# تحلیل میدان توزیع دما در مجاورت خروجی و ورودی نیروگاه حرارتی ساحلی (نیروگاه پرهسر)

سیده صفورا صدیق مروستی<sup>(\*</sup> ، سعیدرضا صباغ یزدی<sup>۲</sup> ، امیر حسین جاوید<sup>۳</sup>

<sup>\</sup> دانشجوی دکتری فیزیک دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران؛ safoora.seddigh@gmail.com <sup>۲</sup> دانشیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی؛ SYazdi@kntu.ac.ir <sup>۳</sup> دانشیار دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران؛ Ahjavid @gmail.com

چکیدہ	اطلاعات مقاله
جانمایی صحیح آبگیر نیروگاه جهت عدم آبگیری از آب گرم تخلیه شده و در نتیج مهمترین مسائل در طراحی است. در این تحقیق مطالعات پخش گرما در نیروگاه پره س ۱۳۹۲/۰۵/۲۹ سازی عددی انجام شده است. نرم افزار NASIRکه تاکنون ماجولهای متنوع آن برای تحل علمی و صنعتی مختلفی مثار حیانات دربائی و ساحلی و با حیان ناشی از ورودی رودهاه	<i>تاریخچه مقاله:</i> تاریخ دریافت مقاله: تاریخ پذیرش مقاله: ۱ تاریخ انتشار مقاله: ۱
و باد بکار برده شدهاند، میتواند برای تحلیل دمای آب در اثر شرایط مختلف زمانی و مکا مدل برای یک نیروگاه نمونه با اعمال شرایط مرزی ورود جریان مناسب و جریان جت خر میدان دما در محیط آبی مجاور نیروگاه ارزیابی میشود. در این تحقیق آلودگی گرمایی نان پره سر با مدل فوق مورد بررسی قرار گرفته است و محدودهای که تحت تأثیر آلودگی گ	<i>کلمات کلیدی:</i> NASIR نیروگاه ساحلی حجم محدود
قوانین و استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست مقایسه میشود.	توزيع دما

# Analytical Evaluation of the Thermal Diffusion near the Intake/Outlet of a Coastal Thermal Power Plant (PARESAR Power Plant)

SeyedehSafoura Seddigh Marvasti<sup>1</sup>\*, Saeed Reza Sabbagh-Yazdi<sup>2</sup>, Amir Hosein Javid<sup>3</sup>

<sup>1</sup>PhD Student, Faculty of Marine Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University; safoora.seddigh@gmail.com

<sup>2</sup>Associate Professor, Civil Engineering Department, KNToosi University of Technolog; SYazdi@computermail.net <sup>3</sup>Associate Professor, Marine Science Faculty. Science and Research Branch, Islamic Azad Universit; Ahjavid@gmail.com

# ARTICLE INFO

Article History: Received: 11 Dec. 2012 Accepted: 20 Aug. 2013 Available online: 22 Sep. 2013

*Keywords:* NASIR Coastal power plant Finite volume Diffusion equations

# ABSTRACT

In this study, NASIR program is implemented to numerically simulate the temperature field near the intake/outlet of Paresar thermal power plant and assess the environmental provisions. According to low depth of coastal regions, two-dimensional depth-average governing equations and convection and temperature diffusion relationships are considered and solved by a finite volume method in NASIR program. Coastal boundary condition, currents and out-let discharges of the power plant are considered in the modeling and the performance of the numerical method is estimated in the coastal region near the thermal power plant to assess the excess water temperature. According to the current environmental provisions, the efficiency of the intake/outlet system is evaluated.

DOR: 20.1001.1.17357608.1392.9.17.3.5 ]

#### ۱– مقدمه

شناخت و مطالعه مشخصات جریان در رودخانهها و سواحل دریاها یکی از موضوعات مهم است که در طراحی انواع مختلف سازههای مرتبط با آنها و همچنین طرحهای ساماندهی کاربرد دارد. یکی از مسائل مهم و کاربردی در حوزهٔ جریانهای با سطح آزاد در سواحل و دریاها، مطالعهٔ چگونگی پخش موادی است که از طریق سازههای دریایی وارد آب دریا میشوند. در این حالت یکی دیگر از عوامل مهم روی جریانهای دریایی رفتار سیال با شناوری و اندرکنش آن با جریانهای دریایی است. از جملهٔ موارد مشابه می توان به مسأله نیروگاههای حرارتی اشاره نمود. در نیروگاههای حرارتی، آب گرم خروجی سیستم خنک کنندهٔ نیروگاه توسط کانالی به عمق مورد نظر در دریا منتقل شده و سپس از طریق لولههای تعبیه شده تخلیه می گردد و سبب شکل گیری فرآیندی نسبتاً پیچیده از دیدگاه هیدرودینامیک می شود. حل دقیق این فرايند از چند جنبه مورد توجه است. در وهلهٔ اول به سبب وجود ضوابط محیط زیستی مرتبط با حداکثر افزایش دمای مجاز آب، اطلاع از میزان افزایش دمای آب برای برآورده ساختن این ضوابط مورد نیازاست. در وهلهٔ دوم اطلاع از مکانیزم دقیق برخورد آب خروجی از نیروگاه با آب پذیرنده برای محاسبهٔ دقیق میزان کاهش دمای آب خروجی نسبت به آب ورودی برای به حداکثر رساندن راندمان نیروگاه، مورد نیاز است و از پارامترهای اصلی طراحی نيروگاه محسوب مي گردد.

مدل سازی آلودگی حرارت در اطراف پخشانندهها هم بصورت دوبعدی و هم بصورت سه بعدی می تواند صورت گیرد. با عنایت به کم عمق بودن منطقه مورد بررسی در این مطالعه، معادلات حاکم بر جریان به همراه معادلهٔ انتقال و پخش دما با بکارگیری مدل عددی دو بعدی نرم افزار <sup>1</sup>NASIR در صفحهٔ افقی با بهره گیری از روش حجم محدود حل شده و بکار گرفته شده اند [1]. در این تحقیق از آزمایشهای که توسط کیم و سیو (۲۰۰۰) برای مطالعهٔ خصوصیات اختلاط پخشانندهٔ چند تایی انجام شده است استفاده گردیده و جوابها با نتایج آن مقایسه شدهاند [7].

# ۲- مروری بر مطالعات انجام شده

اغلب مقالات موجود در مورد این موضوع مربوط به مدلسازی عددی است که در آنها مطالعهٔ آلودگی حرارتی در اطراف یک پخشاننده چند تایی هم بصورت دو بعدی و هم بصورت سه بعدی انجام شده است. در چند سال اخیر نگرش جدید به این موضوع باعث رشد تحقیقات در این زمینه شده است. همچنین بعضی افراد به صورت آزمایشگاهی در این مورد کار کردهاند. اما بررسی این موضوع به صورت اندازه گیریهای میدانی بدلیل پیچیدگی زیاد آن، انجام نشده است.

اکثر تحقیقات انجام شده قبلی را میتوان به چهار دسته کلی تقسیم نمود:

- ۱.مدلسازی عددی سه بعدی
- ۲.مدلسازی عددی دو بعدی در صفحهٔ قائم
- ۳. مدلسازی عددی دو بعدی در صفحهٔ افقی
  - ۴.مطالعه به روش آزمایشگاهی

در زمینه مدلسازی عددی سه بعدی پلومهای گرمایی نیروگاهی، سو (۲۰۰۱) تحلیل عددی در میدان نزدیک با استفاده از نرمافزار سه بعدی کرمکس کر میدان دور با استفاده از روش اجزای محدود (دو بعدی میانگین عمقی) انجام داده و با دادههای اندازه گیری مقایسه نموده اند [۳]. جیانگ و همکاران (۲۰۰۲)، مدلسازی خروجیهای خنک کننده آب از ایستگاهی در کانادا را با استفاده از یک نرم افزار سه بعدی با روش تفاضل محدود انجام داده و با دادههای اندازه گیری مقایسه نمودند [۴]. شفیعی فر و همکاران (۲۰۰۶)، مطالعات پخش حرارت در نیروگاه سیکل ترکیبی نکا را در میدان نزدیک با استفاده از نرمافزار سه بعدی فلونت<sup>۳</sup> و در میدان دور با استفاده از نرم افزار مایک ۲۱<sup>۴</sup> انجام داده اند [۵]. در زمينه مدلسازى عددى دو بعدى در صفحهٔ قائم و افقى، بوفن و همکاران (۲۰۰۶)، تحلیل عددی به روش تفاضل محدود انجام داده که مدل سازی آنها در صفحه قایم صورت گرفته است [۶]. عباس پور و همکاران (۲۰۰۵)، مدلسازی آلودگی حرارتی در مناطق ساحلی نیروگاه بندرعباس را با استفاده از نرم افزار دو بعدی مایک ۲۱ انجام داده اند [۷].

رزاقی (۱۳۷۸)، مدل دوبعدی پیش بینی توزیع حرارتی ناشی از نیروگاه اتمی بوشهر را با استفاده از روش تفاضل محدود ارائه داده است[۸].

در زمینه مطالعه به روش آزمایشگاهی، مندزدیاز و جیرکا (۱۹۹۶)، فلومی با مشخصات طول، عرض و عمق به ترتیب برابر ۸۸/۰، ۷۷/ و۲۰ متر را در یک کانال دارای آب ساکن آزمایش نمودند که پخشاننده ها بصورت ارابه متحرک است که در طول کانال حرکت می کند. شیب خط مرکزی انواع پلوم و ثبت ویدیویی انواع پلومها

از جمله پارامترهایی بود که موفق به اندازه گیری آن شدند [۹]. کیم و سیو (۲۰۰۰)، در تحقیقی با عنوان مدلسازی اختلاف آب گرم خروجی از پخشانندههای چندتایی مستغرق، فلومی با مشخصات طول، عرض و عمق به ترتیب برابر ۲/۵۰، ۲/۵ و ۱۵متر را با پخشاننده های چندتایی که شامل خروجیهایی در یک جهت و موازی است، را تهیه نموده و کنتورهای بدون بعد دمای سطحی را در شرایط های مختلف رسم نمودند [۲].

Downloaded from marine-eng.ir on 2025-06-27

$$\frac{dz}{dx} = c_1 \frac{j_o^{1/3}}{u_a} \tag{(7)}$$

که با توجه به رابطه  $F_a$  میتوان نوشت:

$$\frac{dz}{dx} = \frac{c_1}{F_a} \qquad c_1 = 0.36 \tag{(f)}$$

و در حالتی که پلوم انحرافش زیاد است، سرعت خط مرکزی برابر است با :

$$u_c = \left(\frac{\dot{j}_o}{u_a}\right)^{\frac{1}{2}} \tag{\Delta}$$

به همین ترتیب شیب خط برابر است با :

$$\frac{dz}{dx} = \frac{c_2}{F_a^{3/2}} \qquad c_2 < 0.24 \tag{(9)}$$

در نیروگاه پره سر خروجیها مطابق شکل ۲ از ۴ دریچه به عرض ۹/۰متر و ارتفاع ۱/۲ متر تشکیل شدهاند.



شکل ۲- دریچههای خروجی آب نیروگاه

برای محاسبه عرض معادل پخشاننده (B) لازم است که سطح پخشانندههای منفرد با یک شکاف طولی معادل شوند بدین منظور پخشاننده (L) تقسیم گردد تا عرض آن (B) بدست آید. بنابراین 4.32 = 0.0×1.2×4 = Aو عرض آن (B) بدست آید. بنابراین 20.5 = 0.0×1.2×4 = Aو عرض آن (C) بدست آید. بنابراین 20.5 = 0.0×1.0×10×4 = Aو با فرض سرعت جریان محیط  $F_a$  را برای منطقهٔ پره سر با فرض سرعت جریان محیط m/s را برای منطقهٔ پره سر با فرض سرعت جریان محیط m/s محاسب به شرود، با فرض m/s و M/s  $= 0.0021 \times 0.635 = 0.068$ شد. در این حالت، چون مقدار  $F_a$  از 8/ کوچکتر است. لذا پلوم شد. در این حالت، چون مقدار  $F_a$  از 8/



شكل ۱– (a) پلوم با انحراف كم، (b) پلوم با انحراف زياد [۲]

۳- انتخاب روش مدلسازی بر اساس فیزیک پلوم گرمایی

پخش سیال شناور به دو حالت جت منفرد یا پخشاننده صورت می گیرد. اما همانطور که در جیرکا (۱۹۹۶) آمده است پلومهای حاصل از یکی شدن جتهای منفرد به دو دسته طبقه بندی شدهاند (شکل ۱) [۹].

پلومهایی که انحراف آنها کم است ( $F_a < 0.6$ ) و پلومهایی که انحراف آنها زیاد است ( $F_a > 1.0$ ) .  $F_a$  عدد فرود است که هم به آب محیط و هم به آب جت خروجی مربوط می گردد:

$$F_{a} = u_{a} / j_{o}^{1/3}$$
 (1)

 $u_a$  سرعت جریان در کانال و  $j_o i$ شار شناوری در واحد طول است  $j_o = u_o g'_o B$  کسه براب راست است ب  $j_o = u_o g'_o B$  ، در ایس ن رابط و کسه براب راست و است باد ماذب موثر است که در آن  $\rho_a$  ( $\rho_a - \rho_a$ ) ( $\rho_a$  و  $g'_o = g(\rho_o - \rho_a)$ ) ( $\rho_a$  چگالی آب سیال خروجی و  $\rho_a$  عرض معادل پخشاننده است. در هر  $u_o$  دو حالت خط مرکزی پلوم خط صافی است اما شیب آنها متفاوت بوده و با توابع مختلفی به  $F_a$  بستگی دارد.این موضوع از این حقیقت ناشی می شود که سرعت قائم پلوم ثابت و متناسب با  $j_o^{1/3}$  است که منجر به یک مسیر با خط صاف می گردد. در حالت کلی شیب خط مسیر برای پلومی که با یک جریان محیطی  $u_a$  منحرف شده است از رابطه زیر بدست می آید :

$$\frac{dz}{dx} = \frac{u_c}{u_a} \tag{(Y)}$$

 $u_c$  سرعت خط مرکزی پلوم، Z محور قائم و  $u_a$  سرعت محیط در جهت افقی است. جهت افقی است. برای حالت منحرف شده ضعیف سرعت خط مرکزی پلوم متناسب با  $j_o^{1/3}$  و شیب خط بصورت زیر است:

گرمایی حاصل در منطقه پره سر در دسته اول یعنی پلومهایی کـه انحراف آنها کم است، قرار میگیرد.

با توجه به شکل ۳، می توان محدودهٔ میدان نزدیک را بدست آورد. با توجه به اینکه مقدار  $F_a$  برای منطقه ۰/۲۴ محاسبه شده است و همچنین با توجه به عمق منطقه که ۵/۵ متر می باشد می توان مقدار X را برابر ۳/۶۷ متر بدست آورد و دو برابر این مقدار همان برابر ۷/۳۳ متر محدودهٔ میدان نزدیک است که در این محدوده دما روی جریان تأثیر می گذارد و ماهیت سه بعدی دارد و بعد از این محدوده دیگر دما روی جریان تأثیر ندارد و جوابهای دوبعدی قابل قبول است.

![](_page_3_Figure_3.jpeg)

شکل۳- محاسبهٔ محدوده میدان نزدیک در اطراف خروجی نیروگاه پره سربا توجه به شکل پلوم

با توجه به اینکه محدودهٔ میدان نزدیک (حدود ۲ متر) نسبت به ابعاد منطقه در مدلسازی (حدود ۵ کیلومتر در ۲ کیلومتر) اندک است، از اثر میدان نزدیک صرفنظر می گردد و در میدان دور جریان دو بعدی با لایهبندی حرارتی وجود دارد.

بطور کلی فرآیند پخش دما در نزدیکی پخشانندهها بدلیل خروج آب بصورت جت تلاطمی که دارای سرعت و دبی بالا بوده و همچنین بدلیل گرمتر بودن آن که باعث اختلاف چگالی می گردد، گرادیان سرعتها و نیز گرادیان چگالی در پلان و در عمق بسیار شدید بوده و نمی توان از جریان های چرخشی در عمق و پلان صرفنظر کرد بنابراین رفتار حاکم بصورت سه بعدی است. علاوه بر آن باد و جریانات دریایی نیز از عوامل تاثیر گذار برالگوی پخش دما در اطراف خروجیها میباشند، از طرفی مدلسازی این محدودهٔ وسيع بصورت سه بعدى نيازمند زمان اجراى زياد براى مدلها بوده و دارای هزینهٔ محاسباتی زیادی است. برای حل این مشکل یکی از تکنیکهای متداول، تفکیک محدودهٔ مورد مطالعه به دو بخش جدا از هم یعنی میدان نزدیک و میدان دور است. از آن جایی که تئوری حاکم بر این دو محدوده متفاوت بوده و تحلیل این دو محیط، فرضيات مختلفي را مي طلبد نحوهٔ حل آن ها نيز متفاوت خواهد بود. در این تکنیک حل دقیق تر سه بعدی در ناحیهٔ نزدیک به خروجی انجام می شود و بعد از کاهش ماهیت سه بعدی جریان محدودهٔ تحت بررسی که معمولاً محدودهٔ بسیار بزرگتری است به روش دو بعدی که از نظر محاسباتی دارای راندمان وسرعت بالاتری است انجام می پذیرد. در این مطالعه با توجه به این نکته که تعداد

المانهای اندکی در محدوده میدان نزدیک قرار می گیرند و تعداد آنها در مقایسه با تعداد المانهای محدوده میدان دور بسیار کمتر است از اثر این محدوده صرفنظر کردهایم و کل میدان حل را بصورت دو بعدی و با استفاده از حل میانگین عمقی مدلسازی کردهایم. همچنین با توجه به بررسی پارامتر بدون بعد  $F_a$  و تشخیص شکل پلوم گرمایی به این نتیجه میرسیم که میتوان منطقه مورد مطالعه را به دو محدوده میدان دور و نزدیک تقسیم بندی نکرد و کل محدوده را بصورت دوبعدی مدلسازی نمود.

## ۴- معادلات میانگین عمقی<sup>4</sup>

معادلات میانگین عمقی پایستگی حجم<sup>6</sup> و معادلات تراکم ناپذیر<sup>۷</sup> جریان آب به همراه معادله پخش-انتقال<sup>۸</sup> حرارت در مدل حاضر بکار گرفته شده است. معادلات حاکم بصورت برداری به شکل زیر نوشته شده است:

$$\begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial t} + \left(\frac{\partial F^{c}}{\partial x} + \frac{\partial G^{c}}{\partial y}\right) &= \left(\frac{\partial F^{d}}{\partial x} + \frac{\partial G^{d}}{\partial y}\right) + S \\ G^{c} &= \begin{pmatrix} hv \\ huv \\ hv \frac{2}{o} \\ hvT \end{pmatrix}, F^{c} = \begin{pmatrix} hu \\ hu^{2} \\ huv \\ huT \end{pmatrix}, W = \begin{pmatrix} h \\ hu \\ hv \\ hv \end{pmatrix} \\ H^{v} = \begin{pmatrix} hu \\ hv \\ hv \\ hv \\ hv \end{pmatrix} \\ S &= \begin{pmatrix} q_{z} \\ -gh\frac{\partial \eta}{\partial x} + hvf_{cx} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_{w}} + \frac{\tau_{wx}}{\rho_{w}} \\ -gh\frac{\partial \eta}{\partial x} - huf_{cy} - \frac{\tau_{by}}{\rho_{w}} + \frac{\tau_{wy}}{\rho_{w}} \end{pmatrix} \end{aligned}$$
(V)  
$$F^{d} &= \begin{pmatrix} 0 \\ hv_{h}\frac{\partial u}{\partial y} \\ hv_{h}\frac{\partial T}{\partial y} \\ hv_{h}\frac{\partial u}{\partial x} \\ hv_{h}\frac{\partial v}{\partial x} \\ hv_{h}\frac{\partial v}{\partial x} \\ hv_{h}\frac{\partial T}{\partial x} \end{pmatrix}$$

در این معادلاتW نشان دهنده متغیرهای پایسته می باشد. در این T در این معادلات M معق منطقه، u و V مولفه های افقی سرعت و T دما  $F^{d}$  و  $G^{c}$  میباشد  $G^{c}$  و  $G^{c}$  بردارهای شار انتقال و همچنین  $G^{c}$  و S میباشد. بعلاوه بردار S بردارهای شار پخش  $W^{(1)}$  در جهت X و Y می باشند. بعلاوه بردار S در برگیرنده جملات منبع و چاه<sup>(1)</sup> در معادلات حاکم می باشد.[۱۰].

با استفاده از معادلات فوق , جریان ها با در نظر گرفتن این موارد می توانند محاسبه شوند:  $\mathbf{q}_{Z}$  به عنوان تبخیر سطحی آب، شیب-های سطح و کف  $\eta = h + z_{b}$  تنشهای کلی اصطکاکی بستر<sup>۱۲</sup> های سطح و  $\tau_{bx} = C_{f} u |U|$  مریب n  $C_{f} = g n^{2} / h^{0.33}$  ,  $\tau_{by} = C_{f} v |U|$ 

مانینگ<sup>۳</sup>) تنشهای کلی باد بر سطح آب  $\tau_{wy} = \rho_{air}C_w v_{wy} | V_{wind \ 10m} | e^{-\gamma} + v_{wx} = \rho_{air}C_w u_{wx} | V_{wind \ 10m} |$   $f_{cx} = \omega Cos \varphi$  و  $f_{cx} = \omega Cos \varphi$  ، نیروی کریولیس  $f_{cy} = \omega Sin \varphi$   $f_{cy} = \omega Sin \varphi$  (با استفاده از سرعت دورانی زمین  $\omega$  و  $\phi$  عرض  $\phi$  ادی  $v_h = 0.1hU^*$  پخش شدگی دمای افقی<sup>۱۰</sup> در آب می باشد[۱۱].

#### ۵- فرمول بندی عددی

معادلات بصورت صریح با استفاده از روش حجم محدود<sup>۱۶</sup> بر روی شبکه بندی بیساختار مثلثی<sup>۱۷</sup> حل شدهاند. معادلات حاکم با بکارگیری روش (Cell vertex (overlapping در روش حجم محدود جدا سازی شدهاند. این روش در نهایت منجر به فرمول بندی زیر خواهد شد[۱۲]:

$$W_{i}^{t+\Delta t} = W_{i}^{t} - \frac{\Delta t}{\Omega_{i}} \cdot \sum_{k=1}^{N_{sides}} [(\overline{F}^{c} \Delta y - \overline{G}^{c} \Delta x) - (F^{d} \Delta y - G^{d} \Delta x)]_{k}^{t} + S_{i}^{t} \Delta t$$
(A)

در این معادله  $W_i$  بیانگر متغیر های پایسته در مرکز حجم کنترل می باشد.  $\overline{G}^{\,c}$  و  $\overline{G}^{\,c}$  متوسط شار های انتقال روی وجوه  $\Omega_{_i}$ مرزی حجم کنترل می باشند. شارهای پخش  $F^d$  و  $G^d$  با معادله مجزاسازی شدهٔ مربوط به انتگرال روی مسیر در اطراف مرکز وجوه مرزی حجم کنترل محاسبه شده اند (با استفاده از حجم کنترل مانده برابر باقى جملة مجازی). شامل  $R(W_i) = \sum_{k=1}^{N_{sides}} \left[ (\overline{F}^c \Delta y - \overline{G}^c \Delta x) - (F^d \Delta y - G^d \Delta x) \right]_k^t$ بخشهای پخش و انتقال است. در بخشهای هموار میدان جریان جایی که گرادیان شدید مؤلفه های سرعت وجود ندارد، بخش انتقالی جملهٔباقی مانده دارای مقدار غالب است. از آنجایی که در محاسبات صريح جريانات انتقالي غالب، مكانيزمي براي ميرا كردن نوسانات عددی وجود ندارد، لازم است که تکنیک های عددی برای غلبه بر ناپایداری ها، با حداقل کاهش دقت، بکار برده شوند. در مطالعهٔ حاضر جملات میراگر مصنوعی مناسب برای شبکه بندی بی ساختار برای پایدار سازی روند حل عددی بکار گرفته شده است. به منظور میرا سازی نوسانات ناخواستهٔ عددی، یک جملهٔ درجه ۴  $D(W_i) = \mathcal{E} \sum_{i=1}^{N_{edges}} \lambda_{ij} (\nabla^2 W_j - \nabla^2 W_i)$  میراگر مصنوعی یعنی ( به فرمول جبری فوق اضافه شده است که در آن  $\lambda_{ij}$  ضریب مقیاس است که با استفاده از حداکثر مقدار شعاع طیفی مربوط به هر یک از لبه های متصل شده به گرهٔ أ محاسبه می شود ( 3/256  $\ge z \ge 3/256$ ). در این حالت عملگر لاپلاسین در هر گرهٔ i، یعنی در دو W<sub>i</sub> =  $\sum_{i=1}^{N_{edges}} (W_i - W_i)$ 

گرهٔ انتهایی لبه ها محاسبه می شوند (برخورد کننده با گرهٔ i). فرمول تصحیح شده که دقت حل عددی را حفظ مینماید در عبارت زیر آورده شده است[۱۳]:

$$W_{i}^{t+\Delta t} = W_{i}^{t} - \frac{\Delta t}{\Omega_{i}} \cdot \{R(W_{i}^{t}) - D(W_{i}^{t})\} + S_{i}^{t} \Delta t$$
(9)

 $\Lambda$ ، حداقل گام زمانی دامنه است که متناسب با حداقل فاصلهٔ شبکهبندی است. در مطالعهٔ حاضر یک روند سه مرحلهای رانج-کوتا برای پایدارسازی فرایند حل گام به گام صریح زمانی بکارگرفته شده است که این کار از طریق میراسازی خطاهای دارای فراکانس شده است که این کار از طریق میراسازی خطاهای دارای فراکانس بالا صورت می گیرد [۱۴]. در معادلهٔ فوق مقادیر W در هر گره i در هر گام زمانی با اضافه کردن جملهٔ باقیمانده تصحیح می گردد. مقادیر جملهٔ باقیمانده با استفاده از مقادیر W در لبههای حجم مقادیر جملهٔ باقیمانده با استفاده از مقادیر W در لبههای حجم محاسبات ارجاع داده می شود.از اینرو، به لبهها در کل مراحل محاسبات ارجاع داده می شود. بنابراین استفاده از ساختار دادههای مبتنی بر لبه برای تعریف شبکهبندی بی ساختار مناسب خواهد بود. با استفاده از الگوریتمهای محاسباتی مبتنی بر لبه، تعداد ارجاعات به حافظه کاهش می یابد و تا ۵۰ درصد در زمان محاسبات صرفه جویی می گردد. [۱۲].

#### ۶– مدلسازی عددی

#### **۶–۱– مدل سازی عددی نقطهٔ منبع حرارتی**

همانطور که درمعادلات میانگین عمقی (رابطهٔ ۲) اشاره شد  ${}_{x}p_{z}$  دبی در واحد سطح و  ${}_{c}S$  شارگرمایی در واحد سطح می باشد. از آنجایی که نقاط منبع معمولاً نقاط منفرد با دما و دبی معین هستند، هدف آن است که نحوهٔ لحاظ این دو پارامتر در فرمولبندی عددی مشخص گردد. با توجه به آنکه مش بندی مثلثی است می توان سطح دبی در واحد سطح هر نقطه از مثلث را یک سوم مساحت آن مثلث ( $A_{i}$ ) در نظر گرفت. حال اگر یک نقطه را به مناوان منبع با دبی  ${}_{dif}$  در نظر بگیریم، مساحت مؤثر در محاسبه دبی برای فرمولبندی عددی برابر است با مجموع یک سوم مساحت مثلث های اطراف آن نقطه منبع، یعنی :

![](_page_4_Figure_12.jpeg)

شكل۴- محاسبة مساحت مؤثر در اطراف نقطه منبع

حال با استفاده از معادله بقای دبی داریم :

$$Q_N = Q_{dif} \tag{11}$$

از طرفی  $q_z$  دبی در واحد سطح و  $A_N$  مساحت مؤثر برای آن نقطه است. پس دبی گذرنده از مجموع مساحت  $Q_N$ برابر با مقدار زیر خواهد بود:

$$Q_N = q_z A_N \tag{11}$$

با توجه به روابط فوق داريم:

$$q_z = 3Q_{dif} / \sum_i A_i \tag{17}$$

حال اگربه همین روش برای محاسبه شار گرمایی در واحد سطح یعنی  $S_c$  از قانون بقای شار گرمایی استفاده گردد، عبارت خواهد بود از:

$$S_c A_N = Q_{dif} T \tag{14}$$

در این رابطه T دمای پخشاننده است. با توجه به روابط Y و A مقدار  $S_c$  به ترتیب زیر قابل محاسبه خواهد بود:

$$S_c = \frac{Q_N}{A_N}T = q_z T \tag{10}$$

#### ۶-۲- صحت سنجی مدل

با توجه به اینکه مدل سازی آلودگی حرارتی در اطراف یک پخشاننده چند تایی به صورت دو بعدی و سه بعدی می تواند صورت گیرد، برای بدست آوردن خطاها و اختلاف های آنها، آزمایشاتی که توسط کیم (با ماهیت سه بعدی) انجام شده است [۲] توسط نرم افزار NASIR که نرم افزاری میانگین عمقی است مدلسازی شده است. در این آزمایش پخشاننده چند تایی شامل خروجی هایی است که در یک جهت قرار گرفته اند و خروجی ها موازی با جریان عبوری کانال هستند. در شکل ۵ نمایش هندسه کانال در پلان و نما ارائه شده است.

![](_page_5_Figure_13.jpeg)

شکل ۵- هندسه و مشخصات کانال آزمایش[۲]

همانطور که در شکل مشاهده می شود طول کل پخشاننده یعنی Aa الله ۵ التی متر ،قطر داخلی خروجی ۴۳Cm، و با فاصله های ۵ (LD سانتی متر ،قطر داخلی خروجی ۴۳Cm می بخشاننده ۱۵ متر و عرض ۵ cm آن ۵/۳ متر و عمق ۰/۳۵ متر می باشد شرایط و حالت های آزمایشگاهی برای پخشاننده چند تایی در جدول ۱ آورده شده است لزمایشگاهی برای پخشاننده چند تایی در جدول ۱ آورده شده است پخشاننده، سال سرعت جریان در کانال،  $U_0$  سرعت خروجی از پخشاننده،  $M_r$  نسبت مومنتوم جریان به مومنتوم خروجی از مؤثر است. شرایط هیدرولیکی آب داخل کانال شامل سرعت و عمق مؤثر است. شرایط اقیانوسی ساحل کره می باشد که در آن نسبت مومنتوم جریان در ۲۰ الس می باشد که در آن نسبت مومنتوم جریان دا کانال شامل سرعت و عمق مؤثر است. شرایط اقیانوسی ساحل کره می باشد که در آن نسبت مومنتوم جریان در این آزمایش  $M_r$  می باشد که در آن نسبت مومنتوم جریان در این آزمایش  $M_r$  می باشد که در آن نسبت مومنتوم جای در این آزمایش  $M_r$  می باشد که در آن نسبت مومنتوم جت خروجی بسیار بالاست، مومنتوم جای در این آزمایش  $M_r$  می باشد که در آن نسبت مومنتوم جای در این آزمایش  $M_r$  می باشد که در آن نسبت مومنتوم در این آزمایش  $M_r$  می باشد که در آن نسبت مومنتوم جای در این آزمایش  $M_r$  می باشد که در آن نسبت مومنتوم جای در این آزمایش  $M_r$  می باشد که در آن نسبت مومنتوم جای در این آزمایش  $M_r$  در محدوده  $M_r$  می باشد.

جدول ۱- شرایط و حالات آزمایش پخشاننده چندتایی[۲]

H cm	u <sub>a</sub> cm/s	U <sub>0</sub> cm/s	B cm	g cm/s <sup>2</sup>	$M_{\rm r}$	حالت
١٠	٢	٧٠	•/•79•۴	2/4014	٠/٢٨	А
١٠	٢	۵۰	•/•٢٩•۴	۲/۴۵۷۴	۰/۵۵	В
١٠	٢	۳۰	•/•٢٩•۴	2/4014	۱/۵۳	С
١٠	۶	٧٠	•/•79•۴	2/4014	۲/۵۳	D
١٠	۶	۵۰	•/•79•۴	2/4014	4/98	Е
١٠	۶	۳۰	•/•٢٩•۴	۲/۴۵۷۴	۱۳/۷۷	F

توزیع دمای اضافی بی بعد مشاهده شده در ۳ نمونه در سطح آب، همراه با نتایج مدل سازی توسط نرم افزار NASIRکه بصورت میانگین عمقی (دو بعدی) است در شکل ۳ نشان داده شده است. نتایج حل احجام محدود معادلات میانگین عمقی به صورت مناسبی روند کلی انتقال و پخش حرارت را در محیط آب مدل سازی مینماید. با این حال به علت ماهیت سه بعدی شار حرارتی شناور اختلافاتی میان مقادیر متوسط دما که توسط نرم افزار NASIR بدست آمده و دماهای اندازه گیری شده درسطح آب وجود دارد. علت اصلی این اختلاف توزیع قائم شار حرارتی است که پلوم حرارتی را تشکیل میدهد[17].

# ۶–۳– برپایی مدل

نیروگاه حرارتی پره سر در استان گیلان حد فاصل شهرهای انزلی و آستارا و در نزدیکی شفا رود و همجواری با دریای خزر واقع شده است. موقعیت تقریبی این پروژه در حدود" ۴۲ '۳۸ ۳۷ عرض و "۱۰' ۵۰ ۴۹ طول جغرافیایی واقع شده است. عمق محل تخلیه ۴ متر (در حالتی که آب دریای خزر در پایینترین سطح خود باشد) در نظر گرفته شده است. همچنین سرعت خروجی جت ۵

متر بر ثانیه (با زاویه ۲۰ درجه نسبت به دیواره موجشکن آبگیر) و دبی آن ۴۲ مترمکعب بر ثانیه در نظر گرفته شده است[۱۵]. شکل ۷ فایل شبکهبندی بیساختار مورد استفاده برای مدل جریان و پخش حرارت را در اطراف نیروگاه پرهسر نشان میدهد.

![](_page_6_Figure_2.jpeg)

شکل ۶- دمای اضافی<sup>۱۸</sup> بیبعد طولی در مرکز پخشانندهها در کانال آزمایشی، مشاهدات آزمایشگاهی و حل دو بعدی میانگین عمقی نرم افزار NASIR

![](_page_6_Figure_4.jpeg)

شکل ۷- شبکهبندی بیساختار مورد استفاده برای مدل جریان و پخش حرارت (واحدهای مختصات بر حسب کیلومتر میباشند و حداقل بعد مثلث ۵ متر تا حداکثر بعد مثلث ۵۰۰ متر)

شبکهبندی به گونهای انجام شده است که در محل تخلیه آب گرم و اطراف بندر که دارای بیشترین گرادیان دما و اهمیت هستند، اندازه شبکهها کوچکتر (حداقل بعد مثلث ۵ متر) و در سایر نقاط شبکهبندی درشت تری (حداکثر بعد مثلث ۵۰۰ متر) استفاده شده است تا ضمن حفظ دقت در نتایج، زمان اجرای مدل نیز قابل قبولباشد. منطقه پرهسر در صفحهٔ افقی به روش دلاونی مثلثبندی گردیده است و بنابراین شبکه بندی از نوع بیساختار مثلثی است. از نظر تعداد گره و المان، شامل ۵۸۲۹ گره و ۱۱۰۳۲ المان مثلثی است.

با توجه به اینکه در منطقه پره سر سرعت متوسط جریان برابر ۰/۱ متر بر ثانیه و عمق منطقه بین ۱ تا ۱۰ متر است، در تمام نقاط منطقه عدد فرود کوچکتر از یک و جریان زیر بحرانی است. حال با توجه به زیر بحرانی بودن جریان در شرایط مرزی در بالادست سرعت و در پایین دست عمق اعمال میکنیم. برای اعمال شرایط مرزی دیوارهها و ساحل، مرز ساحل که مرزی دارای زبری است و مرز دیوارهای موج شکن را با صرفنظر از استهلاک بصورت مرز بدون استهلاک تعریف میگردد.

# ۶-۴- اعمال اثر مقاومت بستر و آشفتگی در مدلسازی عددی

زبری کف را توسط ضریب مانینگ ومقدار آن را برابر ۰/۰۱ فرض کرده و اثر تلاطم را بر اساس ضریب ادی ویسکوزیته وبرابر N.S/m2 ۰/۰۰۰۰۵ در نظر گرفته شده است.

#### ۶–۵– اعمال باد در مدلسازی عددی

اثر باد با توجه به سرعت، جهت و مدت زمان اثر آن میتواند یکی از عوامل اصلی ایجاد جریان و پخش حرارت باشد. با توجه به

اطلاعات موجود، باد غالب منطقه با زاویه ۲۰۲/۵ نسبت به شمال در جهت عقربههای ساعت و با سرعت ۶/۲۵ متر بر ثانیه برابر ۲۲/۵ کیلومتر بر ساعت است. لازم به ذکر است که برنامه عددی حاضر، توانایی اعمال اثر باد با زوایای متفاوت و همچنین با سرعتهای مختلف در محدودههای زمانی معین را نیز داراست.

#### ۶-۶- اعمال جریان ورودی و خروجی

منبع حرارتی در منطقه پره سر یعنی ورودی آب گرم نیروگاه به دریا (Outlet) از نظر مکانی در انتهای بازوی غربی قرارگرفته است. از این رو این نقطه در مدل عددی بصورت یک نقطه منبع با دبی مثبت و دمای مشخص مدلسازی میگردد. همانطوری که بیشتر اشاره شد، نقطه منبع در نرم افزار NASIR از فرمولبندی مشخصی برای تصحیح معادله پیوستگی و معادله انتقال و پخش غلظت برخوردار است. با توجه به اینکه دمای اولیه محیط در فایل ورودی برابر صفر درجه در نظر گرفته شده است، دمای منبع برابر دمای اضافی منبع (برابر ۱۰ درجه سانتی گراد) در نظر گرفته میشود. در شکل ۸ محل ورودی آب و جریان در مدل با رنگ قرمز نشان داده شده است.خروجی آب و دما از دریا یعنی آبگیر نیروگاه (In-take) در این نقطه بصورت یک نقطه منبع با دبی منفی و دمای از این رو این نقطه بصورت یک نقطه منبع با دبی منفی و دمای

![](_page_7_Figure_4.jpeg)

شکل ۸- محل ورود و خروج آب در محل موج شکن و در مدل تحلیلی (واحدهای مختصات بر حسب کیلومتر میباشند)NASIR

با توجه به اینکه دمای نقطه آبگیر، همان دمای حاصله از حل مدل عددی در این نقطه است، نرم افزار دمای این نقطه را محاسبه مینماید.

در شکل ۸ محل خروجی آب از نیروگاه (ورود آب به محیط) با رنگ قرمز و محل ورود آب به نیروگاه (خروج آب از منطقه) با رنگ آبی نشان داده شده است.

### ۶–۷– نتایج مدلسازی

بر اساس شرایط مدلسازی تشریح شده در بخشهای قبل شامل شرایط مرزی، جریان باد غالب و همچنین اعمال جریانهای ورودی و خروجی و با توجه به این نکته که سرعت جریان میدان دور برابر با ۲۶/۰۰کیلومتر بر ساعت است، حل هیدروینامیکی و حرارتی درمنطقه پره سر توسط نرم افزار NASIR انجام شده است. شکل ۹ بردارها و خطوط جریان تشکیل گردابهها در اطراف موج شکن (به عنوان یک مانع در برابر جریان) را نشان میدهد. در شکلهای ۱۰ تا ۱۳ نتایج تحلیل میدان حرارت در چهار حالت بدون باد و جریان (آرام)، جریان غالب بدون باد، باد غالب بدون جریان و همچنین باد و جریان غالب ارائه گردیده است.

طبق ضوابط و استانداردهای سازمان حفاظت زیست ارائه شده در سال ۱۳۷۷ در مورد درجه حرارت تخلیه به آبهای سطحی در تبصره چهار چنین آمده است که درجه حرارت باید به میزانی باشد که بیش از ۳ درجه سانتی گراد در شعاع ۲۰۰ متری محل ورود آن، درجه حرارت منبع پذیرنده را افزایش یا کاهش ندهد.

در جدول ۲ نتایج تحلیل میدان حرارت در چهار حالت ، بصورت خلاصه ارائه گردیده است. همانطور که مشاهده می گردد همهٔ موارد در محدوده مجاز ضوابط زیست محیطی می باشند.

![](_page_7_Figure_12.jpeg)

شکل ۹- خطوط جریان در اطراف خروجی نیروگاه پره سردر شرایط باد و جریان غالب (واحدهای مختصات بر حسب کیلومتر میباشند)

![](_page_8_Figure_1.jpeg)

شکل ۱۰- دمای بر آورد شده میانگین عمقی در اطراف خروجی نیروگاه پره سردر شرایط باد و جریان غالب (واحدهای مختصات بر حسب کیلومتر میباشند)

![](_page_8_Figure_3.jpeg)

شکل ۱۱- دمای میانگین عمقی در اطراف خروجی نیروگاه پره سردر شرایط باد غالب و بدون جریان (واحدهای مختصات بر حسب کیلومتر میباشند)

![](_page_8_Figure_5.jpeg)

شکل ۱۲- دمای میانگین در اطراف خروجی نیروگاه پره سردر شرایط جریان غالب و بدون باد (واحدهای مختصات بر حسب کیلومتر میباشند)

![](_page_8_Figure_7.jpeg)

شکل ۱۳- دمای میانگین عمقی در اطراف خروجی نیروگاه پره سردر شرایط آرام (بدون باد و جریان) (واحدهای مختصات بر حسب کیلومتر میباشند)

حداکثر دمای میانگین عمقی شعاع ۲۰۰ متری محل تخلیه (درجه سانتی گراد)	حداکثر دمای میانگین عمقی (درجه سانتی گراد)	سرعت جریان میدان دور (متر بر ثانیه)	سرعت باد (کیلومتر بر ساعت)	شرايط حل
٣/٠۵	γ/γλ	•	•	بدون باد و جريان
١/۴٩	۴/۱۵	•/1	•	جريان غالب و بدون باد
•/•۶۶	•/44	•	22/0	باد غالب و بدون جريان
۰/۰۵	۰/۳۵	•/١	۲٢/۵	باد غالب و جريان غالب

جدول ۲- دمای میانگین عمقی در شرایط مختلف جریان و باد

#### ۶-۸- آنالیز حساسیت

همانطور که در نتایج ارائه شده در شکلهای ۱۴و ۱۵ مشاهده می گردد، با افزایش هر دو پارامتر سرعت جریان غالب میدان دور و سرعت باد، میزان افزایش دما در اطراف خروجی نیروگاه و همچنین در دهانه ورودی موج شکن کاهش مییابد. این نتایج نشان می دهد

که بحرانی ترین حالت مساله از نظر پارامترهای موثر تحت بررسی، حالت کمترین سرعت جریان و کمترین مقدار سرعت باد می باشد و منطقی به نظر می رسد که این حالت به عنوان بدترین شرایط محتمل مورد نظر قرار گیرد.

![](_page_9_Figure_6.jpeg)

شکل ۱۴- آنالیز حساسیت بر روی مقدار سرعت میدان دور (واحدهای مختصات بر حسب کیلومتر میباشند)

![](_page_10_Figure_1.jpeg)

شکل ۱۵- آنالیز حساسیت بر روی مقدار سرعت باد با زاویه ۲۰۲/۵ (واحدهای مختصات بر حسب کیلومتر میباشند)

نمودارهای ارائه شده در شکلهای ۱۶ و ۱۷ نیز نشان میدهند، در سرعتهای باد کمتر از ۲۲/۵ کیلومتر بر ساعت و سرعتهای جریان کمتر از ۰/۳۶کیلومتر بر ساعت نرخ افزایش دما در دهانه

![](_page_10_Figure_4.jpeg)

شکل ۱۶- دمای دهانه موج شکن در مقادیر مختلف سرعت باد

![](_page_10_Figure_6.jpeg)

شکل ۱۷- دمای دهانه موج شکن در مقادیر مختلف سرعت میدان دور

![](_page_10_Figure_8.jpeg)

![](_page_10_Figure_9.jpeg)

شکل ۱۸-(الف) نتایج NASIR درحالت آرام(بدون باد و جریان)، (ب) نتایج گزارش مطالعات پخش حرارت نیروگاه پره سر در حالت آرام [۱۵]. (واحدهای مختصات بر حسب کیلومتر میباشند)

16. Finite Volume Method

- 17. Triangular unstructured meshes
- 18. Excess Temperature

۸- منابع

- 1- Sabbagh-Yazdi, S.R., Zounemat-Kermani, M. and Kermani, A., (2006), *Solution of Depth Averaged Tidal Currents in Persian Gulf on Unstructured Overlapping Finite Volumes*, International Journal for Numerical Methods in Fluids, 55, 81-101.
- 2- Kim, D.G. and Seo, W.I.,(2000),*Modeling the Mixing of Heated Water Discharged from a Submerged Multi-Port Diffuser*, Journal of Hydraulic Research, 38(4),259-269.
- 3- Suh, S.W.,(2001), *A hybrid near-field/far-field thermal discharge model for coastal areas. Marine Pollution Bulletin*, Vol. 43, Nos. 7-12, pp. 225-233.
- 4- Jiang, J., Fissel D.B., Lemon D.D. andTopham D.(2002),*Modeling cooling water discharges from the burrard generating station*. BC Canada.Presented at Oceans, Biloxi, USA.
- 5- Shafie-far, M., Montazeri, H. andDadi, N., (2006), Near Field and Far field study of thermal diffusion of NEKA power plant via Fluent and Mike21. ICOPMAS.
- 6- Bo-fen, Y, You-liang, C., Ying, G.,(2006),Numerical simulation of Eclipsed form arrangement of water Intake-Outlet project in power plant, Conference of Global Chinese Scholars on Hydrodynamics.
- 7- Abbaspour, M., Javid, A.H., Moghimi, P. andKayhan, K.,(2005),Modeling of thermal pollution in coastal area and its economical and environmental assessment, Int. J. Environ. Sci. Tech.Vol. 2, No. 1, pp. 13-26.
- 8- Razaghi, A., (1999),2-D modeling of thermal diffusion of power plants in the sea, MS Thesis.University of Tehran.
- 9-Mendez-Diaz, M.M. andJirka, G.H., (1996), Buoyant plumes from multiport diffuser discharge in deep coflowing water, J. of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 122, No. 8, pp.428-434.
  - 10-Vreugdenhil, C.B., (1994), *Numerical Methods* for Shallow Water Flow, Kluwer Academic Publisher.
  - 11-Jia, Y. and Wang, S., (1999), Numerical Model For Channel Flow and Morphological Change Studies, Journal of Hydraulic Engineering, Vol.125, No. 5, PP. 924-933.
  - 12- Thompson, J.F., SoniB.K. and Weatherill, N.P., (1999), Hand Book of Grid Generation, CRC Press
  - 13-Jameson, A., Baker, T. J. and Weatherill, N. P., (1986), *Calculation of Inviscid Transonic Flow over a Complete Aircraft*, AIAA Paper 86-0103.

موج شکن افزایش می یابد و سرعتهای کم باد و جریان بحرانی ترین حالات برای راندمان سیستم نیروگاه و برآورده سازی شرایط زیست محیطی محسوب می گردند.

# ۹-۶- مقایسه نتایج نرم افزار NASIR با نتایج مطالعات جریان و پخش حرارت نیروگاه پره سر

همانطور که در شکل ۱۸-الفو ب مشاهده می گردد، در هر دو حالت الگوی پخش حرارت شبیه می باشند و با توجه به اینکه دمای اولیه ۱۷ درجه سانتی گراد است، دمای اضافی ایجاد شده حداکثر سه درجه است که در محدوده ضوابط زیست محیطی می باشد. البته باید به این نکته توجه داشت که در مدلسازی NASIR انتقال حرارت از سطح آب در نظر گرفته نشده است، همچنین در مدلسازی شرکت سازه پردازی اثر سه بعدی جت آشفته در محدودهٔ میدان نزدیک در نظر گرفته شده است.

#### ۷- نتیجه گیری

همانطوری که در نتایج مشاهده شد، بحرانی ترین حالت پخش حرارت درنظر گرفته شده شامل سرعت کم جریان میدان دور و سرعت باد غالب برای راندمان نیروگاه مشکلی ایجاد نمی کند یعنی دمای اضافی به صورت موثری کاهش یافته و وارد سیکل ورودی نیروگاه نخواهد شد. همچنین افزایش دمای محیط در حالت میانگین عمقی در شعاع ۲۰۰ متری اطراف پخشاننده در هیچ نقطهای از ۳ درجه سانتی گراد بیشتر نشده است، لذا تغییرات دمای مورد نظر در محدوده مجاز ضوابط زیست محیطی است. همچنین باید متذکر شد که در این مدل انتقال حرارت از سطح آب در نظر گرفته نمیشود که این امر باعث بوجود آمدن مقداری خطا در نتایج نهایی شده است زیرا دمای سطحی در اثر تماس با هوا

#### کليد واژگان

1. Numerical Analyzer for Scientific and Industrial Requirements

- 2. Cormix
- 3. Fluent
- 4. Mike21
- 5. Depth Average Equations
- 6. Depth average volume conservation equations
- 7. Incompressible momentum equations
- 8. Convection-diffusion equation
- 9. Convective fluxes
- 10. Diffusive fluxes
- 11. Source and sinks
- 12. Global bed friction stresses
- 13. Manning coefficient
- 14. Horizontal algebraic turbulent eddy viscosity
- 15. Horizontal temperature diffusivity

- 16-Seddigh Marvasti., S.S., Sabbagh-Yazdi,S.R. andJavid, A.H., (2010), Assessment of surface temperature by depth-average solution of heat Dissipation field, Journal of Environmental Sciences and Technology, ISSN 1563-4809 (In Persian)
- 14-Jameson, A., Schmidt, W. &Turkel, E. (1981)Numerical Solution of the Euler Equations by Finite Volume Method using RungeKutta Time Stepping Schemes, AIAA pp.1259-1281, June 1981.
- 15-SAZEPARDAZI consultant engineers and MAPNA, (2007), *Study report on Paresar power plant Intake system: Sea currents and Thermal diffusion report.*