵۳ ۳۶		۰.۰۵۹	۰.۰۱۲	۰.۰۱۲	۱۹۰.۹	۲۹۶.۹	۲۹۷.۵
۰۰.۵ ۰۰ ۵۴	۲۳.۰ ۵۳ ۳۶		۰.۱۵۷	۰.۰۵۷	۰.۴	۲۵۳.۸	۲۴۸.۸	۲۷۱.۵
۰۱.۰ ۰۰ ۵۴	۴۸.۱ ۵۳ ۳۶		۰.۰۲۹	۰.۰۱۲	۰.۰۳۶	۱۰۹	۱۹۰.۷	۲۳۶.۳
۰۰.۰ ۰۰ ۵۴	۱۸.۷ ۵۳ ۳۶		۰.۰۱	۰.۰۲۴	۰.۰۵۸	۱۴۸.۴	۲۴۹.۷	۲۹۱.۹
۰۰.۱ ۰۰ ۵۴	۴۹.۸ ۵۲ ۳۶		۰.۰۱۲	۰.۰۴۶	۰.۰۲۵	۲۱۱.۱	۲۴۹	۲۳۸.۳
۰۰.۲ ۰۰ ۵۴	۲۰.۵ ۵۲ ۳۶		۰.۰۲۴	۰.۰۳۵	۰.۰۱۲	۲۳۱.۸	۲۴۷.۵	۲۵۹.۱
۰۰.۲ ۰۰ ۵۴	۴۷.۸ ۵۱ ۳۶		۰.۰۱۲	۰.۰۳۷	۰.۰۲۵	۲۲۵.۴	۲۵۴.۲	۲۳۸.۹
۰۰.۵ ۰۰ ۵۴	۱۴.۱ ۵۱ ۳۶		۰.۰۴۶	۰.۰۱۲	۰.۰۲۲	۲۱۳.۶	۲۳۵.۵	۲۲۶.۷
۰۰.۱ ۰۰ ۵۴	۴۲.۷ ۵۰ ۳۶		۰.۰۱۲	۰.۰۲۴	۰.۰۱۲	۲۰۹.۲	۲۲۱	۲۳۱.۶
۰۰.۲ ۰۰ ۵۴	۰۹.۸ ۵۰ ۳۶		۰.۰۱	۰.۰۱۲	۰.۰۱	۲۰۰.۲	۲۵۳.۷	۲۵۶.۸
۰۰.۲ ۰۰ ۵۴	۳۷.۰ ۴۹ ۳۶		۰.۰۱۲	۰.۰۳۷	۰.۰۱	۲۱۹.۵	۲۳۳.۵	۲۵۲
۵۹.۸ ۵۹ ۵۳	۰۴.۰ ۴۹ ۳۶		۰.۰۴۸	۰.۰۲۴	۰.۱۰۱	۲۳۷.۳	۲۵۲.۶	۲۵۴.۴
۵۹.۷ ۵۹ ۵۳	۳۴.۰ ۴۸ ۳۶		۰.۰۲۵	۰.۰۱	۰.۰۱۲	۲۱۸	۲۳۹.۱	۲۵۰.۹
۲۸.۷ ۵۹ ۵۳	۰۸.۴ ۵۰ ۳۶		۰.۱۲۱	۰.۱۰۱	۰.۰۲۴	۲۸۵.۵	۲۸۶	۳۱۲.۶
۱۱.۶ ۵۹ ۵۳	۰۲.۵ ۵۱ ۳۶		۰.۰۲۴	۰.۱۲	۰.۰۷۷	۲۹۲.۴	۲۵۲.۷	۲۷۲.۷
۵۵.۶ ۵۸ ۵۳	۲۳.۴ ۵۲ ۳۶		۰.۰۹۲	۰.۰۸۷	۰.۰۲۵	۲۷۷.۱	۲۷۷.۱	۲۹۲.۲
۵۹.۳ ۵۸ ۵۳	۲۷.۵ ۵۳ ۳۶		۰.۱۴	۰.۱۳	۰.۰۹۲	۳۴۲.۷	۳۵۶.۵	۳۵۷.۲

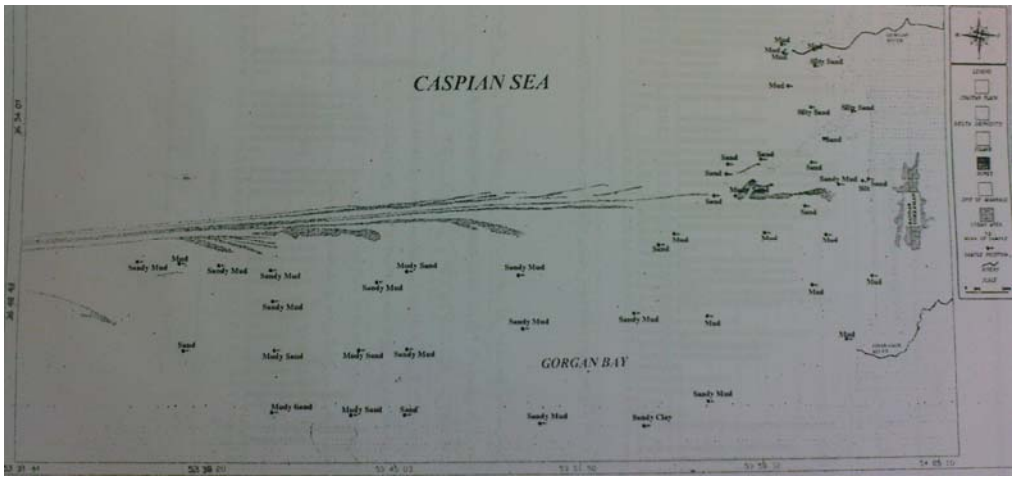
۱۴-۲- وضعیت رسوبات خلیج گرگان

۱-۱۴-۲- توزیع اندازه رسوبات

۴ گروه اصلی رسوبات ماسه ای، گلی، گل-ماسه ای و ماسه گلی در منطقه خلیج گرگان یافت می شود. بافت این رسوبات تحت کنترل فرآیندهای هیدرودینامیکی و برخاستگاه آنها شکل گرفته است. در سواحل شمالی و جنوبی شبه جزیره میانکاله به لحاظ برخورد امواج و جریانهای پرقدرت رسوبات دارای بلوغ بافتی مناسبی هستند و ذرات ریز دانه خود را از دست داده و کاملاً جور شده هستند، لذا بافت غالب آنها ماسه ای، ماسه سیلتی و بعضاً سیلتی می باشد. بافت رسوبات ساحلی شمالی جزیره کاملاً ماسه ای است، لیکن رسوبات ساحل جنوبی به لحاظ تداخل با رسوبات ریز دانه، دامنه ای از بافت های ماسه گلی، گل ماسه ای و بالاخره ماسه ای دارد. رسوبات ماسه ای بستر غربی خلیج گرگان که بافت ماسه ای دارند، در واقع زبانه های ماسه ای بسیار قدیمی سازنده شبه جزیره هستند که هم اکنون در زیر آب قرار دارند.

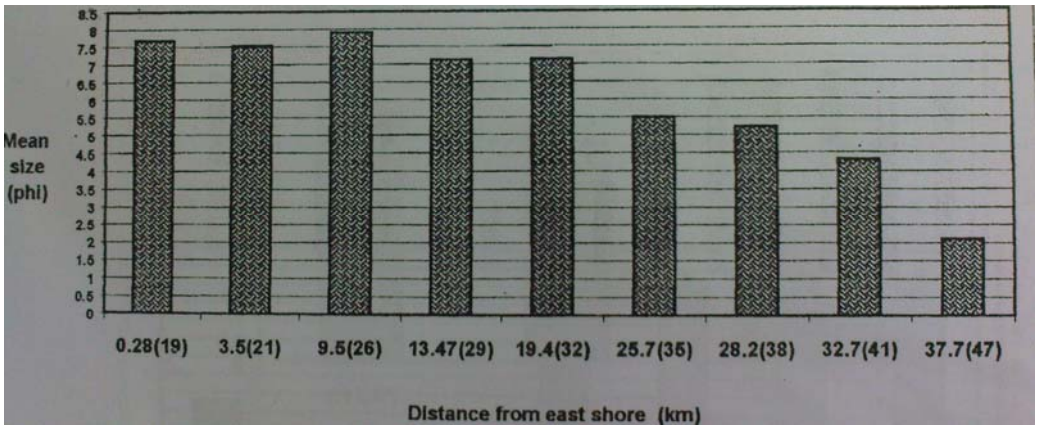
رسوبات در مصب دلتاهای گرگانرود و قره سو دارای بافت گلی هستند، همچنین این رسوبات دارای متوسط ۴۰ درصد ذرات رسی و ۵۷ درصد ذرات سیلتی می باشند که نشان از ریز دانه بودن بار رسوبات خروجی از این رودخانه ها دارد. دامنه رسوبات بسیار ریزدانه و گلی تا ۱۰ کیلومتری ساحل شرقی و رودخانه قره سو ادامه پیدا کرده است. درصد ناچیز رسوبات ماسه ای در ترکیب این رسوبات می تواند نشان دهنده ریز دانه بودن مناطق برخاستگاه آنها باشد.

در خلیج گرگان و از فاصله ۱۰ کیلومتری و بعد از کانال خزینی تا سواحل غربی آن بافت غالب رسوبات اعم از مناطق کم عمق تا عمیق رسوبات گلی ماسه ای(Sandy Mud) هستند. این رسوبات ۲۹ درصد سیلت، ۴۰.۸۵ درصد رس و حدود ۳۰ درصد ماسه هستند. وجود بیش از ۴۰ درصد رس در بافت این رسوبات، نشان از آرامش محیط خلیج گرگان در حین رسوبگذاری، بسته بودن محیط و عدم شستشوی اساسی رسوبات در شرایط پرانرژی نظیر وقوع طوفانهای فصلی و بالاخره وجود برخاستگاههای رسوبات ریز دانه در مناطق بالادست دارد. بافت گل ماسه ای در نیمه خلیج تا سواحل شمالی که در پناه برخورد امواج هستند، فراوانی بیشتری دارد، لیکن به طرف نیمه جنوبی و به طرف سواحل جنوب غرب آن به واسطه برخورد امواج داخل خلیج و تلاطم بیشتر در شرایط طوفانی بافت رسوبات ماسه گلی (Muddy Sand) شده و ذرات سیلتی و رسی تا اندازه ای شسته شده اند. نتایج حاصله از دانه بندی بستر خلیج بجز سواحل ماسه ای شمال آن نشان از عدم بلوغ بافتی آنها داشته و ظرفیت به دام اندازی رسوب همچنان ادامه دارد. بالا بودن این ظرفیت باعث شده است که علاوه بر عدم دفع رسوبات ریزدانه همه ساله پذیرای مقادیر قابل ملاحظه ای از این نوع رسوبات باشد. رودخانه های قره سو، گرگانرود و شاخه های فرعی بسیاری از این رسوبات را به داخل خلیج هدایت می کنند. در نقشه ۴-۱ وضعیت بافت رسوبی خلیج گرگان نشان داده شده است (رحیمی پور انارکی و همکاران ، ۱۳۸۵).



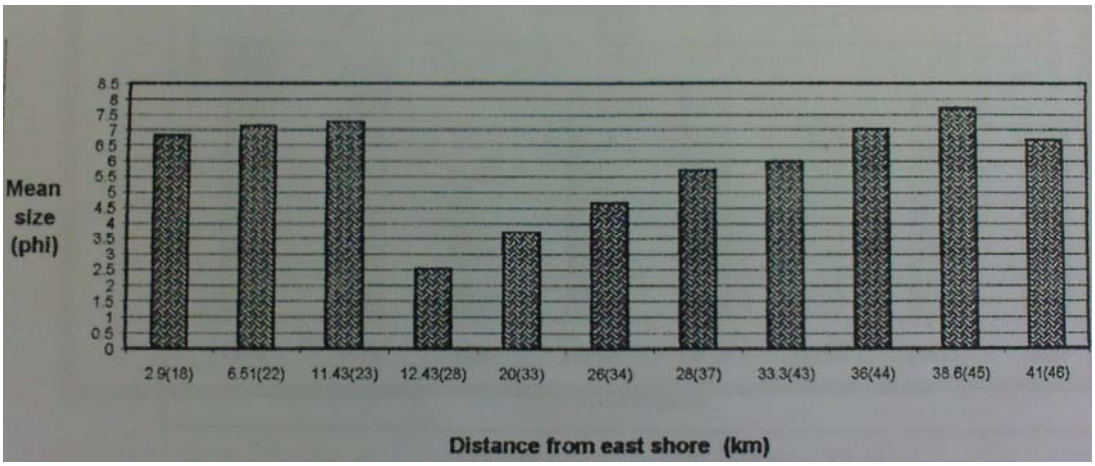
نقشه ۴-۱ : وضعیت بافت رسوبی خلیج گرگان

رسوبات از مصب قره سو در شرق به طرف غرب خلیج که زبانه های ماسه ای مغروق وجود دارند به تدریج درشت دانه تر شده اند، بطوریکه میانگین اندازه آنها از ۸ فی (۰/۰۰۳۹میلیمتر) به ۲ فی (۰/۲۵) رسیده است. این روند نشان از کاهش تاثیر رسوبات رودخانه ای به طرف غرب خلیج دارد (نمودار۴-۱۳).



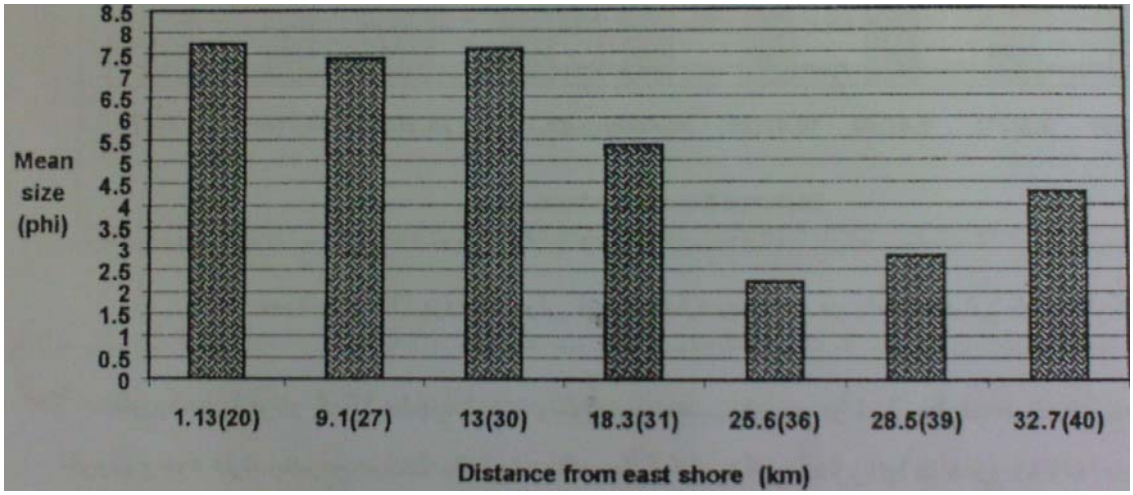
نمودار۴-۱۳: پروفیل طولی توزیع اندازه رسوبات در راستای میانی خلیج گرگان

در پروفیل طولی از بخش شمالی خلیج گرگان، توزیع اندازه رسوبات قدری با پروفیل بخش میانی تفاوت دارد بطوریکه نمونه های تحت تاثیر رودخانه های قره سو و گرگانرود با میانگین حدود۷ فی در مقابل کانال خزینی دچار تغییر شده و به ۲/۵ فی کاهش یافته و یا به تعبیری درشت دانه تر شده اند. سپس با فاصله از آن رسوبات بستر ریزتر شده و مجددا به ۷ فی رسیده اند. این روند نشان از منطقه ای نسبتا آرام در پناه سد ماسه ای شبه جزیره میانکاله دارد (نمودار۴-۱۴).



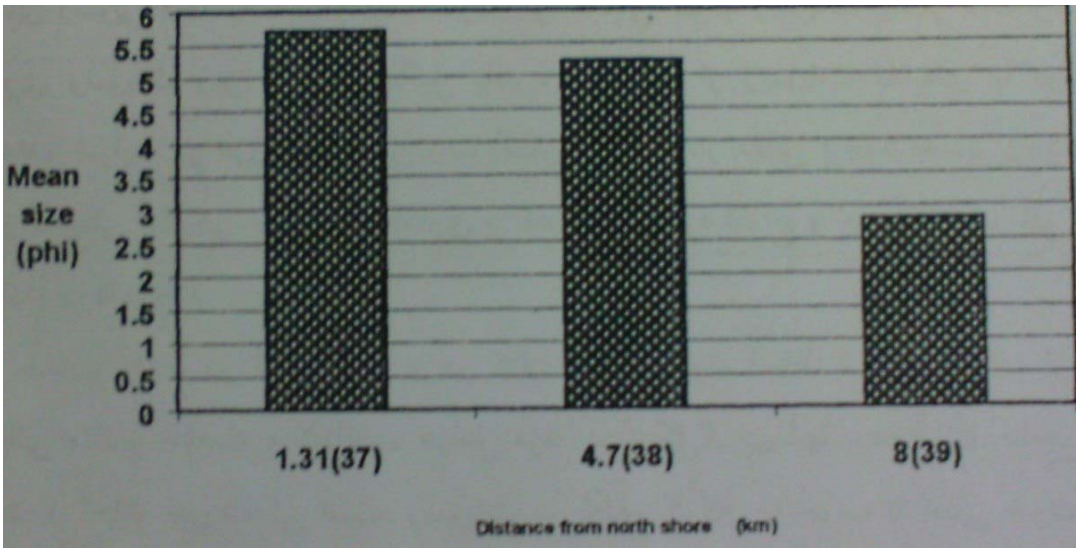
نمودار۴-۱۴: پروفیل طولی توزیع اندازه رسوبات بخش شمالی خلیج گرگان

وضعیت رسوبات در پروفیل طولی از بخش جنوبی خلیج گرگان تا اندازه ای مشابه بخش میانی بوده، بطوریکه در این پروفیل نیز میانگین رسوبات از ۷/۵ فی به طرف غرب درشت دانه تر شده وبه ۲ فی (۰/۲۵ mm) افزایش یافته است. لیکن در انتهای آن در نقاطی که انرژی محیط کم است مجددا ریز دانه شده و به حدود ۴ فی یا ۰/۶۳ میلیمتر تقلیل یافته است (نمودار ۴-۱۵).



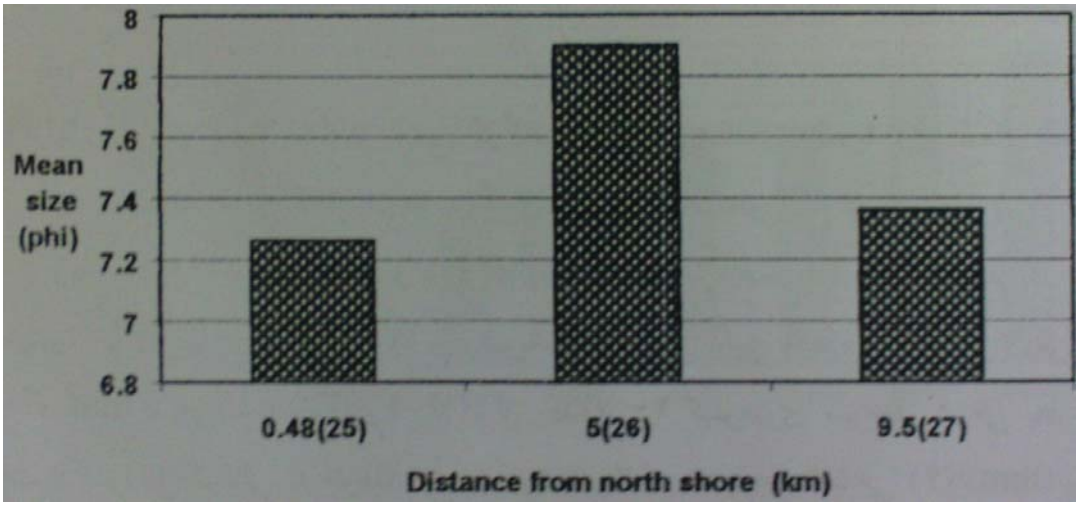
نمودار۴-۱۵: پروفیل طولی توزیع اندازه رسوبات بخش جنوبی خلیج گرگان

در پروفیل های عرضی خلیج گرگان، از سواحل شرق خلیج که شدیداً تحت تأثیر رسوبات ریزدانه رودخانه های قره سو و گرگانرود هستند تا فاصله ۲۰ کیلومتری از آن روند شمال به جنوب توزیع اندازه رسوبات تقریباً یکنواخت بوده و رسوبات دارای میانگین اندازه در حدود ۷ فی یا سیلت بسیار ریز تا رس (۰/۰۰۳۹mm) می باشند (نمودار ۴-۱۶).



نمودار۴-۱۶: روند درشت تر شدن میانگین اندازه رسوبات از شمال به طرف جنوب در بخشهای غربی آن

از حدود ۲۰ کیلومتری سواحل شرقی به طرف غرب روند توزیع اندازه رسوبات از سواحل شمالی به طرف جنوب درشت دانه تر شده و از ۵.۵ فی (۰/۴ mm) به ۳ فی (۰/۱۲۵ mm) رسیده است (نمودار۴-۱۷) . در انتهای خلیج تغییرات چندانی رخ نداده و میانگین اندازه رسوبات بین ۵ تا ۴ فی در تغییر بوده است(رحیمی پور انارکی و همکاران ، ۱۳۸۵).

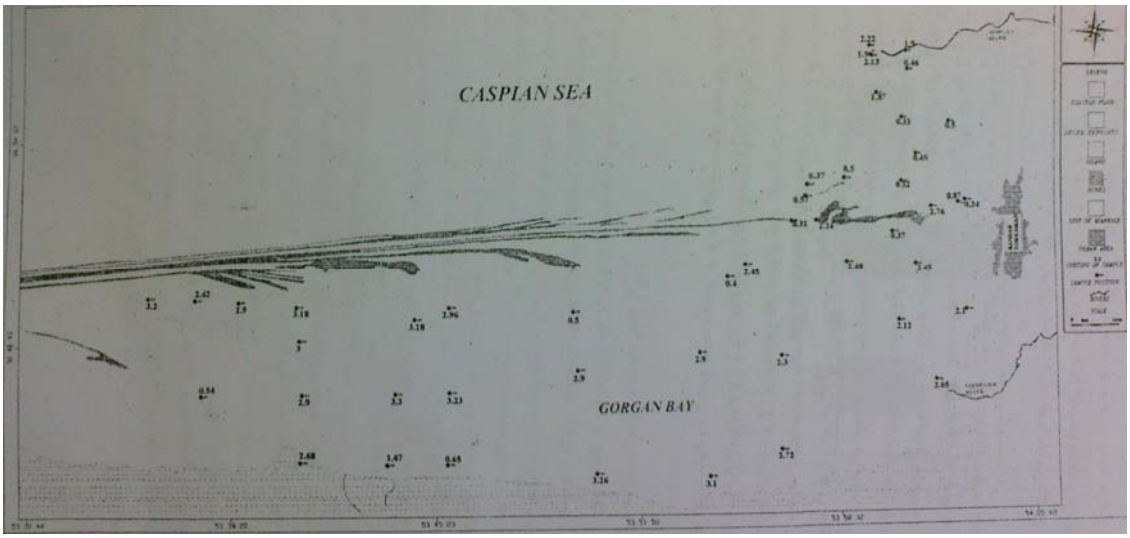


نمودار۴-۱۷: روند درشت تر شدن میانگین اندازه رسوبات از شمال به طرف جنوب در بخشهای غربی آن

۲-۱۴-۲- توزیع جورشدگی رسوبات خلیج گرگان

جورشدگی رسوبات (Sorting) یکی از پارامترهای آماری بررسی اندازه رسوبات است که در بحث الگوی فرسایش و رسوبگذاری می تواند نشان دهنده اندرکنش و تعامل رسوبات با عوامل هیدرودینامیکی باشد. از طرفی نشان دهنده انرژی محیط در حین رسوبگذاری نیز می باشد.

اصولاً جورشدگی خوب رسوبات بیانگر عملکرد دائم عوامل هیدرودینامیکی در شستشوی رسوبات ریزدانه و تشکیل بافتی یکدست از رسوبات ماسه ای یا درشت دانه تر می باشد. همچنین نشان دهنده شرایط پرانرژی در حین رسوبگذاری است. در مقابل وجود مقادیر زیاد ذرات ریزدانه سیلتی و رسی نشان از محیطی آرام در حین رسوبگذاری و نقصان عملکرد امواج و جریان های دریایی در ایجاد بافتی بالغ و عاری از رسوبات ریزدانه دارد.
نقشه ۴-۲ نشان دهنده وجود دو مجموعه رسوبات از لحاظ جورشدگی است. رسوبات در خلیج گرگان یا خوب تا خیلی خوب جور شده یا بسیار بد جور شده هستند. این محدوده های کاملا متفاوت و متمایز بیانگر شرایط مختلف هیدرودینامیکی و محیط های متفاوت رسوبی است.
مجموعه رسوبات خوب تا بسیار خوب جورشده عمدتاً به رسوبات ساحلی شمالی شبه جزیره میانکاله و زبانه های ماسه ای مغروق در دهانه خلیج و انتهای غربی خلیج محدود می شوند. این رسوبات دائماً تحت تأثیر برخورد امواج بوده و کاملاً ماسه شویی شده اند و ذرات ریز دانه سیلتی و رسی در آنها به حداقل رسیده است. در این رسوبات ذرات در اندازه ماسه بیش از ۹۵ درصد حجم رسوبات را تشکیل می دهند. از طرفی به لحاظ حرکات رفت و برگشتی رسوبات در حین شکست امواج و برخورد امواج بعدی، این رسوبات کاملا گرد شده هستند و در نتیجه به بلوغ بافتی (Mature Texture) رسیده اند. مقادیر این رسوبات خوب جور شده بین ۰/۳۵ تا ۰/۵ فی می باشد که در نقشه قابل ملاحظه است.
مجموعه دیگر که بخش عمده رسوبات بستر خلیج گرگان را تشکیل داده است، رسوبات بسیار بدجور شده می باشند. مقادیر آنها بالاتر از ۲ فی است. کلیه رسوبات بستر خلیج گرگان که دارای بافت غیر ماسه ای بوده اند، از نظر بلوغ بافتی نابالغ بوده و در خود مقادیر مختلفی از ذرات در اندازه های ماسه، سیلت و رس دارند. این رسوبات به لحاظ رسوبگذاری در محیط تقریباً بسته خلیج گرگان جورشدگی بد تا بسیار بدی دارند. علیرغم اینکه این رسوبات در شرایط طوفانی متلاطم شده و رسوبات ریزدانه از بافت جدا و معلق می شوند، لیکن به لحاظ بسته بودن محیط با کم شدن انرژی مجدداً در همان منطقه راسب می شوند. از طرفی در طی سیلابهای فصلی نیز رسوبات ماسه ای که بعضاً به بلوغ بافتی نزدیک شده اند با رسوبات ریزدانه جدید اختلاط حاصل می کنند. اصولا یکی از خصوصیات محیطهای بسته و دریاچه ای نظیر خلیج گرگان وجود لامینه های موازی از رسوبات فصلی ریز و درشت دانه می باشد. در فصول بهار و تابستان معمولا رسوبات سیلابی و درشت دانه و در فصل زمستان رسوبات ریز دانه رسی نهشته می شوند. لذا ایجاد طبقات نازکی کرده که در مجموع ستون رسوبی، رسوبات بد جور شده ای به شمار می آیند(رحیمی پور انارکی و همکاران ، ۱۳۸۵).



نقشه۲-۴: مقادیر جور شدگی رسوبات خلیج گرگان

۳-۱۴-۲- بررسی الگوی فرسایش و رسوبگذاری

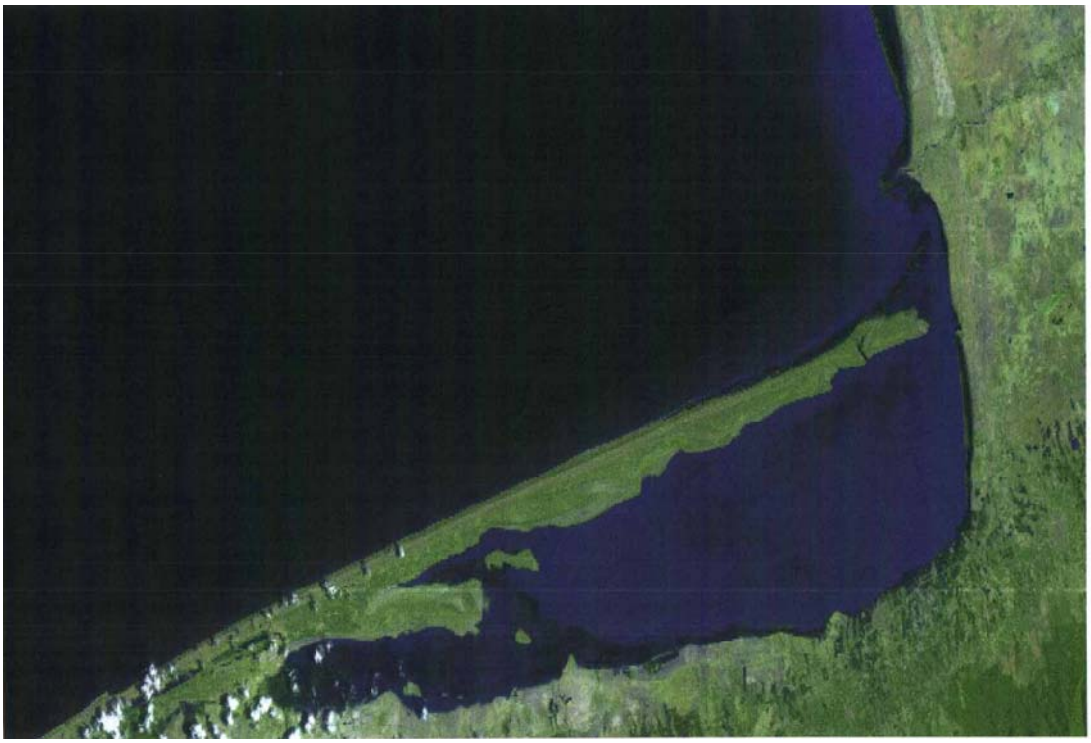
تعیین میزان تغییرات پهنه ساحلی با استفاده از GIS

در کشورهای در حال توسعه، فعالیتهای ساحلی فقط در محدوده بنادر و روستاهایی است که در آنها فعالیت ماهیگیری انجام می پذیرد و توسعه ساحل نسبتا کم است. به تدریج با رشد اقتصادی – ملی و توسعه ارتباطات، اکثر مردم از ساحل استفاده نموده و با گسترش ساختمانهای دریایی، بررسی مسائلی همچون حمل و نقل دریایی، عبور از آب کم عمق و رسیدن به آب عمیق، ایجاد اسکله و آبشکنها و فرسایش و رسوبگذاری در محدوده آنها را ضروری می نماید.

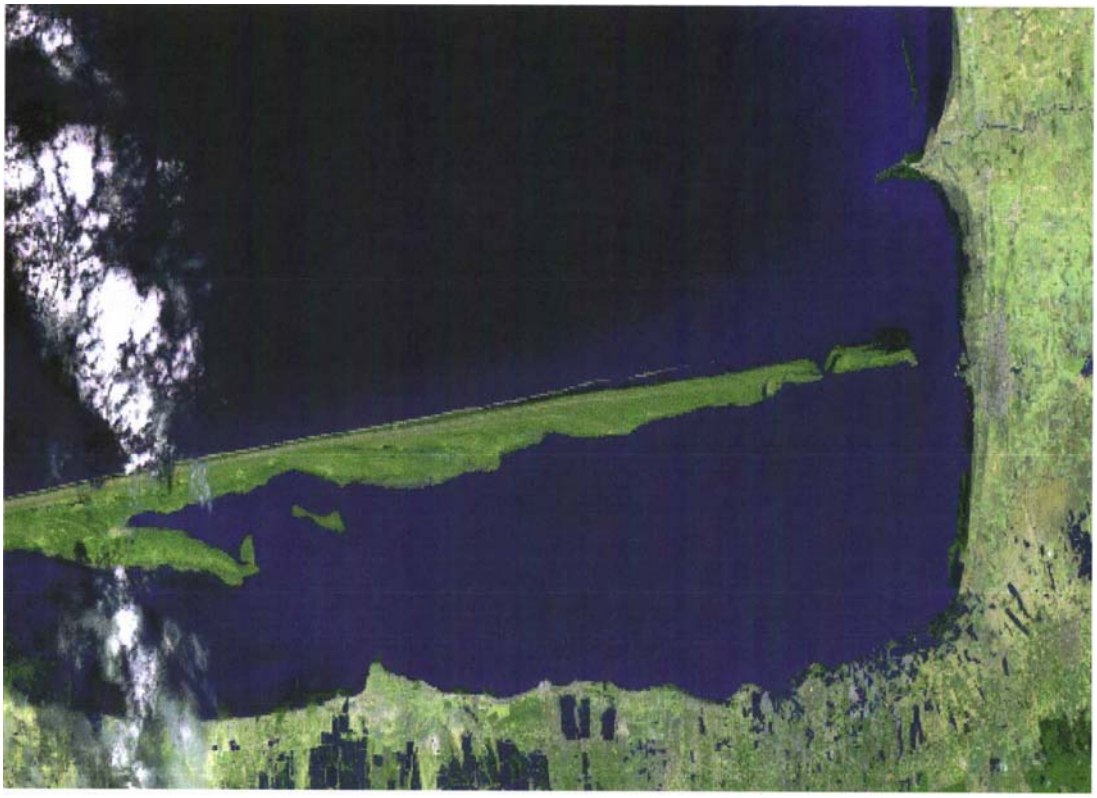
اندرکنش و تعامل عوامل هیدرودینامیکی با سواحل خلیج گرگان، مهمترین پارامترهای موثر در شکل گیری الگوی فرسایش و رسوبگذاری آن به شمار می روند. نوسانات تراز دریا بعنوان مهمترین این عوامل بیشترین نقش را در تغییرات بعمل آمده در سواحل خلیج گرگان داشته است.

به منظور انجام مطالعات GIS در راستای شناسایی میزان تغییرات در منطقه از تصاویر ماهواره ای، به ترتیب از سالهای قبل (۱۹۸۷) و بعد از بالا آمدن تراز دریا (۲۰۰۱) استفاده شده است.

کلیه اطلاعات بصورت دیجیتالی به رایانه وارد شده، سپس تصحیحات هندسی بعمل آمده است. در مرحله بعد زمین مرجع سازی، شامل انتخاب ده ها نقطه مبنا و مرجع در سطح تصاویر ماهواره ای به انجام رسید و مختصات طول و عرض جغرافیایی و نیز مختصات متریک کلیه نقاط برای آنها تعریف شد و در این مرحله سعی شد که با حداقل خطا (جذر میانگین مربعات خطا) یا به تعبیری انحراف استاندارد نزدیک به صفر مختصات به دست آمده، تعریف شود.



شکل----: عکس ماهواره ای منطقه خلیج گرگان در قبل از بالا آمدن تراز دریا در سال ۱۹۸۷.



شکل----: عکس ماهواره ای منطقه خلیج گرگان در بعد از بالا آمدن تراز دریا در سال ۲۰۰۱.

مرحله تفسیر و تحلیل تصاویر ماهواره ای از روی صفحه نمایش رایانه و به طور همزمان با ترسیم ابعاد، گستره انواع عوارض منطقه ساحلی خلیج گرگان به انجام رسیده است. بعد از رفع خطاهای موجود در نقشه پراکنش عوارض، ابتدا کلیه محدوده های ترسیم شده تحت یکی از عناوین شناسایی شده نامگذاری شده اند. با تکمیل نقشه ارزش گذاری محدوده های ترسیم شده، نقشه خطوط به پلی گون تبدیل شد (نقشه های ۵-۱ و ۵-۲). این نقشه ها در برگیرنده کلیه محدوده های انواع عوارض منطقه ساحلی بوده که هر یک توسط رنگ و هاشور خود به نمایش گذاشته شده است. سپس در طی محاسبات آماری در هریک از نقشه ها، مساحت و محیط هر یک از پلی گونها به دست آمد. در مرحله پایانی با برازش پلی گون های مشابه در دو دوره تصاویر ماهواره ای (با فاصله زمان چهارده سال) بوده که نتیجه آن، دستیابی به میزان تغییرات حاصله بوده است (جدول ۵-۱).

در جدول ۵-۲ که خلاصه نتایج تغییرات حاصله ارائه شده، مقادیر مثبت و منفی به ترتیب نشان دهنده افزایش سطح و کاهش سطح هستند. مقادیر این جدول برآیند مجموعه کاهش ها و افزایش های هر واحد است که در نهایت واحدهایی که برآیند تغییرات آنها مقادیر منفی دارند نشان می دهند که در سالهای ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰ شاهد کاهش عرصه و روند نزولی پراکنش و گسترش را طی کرده اند. بخشی از این کاهش ها متوجه جایگزینی و جابجایی واحدها به یکدیگر و بخش قابل ملاحظه آن مربوط به افزایش سطح دریا در طی بالا آمدن تراز آن بوده است. از اثرات واضح افزایش تراز دریا، جابجایی منطقه شکست امواج به طرف خشکی و فرسایش پروفیل ساحل و شکل گیری پروفیل جدیدی که خود را با شرایط هیدردینامیکی سازگار ساخته است، می باشد. شواهد نشان داد که در طی افزایش تراز دریا در طی سالهای یاد شده، امواج و جریانها با مواجهه با عوارض مصنوعی و طبیعی ساحلی رفتار متفاوتی داشته اند، به طوری که در تقابل با سواحل ماسه ای و گلی آنها فرسایش داده و تا شکل گیری پروفیل ساحلی جدید به طرف خشکی پیشروی داشته اند. از آنجایی که فرآیند افزایش تراز دریا تدریجی بوده است فرآیند فرسایش و رسوبگذاری رسوبات فرسایش یافته در مناطق جدید فرآیند پیوسته و بلند مدتی بوده است. بنابراین الگوی فرسایش و رسوبگذاری خلیج گرگان عمدتا به الگو و روند تغییرات تراز دریا در طی سالهای مورد بررسی بستگی داشته است. بالا آمدن تراز دریا در نقاط مختلف خلیج منجر به تغییرات متفاوتی شده است که در ادامه به مهمترین آنها اشاره خواهد شد(رحیمی پور انارکی و همکاران ، ۱۳۸۵).

جدول ۵-۱: تغییرات حاصله در مساحت عوارض منطقه ساحلی خلیج گرگان پس از بالا آمدن تراز دریا

No.	Units(۱۹۸۷)	units(۲۰۰۱)	Difference (ha)
۱	Bandargaz	Bandargaz	۱۴۵.۷۲۵
۲	Bandargaz	Coastal Plain	-۴.۰۶۳۷۲
۳	Bandargaz	Muddy Shore	-۰.۰۸۱۲۷
۴	Bandartorkman	Bandartorkman	۵۸۷.۶۱۳۷
۵	Bandartorkman	Coastal Plain	-۲۱.۸۶۲۸۱
۶	Gomishan	Gomishan	۲۰۴.۹۷۴
۷	Gomishan	River	-۰.۸۹۴۰۲
۸	Gomishan	Coastal Plain	-۰.۸۱۲۷۴
۹	River	Gomishan	۱.۶۲۵۴۹
۱۰	River	River	۸۶.۶۳۸۴۸
۱۱	River	Khajenafas	-۲.۰۳۱۸۶
۱۲	River	Sea	-۱۰.۵۶۵۶۷
۱۳	River	Reed	۵.۶۸۹۲۱
۱۴	River	Flood Plain	۵۶.۴۰۴۴۱
۱۵	River	Coastal Plain	-۲۲.۰۲۵۳۵
۱۶	Spit	Spit	۴۵۱.۱۵۴
۱۷	Spit	Sea	-۷۲۲.۷۷۳
۱۸	Khajenafas	River	-۰.۴۸۷۶۵
۱۹	Khajenafas	Khajenafas	۵۶.۵۶۶۹۶
۲۰	Khajenafas	Flood Plain	-۳.۹۰۱۱۷
۲۱	Kordkuoy	Kordkuoy	۱۹۲.۳۷۶۴
۲۲	Kordkuoy	Coastal Plain	-۲.۳۵۶۹۶
۲۳	Village	Village	۵.۶۰۷۹۳
۲۴	Village	Sea	-۲.۷۶۳۳۳
۲۵	Village	Coastal Plain	-۰.۷۳۱۴۷
۲۶	Sea	spit	۱۰۸.۲۵۷۵
۲۷	Sea	Sea	۲۸۸۴۹۵.۸

ادامه جدول ۵-۱: تغییرات حاصله در مساحت عوارض منطقه ساحلی خلیج گرگان پس از بالا آمدن تراز دریا

No.	Units(۱۹۸۷)	units(۲۰۰۱)	Difference (ha)
۲۸	Sea	Island	۰.۰۸۱۲۷
۲۹	Sea	Reed	۱۶۲.۷۱۱۳
۳۰	Sea	Coastal Plain	۰.۲۴۳۸۲
۳۱	Sea	Muddy shore	۱۸.۶۹۳۱۱
۳۲	Dune	Sea	-۱۴۹.۹۵۱۲
۳۳	Dune	Dune	۱۷۰۸.۲۲۵
۳۴	Dune	Coastal Plain	-۳۳۳.۷۱۲۶
۳۵	Dune	Muddy shore	-۰.۴۸۷۶۵
۳۶	Island	Sea	-۳۱۲.۰۹۳۶
۳۷	Island	Island	۱۷۱.۰۰۱۳
۳۸	Reed	River	-۱.۱۳۷۸۴
۳۹	Reed	Spit	۵.۵۲۶۶۶
۴۰	Reed	Sea	-۳۶۴۲.۳۱۱
۴۱	Reed	Reed	۲۲۶.۵۹۲۹
۴۲	Reed	Coastal Plain	-۱۶.۴۱۷۴۲
۴۳	Reed	Muddy Shore	-۲۴.۸۶۹۹۶
۴۴	Flood Plain	River	-۳۸.۴۴۲۷۸
۴۵	Flood Plain	Khajenafas	-۳۸.۵۲۴۰۵
۴۶	Flood Plain	Sea	-۴۴۶.۰۳۳۷
۴۷	Flood Plain	Reed	-۳.۷۳۸۶۲
۴۸	Flood Plain	Flood Plain	۸۸۸۱.۹۰۷
۴۵	Flood Plain	Khajenafas	-۳۸.۵۲۴۰۵
۴۹	Flood Plain	Coastal Plain	-۵۵۵.۵۹۱۶
۵۰	Flood Plain	Muddy Shore	-۱۸.۷۷۴۳۸

ادامه جدول ۵-۱: تغییرات حاصله در مساحت عوارض منطقه ساحلی خلیج گرگان پس از بالا آمدن تراز دریا

No.	Units(۱۹۸۷)	units(۲۰۰۱)	Difference (ha)
۵۱	Coastal Plain	Bandargaz	۳۱.۶۹۷
۵۲	Coastal Plain	Bandartorkman	۱۷۳.۴۳۹۵
۵۳	Coastal Plain	Gomishan	۱۲۲.۱۵۵۴
۵۴	Coastal Plain	River	-۳۶.۸۱۷۲۹
۵۵	Coastal Plain	Spit	۳۹.۰۱۱۷
۵۶	Coastal Plain	Kordkuoy	۱۰۹.۵۵۷۹
۵۷	Coastal Plain	Village	۰.۰۸۱۲۷
۵۸	Coastal Plain	Sea	-۵۶۷۶.۹۳۳
۵۹	Coastal Plain	Dune	۵۷۱.۱۱۵
۶۰	Coastal Plain	Reed	-۱۳۳۶.۵۵۷
۶۱	Coastal Plain	Flood Plain	۱۴۷.۱۸۷۹
۶۲	Coastal Plain	Coastal Plain	۵۷۸۲۴.۵۲
۶۳	Coastal Plain	Muddy Shore	-۱۸۷۶.۶۲۵
۶۴	Muddy Shore	River	-۰.۰۸۱۲۷
۶۵	Muddy Shore	Sea	-۲۸۳۹.۶۴۵
۶۶	Muddy Shore	Reed	۱۴۴.۰۱۸۲
۶۷	Muddy Shore	Coastal plain	۲۰۱.۸۸۵۵
۶۸	Muddy Shore	Muddy Shore	۵۷۳.۲۲۸۱

جدول۵-۲: خلاصه نتایج تغییرات حاصله به صورت افزایش و کاهش عرصه عوارض منطقه ساحلی خلیج گرگان

No.	Units	Area(۱۹۸۷) ha	Area (۲۰۰۱) ha	Difference (ha)
۱	Bandargaz	۱۵۰.۷۵	۱۸۰.۴۳	۲۹.۶۸
۲	Bandartorkman	۶۰۹.۸۹	۷۵۹.۷۲	۱۴۹.۹۰
۳	Gomishan	۲۰۷.۸۳	۳۲۹.۵۲	۱۲۱.۷۰
۴	Khajenafas	۵۹.۷۲	۹۶.۴۲	۳۶.۷۰
۵	Kordkuoy	۱۹۵.۰۳	۲۹۹.۶۲	۱۰۴.۵۹
۶	Coastal Plain	۸۱۵۲۱.۸۱	۷۲۶۱۸.۹۱	-۸۹۰۲.۹۰
۷	Delta Front	۱۷۴۰.۵۱	۱۰۱۸.۱۴	-۷۲۲.۳۸
۸	Dune	۲۲۲۵.۸۹	۲۲۷۶.۹۴	۵۱.۰۵
۹	Island	۴۸۵.۵۰	۱۷۲.۵۱	-۳۱۲.۹۹
۱۰	Reed	۳۹۲۰.۹۸	۱۹۱۰.۵۷	-۲۰۱۰.۴۲
۱۱	Old Delta Deposits	۱۰۲۹۸.۷۱	۹۱۴۲.۴۵	-۱۱۵۶.۲۶
۱۲	River	۱۸۸.۸۶	۱۸۰.۹۶	-۷.۹۰
۱۳	Spit	۲۰۳۶.۵۲	۷۴۱.۳۸	-۱۲۹۵.۱۵
۱۴	Muddy Shore	۴۷۳۱.۲۶	۳۰۲۸.۶۴	-۱۷۰۲.۶۲
۱۵	Sea	۳۰۱۷۳۰.۶۰	۳۱۷۳۳۴.۶۷	-۱۵۶۰۴.۰۷

۴-۱۴-۲- روشهای تعیین نرخ رسوبگذاری

روشهای متعددی برای تعیین نرخ رسوب گذاری توسط دانشمندان ابداع و کارایی آنها مورد ارزیابی قرار گرفته است. از آنجایی که مبنای محاسبه و انازه گیری ، روند تغییرات، یک ماده رادیو اکتیو در نظر گرفته می شود ، هر عنصر دارای ماهیت ویژه و با نیمه عمر خاص خود می باشد.

در بیشتر محیط ها مقادیر اندکی ماده رادیواکتیو که با منشأ طبیعی هستند یافت می شوند. زمین، اقیانوس ها ، اتمسفر و موجودات زنده همیشه حاوی یک گروه از انواع مواد رادیو اکتیو هستند. دانشمندان روش هایی را برای تعیین نرخ رسوب گذاری از طریق آنالیز مقادیر اندک مواد رادیو اکتیو در دانشگاه های متعددی در طی ۳۰ سال گذشته آغاز کرده اند. این روش ها به طور متوالی در دریاچه ها ، محیط های اقیانوسی و رودخانه ها توسعه یافته و به کار گرفته شد. با افزایش توجه به محیط زیست ، روش های جدیدی برای بررسی آلودگی در سیستم های رود خانه ای و خورها به کار گرفته شده است . روشها شامل گرفتن رسوب مغزی و آنالیز آن در

اعماق مختلف رسوب است . پراکنش طبیعی و مصنوعی مواد رادیو اکتیو در مغزی ها می تواند اغلب برای توضیح سوابق تارخی رسوبات و مواد آلوده شده در آن تفسیر گردد. برای اینکه یک نوکلوئید رادیو اکتیویته در سن سنجی رسوبات استفاده شود باید دارای ویژگی های زیر باشد.

-نوکلوئید کاملاً شناخته شود.

-نوکلوئید باید دارای نیمه عمر کافی برای فواصل زمانی مورد نیاز باشد.

-اندازه گیری نوکلوئید آسان باشد.

سرب -۲۱۰

نخستین بار در سال ۱۹۶۱ میلادی ، فردی به نام اد گلدبرگ (Ed Goldberg) از سرب ۲۱۰ برای سن سنجی استفاده نمود و نزدیک به ۳۰ سال است که از این روش برای سن سنجی رسوبات نیز استفاده می شود. علاوه آن از این روش می توان اطلاعات گذشاه یک اکوسیستم آبی را به دست آورد . ضمناً این روش برای رسوباتی که در طی یک قرن گذشته تجمع یافته ، ترکیب شده و نیز در لایه ها اندکی جابجا شده اند در مناطقی نظیر خلیج ها و نواحی ساحلی کاربرد دارند.

امروزه سرب-۲۱۰ برای سن سنجی رسوبات در محیط های باتلاقی ، خورها ، خلیج ها و نواحی ساحلی به کار رفته و برای تأیید آن از روش سزیم-۱۳۷ نیز استفاده می نمایند.

استفاده از سرب-۲۱۰ روش مفیدی در مطالعات جوانترین رسوبات هولوسن است . از طرفی برای تعیین روند تاریخی تغییرات ورود آلاینده ها به محیط های آبی که در طول زمان ها مختلف ته نشست می نماید از سن سنجی سرب-۲۱۰ ، روند تاریخی تغییرات مواد آلاینده را مورد بررسی قرار می دهند . ضمناً یک روش در تعیین تغییرات خلیج ها ، بررسی ثبت رسوبگذاری است. که این عمل با استفاده از سرب -۲۱۰ امکان پذیر است. نیمه عمر سرب -۲۱۰ ، ۲/۸۸ سال است.

سرب -۲۱۰ یک ماده با منشاء طبیعی است، در صورتیکه سزیم-۱۳۷ ، با منشاء انسانی است. سرب -۲۱۰ یکی از روش های استاندارد برای سن سنجی رسوبات در فاصله ۱۰۰ تا ۱۵۰ سال گذشته است. این روش در مناطقی که تجمع رسوبات (خواه به صورت سانتی متر ، خواه میلیمتر) به طور نسبی در دوره های مختلف یکسان می باشد، بسیار دقیق است . در این گونه مناطق غلظت سرب غیر حمایت شده (ناشی از جو) با افزایش عمق به صورت تصاعدی کاهش می یابد.

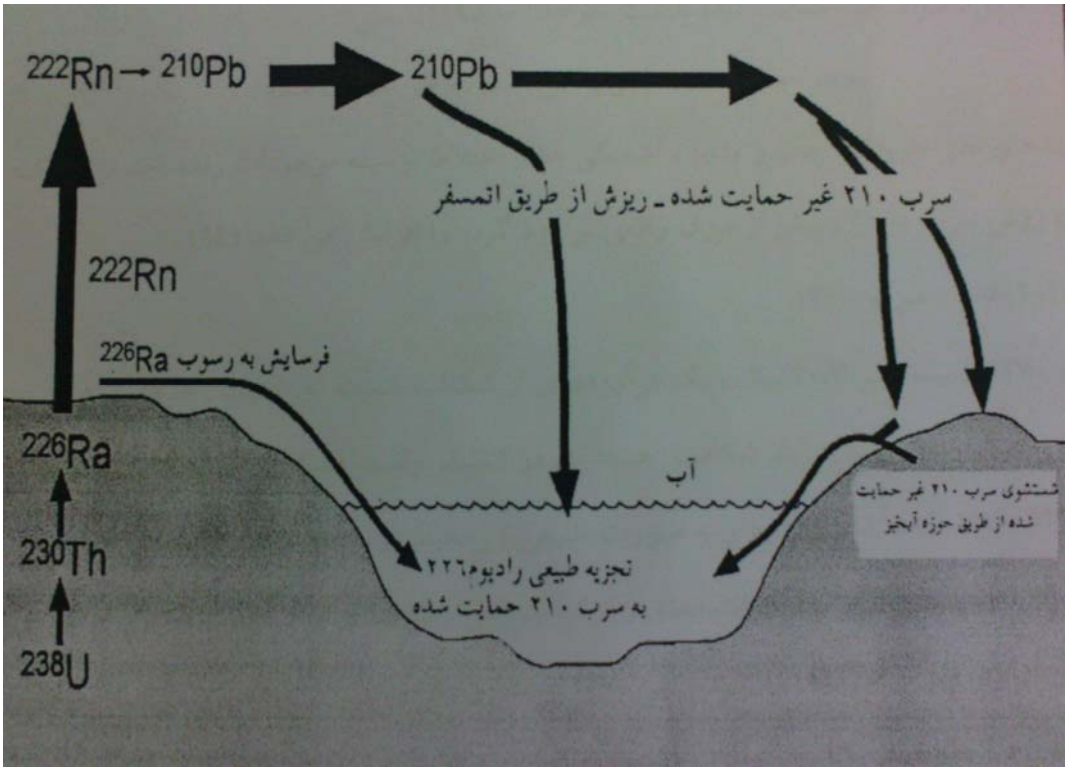
سرب-۲۱۰ از تجزیه تدریجی هسته ماده رادیو اکتیو رادیوم -۲۲۶ و رادون -۲۲۲ به وجود می آید . همان طور که گفته شد سرب -۲۱۰ که یک جز از تجزیه اورانیوم-۲۳۸ است ، در ذرات رسوب جذب شده و در دریاچه ها و خلیج ها ته نشست می نماید. این رسوبات هم حاوی ترکیبات حکایت شده و غیر حمایت شده هستند.

سرب-۲۱۰ ممکن است به دو صورت زیر وارد رسوبات گردد.

-بخش حمایت شده (Supported) که مستقیما از خاکها و حوزه های آبخیز فرسایش می شود . بخش حمایت شده سرب -۲۱۰ در اتمسفر وجود نداشته و از رادیوم -۲۲۶ منشا می گیرد و در رسوبات فرسایش شده موجود است.

سرب حمایت شده از آنجایی که به طور پیوسته در حالت تعادل تجزیه ای است، دارای مقادیر بیشتری است. سرب حمایت شده از محل اصلی خود یعنی به طور دائم از اورانیوم -۲۲۶ منشا گرفته و به طور مستقیم شسته شده و وارد محیط می گردد

-بخش غیر حمایت شده (Unsupported) یا اضافی (Excess) یک ترکیب اتمسفری بوده و به صورت مستقیم به سطح خلیج ته نشست می شود و البته ممکن است در سطح حوزه نیز ته نشست شده و از طریق شبکه های زهکشی شده ، مجددا وارد خلیج گردند. ترکیب سرب اضافی از ریزش جوی و از طریق تجزیه گاز رادون به دست می آید. شکل ۱-۲ راه هایی که سرب -۲۱۰ وارد رسوبات آبی می شود را نشان می دهد.



شکل ۱-۲ : راه های ورود سرب -۲۱۰ به رسوبات محیط آبی

سرب-۲۱۰ غیر حمایت شده ، از رادون -۲۲۲ مشتق شده که به صورت گاز از منافذ خاک و اتمسفر منتشر شده و در آنجا به سرب -۲۱۰ تبدیل می شوند. سرب -۲۱۰ سپس با ذرات خشک ته نشست نموده و یا از طریق ریزش باران ته نشست می نماید.

برای تعیین سن سنجی با استفاده از سرب-۲۱۰ هم سرب -۲۱۰ کل و هم سرب ۲۱۰ حمایت شده را باید اندازه گیری کرد. فعالیت سرب -۲۱۰ کل به طور مستقیم با اندازه گیری انتشار آلفای نوکلوئید آن، یعنی پولونیوم-۲۱۰ به دست می آید.

اندازه گیری اکتیویته رادیوم -۲۲۶ از شکل سرب-۲۱۰ حمایت شده به دست می آید و زمانیکه این دو عنصر با هم جمع می شود، باید به تعادل و توازن برسند. با کم کردن سرب- ۲۱۰ حمایت شده از سرب -۲۱۰ کل سرب غیر حمایت شده به دست خواهد آمد یعنی :

سرب حمایت شده- سرب کل= سرب غیر حمایت شده

فرآیندهایی نظیر جریانات جذر و مدی ، آشفتگی ها و اختلاط به وسیله موجودات زنده احتمال اینکه سن سنجی به روش سرب-۲۱۰ ، بیش از میزان واقعی برآورد گردد را افزایش می دهد.

سزیم -۱۳۷

سزیم- ۱۳۷ با نیمه عمر ۳۰/۳ سال ، یک فرآورده ای از شکافت هسته ای است. حضور آن در سیستم های طبیعی به طور مستقیم به فرآیند شکافت هسته ای در اتمسفر وابسته است. همانطور که اشاره شد، سزیم -۱۳۷ ، منشاء کاملاً انسانی دارد و به صورت طبیعی در محیط زیست وجود ندارد.

سزیم -۱۳۷، به سرعت به وسیله ذرات معلق و ترکیبات رس، رسوبات و خاک جذی شده و به عنوان یک نشانگر پایدار می گردد. روش سزیم-۱۳۷ روشی بسیار مناسب برای تعیین نرخ رسوب گذاری در یک دوره ۳۰ الی ۴۰ ساله است. با وجود این ، محدودیت هایی در این روش وجود دارد. در بعضی از موارد ته نشست ، سزیم-۱۳۷ ، به وسیله فرآیند اختلاط و هیدرولوژی منطقه دارای پروفیل نامشخص است. از سزیم -۱۳۷ برای بررسی روند تاریخی و ورود آلاینده ها به محیط های آبی نیز استفاده می نمایند. سزیم- ۱۳۷، از طریق آزمایش های هسته ای در دهه ۱۹۵۰ وارد محیط زیست شده است. این آزمایش هسته ای تقریباً در سطح دنیا انجام شده و در اکثر کشورها قابل تشخیص است.

از اندازه گیری سزیم -۱۳۷ در رسوبت، می توان به روند فرسایش خاک و نیز ته نشست رسوبات در سرتاسر دنیا پی برد. استفاده از رادیو نوکلوئید سزیم -۱۳۷ که از طریق جو وارد محیط می شود، امکان به دست آوردن و تهیه اطلاعات کافی را از روند رسوبگذاری در خلیج ها و ذخیره گاههای آبی فراهم ساخته و می تواند به عنوان یک الگو طرح گردد. تا پیش از سال ۱۹۳۸ ، سزیم -۱۳۷ در طبیعت وجود نداشت.

آزمایش ها و انفجارات پیوسته هسته ای از آن زمان تا سال ۱۹۶۴ ، حجم وسیعی از این ماده را در جهان گسترده است. به گونه ای که تقریباً در هر نقطه از کره زمین (آب و خشکی) این ماده قابل تشخیص است. تا سال ۱۹۴۵ کلیه آزمایش های هسته ای در اتمسفر انجام شده است که این عامل نقش بسیار مهمی در پراکنش گروه های متعددی از مواد رادیو اکتیو به ویژه سزیم -۱۳۷ داشته است.

در کنار آزمایش ها و جنگ های هسته ای (نظیر بمباران هیروشیما و ناکازاکی) ، پدیده انفجار هسته ای چرنوبیل در ۲۶ آوریل ۱۹۸۶ ، وحشتناک ترین حادثه جهان به شمار می آید. در این حادثه، ۳۰ تا ۵۰ مگا کوری مواد پرتو زا در محیط پخش و منتشر شد و برحسب برآورد کارشناسان مربوطه ، ۱۰ تا ۲۰ درصد این مواد شامل عناصر فراری مانند ید (I)، سزیم (Cs) و تلور (Te) بوده است. جدول ۱-۴ توزیع سزیم -۱۳۷ را پس از این حادثه نشان می دهد.

جدول ۱-۴ : توزیع سزیم -۱۳۷ پس از حادثه چرنوبیل

فاصله	Cs-۱۳۷mci	درصد
فاصله کم از ابر رادیو اکتیو (تا ۴۰ کیلومتری)	۰/۲۸	۱/۹
سرتاسر اروپا و شوروی سابق	۰/۷-۰/۸	۴/۸-۵/۴
خارج از مرز شوروی سابق	~۱/۲	۸/۰۰
کل	~۲/۳	~۱۵

در نتیجه پس از این انفجار در بخش هایی از اروپای شرقی و مرکزی و بخش جنوبی دریای خزر ، سزیم -۱۳۷ منتشر و نیز اندازه گیری شده است. خلیج گرگان نیز از این وضعیت مستثنی نبوده است.

بنابراین ، در مناطقی از گره زمین که احتمال انتشار بیشتر وجود داشته باشد ، روش سن سنجی سزیم -۱۳۷، روش بسیار دقیق خواهد بود. البته این زمان تنها برای مدت ۴۰ سال گذشته صادق است.

روش سن سنجی سزیم -۱۳۷ اساساً از سرب -۲۱۰ متفاوت است . از این حیث، زمان را در روش سزیم ، از طریق نشانگر ها تعیین می نمایند. اولین حضور سزیم- ۱۳۷ در رسوبات ، در حدود ۱۹۵۴ دیده شد و آن سالی است که غلظت سزیم ، قابل تشخیص است. بنابراین اگر سزیم-۱۳۷ در عمق مشخصی از رسوب دیده شود زمان به سال ۱۹۵۴ یا بعد از آن اشاره دارد. سطحی که سزیم -۱۳۷ در آن قابل تشخیص است را در اصطلاح زمین شناسی ، سزیم -۱۳۷ افق (Horizon) نام نهادند.

همانطور که اشاره شد، برلیم ۷ و کربن ۱۴ از دیگر روشهای اندازه گیری نرخ رسوبگذاری هستند که با توجه به اهداف و نوع تحقیق مورد استفاده قرار می گیرند. به عنوان مثال برلیم ۷ با نیمه عمر ۵۳ روز به سرعت تجزیه شده و تنها برای رسوبات سطحی قابل استفاده است. اما کربن ۱۴ با نیمه عمر ۵۷۳۰ سال ، برای سن سنجی رسوباتی که بیشتر از ۶۰۰ سال و کمتر ۴۰۰۰۰ سال قدمت دارند ، مفید است (امیرنژاد، ۱۳۸۴).

۵-۱۴-۲- نرخ رسوبگذاری در خلیج گرگان

تعیین تغییرات نرخ رسوبگذاری و نیز بررسی کلیه وقایع تاریخی ثبت شده در رسوبات نوار ساحلی و حوزه های آبخیز با استفاده از رادیو ایزوتوپ های رادیو اکتیو امکان پذیر است. فرآیند تشکیل رسوب تحت تأثیر پدیده هایی نظیر زمین شناسی منطقه و فعالیت های زیستی هر اکوسیستم آبی قرار دارد (امیرنژاد،۱۳۸۴). که بر این اساس رسوبات ورودی به خلیج گرگان شامل ۳ گروه عمده می باشد:

گروه اول شامل رسوبات ناشی از فرسایش حوزه های آبخیز منتهی به خلیج است که رسوبات رودخانه های قره سو و گرگانرود عوامل اصلی آورد رسوبات به خلیج گرگان هستند ، در فصل پرآبی ، حجم زیادی از رسوبات این رودخانه ها به سوی خلیج گرگان هدایت شده و در شرق و بستر خلیج رسوب می کند. آبراهه های فصلی غرب قره سو (که آبدهی اندکی دارند) نیز رسوبات ریز و درشتی را به خلیج گرگان وراد می کنند . گروه دوم رسوبات دریایی است که به وسیله جریانات زیر سطحی آب دریای خزر به خلیج گرگان حمل می شوند. به عبارت دیگر در فصل بهار و تابستان به هنگام منفی شدن بیلان آبی خلیج (برقراری جریان آب از دریا به سمت خلیج) ، رسوباتی از بستر دریا به سوی خلیج گرگان هدایت می شوند ، که مقدار زیادی از آن نیز در دهانه خلیج رسوب می کنند. همچنین امواج شمال غرب و غرب پس از فرسایش پروفیل ساحل ، رسوبات را به طرف دهانه خلیج حمل کرده و مطابق مورفولوژی بستر، در ورودی آن برجای می گذارند. گروه سوم رسوبات بادی است. منشاء این رسوبات جزیره سدی میانکاله است. بادهای غربی – شرقی قسمت هایی از شبه جزیره میانکاله را که از پوشش گیاهی فقیری برخوردارند را مورد فرسایش قرار داده و سبب انتقال رسوب و رسوبگذاری در رخساره های مختلف رسوبی خلیج و ته نشینی در بستر آن می گردد (مفیدی خواجه و همکاران ،۱۳۷۸). در نهایت رسوبات ناشی از فعالیت های حیاتی و تجزیه بقایای جانوران در خلیج گرگان می باشد که به رسوبات برجا نیز موسوم هستند.

با توجه به توضیحات فوق این استنباط حاصل می شود که روند رسوبگذاری (نرخ رسوبگذاری) در دوره های زمانی مختلف متفاوت خواهد بود. لذا ، در محاسبات نرخ رسوبگذاری که از چند دهه تا چند صد سال را در بر می گیرد به میانگین نرخ رسوبگذاری اشاره می شود.

به منظور برآورد دقیق تر ، نمونه مغزی جهت محاسبه نرخ رسوبگذاری ، به فاصله حدود یک کیلومتر از ورودی رودخانه قره سو به خلیج گرگان انتخاب شده است. این محل ، برآیندی از رسوبات رودخانه ای دریایی ، بادی ، و نیز رسوبات برجا می باشد. از این رو داده های به دست آمده از محاسبه نرخ رسوبگذاری می تواند نمایانگر تغییرات در حوزه آبخیز و نیز اکوسیستم آبی باشد . تعیین نقش و میزان تأثیر کاربری های حوزه آبخیز خلیج گرگان را نیز می توان از این طریق مشخص نمود. رسوبات دانه درشت معمولاً در مصب ته نشست شده و رسوبات دانه ریز تا فاصله دورتری از ساحل حمل می شود. افزایش نرخ رسوبگذاری می تواند نشانه تغییرات

سریع در شکل و عملکرد یک محیط آبی باشد. نرخ رسوبگذاری بیش از حد متعارف موجب تغییر و حتی از بین رفتن حیات در زیستگاه های آبی می شود.

همان طور که اشاره شد، جهت محاسبه نرخ رسوبگذاری در خلیج گرگان از دو روش اصلی سرب ۲۱۰ و سزیم ۱۳۷ استفاده شد، از این دو روش بیشتر برای محیط هایی نظیر اقیانوس ها ، دریاچه ها ، خلیج ها و رودخانه ها و تفسیر سوابق تاریخی رسوبات و مواد آلاینده استفاده می شود.

سرب ۲۱۰ یک نوکلوئید با نیمه عمر کافی و سزیم ۱۳۷ یک نشانگر با دقت نسبتاً زیاد است. سرب ۲۱۰ یک ماده رادیواکتیو طبیعی است که در بیشتر خاک ها یافت می شود. همینطور این ماده از طریق ریزش های اتمسفری و تجزیه گاز رادون ۲۲۲ به وجود می آید ، در نتیجه، مقادیر ناچیز سرب ۲۱۰ به طور پیوسته در سطح زمین ریزش نموده وارد رسوب شده و با آن ترکیب و تجمع می نمایند. جهت تعیین نرخ رسوبگذاری با روش سرب ۲۱۰، اکتیویته پلونیم ۲۱۰ (Po210) ، رادیم ۲۲۶ (Ra226) و سرب ۲۱۰ اضافی (Pb 210 excess) اندازه گیری شد. جدول ۳-۱ نتایج اکتیویته اندازه گیری شده عناصر را در اعماق مختلف رسوب خلیج گرگان نشان می دهد. حداکثر عمقی که اکتیویته عناصر فوق اندازه گیری شدند ، ۷۰ سانتیمتر (۲۸ اینچ) می باشد(امیرنژاد،۱۳۸۴).

جدول ۱-۳: نتایج اکتیویته اندازه گیری شده عناصر در اعماق مختلف رسوبات خلیج گرگان

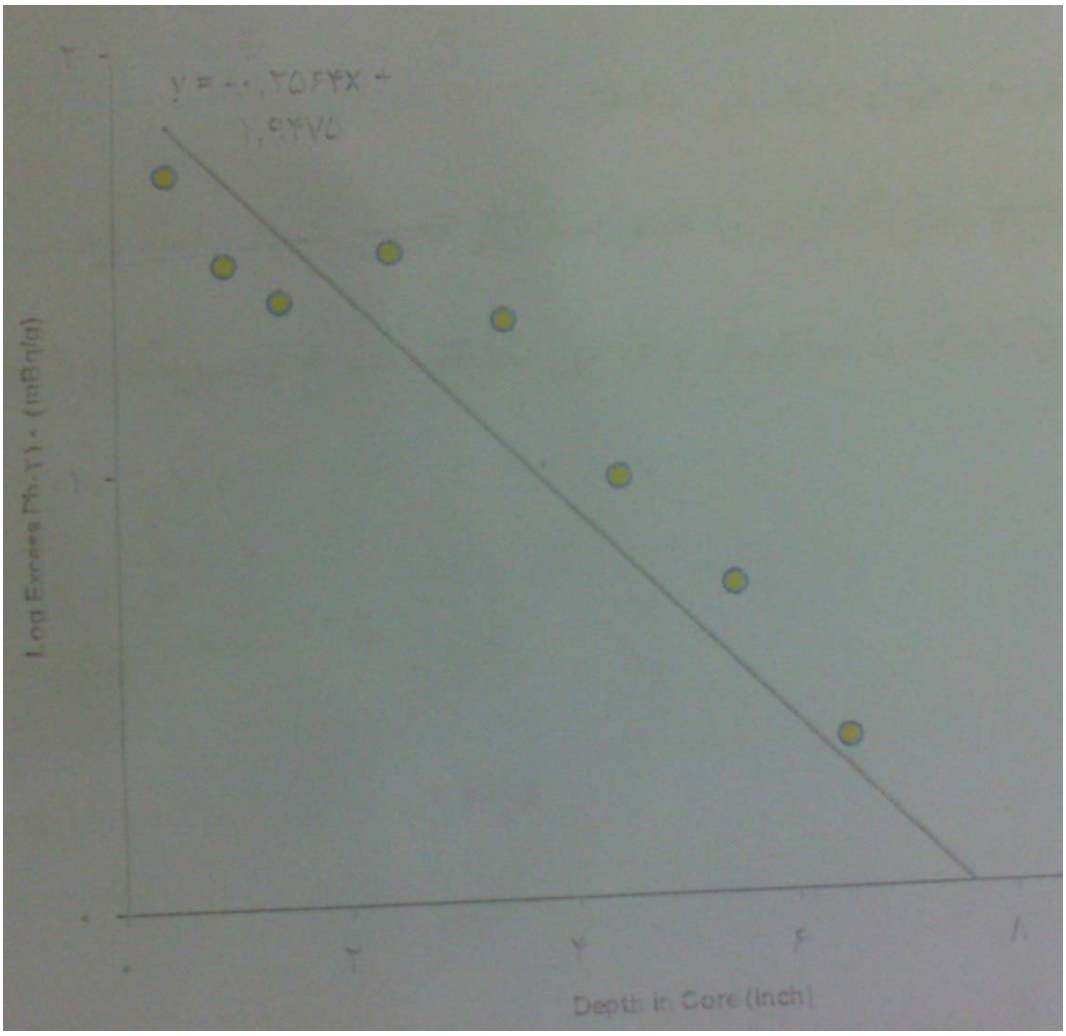
Depth	initial Weight	Dried Weight (D.W.)	^{210}Po Activity (α spect.)	^{226}Ra Activity (γ Spect.)	^{210}Pb Activity (Excess)	^{137}Cs Activity (γ Spect.)
Inch	g	g	mBq g^{-1}(D.W.)	mBq g^{-1}(D.W.)	mBq g^{-1}(D.W.)	mBq g^{-1}(D.W.)
۰-۱	۳۹.۷۶	۲۵.۱۶	۶۹.۸۸±۳.۸۲	۲۴.۰۰±۲.۴۰	۴۹.۸۸	۲۲.۰۰±۲.۲۰
۱-۲	۵۶.۶۲	۴۰.۲۵	۵۰.۷۴±۳.۵۶	۲۳.۰۰±۲.۳۰	۳۰.۷۴	۲۲.۰۰±۲.۲۰
۲-۳	۴۵.۵۵	۳۰.۸۲	۴۵.۰۴±۳.۸۱	۲۵.۷۰±۲.۵۰	۲۵.۰۴	۱۸.۷۰±۲.۰۰
۳-۴	۵۸.۷۸	۴۱.۷۱	۵۲.۰۲±۴.۰۰	۲۴.۷۰±۲.۳۰	۳۲.۰۲	۱۹.۸۰±۲.۴۰
۴-۵	۶۰.۰۵	۴۲.۷۵	۴۱.۹۷±۴.۵۸	۲۳.۲۰±۲.۴۰	۲۱.۹۷	۱۰.۵۰±۰.۳۰
۵-۶	۵۹.۶۳	۴۰.۸۴	۲۹.۳۲±۴.۱۱	۲۳.۵۰±۲.۴۰	۹.۳۲	۴.۲۰±۱.۳۰
۶-۷	۶۰.۹۶	۳۹.۷۷	۲۵.۱۸±۴.۰۰	۲۵.۵۰±۲.۵۰	۵.۱۸	۱.۴۰±۰.۶۰
۷-۸	۶۲.۰۸	۴۰.۷۱	۲۲.۲۵±۳.۶۹	۲۳.۳۰±۲.۳۰	۲.۲۵	۰.۴۰±۰.۴۰
۸-۹	۶۲.۹۲	۴۱.۴۸	۲۰.۴۴±۳.۳۰	۲۵.۰۰±۲.۴۰	۰.۴۴	<MDL
۹-۱۰	۶۱.۶۰	۴۱.۹۴	۲۰.۵۳±۳.۳۱	۲۵.۰۰±۳.۵۰	۰.۵۳	<MDL
۱۰-۱۱	۶۴.۳۸	۴۴.۴۹	۱۸.۹۳±۳.۰۰	۲۰.۵۰±۲.۶۰	-۱.۰۷	<MDL
۱۱-۱۲	۷۱.۹۰	۴۹.۲۴	۱۴.۲۵±۲.۵۷	۳۰.۰۰±۲.۷۰	-۵.۷۵	<MDL
۱۲-۱۳	۶۷.۵۶	۴۵.۸۳	۱۷.۸۲±۲.۶۱	۲۵.۰۰±۲.۵۰	-۲.۱۸	<MDL

ادامه جدول ۱-۳: نتایج اکتیویته اندازه گیری شده عناصر در اعماق مختلف رسوبات خلیج گرگان

Depth	initial Weight	Dried Weight (D.W.)	^{210}Po Activity (α spect.)	^{226}Ra Activity (γ Spect.)	^{210}Pb Activity (Excess)	^{137}Cs Activity (γ Spect.)
Inch	g	g	mBq g^{-1}(D.W.)	mBq g^{-1}(D.W.)	mBq g^{-1}(D.W.)	mBq g^{-1}(D.W.)
۱۳–۱۴	۶۹.۷۱	۴۷.۹۳	۱۹.۲۳±۲.۲۵	۲۲.۵۰±۲.۵۰	-۰.۷۷	<MDL
۱۴–۱۵	۶۷.۲۰	۴۵.۲۶	۱۸.۶۶±۲.۴۰	۱۹.۲۵±۲.۳۰	-۱.۳۴	<MDL
۱۵–۱۶	۶۸.۵۴	۴۵.۴۶	۱۷.۵۵±۲.۵۷	۲۱.۱۰±۲.۴۰	-۲.۴۵	<MDL
۱۶–۱۸	۱۴۲.۸۲	۹۳.۹۲	۱۵.۳۲±۲.۸۰	۱۹.۱۰±۲.۳۰	-۴.۶۸	<MDL
۱۸–۲۰	۱۲۹.۸۷	۸۳.۰۸	۱۳.۷۷±۲.۱۸	۱۸.۰۰±۲.۰۰	-۶.۲۳	<MDL
۲۰–۲۲	۱۵۰.۰۳	۹۶.۴۴	۱۶.۲۰±۳.۱۰	۲۳.۰۰±۲.۵۰	-۳.۸۰	<MDL
۲۲–۲۴	۱۴۰.۰۲	۸۸.۷۳	۱۹.۶۷±۲.۶۴	۲۱.۰۰±۲.۴۰	-۰.۳۳	<MDL
۲۴–۲۶	۱۵۸.۱۵	۱۰۷.۱۱	۱۴.۶۱±۲.۲۰	۲۵.۰۰±۲.۵۰	-۵.۳۹	<MDL
۲۶–۲۸	۱۴۴.۵۸	۱۰۲.۴۶	۱۷.۵۰±۲.۷۳	۲۲.۵۰±۲.۵۰	-۲.۵۰	<MDL
۲۸–۳۰	۱۳۶.۷۸	۹۷.۰۳	۱۵.۲۸±۲.۸	۲۱.۴۰±۲.۴۰	-۴.۷۲	<MDL
۳۰–۳۲	۱۴۲.۹۴	۱۰۱.۴۱	۱۳.۵۹±۲.۱۸	۲۲.۳۰±۲.۴۰	-۶.۴۱	<MDL

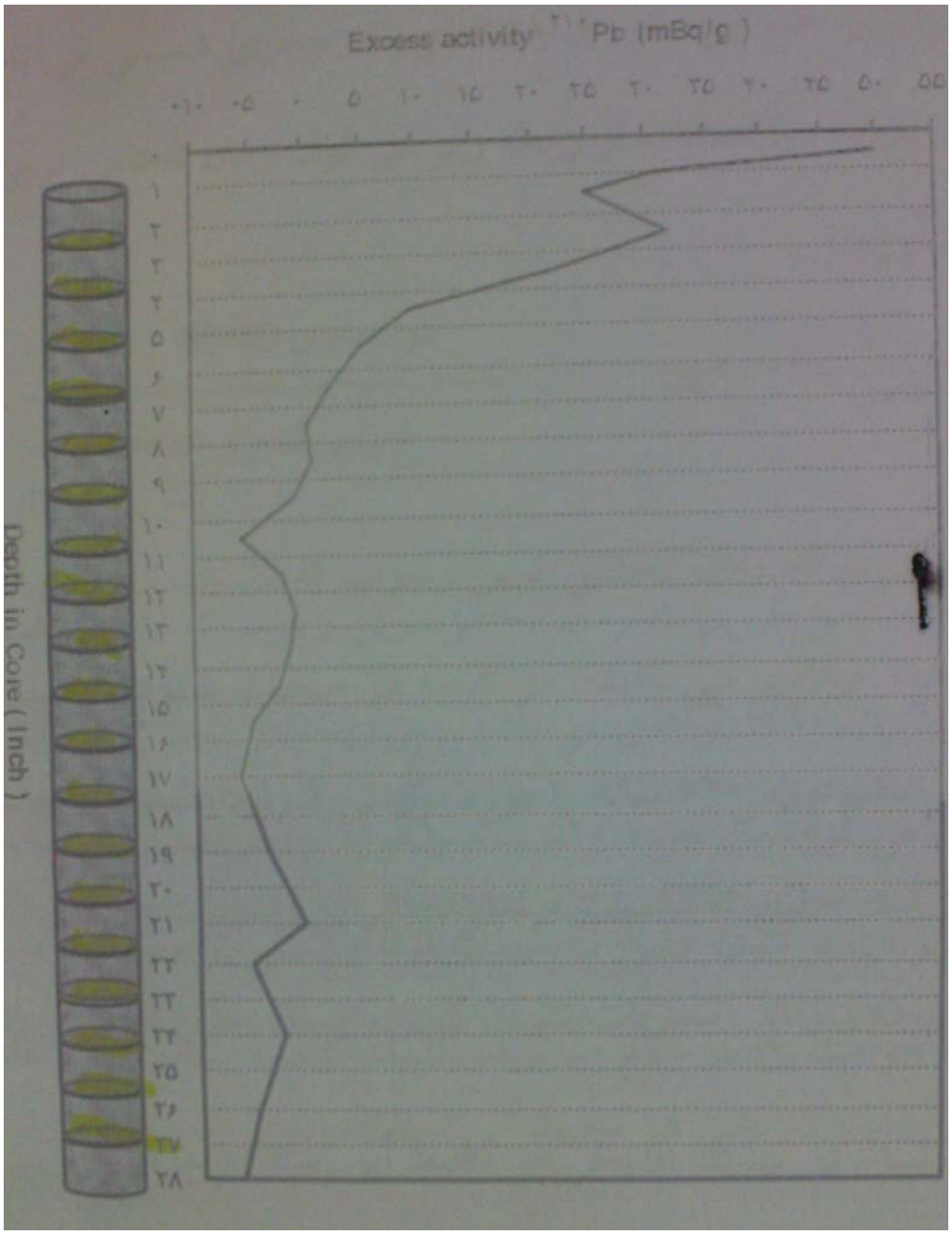
Rate of ^{226}Ra≈^{210}Pb is equal to 20.00±2.30 mBqg^{-1}

با استفاده از نتایج به دست آمده از اکتیویته سرب ۲۱۰ اضافی لگاریتم آن را محاسبه و معادله شیب خط را رسم می نماییم. شکل ۳-۱ معادله لگاریتمی شیب خط سرب ۲۱۰ اضافی در عمق مغزی را نشان می دهد.



شکل ۳-۱: معادله لگاریتمی شیب خط سرب ۲۱۰ اضافی در عمق مغزی خلیج گرگان

همان طوری که در این شکل دیده می شود ، حداکثر عمق قابل تشخیص در ۲۰ سانتیمتر (۸ اینچ) اول می باشد. شکل ۲-۳ و غلظت و مقادیر سرب ۲۱۰ اضافی اندازه گیری شده را در عمق مغزی نشان می دهد. همان طور که در شکل قابل رؤیت است هرچه از سطح به عمق می رویم از غلظت واکتیویته سرب ۲۱۰ کاسته می شود.



شکل ۲-۳: غلظت و مقادیر سرب ۲۱۰ اضافی در عمق مغزی خلیج گرگان

واحد اندازه گیری شده اکتیویته عناصر میلی بکرل به گرم ($mBqg^{-1}$) است. این روند کاهش ، به واسطه تجزیه تدریجی سرب ته نشست شده در طول زمان می باشد. از شیب خط می توان محاسبه نرخ رسوبگذاری را به صورت زیر تعیین کرد، لذا زمانی که پایه ۱۰ لگاریتم مورد استفاده قرار می گیرد و اعماق به سانتیمتر بیان می شوند ، نرخ رسوبگذاری در سال برابر است با:

$$\lambda = \frac{\log_2}{T^{1/2}} = \frac{0/30103}{22/3} = 0/0135$$

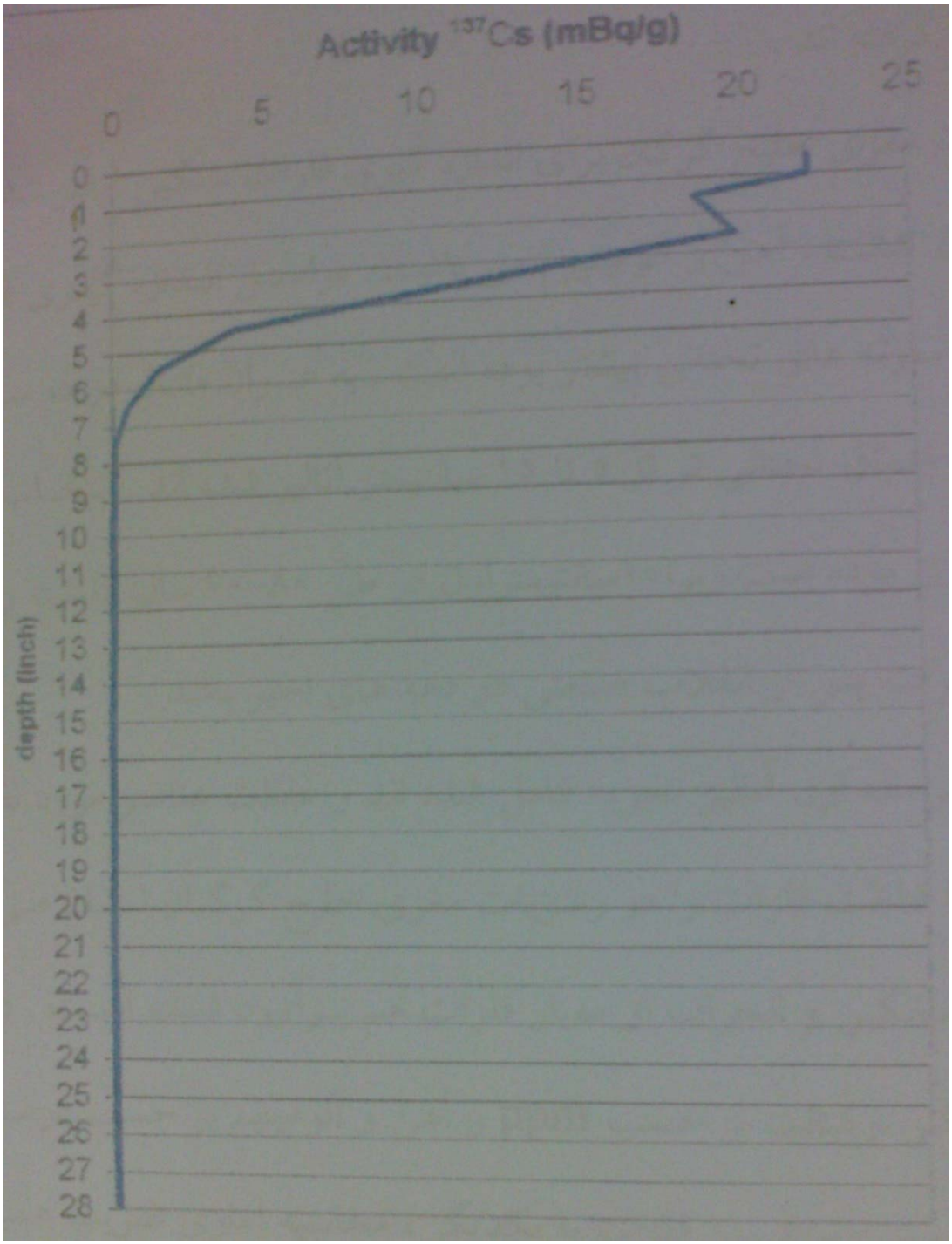
$$y = bX + a \Rightarrow y = 0/2564X + 1/9475$$

$$R^2 = 0/9171$$

نرخ رسوبگذاری از تقسیم λ بر b به دست می آید یعنی از تقسیم عدد ۰/۰۱۳۵ به عدد ۰/۲۵۶۴، که عدد ۰/۰۵۲۶ اینچ بر سال به دست می آید. با تبدیل اینچ به میلی متر نرخ رسوبگذاری محاسبه شده با روش سرب ۲۱۰ ، عدد ۱/۳۴ میلی متر در سال (mmy^{-1}) به دست خواهد آمد. این عدد نمایانگر میانگین سالانه ته نشست رسوب در خلیج گرگان می باشد . البته نرخ رسوبگذاری محاسبه شده نمی تواند برای کلیه اعماق از سطح تا عمق یکسان باشد. لذا در فاصله ۲/۵ سانتی متری که به عنوان مقاطع آنالیز انتخاب شد و با توجه به نرخ رسوبگذاری محاسبه شده ، برای تجمع رسوب در یک مقطع ۲/۵ سانتی متری ، ۱۸ سال زمان نیاز خواهد بود. به بیان دیگر ، درست است که نرخ رسوبگذاری ۱/۳۴ میلی متر در سال محاسبه شده ولی در یک دوره ۱۸ ساله ممکن است این نسبت برای هر سال متغییر باشد. در نتیجه ، جریانات فصلی و یا کوتاه مدت بر میزان نرخ رسوبگذاری تأثیر گذاشته و این نسبت را تغییر می دهد.

پیشتر اشاره شد که برای تأیید نرخ رسوبگذاری از روش سزیم ۱۳۷ نیز استفاده می نمایند. اصولاً روش اندازه گیری سزیم ۱۳۷ با سرب ۲۱۰ متفاوت است. سزیم ۱۳۷ ، به طور مستقیم و با استفاده از روش طیف سنجی گاما قابل اندازه گیری است. همان طور که گفته شد، سزیم ۱۳۷ در رسوبات دارای یک افق مشخصی است که در آن افق ، غلظت سزیم در حد قابل تشخیص می باشد. یعنی در هر افق از رسوب که سزیم قابل تشخیص باشد ، به سال ۱۹۵۴ و یا بعد از آن مربوط است. در این سال اوج انفجارات هسته ای به وقوع پیوسته است.

جدول ۳-۱ و شکل ۳-۳ سزیم ۱۳۷ اندازه گیری شده در پروفیل رسوبات خلیج گرگان را نشان می دهد.



شکل ۳-۳: سزیم ۱۳۷ اندازه گیری شده در پروفیل رسوبات مغزی خلیج گرگان

همانگونه که در شکل دیده می شود، سزیم ۱۳۷ افق در عمق ۱۰ سانتی متری دیده شده است. همین امر می تواند برای محاسبه نرخ رسوبگذاری مورد استفاده قرار گیرد. لذا برای محاسبه نرخ رسوبگذاری باا روش سزیم ۱۳۷ به صورت زیر عمل شده است.

از تفاضل سال نمونه گیری یعنی ۲۰۰۲ با سزیم افق یعنی ۱۹۵۴ ، یک دوره ۴۸ ساله به دست می آید ، در نتیجه ، از تقسیم عمقی از نمونه که سزیم در آن عمق قابل تشخیص بوده است با تعداد سال هایی که رسوبگذاری انجام شده است ، عدد نرخ رسوبگذاری بر حسب میلی متر در سال به دست می آید.

$$\frac{100(mm)}{48} = 2mmy^{-1}$$

محاسبه روش های نرخ رسوبگذاری در دو روش فوق معمولاً بین ۴۰ تا ۵۰ درصد اختلاف نشان می دهد. سزیم ۱۳۷ با توجه به ریزش اتمسفری آزمایش هسته ای در سطح دنیا پراکنده شده در صورتیکه سرب ۲۱۰ منشاء طبیعی و در کلیه نقاط زمین به نسبت یافت می شود. دوری و نزدیکی از حوادث هسته ای در سزیم افق نیز نقش دارد ، در صورتی که این امر برای سرب ۲۱۰ صادق نیست ، به علاوه فرآیند اختلاط به وسیله موجودات زنده نیز تأثیر بسیار زیادی بر مقادیر سزیم ۱۳۷ دارد. که اغلب این عمل در رسوبات سطحی و در فلات قاره دیده می شود. از این رو روش سرب ۲۱۰ ، به عنوان یک روش دقیق و استاندارد معرفی می گردد.

با عنایت به توضیحات اشاره شده ، نرخ رسوبگذاری در خلیج گرگان در حد یک اکوسیستم نسبتاً طبیعی می باشد که این روند به تنهایی مشکل جدی را به جهت زیست محیطی برای این اکوسیستم آبی در کوتاه مدت به وجود نمی آورد. البته در بلند مدت یعنی برای یک دوره ۵۰۰ ساله در بهترین وضعیت ، ۷۰ سانتیمتر از عمق خلیج گرگان کاسته خواهد شد. این مقدار کاهش عمق در رسوب ته نشست شده می تواند شرایط زیستگاهی و اکوسیستمی این محیط آبی را تغییر دهد. این شرایط برای خلیجی که حداکثر عمق آن ۴ متر است ، می تواند یک تهدید جدی محسوب گردد. اولین اثر پدیده رسوبگذاری بر کفزیان و به تبع آن زنجیره غذایی اکوسیستم خلیج گرگان است که به لحاظ زیست محیطی پیامدهای غیر قابل جبرانی را به همراه دارد.

البته در محدوده زمانی اشاره شده ، عوامل متعددی در افزایش و یا خنثی کردن این روند می توانند نقش داشته باشند. تغییرات زمین شناسی ، رسوب شناسی و هیدرولوژی دریای خزر از یک طرف و حوزه آبخیز منتهی به خلیج گرگان از طرف دیگر ، عمده ترین فاکتورهای تأثیرگذار بر این محیط آبی هستند.

نقش عوامل انسانی که به صورت مستقیم یا غیر مستقیم اعمال می شود نیز می تواند اثر مشابهی داشته باشد. فرسایش خاک و در نتیجه پخش و یا توزیع آن از عمده ترین مشکلات دنیای امروز است . حوزه آبخیز خلیج گرگان از این امر مستثنی نیست ، چرا که تخریب پوشش گیاهی و کاربری های متعدد فرسایش را شدت بخشیده و رسوبات از طریق جریانات سطحی و رودخانه ای منتهی به خلیج ، به رسوبات خلیج گرگان راه می یابد(امیرنژاد،۱۳۸۴).

منابع

۱. افشار، ا.، ۱۳۸۱، بررسی هیدرودینامیک موج و پیش بینی الگوی فرسایش و رسوبگذاری در خلیج گرگان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۶۹ صفحه.

۲. امیرنژاد، ر.، ۱۳۸۴، بررسی پیشینه و حال آلاینده ها از طریق آنالیز رسوبات مغزی در نوار ساحلی دریای خزر (مطالعه موردی خلیج گرگان)، رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ۱۷۸ صفحه.

۳. پورمندی یکتا، ا.ح.، ۱۳۸۵، بررسی تبادل آب میان دریای خزر و خلیج گرگان، ۱۳۸۵، سازمان مدیریت منابع آب ایران وابسته به وزارت نیرو، ۱۱۴ صفحه.

۴. جبیبی، م.، ایمانی، م.، غریب رضا، م.ر.، ۱۳۸۱، بررسی نظریه های انتقال رسوب ساحلی ، پژوهشکده حفاظت و آبخیزداری ، تهران، ۲۷۵ صفحه.

۵. حبیبی واحد زنجانی، ش.، ۱۳۸۰، مدل ریاضی گردش آب در خلیج گرگان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران شما، ۳۰۱ صفحه.

۶. درویش زاده ، ع.، ۱۳۸۰، زمین شناسی ایران، انتشارات امیرکبیر، چاپ دوم.

۷. رحیمی پور انارکی، ح.، چگینی، و.، حبیبی، م.، تلوری، ع.، آقابابازاده، ف.، ۱۳۸۵، بررسی پدیده انتقال رسوب خلیج های کوچک، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ۲۵۰ صفحه.

۸. رحیمی پور انارکی، ح.، غریب رضا، م.ر.، عیسایی، ح.، دولتشاهی.، ۱۳۸۵، بررسی هیدردینامیک جریان و پیش بینی الگوی فرسایش و رسوبگذاری در خلیج گرگان، پژوهشکده حفاظت و آبخیزداری، تهران، ۲۴۶ صفحه.

۹. قانقرمه، ع.، ملک،ج.، خوشروان، ه.، ۱۳۸۹، نوسانات آب دریای خزر درسال آبی (۱۳۳۸۸-۱۳۸۷) و عوامل محیطی مؤثر بر آن ، مرکز ملی مطالعات و تحقیقات دریای خزر، ۹۶ صفحه.

۱۰. کرمی خانیکی، ع.، ۱۳۸۳، سواحل ایران، انتشارات پژوهشکده حفاظت وخاک و آبخیزداری.

۱۱. مفیدی خواجه ، آ. م.، کرمی خانیکی ، ع.، خواجه، م.، پارسایی، ل.، قریشی راد، ح.ر.، ۱۳۸۷، بررسی ویژگی های سواحل استان گلستان به منظور شناخت وسائل فرسایشی در سواحل ، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ۵۸ صفحه.

۱۲. مهدیزاده، م.م.، ۱۳۸۱، کاربد مدل عددی مدتوفان در دریای خزر، پایان نامه کارشناسی ارشد، داشگاه تربیت مدرس، ۱۶۹ صفحه.

۱۳. مهندسین مشاور کنکاش عمران، مطالعات شناسایی منابع آب شبه جزیره میانکاله، ۱۳۸۷، شرکت سهامی آب منطقه ای مازندران.

۱۴. ناظمی ، ا.، غریب رضا، م. ر.، کرمی، ع.، قریشی، ح.ر.، مفیدی خواجه، آ.م.، ۱۳۸۷، بررسی تغییرات خطوط ساحلی استان گلستان، پژوهشکده حفاظت و آبخیزداری ، تهران ، ۸۳ صفحه.

Abstract

At the end of 2011 Iranian Fisheries Research Organization- Inland Waters Aquatics Stocks Research Centre measured salinity, temperature and density of the Gorgan bay. I have used these data and produced the profile of them versus to the depth and estimate the depth of mixed layer versus to the distance from the beach and bottom. This work has been carried out almost at 5 selected lines which are indicated on map.
These profiles show that as the distance increase from the beach the mixed layer depth decreases. We also know that the maximum mixed layer depth is in center of bay.
The increase of temperature decreases the mixed layer and vice versa. Input flux of mechanical energy of the wind also increases. This depth provided the wind stronger enough.
This can lead to increase of turbulence kinetic energy, which with subcritical values of Richardson number; can significantly increase mixing in upper layer (mixed layer) of the bay.
How ever, the excessive evaporation increases the water flux into the bay. This can account for the increase of the mixed layer depth in time. The estimated mixed layer depth has a modulated distribution over the area studied. This show that, mixing processes in the upper layer may have different sources.

Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute – Inland Waters Aquatics Resources Research Center

---

Project Title : Study of hydrology of the Gorgan Bay
Approved Number: 14-77-12-8918-89201
Author: Taher poursoufi
Project Researcher : Taher poursoufi
Collaborator(s) *:* Hssan Zati. A., Mohammad Gholipour. M., Azarmsa, A.Mohmmad nazemi
Advisor(s): Torabi Azad
Supervisor: Mohammad khani. H
Location of execution : Golestan Province
Date of Beginning :
Period of execution :
Publisher : Iranian Fisheries Science Research Institute
Date of publishing : 2016

All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute -
Inland Waters Aquatics Resources Research Center

Project Title :

Study of hydrology of the Gorgan Bay

Project Researcher :

Taher poursoufi

Register NO.

49229