magiran.com

تغییرات مکانی و زمانی شوری، چگالی و درجه حرارت آبهای دریایی استان هرمزگان، تنگه هرمز و خلیج فارس

محمود ابراهیمی[۱]*؛ لیلی محبی نوذر[۲]؛ کیوان اجلالی خانقاه[۳] و محمد سعید سنجانی[٤]

Ebrahimi1340@Yahoo.com

۱، ۲ و ۳- پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، بندرعباس صندوق پستی: ۷۹۱٤٥-۷۱٥۹۷

٤ – مرکز ملی اقیانوس‌شناسی، ایستگاه پژوهشی دریای عمان و اقیانوس هند، چابهار صندوق پستی: ٤٥٦

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۸٥ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۸۷

چکیده

توزیع عمودی و افقی پارامترهای شوری، چگالی و درجه حرارت آبهای محدودهٔ استان هرمزگان در خلیج فارس از بندر سیریک تا خلیج نایبند طی تابستان و زمستان ۱۳۸۳ مورد بررسی قرار گرفت. عملیات نمونه‌برداری در محدودهٔ ذکر شده با انتخاب ۲۱ ایستگاه ثابت نمونه‌برداری و با استفاده از کشتی تحقیقاتی فردوس ۱ به اجرا در آمد. در کلیه ایستگاهها توزیع عمودی شوری، چگالی و درجه حرارت، از لایه‌های سطحی تا لایه‌های تحتانی(بستر دریا) توسط دستگاه CTD مورد سنجش قرار گرفت. برای رسم نمودارها از برنامه‌های نرم‌افزاری Excel و Matlab استفاده شد. برای تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS و از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه و توکی استفاده گردید. نتایج حاصل از بررسی پروفیل عمودی درجه حرارت نشان داد که لایه شکست حرارتی (Thermocline) در آبهای محدودهٔ استان هرمزگان در تابستان از عمق حدود ۲۰ متری تا حدود ٦۰ متری با اختلاف حدود ۱۲ درجه سانتیگراد تشکیل می‌گردد ولی در زمستان این اختلاف درجه حرارت از بین می‌رود. توزیع عمودی شوری و چگالی از سطح به عمق چه در تابستان و چه در زمستان افزایش می‌یابد اما دامنه تغییرات آنها بین لایه‌های سطحی و عمقی در تابستان بیشتر از زمستان می‌باشد. نتایج حاصله نشان داد که روند تغییرات عمودی پارامترها، بخصوص مقدار شوری در ترانسکت اول نسبت به سایر ترانسکتها متفاوت بود، بطوریکه در این ترانسکت تغییرات عمودی شوری از سطح تا عمق حدود ۸۰ متری نسبتاً کاهش اما از عمق ۸۰ تا ۱۰۰ متری به شدت افزایش می‌یابد. این افزایش نشاندهندهٔ جریان بستری خروجی خلیج فارس از طریق بستر تنگه هرمز به دریای عمان می باشد. نتایج حاصل از بررسی توزیع افقی پارامترها نشان داد که درجه حرارت آب در تابستان از شرق به غرب افزایش و در زمستان کاهش می‌یابد اما مقدار شوری و چگالی در تابستان و همچنین در زمستان از شرق به غرب افزایش می‌یابند.

نتایج مقایسه آماری میانگین درجه حرارت، شوری و چگالی بین لایه‌های عمقی و ترانسکتهای مختلف نشان داد که بطور کلی اختلاف آنها هم در تابستان وهم در زمستان با حدود اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد ($P<0.05$).

لغات کلیدی: ترموکلاین، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، خلیج فارس، ایران

* نویسندهٔ مسئول

magiran.com

مقدمه

خلیج فارس دریایی است حاشیه‌ای و نیمه بسته که در محدودهٔ جغرافیایی ۴۸ تا ۵۶ طول شرقی و ۲۴ تا ۳۰ عرض شمالی واقع شده و از طریق تنگه هرمز به دریای عمان متصل است. این خلیج دارای آب و هوای بسیار گرم بوده بطوریکه میزان تبخیر آبهای سطحی آن به مراتب بیشتر از مجموع آبهای ورودی رودخانه‌ها و نزولات آسمانی مربوط به آن می‌باشد. میانگین تبخیر سالانه آب در خلیج فارس حدود ۱۴۰۰، ورودی رودخانه‌ها ۱۵۰ تا ۴۶۰ و نزولات آسمانی آن حدود ۷۰ تا ۱۰۰ میلیمتر در سال گزارش شده است (Swift & Bower, 2002).

در تمام طول سال، برخلاف بادهای غالب شمال، یک جریان آب با شوری کم از طریق دریای عمان و تنگه هرمز وارد خلیج فارس شده و باعث تعدیل آب فوق شور آن می‌گردد. ورود این جریان علاوه بر تعدیل شوری آب خلیج فارس باعث کاهش اثر تبخیر و همچنین باعث خروج آب شور لایه زیرین این خلیج از طریق نواحی عمیق تنگه هرمز به دریای عمان می‌گردد که اصطلاحاً به این جریان، جریان معکوس دهانه خلیجی گفته می‌شود (ROPME, 2004).

برغم اینکه آبهای خلیج فارس و دریای عمان پیوسته توسط جریانهای مختلف از جمله جریان جزر و مدی و جریان چرخشی معکوس دهانه خلیجی از طریق تنگه هرمز در حال تبادل هستند با این حال این دو پهنه آبی از دیدگاههای مختلف بوم‌شناختی بعنوان دو اکوسیستم متفاوت محسوب گشته و خصوصیات آنها از قبیل عمق، درجه حرارت، شوری و مواد مغذی با یکدیگر متفاوت می‌باشند (Dorgham & Mufthah, 1989).

تاکنون مطالعات جامعی درخصوص شرایط محیطی مناطق مختلف خلیج فارس و تنگه هرمز توسط محققین داخلی و خارجی انجام شده است که از جمله این بررسی‌ها می‌توان به ابراهیمی (۱۳۸۴)؛ محبی‌نوذر (۱۳۷۷) ؛ نیکویان (۱۳۸۴) ؛ Emara (1990); Simmond & Lambouef (1981) و El-Gindy & Dorgham (1992) اشاره نمود. بعلاوه مطالعاتی نیز در قالب برنامه‌های منطقه‌ای و بین‌المللی در حوزه خلیج فارس انجام گردیده که مهمترین آنها گشتهای دریایی برنامه منطقه‌ای حفاظت از محیط زیست دریایی (ROPME) می‌باشد که آخرین گشت دریایی آن در زمستان ۱۳۸۴ به انجام رسید اما نتایج آن هنوز منتشر نشده است.

نظر به اینکه چرخه حیات گونه‌های مختلف آبزیان تا حد زیادی به شرایط زیست محیطی آنها بستگی دارد و از طرفی شرایط محیطی خلیج فارس نیز در طول سال تغییرات نسبتاً زیادی می‌یابد لذا نوسانات عوامل محیطی آن از قبیل تغییرات درجه حرارت، شوری و چگالی آب در طول سال موجب نوسانات و تغییرات محیط زیست دریایی این پهنه آبی شده و بر شرایط بیولوژیکی و پراکنش ذخایر آبزیان این حوضه آبی تاثیر می‌گذارد. به همین منظور این تحقیق با هدف تعیین توزیع افقی و عمودی عوامل فیزیکی از جمله شوری، دانسیته و درجه حرارت آب و روند تغییرات فصلی آنها در آبهای محدودهٔ استان هرمزگان در خلیج فارس و تنگه هرمز تدوین و از اسفند ماه ۱۳۸۲ لغایت اسفند ماه ۱۳۸۳ به مورد اجرا گذاشته شد.

مواد و روش کار

منطقه مورد بررسی شامل آبهای محدودهٔ استان هرمزگان در خلیج فارس و تنگه هرمز (از بندر سیریک تا خلیج نایبند) می‌باشد. در محدودهٔ فوق برای اینکه بتوان کل آبهای محدوده استان را تحت پوشش قرار داد تعداد ۷ ترانسکت عمود بر ساحل هر کدام به فاصله حدود ۶۰ کیلومتر از یکدیگر در نظر گرفته شد. ایستگاههای نمونه‌برداری طوری انتخاب شدند که بر روی هر ترانسکت تعداد ۳ ایستگاه هر کدام به فاصله حدود ۳۲ کیلومتر از یکدیگر واقع گردیدند. اولین ایستگاه هر ترانسکت در نزدیکترین نقطه ساحلی که امکان تردد شناور تحقیقاتی وجود داشت تعیین شد (شکل ۱). از آنجائیکه شرایط جوی اکثر مناطق جنوب کشور بخصوص محدودهٔ استان هرمزگان در بیشتر ماههای سال بسیار گرم می‌باشد، لذا شرایط آب و هوایی این مناطق را در طول سال می‌توان تقریباً به دو بخش عمده، فصل بسیار گرم و نیمه سرد یا معتدل تقسیم‌بندی نمود. به همین دلیل نمونه‌برداری‌ها یکبار در نیمه اول و یکبار هم در نیمه دوم سال به انجام رسید. در همین راستا یک گشت آزمایشی جهت تعیین ایستگاه در زمستان ۱۳۸۲ انجام شد و سپس گشتهای اصلی آن در تابستان و زمستان ۱۳۸۳ با استفاده از کشتی تحقیقاتی فردوس ۱ به اجرا در آمد.

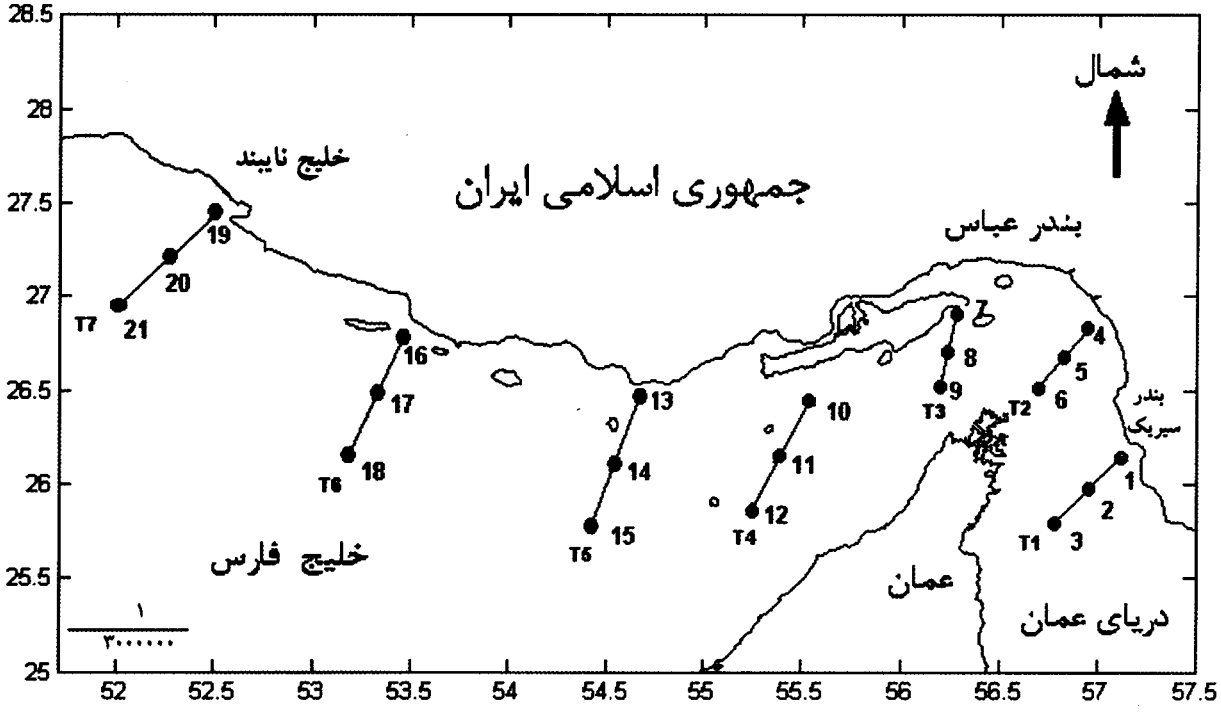
اندازه‌گیری پروفیل عمودی شوری، چگالی و درجه حرارت آب در کلیه ایستگاهها از سطح تا عمق با استفاده از دستگاه CTD مدل Ocean seven-316 مورد سنجش قرار گرفت. در تک تک ایستگاهها ابتدا داده‌های خام ثبت شده توسط دستگاه CTD با استفاده از برنامه نرم‌افزاری Hyperterminale از حافظه دستگاه به رایانه منتقل و سپس توسط برنامه Excel

magiran.com

اصلاح و کنترل گردید. با توجه به اینکه نمودارهای مربوط به میانگین پروفیل عمودی پارامترها از سطح تا عمق در ترانسکتهای مورد بررسی ترسیم گردید، لذا همبستگی عمودی پارامترها از سطح به عمق محاسبه شد. داده‌های بدست آمده با استفاده از یک برنامه گرافیکی که در محیط نرم‌افزار Matlabنوشته شده بود مورد پردازش قرار گرفت و نمودارهای مربوط به توزیع عمودی و افقی آنها تهیه و ترسیم گردید. لازم بذکر است که قبل از هر دوره نمونه‌برداری دستگاه CTD با استفاده از محلولهای استاندارد مخصوص تنظیم دستگاه، کالیبره شده و سپس مورد استفاده قرارگرفت.

با توجه به اینکه روند تغییرات عمودی پارامترهای مورد بررسی بخصوص درجه حرارت، در فصل تابستان بنحوی بود که در اکثر مناطق، بیشترین شکست لایه حرارتی یا ترموکلاین فصلی از عمق تقریباً ۲۰ تا ۵۰ متری را شامل می‌گردید، به همین دلیل برای بررسی آماری تغییرات عمودی پارامترها، کل ستون آب از سطح تا عمق به سه لایه، سطحی (صفر تا۲۰ متر)، میانی (۲۰ تا۵۰ متر) و عمقی (۵۰ تا۱۰۰ متر) تقسیم گردید و سپس برای مقایسه میانگین داده‌ها درلایه‌های عمقی ذکر شده نسبت بهم و به تفکیک فصل، از نرم‌افزار SPSS و از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه و توکی استفاده گردید. همچنین برای مقایسه ترانسکتهای مختلف نسبت بهم و مقایسه تغییرات فصلی از نرم‌افزار SPSS و از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه و توکی استفاده شد.

همچنین برای بررسی همبستگی عمودی پارامترهانیز از نرم‌افزار SPSS و برای نوع ضریب همبستگی از آزمون پیرسون استفاده گردید.



شکل ۱: موقعیت ایستگاههای نمونه‌برداری شده در مناطق مورد بررسی

نتایج

با توجه به وسعت منطقه، برای اینکه بتوان دامنه تغییرات پارامترها را در مناطق مختلف با یکدیگر مقایسه نمود، لذا میانگین ایستگاههای مربوط به هر ترانسکت در لایه‌های سطحی (صفر تا ۱۵متر) و عمقی (نیم متری روی بستر دریا) به تفکیک ترانسکتهای هفتگانه مورد بررسی محاسبه گردید (جدول ۱). مقدار درجه حرارت لایه‌های سطحی در تمامی ترانسکتها بیشتر از لایه‌های عمقی بود در صورتیکه مقدار شوری و چگالی لایه‌های سطحی در تمامی ترانسکتها کمتر از لایه‌های عمقی

magiran.com

می‌باشد. مقایسه میانگین پارامترهای مورد مطالعه در تابستان و زمستان، نشان داد که اختلاف دامنه تغییرات آنها بین لایه‌های سطحی و عمقی در تمامی ترانسکتها در تابستان بیشتر از زمستان می‌باشد. نتایج حاصل از بررسی میانگین دامنه تغییرات فصلی درجه حرارت آب در لایه های سطحی (۱ تا ۱۵ متر) کل منطقه مورد نظر نشان داد که حداقل و حداکثر مقدار درجه حرارت طی زمستان و تابستان بین ۲۰/۸ تا ۳۵/۲ و میانگین آن بین ۲۱/۸ تا ۳۳ درجه سانتیگراد در نوسان بود بطوریکه میانگین اختلاف درجه حرارت لایه‌های سطحی آب در تابستان و زمستان حدود ۱۲ درجه سانتیگراد می‌باشد (جدول ۱).

همبستگی درجه حرارت با عمق، شوری و چگالی معکوس بود یعنی با افزایش عمق آب مقدار شوری و چگالی افزایش یافته اما مقدار درجه حرارت کاهش می‌یابد. درصورتیکه همبستگی شوری و چگالی با عمق و با یکدیگر مستقیم بودند یعنی با افزایش عمق آب مقدار آنها نیز افزایش داشت (جدول ۲).

از آنجائیکه ترانسکتهای دوم و سوم، هر دو در محدودهٔ تنگه هرمز انتخاب گردیده بودند (شکل ۱) لذا با توجه به مشابهت روند تغییرات پارامترها در این منطقه از ارائه نتایج پروفیل عمودی ترانسکت سوم صرف‌نظر گردیده وبه پروفیل عمودی شش ترانسکت دیگر بسنده شده است (نمودارهای ۱، ۲ و ۳).

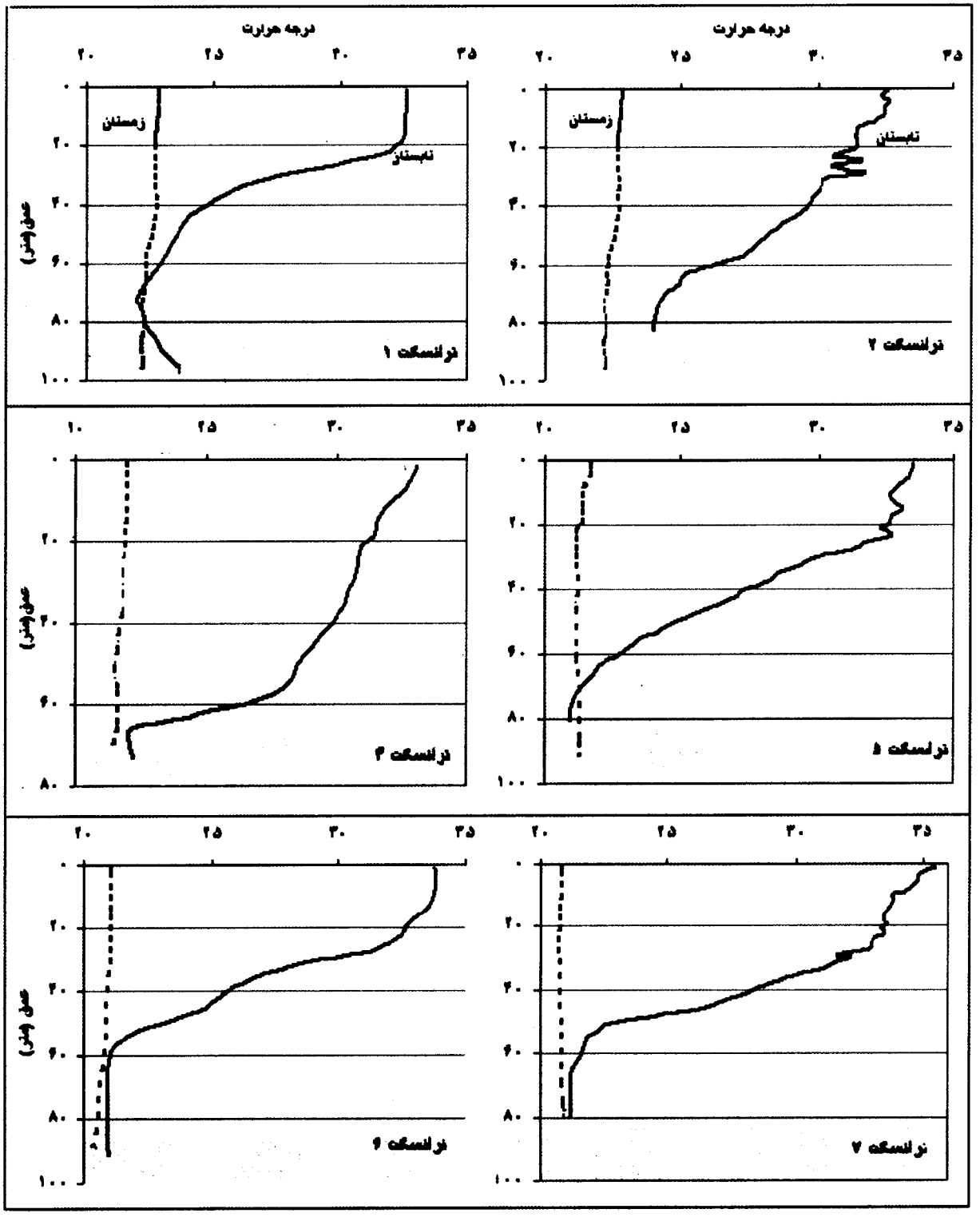
جدول ۱: میانگین دامنه تغییرات دما، شوری وچگالی در مناطق مختلف مورد بررسی (سال ۱۳۸۳)

شماره ترانسکت	لایه عمقی	تابستان ۱۳۸۳			زمستان ۱۳۸۳		
		چگالی (کیلوگرم بر دسی مترمکعب)	شوری (ppt)	حرارت (درجه سانتیگراد)	چگالی (کیلوگرم بر دسی مترمکعب)	شوری (ppt)	حرارت (درجه سانتیگراد)
T_1	سطح	۲۲/٦	۳۷/۳	۳۲/٦	۲۵/۳	۳٦/۷	۲۲/۸
	عمق	۲٦/۹	۳۸/۷	۲۳/۷	۲٦/٤	۳۷/۳	۲۲/۲
T_2	سطح	۲۲/٦	۳۷/٦	۳۳/۱	۲۵/٤	۳٦/۸	۲۲/٦
	عمق	۲۵/٦	۳۷/۲	۲۳/۹	۲۵/۹	۳٦/۹	۲۲/۲
T_3	سطح	۲۲/۷	۳۷/۵	۳۲/۵	۲۵/۸	۳۷/۱	۲۲/۱
	عمق	۲۷/٦	۳۹/۸	۲٤/۰	۲۸/٤	٤۰/۱	۲۱/۹
T_4	سطح	۲۲/۷	۳۷/۳	۳۲/۹	۲٦/۱	۳۷/۵	۲۲/۰
	عمق	۲۸/۵	٤۰/۳	۲۲/۲	۲۹/۰	٤۰/٦	۲۱/٤
T_5	سطح	۲۳/۱	۳۸/۳	۳۳/۳	۲٦/٤	۳۷/۷	۲۱/۷
	عمق	۲۹/۰	٤۰/٤	۲۱/۰	۲۸/۹	٤۰/٤	۲۱/٤
T_6	سطح	۲۲/۹	۳۸/٤	۳۳/۸	۲۷/۷	۳۹/۲	۲۱/۱
	عمق	۲۹/۱	٤۰/۵	۲۱/۰	۲۹/۰	٤۰/۲	۲۰/٤
T_7	سطح	۲۲/٤	۳۸/۱	۳٤/۸	۲۸/۱	۳۹/٦	۲۰/۹
	عمق	۲۸/۸	۳/٤۰	۲۱/۲	۲۸/٦	۳۹/۹	۲۰/۹

جدول ۲: همبستگی عمودی پارامترهای مطالعه شده در مناطق مورد بررسی

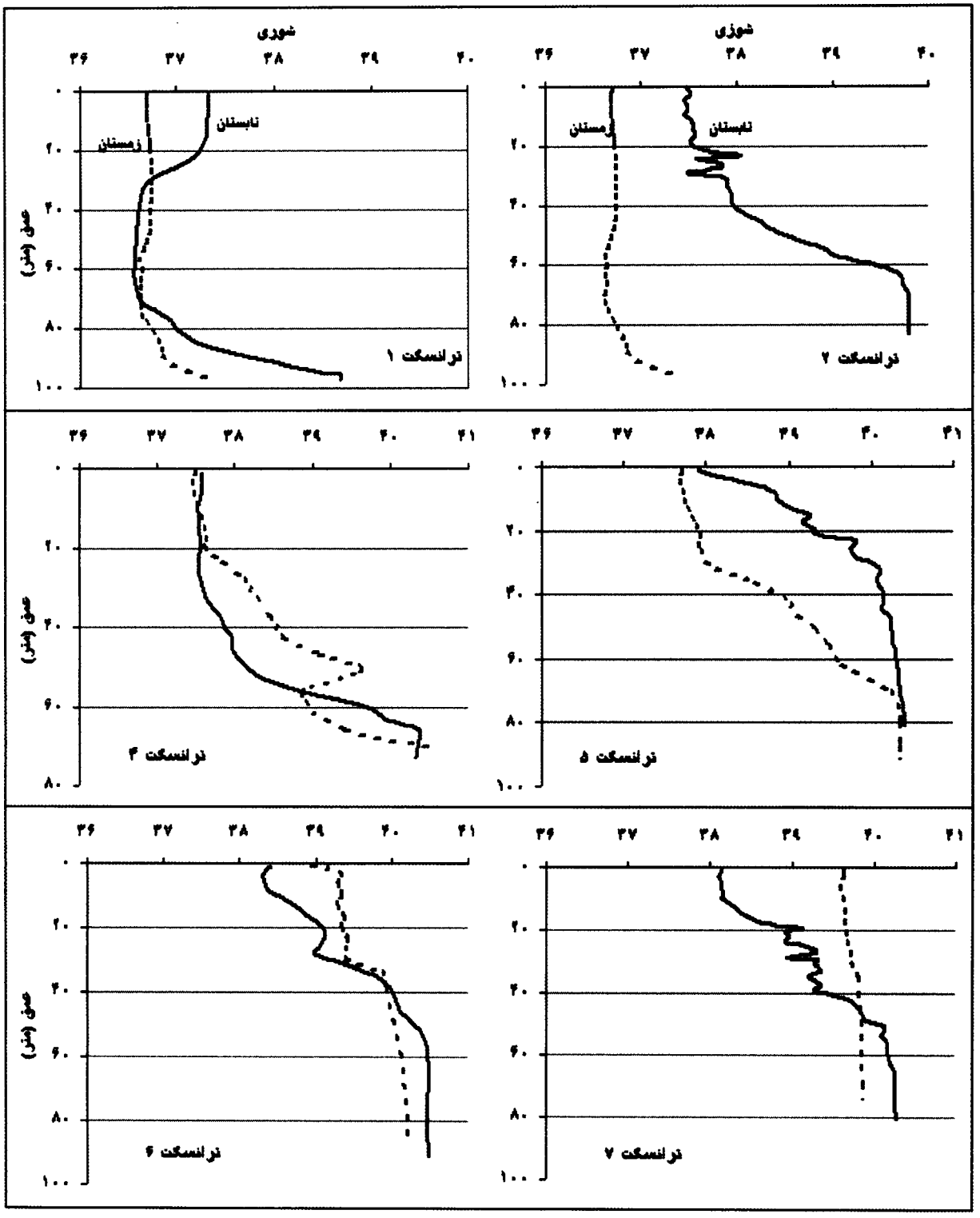
پارامتر	تابستان ۱۳۸۳			زمستان ۱۳۸۳			
	عمق (متر)	حرارت (درجه سانتیگراد)	شوری (ppt)	دانسیته	عمق (متر)	حرارت (درجه سانتیگراد)	شوری (ppt)	دانسیته
عمق (متر)	۱/۰۰	-----	-----	------	۱/۰۰	-----	------	-----
حرارت (درجه سانتیگراد)	-۰/۹۲	۱/۰۰	-----	------	-۰/۱۲	۱/۰۰	------	-----
شوری (ppt)	-۰/٤۵	-۰/٤٤	۱/۰۰	------	-۰/۲٤	-۰/۸۹	۱/۰۰	------
چگالی	۰/۸۸	-۰/۹۲	۰/۷۵	۱/۰۰	-۰/۳۲	-۰/۹۱	۰/۹۹	۱/۰۰

magiran.com



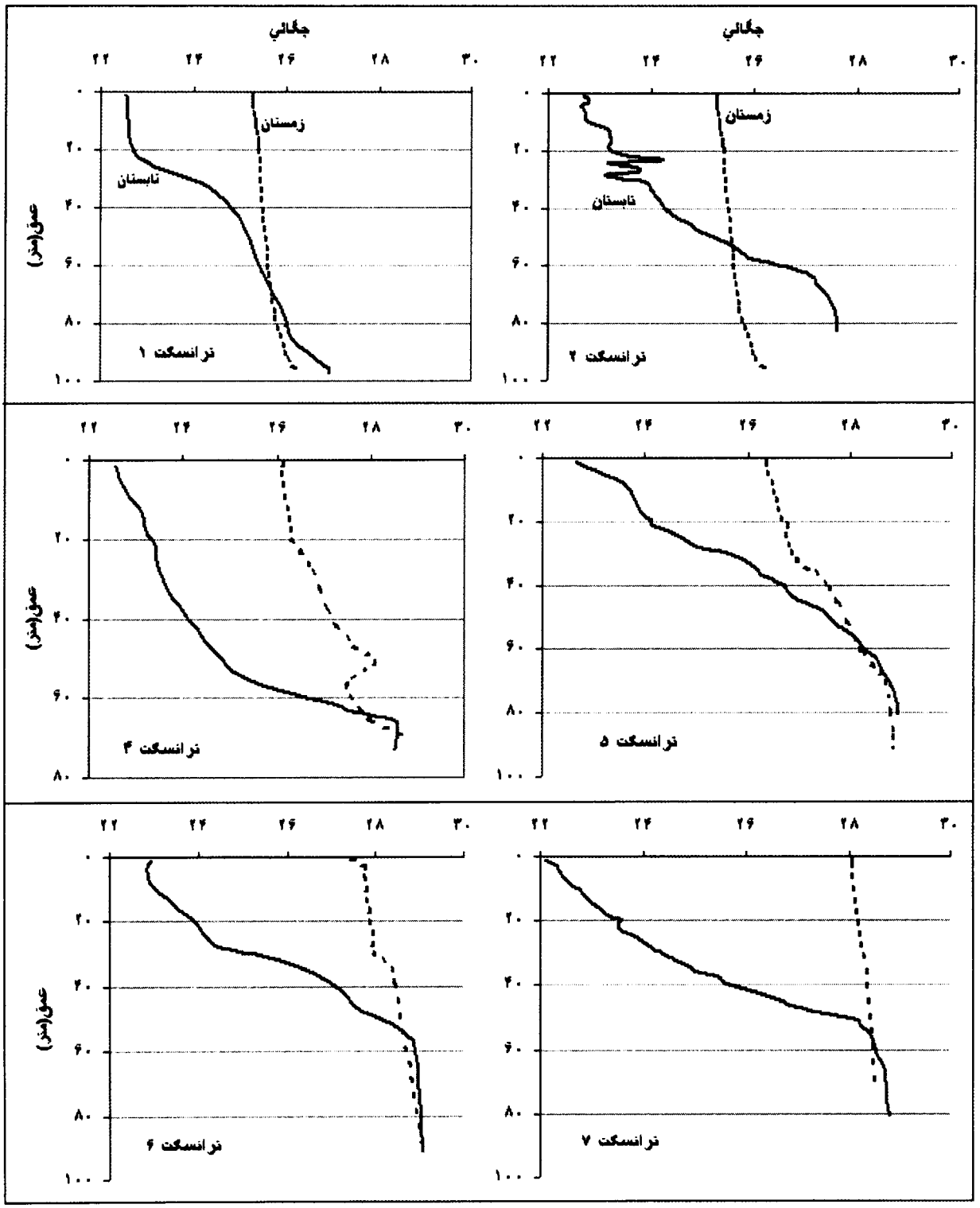
نمودار ۱ : میانگین توزیع عمودی درجه حرارت آب (درجه سانتیگراد) و روند تغییرات مکانی و زمانی آن در مناطق مورد بررسی (۱۳۸۳)

magiran.com



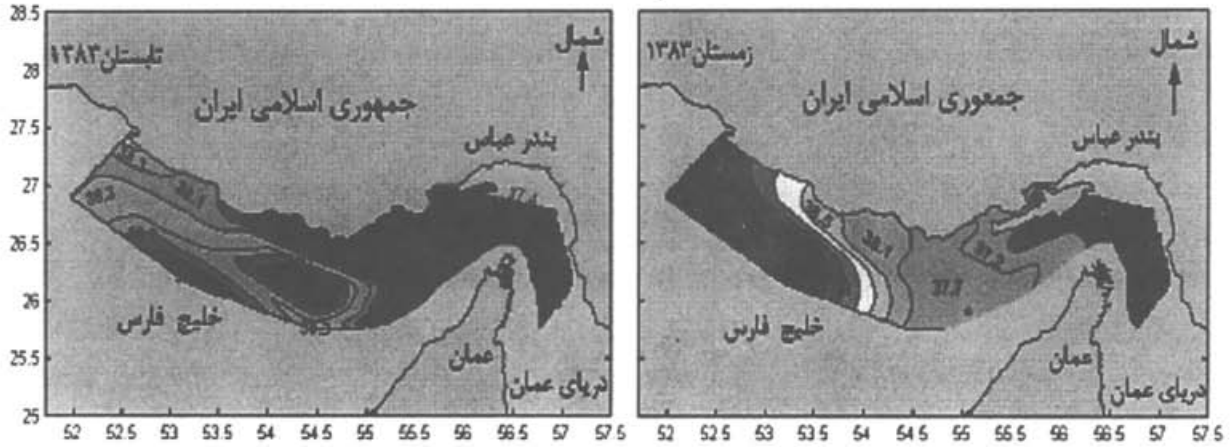
نمودار ۲: :میانگین توزیع عمودی شوری آب (ppt) (امروزه برای واحد شوری به جای ppt از Practical salinity unit (psu) استفاده می‌شود) و روند تغییرات مکانی و زمانی آن در مناطق مورد بررسی (۱۳۸۳)

magiran.com

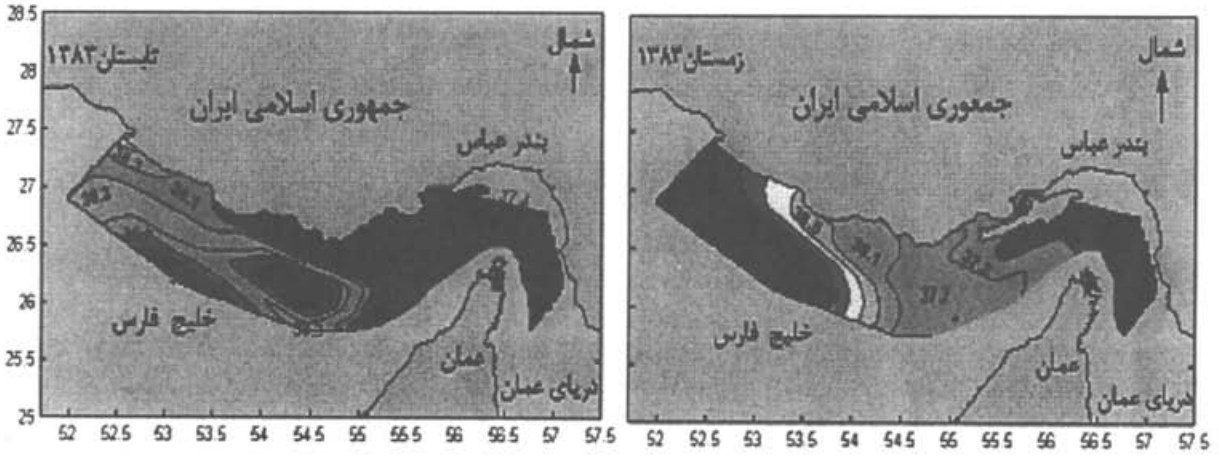


نمودار ۳: میانگین توزیع عمودی چگالی آب (کیلوگرم بر دسی مترمکعب) و روند تغییرات مکانی و زمانی آن در مناطق مورد بررسی (۱۳۸۳)

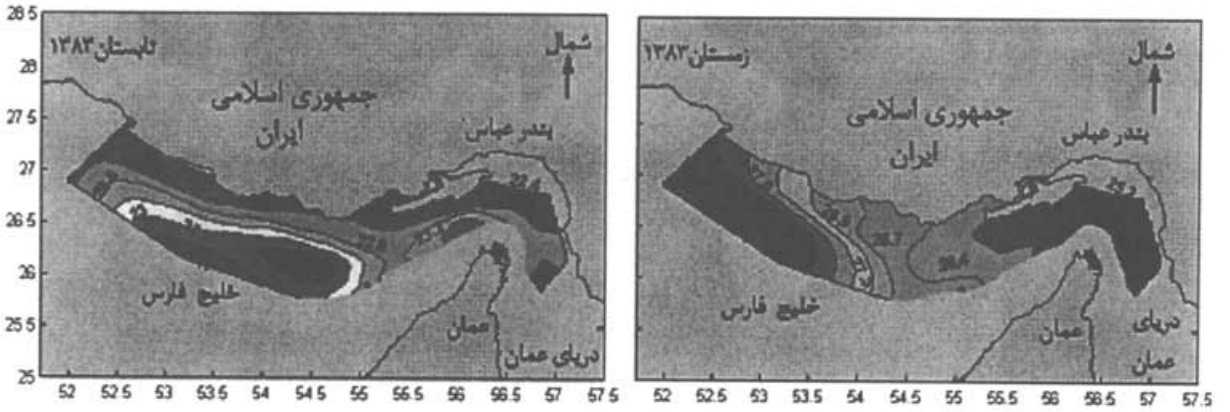
magiran.com



شکل ۲: میانگین توزیع افقی درجه حرارت آب (درجه سانتیگراد) در لایه های سطحی(صفر تا ۱۵ متر) آبهای محدوده استان هرمزگان در خلیج فارس و تنگه هرمز



شکل ۳: میانگین توزیع افقی شوری آب (ppt) در لایه‌های سطحی (صفر تا ۱۵ متر) آبهای محدوده استان هرمزگان در خلیج فارس و تنگه هرمز



شکل ٤: میانگین توزیع افقی چگالی آب (کیلوگرم بر دسی متر مکعب) در لایه‌های سطحی (صفر تا ۱۵ متر) آبهای محدودهٔ استان هرمزگان در خلیج فارس و تنگه هرمز

magiran.com

بحث

میانگین درجه حرارت لایه سطحی آب در کل خلیج فارس در تابستان ۳۵ و در زمستان ۱۲ درجه سانتیگراد است. بطوریکه بیشترین دامنه تغییرات آن بین تابستان و زمستان در نواحی شمال غربی آن حدود ۲۰ درجه سانتیگراد و کمترین مقدار دامنه تغییرات در تنگه هرمز حدود ۱۱ درجه سانتیگراد گزارش شده است (Al-Majed *et al.*, 2000).

در مطالعات بعمل آمده طی سالهای ۸۱-۱۳۸۰ میانگین درجه حرارت لایه‌های سطحی آبهای محدودهٔ استان هرمزگان در تابستان ۳۴/۵ و در زمستان ۲۳/۲ درجه سانتیگراد گزارش شده است (ابراهیمی، ۱۳۸۴).

در بررسی حاضر، میانگین درجه حرارت لایه‌های سطحی آب در کل منطقه مورد نظر در تابستان ۳۲/۹ و در زمستان ۲۱/۸ درجه سانتیگراد بدست آمد. با مقایسه نتایج فوق با نتایج بدست آمده طی سالهای ۸۱-۱۳۸۰ ملاحظه می‌گردد که مقدار درجه حرارت لایه‌های سطحی آب در مطالعات قبلی نسبت به بررسی حاضر، در تابستان و همچنین در زمستان حدود ۱/۵ درجه سانتیگراد بیشتر می‌باشد که بنظر می‌رسد صرف نظر از تاثیر عوامل مختلف از قبیل اختلاف زمانی اجرای گشت دریایی و عملیات نمونه‌برداری در مطالعات قبلی و فعلی، یکی از عوامل اصلی بروز این اختلاف و کاهش حدود ۱/۵ درجه سانتیگراد دمای آب در سال ۱۳۸۳ نسبت به ۱۳۸۰ بدلیل تغییر شرایط شرایط جوی و کاهش درجه حرارت در سال ۱۳۸۳ نسبت به ۱۳۸۰ باشد، اطلاعات مربوط به میانگین بارندگی و دمای شهر بندرعباس طی سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۴ از ایستگاه هواشناسی بندرعباس دریافت گردید که این سازمان میانگین دمای شهر بندرعباس را در زمستان ۱۳۸۳ حدود ۱/۸ درجه سانتیگراد کمتر از زمستان ۱۳۸۰ و بارندگی آنرا حدود شش برابر سال ۱۳۸۰ اعلام نمود.

بررسی حاضر نشان داد که در زمستان توزیع عمودی درجه حرارت آب در ترانسکتهای هفتگانه مورد نظر از سطح تا عمق تقریباً یکنواخت بوده ولی در تابستان مقدار آن از سطح به عمق به شدت کاهش یافته است بطوریکه شیب لایه حرارتی یا اصطلاحاً ترموکلاین فصلی (Seasonal Termocline) از عمق تقریباً ۲۰ متری شروع شده و تا عمق حدود ۵۰ متری ادامه می‌یابد. در بعضی از ترانسکتها میانگین اختلاف درجه حرارت در نواحی بالا و پایین لایه ترموکلاین به بیش از ۱۲ درجه سانتیگراد می‌رسد. مقایسه آماری درجه حرارت لایه‌های سطحی (صفر تا۲۰ متر)، میانی (۲۰ تا ۵۰ متر) و عمقی (۵۰ تا۱۰۰ متر) نشان داد که درجه حرارت لایه‌های فوق در تابستان با حدود اطمینان ۹۵ درصد نسبت بهم معنی‌دار می‌باشند ($P<0.05$)، در صورتیکه در زمستان فقط اختلاف درجه حرارت لایه‌های سطحی نسبت به دو لایه دیگر معنی‌دار بود اما لایه‌های میانی و عمقی نسبت بهم اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند.

در تابستان روند تغییرات توزیع عمودی درجه حرارت آب در ترانسکتهای مختلف نسبت به یکدیگر نسبتاً متفاوت بدست آمد. بعبارت دیگر در ترانسکتهای دوم و سوم که در محدودهٔ تنگه هرمز قرار داشتند، شیب لایه حرارتی کمتر از سایر مناطق بود. بنظر می‌رسد یکی از عوامل مهمی که باعث بهم خوردن روند تغییرات لایه ترموکلاین فصلی در مناطق محدودهٔ تنگه هرمز نسبت به سایر مناطق گردیده، وجود جریانهای دریایی از قبیل جریانات سطحی، جزر و مدی و عکس مصبی (Reverse Estuary flow) بوده باشند که در تنگه هرمز بدلیل محدودیت مکانی و کم عرض شدن منطقه، عبور جریان آب در این محدوده از سرعت و شدت بیشتری نسبت به سایر مناطق برخوردار بود و در نتیجه باعث بهم خوردن و مخلوط شدن نسبی ستون آب و لایه ترموکلاین در این نواحی می‌گردد. بطور مثال سرعت جریان آب در نزدیکی غرب تنگه هرمز یک متر بر ثانیه ولی در سایر مناطق خلیج فارس تقریبا ۰/۲ تا ۰/۴ متر بر ثانیه گزارش شده است (ROPME, 2004).

مقایسه آماری درجه حرارت بین ترانسکتهای مختلف نشان داد که بطور کلی اختلاف آنها در تابستان و نیز در زمستان با حدود اطمینان ۹۵ درصد نسبت بهم معنی‌دار می‌باشد ($P<0.05$).

مطالعه مشابهی طی سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۲ در آبهای محدودهٔ استان هرمزگان در خلیج فارس بعمل آمد که نتایج آن

magiran.com

نشان داد که در این مناطق ترموکلاین فصلی در بهار تشکیل و در تابستان تشدید می‌گردد اما در پاییز تضعیف شده و در زمستان از بین می‌رود (ابراهیمی، ۱۳۸۴).

در خلیج فارس روند تغییرات پروفیل عمودی درجه حرارت آب بنحوی است که در مرداد ماه، لایه‌های سطحی تا عمق ۲۰ متری تحت تاثیر دمای هوا قرار گرفته و وجود ترموکلاین مانع از مخلوط شدن لایه‌های زیرین می‌گردد در صورتیکه در بهمن ماه ترموکلاین فصلی شکسته شده و لایه‌های عمقی بیشتری از ستون آب با یکدیگر مخلوط و همگن می‌گردند (ROPME, 2004).

در این بررسی حداقل و حداکثر درجه حرارت لایه‌های سطحی آب در کل منطقه مورد مطالعه در تابستان بترتیب ۳۰/۹ و ۳۵/۱ و در زمستان ۲۲/۴ و ۲۳/۶ درجه سانتیگراد بدست آمد. نتایج حاصل از توزیع افقی درجه حرارت آب و روند تغییرات فصلی آن در تابستان و زمستان نشان داد که در این مناطق روند تغییرات فصلی و توزیع افقی آن به نحوی است که در زمستان از شرق به غرب نسبتاً کاهش اما در تابستان افزایش می‌یابد. صرفنظر از تاثیر بادهای محلی، بنظر می‌رسد یکی از دلایل این امر به خاطر آن است که با شروع فصل گرما و سرما که دمای هوا تغییر می‌یابد، آبهای نواحی غربی تنگه هرمز و خلیج فارس بدلیل کم عمق بودن و مجاورت با خشکی، بیشتر از نواحی شرقی تنگه هرمز که در مجاورت دریای عمان قرار دارد تحت تاثیر دمای محیط قرار می‌گیرد. در نتیجه دمای آب در زمستان از شرق به غرب نسبتاً کاهش و در زمستان افزایش می‌یابد (نمودار ۴). در فصل زمستان میانگین درجه حرارت سطحی آب در شرق تنگه هرمز حدود ۲۳ درجه سانتیگراد بود ولی در نواحی غربی جزیره لاوان به حدود ۲۱ درجه سانتیگراد کاهش یافت در صورتیکه در تابستان در مناطق شرقی تنگه هرمز حدود ۳۳ درجه سانتیگراد اما در نزدیکی خلیج نایبند به ۳۵ درجه سانتیگراد افزایش یافته است. مقایسه آماری درجه حرارت بین تابستان و زمستان نشان داد که بطور کلی اختلاف آنها با حدود اطمینان ۹۵ درصد نسبت بهم معنی‌دار می‌باشد ($P<0.05$).

در این بررسی حداقل، حداکثر و میانگین شوری آب در لایه‌های سطحی منطقه مورد مطالعه در تابستان بترتیب ۳۷/۲، ۳۹/۳، ۳۷/۹ و در زمستان ۳۶/۷، ۳۹/۸ و ۳۷/۸ ppt ثبت گردید. همچنین مقدار چگالی آب در تابستان بترتیب ۲۲/۴، ۲۳/۷، ۲۲/۹ و در زمستان ۲۵/۳، ۲۸/۲ و ۲۶/۵ کیلوگرم بر دسی‌مترمکعب اندازه‌گیری گردید. مقدار شوری و چگالی بدست آمده نسبت به مطالعات قبلی که طی سالهای ۸۰-۱۳۸۱ در این مناطق بعمل آمده نسبتاً کاهش نشان می‌دهد، بنظر می‌رسد علت این کاهش نسبی اولاً بدلیل افزایش بارندگی در سال ۱۳۸۳ نسبت به سال ۱۳۸۱ و ثانیاً بلحاظ اختلاف مکانی مطالعات بعمل آمده نسبت بهم باشد. بدلیل اینکه در مطالعه قبلی تمامی ایستگاههای نمونه‌برداری در غرب تنگه هرمز بود، در صورتیکه در بررسی حاضر تعدادی از ایستگاهها در شرق تنگه هرمز انتخاب گردیدند در نتیجه با توجه به کاهش مقدار شوری و چگالی از غرب به شرق انتظار می‌رود که علاوه بر افزایش بارندگی در سال ۱۳۸۳ نسبت به سال ۱۳۸۱، اختلاف موقعیت مکانی ایستگاههای نمونه‌برداری نیز در کاهش نسبی شوری و چگالی این مناطق نسبت به مطالعات قبلی تاثیرگذار باشند.

نتایج حاصل از بررسی میانگین پروفیل عمودی شوری و چگالی در ترانسکتهای مورد نظر نشان داد که در زمستان با از بین رفتن ترموکلاین فصلی، شیب لایه‌های شوری و چگالی نیز میان لایه‌های سطحی و عمقی کمتر می‌گردد در صورتیکه در تابستان شیب آنها بنحوی است که هالوکلاین و پیکنوکلاین فصلی در بیشتر مناطق قابل رویت می‌باشد (نمودار ۳ و ۴). برغم اینکه اختلاف دامنه تغییرات شوری و چگالی لایه‌های سطحی و عمقی در نیمه اول سال به مراتب بیشتر از نیمه دوم سال بدست آمده است، اما مقایسه آماری آنها در لایه‌های سطحی (صفر تا ۲۰ متر)، میانی (۲۰ تا ۵۰ متر) و عمقی (۵۰ تا ۱۰۰ متر) مناطق مورد بررسی نشان داد که اختلاف شوری و چگالی در لایه‌های فوق در تابستان و نیز زمستان با حدود اطمینان ۹۵ درصد نسبت بهم معنی‌دار می‌باشد ($P<0.05$).

از آنجا که ایستگاههای مربوط به ترانسکت اول، در شرق تنگه هرمز انتخاب شدند لذا تغییرات عمودی شوری در این ترانسکت متفاوت از سایر ترانسکتها بود. بعبارت دیگر مقدار شوری در نواحی خلیج فارس در طول سال از سطح به عمق افزایش می‌یابد در صورتیکه در ترانسکت اول بخصوص در

magiran.com

تابستان، مقدار شوری از سطح تا عمق ۸۰ متری نسبتاً کاهش ولی از عمق ۸۰ تا ۱۰۰ متری به شدت افزایش داشت بطوریکه مقدار آن از حدود ۳۶/۷ppt در عمق ۸۰ متری به حدود ۳۹ ppt در عمق ۱۰۰ متری رسیده است. البته علاوه بر شوری، مقدار چگالی و درجه حرارت نیز در لایه‌های تحتانی (۸۰ تا ۱۰۰ متری) ترانسکت اول افزایش قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهند (نمودارهای ۱ تا ۳). با توجه به اینکه روند تغییرات عمودی شوری آب در دریای عمان از قوانین اقیانوسها تبعیت نموده و از سطح به عمق کاهش می‌یابد لذا تغییرات عمودی شوری آب در ترانسکت اول بدلیل نزدیک بودن به دریای عمان، از سطح به عمق نسبتاً کاهش داشته است. علت افزایش آن از عمق ۸۰ تا ۱۰۰ متری بخاطر تاثیر جریان بستری خروجی خلیج فارس می‌باشد که از طریق لایه‌های تحتانی تنگه هرمز از خلیج فارس وارد دریای عمان می‌گردد.

در تمام طول سال برغم وزش باد شمال غالب، آب نسبتاً کم شورتر از درون تنگه هرمز وارد منطقه خلیج فارس می‌شود و موجب تعدیل و کاهش شوری آب بسیار شور آن می‌گردد. آب ورودی به داخل خلیج فارس تحت تاثیر تبخیر قرار گرفته و با افزایش شوری و چگالی بتدریج به اعماق فرو رفته و بصورت جریان بستری بسیار شور از کف تنگه هرمز خارج می‌شود که به این جریان اصطلاحاً جریان عکس مصبی اطلاق می‌شود (ROPME, 2004).

با مقایسه توزیع عمودی شوری و چگالی و روند تغییرات فصلی آنها در ترانسکتهای مورد بررسی (نمودارهای ۲ و ۳) ملاحظه می‌گردد که اولاً مقدار آنها در لایه‌های سطحی در زمستان بیشتر از تابستان بوده و ثانیاً مقدار دانسیته در لایه‌های سطحی از درجه حرارت و در لایه‌های عمقی از شوری تبعیت نموده است. افزایش سرعت و شدت بادهای غالب موجب بالا بودن میزان تبخیر آب در نیمه دوم سال در حوزه خلیج فارس می‌باشد. بنابراین بنظر می‌رسد همین عامل برای افزایش شوری و چگالی آب در فصل زمستان باشد. تبعیت دانسیته در لایه‌های سطحی از درجه حرارت و در لایه‌های عمقی از شوری به خاطر تاثیر متقابلی است که در درجه حرارت، شوری و چگالی در شرایط مختلف بر یکدیگر می گذارند. بعبارت دیگر در لایه‌های سطحی که تغییرات دما از شوری بیشتر می‌باشد، چگالی تابع دما بوده اما در لایه‌های عمقی که تغییرات شوری از دما بیشتر می‌باشد، تغییرات چگالی از درجه حرارت تبعیت نموده است.

نتایج مطالعاتی که بر روی آب دریا و تاثیر درجه حرارت و کلرونیتی بر چگالی بعمل آمده نشان داده است که در کلرونیتی ثابت با افزایش درجه حرارت مقدار چگالی کم می‌گردد در صورتیکه در دمای ثابت با افزایش کلرونیتی مقدار چگالی نیز افزایش می‌یابد (Rilley & Skirro, 1975).

در خلیج فارس شکل‌گیری آبهای با چگالی بیشتر ممکن است در اوایل ماه آبان که دمای هوا کاهش و سرعت باد افزایش می‌یابد، شروع شود (Swift & Bower, 2003). همچنین طبق گزارش این محققین بیشترین چگالی آب در خلیج فارس در طول زمستان و در آبهای کم عمق شمال غربی شکل می‌گیرند، هر چند که شکل‌گیری آبهای با چگالی بیشتر در خلیج فارس ممکن است از اوایل آبان ماه که مقدار دما رو به کاهش و سرعت باد رو به افزایش می باشد، شروع شود.

نتایج حاصل از مقایسه آماری شوری آب بین ترانسکتهای مختلف نشان داد که اختلاف شوری در ترانسکتهای مختلف چه در تابستان و چه در زمستان با حدود اطمینان ۹۵ درصد نسبت بهم معنی‌دار می‌باشد. همچنین مقایسه آماری چگالی بین ترانسکتها نشان داد که اختلاف چگالی ترانسکتهای مختلف مورد بررسی نیز هم در تابستان و هم در زمستان با حدود اطمینان ۹۵ درصد نسبت بهم معنی‌دار است ($P<0.05$).

نتایج حاصل از توزیع افقی شوری، چگالی و روند تغییرات فصلی آنها در مناطق مورد نظر نشان داد که مقدار آنها چه در تابستان و چه در زمستان از شرق به غرب با یک روند خاصی افزایش می‌یابند. در بررسی حاضر میانگین شوری لایه‌های سطحی آب در شرق تنگه هرمز تقریباً ۳۷ و در نزدیکی خلیج نایبند در حدود ۴۰ppt بدست آمد (شکل ۶). همچنین مقدار چگالی در شرق تنگه هرمز در تابستان و زمستان بترتیب حدود ۲۲/۵ و ۲۵/۳ و در نزدیکی خلیج نایبند درحدود ۲۹ و ۲۸/۵ کیلوگرم در دسی مترمکعب بدست آمد که به نظر می‌رسد یکی از علل اصلی افزایش شوری و چگالی از شرق به غرب بدلیل تبخیر بالا در حوزه خلیج فارس باشد. میزان تبخیر در این

magiran.com

منطقه به مراتب بیشتر از نزولات آسمانی و ورودی آب شیرین است که از طریق رودخانه‌ها به داخل آن جاری می‌گردد.

میانگین تبخیر سالانه آبهای سطحی حوزه خلیج فارس حدود ۱۴۰۰ میلیمتر، ورودی آب شیرین از طریق رودخانه‌ها حدود ۱۵۰ تا ۴۶۰ میلیمتر و نزولات آسمانی آن تقریباً ۷۰ تا ۱۰۰ میلیمتر در سال گزارش شده است (Swift & Bower, 2003).

میانگین تبخیر سالانه از آبهای باز خلیج فارس حدود ۱۴۴ سانتیمتر در سال و حداکثر مقدار تبخیر در ماه خرداد حدود ۲۹/۳ و حداقل آن در ماه بهمن حدود ۸/۱ سانتیمتر در سال گزارش شده است (ROPME, 2004).

برغم اینکه میزان تبخیر در خلیج فارس به مراتب بیشتر از ورودی رودخانه‌ها و نزولات آسمانی آن می‌باشد اما این کاهش آب از طریق تنگه هرمز از دریای عمان وارد خلیج فارس شده و جایگزین آبهای تبخیر شده می‌گردد و در نتیجه موازنه آب در این دو پهنه آبی برقرار گشته و به تعادل می‌رسد.

مقایسه آماری شوری آب بین تابستان و زمستان نشان داد که بطور کلی اختلاف آنها با حدود اطمینان ۹۵ درصد نسبت بهم معنی‌دار می‌باشد ($P<0.05$). همچنین نتایج حاصل از بررسی آماری چگالی آب بین تابستان و زمستان نشان داد که اختلاف چگالی آنها نیز با حدود اطمینان ۹۵ درصد در این دو فصل نسبت بهم معنی‌دار می‌باشد ($P<0.05$).

نتایج مطالعاتی که در سال ۱۹۸۱ توسط کارشناسان فائو در رابطه با توزیع افقی شوری آب و روند تغییرات فصلی آن در خلیج فارس صورت گرفته و مطالعاتی که طی سالهای گذشته توسط کارشناسان ایرانی از جمله ابراهیمی، ۱۳۷۶ و نیکویان، ۱۳۸۴ در این زمینه بعمل آمده بطور کلی یک روند افزایشی شوری از شرق به غرب را نشان داده و موید یکدیگر می باشند.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با پشتوانه مالی موئسسه تحقیقات شیلات ایران و با استفاده از شناور فردوس ۱ به انجام رسیده است، لذا برخود لازم می‌دانیم تا از زحمات کلیه دست‌اندرکاران محترم امور مالی و ستاد پشتیبانی موئسسه تحقیقات شیلات ایران و همچنین پرسنل زحمت‌کش شناور تحقیقاتی مذکور تشکر و قدردانی نماییم.

منابع

ابراهیمی، م. ، ۱۳۸۴. بررسی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی خلیج فارس (آبهای محدوده استان هرمزگان). موسسه تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان. ۱۱۹ صفحه.

ابراهیمی، م. ، ۱۳۷۶. بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آبهای ساحلی استان هرمزگان (از منطقه دار سرخ تا باسعیدو). موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، مرکز تحقیقات شیلاتی دریای عمان. ۵۲ صفحه.

محبی نوذر، ل. ، ۱۳۷۷. بررسی پراکنش مواد آلی معلق و رنگدانه‌های فیتوپلانکتونی در آبهای ساحلی بندرعباس. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، مرکز تحقیقات شیلاتی دریای عمان. ۵۲ صفحه.

نیکویان. ع. ، ۱۳۸۴. بررسی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی خلیج فارس در محدوده آبهای خوزستان ، بوشهر و هرمزگان. موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران. ۱۰۶ صفحه.

Al-Majed, N. ; Mohammadi, H. and Al-Ghdban, A. , 2000. Regional report of the state of the marine environment. (ROPME). 187P.

Dorgham, M.M. and Mufthah, A. , 1989. Environmental conditions and phytoplankton distribution in the Persian Gulf and Gulf of Oman. Journal of Marine Biology Association. India. Vol. 31, No. 182, pp.36-53.

Emara, H.I. , 1990. Study on oxygen and phosphate in the waters of the southern Persian Gulf and Gulf of Oman. Acta Adriat, Vol.31, No. 1,2, pp.44-570.

El-Gindy, A.A.H. and Dorgham, M.M. , 1992. Interrelations of phytoplankton, Chlorophyll

magiran.com

and physico-chemical factors in Persian Gulf and Gulf of Oman during summer. Ind. Journal of Marine Science. Vol. 21, pp.257-267.

Simmonds, E.J. and Lamboeuf, M. , 1981. Environmental conditions in the Persian Gulf and Gulf of Oman their influence on the propagation of sound. FAO and UNDP. 62P.

ROPME (State of the Marine Environemt Report) , 2004. Regional organization for the protection of the marine environment. Kuwait.

Swift, S.A. and Bower, A.S. , 2002. Formation and circulation of dense water in the Persian Gulf. Journal of Geophysical Research, Vol. 108, No. C1, 3004P.

magiran.com

Spatial and temporal variation of salinity, water density, and temperature of sea's waters in Hormozgan province, Hormoz Strait and the Persian Gulf

Ebrahimi M.[(1)*] ; Moohebi Nouzar L.[(2)] ; Ajlali Khaneghah K. [(3)] and Sanjani M.S. [(4)]

Ebrahimi1340@yahoo.com

1,2,3- Persian Gulf and Oman Sea Ecology Center, P.O.Box: 1597 Bandar Abbas, Iran

4- Iranian National Center for Oceanographic (INCO), Research Station of the Gulf of Oman and the Indian Ocean, P.O.Box: 456 Chabahar, Iran

Received: February 2006 Accepted: October 2008

Keywords: Thermocline, Physical and Chemical characters, Persian Gulf, Iran

Abstract

Horizontal and vertical distribution of water density, salinity and temperature in Hormozgan province along the Persian Gulf, from Sink Harbor to Nayband Bay, during summer and winter in the year 2005 were studied. We used CTD set to test the parameters in waters from surface to one meter above the seabed. A one way ANOVA and Tukey test were applied to the data. Results show that the thermocline layer is formed in the depth 20-60m with a temperature difference of about 12°C and this temperature difference diminishes in winter. Vertical distribution of density and salinity, both for summer and winter seasons are increased, where the scope of changes between surface and bottom layers in summer is more than the winter season. Vertical changes of the three parameters was observed and for salinity along the first transect this was especially significant where we could see a gradual change from surface to about 80 m under water and a drastic change from 80-100m. This increase shows the existence of an outgoing water current from the bottom of the Persian Gulf via the Hormoz Strait towards the Sea of Oman. Horizontal distribution of parameters show that seawater temperature increases from east to west in summer and it decreases in the same direction during the winter. In the same direction, density and salinity increases, both in summer and winter seasons. The statistical comparison of average density, salinity and temperature in different depth layers and transect lines showed a significant difference for summer and winter seasons ($P<0.05$, 95%).

* Corresponding author