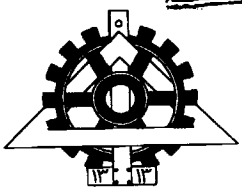
۱۳۷۵/۱۰/۱۶



دانشگاه تهران

دانشکده فنی

گروه مهندسی عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد - گرایش عمران - سازه‌های هیدرولیکی

موضوع :

مدل دو بعدی توزیع حرارت ناشی از نیروگاه‌ها در آب دریا

4661

نگارش:

آرش رزاقی

استاد راهنما:

دکتر رضا غیاثی

پائیز ۱۳۷۸

۲۷۳۳۸

با سپاس فراوان از زحمات استاد ارجمند

جناب آقای دکتر غیاثی

۲۷۳۳۸

چکیده

هدف این پایان نامه تهیه مدل پیش بینی توزیع حرارت در آبهای دریا می‌باشد. معادلات دیفرانسیل حاکم بر پدیده توزیع حرارت که از نوع معادلات انتقال انتشار در میدان دو بعدی (انتگرال‌گیری شده در عمق)هستند با استفاده از روش تفاضلات محدود بصورت منقطع در آمده است. معادلات منقطع شده برای شرایط مرزی مختلف ساده‌تر شده‌اند. برای حل معادلات در محیط دو بعدی از روش *ADI* بهره گرفته شده است. سپس از مجموعه معادلات منقطع شده برای تهیه نرم‌افزار کامپیوتری پیش بینی نحوهٔ توزیع حرارت با در نظر گرفتن اطلاعات هیدرودینامیک منطقهٔ اطراف نیروگاه حرارتی استفاده گردیده است.

در مدل تهیه شده روشهای مختلف برای تخمین ضریب انتشار حرارت مورد استفاده واقع شد که ضریب انتشار با مقدار ثابت، ضریب انتشار با استفاده از سرعت برشی از جملهٔ این روشها می‌باشد.برنامه کامپیوتری تهیه شده با استفاده از نتایج یک آزمایش تجربی مقایسه و صحت آن بررسی شده است. نهایتاً از برنامه مذکور در مطالعه روند توزیع حرارت در منطقه اطراف نیروگاه اتمی بوشهر استفاده گردیده است.

فهرست: ..... صفحه

فصل اوّل :مقدمه

۱- مقدمه ۱

۲- هدف از این تحقیق ۳

۳- سابقهٔ مطالعات قبلی ۳

۴- مطالعه عملکرد سیستم خنک کننده آب گرم خروجی از کانالهای برگشت آب گرم و توزیع درجه حرارت در منطقهٔ نیروگاه حرارتی نکا ۳

۵- نحوهٔ توزیع حرارت در رودخانه‌های کم عمق ۴

۶- پیش بینی وضعیت توزیع حرارت در خلیج *Koombana* ۶

۷- توزیع حرارت در بخش جنوبی اقیانوس اطلس ۱۲

۸- محاسبات آنالیز حرارتی بین خروجی آب گرم و حوضچهٔ آبگیر نیروگاه حرارتی بوشهر ۱۴

۹- معرفی رسالهٔ حاضر ۱۵

فصل دوم:معادلات حاکم

۱- معادلات هیدرودینامیک ۱۷

۲- بررسی مکانیزم انتقال و انتشار و معادلهٔ حاکم بر پدیدهٔ توزیع حرارت در سیال . ۱۹

۳- انتشار مولکولی ۱۹

۴- ضریب انتشار ۲۴

فصل سوم: منقطع سازی معادلات حاکم

۱- مقدمه ۲۵

۲- خلاصه‌ای دربارهٔ روش اختلافات محدود ۲۵

۳- اعمال زمان در روش اختلافات محدود ۲۶

۴- منقطع سازی معادلهٔ حاکم ۲۷

۵- منقطع سازی در جهت X ۲۷

۶- منقطع سازی در جهت Y ۳۱
۷- جمع بندی ۳۲
۸- شرایط مرزی ۳۲

فصل چهارم:برنامه کامپیوتری

۱- مقدمه ۳۶
۲- توصیح نحوهٔ عملیات ۳۶
۳- فایلهای ورودی ۴۲
۴- زیر برنامه‌های اصلی ۴۴
۵- جمع بندی ۴۶
۶- کنترل برنامه ۴۷
۷- آزمایش تجربی ۴۸

فصل پنجم:مطالعهٔ موردی: بررسی توزیع حرارت در منطقهٔ آبهای اطراف نیروگاه حرارتی بوشهر

۱- مقدمه ۵۵
۲- مدل فیزیکی توزیع حرارت در فلوم آزمایشگاهی ۵۵
۳- تاریخچهٔ پروژه ۸۶
۴- توصیف پروژه ۸۶
۵- طبیعت محل نیروگاه ۹۰
۶- روش علمی طرح مسئله ۹۱
۷- مدل سازی آبهای اطراف نیروگاه بوشهر و توزیع حرارت در آنها ۹۱
۸- نتیجه گیری ۱۰۰
۹- ارائه پیشنهاد تکمیل و ادامهٔ تحقیق ۱۰۱

پیوستها:

پیوست شمارهٔ ۱: حل ماتریس قطری بروش توماس ۱۰۲

پیوست شمارهٔ ۲: فلوچارت قسمتهایی از برنامه کامپیوتری ۱۰۷

پیوست شمارهٔ ۳: جداول مربوط به آزمایش تجربی ۱۱۲

پیوست شمارهٔ ۴: اطلاعات آب و هوا مربوط به منطقهٔ هلیله ۱۱۶

پیوست شمارهٔ ۵: بردارهای سرعت در میدان محاسباتی و شکلهای توریع حرارت در منطقهٔ اطراف نیروگاه بوشهر..... ۱۲۵

فهرست منابع و مراجع:..... ۱۵۴

۱-۱- مقدمه:

دریا یکی از بزرگترین نعمات خدادادی است که بشر از بدو پیدایش با آن سروکار داشته است. تا مدتهای مدیدی این تصوّر در ذهن بشر وجود داشت که آب دریاها و اقیانوسها، آنقدر گسترده است که می‌توان از میزان مواد آلوده کنندهٔ آن چشم‌پوشی نمود، اما امروزه که اثرات مستقیم و غیرمستقیم آلودگی آب دریاها بر زندگی انسان ثابت شد، مسئله مبارزه با رفع این آلودگی‌ها بشکل بسیار جدی‌تری مطرح گردیده است.

اخیراً با افزایش مقادیر فاضلاب ورودی به رودخانه‌ها از صنایع مختلف سازمانهای متولی محیط زیست در مراقبت و محافظت از کیفیت آب در این نقاط حساس شده‌اند. در نتیجه پیشگویی اثرات توسعهٔ صنعتی بر روی کیفیت آب یکی از شاخه‌های علمی پر طرفدار می‌باشد.

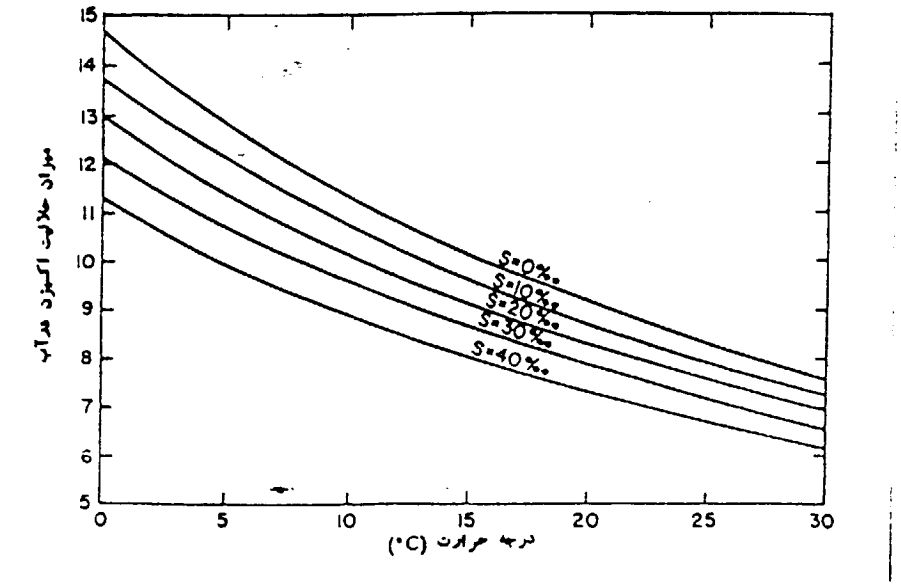
یکی از آلودگی‌های موجود در دریاها آلودگی حرارتی می‌باشد استفاده از آب دریا بمنظور خنک کردن نیروگاهها موجب افزایش دمای آب در حدود ۱۱ الی ۲۲ درجه سانتیگراد می‌گردد و از آنجائیکه در این رابطه هر نیروگاه روزانه یک میلیون گالن آب دریا مصرف می‌نماید این افزایش دما اثرات سوء و مخربی بر زندگی موجودات دریا می‌گذارد. آبزیان بشدت نسبت به تغییرات درجه حرارت آب دریا حساس هستند. زیرا که درجه حرارت بالا منجر به تخم‌ریزی و تولید مثل زودرس، مهاجرت ماهیها، کاهش مقدار اکسیژن محلول در آب و در نهایت مرگ برخی از جانداران آبزی می‌گردد.

برخی از اثرات مخرب آلودگی حرارتی در آب دریا بشرح زیر می‌باشد:

همانگونه که اشاره گردید هرچه درجه حرارت آب افزایش یابد به همان نسبت از میزان حلالیت اکسیژن کاسته می‌شود بعلاوه نسبتهای تعریق تمام ارگانیزمها (به انضمام باکتریها) به نسبت افزایش هر ۱۰ درجه سانتیگراد دو برابر شده و B.O.D موجود در سیستم زیاد می‌شود. همچنین درجه حرارت ممد این مورد می‌باشد. مثلاً ماهی کپور در یک درجه سانتیگراد قادر است سطوح CO_2 را در حدود

۱۲۰ppm تحمّل کند، در حالیکه در ۳۶ درجه سانتیگراد غلظتهای ۵۵ و ۶۰ جزء در میلیون CO_2 برای او کشنده می‌باشد. بعبارت دیگر تحمّل ماهی کپور در برابر CO_2 با افزایش درجه حرارت کاهش می‌یابد و مشابه چنین حالتی در مورد مواد سمّی دیگر محتمل می‌باشد. شکل (۱) مقدار اکسیژن محلول در آب را برحسب درجه حرارت و شوری نمایش می‌دهد.

درجه حرارت در رفتار تولید مثل ارگانیزمهای دریایی و مناطق آبی نیز تأثیر دارد، بطوری که تعدادی از ارگانیزمها در ازاء افزایش دما تخم‌ریزیشان را تنظیم کرده و عکس‌العمل نشان می‌دهند. بهمین دلیل، وقتی درجه حرارت آب افزایش می‌یابد، تناوب تخم‌ریزی نیز دچار اختلال می‌گردد. در بعضی موارد، زمانیکه تخم‌ریزی‌ها از موعد طبیعی جدا می‌افتند (مثلاً زودتر از زمان معمول انجام می‌پذیرد)، نوزادان بوجود آمده، غذاهایی راکه نیاز دارند بدست نمی‌آورند. به این ترتیب پس از مدتی کوتاه، نوزادان بر اثر فقدان موادغذایی موردنیاز از ناحیهٔ مزبور حذف گردیده و اثری از آنان باقی نمی‌ماند.



شکل ۱- تأثیر درجه حرارت و شوری بر میزان حلالیت اکسیژن در آب دریا

۱-۲- هدف از این تحقیق

در این رساله قصد بر این است که با استفاده از معادلات دیفرانسیل حاکم بر پدیدهٔ توزیع درجه حرارت و با استفاده از روشهای عددی (تفاضلات محدود) و منقطع نمودن معادلات مربوطه برای حالات مختلف و شرایط مرزی متفاوت یک نرم‌افزار کامپیوتری تهیه نمائیم. تا این برنامه برای پیش‌بینی وضعیت توزیع درجه حرارت با درنظر گرفتن مشخصات توپوگرافی و اطلاعات هیدرودینامیک منطقهٔ اطراف نیروگاه حرارتی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین برنامهٔ موردنظر با استفاده از اطلاعات موجود در مقالات کنترل می‌گردد.

نهایتاً از این برنامهٔ کامپیوتری برای توزیع دما در آبهای اطراف نیروگاه بوشهر بعنوان مطالعه موردی استفاده خواهد گردید. البته قبل از بررسی مدل اصلی توزیع حرارت در مدل فیزیکی آبهای اطراف نیروگاه بررسی می‌گردد.

ذکر این نکته نیز ضروری است که اطلاعات هیدرودینامیک لازم برای انجام مطالعات توزیع حرارت (اطلاعات ورودی برنامهٔ کامپیوتری موردنظر) با استفاده از نتایج برنامهٔ CECAD تهیه می‌گردد.

۱-۳- سابقهٔ مطالعات قبلی

۱-۳-۱- مطالعهٔ عملکرد سیستم خنک کنندهٔ آب گرم خروجی از کانالهای برگشت آب گرم و توزیع درجه حرارت در منطقهٔ نیروگاه حرارتی شهید سلیمی (نکا)

اطلاعات این بند از مرجع [۱۲] اقتباس شده است.

نیروگاه حرارتی شهید سلیمی (نکا) واقع در استان مازندران و سواحل دریای خزر از نیروگاههای مهم کشور می‌باشد. این نیروگاه با ظرفیت تولید ۴۴۰ × ۴ مگاوات از نوع حرارتی می‌باشد که از آب دریای خزر جهت سیستم خنک کنندهٔ آن استفاده شده است.

عرض دهانهٔ ورودی حوضچهٔ آبگیر ۱۰۰ متر و عرض اصلی حوضچه ۲۳۰ متر و در صورتی که سطح دریای خزر در تراز ۲۷/۸- متر نسبت به سطح دریای آزاد قرار گیرد عمق حوضچه ۴/۳ متر می‌باشد.

در قسمت شرقی حوضچهٔ آبگیر موج شکن سنگی قرار دارد که طول تقریبی آن ۷۵۰ متر می‌باشد.

در ضلع غربی نیز موج شکنی احداث گردیده که در ابتدای آن و در مجاورت ساحل دارای اسکله بارانداز بوده و با طول تقریبی ۷۶۰ متر کانالهای برگشتی آب گرم را شامل می‌گردد. این موج شکن از نوع سپرکوبی فولادی (sheet pile) می‌باشد که کانالهای بتنی برگشت آب گرم به عرض ۱۴ متر بر روی آن قرار گرفته‌اند.

بمنظور انجام مطالعهٔ فوق‌الذکر از مدل ریاضی هیدرودینامیک جریان و نیز مدل ریاضی توزیع درجه حرارت استفاده شده است. در مطالعات انجام شده شرایط محیط برای طرحهای مختلف پلان جانمایی موج شکنها به مدل اعمال شده و با درنظر گرفتن جهت جریان ساحلی از سمت غرب به شرق و بلعکس تحت تأثیر هجوم امواج از ناحیهٔ شمال غربی و شمال شرقی الگوی جریانی شامل سرعت و جهت در طرحهای مختلف مشخص گردید.

مدل مزبور قادر است علاوه بر رسم بردارهای سرعت، در هر نقطهٔ دلخواه خطوط جریان را رسم نماید. همچنین این مدل توانایی مدل کردن ذرات با مشخصات دلخواه را داراست و می‌تواند نحوه حرکت و محلّ ته‌نشینی ذره رها شده در نقطهٔ دلخواه را نمایش دهد.

با بکارگیری نتایج مدل ریاضی هیدرودینامیک جریان کاربر می‌تواند نحوه توزیع درجه حرارت در هر نقطه از محیط مورد بررسی را مشاهده نماید.

۱-۳-۲- نحوهٔ توزیع حرارت در رودخانه‌های کم عمق (درحالت یک بعدی)

(Journal of Hydraulic Engineering , January (1997),

TEMPERATURE Model for Highly Transient Shallow Streams)[۲]

لازمهٔ بحث در مورد انتقال حرارت در سطح آب داشتن اطلاعات کامل هیدرودینامیکی آب می‌باشد. چون تغییرات دمای آب باعث تغییر چگالی آن می‌گردد.

البته با توجه به تغییرات بسیار کوچک چگالی نسبت به تغییرات دما از تغییرات چگالی آب در بخش انتقال حرارت صرفنظر می‌گردد.

معادله حاکم با فرض چگالی ثابت بوسیلهٔ دو پارامتر وابسته بیان می‌گردد. این پارامترها بیانگر حرکت سیال در طول جریان آب و زمان مربوطهٔ آن می‌باشند. (x , t)

Amein, Chu (1975) بیان داشتند که Q (دبی) و U (سرعت متوسط) هم می‌توانند بعنوان دو متغیر در معادلهٔ حاکم بکار روند چون دبی نیز می‌تواند تابع مکان و زمان باشد.

معادله پیوستگی : $\frac{\partial A}{\partial t}+\frac{\partial Q}{\partial x}=q$ (۱)

که در آن:

Q = دبی آب (m^3/s)

A = سطح مقطع موردنظر آب (m^2) (b × h)

b = عرض رودخانه (m)

q = دبی ورودی جانبی (m^2/s)

t = زمان (s)

x = فاصله در طول رودخانه (m)

معادلهٔ ممنتوم : $\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left[\beta\frac{Q^2}{A}\right]+gA\frac{\partial h}{\partial x}+gA\frac{\partial z}{\partial x}+gAS_f-qu'=0$ (۲)

که در آن:

Z = عمق بستر (m)

β = ضریب تصحیح ممنتوم

u' = مؤلفه x سرعت متوسط جریان ورودی جانبی

S_f = شیب انرژی

با بکار بردن فرم کنسرواتیو معادلهٔ انرژی حرارتی در حالت کانال باز یک بعدی و استفاده از معادلات پیوستگی و ممنتوم فرم کنسرواتیو معادلهٔ انتقال حرارت بصورت زیر بدست می‌آید.

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u\frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x}\left(D\frac{\partial T}{\partial x}\right) + \frac{q}{A}\left(T_L - T\right) + \frac{H_T W}{C_w \rho_w A} \qquad (۳)$$

که در آن:

T = دمای میانگین مقطع آب ($^{\circ}C$)

T_L = دمای جریان آب ورودی جانبی ($^{\circ}C$)

D = ضریب توزیع حرارت (m^2/s)

H_T = فلوی انرژی حرارتی سطح (J/m^2s)

ρ_w = چگالی آب (kg/m^3)

C_w = گرمای ویژهٔ آب ($J/kg\,^{\circ}c$)

که با کاربرد روش کرانک نیکلسون فرم عددی معادله فوق نیز بدست خواهد آمد.

۱-۳-۳- پیش‌بینی وضعیت توزیع حرارت در خلیج Koombana

(Numerical Modelling: Application to Marine System, J. NOYE) [۱]

خلیج Koombana در غرب استرالیا واقع می‌باشد و در آنجا یک نیروگاه حرارتی قرار دارد. مدل هیدرودینامیکی و وضعیت توپوگرافی اقیانوسی (منبع اصلی میدان سرعت برای مدل‌سازی) توسط Hearn در سال ۱۹۸۵ ارائه گردیده است.

منطقهٔ مورد مطالعه در شکل ۲ نمایش داده شده است.

کل پروژه دربرگیرندهٔ ۲۵ میدان سرعت جدا می‌باشد و ابعاد المان‌بندی در مدل هیدرودینامیکی ۲۵۰ متر می‌باشد.

شکل ۳ نشان دهندهٔ میزان سرعت در شرایط زیر می‌باشد.

۱- جریان آب به سمت شمال

۲- جریان آب وارده به مدل از طرف بریدگی بعلت جزر و مد موجود که این مسأله باعث بوجود آمدن جریانی بسمت غرب در طول خلیج می‌شود.

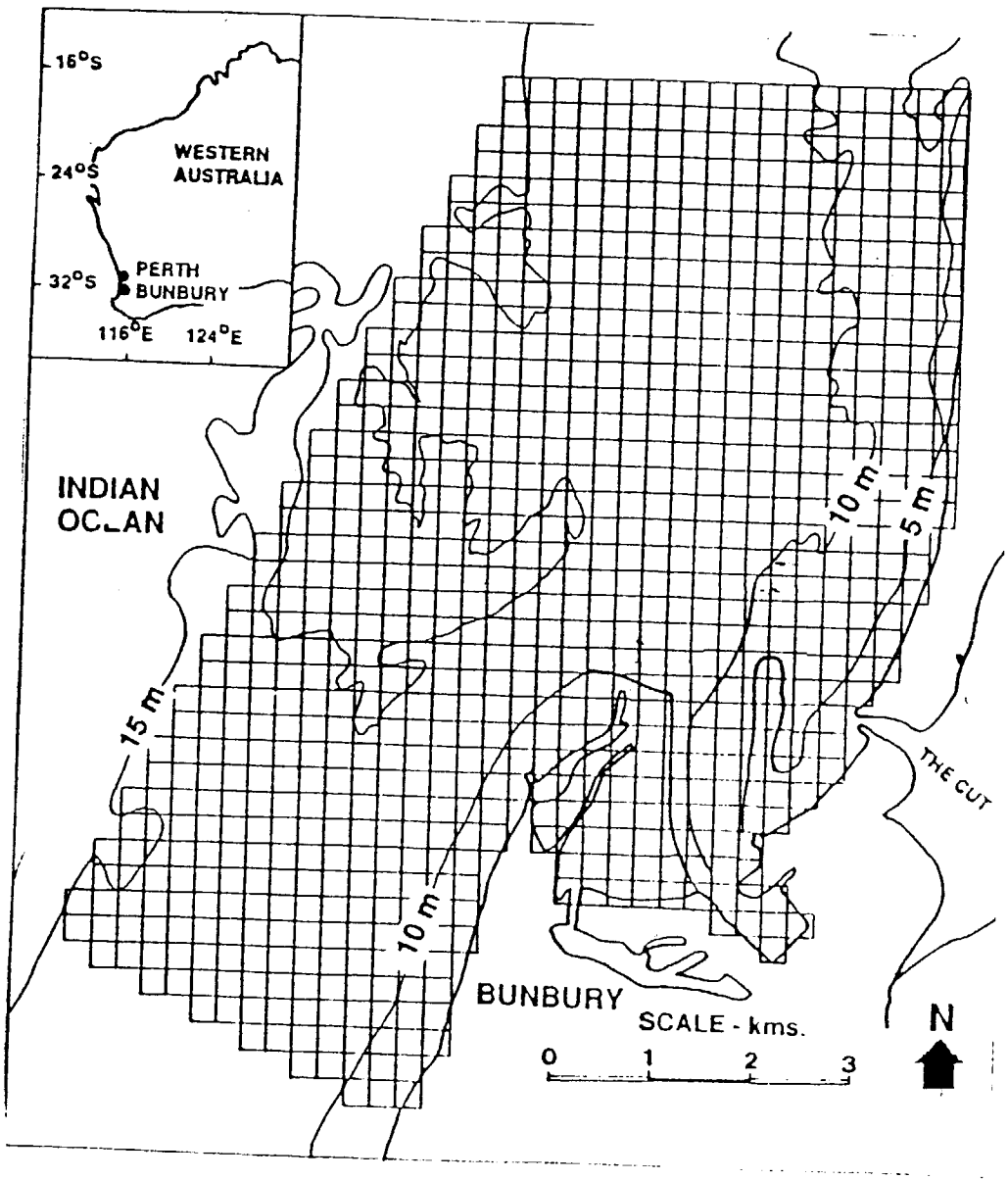
۳- ممنتوم و جریان آب وارده در اثر نقاط منتشر کنندهٔ آن در خلیج (که با دو دایرهٔ توپر نمایش داده شده‌اند) (خروجی آب گرم از نیروگاه حرارتی)

۴- جریان آب خروجی در گوشه جنوب شرقی خلیج در اثر وجود مدخل آبگیری نیروگاه

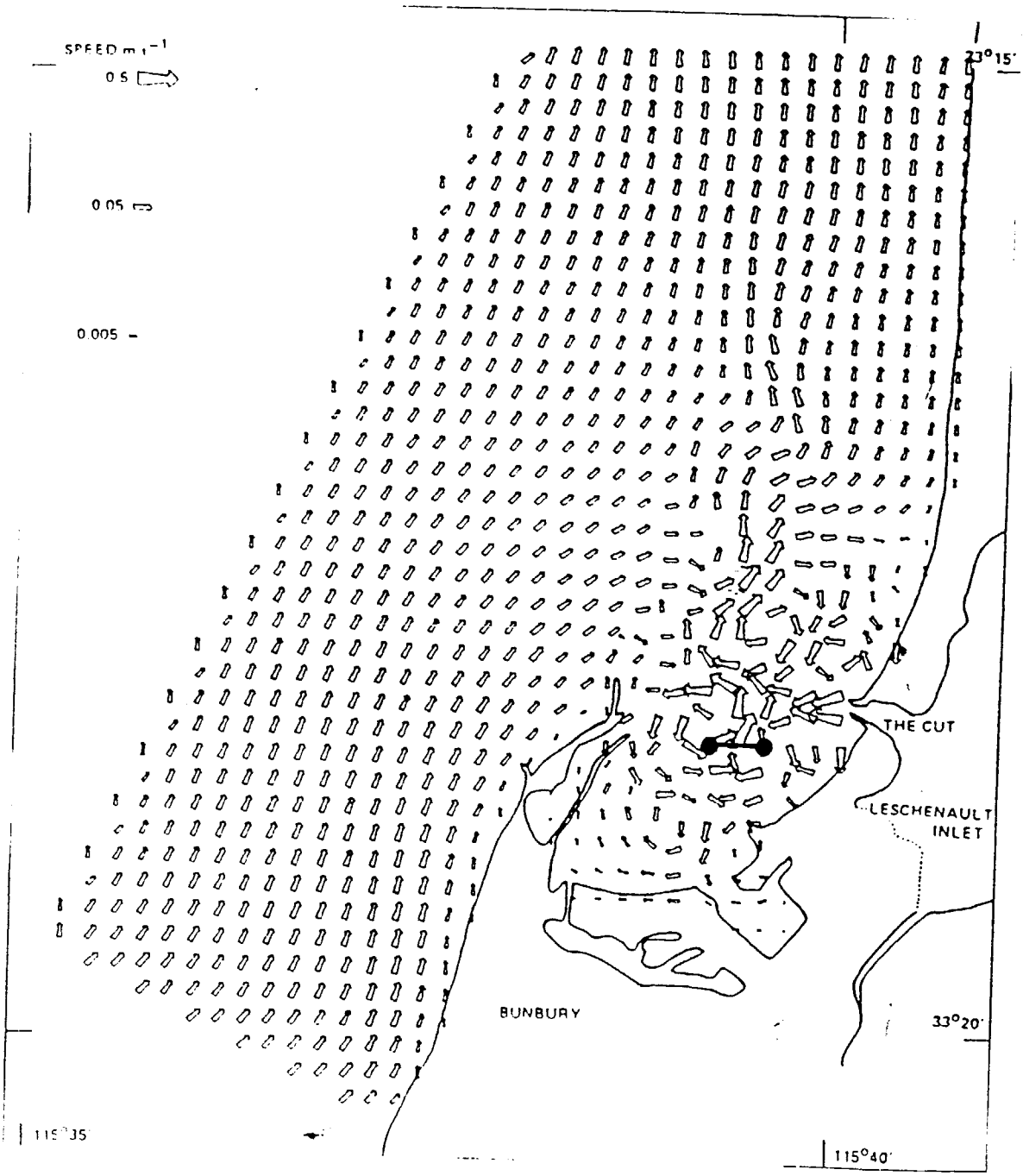
شکل ۴ بیانگر نتایج مدل با میدان سرعت نشان داده شده می‌باشند و همچنین نشان دهندهٔ ۳۱۹۰ جزء در مدل هیدرودینامیکی است.

با بررسی شکل ۴ مشاهده می‌گردد که آب سرد از طرف بریدگی وارد خلیج می‌گردد و جریان غالب حرارتی بسوی مدخل آبگیری نیروگاه می‌باشد که در راندمان نیروگاه تأثیر مطلوبی نخواهد داشت.

همچنین شکل ۵ کانتورهای جرارتی را نمایش می‌دهد.



شكل ٢- منطقة مورد مطالعه خليج Koombana



شکل ۳- میدان سرعتی برای خلیج Koombana