

ارزیابی مشخصات فیزیکی - شیمیایی آب خلیج گرگان در فصول گرم و سرد سال

سیامک جمشیدی

Jamshidi@inio.ac.ir

استادیار پژوهشکده علوم دریایی، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی

چکیده

هدف از این تحقیق مطالعه مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب خلیج گرگان در فصول گرم و سرد سال بر اساس داده‌های برداشت شده در عملیات میدانی است. در این راستا پارامترهای مختلف آب خلیج نظیر دما، شوری، چگالی، اکسیژن، اسیدیت، کلروفیل-آ مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. عملیات داده‌برداری در دو مرحله و در زمانهای گرم و سرد سال برنامه‌ریزی و اجرا شد. داده‌های مورد نیاز توسط دستگاه نیمرخ بردار پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب دریا CTD مدل (IDRONAUT, OCEAN SEVEN 316) در ۴۰ ایستگاه اندازه‌گیری برداشت شد. بررسی‌های انجام شده بر روی نمودارهای ترسیم شده براساس داده‌های اندازه‌گیری شده به وضوح تشکیل یک لایه‌بندی ضعیف روزانه و تا حدودی فصلی را در بخشهای عمیقتر آب خلیج نشان می‌دهد. تغییرات محدود دما از سطح تا نزدیکی بستر در فصل گرم بین ۲۸ تا ۲۶ و در فصل سرد بین ۱۲ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. پراکندگی پارامترهای فیزیکی بر اساس نمودار TSD در فصل سرد بیشتر ملموس است. تغییرات اکسیژن محلول در دو فصل اندازه‌گیری عمدتاً حول مقدار ۷ میلی‌گرم برلیتر به ثبت رسیده است، در حالیکه مقادیر میانگین کلروفیل در بهمن ماه کمی بیش از مقدار آن در تیرماه بوده است. مقدار ۱ میلی‌گرم برلیتر عددی است که سنسور دستگاه برای پارامتر کلروفیل-آ در فصل سرد ثبت نموده است. در مجموع علیرغم وسعت نه چندان زیاد آب خلیج در منطقه جنوب شرقی دریای خزر، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آن تغییرات قابل تأملی را نشان داده است که می‌تواند تحت تأثیر ورودی آب دریا از کانال ارتباطی، رودخانه‌های محلی و ساختار شیمیایی رسوبات و بستر خلیج باشد.

واژگان کلیدی: خلیج گرگان، درجه حرارت، شوری، اکسیژن محلول، کلروفیل-آ.

تاریخ دریافت مقاله :	۹۶/۰۸/۲۳
تاریخ پذیرش مقاله :	۹۷/۰۲/۱۹

۱- مقدمه

دریای خزر، بزرگ‌ترین محدوده آبی بسته در جهان به دلیل دارا بودن ویژگی‌های منحصر به فرد آن حائز اهمیت است. این دریا با داشتن ذخایر هیدروکربنی، منابع زیستی و تولید بخش عمده‌ای از خاویار جهان نقش عمده‌ای در اقتصاد منطقه ایفا می‌کند [۳-۱]. امروزه مناطق ساحلی دریای خزر به واسطه تخلیه حجم عظیمی از مواد زائد شهری و صنعتی، مواد سنگین، مواد هیدروکربنی ناشی از اکتشاف و استخراج چاه‌های نفت و گاز، سموم کشاورزی و دفع آفات نباتی، نیترات‌ها و فسفات‌ها تحت شرایط خاص و حاد قرار گرفته است. از این‌رو، محیط زیست و جانداران موجود در این دریا و مناطق پیرامونی و همچنین توانمندی‌های گردشگری و تفریحی آن در معرض تهدید و نابودی قرار گرفته است [۵ و ۴]. محیط‌های بسته و نیمه بسته ساحلی نظیر تالاب‌ها و خلیج‌ها عمدتاً تحت تأثیر شدید ترکیبات شیمیایی و انواع آلاینده‌های طبیعی و انسانی ورودی از سوی حوضه آبریز و یا حوضه آبی مادر (حوضه آبی بزرگتر مرتبط با آن) هستند [۶]. خلیج گرگان بعنوان تنها خلیج ایرانی قرار گرفته در آب‌های ساحلی دریای خزر، از مهمترین زیست‌بوم‌های منطقه بشمار می‌رود که از طریق آبراهه آشوراده-بندرترکمن به این دریا مرتبط است [۷]. خلیج گرگان با طول حدود ۶۰ کیلومتر و عرض ۱۲ کیلومتر در بخش جنوب شرقی دریای خزر و در مختصات $32^{\circ} 49'$ عرض شمالی و $28^{\circ} 14' 54''$ طول شرقی و با ژرفای بیشینه ۴ متر قرار گرفته است [۸]. کرانه‌های خلیج گرگان عمدتاً باتلاقی است و خروجی رودخانه‌هایی نظیر گرگان‌رود، قره‌سو و باغو در منطقه بر شرایط این خلیج تأثیرگذار هستند. آب و هوای منطقه خلیج با کاهش شدید بارش از غرب به شرق گواه تغییر از مرطوب به بیابانی است. در حالیکه در غرب خلیج پوشش گیاهی نواحی مرطوب به چشم می‌خورد، در نواحی شرقی گسترش پوشش گیاهی مناطق بیابانی و نمک دوست روند غالب را دارد. به دلیل نیمه‌بسته بودن خلیج، امواج دریای خزر مستقیماً وارد خلیج نمی‌شود و رژیم موج آرام به همراه شرایط جریان خاص ناشی از امواج بر منطقه حاکم است [۹]. در تقسیم‌بندی‌های انجام شده این خلیج به همراه تالاب میانکاله از نوع A (آب‌های دریای کم عمق دائمی) و تالاب‌های دریای ساحلی محسوب می‌گردد [۶]. این حوضه

آبی نیمه بسته به دلیل قرارگیری در منطقه فلات قاره جنوب شرقی دریای خزر با شیب ملایم بستر همواره با معضل کاهش حجم آب مواجه بوده است. ماهیت وجودی این خلیج عمدتاً تحت تأثیر عواملی نظیر نوسانات تراز آب دریا و حجم بالای رسوب‌گذاری است. همچنین فرایندهای فرسایش، انتقال رسوب و رسوبگذاری توسط پارامترهای هیدرودینامیکی نظیر جریان‌ات و رژیم گردش آب، و امواج از یکسو و از سوی دیگر آورد رسوبات رودخانه‌ای تعیین می‌گردد. فاکتورهای مورد اشاره باعث بوجود آمدن اثرات نامطلوب نظیر خشک شدن سواحل کم عمق، کاهش سطح خلیج، و آورد و انباشته شدن رسوبات مواد آلی و معدنی (همراه با فلزات سنگین) گردد. پیامدهای ذکر شده در نهایت می‌تواند باعث تغییرات مورفولوژیکی در سواحل و خط ساحلی خلیج شود [۱۰ و ۷]. از سوی دیگر ورودی آب دریای خزر و رودخانه‌های منتهی به خلیج نیز عوامل مؤثر بر تغییرات خصوصیات شیمیایی آب خلیج گرگان بشمار می‌روند. با توجه به گسترش روزافزون فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی در مناطق ساحلی حاشیه دریای خزر بررسی پارامترهای شیمیایی و زیست محیطی خلیج گرگان از اهمیت زیادی برخوردار شده است [۶]. مطالعات انجام شده توسط بذرافشان و همکاران، ۱۳۷۷ حاکی از آلودگی ناشی از فلزات سنگین در رسوبات رودخانه‌ای و منطقه فلات قاره است که می‌تواند به دلیل تخلیه پسماندهای صنعتی و شهری باشد [۱۱]. براساس نتایج بدست آمده توسط جمعی از محققین در سال ۱۳۹۳ ارتباط خلیج گرگان با دریای خزر، محدود بودن حجم ورودی رودخانه‌ها و همچنین بالا بودن غلظت یون‌های کلر و سدیم باعث افزایش نسبی شوری آب خلیج گرگان می‌تواند باشد [۶]. با مروری بر تحقیقات گذشته به خوبی می‌توان مشاهده نمود که اغلب مطالعات انجام شده قبلی بر روی انتقال رسوبات و رسوبگذاری، ویژگی‌های شیمیایی، و نحوه پراکنش و غلظت فلزات سنگین بوده است. در این میان، عدم انجام مطالعات اقیانوس‌شناسی فیزیکی به جهت بررسی تغییرات پارامترهای فیزیکی آب خلیج به خوبی مشهود است. از این‌رو در این تحقیق که برپایه اندازه‌گیری‌های میدانی استوار است ساختار و ویژگی‌های فیزیکی آب خلیج گرگان مورد بررسی قرار گرفته است. مواردی که ذکر شد بعضاً موجب تغییرات قابل توجهی در خواص زیست محیطی و پارامترهای مختلف

آب دریا می‌گذارد. در این شرایط لزوم انجام مطالعات اقیانوس‌شناسی دقیق و پیوسته به خوبی محسوس و ضروری می‌نماید. به‌علاوه، مطالعات اندازه‌گیری میدانی پارامترهای مختلف اقیانوس‌شناسی فیزیکی آب دریا نقش اساسی در پژوهش‌های اصلی جهت کاهش آلودگی و توسعه پایدار منطقه ایفا می‌کند. از این‌رو در این تحقیق خواص فیزیکی آب خلیج گرگان براساس تحلیل داده‌های اندازه‌گیری شده میدانی در مجاورت بندر ترکمن مورد بررسی قرار گرفته است.

۲- برخی از مطالعات انجام شده در خلیج گرگان

تحقیق انجام شده توسط محققین روسی، در طی فصل تابستان ماکزیمم درجه حرارت آب دریای خزر در سطح بیش از 27°C در بخش جنوبی دریا می‌رسد در حالیکه مینیمم سالانه درجه حرارت در زمستان حدود 7°C است [۱۲]. در طی یک گشت دریایی در خزر پارامترهای آب دریا نظیر دما و شوری اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج حاصله دمای حرارت در سطح آب دریا در بخش جنوبی در سپتامبر حدود $27/5^{\circ}\text{C}$ بوده است. اندازه‌گیری‌های درجه حرارت آب دریا در سطح در بخش جنوبی حدود 10°C در فوریه و $27-28^{\circ}\text{C}$ در ماه اگوست است [۱۳]. برخی از محققین روسی گزارش داده‌اند که تغییرات زیاد درجه حرارت آب دریای خزر عمدتاً در لایه‌های بالایی رخ می‌دهد [۱۲]. آنها همچنین معتقدند که درجه حرارت‌های در بخش آب عمیق دریا پایین‌تر از درجه حرارت میانگین سالیانه لایه اختلاط سطحی در حوضچه جنوبی است و حتی پایین‌تر از مینیمم سالیانه درجه حرارت سطحی است. به دلیل آنکه دریای خزر از دیگر دریاها و اقیانوس‌های دنیا ایزوله و جداسازی تشکیل لایه شیب حرارتی و رژیم گردش آب دریا تحت تأثیر آبریز رودخانه‌های ورودی به آن می‌باشد. همچنین گزارش شده است که درجه حرارت لایه سطحی دریای خزر جنوبی به صورت زیر است: در ماه فوریه $10-8^{\circ}\text{C}$ ، در آوریل $14-12^{\circ}\text{C}$ و در نوامبر 16°C - [۱۲]. در دهه‌های اول قرن گذشته دلیل افزایش ورودی آب شیرین به دریای خزر و افزایش سطح آب دریا یک کاهش اندک در شوری آب‌های سطحی ایجاد می‌کند. مقدار میانگین شوری دریای خزر کمتر از میانگین شوری آب‌های آزاد است. شوری آب دریای خزر از بخش شمالی

به سمت جنوب افزایش می‌یابد. شوری آب حوضه جنوبی دریای خزر معمولاً بین ۱۲ تا $13/5$ گرم بر لیتر متغیر است [۱]. تغییرات شوری آب دریای خزر از شمال به جنوب نشان دهنده ورودی آب شیرین در حوزه شمالی و مقادیر $13/5-12/5$ در بخش‌های میانی و جنوبی دریای خزر است و تغییرات فصلی شوری کمتر از $0/4-0/2$ گرم بر لیتر است. ورودی رودخانه ولگا و اورال و تبخیر سطحی آب دریا معمولاً دو عامل کنترل‌کننده سطح تراز آب دریاست. ورودی آب شیرین تراز آب دریا را بالا می‌برد و تبخیر سطحی تراز را پایین می‌برد. مقادیر شوری در بخش شمالی دریای خزر قویاً تحت تأثیر خروج آب‌های شیرین رودخانه‌های ولگا و اورال می‌باشد. بخش‌های میانی و جنوبی دریای خزر دارای آب کم شور و با تغییر در نمک به میزان ۱۰ تا ۱۳ گرم بر لیتر است. براساس اندازه‌گیری‌های سازمان بین‌المللی انرژی اتمی در حوضه جنوبی و نزدیک سواحل ایران، میزان شوری بین $12/239$ گرم بر لیتر در سطح و $12/863$ در لایه‌های آب عمیق است. تغییرات فصلی مهم در شوری آب دریا در لایه سطحی (تا $5-3$ گرم بر لیتر) در نزدیکی دهانه رودخانه، مرداب‌ها و خلیج‌ها در دریای خزر اتفاق می‌افتد. تغییرات فصلی شوری در مناطق آب عمیق دریا تحت اثر توزیع سالانه شدت تبخیر است. در زمانهای سکون و آرامش دریا، تغییرات چندین سالانه شوری آب دریا بیش از $0/5$ واحد است و شوری از سطح تا عمق تقریباً یکنواخت است. به علاوه تغییرات شوری در سطح بین $13/6-12$ در حوضه جنوبی است. بر اساس مشاهدات و اندازه‌گیری‌های انجام شده توسط برخی از متخصصین بین‌المللی در آب‌های سطحی سواحل جنوبی دریای خزر (نزدیک ایران)، شوری آب دریا بین $13/18-10/85$ (سالهای $7-1996$) و $19/13-10/23$ (در سال 2005) بوده است [۱۴]. روحی و همکاران میانگین شوری آب دریا در سطح نزدیک آب‌های ساحلی ایران حدود ۱۲ در سال 2001 و $10-11$ در سال 2006 گزارش کرده است [۱۵]. آنها یک روند کاهشی در میانگین شوری آب‌های سطحی از سال 2001 تا 2006 گزارش نموده‌اند. بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده آنها، میانگین شوری در ایستگاه‌های سطحی $11/9 \pm 1/2$ و در عمق 100 حدود $12/4 \pm 1/6$ است. بایرامی و همکاران (۱۳۸۲)، به مطالعه شوری و سنجش مقادیر یون‌های اصلی آب در خلیج گرگان پرداختند. غلظت یون‌های اندازه‌گیری

با میزان تجمع فلزات سنگین (مس، سرب، روی، کروم و کبالت) در رسوبات خلیج گرگان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که بین همه شاخص‌های بیولوژیک اندازه‌گیری شده با غلظت فلزات در رسوب همبستگی منفی وجود داشت که نشان دهنده تأثیر منفی غلظت فلزات بر جوامع ماکروبنتوزی است [۲۰].

۳- روش کار

۳-۱- منطقه مورد مطالعه و عملیات میدانی

منطقه مورد مطالعه در خلیج گرگان و در محدوده طول جغرافیایی ۱۵' ۴۶° شرقی و عرض جغرافیایی ۴۶' ۳۶° شمالی و در بخش شرقی آب‌های ساحلی فلات قاره جنوبی دریای خزر قرار گرفته است. اندازه‌گیری جهت ثبت پارامترهای فیزیکی آب دریا توسط دستگاه CTD در ۴۰ ایستگاه در راستای دو مقطع موازی خط ساحلی انجام شد. شکل (۱) منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. عملیات داده‌برداری در دو فصل گرم (چهارم خرداد ۱۳۹۳) و سرد (هجدهم بهمن ۱۳۹۳) سال در سراسر خلیج گرگان انجام شد. داده‌های فیزیکی آب دریا به وسیله یک دستگاه CTD که توسط شرکت IDRONAUT کشور ایتالیا ساخته شده است اندازه‌گیری گردید. دستگاه مذکور قبل از اجرای عملیات دریایی در آزمایشگاه فیزیک دریای مرکز دریای خزر (پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی) واسنجی گردید. دستگاه CTD برای برداشت پارامترهای مذکور در مد داده‌برداری زمانی (Timed Data Acquisition) تنظیم گردید. در حین انجام اندازه‌گیری میدانی در دریا، دستگاه CTD با سرعت ۱ متر بر ثانیه در ستون آب از سطح دریا تا نزدیکی بستر پایین فرستاده شد.

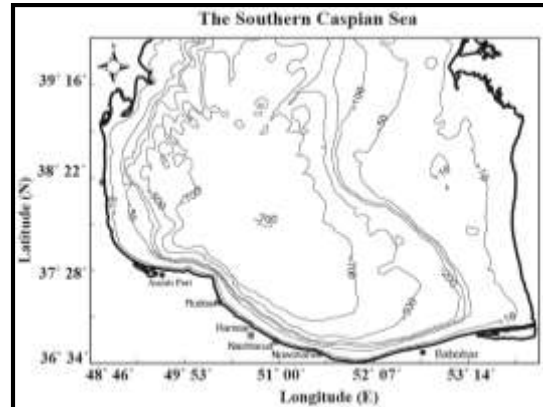
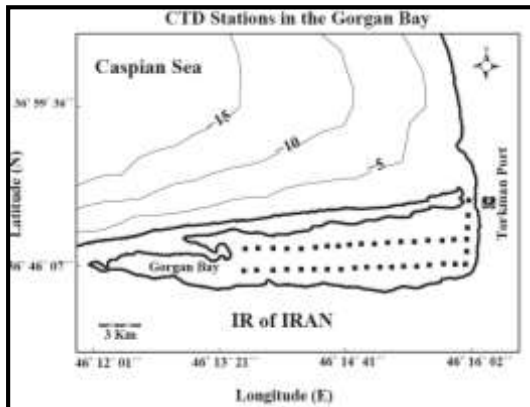
۳-۲- تصحیحات جهت محاسبه شوری و چگالی

با توجه به مشخصات و ترکیبات منحصر به فرد آب دریای خزر و تفاوت شوری و در نتیجه چگالی آن با دیگر دریاهای آزاد دنیا، نیاز است داده‌های شوری و چگالی اندازه‌گیری شده توسط دستگاه CTD اصلاح شود که روند محاسبه آن در فرمول‌بندی ارائه شده توسط UNESCO به صورت فرمول ۱ و ۲ است [۲۱ و ۲۲].

شده (میلی گرم بر لیتر) در خلیج گرگان حاصل از این کار برای شش یون اصلی به شرح ذیل است [۱۶].

Cl ⁻	Na ⁺	SO ₄ ⁻	Mg ²⁺	K ⁺	Ca ²⁺
۶۹۰۰	۵۵۳۳	۲۲۵۰	۷۳۷	۲۶۰	۲۴۹

بشری و همکاران (۱۳۹۳)، به مطالعه هیدروژئوشیمی و عوامل موثر بر شیمی آب خلیج گرگان پرداختند. مطالعات نشان داد از بین عوامل موثر بر شیمی خلیج گرگان، ورود آب دریای خزر به خلیج نقش مهمی را ایفا کرده و عوامل دیگر نظیر آب رودخانه‌ها و رسوبات بستر سهم ناچیزی در تغییر موضعی شیمی خلیج گرگان ایفا می‌کند. در این مطالعه غلظت یون‌های سدیم، منیزیم، کلسیم، کلرید، سولفات، بی‌کربنات و پتاسیم اندازه‌گیری شد. در این مطالعه ترتیب فراوانی آنیون‌ها به صورت کربنات > بی‌کربنات > سولفات > کلرید و ترتیب فراوانی کاتیون‌ها به صورت پتاسیم > کلسیم > منیزیم > سدیم بدست آمد [۶]. شهبازی و همکاران (۱۳۸۷)، به بررسی آلودگی میکروبی آب خلیج گرگان پرداختند در این مطالعه توصیفی تعداد ۴۰ نمونه آب دریا طی فصول تابستان و پاییز ۱۳۸۳ برداشته شد. میانگین تعداد کل باکتریها، کلیفرم، کلیفرم مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی در آب خلیج گرگان به ترتیب برابر ۵۰۰۱ در یک سی سی، ۱۵۵۷، ۸۱۷، ۵۹ در ۱۰۰ سی سی تعیین گردید [۱۷]. بسطامی و همکاران (۲۰۱۲)، میزان آلودگی فلزات سنگین را در خلیج گرگان مورد بررسی قرار دادند که نتایج نشان داد میزان فلزات سنگین مورد بررسی (روی، سرب، مس و کروم) در خلیج گرگان دارای غنی‌شدگی کم تا متوسط می‌باشند و مقدار این فلزات در آن حدی نیست که اثر نامطلوبی بر روی موجودات بنتوزی داشته باشد [۱۸]. طاهری و همکاران (۱۳۸۶)، به بررسی اکولوژیکی و تغییرات سالانه جمعیت پرتاران خلیج گرگان، ساحل بندرگز پرداختند. نتایج نشان داد که در تمام اعماق و فصول مختلف سال، پرتاران گروه غالب بودند. بیشترین تراکم و زی‌توده در بهار و کمترین در زمستان دیده شد. هم‌چنین بیشترین شاخص یکنواختی و تنوع در بهار و کمترین در زمستان دیده شد [۱۹]. بسطامی و همکاران (۱۳۹۱)، جمعیت کفزیان و ارتباط آنها



شکل (۱) منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های اندازه‌گیری در خلیج گرگان.

جدول (۱) موقعیت ایستگاه‌های اندازه‌گیری پارامترهای مختلف فیزیکی و شیمیایی در خلیج گرگان.

Station No.	Long.	Lat.	Depth (m)
St1	E54 01 01.9	N36 53 57.6	2
St2	E53 59 41.1	N36 53 40.3	2.11
St3	E53 58 21.1	N36 53 24.3	1.64
St4	E53 57 02.5	N36 53 09.7	2.53
St5	E53 55 41.4	N36 53 02.1	1.91
St6	E53 54 21.9	N36 52 52.2	2.59
St7	E53 53 01.8	N36 52 43.0	2.57
St8	E53 51 42.1	N36 52 32.3	2.67
St9	E53 50 22.9	N36 52 23.2	1.87
St10	E53 48 59.1	N36 52 15.9	1.7
St11	E53 47 39.0	N36 52 07.0	2.37
St12	E53 46 19.3	N36 51 55.6	2.03
St13	E53 45 00.1	N36 51 43.4	1.43
St14	E53 43 36.4	N36 51 29.5	1.82
St15	E53 42 16.0	N36 51 18.4	1.7
St16	E53 40 58.3	N36 51 00.6	1.7
St17	E53 39 43.1	N36 50 32.5	1.19
St18	E53 38 22.0	N36 50 25.4	1.01
St19	E53 38 53.1	N36 49 20.3	0.72
St20	E53 40 11.7	N36 49 35.5	1
St21	E53 41 26.5	N36 49 59.5	1.6
St22	E53 42 46.2	N36 49 54.3	1.94
St23	E53 44 06.6	N36 49 52.2	2.27
St24	E53 45 29.3	N36 49 51.5	2.28
St25	E53 46 47.5	N36 50 06.7	2.63
St26	E53 48 07.5	N36 50 16.6	3.03
St27	E53 49 30.6	N36 50 22.2	3.31
St28	E53 50 49.2	N36 50 27.5	3.38
St29	E53 52 28.6	N36 50 25.0	3.41
St30	E53 53 38.6	N36 50 20.3	3.24
St31	E53 54 58.1	N36 50 18.4	3.29
St32	E53 56 16.6	N36 50 35.9	3.27
St33	E53 57 50.3	N36 51 01.0	2.95
St34	E53 59 03.5	N36 51 16.2	2.82
St35	E54 00 20.1	N36 51 34.5	2.61
St36	E54 01 46.7	N36 51 59.0	2.02
St37	E54 01 43.9	N36 53 25.4	2.15
St38	E54 01 42.2	N36 54 15.8	2.27
St39	E54 01 47.9	N36 55 20.2	2.02
St40	E54 00 50.1	N36 55 44.1	4.69

لایه ۲ متر بالایی است که می تواند ناشی از تغییرات دمایی روزانه باشد. ساختار پارامترهای فیزیکی در راستای نیمرخ عرضی نشان دهنده بالآمدن آب لایه های پایین تر به قسمتهای سطحی در نزدیکی دهانه خروجی خلیج است. نقشه افقی دمای آب حاکی از وجود تغییرات کمی در سطح خلیج است که می تواند ناشی از تغییرات روزانه در طی اندازه گیری ها باشد. تغییرات شوری در سطح افقی خیلی قابل توجه نبوده بجز یک ناحیه کوچک در قسمت جنوبی خلیج که کمی شوری آن کمتر بوده است. نمودار TSD نمایش دهنده این واقعیت است که گستره تغییرات دما، شوری و چگالی داده های برداشت شده، محدود بوده و عمدتاً در حد ۲ واحد در هر محور (محورهای عمودی و افقی نمودار) بوده است. در مجموع به نظر می رسد کمی شوری آب خلیج بیشتر بوده است. این موضوع که دادها دارای گستردگی زیادی نیست و تعداد خطوط چگالی زیادی را در نمودار TSD قطع نکرده است نشان می دهد که لایه بندی ستون آب در خلیج خیلی قوی نبوده است.

تغییرات پارامترهای فیزیکی آب خلیج گرگان در راستای مقطع عرضی در نزدیکی دهانه خروجی آن در ماه فوریه در نمودار شکل (۶) ارائه شده است. در زمان اندازه گیری های مرحله دوم گرادیان عمودی دمایی تقریباً حدود ۱ درجه سانتیگراد بوده است. خطوط هم شوری عمدتاً عمودی بوده که دامنه تغییرات آن از ۱۵/۹ تا ۱۵/۶ به ثبت رسیده است. باتوجه به خطوط عمودی شوری و چگالی در نمودار شکل (۶) و همچنین ساختار عمودی ارائه شده می توان نتیجه گرفت که در زمان اندازه گیری ماه فوریه تقریباً آب دریا دارای یکنواختی نسبی بوده است و تغییرات کمی هم که مشاهده شده است به دلیل تغییرات روزانه پارامتر دمای آب خلیج بوده است. شوری و چگالی با نزدیک شدن به دهانه خروجی خلیج که دارای عمق بیشتری بوده، کمی افزایش داشته است. ساختار فیزیکی ستون آب نشان داده شده در نمودار شکل (۶) حاکی از تغییرات کم پارامترهای مختلف فیزیکی آب در منطقه بوده است. همانطور که در نمودار مذکور مشاهده می شود تغییرات چگالی به پارامتر دما همبستگی قابل ملاحظه ای داشته است. تغییرات عمودی شوری در عمیق ترین ایستگاه اندازه گیری تقریباً ناچیز بوده است. در نمودار شکل (۷) تغییرات افقی دمای آب خلیج را در بهمن ماه (فصل سرد) با گرادیان افقی کم ناشی از

بنابراین لازم است به منظور دستیابی به اعداد دقیق، ضرایب تصحیح در روابط و نحوه محاسبه پارامترهای شوری و چگالی مورد استفاده قرار گیرند. چندین رابطه حاصل از مطالعات آزمایشگاهی، تجربی و شیمیایی برای محاسبه شوری و چگالی آب دریا وجود دارد. اندازه گیری های آزمایشگاهی را با استفاده از چندین نمونه آب برداشت شده از سطح دریا در نزدیکی بندر نوشهر در بخش جنوبی دریای خزر انجام دادند و روابطی را ارائه نمودند. در راستای تکمیل و تدقیق روابط فوق، پیترو و همکارانش (۲۰۰۰) با استفاده از داده های برداشت شده از دریای خزر توسط سازمان انرژی اتمی روابطی را برای کالیبراسیون مقادیر داده های شوری و چگالی آب دریای خزر را ارائه کردند [۲۳] که در روابط (۱) و (۲) آورده شده است. در تحقیق حاضر نیز از روابط (۱) و (۲) که دقیق تر از موارد قبلی بیان گردیده، استفاده شده است.

$$S_{Caspian} = 1.1017 S_{CTD} \quad (1)$$

$$\rho_{Solution}(T, S, p) = \rho_{Sea}(T, 0, p) + f(T, p)(\rho_{Sea}(T, S, p) - \rho_{Sea}(T, 0, p)) \quad (2)$$

که در آن $\rho_{Sea}(T, S, P)$ چگالی آب در فرمول های یونسکو با جای گذاری دما، شوری و فشار اندازه گیری شده درجا (in situ) است و $f(T, p)$ ضریب تصحیح است. $\rho_{Sea}(T, 0, P)$ چگالی آب با استفاده از فرمول های یونسکو و با استفاده از اندازه گیری های دما و فشار و با احتساب شوری صفر است.

۴- نتایج و بحث

۴-۱- تغییرات پارامترهای فیزیکی

نتایج اندازه گیری های میدانی در خلیج گرگان در فصول گرم و سرد سال به صورت نمودارهای مختلف ارائه شده است. نیمرخ عرضی و عمودی دما، شوری و چگالی در نواحی نزدیک دهانه آبراه واصل بین دریا و خلیج گرگان در ماه می در شکل (۲) مشاهده می شود. در آن زمان دمای آب بین ۲۸ و ۲۶ درجه سانتیگراد بوده است. شوری آب خلیج در زمان اندازه گیری قابل ملاحظه و حول عدد ۱۳ واحد در تغییر بوده است. مقایسه نمودار چگالی و نمودارهای دما و شوری نشان می دهد که هردو پارامتر در تغییرات چگالی تاثیر قابل توجهی داشته است. نیمرخ عمودی پارامترهای دما، شوری و چگالی نشان دهنده یک لایه بندی ضعیف در

موجود در خلیج بستگی دارد. برپایه داده‌ها، دامنه تغییرات دمای آب سطحی در فصل گرم بیش از ۲۸ درجه در سطح تا کمتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد در نزدیکی بستر اندازه‌گیری شد. در حالیکه در فصل سرد دمای آب سطحی ۱۲/۲۵ درجه سانتی‌گراد بوده، که به عدد کمتر از ۱۰ درجه در نزدیکی بستر رسیده است.

نمودارهای دما- شوری- چگالی ترسیم شده بر روی داده‌های برداشت شده حاکی از دامنه کم تغییرات پارامترهای فیزیکی آب خلیج در هر دو زمان اندازه‌گیری در فصول گرم و سرد سال است. اثری از لایه بندی سه گانه و قوی در ستون آب کم عمق خلیج مشاهده نمی‌شود. البته از تغییرات عمودی ناشی از اثرات روزانه نمی‌توان چشم پوشی نمود. مطالعه بر روی ساختار فیزیکی و نحوه تغییرات پارامترهای دما، شوری و چگالی نشان داد که موارد مذکور در مقام مقایسه بین تالابها و آبهای محدود شده در کرانه جنوبی دریای خزر به نوعی منحصر بفرد است. براساس تجربیات و مطالعات انجام شده توسط مؤلف می‌توان اذعان نمود، این چنین رفتاری در دیگر محدوده‌های آبی بسته جنوب دریای خزر مشاهده نمی‌شود. بین منشاء ورودی آب شیرین رودخانه ای و رسوبات شور انتهایی غربی خلیج، منابع شورکننده رسوبات فرایند غالب را دارند. این نتیجه به خوبی از نقشه گرادیان افقی شوری در هر دو مرحله مشهود است.

۴-۲- تغییرات پارامترهای شیمیایی

تغییرات افقی پارامترهای اکسیژن محلول و اشباع، pH و کلروفیل-آ در آب خلیج گرگان در تیرماه (فصل گرم) در نمودارهای شکل (۱۰) ارائه شده است. داده‌های اندازه‌گیری شده توسط سنسور اکسیژن به خوبی نشان می‌دهد که دامنه تغییرات میزان محلول اکسیژن در شاخص فصل گرم عمدتاً از ۷ تا ۸ میلی گرم بر لیتر بوده است و تنها در انتهای خلیج مقادیر بیشتری ثبت شده است. درصد اشباع اکسیژن تقریباً ثابت و ۱۰۰٪ بوده است. این مهم نشان می‌دهد که اکسیژن محلول موجود در آن زمان برای جانداران و آبزیان تقریباً مناسب بوده است. میزان pH آب خلیج در تیرماه عمدتاً حول عدد ۸/۵ ثبت شده و تنها در قسمت کوچکی در بخش جنوبی خلیج تغییراتی را نشان داده است که می‌تواند ناشی از عوامل خارجی بوده است. نمودار ترسیم شده براساس داده‌های اندازه‌گیری شده برای کلروفیل-آ

تغییرات دمایی روزانه مشاهده می‌شود. نمودار تغییرات افقی شوری ارائه شده در شکل (۸) نمایانگر تغییرات حدود ۱/۵ واحدی در سطح خلیج است. با نزدیک شدن به دهانه خروجی شوری آب سطحی هم بیشتر شده است. داده‌های برداشت و ارائه شده در نمودار دما-شوری-چگالی بهمین ماه در مقایسه با داده‌های نمودار دما-شوری-چگالی تیرماه دارای پراکندگی بیشتری است. دامنه شوری آن نیز بیش از مقادیر شوری آب دریا در فصل گرم بوده است. دامنه دمایی آن تقریباً بین ۱۰/۵ تا ۱۱/۵ درجه بوده است. اطلاعات آماری مربوط به داده‌های برداشت شده در عملیات‌های میدانی در جدول (۲) ارائه شده است. همچنین جزئیات اطلاعات مربوط به هریک از ایستگاه‌های اندازه‌گیری و اطلاعات برداشت شده در آن در جدول (۳) ارائه شده است. موارد ارائه شده به خوبی تغییرات پارامترهای مذکور را در زمان‌های اندازه‌گیری نشان می‌دهد.

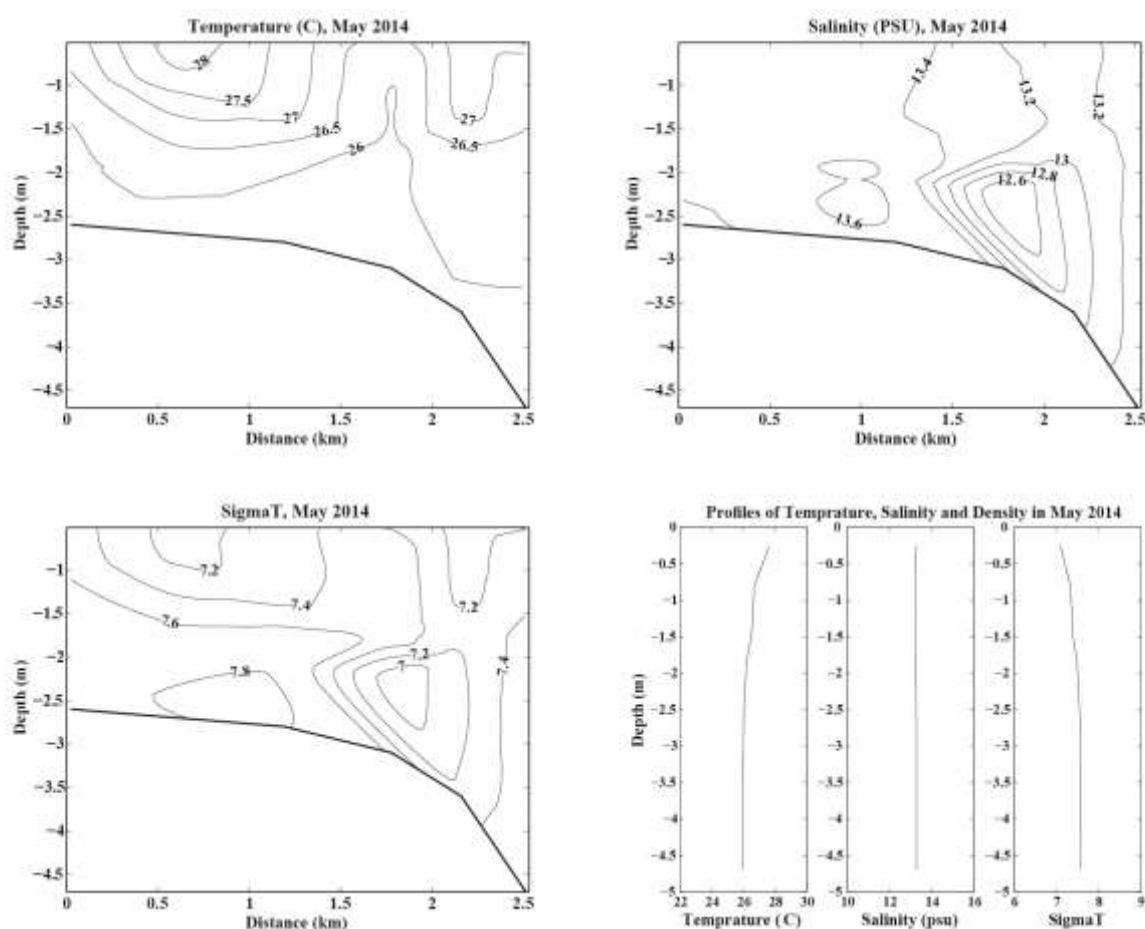
به منظور بررسی و مطالعه هر چه دقیق‌تر و رسیدن به اهداف مورد نظر تحقیق، ایستگاه‌های اندازه‌گیری به گونه‌ای انتخاب شدند که، داده‌های مورد نظر تقریباً از همه بخشهای خلیج برداشت گردد. تجزیه و تحلیل داده‌های برداشت شده به وضوح تغییرات افقی و عمودی پارامترهای فیزیکی نظیر دما، شوری و چگالی آب دریا را در لایه‌های مختلف نشان داده و ساختار فیزیکی ستون آب را ارائه نمود. داده برداری‌های انجام شده به نوعی عملیات هیدروگرافی نیز محسوب می‌گردد و اطلاعاتی راجع به تغییرات بستر خلیج نیز ارائه نموده است. ایستگاه‌های نزدیک دهانه کانال ارتباطی با دریا در بخش شرقی خلیج دارای عمق بیشتری بود و هرچه به سمت انتهایی بسته آن در بخش غربی نزدیک می‌شود از عمق خلیج کاسته شده است. این مهم می‌تواند به دلیل نحوه گردش و تغییرات سطح آب خلیج، ساختار خط ساحلی و نحوه رسوبگذاری بستگی دارد.

جداول ارائه شده نشان داد که میانگین شوری آب خلیج در فصل سرد سال بیشتر از فصل گرم بوده است که می‌تواند به علت تراز سطح آب و اثرگذاری نمک موجود در رسوبات بر شوری آب باشد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که به علت عمق کم خلیج لایه‌بندی محسوسی در ساختار عمودی آن تشکیل نمی‌گردد، و تنها تغییرات روزانه دمایی از سطح تا نیمه ستون آب در بخشهای عمیق‌تر مشاهده می‌شود، که بیشتر یکنواختی و اختلاط آن به وزش باد و جریان‌ات آب

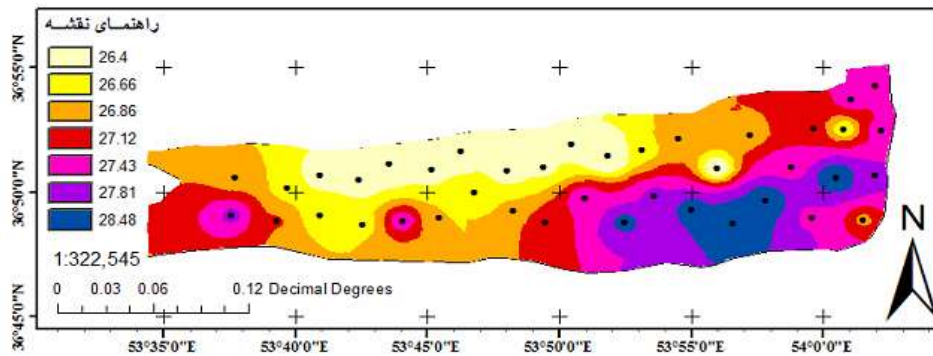
ثبت شده در فصل گرم بوده است. به طور تقریبی نواحی جنوبی خلیج که دارای جریانات بیشتری بوده و به نظر می‌رسد گردش آب در آن بخش قویتر بوده، درصد اشباع و غلظتهای اکسیژن محلول در آن بیشتر بوده است. سیستم تهویه زمستانی در آبهای کم عمق ساحلی دریای خزر و خلیج گرگان و همچنین قوی شدن فرایندهای تغییر و تحرک لایه های آب باعث افزایش میزان اکسیژن محلول مورد نیاز اکسیداسیون مواد آلی میشود. میزان pH آب خلیج تا حد زیادی به عوامل رسوبی و رودخانه‌های ورودی به خلیج بستگی داشته است. تغییرات افقی pH در مجموع حدود نیم واحد به ثبت رسیده است. در برخی موارد مقادیر مربوط به تیرماه تحت تاثیر اثرات تخلیه رودخانه ها و حجم فتوسنتز فیتوپلانکتون‌ها است. در فصل سرد که فرایندهای اکسیداسیون حاکم است بر فرایندهای تولیدکننده است و آب دریای خزر با دی‌اکسیدکربن آزاد غنی می‌شود که باعث کاهش مقدار pH می‌شود یعنی آب خاصیت اسیدی می‌یابد.

نمایی جالب و معنادار از تغییرات این فاکتور نشان می‌دهد. در بخش شمالی آب خلیج و در نواحی نزدیک به شبه جزیره میانکاله تغییرات افقی کلروفیل-آ از ۰/۱ تا ۱ میلی‌گرم برمترمکعب ثبت شده است. درحالیکه غلظت‌های این پارامتر در بخشهای جنوب شرقی تقریباً ناچیز و نزدیک به صفر بوده است. در مجموع مواد مغذی کلروفیل در کل خلیج خیلی قابل ملاحظه نبوده است. مقایسه نمودارهای ترسیم شده براساس داده‌های اندازه‌گیری شده در تیرماه و بهمن‌ماه نیز می‌تواند در افزایش اطلاعات بدست آمده از منطقه خلیج گرگان موثر باشد.

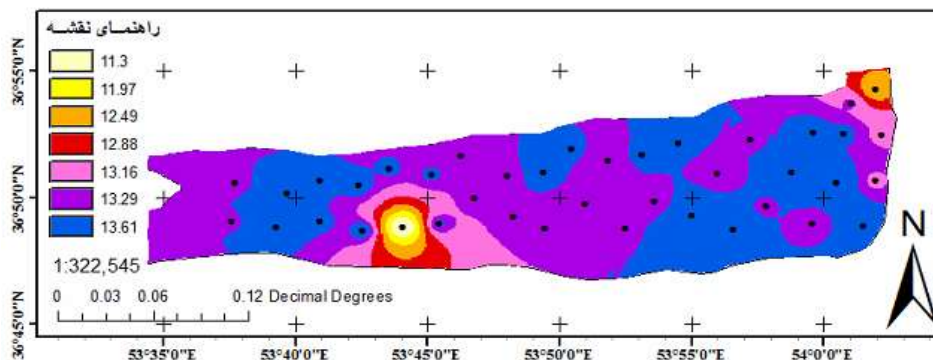
تغییرات افقی پارامترهای اکسیژن محلول و اشباع، pH و کلروفیل-آ در آب خلیج گرگان در بهمن ماه (فصل سرد) در نمودارهای شکل (۱۱) ارائه شده است. تغییرات اکسیژن محلول در بهمن ماه در خلیج از ۶ تا ۷/۵ میلی‌گرم بر لیتر بوده است. در فصل سرد تغییرات افقی بیش از فصل گرم بوده است. در بهمن ماه میزان اشباع کمتر از اندازه‌گیریهای



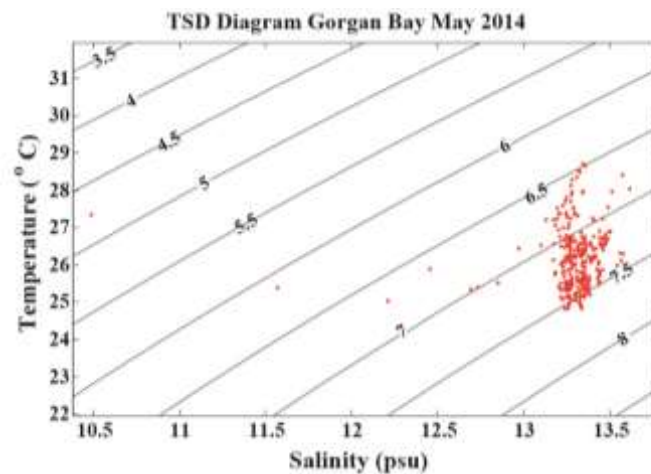
شکل (۲) نیمرخ عرضی و پارامترهای دما، شوری و چگالی آب خلیج گرگان در خردادماه ۱۳۹۳.



شکل (۳) تغییرات افقی دمای آب خلیج گرگان خردادماه ۱۳۹۳.



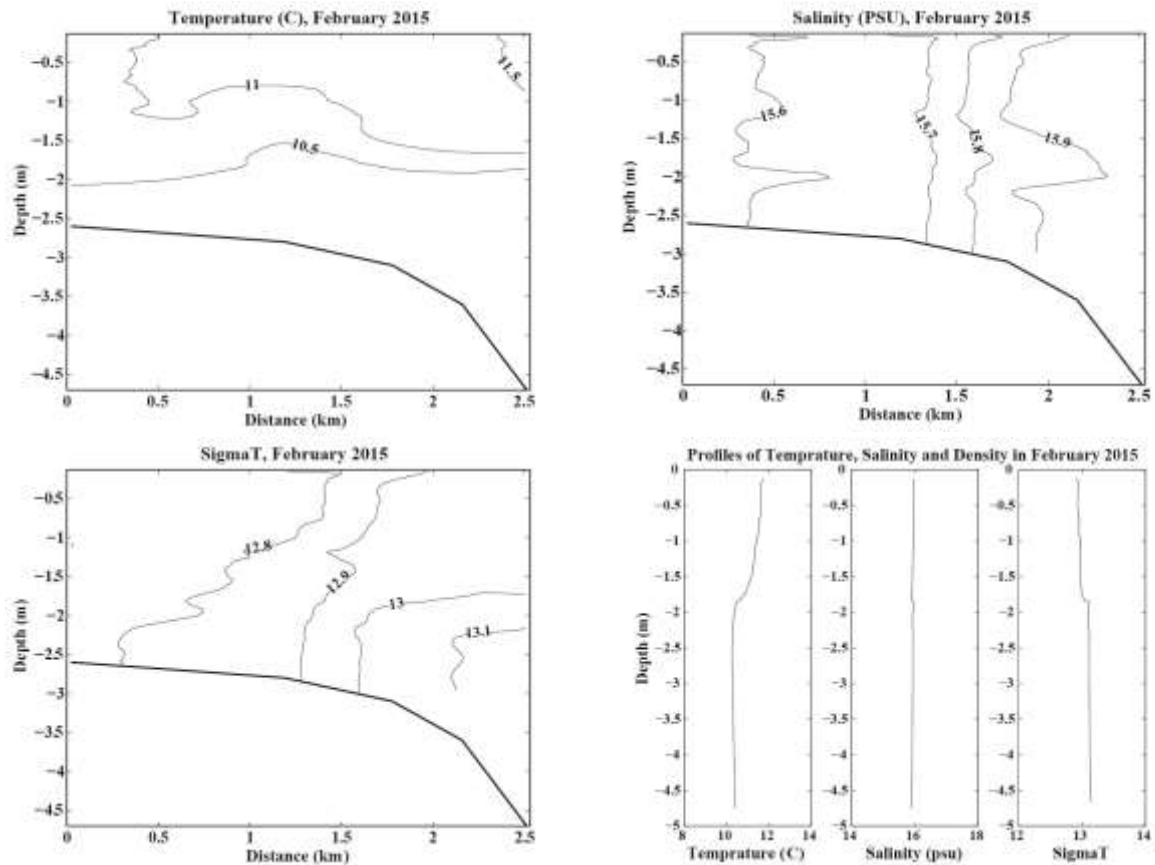
شکل (۴) تغییرات افقی شوری آب خلیج گرگان خردادماه ۱۳۹۳.



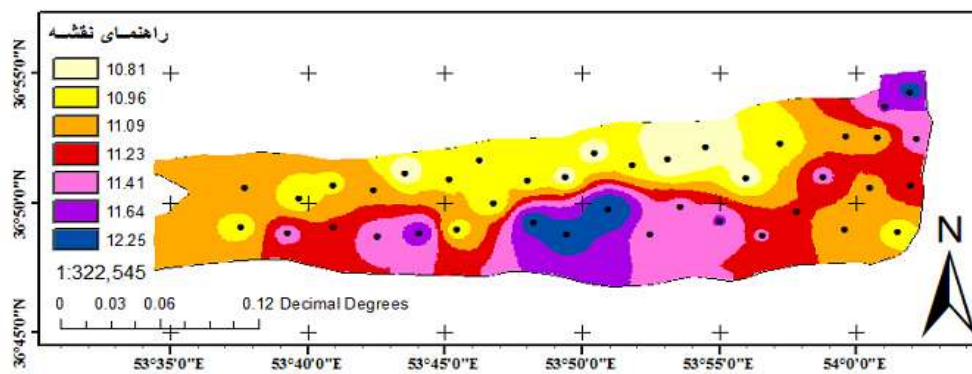
شکل (۵) نمودار TSD دیگرام تمام داده‌های فیزیکی اندازه‌گیری شده خلیج گرگان در خردادماه ۱۳۹۳.

مقادیر کلروفیل در بهمن‌ماه به دلیل تلاطم و جریان ناشی از بادهای زمستانی در منطقه که باعث جدا شدن و بالا آمدن مواد مغذی و نیتراتها از لایه بستر و پراکنده شدن آن در ستون آب خلیج باشد. با مقایسه مقادیر کلروفیل-آ موجود در خلیج میتوان چنین نتیجه گرفت که از نظر تولید محصول نسبت به دیگر مناطق دریای خزر از میزان کمی برخوردار است که میتواند به علت کمی عمق خلیج و عناصر و ترکیبات موجود در ورودی‌های آب رودخانه‌ها باشد.

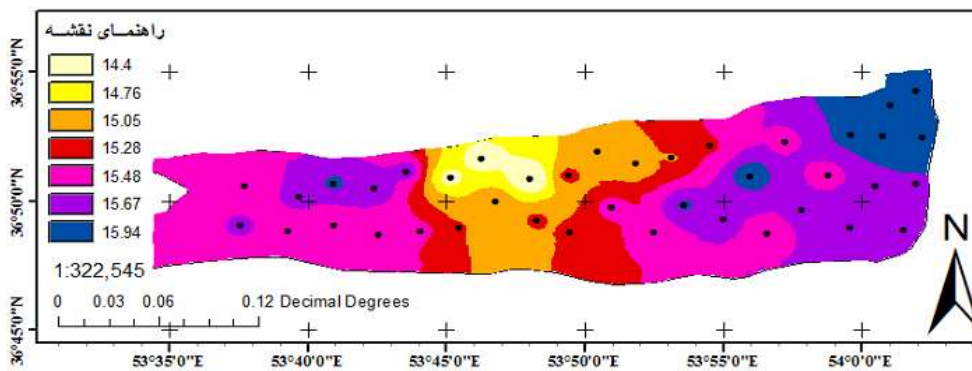
افزایش مقادیر pH در فصل گرم در دریای خزر معمولاً به دلیل افزایش درجه حرارت آب دریاست. میانگین غلظت کلروفیل-آ موجود در تراز افقی خلیج در بهمن‌ماه بیش از مقادیر ثبت شده در تیرماه به نظر میرسد. در فصل سرد مقادیر غلظت کلروفیل در بخشهای شمالی خلیج عمدتاً کمتر از عدد ۱ میلی‌گرم بر مترمکعب بوده و در بخشهای جنوبی خلیج به مقدار بیش از ۲/۵ میلی‌گرم بر مترمکعب هم رسیده است. شاید بتوان به این نتیجه رسید که افزایش



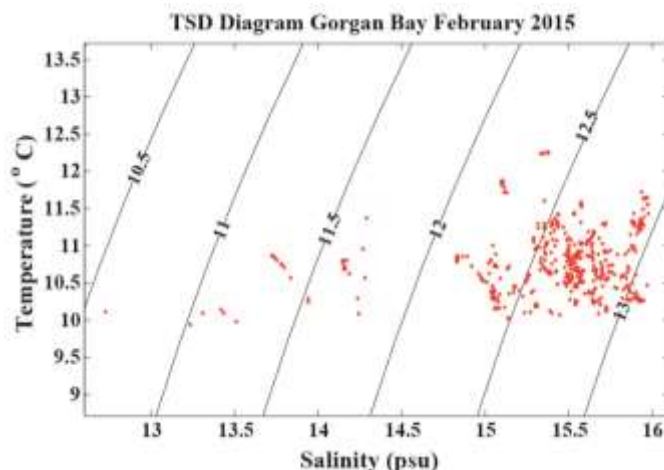
شکل (۶) نیمرخ عرضی و عمودی پارامترهای دما، شوری و چگالی آب خلیج گرگان در بهمن ماه ۱۳۹۳.



شکل (۷) تغییرات افقی دمای آب خلیج گرگان بهمن ماه ۱۳۹۳.



شکل (۸) تغییرات افقی شوری آب خلیج گرگان در بهمن ماه ۱۳۹۳.



شکل (۹) نمودار TSD دیاگرام تمام داده‌های فیزیکی اندازه‌گیری شده خلیج گرگان در بهمن ماه ۱۳۹۳.

۵- نتیجه‌گیری

افقی مشخصات آب خلیج قرار گرفت. باتوجه به وسعت خلیج و همجواری آن با شبه جزیره میانکاله و تخلیه چند رود محلی در بخش جنوبی آن، در برخی موارد فاکتورهای فوق باعث تغییرات ملموسی در رژیم طبیعی آب خلیج شده است. در سالهای اخیر با کاهش چشمگیر سطح تراز آب دریا و به دنبال آن کم شدن مساحت و تراز آب خلیج گرگان تغییراتی در رژیم طبیعی آب و ساختار خلیج ایجاد شده است.

پارامترهای مختلف فیزیکوشیمیایی آب خلیج گرگان در دو مرحله در دو زمان (۴ خرداد و ۱۸ بهمن ۱۳۹۳) به عنوان شاخص فصول گرم و سرد سال مورد مطالعه قرار گرفت. پارامترهای مورد مطالعه شامل دما، شوری، چگالی، اکسیژن محلول و اشباع، pH و کلروفیل-آ است. باتوجه به کم عمق بودن خلیج تغییرات عمودی پارامترهای مذکور خیلی محسوس نبوده است. بنابراین بیشترین تمرکز بر تغییرات

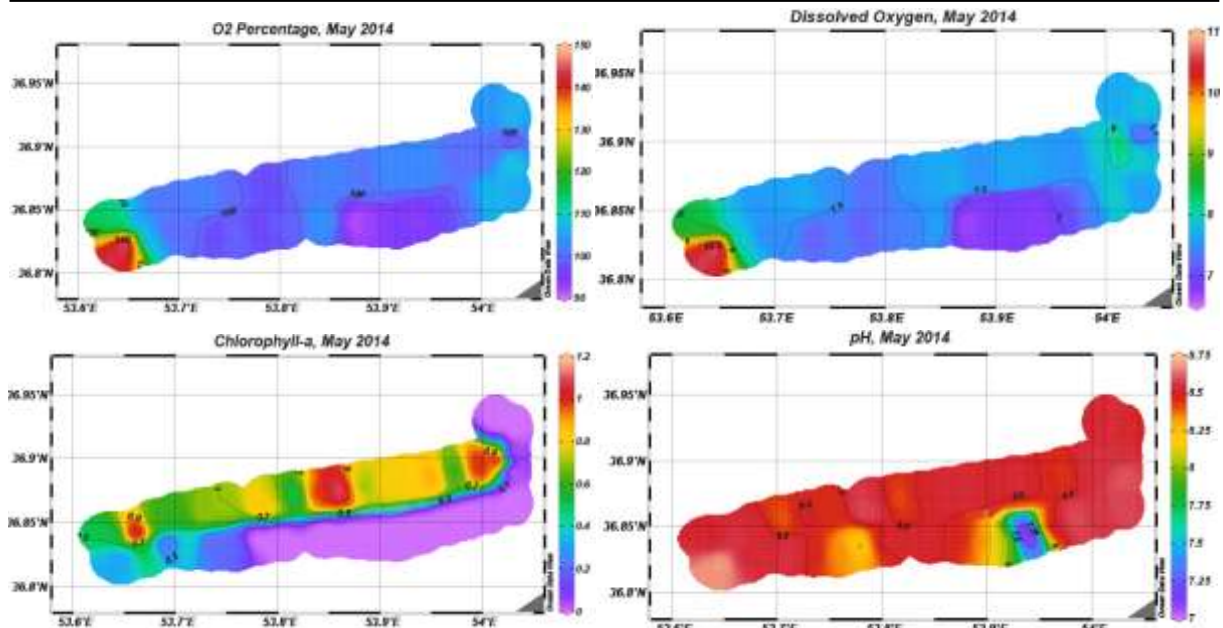
جدول (۲) اطلاعات آماری برای تمام داده‌های فیزیکی اندازه‌گیری شده در دو فصل گرم و سرد.

No.	Season	Max. Temp.	Min. Temp.	Mean Temp.	St. Dev. Temp.	Max. Sal.	Min. Sal.	Mean Sal.	St. Dev. Sal.
1	Warm	28.71	24.82	26.2	0.77	13.61	11.57	13.3	0.22
2	Cold	12.25	9.94	10.8	0.46	15.97	12.72	15.41	0.48

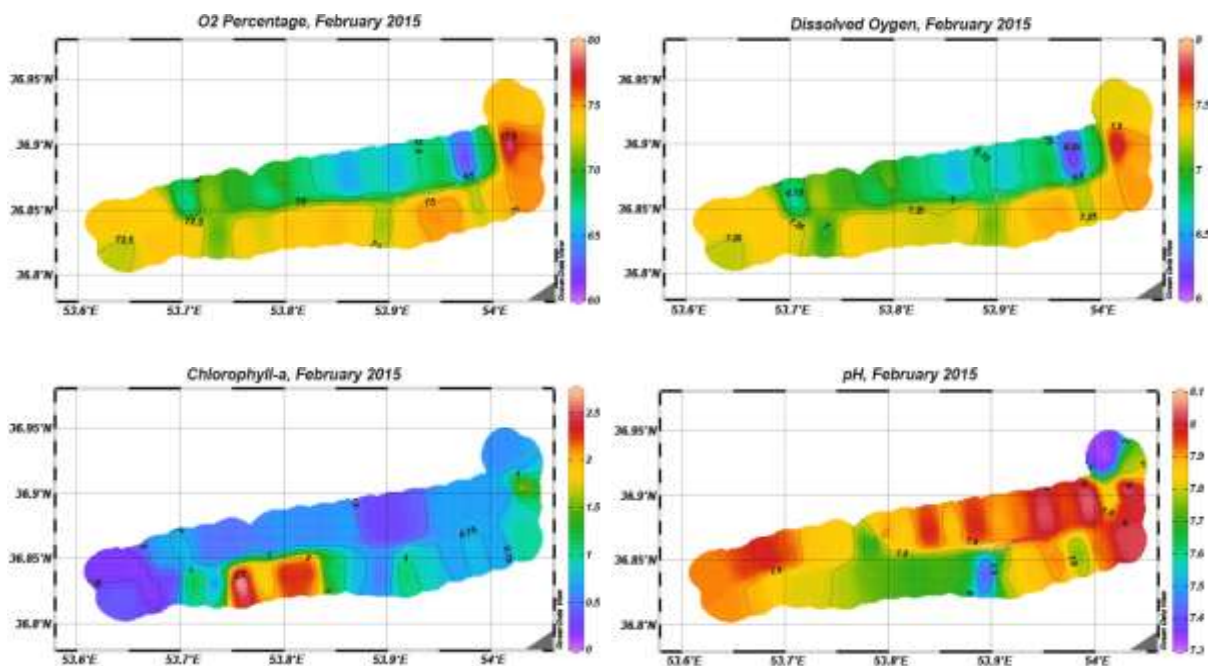
جدول (۳) جزئیات اطلاعات آماری برای تمام داده‌های فیزیکی اندازه‌گیری شده در دو فصل گرم و سرد.

Station No.	Position	Depth (m)	Max. Temp.	Min. Temp.	Warm Season		Cold Season			
					Max. Sal.	Min. Sal.	Max. Temp.	Min. Temp.	Max. Sal.	Min. Sal.
St1	N36 53 57.6 E54 01 01.9	2	26.44	25.24	13.35	13.3	11	10.27	15.88	15.5
St2	N36 53 40.3 E53 59 41.1	2.11	26.9	25.48	13.44	13.43	11.02	10.29	15.91	15.63
St3	N36 53 24.3 E53 58 21.1	1.64	27.25	25.14	13.39	13.33	11.3	10.07	15.45	15.27
St4	N36 53 09.7 E53 57 02.5	2.53	26.68	25.03	13.26	12.21	10.8	10.09	15.42	13.31
St5	N36 53 02.1 E53 55 41.4	1.91	26.13	25.13	13.24	13.17	10.71	10.57	15.86	15.81
St6	N36 52 52.2 E53 54 21.9	2.59	26.75	25.27	13.37	13.35	10.63	10.1	15.27	15.22
St7	N36 52 43.0 E53 53 01.8	2.57	26.57	24.87	13.34	13.3	10.46	10.01	15.14	15.04
St8	N36 52 32.3 E53 51 42.1	2.67	25.73	24.83	13.27	13.18	10.86	10.78	14.89	14.82
St9	N36 52 23.2 E53 50 22.9	1.87	26.28	25.34	13.37	13.32	10.72	10.15	15.08	14.91

St10	N36 52 15.9 E53 48 59.1	1.7	26.35	25.28	13.37	13.34	10.72	9.94	15.14	13.23
St11	N36 52 07.0 E53 47 39.0	2.37	26.24	25.04	13.3	13.26	10.87	10.24	13.94	13.72
St12	N36 51 55.6 E53 46 19.3	2.03	26.2	25.21	13.31	13.22	10.8	10.08	14.28	14.14
St13	N36 51 43.4 E53 45 00.1	1.43	26.32	25.84	13.34	13.3	10.95	10.21	15.55	14.26
St14	N36 51 29.5 E53 43 36.4	1.82	26.08	25.6	13.38	13.33	10.66	10.1	15.68	15.23
St15	N36 51 18.4 E53 42 16.0	1.7	26.19	25.14	13.43	13.38	11.1	10.12	15.76	15.68
St16	N36 51 00.6 E53 40 58.3	1.7	26.23	26.16	13.41	13.4	10.93	10.2	15.71	15.66
St17	N36 50 32.5 E53 39 43.1	1.19	26.58	26.57	13.38	13.37	10.82	10.51	15.52	15.5
St18	N36 50 25.4 E53 38 22.0	1.01	26.76	26.65	13.29	13.2	11.04	10.64	15.39	15.33
St19	N36 49 20.3 E53 38 53.1	0.72	27.58	27.52	13.29	13.22	10.9	10.45	15.5	15.47
St20	N36 49 35.5 E53 40 11.7	1	26.88	26.87	13.5	13.49	11.32	10.65	15.43	15.39
St21	N36 49 59.5 E53 41 26.5	1.6	26.55	26.52	13.47	13.36	11.1	10.18	15.39	15.29
St22	N36 49 54.3 E53 42 46.2	1.94	26.59	26.4	13.46	13.44	11.42	10.48	15.5	15.39
St23	N36 49 52.2 E53 44 06.6	2.27	27.34	26.54	13.49	13.42	11.6	10.52	15.58	15.35
St24	N36 49 51.5 E53 45 29.3	2.28	26.66	26.26	13.35	13.29	11	10.35	15.2	15.04
St25	N36 50 06.7 E53 46 47.5	2.63	26.63	25.57	13.28	13.21	10.8	10.29	15.05	15.01
St26	N36 50 16.6 E53 48 07.5	3.03	26.7	25.43	13.28	13.24	11.87	11.71	15.11	15.09
St27	N36 50 22.2 E53 49 30.6	3.31	27.09	25.37	13.27	13.24	11.87	11.37	15.13	14.29
St28	N36 50 27.5 E53 50 49.2	3.38	27.39	25.31	13.25	13.2	12.25	12.23	15.38	15.33
St29	N36 50 25.0 E53 52 28.6	3.41	27.95	25.34	13.29	12.69	11.32	10.87	15.47	15.32
St30	N36 50 20.3 E53 53 38.6	3.24	27.51	25.35	13.31	13.19	11.3	10.65	15.7	15.6
St31	N36 50 18.4 E53 54 58.1	3.29	28.71	25.38	13.61	11.57	11.44	10.66	15.57	15.51
St32	N36 50 35.9 E53 56 16.6	3.27	28.53	25.49	13.85	12.85	11.24	10.62	15.37	15.29
St33	N36 51 01.0 E53 57 50.3	2.95	28.28	25.41	13.34	13.2	11.1	10.59	15.5	15.48
St34	N36 51 16.2 E53 59 03.5	2.82	27.35	25.39	13.37	12.73	11.04	10.51	15.58	15.53
St35	N36 51 34.5 E54 00 20.1	2.61	26.81	25.54	13.47	13.34	10.9	10.44	15.56	15.54
St36	N36 51 59.0 E54 01 46.7	2.02	28.4	26.3	13.57	13.45	11.07	10.36	15.64	15.62
St37	N36 53 25.4 E54 01 43.9	2.15	27.54	25.98	13.56	13.41	11.19	10.23	15.65	15.63
St38	N36 54 15.8 E54 01 42.2	2.27	27.21	25.88	13.22	12.45	11.33	10.27	15.91	15.82
St39	N36 55 20.2 E54 01 47.9	2.02	27.22	26.43	13.19	12.97	11.35	10.25	15.93	15.88
St40	N36 55 44.1 E54 00 50.1	4.69	27.24	25.97	13.29	13.25	11.72	10.25	15.97	15.9



شکل (۱۰) تغییرات افقی اکسیژن محلول، اشباع، pH و کلروفیل-آ در آب خلیج گرگان در خردادماه ۱۳۹۳.



شکل (۱۱) تغییرات افقی اکسیژن محلول، اشباع، pH و کلروفیل-آ در آب خلیج گرگان در بهمن ماه ۱۳۹۳.

مقایسه یافته‌های تحقیق حاضر و نتایج حاصله از مطالعات شربتی و همکاران در سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰ [۲۴-۲۵] بر روی پارامترهای فیزیکی و هیدرودینامیکی آب حوضه شرقی بخش جنوبی دریای خزر و خلیج گرگان به خوبی نشاندهنده کاهش میزان عمق در دهانه ورودی کانال ارتباطی خلیج بوده است. این یافته مهم نشان داد که تراز آب خلیج گرگان در سالهای اخیر کاهش یافته است و این

پراکندگی پارامترهای فیزیکی بر اساس نمودار TSD در فصل سرد بیشتر ملموس است. تغییرات اکسیژن محلول در دو فصل اندازه‌گیری عمدتاً حول مقدار ۷ میلی‌گرم برلیتر به ثبت رسیده است، در حالیکه مقادیر میانگین کلروفیل در بهمن ماه کمی بیش از مقدار آن در خردادماه بوده است. مقدار ۱ میلی‌گرم برلیتر عددی است که سنسور دستگاه برای پارامتر کلروفیل-آ در فصل سرد ثبت نموده است.

- Journal of Coastal Research (JCR), Vol.50: pp.564-569, 2007.
- [5] Zonn, I. S., "Environmental Issues of the Caspian. In: Caspian Sea Environment", Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Handbook of Environmental Chemistry, Vol.5, pp.223-242, 2005.
- [۶] بشری، ل.، محمودی قرائی، م.ح.، موسوی حریمی، ر.، علیرزاده لاهیجانی، ح. مطالعه هیدروژئوشیمی و عوامل موثر بر شیمی آب خلیج گرگان. مجله اقیانوس شناسی. جلد ۵. شماره ۲۰. صفحه ۴۲-۳۱، ۱۳۹۳.
- [۷] سعید شربتی و عبدالعظیم قانقرمه، پیش یابی تاثیر روند طولانی مدت کاهش سطح آب دریای کاسپی بر حیات خلیج گرگان، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هفدهم، شماره چهار، زمستان ۱۳۹۴.
- [۸] حسین باقری، کاظم درویش بسطامی، ترانه شارمد، زهرا باقری، ارزیابی پراکنش آلودگی فلزات سنگین در خلیج گرگان، اقیانوس شناسی، سال سوم، شماره ۱۱، پاییز، صفحه ۷۲-۶۵، ۱۳۹۱.
- [۹] حمید لاهیجانی، امید حایری اردکانی، آرش شریفی، عبدالمجید نادری بنی، ۱۳۸۹: شاخصهای رسوبشناسی و ژئوشیمیایی رسوبات خلیج گرگان، اقیانوس شناسی، سال اول، شماره ۱، صفحه ۵۵-۴۵، بهار ۱۳۸۹.
- [۱۰] محمد رضا غریب رضا، احمد معتمد، حمید رحیمی پور انارکی، رسوبات و مکانیزم انتقال و رسوبگذاری در خلیج گرگان، هفتمین همایش بین المللی سواحل، بنادر و سازه های دریایی، ۷ صفحه، ۱۳۸۵.
- [۱۱] بذرافشان، ع، حاجی پورفرد، ح، امین نژاد، ب، بررسی اثرات زیست محیطی ناشی از اکتشاف و حفاری در آبهای ساحلی و فلات قاره دریای خزر در منطقه نکاء و بندرتراکم. مجموعه مقالات همایش دریا انسان توسعه. مرکز ملی اقیانوس شناسی، بابلسر، ۱۳۷۷.
- [12] Tuzhilkin, V.S., Kosarev, A. N., "Thermohaline Structure and General Circulation of the Caspian Sea Waters. In: Caspian Sea Environment". Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Handbook of Environmental Chemistry, Vol.5, pp.33-57, 2005.
- [13] IAEA (International Atomic Energy Agency), Research/Training on the Caspian Sea. Data Report 1995, Vienna, 95 p, 1996.
- [14] Nasrollahzadeh, H. S.; Din, Z. B.; Foong, S. Y.; Makhloogh, A., "Trophic Status of the Iranian Caspian Sea based on Water Quality Parameters and Phytoplankton Diversity", Continental Shelf Research, Vol. 28, pp.1153-1165, 2008.
- [15] Roohi, A., Yasin, Z., Kideys, A. E., Hawai, A. T. S., Khanari, A. G., Eker-Develi, E., "Impact of a New Invasive Ctenophore (Mnemiopsis Laiyi) on the Zooplankton Community of the Southern Caspian Sea".
- دلیلی بر کاهش میزان و حجم آب خلیج گرگان بوده است. مقایسه نتایج به وضوح نشان داد که این کاهش چشمگیر در تراز و حجم آب خلیج باعث افزایش میزان شوری و اکسیژن محلول اندازه گیری آب شده است. مقایسه نتایج این تحقیق با داده های ارائه شده توسط باقری و همکاران در گزارشهای سال ۱۳۹۱ پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی نیز به خوبی محسوس بوده است. مقایسه داده های برداشت شده در سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۳ در پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی خطای داده برداری را در حد ۰/۰۰۱ واحد بوده است. در مجموع علیرغم وسعت نه چندان زیاد آب خلیج در منطقه جنوب شرقی دریای خزر، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آن تغییرات قابل تأملی را نشان داده است که می تواند تحت تأثیر ورودی آب دریا از کانال ارتباطی، رودخانه های محلی و ساختار شیمیایی رسوبات و بستر خلیج باشد. براساس نتایج مطالعه روی میزان و دامنه پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب خلیج گرگان، این توده آبی نیمه بسته می تواند به عنوان یکی از مناطق ساحلی مناسب برای مقاصد گردشگری و شیلاتی مطرح و مورد استفاده قرار گیرد.
- ۶- تشکر و قدردانی**
- داده های استفاده شده در این تحقیق با حمایت و پشتیبانی پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی و با محوریت مرکز اقیانوس شناسی دریای خزر جمع آوری شده است. بدینوسیله از همکارانی که در اندازه گیری های میدانی همکاری نمودند قدردانی می گردد.
- ۷- منابع**
- [1] Dumont, H. J. "The Caspian Lake: History, Biota, Structure, and Function. Limnology and Oceanography", Vol.43, No.1, pp.44-52, 1998.
- [2] Kosarev, A. N., Kostianoy A. G., "Introduction. In: The Caspian Sea Environment. Springer-Verlag", Berlin, Heidelberg, Handbook of Environmental Chemistry, Vol.5: pp.1-3, 2005.
- [3] Zonn, I.S., "Economic and International Legal Dimensions. In: Caspian Sea Environment. Springer-Verlag, Berlin", Heidelberg, Handbook of Environmental Chemistry, Vol.5, pp.243-256, 2005.
- [4] Zaker, N.H.; Ghaffari, P., Jamshidi, S., "Physical Study of the Southern Coastal Waters of the Caspian Sea, off Babolsar, Mazandaran in Iran".

- Caspian Sea", *Marine Ecology*, Vol.29, pp.421-434, 2008.
- [۱۵] بایرامی، ا.، ابطحی، ب.، فرج زاده، م.، محمدی، م.، رهنما، معصومه.، حق دوست، م.، سنجش شوری و مقادیر یونهای اصلی آب در جنوب شرقی خزر. *مجله علوم دریایی ایران*. جلد ۲. شماره ۲ و ۳، صفحه ۲۷-۲۱، ۱۳۸۲.
- [۱۶] شهریاری، ع.، کبیر، م. ج.، گل فیروزی، کلثوم. وضعیت آلودگی میکروبی آب دریای خزر در خلیج گرگان. *مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان*. جلد ۱۰. شماره ۲. صفحه ۷۳-۶۳، ۱۳۸۷.
- [17] Darvish Bastami, K., Bagheri, H., Haghparast, S., Soltani, F., Hamzehpoor, A., Darvish Bastami, M., "Geochemical and Geo-Statistical Assessment of Selected Heavy Metals in the Surface Sediments of the Gorgan Bay", *Iran Marine Pollution Bulletin*, Vol.64. pp.2877-2884, 2012.
- [۱۸] طاهری، م.، سیف آبادی، ج.، یزدانی فشمی، مریم. بررسی اکولوژیکی و تغییرات سالانه جمعیت پرتاران خلیج گرگان. *مجله زیست شناسی ایران*. جلد ۲. نسخه ۲۰. صفحه ۲۹۴-۲۸۶، ۱۳۸۶.
- [۱۹] درویش بسطامی، ک.، طاهری، م.، باقری، ح.، یزدانی فشمی. م.، سلطانی. ف.، حق پرست. س.، حمزه پور. ع.، لطفی آشتیانی. م. ارتباط بین غلظت برخی فلزات سنگین در رسوبات و جمعیت ماکروبنتوزها در خلیج گرگان. *فصلنامه علمی - پژوهشی محیط زیست جانوری*. جلد ۴. شماره ۴. صفحه ۱۰۲-۹۱، ۱۳۹۱.
- [20] UNESCO, Background Papers and Supporting Data on the Practical Salinity Scale 1978. UNESCO Technical Papers in Marine Science, 1981, No.37, 1981.
- [21] UNESCO, Background Papers and Supporting Data on the International Equation of State of Sea Water 1980. UNESCO Technical Papers in Marine Science, 1981, No.38, 1981.
- [22] Peeters, F., Kipfer, R. et al., "Analysis of Deep-Water Exchange in the Caspian Sea based on Environmental Tracers". *Journal of Deep-Sea Research*, Vol.47, pp.621-654, 2000.
- [۲۳] سعید شربتی، شبیه سازی دوبعدی الگوی جریان در خلیج گرگان با استفاده از نرم افزار مایک ۲۱، *پژوهشهای حفاظت آب و خاک*، شماره ۴، صفحه ۲۴۱-۲۴۵، ۱۳۹۰.
- [۲۴] سعید شربتی، ضرورت بررسی اثرات کاهش سطح تراز آب دریای کاسپی بر وضعیت خلیج گرگان و ارائه راهکار جهت برون رفت از بحران در سالهای آتی. *بهره برداری و پرورش آبزیان*، جلد ۵، شماره ۱، ۱۳۹۵.