



مجله پژوهش‌های منابع طبیعی

مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک

جلد هجدهم، شماره چهارم، ۱۳۹۰

<http://jwfst.gau.ac.ir>

گزارش کوتاه علمی

## شبیه‌سازی دو بعدی الگوی جریان در خلیج گرگان با استفاده از نرم افزار مایک ۲۱

\*سعید شربتی

مربی گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۸/۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۹

### چکیده

در این پژوهش شبیه‌سازی دوبعدی جریانات دریایی خلیج گرگان در فصل تابستان ۲۰۰۹ با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌ساز مایک ۲۱ به‌منظور محاسبه الگو جریان، نوسانات سطح آب و مؤلفه‌های سرعت انجام شد. معادلات هیدرودینامیک شامل معادلات پیوستگی و اندازه حرکت میانگین‌گیری شده در عمق می‌باشند. اطلاعات نوسانات سطح آب در ایستگاه آشوراده، تنش باد به‌صورت ثابت در فضا و متغیر در زمان، میانگین دبی رودخانه‌ها و تبخیر به مدل اعمال گردید. رقوم سطح آب و الگو جریان محاسبه شده توسط مدل با نوسان‌نگار و اندازه‌گیری‌های پیوسته جریان از طریق ردیابی سه شناور مقایسه شد. نتایج مدل بیان می‌کند که الگو جریان به واسطه تنش باد غالب، توپوگرافی بستر، ورودی و خروجی آب از تنها مرز باز مدل (دهانه آشوراده- بندر ترکمن) و احاطه شدن خلیج توسط شبه جزیره میانکاله متأثر شده است و به‌طور عمده این الگو در فصل تابستان به‌صورت پادساعت‌گرد می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: شبیه‌سازی دو بعدی، خلیج گرگان، جریانات دریایی، مایک ۲۱

\* مسئول مکاتبه: [s\\_sharbaty@yahoo.com](mailto:s_sharbaty@yahoo.com)

## مقدمه

خلیج گرگان از جمله بوم سازگان‌های مهم دریا خزر به‌شمار می‌آید و در کنوانسیون رامسر جزء ذخایر زیست کره قرار گرفته است. این حوضه با مساحت ۴۰۰ کیلومتر مربع دارای حداکثر عمق ۶ متر و طول ۶۰ کیلومتر و حداکثر عرض ۱۲ کیلومتر می‌باشد. در سال‌های اخیر خلیج با مسائلی همچون آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از فاضلاب‌های شهری و صنعتی، انتقال رسوب و تغییرات سطح آب و تخریب رودخانه‌های محل تخم‌ریزی ماهیان رود کوچ دست به گریبان بوده است. ادامه این روند در سال‌های آتی منجر به صدمات جبران‌ناپذیری می‌گردد که بقا این بوم‌سازگان را تهدید خواهد کرد. عمده اتصال آبی خلیج گرگان با دریا خزر از طریق دهانه آشوراده - بندرترکمن به طول تقریبی ۲/۵ کیلومتر و حداکثر عمق ۳ متر می‌باشد. با این حال این ارتباط به گونه‌ای است که خلیج گرگان انرژی جریانات دریای خزر را به حد کافی دریافت نمی‌نماید. بنابراین خلیج گرگان بیشتر متأثر از فرایندهای داخل حوضه و حوزه آبریز خود می‌باشد. بررسی الگو جریان و تشکیل بانک اطلاعات سرعت و جهت جریان در خلیج گرگان به‌منظور مطالعات مهندسی و بوم‌شناختی در آتیه امری ضروری است. بنابراین در این پژوهش با توجه به داده‌های موجود در فصل تابستان ۲۰۰۹ سعی شده است تا با استفاده از نرم‌افزار مایک ۲۱ نسبت به شبیه‌سازی مؤلفه‌های دوبعدی سرعت میانگین‌گیری شده در عمق و نوسانات سطح آب در خلیج گرگان اقدام گردد.

## مواد و روش‌ها

نرم‌افزار مایک ۲۱، یک سیستم مدل‌سازی عددی پیشرفته به‌منظور شبیه‌سازی سطوح آب و جریانات دوبعدی غیریک‌نواخت در یک لایه از سیال با چگالی هم‌گن می‌باشد. در این مدل معادلات پیوستگی جرم و اندازه حرکت به‌روش تفاضل محدود گسسته‌سازی شده و پس از انتگرال‌گیری در عمق، مؤلفه‌های میانگین‌گیری شده سرعت و تراز سطح آب به‌دست خواهد آمد (راهنما مایک ۲۱، ۲۰۰۷). معادلات پیوستگی و اندازه حرکت به‌کار گرفته شده در مدل مایک ۲۱ به شکل زیر می‌باشد:

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial d}{\partial t} \quad (1) \text{ معادله پیوستگی}$$

(۲) معادله اندازه حرکت در جهت x

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{c^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[ \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega_q - fvv_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (p_a) = 0$$

(۳) معادله اندازه حرکت در جهت y

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{gq\sqrt{p^2+q^2}}{c^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[ \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{yy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega_p - fvv_y + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial y} (p_a) = 0$$

در معادلات بالا:  $h$  عمق آب،  $\xi$  تراز سطح آب،  $p, q$  دبی در واحد عرض،  $v, u$  سرعت در جهات  $x, y$ ،  $c$  ضریب مقاومت شزی،  $g$  شتاب جاذبه،  $f$  ضریب اصطکاک باد،  $v_x, v_y, v$  سرعت باد و مؤلفه‌های آن در دو جهت  $x, y$ ،  $\Omega$  پارامتر کوریولیس،  $p_a$  فشار اتمسفر،  $\rho_w$  چگالی آب،  $\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$  مؤلفه‌های تنش برشی موثر می‌باشند.

جهت افزایش توانمندی مدل در ایجاد الگوی جریان، هندسه حوضه حل با شبکه‌های مربعی به ضلع ۷۵ متر مدل‌سازی شد. در این مدل‌سازی تنش باد بر سطح دریا به صورت ثابت در مکان اما متغیر در زمان می‌باشد با توجه به این‌که اصطکاک باد در سطح دریا به همراه سرعت باد تغییر می‌نماید، بنابراین جهت اعمال تغییرات ضرایب اصطکاک از رابطه اسمیت و بنک (۲۰۰۷) استفاده می‌گردد. اثر ورودی رودخانه‌های اصلی و تبخیر به صورت میانگین فصل تابستان به مدل وارد گردید. اطلاعات نوسانات سطح آب به تنها مرز باز مدل در دهانه آشوراده - بندر ترکمن وارد شد. جدول ۱ مجموعه عوامل در نظر گرفته شده در مدل‌سازی را پس از بارها اجرا مدل و با انتخاب مناسب‌ترین ضرایب مقاومت بستر، لزجت گردابه‌ای و اصطکاک باد در سطح دریا نشان می‌دهد.

جدول ۱- مجموعه عوامل تنظیم شده در اجرای مدل مایک ۲۱.

گام زمانی	۶۰ ثانیه	ضریب مقاومت بستر (شزی)	۲۸ ریشه سوم متر بر ثانیه
تعداد کل گام‌های زمانی	۱۳۳۹۲۰	لزجت گردابه‌ای	فرمول اسمانگورینسکی و متغیر براساس سرعت آب
زمان گرم کردن مدل	۱۰ روز	تبخیر	۵.۵ میلیمتر در روز
عمق اولیه	۰/۰۵ متر	میانگین ورودی رودخانه‌ها	۰.۱۴ مترمکعب بر ثانیه
شروع مدل‌سازی	۲۰۰۹/۰۶/۲۲	پایان مدل‌سازی	۲۰۰۹/۰۹/۲۱

## نتایج و بحث

جهت صحت سنجی نتایج خروجی مدل مایک ۲۱ با واقعیات حادث شده در منطقه، از اطلاعات میدانی نوسانات سطح آب متعلق به اداره امور ماهیان خاویاری استان گلستان واقع در بخش شمال شرقی خلیج به صورت یک بار در روز و همچنین ردیابی هم‌زمان مسیر حرکت سه شناور در سه نقطه از خلیج به مدت ۱۲ ساعت اقدام گردید. جدول ۲ بیانگر میزان دقت نتایج مدل با اندازه‌گیری‌های میدانی نوسانات سطح آب می‌باشد. خروجی مدل در آرام‌ترین و طوفانی‌ترین حالت جوی مورد بررسی قرار گرفت. وزش باد طوفانی جنوب غرب با سرعت متوسط ۹ متربرثانیه سبب وقوع پدیده مدطوفان در خلیج شد به گونه‌ای که سطح آب در حوضه شرقی ۰/۲ متر بالا آمده و در غرب ۰/۱۵ متر پایین آمده است. حداکثر سرعت به وجود آمده مربوط به دهانه آشوراده - بندرترکمن، ۰/۳۲ متربرثانیه می‌باشد. اعماق بیشتر از ۴ متر دارای سرعتی معادل ۰/۱ متربرثانیه و در کرانه‌های شمالی و جنوبی جریان از غرب به شرق معادل ۰/۰۸ متربرثانیه است. در ایام آرام جوی سرعت متوسط باد کمتر از ۳ متربرثانیه بوده و جهت آن از جنوب غرب می‌باشد. در این ایام حداکثر سرعت محاسبه شده توسط مدل مربوط به دهانه آشوراده - بندرترکمن و به میزان ۰/۲ متربرثانیه و در دیگر نواحی بسیار کم می‌باشد. بررسی مسیر احتمالی ذرات آب در خلیج تحت تأثیر تمامی مجموعه عوامل ایجاد جریان نشان می‌دهد که ذرات در مناطق نزدیک به سواحل شمالی و جنوبی پس از گذشت حداکثر ۲ هفته از بخش غربی خلیج به سمت شرق حرکت کرده و از کناره‌های دهانه آشوراده - بندرترکمن خارج می‌گردند. اما ذرات قرار گرفته در سواحل شمالی به دلیل بعد مسافت کمتر زودتر از خلیج خارج می‌شوند. با افزایش فاصله ذرات آب از خط ساحلی، الگو حرکت ذرات در بخش غربی خلیج و تا ۵ کیلومتری دهانه آشوراده - بندرترکمن بصورت پادساعت‌گرد بوده و به این شکل ذرات امکان خروج از درون خلیج را نخواهند داشت. این موضوع با ردیابی سه جسم شناور در حوضه میانی خلیج مطابقت داشته است.

جدول ۲- مقادیر میانگین، حداکثر، حداقل و انحراف معیار نوسانات سطح آب نوسان نگار و حل عددی.

نوسانات سطح آب (متر)	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین
نوسان نگار	۰/۰۵	-۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۰۲۳
حل عددی	۰/۰۳	-۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۰۲

## نتیجه‌گیری

به‌طور عمده شکل کلی الگو گردش آب در خلیج گرگان در خلال تابستان ۲۰۰۹ به‌صورت پادساعت‌گرد بوده و دلایل عمده به وجود آمدن چنین گردش جهت وزش باد غالب غرب و جنوب غربی، شکل هندسی بستر، سواحل و تبادل آب از دهانه آشوراده-بندرترکمن به واسطه دریا خزر می‌باشد. جهت جریان‌ها در نزدیکی سواحل، در امتداد باد غالب و در اکثر مواقع از سمت غرب به شرق بوده و بزرگی سرعت چنین جریان‌ها به مدت وزش باد و سرعت باد بستگی دارد. وجود چنین جریان‌ها در سواحل سبب جابجایی رسوبات از سمت غرب به شرق خلیج می‌گردد. در نواحی میانی و عمیق خلیج، توده‌های آب فرصت خارج شدن از خلیج را نداشته و مسیر دایره‌وار بسته‌ای را تحت تأثیر الگو گردش پادساعت‌گرد جریان طی می‌نمایند. در نتیجه منابع آلاینده ورودی به خلیج در درون آن باقی مانده و میزان آلودگی را افزایش می‌دهند. به‌دلیل ورودی بالای آب از دریای خزر به خلیج و الگو وزش باد غالب، شیب گرادیان سطح آب در خلیج گرگان در امتداد محور طولی به‌طور عمده از شرق به غرب شیب‌دار می‌باشد.

## منابع

1. Manual of MIKE 21. 2007. Coastal Hydraulic and Oceanography Hydrodynamic Module. Danish Hydraulic Institute (DHI Software). Pp: 74-85.
2. Smith, S., and Bank, G. 2007. Variation of the sea drag coefficient with wind speed. Quart. Met. Soc. 101: 665-673.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Water and Soil Conservation, Vol. 18(4), 2011*

*http://jwfst.gau.ac.ir*

## **Two dimensional simulation of flow pattern in Gorgan Bay by using Mike21 software**

**\*S. Sharbati**

Lecturere Dept. of Fisheries, Gorgan University Agricultural Sciences  
and Natural Resources, Iran

Received: 2010-10-26; Accepted: 2011-10-1

### **Abstract**

In this investigation, two dimensional simulations of marine currents in the Gorgan Bay in the summer 2009, by using Mike21 simulator software were done for calculating flow pattern, water level fluctuations and velocity components. The hydrodynamic equations included the depth average equations of continuity and momentum. The fluctuations of water level in the Ashooradeh station, wind stress as constant in space but varying in time, the average river flow and evaporation were applied to the model. Water surface elevations and flow patterns were computed by the model via the Tide Pole and continued through tracing three floaters. The results of the model expresses, the flow pattern has been affected by wind stress, bottom topography, input and output of the only open boundary model (entranced of Ashooradeh–Bandaretorkaman) and surround by the Miankaleh peninsula and is a counterclockwise pattern in the summer season.

**Keywords:** Two dimensional simulation; Gorgan Bay; Sea Currents; Mike21

---

\*Corresponding Author; Email: s\_sharbaty@yahoo.com