



مرکز بررسی و اطلاعات دریایی

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.



سازمان بنادر و دریانوردی



## مدل سه بعدی گردش آب با الگوی باد متغیر در دریای خزر

سورنا نسیمی

در این تحقیق یک مدل عددی کامپیوتری جهت پیش بینی گردش آبها بصورت سه بعدی ناشی از وزش باد متغیر ارائه می شود و نتایج حاصل از آن در مقایسه با مشاهدات، مورد بحث قرار می گیرد.

مدل عددی مذکور بر اساس معادلات حاکم بر جریان و توزیع دما با روش تفاضل محدود با فرض  $\Delta Y, \Delta X$  ثابت و  $\Delta Z$  متغیر استوار است و از معادلات اندازه حرکت، تاوایی، انرژی پیوستگی و روابط تنش در سطح، کف و لایه های میانی استفاده شده است. لزجت افقی و عمودی و ضریب پخش تلاطمی بر اساس فرمولهای استفاده شده توسط بنت در دریاچه آنتریو (۱۹۷۷) مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به ابعاد دریای خزر در مدل عددی، پارامتر کوریولیس متغیر و همچنین از فرضیاتی مانند هیدروستاتیک تقریب صفحه بتا و تقریب بوسینسک استفاده شده است.

برای کنترل برنامه از چند آزمایش ساده با شرایط مرزی مشابه دریای خزر، استفاده شد. در آزمایش اول میدان محاسباتی بصورت مکعب مستطیل با طول ۱۰۰۰ و عرض ۵۰۰ کیلومتر و حداکثر عمق ۱۰۰ متر در نظر گرفته شده است. باد با سرعت ثابت در خلاف جهت محور X ها در نظر گرفته شده است. در آزمایش دوم مکعب مستطیلی با ابعاد  $۵۰۰ \times ۵۰۰$  کیلومتر و عمق ۲۵۰ متر که باد بصورت کاملاً چرخشی در تمام سطح وجود دارد مورد استفاده قرار گرفت.

برای مدل سازی دریای خزر، شبکه بندی حوزه در سطح افقی با ابعاد  $۱۰ \times ۱۰$  کیلومتر و در جهت قائم در ۱۰ لایه با ضخامت های متغیر از سطح به کف به

ترتیب: ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۶۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و بالاتر از ۵۰۰ متر در نظر گرفته شده اند. داده های باد شامل سرعت، جهت و دمای آب که مربوط به روز پانزدهم شهریور سال ۱۳۷۴ در ساعت های ۶، ۱۲ و ۱۸ بود که از طریق ایستگاههای همدیده ای حاشیه دریای خزر و گشت دریای حاجی علی اف، گردآوری شده است. با استفاده از نقشه هیدروگرافی دریای خزر با مقیاس ۱:۱۵۰۰۰۰۰ و تعیین مرز حوزه، خطوط تراز و ارتفاع در محدوده مورد نظر استخراج و بعد از اسکن، در محیط نرم افزاری R2V و MapInfo رقومی گردید. سپس با استفاده از نرم افزار Arc View Gis با روش شبکه نامنظم مثلثی (TIN) مدل رقومی ارتفاع حوزه در ابعاد ۱۰×۱۰ کیلومتر تهیه شد. اطلاعات باد ساحلی اندازه گیری شده با تصحیحات اعمالی بر داده ها به باد دور از ساحل تبدیل و به روش درون یابی با استفاده از عکس مربع فاصله، توزیع مکانی سرعت باد در سطح حوزه دریای خزر بدست آمد.

مدل بر اساس مشاهدات و گزارشات موجود مورد ارزیابی قرار گرفته است. با بررسی وضعیت جریان در چند لایه به بررسی سرعت ها در برش طولی و برشهای عرضی در ناحیه شمالی، میانی و جنوبی می پردازیم. نتایج وجود سلولهای گردشی را به طور پاد ساعت گرد در سه ناحیه فوق نشان می دهد و اینکه گردش با عمق بطور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد. نتایج حاصل از حل عددی معادله دما با اطلاعات حاصل از مشاهدات گشت دریایی، مقایسه شده و تغییرات دما در لایه های مختلف در برشهای عرضی و طولی، همخوانی نسبتاً قابل قبولی از مدل را با مشاهدات بیان می کند.

## Three Dimensional Model of Water Circulation based on Variable Wind Pattern in Caspian Sea

S. Nasimi

### Abstract

This research tries to introduce a computer-based numerical model for the purpose of predicting water circulation in a three-dimensional format. It follows by a detailed analysis of the model output. The numerical model is based upon equations governing currents and temperature distribution. Horizontal and vertical viscosity as well as turbulence distribution coefficient was utilized as well. Given the huge values that apply to the large Caspian Sea, variable Coriolis parameters as well as assumptions such as beta plane approximation hydrostatic were used. A number of simple tests were used in marginal conditions similar to Caspian Sea. This model was evaluated and it is revealed that the model is matching the observations and records. Finally, we considered current situation in a multiple layer format.

**Keywords:** *computer-based numerical model, temperature distribution, turbulence distribution coefficient*