

# بررسی تغییرات حرارتی و اکسیژن محلول در آب

«بخش جنوبی دریای مازندران»

عبدالله ملت پرست  
کارشناس مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان  
بندر انزلی: دی ماه ۱۳۶۹

## خلاصه

دریای مازندران در بخش جنوبی از تغییرات حرارتی خاصی برخوردار می باشد و نتایج بررسیهای اخیر وضعیت حرارتی آبهای سواحل جنوبی (تا عمق ۱۰۰ متری) این دریا دو سکون گرمایی (تابستان و پاییز) و دو گردش سرمایی (زمستان - بهار) را نشان می دهد. میزان اکسیژن محلول در اعماق مختلف دریای مازندران با توجه به حداقل آن که در اعماق ۱۰۰ متری حدود ۷ میلی گرم در لیتر محاسبه گردیده، مبین تهویه مناسب آبهای طبقات مختلف دریای مازندران می باشد که طی دو گردش کامل مربوط به فصل زمستان و بهار انجام می گیرد.

## مقدمه

پیشرفت علوم دریایی و تکامل دستگاهها و ابزارهای مختلف مطالعاتی که امروزه دستیابی به مجهولات اعماق دریاها را میسر نموده است، بخش عمده ای از نوآیندهای علوم دریایی محسوب می گردد که نگرانیهای ناشی از کمبود مواد غذایی برای جوامع

بشری را تا حدودی تخفیف داده است. در چنین شرایطی بهره‌برداری از منابع آبزیان گوناگون، که در دل دریاها نهفته است، بدون بررسی‌های علمی و انجام تحقیقات مربوطه مؤثر نمی‌باشد و بی‌تردید کسب اطلاعات زیستی مجموعه حیات که در اکوسیستم دریاها منتشر می‌باشند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.

بهره‌برداری از ناس ماهیان دریای مازندران که از نوادر حیات آبزیان جهانی محسوب می‌گردند مطالعات گوناگونی را می‌طلبد که بررسی‌های لیمنولوژیک محیط زیست ماهیان مزبور اساس و پایه این مطالعات را تشکیل می‌دهد. کارشناسان تیم تحقیقاتی مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان (بندر انزلی) با درک اهمیت این تحقیقات در دریای مازندران، پس از تهیه طرح مطالعاتی مربوطه، منطقه‌ای به وسعت ۵۰ کیلومتر به موازات ساحل تا اعماق ۱۰۰ متری محدوده (بندر انزلی - بندر کیشهر) را به عنوان اولین منطقه مطالعاتی در سواحل جنوبی دریای مازندران جهت انجام بررسی‌های هیدرولوژی و هیدروبیولوژی انتخاب نمودند.

این گزارش تحلیلی، بخشی از اطلاعات به دست آمده از مطالعات مزبور می‌باشد که برای نخستین بار چگونگی تغییرات درجه حرارت و اکسیژن محلول، در آب دریای مازندران را در منطقه مطالعاتی طی فصول مختلف مورد بررسی قرار داده است.

### روش مطالعات لیمنولوژیک سواحل جنوبی دریای مازندران:

به منظور دستیابی به اطلاعاتی برای بررسی‌های علمی در مورد وضعیت لیمنولوژیک آب‌های بخش جنوبی دریای مازندران (آب‌های ساحلی جمهوری اسلامی ایران) با اجرای طرح مطالعاتی تحت عنوان «مطالعات هیدرولوژیک و هیدروبیولوژیک سواحل جنوبی دریای مازندران» توسط کارشناسان مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان (بندر انزلی) طی یک سال (مرداد ۶۸ الی شهریور ۱۳۶۹) توسط یک فروند کشتی صیادی نمونه‌برداری از ایستگاههای تعیین شده انجام گردید.

مشخصات فنی شناور به شرح زیر می‌باشد:

بدنه شناور: چوبی

طول شناور: ۱۹/۹۰ متر

عرض شناور: ۵/۲۰ متر

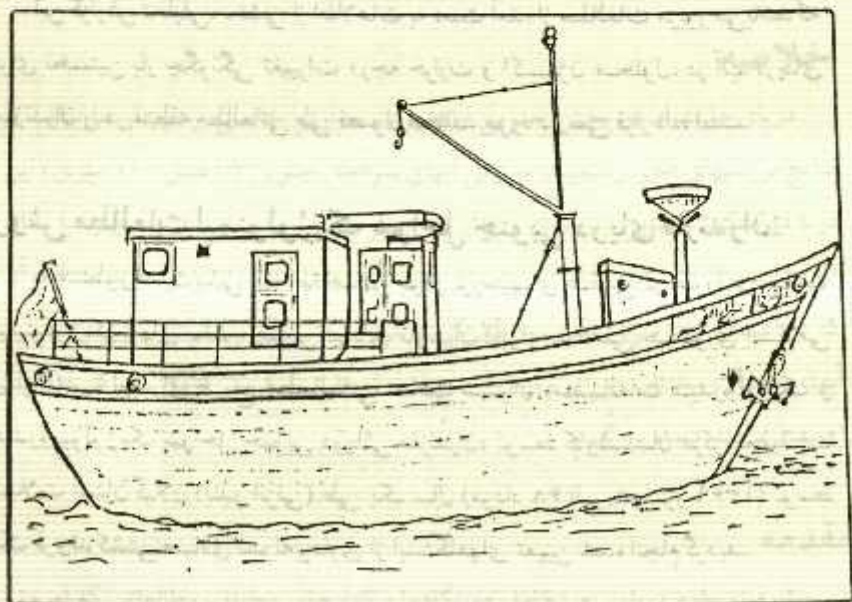
ارتفاع: ۲/۸۰ متر

ظرفیت: ۳۰ تن

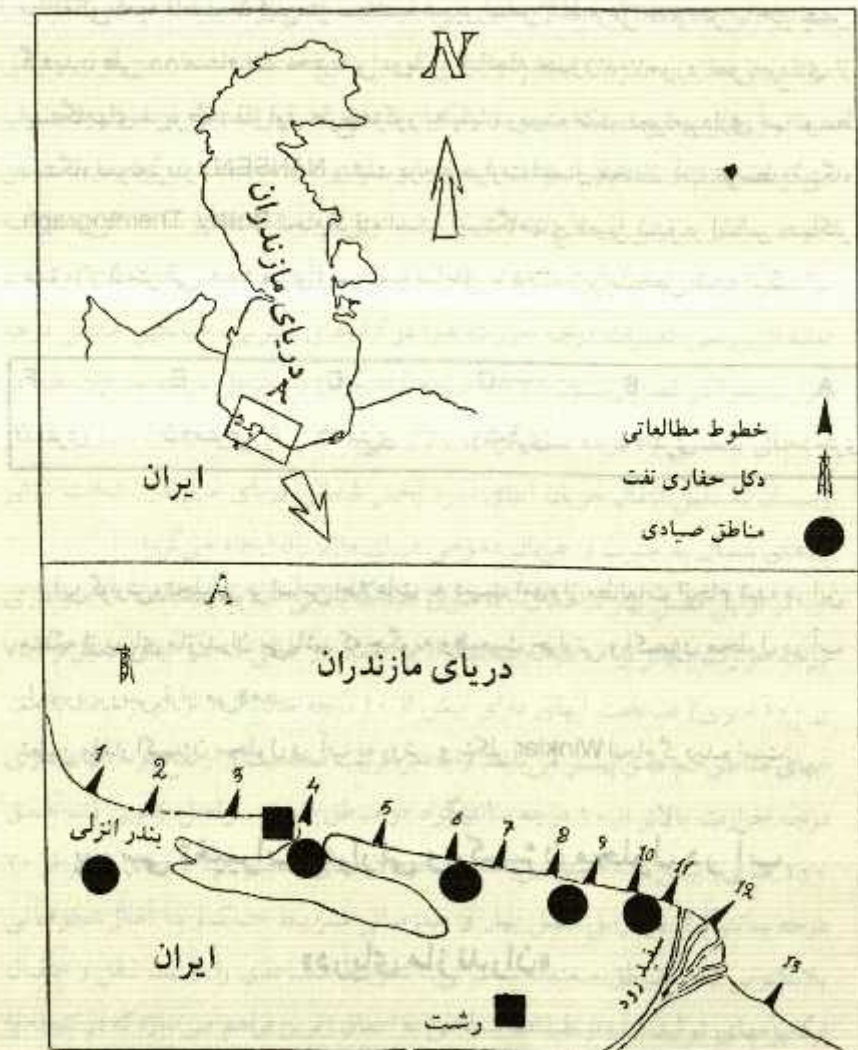
قدرت موتور: ۱۲۴ قوه اسب

این شناور صیادی مجهز به وینچ با نیروی محرک هیدرولیک می باشد که با بهره گیری از این امکانات نمونه برداری آب، پلانکتون و بشوز تا اعماق ۱۰۰ متری دریای انجام گردید.

فاز اول مطالعاتی طرح مذکور، محدوده بین دکل حقاری لغت شماره ۱ (۱۵) کیلومتری غرب بندر انزلی (۵ کیلومتری شرق دهانه رودخانه سفیدرود به طول ۵۰ کیلومتر از نوار ساحلی را شامل می گردد.



تصویر شناور تحقیقاتی، مصلح البحر ۵.



نقشه دریای مازندران و مسوئیت محدوده، مطالعاتی فاز اول طرح، مطالعات هیدرولوژیک و هیدروبیولوژیک سواحل جنوبی دریای مازندران.

نمونه برداری از اعماق ۵ - ۱۵ - ۲۵ - ۵۰ - ۷۵ و ۱۰۰ متری در امتداد ۱۳ خط مطالعاتی که به فاصله ۵ کیلومتر نسبت به هم بر اساس خط فرعی عمود بر ساحل تعیین گردیده، طی ۸۸ مسافرت تحقیقاتی دریائی و انجام حدود ۷۰۰ مورد نمونه برداری از ایستگاههای مربوطه، فاز اول طرح مزکور به پایان رسیده است. نمونه برداری آب توسط دستگاه نمونه بردار: NANSEN و ثبت درجه حرارت اعماق مختلف آب توسط دستگاه Bothy Thermograph انجام گرفته است. ایستگاههای تعیین شده بر اساس حداکثر عمق (از ۵ متر الی ۱۰۰ متری) نسبت به ساحل با علائم زیر مشخص شده است:

A	B	C	D	E	F
۱۰۰ متری	۷۵ متری	۵۰ متری	۲۵ متری	۱۵ متری	۵ متری

این گزارش، تحلیلی بر اساس اطلاعات به دست آمده از مطالعات انجام شده در این منطقه از دریای مازندران می باشد که چگونه وضعیت حرارتی و اکسیژن محلول در آب را مورد بررسی قرار می دهد.

تعیین مقدار اکسیژن محلول در آب به روش وینکلر Winkler انجام گردیده است.

## بررسی تغییرات حرارتی و اکسیژن محلول در آب

### «دریای مازندران»

در فصل زمستان که درجه حرارت آب دریای مازندران تحت تأثیر تغییرات شرایط آب و هوایی نیمکره شمالی و یخبندان سیبری تا اواخر اسفندماه کاهش می یابد، عموماً تا اواسط فصل بهار از یک شرایط هم حرارتی Iso Thermic از سطح تا عمق ۱۰۰ متری دارای درجه حرارت و نزدیک به ۱۰ درجه سانتیگراد می باشد که حداقل حرارت آب در اعماق ۱۰۰ متری تا مرز ۷ درجه سانتیگراد نقصان می یابد.

ذخیره سرمای دوران زمستانی در طبقات مختلف دریای مازندران در شرایط ایجاد هم حرارتی Iso Thermic لایه‌های آبی، اختلاف ناشی از تغییرات حجم ملکولی را مرتفع می‌سازد و همزمان ایجاد شرایط مزبور با وقوع اختلاف فشار بین هوای مناطق شمال و جنوب این دریا که منجر به تشکیل بادهای شدید زمستانی از شمال به جنوب می‌گردد، اختلاط لایه‌های مختلف آب دریای مازندران را موجب می‌گردد، و به همین جهت تعادل حرارتی از سطح تا عمق ۱۰۰ متری دریا در محدوده ۱۰ الی ۸ درجه سانتیگراد در طول فصول زمستان و بهار به وجود می‌آید. بر اساس اطلاعات به دست آمده از بررسی تغییرات درجه حرارت هوا در کرانه‌های جنوبی، میانگین حداقل درجه حرارت هوا در فصل زمستان (۷/۳۳ درجه سانتیگراد) از حداقل درجه حرارت آب در لایه‌های سطحی (۷ درجه سانتیگراد)، بالاتر می‌باشد و این اختلاف دما در فصل زمستان به دلیل انتقال جریان آبهای سرد بخش شمالی دریای مازندران تحت تاثیر بادهای شمال به جنوب و جریان عمومی دریای مازندران ایجاد می‌گردد.

در اوایل فصل بهار تا اعماق ۵۰ متری طبقات بالایی آب به ضخامت ۲۰ متر دارای درجه حرارت بالاتر از ۱۰ درجه سانتیگراد می‌باشد، در حالی که در آبهای عمیق تر (۷۵ و ۱۰۰ متری) ضخامت آبهای دارای بیش از ۱۰ درجه سانتیگراد از دو برابر ضخامت آبهای مناطق کم عمق بیشتر می‌باشد و به این ترتیب ضخامت و ارتفاع توده آبهای دارای درجه حرارت بالاتر از ۱۰ درجه سانتیگراد در مناطق عمیق سواحل جنوبی (تا عمق ۱۰۰ متری) بیش از ۴۰ متر می‌باشد. وجود لایه‌های ضخیم آب با دمای بالاتر از ۲۰ درجه سانتیگراد در اوایل فصل بهار و همزمانی شرایط حاکم با آغاز شکوفایی پلانکتونی (در مناطق معتدله شمالی)، شرایط مساعدی را جهت نقل و انتقال ارگانیسمهای تولید شده از طبقات سطحی به اعماق زیرین فراهم می‌سازد که در نتیجه با گسترش جمعیت این نوع توده‌های زنده در ستونهای مختلف آبی، توزیع متناسب اکسیژن محلول در آب در لایه‌های مختلف آب دریا تأمین می‌گردد. اکسیژن حاصل شده از فعالیت فیتوپلانکتونهای طبقات سطحی (پدیده فنوسنتز)، جابجائی عمودی طبقات آبی در طول شبانه‌روز و نیز در اثر بادهای فصلی، اکسیژن محلول در آب اعماق بیش از ۵۰ متری سواحل جنوبی دریای مازندران، در فروردین ماه از عمق تا سطح از افزایش

حدود ۲۰٪ (از ۱۰ میلی گرم در لیتر در عمق ۱۰۰ متری تا ۱۲ میلی گرم در لیتر طبقات سطحی) برخوردار می باشد که این افزایش از عمق تا سطح آب با ۰/۲٪ نسبت به هر ۱ متر ارتفاع آب افزایش می یابد.

شرایط موجود از جهت پایداری اکسیژن محلول در آبهای طبقات زیرین دریا مبین انجام تهویه سریع آبهای عمقی و افزایش فعالیت های تولیدی اکسیژن در منطقه می باشد. و نیز به دلیل فاصله زیاد ایستگاههای مزبور نسبت به ساحل (حدود ۷ مایل) که در کاهش میزان اکسیژن محلول مؤثر می باشد، تناسب بین اکسیژن محلول در آب و مصرف بیولوژیک آن توسط ارگانیزمهای حیاتی که در اعماق دریا پراکنده می باشند، محفوظ مانده و بنابراین روند تغییرات اکسیژن محلول در آب از عمق تا سطح ایستگاههای ۱۰۰ متری قابل قبول می باشد.

حال اینکه اکسیژن محلول در آب ایستگاههای نزدیک به سواحل، (اعماق کمتر از ۵۰ متر) با افزایش ۱۵٪ از عمق تا سطح از روند تغییرات وسیعتری برخوردار می باشد به طوری که افزایش میزان اکسیژن محلول در آب این ایستگاهها حدود ۰/۷٪ در هر یک متر از ستون آب می باشد. پائین بودن دمای آب در این فصل کمک مؤثری به افزایش قابلیت حلالت اکسیژن هوا در طبقات سطحی آب می نماید و نظر به اینکه اختلاف دمای آب در لایه های زیرین و بالای آب چندان زیاد نمی باشد (حدود ۲ درجه سانتیگراد) فلذا تحت تأثیر جریان باد و امکان اختلاط لایه های مختلف آب با یکدیگر، مقداری از اکسیژن ذخیره شده در آبهای لایه های سطحی به طبقات زیرین منتقل می گردد. میانگین اکسیژن محلول در آب در فروردین ماه تا عمق ۱۰۰ متری (حدود ۱۰ میلی گرم در لیتر) حاکی از وجود قابلیت های شرایط زیستی اعماق سواحل جنوبی دریای مازندران در آغاز فصل بهار که مصادف با افزایش فعالیت های تغذیه و رشد آبزیان می باشد، شرایط مساعدی را از نظر تأمین نیازهای تنفسی جهت رشد و نمو ارگانیزمهای گوناگون فراهم می سازد.

تغییرات مقدار اکسیژن محلول در آب طی ماههای فروردین - اردیبهشت و خرداد، همچنان از حد قابل قبولی برخوردار بوده، لیکن میانگین اکسیژن محلول در آب در عمق ۱۰۰ متری در اواخر فصل بهار حدود ۵٪ نسبت به فروردین ماه کاهش نشان می دهد، در

حالی که در این هنگام حداقل میزان اکسیژن محلول در آب‌های صمقی حدود ۳۰٪ نسبت به حداقل اکسیژن محلول در آب نسبت به فروردین ماه کاهش می‌یابد، که این تغییرات به دلیل مصرف اکسیژن محلول در آب جهت انجام فعالیت‌های زیستی موجودات کفزی و سایر نیازمندیهای بیولوژیک می‌باشد. عدم انتقال اکسیژن ذخیره شده در لایه‌های سطحی به دلیل ایجاد اختلاف حرارت بین طبقات زیرین و بالایی آب در اواخر فصل بهار و آغاز شرایط سکون تابستانی و پدیده Thermic Line، اختلاط لایه‌های آبی تا حداکثر عمق دریا میسر نمی‌گردد.

پایداری مقدار اکسیژن محلول در آب تا حد ۱۰ میلی‌گرم در لیتر تا اعماق (۵۰ - ۴۰ متری) به دلیل امکان انتقال بخشی از اکسیژن ذخیره شده در لایه‌های سطحی به طبقات زیرین می‌باشد که به این ترتیب تعادل بین مصرف و تولید اکسیژن محلول در آب در محدوده Thermic Line با ایجاد منطقه کمربند جبران Compensation Line در طبقات میانی آب دریا تأمین می‌گردد، وضعیت موجود، کمک مؤثری به بهبود شرایط زیستی ارگانیسمهای حیاتی طبقات زیرین می‌نماید. مقایسه انجام شده بین اکسیژن محلول در آب دریای مازندران با میزان حلالیت اکسیژن اشباع شده در حد طبیعی آبهای دارای حدود ۵۰۰۰ p.p.m (دریای مازندران از نظر مقدار، کلورهاها در این گروه قرار می‌گیرد)، نشان می‌دهد که در شرایط فعلی مناطق جنوبی دریای مازندران بیش از ۹۰٪ اکسیژن محلول در آب را نسبت به حد اشباع طبیعی اکسیژن محلول، دارا می‌باشد، که این امر مبین وضعیت مساعد اکسیژن‌گیری و انجام نهویه در آبهای سواحل ایران می‌باشد. عدم وجود منابع آلوده‌کننده با اهمیت در سواحل ایران از عوامل مهم این پدیده محسوب می‌گردد.

پیدایش شکست حرارتی Thermic Line که اواخر فصل بهار در اعماق ۱۵ - ۲۰ متری پدید می‌آید، موجب انتقال انرژی حاصل از انتشار و جذب نور خورشید در منطقه شفافیت آب (Sechi Disk) می‌گردد که در چنین شرایطی امکانات مساعدی از نظر حجم آب مورد نیاز جهت جابجائی تولیدات اولیه پدید آمده در لایه‌های سطحی به طبقات زیرین فراهم نمی‌گردد. وجود املاح مناسب و نور کافی در این بخش از طبقات آبی جهت تشکیل تولیدات اولیه بسیار سودمند می‌باشد. پایداری مرز حرارتی در

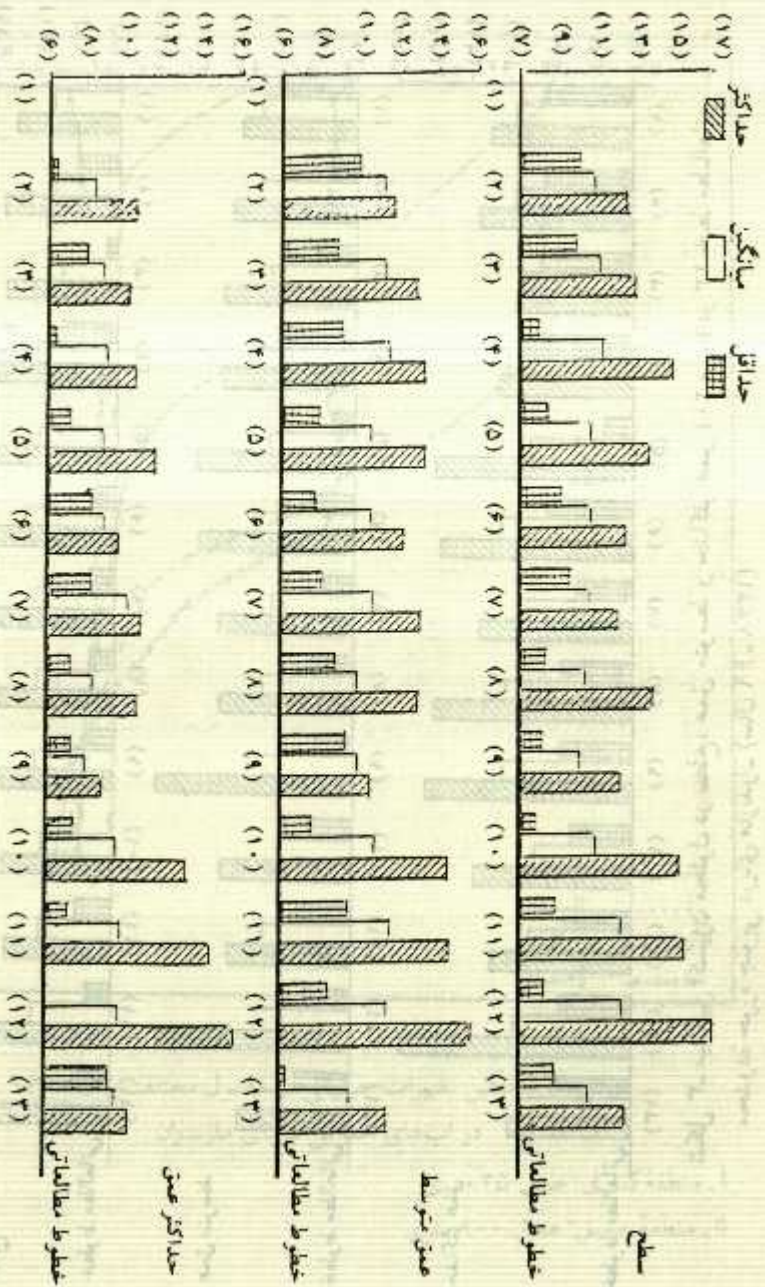


طبقاتی آب که از اوایل فصل تابستان در عمق ۱۵ - ۲۰ متری ایجاد می‌گردد، طی فصل تابستان تا اوایل پائیز تا عمق ۴۰ متری دریا گسترش می‌یابد و به این ترتیب لایه‌های وسیعتری از آب دریا تحت تأثیر انرژی کسب شده از خورشید، گرم می‌گردد و در نتیجه میدان تحرک تولیدات اولیه (پلانکتونها) افزایش می‌یابد.

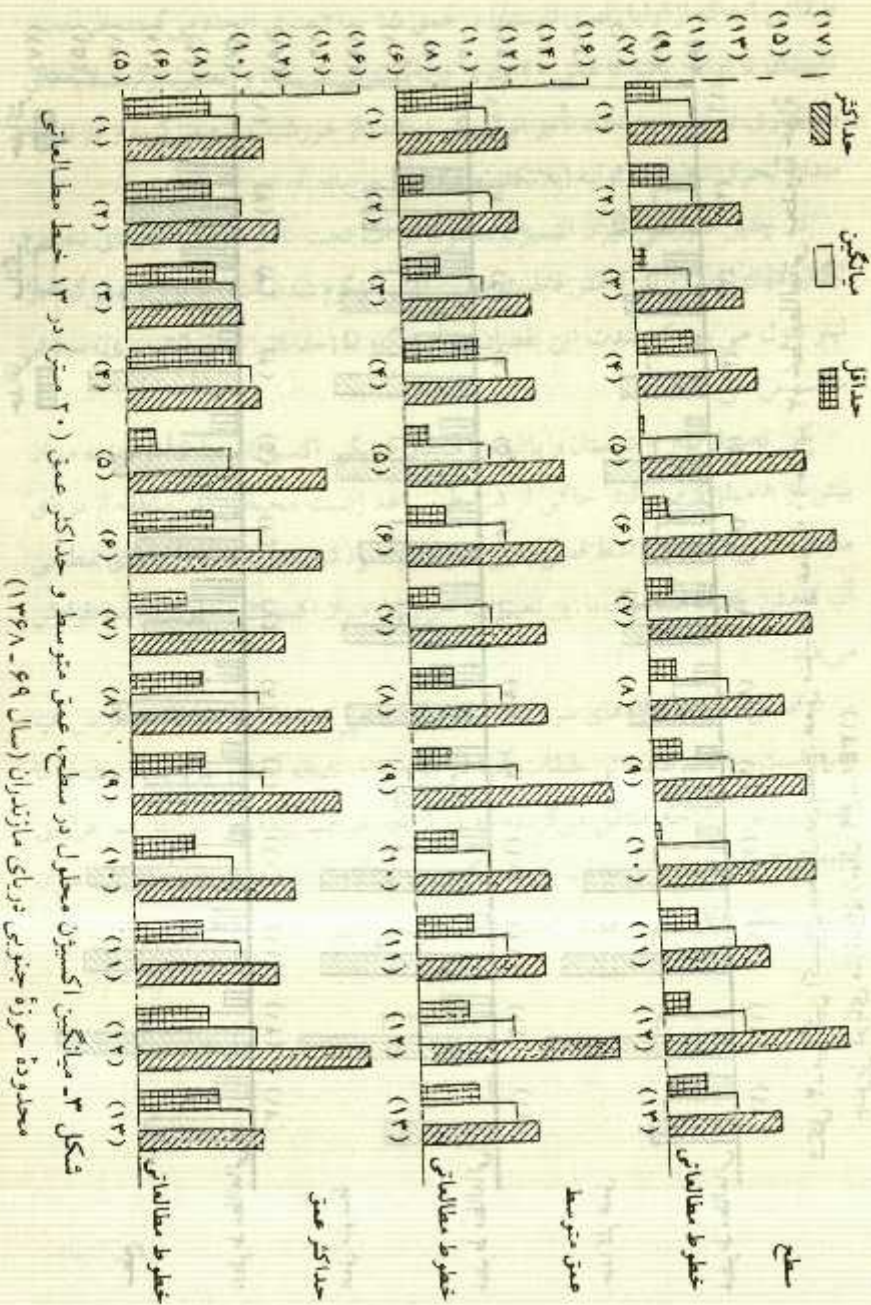
در چنین شرایطی میزان اکسیژن محلول در آب تحت تأثیر افزایش نیازهای تنفسی ارگانیزمهای زنده و نیز کاهش قابلیت جذب ناشی از گرم شدن آب، تا مرز ۷ میلی‌گرم در لیتر تنزل می‌یابد که شدت این نقصان در ایستگاه D (حداکثر عمق ۲۵ متری) بیشتر محسوس می‌باشد.

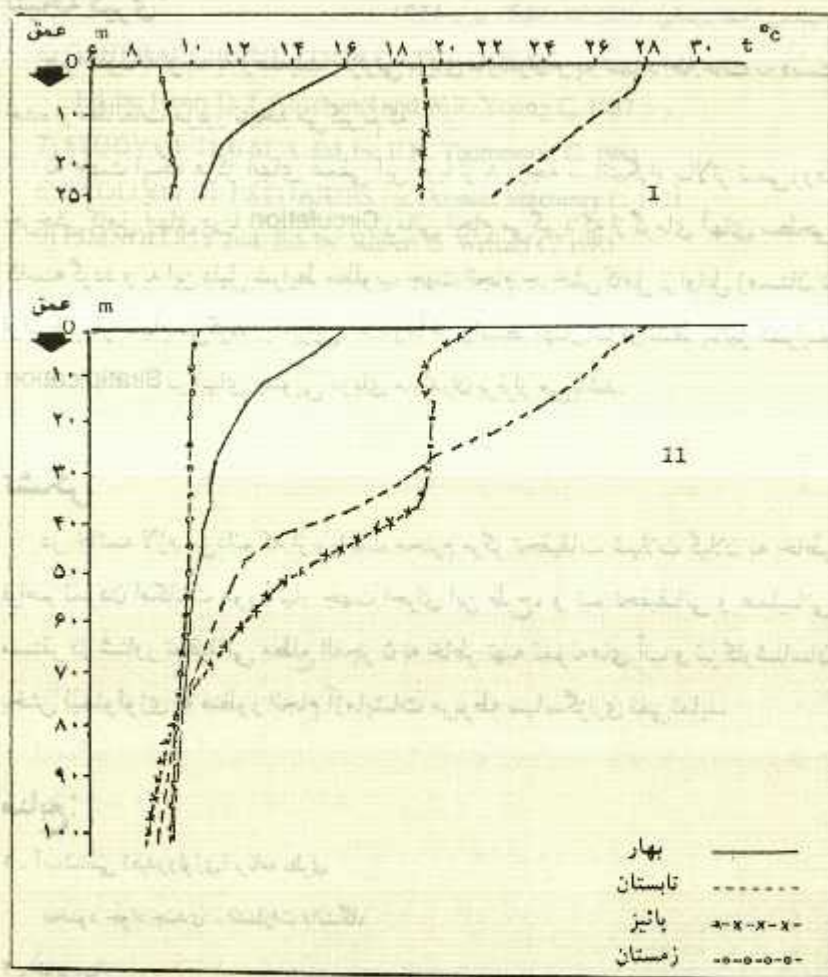
طی فصول بهار - تابستان و پائیز و زمستان میانگین اکسیژن محلول در آب به میزان بیش از ۸ میلی‌گرم در لیتر حاکی از شرایط مساعد زیست محیطی این منطقه از دریای مازندران می‌باشد. از اواسط فصل پائیز همزمان با سرد شدن هوا، دمای لایه‌های سطحی آب کاهش یافته، هماهنگ با این تغییرات حرارتی، میزان اکسیژن محلول در آب افزایش می‌یابد.

در فصل زمستان لایه‌های سرد شده طبقات سطحی که با افزایش وزن مخصوص آب همراه است، باعث جابجائی طبقات آب می‌گردد و در نتیجه آبهای سرد شده سطحی تا اعماق زیرین دریاچه منتقل می‌گردد، که در نتیجه موجب پیدایش شرایط هم حرارتی Iso Thermic در ستونی از آب دریا می‌گردد. به هنگام بروز شرایط «هم حرارتی» میزان اکسیژن محلول در آب در فصل زمستان افزایش می‌یابد.



شکل ۲- میانگین اکسیژن محلول در سطح، عمق متوسط و عمق ۱۰۰ متر در ۱۳ خط مطالعاتی محدوده حوزه جبهه دریای مازندران (سال ۶۹-۱۳۶۸).





شکل ۴: میانگین تغییرات حرارتی در فصول مختلف سال ۱۳۶۹

در آب‌های جنوبی دریای مازندران

۱- منطقه کناری: عمق ۲۵ متری

۲- منطقه عمیق: عمق ۱۰۰ متری

## نتیجه گیری:

هم اکنون با توجه به وضعیت حرارتی دریای مازندران و به استناد اطلاعات به دست آمده از مطالعات مزبور نتیجه می‌گیریم که:

به جهت اینکه هرگز آبهای عمقی این دریا از ۸ درجه سانتیگراد بالاتر نمی‌رود، چرخش کامل آبهای دریا Circulation زمانی انجام می‌گیرد که از گرمای آبهای سطحی کاسته گردد و به این دلیل شرایط مطلوب جهت انجام چرخش کامل از اوایل زمستان تا اواسط بهار انجام می‌گردد. بنابراین، عموماً از اواسط بهار تا اواسط پائیز شرایط Siratipication در آبهای جنوبی دریای مازندران برقرار می‌باشد.

## تشکر:

در خاتمه لازم می‌دانم که از ریاست محترم مرکز تحقیقات شیلات گیلان به خاطر فراهم نمودن امکانات مورد نیاز جهت اجرای این طرح، و تیم تحقیقاتی و عملیاتی مستقر در شناور تحقیقاتی مطلع الفجر ۵ به خاطر تهیه نمونه‌های آب و نیز کارشناسان بخش لیمولوژی به منظور انجام آزمایشات مربوطه سپاسگزاری نمی‌نماید.

## منابع:

- ۱ - آشناسی (هیدرولوژی) برنامه نظری محمود جواد جنیدی - انتشارات دانشگاه
- ۲ - اقیانوسها عادل ارسفی - کتاب سپیده (وابسته به انتشارات اطلاعات) چاپ دوم ۱۳۶۷
- ۳ - اقیانوس‌ها (فرانسواکاره) ترجمه محمود مصاحب - سازمان انتشارات و آموزش انقلاب اسلامی ۱۳۶۸
- ۴ - تکنولوژی آبهای آلوده تألیف: جان آ. بلاک ترجمه: دکتر محمدرضا بنارزاده ماهانی - علی اکبر سننارشد

مهندس احمد نریمانی - انتشارات دانشگاه تهران ۱۳۵۵

6) GENERAL CIRCULATION OF THE OCEAN.

Ed. by: Henry D. I. Abarbanol and W.R. Young C. 1987

7) STUDY OF THE SEA. Ed. by: E.M. Thomasson C. 1981

8) ECOLOGY OF ESTUARIES. by: Donalds Maclusky C. 1971

9) LIMNOLOGY 2nd. Ed. by: Robert G. Wetzel C. 1983

*TEMPERATURE AND WATER  
FLUCTUATIONS IN SOUTHERN CASPIAN SEA*

*A. MELLAT-PARAST*

*LIMNOLOGIST, FISHERY RESEARCH CENTER,  
BANDAR ANZALI, I.R. IRAN*

*ABSTRACT*

A special temperature fluctuation exists in waters of Southern Caspian Sea. Depth survey of upto 100 m indicates that there are two thermal phenomena annually. One thermal phenomenon occurs in summer and autumn and the other one in winter and spring. The least dissolved oxygen concentration at various depth was recorded in depth of 100 m and was 7 mg/l. This is an indication of good mixing of lake strata because of two cold cycles in winter and spring.