



مرکز بررسی‌ها و مطالعات 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



مطالعه جریان جزر و مد در شمال جزیره قشم

دکتر رضا غیاشی

گروه مهندسی عمران دانشکده فنی دانشگاه تهران

چکیده

جریان جزر و مد در آبهای خلیج فارس در محدوده بین جزیره قشم و ساحل جنوبی ایران بصورت عددی مشابه سازی شده است. پیش بینی پارامترهای جریان در محدوده فوق الذکر با استفاده از مدل ریاضی، اطلاعات مفیدی جهت تحقیقات بعدی در زمینه مطالعات محیط زیست، رسوب، و ناوبری در اختیار میگذارد.

میدان محاسباتی مورد نظر دارای دو مرز باز در طرفین شرقی غربی میباشد که شرایط مرزی ارتفاع جزر و مد آب در این محدوده‌ها اعمال میشود. پروفیل سرعتهای ناشی از جزر و مد نشان دهنده رفتار خاص جریان در اثر توپوگرافی موجود منطقه است. معادلات دیفرانسیل جزئی حاکم بر پدیده انتقال امواج با استفاده از روش احجام محدود بانویسی و بصورت ضمنی حل شده‌اند. این معادلات عبارتند از معادله پیوستگی و معادلات ممتم که برای جریان با سطح آزاد به صورت اصلاح شده نوشته میشوند.

مقاله حاضر دربر گیرنده پروفیل سرعتها برای ترازهای مختلف جزر و مد میباشد. نتایج حاصله ناشی از در نظر گرفتن یک شرط مرزی در شرق و دو شرط مرزی مختلف در غرب میدان محاسباتی ارائه شده و مورد بحث قرار گرفته‌اند.

کلید واژه‌ها

جریان سواحل - جزیره قشم - روش احجام محدود - خلیج فارس - هیدرولیک جزر و مد

۱- مقدمه

مشابه سازی عددی جریان آب و بررسیهای محیط زیست همزمان با پیشرفت سریع کامپیوترها رو به

افزایش است. امروزه مدل‌های ریاضی تا حد قابل توجهی جایگزین مدل‌های فیزیکی و آزمایشگاهی شده‌اند. اقتصادی تر بودن این مدل‌ها و امکان توسعه آنها برای مطالعات با شرایط مختلف عامل مهمی در پیشرفت مدل‌های ریاضی و کامپیوتری به شمار می‌رود. با مشابه سازی کامپیوتری میتوان مشخصات هیدرودینامیکی جریان و بررسی‌های ثانوی از قبیل مطالعات رسوب و انتشار آلودگی را با دقت کافی پیش بینی نمود.

مدل‌های ریاضی هیدرودینامیک جریان آب دریا بر اساس حل معادلات دیفرانسیل حاکم با استفاده از روش‌های عددی استوار می‌باشند. این معادلات که شامل معادلات پیوستگی و مقدار حرکت هستند ابتدا بصورت منقطع شده (Discretized) در آمده و سپس توسط یک برنامه مناسب با توجه به شرایط مرزی و مشخصات محیط مورد نظر حل میشوند.

در ادامه مقاله معادلات حاکم بر جریان آب دریا، روش حل معادلات و کاربرد آن برای پیش بینی مشخصات جریان در شمال جزیره قشم تشریح شده است.

۲- معادلات حاکم

معادلات حاکم بر جریان سیالات شامل معادلات پیوستگی و مقدار حرکت (ناویراستوکس) می‌باشند که در حالت کلی برای سیال غیر قابل تراکم به صورت برداری زیر قابل بیان هستند (۱):

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{v} = 0 \quad (1)$$

$$\rho \frac{d\vec{v}}{dt} = \rho \vec{f}_e - \vec{\nabla} p + \vec{\nabla} \cdot \vec{\tau} \quad (2)$$

که معادله (۲) در سیستم مختصات کارتزین سه مولفه در سه جهت x و y و z دارد. در جریان آب در مناطق دریایی، عموماً مولفه قائم سرعت آب نسبت به مولف‌های افقی آن بسیار کوچکتر است. همین امر باعث میشود تا معادله مقدار حرکت در امتداد قائم بسیار ساده شده و بصورت:

$$p = \rho g Z \quad (3)$$

در آید که بیانگر قانون فشار هیدرواستاتیک در امتداد قائم است (۲). معادلات باقیمانده شامل معادله پیوستگی و معادلات مقدار حرکت در امتدادهای افقی x و y بصورت زیر نوشته می‌شوند (۳):

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial UH}{\partial x} + \frac{\partial VH}{\partial y} = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial UH}{\partial t} + \beta \frac{\partial U^2 H}{\partial x} + \beta \frac{\partial UVH}{\partial y} = fVH - gH \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial H \bar{\tau}_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial H \bar{\tau}_{xy}}{\partial y} + \tau_{xz}|_{\zeta} - \tau_{xz}|_{-h} \right) \quad (5)$$

$$\frac{\partial VH}{\partial t} + \beta \frac{\partial UVH}{\partial x} + \beta \frac{\partial V^2 H}{\partial y} = -fUH - gH \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial H \bar{\tau}_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial H \bar{\tau}_{yy}}{\partial y} + \tau_{yz}|_{\zeta} - \tau_{yz}|_{-h} \right) \quad (6)$$

در معادلات فوق: $U, V =$ مولفه‌های متوسط سرعت جریان در عمق، $H =$ عمق آب، $f =$ ضریب نیروی کوریولیس، $\zeta =$ تراز سطح آب نسبت به سطح مبنای محاسبات، $\tau_{ij} =$ مولفه تنش برشی و $\tau_{xz} |_{\zeta}$ و $-\tau_{xz} |_{-h}$ تنش برشی باد و بستر دریا می‌باشند.

۳- روش حل

روشهای مختلفی از جمله روش اختلاف محدود (Finite Difference Method) یا روش اجزاء محدود (Finite Element Method) میتوانند جهت حل عددی معادلات دیفرانسیل مورد استفاده واقع شوند. در این تحقیق روش اجزاء محدود (Finite Volume Method)، که نسبت به هر دو روش قبل از مزایایی برخوردار است، بکار گرفته شده است.

روش اجزاء محدود بر اساس تئوری روشهای باقیمانده وزن دار (Weighted Residual Methods) استوار شده است (۴). در این روش شکل انتگرالی معادلات حاکم مورد استفاده واقع شده و پیوستگی تابع در داخل هر المان تامین می‌شود و بدین جهت نسبت به روش اختلافات محدود برتری دارد. همچنین ساده‌تر بودن مقطع سازی معادلات در این روش کاربرد آنرا نسبت به روش اجزاء محدود آسانتر می‌سازد. نرم افزار CECAD-FF بر اساس روش فوق الذکر تهیه شده و در تحقیق حاضر مورد استفاده قرار گرفته است.

۴- جزیره قشم

جزیره قشم که بزرگترین جزیره ایران است حدود ۱۱۰ کیلومتر طول و ۱۷۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارد و بلندترین نقطه آن از سطح دریا ۳۱ متر است (۵). عرض جزیره بین ۱۶ تا ۲۵ کیلومتر متغیر است (شکل ۱). از نظر موقعیت جزیره بین طولهای جغرافیایی $۵۵^{\circ}۱۶'$ الی $۵۶^{\circ}۱۶'$ شرقی و بین عرضهای جغرافیایی $۲۶^{\circ}۳۵'$ الی ۲۷° شمالی واقع است. زاویه بین محور طولی جزیره و خط استوا تقریباً ۱۹° در جهت مثلثاتی میباشد.

۵- میدان محاسباتی و شرایط مرزی

آبهای خلیج فارس در فاصله بین ساحل شمالی جزیره قشم و ساحل جنوبی ایران در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. عمق حداکثر آب در این میدان حدود ۱۰ متر است. در حالیکه عمق متوسط آن در حدود ۵ متر تخمین زده میشود. میدان محاسباتی بصورت مربع مستطیل ABCD در روی شکل ۱ در نظر گرفته شده است. ابعاد این میدان ۱۱۰×۳۸ کیلومتر مربع بوده که به المانهایی به بزرگی ۱×۱ کیلومتر مربع تقسیم شده است.

توپوگرافی کف از روی نقشه $۱/۵۰۰۰۰۰$ برداشت (۶) و با استفاده از دیجیتالایزر برای استفاده در برنامه آماده شده است. شکل ۲ نمایانگر توپوگرافی معرفی شده میدان محاسباتی می‌باشد. در این تحقیق فرض شده که آب

عبوری از آبراهه‌های جنگل، واقع بین بندر لافت و دوربنی، نسبت به آب عبوری از آبراه ترعه خوران بسیار کم و قابل صرفنظر باشد.

مرز شرقی میدان محاسباتی (ضلع AB) در محل اسکله شهید رجایی و در نزدیکی بندر عباس واقع است و جزر و مد اندازه گیری شده در بندر عباس برای این مرز منظور شده است. (شکل ۳). از مرز غربی میدان محاسباتی (ضلع CD) هیچ نوع اطلاعاتی در دست نبوده و بدین جهت دو شرط مختلف مرزی در این تحقیق برای آن منظور شده است:

الف - مرز غربی باز:

در این حالت مرز غربی باز و بدون هیچ اطلاعاتی اعم از تراز سطح آب دریا و یا سرعت منظور شده است.

ب - مرز غربی با اطلاعات جزر و مد:

در این حالت جزر و مد محاسبه شده توسط مدل ریاضی خلیج فارس (که قبلاً توسط نگارنده مورد بررسی قرار گرفته است (۷) برای مرز شرقی اعمال شده است.

۶- نتایج محاسبات

مشابه سازی برای دو جزر و مد انجام و نتایج چهار مرحله زمانی پس از گذشت اولین جزر و مد برای هر دو حالت مرز غربی در مقاله ارائه شده‌اند.

الف - نتایج در حالت مرز غربی باز

در این حالت میدان محاسباتی مشابه یک رودخانه متصل به دریا عمل می‌کند و جهت جریان آب در تمام نقاط آن در زمان مورد نظر به یک سو می‌باشد.

شکل ۱-۴ نشان دهنده پروفیل سرعتها ۱۵ ساعت پس از شروع محاسبات میباشد. چنانچه در شکل ۲ دیده می‌شود در این ساعت شیب بالا رفتن تراز سطح آب در مرز شرقی بیشترین مقدار است. حداکثر سرعت آب در محل تنگ شدگی به بیش از ۳/۵ متر بر ثانیه می‌رسد. در حالیکه این حداکثر در مرز شرقی در حدود ۱/۵ متر بر ثانیه تخمین زده شده است.

شکل ۲-۴ پروفیل سرعتها را در زمان مد حداکثر یعنی ۱۸ ساعت پس از شروع محاسبات نشان میدهد. در این حالت سرعت آب در مرز شرقی تقریباً صفر میباشد، لیکن چنانچه پروفیل سرعتها نمایانگر است در محل تنگ شدگی هنوز سرعتهایی تا حدود ۳ متر بر ثانیه دیده میشوند.

پروفیل سرعتها ۲۱ ساعت پس از شروع محاسبات یعنی در زمانی که شیب پائین آمدن تراز آب به بیشترین مقدار خود رسیده است در شکل ۳-۴ دیده می‌شود. در این زمان سرعت آب در مرز شرقی به حدود ۶۰ سانتی متر بر ثانیه و حداکثر سرعت آب در محل تنگ شدگی به حدود ۳/۵ متر بر ثانیه بالغ میشود. در حالیکه در مرز غربی سرعت آب تا یک متر بر ثانیه نیز میرسد.

در زمان جزر کامل یعنی ۲۴ ساعت پس از شروع محاسبات آب در غالب نقاط میدان تقریباً به حالت سکون در می‌آید و تنها در محل ترعه خوران سرعتهایی تا حد ۰/۵ متر بر ثانیه دیده می‌شوند (شکل ۴-۴).

ب - نتایج در حالت مرز غربی با اطلاعات جزر و مد

برخلاف حالت قبل، میدان محاسباتی در این حالت شبیه یک دریاچه مخزنی بزرگ که شرایط جزر و مدی با اختلاف فاز نسبتاً کمی در دو طرف آن اعمال می‌شود رفتار می‌کند.

پروفیل سرعتها ۱۵ ساعت پس از شروع محاسبات در شکل ۱-۵ نشان داده شده‌اند. چنانچه دیده میشود سرعتها در محل تنگ شدگی از حدود ۱/۶ متر بر ثانیه تجاوز نمی‌کند. در همین لحظه متوسط سرعتها در مرزهای شرقی و غربی در حدود یک متر بر ثانیه و جهت آنها مخالف همدیگر می‌باشد. سرعت آب در محل ترعه خوران نزدیک به صفر بوده و این محل حالت سکون بخود گرفته است.

شکل ۲-۵ پروفیل سرعتها را پس از ۱۸ ساعت یعنی در حالت مد حداکثر خلیج فارس نشان میدهد. در این زمان در اکثر میدان محاسباتی آب تقریباً به حالت سکون رسیده است.

پس از ۲۱ ساعت، در هنگامیکه شیب پائین آمدن تراز آب در مرزها بیشترین مقدار است، پروفیل سرعتها بصورت شکل ۳-۵ در می‌آید. حداکثر سرعت در محل تنگ شدگی در این زمان حدود ۱/۴ متر بر ثانیه و متوسط سرعت در مرزهای شرقی و غربی به حدود ۰/۹۵ متر بر ثانیه بالغ میشود. جریان آب در دو مرز شرقی و غربی در این زمان در دو جهت کاملاً مخالف و به سمت خارج میدان محاسباتی برقرار میباشد.

در ساعت ۲۴ که جزر کامل در خلیج اتفاق می‌افتد، سرعتها در میدان محاسباتی نسبتاً کم می‌باشند، بطوریکه در اکثر نقاط میدان سرعت از حدود ۰/۵ متر بر ثانیه تجاوز نمی‌کند. با این وجود، مطابق شکل ۴-۵، حداکثر سرعت آب در همین زمان در محل تنگ شدگی به حدود ۱/۳ متر بر ثانیه بالغ میشود.

ج - نظریه

در حالتیکه مرز غربی بصورت مرز باز منظور شده است مقادیر سرعتها در محل تنگ شدگی بسیار زیاد بوده و نتایج غیر منطقی بنظر میرسد. این سرعت میتواند براحتی بستر و ساحل دریا را شستشو داده و مقطع مورد نظر را وسیعتر نماید و در نتیجه در مدت زمان نه چندان زیاد توپوگرافی منطقه را کاملاً تغییر دهد.

در حالتیکه مرز غربی بعنوان مرز با شرایط جزر و مدی منظور شده است نتایج حاصله منطقی‌تر به نظر می‌آید. نکته مهم اینکه در این حالت ناحیه‌ای از ترعه خوران که در غرب محل تنگ شدگی واقع است بصورت یک منطقه کاملاً آرام در کلیه زمانها دیده میشود. این امر میتواند محیط مناسب و آرامی برای حیات وحش ایجاد کند. مطالعه دقیق این بخش از ترعه خوران که در جنوب آن نیز یک منطقه جنگلی با آبراهه‌های دریایی وجود دارد، از نظر محیط زیست قابل توصیه می‌باشد.

تحقیقات دقیقتر مطالعات هیدرودینامیک منطقه دریایی بین جزیره قشم و ساحل جنوبی ایران منوط به داشتن اطلاعات دقیقتر از شرایط مرزی جزر و مد و توپوگرافی منطقه است. هر چند به نظر می‌آید نتایج حاصله در قسمت (ب) که توسط شکل‌های ۱-۵ الی ۴-۵ ارائه شده‌اند به پدیده واقعی نزدیکتر میباشد.

همچنین سرعتها در محل تنگ شدگی نسبتاً زیاد می‌باشند و اگر به دلیلی عرض این مقطع کاهش یابد،

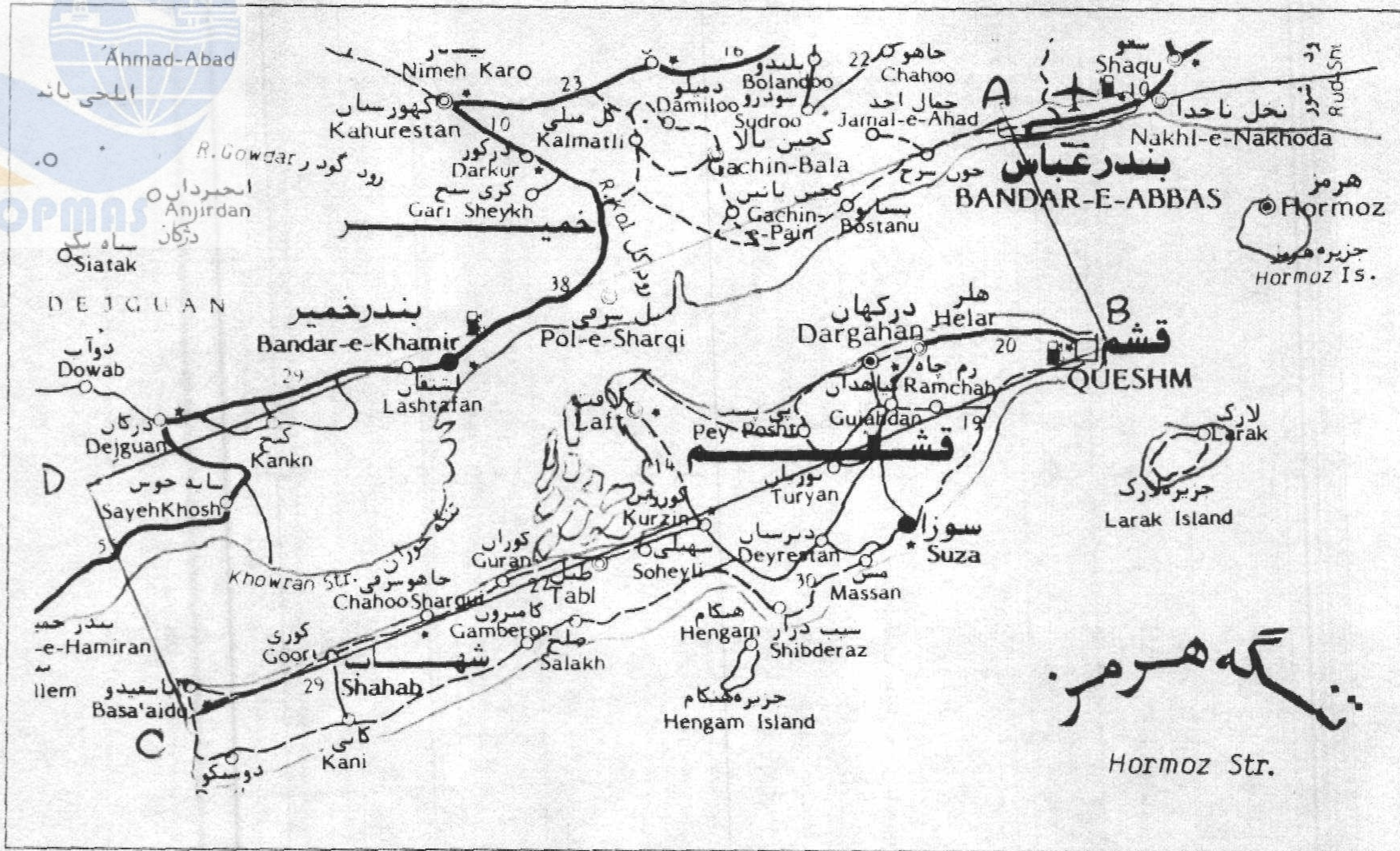
سرعتها افزایش خواهند یافت. این امر نکته‌ای است که باید در مواردی مانند ساختن پل ارتباطی جزیره قشم مورد توجه قرار گیرد. همچنین لازم است قایقرانی و ناوبری در این منطقه با توجه به سرعت زیاد آب در برخی ساعات، با احتیاط انجام پذیرد.

۷- نتیجه گیری

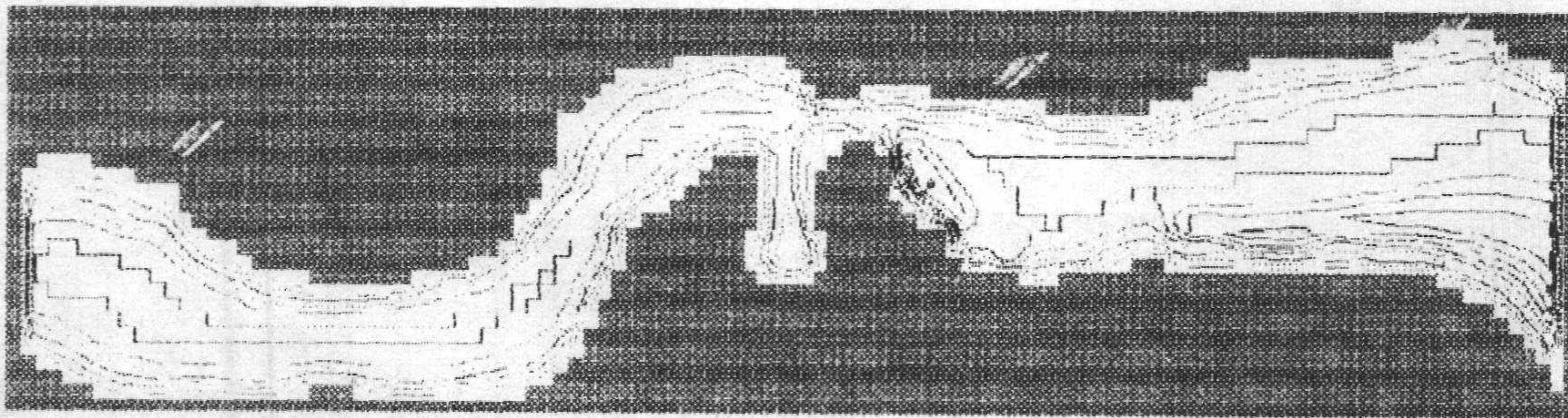
جریان جزر و مد در منطقه ساحلی فیما بین جزیره قشم و ساحل جنوب ایران با استفاده از مدل ریاضی CECAD-FF مشابه سازی شد. در مرز غربی میدان محاسباتی شرایط جزر و مد اندازه‌گیری شده اعمال گردید. بعلاوه وجود اطلاعات از مرز غربی در حالت مختلف برای این مرز منظور شد: (الف) مرز غربی باز و (ب) مرز غربی با شرایط جزر و مد. محاسبات نشان میدهد که نتایج حالت (ب) به واقعیت نزدیکتر می‌باشد. سرعت جریان آب در محل تنگ شدگی نسبتاً زیاد است. بنابراین تغییر شکل مقطع در این محل به هر علت، مانند پل سازی، باید با احتیاط صورت پذیرد. همچنین در غرب محل تنگ شدگی آب عموماً به حالت ساکن دیده می‌شود. این امر میتواند در اختصاص محدوده مورد نظر به محلی برای حیات وحش و آبیان مورد دقت واقع شود.

۸- فهرست مراجع

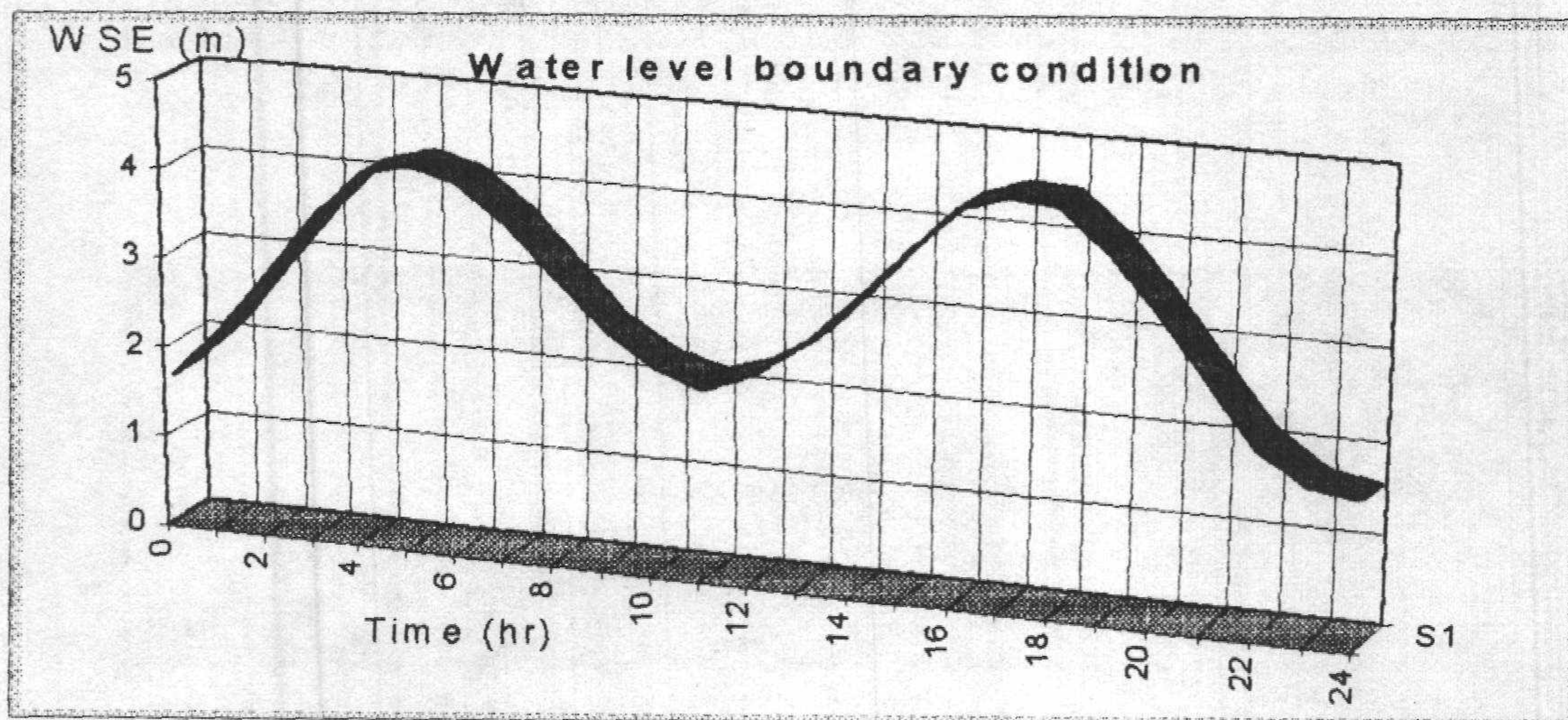
- 1- Milne-Thomson LM, (1968), Theoretical Hydrodynamics, Macmillan & Co. Ltd., London.
- 2- Falconer RA, (1993), "An Introduction to Nearly Horizontal Flows", in Coastal, Estuarial and Harbour Engineers' Reference Book, (eds.: Abbott and Price), Chapter 2, E and F N Spon Ltd, London, pp 27-36.
- 3- Ghiassi R, (1995), Three Dimensional Coastal Flow modeling, Using the Finite Volume Method, PhD Thesis, University of Bradford, UK.
- 4- Hirshc, (1988), Numerical Computation of Internal and External Flows, Vol. 1, Fundamentals of Numerical Discretization, John Wiley & Sons Ltd.
- ۵- موسسه سحاب، (۱۳۷۴)، نقشه راهنمای استان هرمزگان شماره ۱۵۲۷-۲۹، موسسه جغرافیایی و کارتوگرافی سحاب.
- ۶- سازمان جغرافیایی، (۱۳۷۳)، نقشه بندر عباس شماره NG 40-A، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران.
- ۷- غیاثی، (۱۹۹۴)، مدل ریاضی دو بعدی هیدرودینامیک خلیج فارس، کنفرانس هیدرولیک و کشاورزی دانشجویان ایرانی در اروپا، لوون، بلژیک.



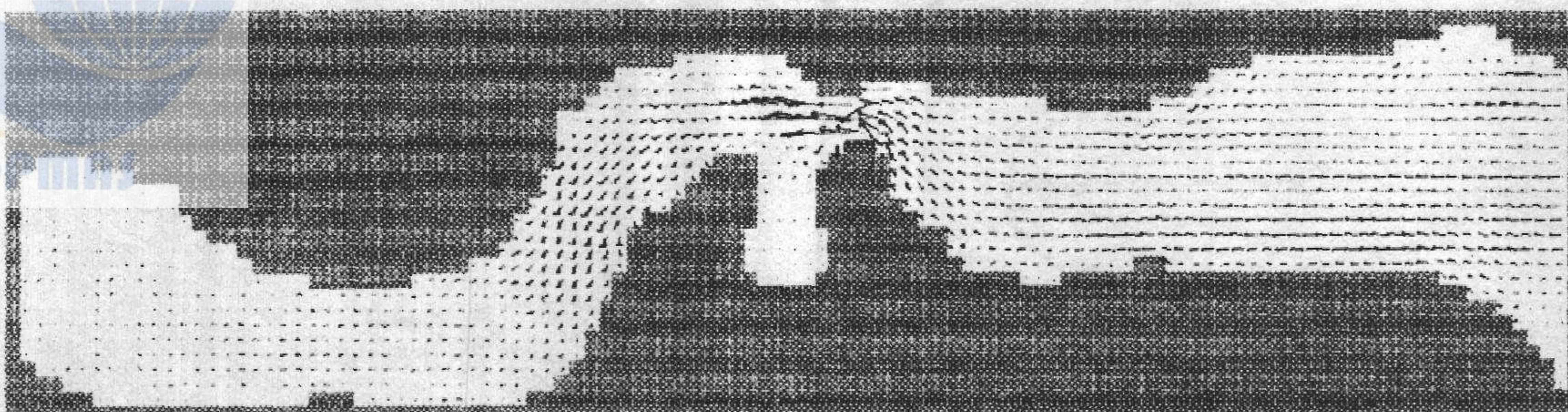
شکل ۱ - نقشه جغرافیایی جزیره قشم و میدان محاسباتی



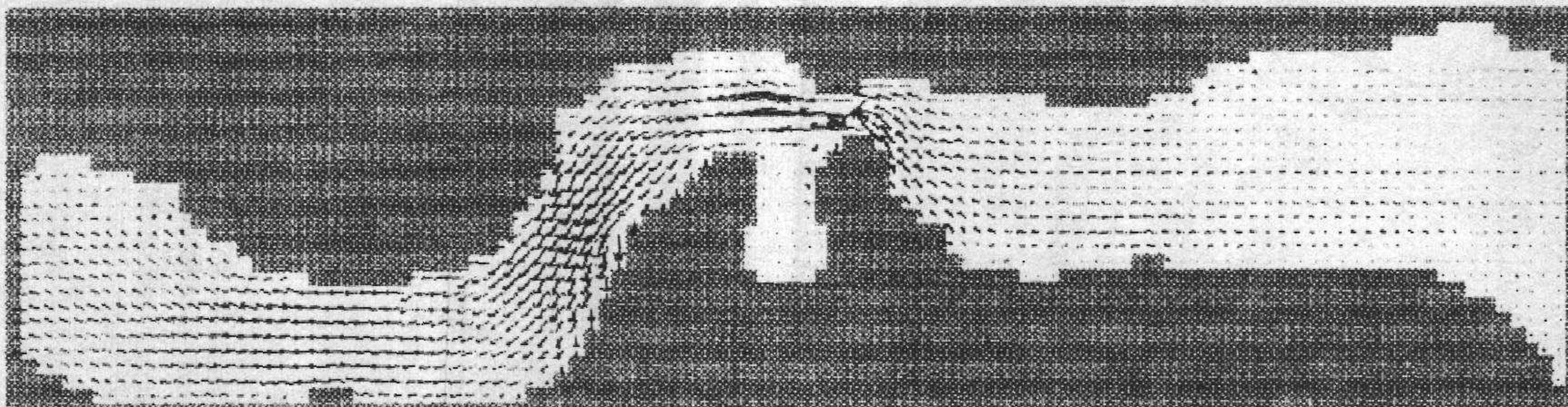
شکل ۲ - توپوگرافی بستر



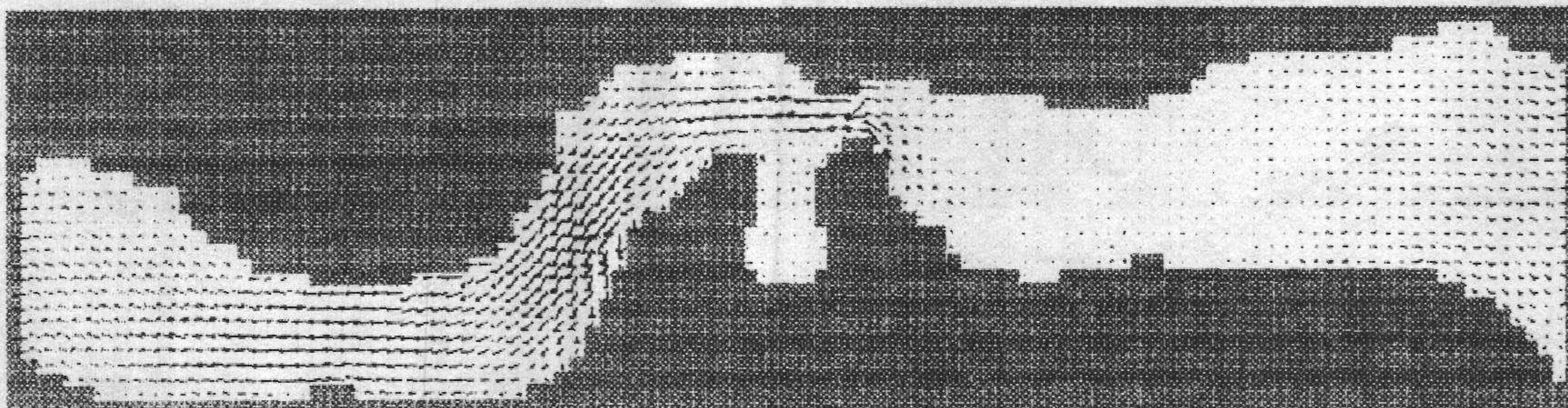
شکل ۳ - جزر و مد اندازه گیری شده



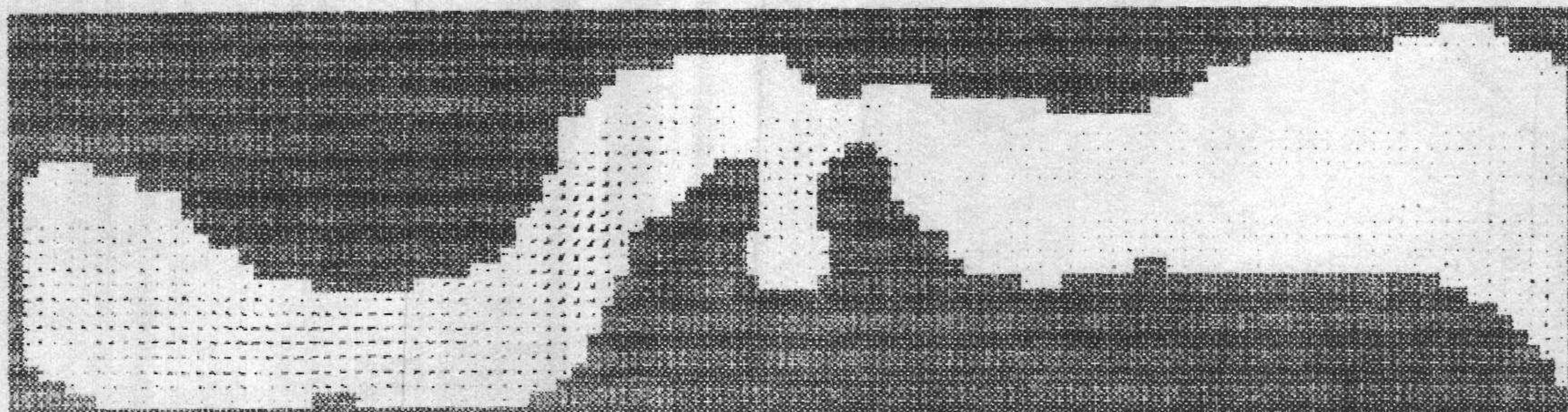
شکل ۴-۱ - پروفیل سرعتها پس از ۱۵ ساعت برای حالت محاسباتی (الف)



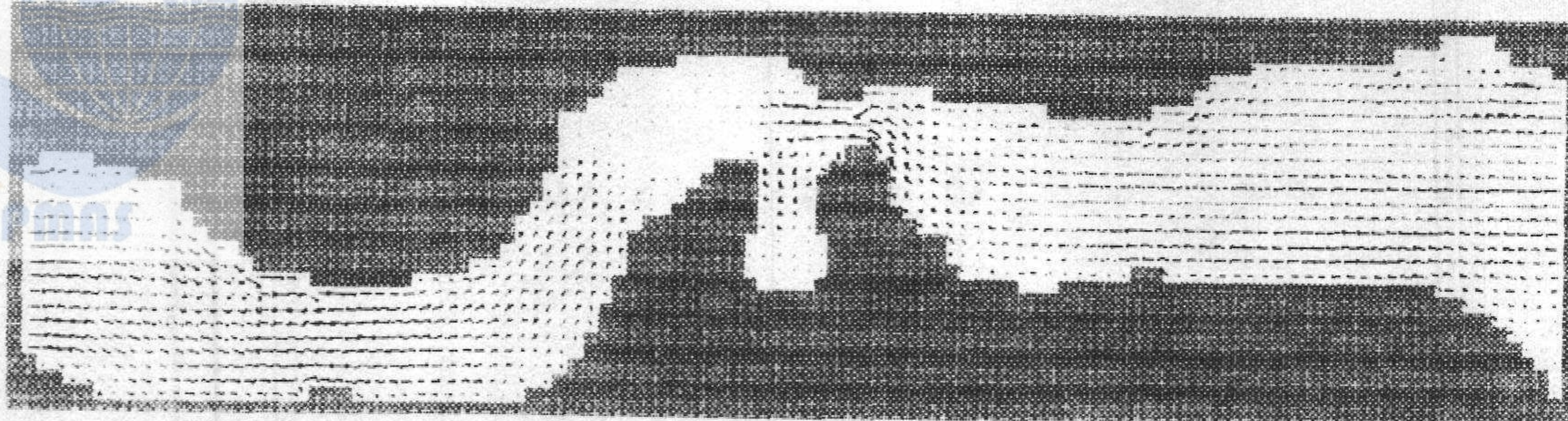
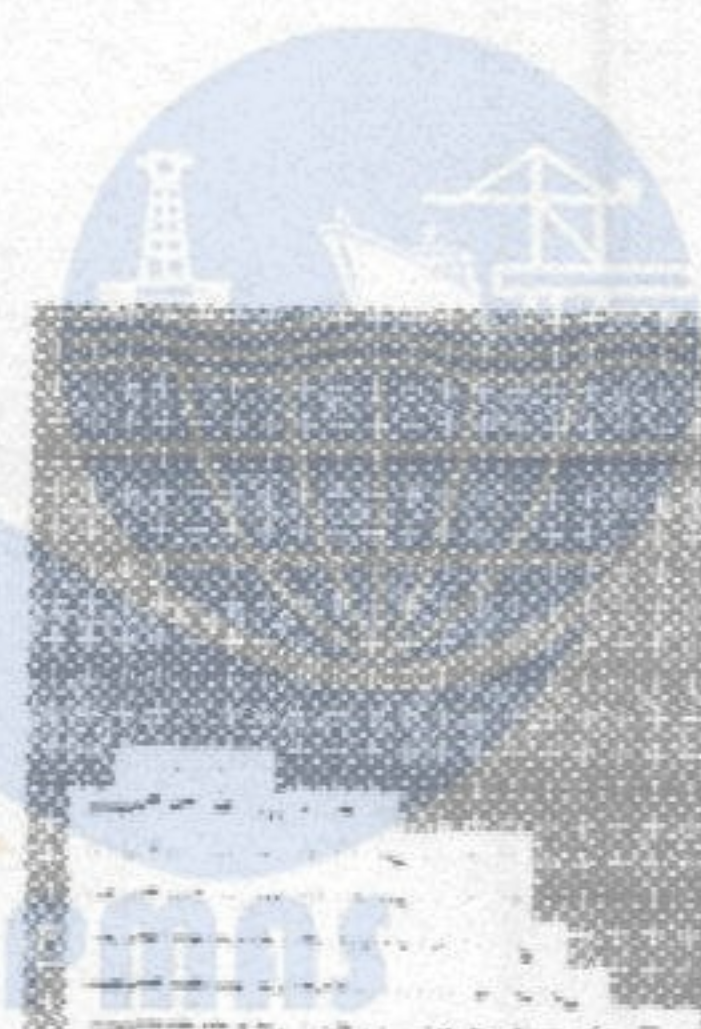
شکل ۴-۲ - پروفیل سرعتها پس از ۱۸ ساعت برای حالت محاسباتی (الف)



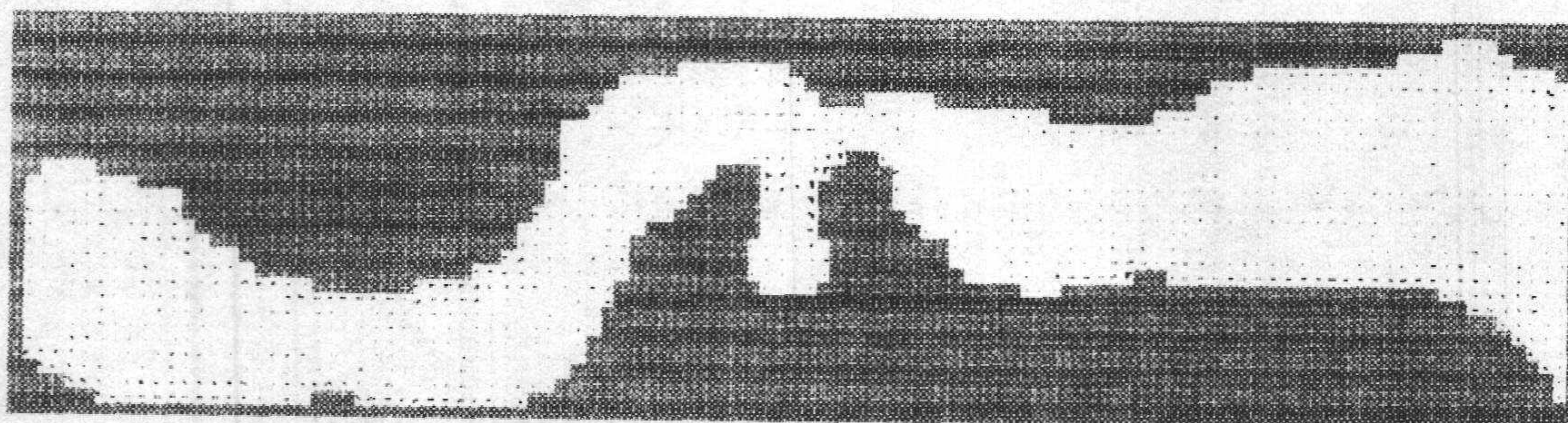
شکل ۴-۳ - پروفیل سرعتها پس از ۲۱ ساعت برای حالت محاسباتی (الف)



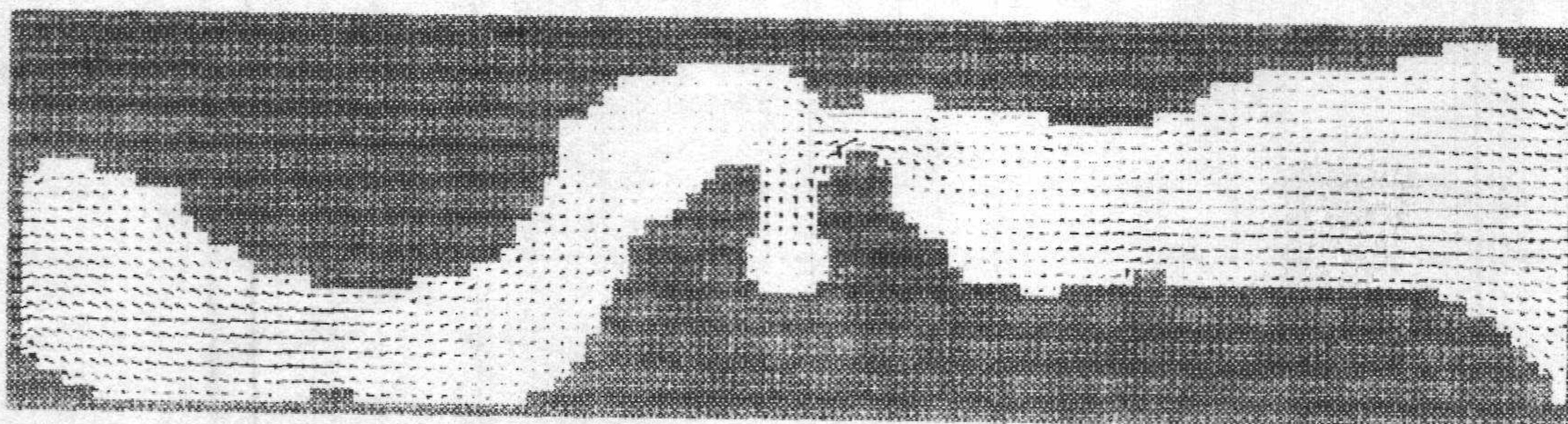
شکل ۴-۴ - پروفیل سرعتها پس از ۲۴ ساعت برای حالت محاسباتی (الف)



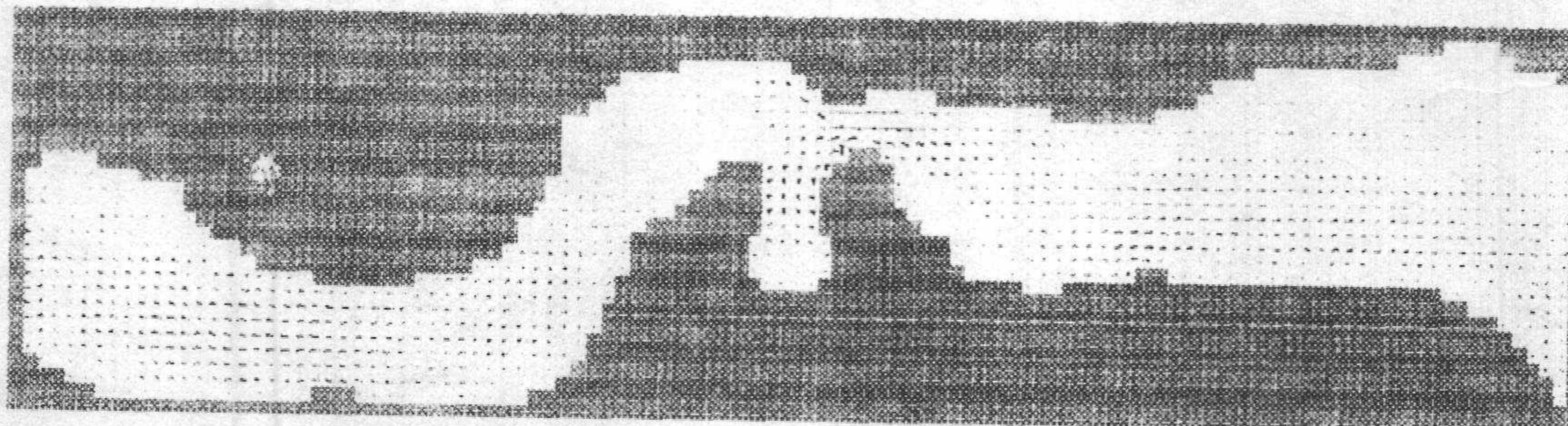
شکل ۵-۱ - پروفیل سرعتها پس از ۱۵ ساعت برای حالت محاسباتی (ب)



شکل ۵-۲ - پروفیل سرعتها پس از ۱۸ ساعت برای حالت محاسباتی (ب)



شکل ۵-۳ - پروفیل سرعتها پس از ۲۱ ساعت برای حالت محاسباتی (ب)



شکل ۵-۴ - پروفیل سرعتها پس از ۲۴ ساعت برای حالت محاسباتی (ب)

Survey on Tidal Currents at the North of Qeshm Island

R. Ghiasi, Ph.D.

Civil Engineering Department - Engineering School of Tehran University

Abstract

The tidal currents of the Persian Gulf waters between Qeshm Island and the southern coast of Iran have been numerically stimulated. By implementing the mathematical model, the prediction of the currents factors in the mentioned area is resulted in useful information for the following investigation fields of ecosystem, sedimentation and navigation. The computational field has two patulous ends at its eastern and western sides, which the border conditions of the tide's height is applied in these areas. The speed profiles caused by the tides indicate a special behavior of the streams, which is caused by the existing topography in the area. The minor differential equations that predominate the wave transfer phenomenon has been rewritten, using the limited-volumes technique and has later been solved implicitly. These equations include the equations related to cohesion and momentum, which have been revised and written for currents with free surfaces. This article contains the speed profiles for various tide levels. The obtained results of considering one border condition at the east and two border conditions at the west of the computational field are presented and discussed.

Keywords: tidal currents; Persian Gulf; sedimentation