Archive OF SID

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

مرکز بررسی اطلاعات علمی

ICOPMAS

www.SID.ir

Archive of SID

# مطالعه امکان سنجی پیشیابی پدیده های مربوط به بر همکنش هوا- دریا- خشکی در مناطق ساحلی ایران

بیدختی، ع. ع.، ذوالجودی، م. ، عرب حسینی، م. و لایقی، ب.
موءسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران ، پژوهشکده هواشناسی، مرکز علوم جوی و اقیانوسی

## چکیده

مناطق ساحلی تحت تاثیر عوامل و پدیده‌های گوناگون با مقیاسهای مختلف قرار می‌گیرند. این پدیده‌ها می‌توانند بر فعالیت‌های انسانی در این مناطق موثر باشند. بنابراین باید مورد بررسی قرار گرفته و ابعاد و شدت آنها برآورد و در راستای پیش‌یابی آنها برای استفاده در برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح مناطق ساحلی شمالی و جنوبی کشور مورد استفاده قرار گیرد. این امر شامل بررسی نمونه مطالعات انجام‌شده نظری و مشاهداتی، بررسی شرایط آب هوایی مناطق ساحلی، مطالعات اقلیمی و مدلسازی عددی براساس مدلهای معتبر است.

در این پژوهش نخست به شناسایی و بررسی نظری پدیده‌های درگیر در این برهمکنش می پردازیم. پدیده‌های جوی اقیانوسی، دربرگیرنده امواج دریایی، جریانهای دریایی، جوی ساحلی و دریایی ساحلی هستند. اطلاعات جمع‌آوری شده، نمایانگر چگونگی تاثیر این پدیده‌ها بر سواحل کشور و در نتیجه بر فعالیتهای اقتصادی و عمرانی این مناطق است.

جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، بخش بعدی این پژوهش است. برخی از داده هایی که در این پژوهش جمع‌آوری شده است، عبارتند از: داده‌های هواشناسی، اقیانوس‌شناسی مربوط به اندازه‌های میدانی در هر منطقه، داده‌های مربوط به ناهمواری و عوارض سطحی مناطق ساحلی و بستر دریا و ویژگی‌های سطحی و تقریبهایی از ضرایب انتقال سطحی مثل $C_D$ و $C_H$.

در ادامه به معرفی مدل‌های عددی به کار رفته، پرداخته شده است. در این پژوهش از مدلهای عددی MM5 و WAM برای مدلسازی پدیده‌های ساحلی شامل پدیده‌های جوی- ساحلی و پدیده‌های دریایی مثل امواج استفاده شده است. مدل MM5 برای بخش هواشناسی و مدل WAM برای بخش دریایی به کار رفته‌اند. با توجه به اینکه این مدلها در سازمان هواشناسی نیز مورد استفاده قرار می گیرند، استفاده از این مدلها به صورت جفت‌شده برای مناطق ساحلی، بخصوص برای سواحل جنوبی قابل توجه است. در نخستین تجربه، نمونه‌هایی از اجرای مدل جفت‌شده در دریای عمان و خلیج فارس ارائه شد که می‌توان آن را به عنوان شروعی در پیش‌بینی پدیده‌های دریایی با استفاده از ورودی داده‌های مدلهای جوی مطرح کرد. اطلاعاتی که در بخش نهایی این پژوهش آمده است، اطلاعات مفیدی از نتایج این مدلها بیان می دارد. داده‌های حاصل از مدل $MM5$، نه تنها برای مدل‌های موج، بلکه برای مدل‌های جریان و پخش آلودگی اهمیت فراوان دارد. پس باید توجه داشت که افزون بر کاربرد این مدلها در امور حمل و نقل، نباید از نقش آنها در مسائل زیست محیطی، شیلات، تاسیسات ساحلی دریایی و در کل، امور بنیادی و زیربنایی مطالعات ساحلی غافل بود.

استفاده از نتایج مدلسازی به صورت بهنگام، با جفت‌کردن مدلهای جوی و دریایی مورد استفاده در این پژوهش و ارائه نتایج در محیط می تواند به مدیریت بحران سواحل شمالی و جنوبی کشور کمک نماید.

**کلید واژه ها:** مناطق ساحلی، مدلهای جوی و دریایی، اقلیمی ساحلی، پدیده‌های دریایی

www.SID.ir

Archive of SID

### ۱. مقدمه:

اهمیت مناطق ساحلی با توجه به افزایش جمعیت و کاهش منابع خشکی و در نتیجه جذب انسانها به این مناطق دارای رشد افزاینده ای است. بنابراین محیطهای ساحلی شامل نوار آبی موازی باساحل از نظر پایش و نگهداری دارای اهمیت زیادی می باشد. از این نظر در کشورهای متعددی که دارای مرزهای آبی بسیار طولانی هستند از هم اکنون روی مسائل مختلف آن در قالب برنامه های مدون به همراه بانکهای اطلاعاتی و شبیه سازی، کارهای متعددی شده است که در اینجا به تعدادی از آنها اشاره می شود.

- یکی از برنامه های جامع بین المللی در ارتباط با یک سیستم انتگرالی بر هم کنش هوا – دریا، هوا- خشکی و دریا خشکی، IGBP (International Geosphere- Biosphere Program) است. این برنامه به منظور بررسی مسائل مختلف بر همکنشهای مذکور با واداشتهای طبیعی با توجه به واداشتهای انسانی با کمک چند کشور طراحی شده است.
- CORMP (Coastal ocean Research and Monitoring program) نیز یکی دیگر از برنامه های جامع پایش و مدیریت مناطق ساحلی است که توسط دانشگاه کالیفرنیای آمریکا ایجاد شده ومرتباً با توجه به کارهای جدید به روز می گردد. اطلاع حاصله از این برنامه مدون چندگانه برای مسائل همچون ماهیگیری، کیفیت آب، انتقال رسوب، گردشهای ساحلی، توفانهای ساحلی، حمل و نقل و غیره بسیار با اهمیت است.
- برنامه دیگری نیز در مناطق ساحلی یعنی IOOS (Integrated Ocean Observations system) توسط سازمان NOAA ایجاد شده است که تمام مناطق ساحلی آمریکا را پایش می کند. این برنامه برای پایش تغییرات مناطق ساحلی از جمله تغییرات اکوسیستم، اقلیمی، بازرگانی و حمل و نقل، آب و هوایی ایجاد شده
- SCOOP (Southern Coastal Ocean Observation Program) نیز یکی دیگر از برنامه ها جامعی است که برا ی مناطق ساحلی (جنوب آمریکا) توسط مسئولان شهر واشنگتن تعبیه شده است که کارهای متعددی از جمله، پیش بینی پدیده های ساحلی دریا، عملیات دریایی موثر و ایمن، نگهداری و مدیریت مناطق ساحلی، نگهداری اکوسیستمهای دریایی، کاهش اثرات در اثر خطرات طبیعی بهداشت مردم، را انجام می دهد.
- (Coastal ocean Monitoring and Prediction System) نیز برنامه دیگری است که توسط موسسه اقیانوس شناسی هند ساخته شده و کارهای مشابهی را همانند برنامه های فوق الذکر انجام می دهد.

در ایران فعالتیهای متعددی در ارتباط با اندازه گیریها و مدلسازی عددی از جو و اقیانوس انجام شده است که اغلب آنها به طور پراکنده صورت گرفته اند. مثلاً در سازمان هواشناسی از مدلهای پیش بینی وضع هوا همانند مدل MM5 استفاده می شود.همینطور ازمدلهای پیش بینی موج مثل WAM، SPM و MIKE21 برای مناطق ساحلی در شمال و جنوب به ویزه در سازمان هواشناسی و سازمان بنادر وکشتیرانی انجام می شود.
با توجه به کارهای متعدد و جالبی که در کشور شده و اغلب پراکنده هستند، ضرورت داشت که یک کار جامعی برای جمع آوری و تکمیل اطلاعات جهت ایجاد یک سامانه نرم افزاری قوی در راستای مدیریت بهینه پدیده های هوا- دریا- خشکی در مناطق ساحلی کشور انجام شود. بنابراین در این طرح سعی شده روی برخی از اطلاعات بدست آمده تحلیلهایی نیز انجام شده و سعی گردیده با استفاده از یک مدل پیش بینی هواشناسی منطقه ای (مثل MM5) و یک مدل پیش بینی موج (مثل WAM)، ضمن استفاده از مدلی برای محاسبه شارهای سطحی (مدل Liu, et al. 1979)، پیش بینی های اولیه ای در مناطق ساحلی انجام شود.

### ۲. پدیده‌های دریایی مناطق ساحلی

منطقه ساحلی، محل تماس جو، زمین و اقیانوس است و در آن فرایندهای متقابل و منحصر مرتبط به هر سه محیط، با شکل پیچیده‌ای رخ می‌دهد. همچنین بادهای ساحلی(نسیم دریا) می‌توانند هوای محلی بسیار نامناسبی را پدید آورند که باعث انتقال هوای آلوده به درون مناطق ساحلی و موثر بر پدیدارشدن جریانها و امواج ساحلی باشند. همچنین بادهای ساحلی می‌توانند بر فعالیت‌های مهندسی چون حفاظت ساحل، فعالیت‌های بازرگانی مثل استخراج نفت و تفریحات و سرگرمی‌ها مانند قایق‌سواری موثر باشند. در نتیجه شناخت سه پدیده مهم نسیم دریا، خیزاب توفان و امواج ناشی از باد حائز اهمیت است.

### ۳. مدلسازی عددی مناسب برای پدیده های جوی-اقیانوسی در مناطق ساحلی

اهمیت حمل و نقل به خصوص در بخش دریایی بسیار واضح است و هر پارامتر و عملیاتی که در تامین ایمنی و برنامه‌ریزی مناسب در حمل و نقل می‌تواند فواید ارزشمندی داشته باشد، بنابراین شناخت و استفاده از مدل‌ها در بخشهای هواشناسی و دریایی می تواند اطلاعات ارزشمندی را در جهت برنامه ریزی صحیح در مناطق ساحلی داشته باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

در طرح پژوهشی مذکور نمونه هایی از مدلسازی عددی با هدف امکان سنجی استفاده از اینگونه مدلها انجام گردیده است. از میان مدل‌های عددی موجود، در این پروژه در بخش هواشناسی *MM5* و در بخش دریایی مدل موج *WAM* استفاده می شود. ورودی باد مورد نیاز در مدل WAM از خروجی مدل MM5، و ضرایب انتقال از محاسبات مدل لیو فصل تامین گردیده است.

## ٤ معرفی مدل‌ها

### ٤. ١ مدل *MM5*

پنجمین نسخه مدل *NCAR/Penn State Mesoscale* آخرین مدل در سری مدل‌هایی است که در *Anthes at Penn state* تدوین می‌شوند. از اولین سری این مدل‌ها تاکنون تغییرات زیادی در آنها ایجاد شده است از آن جمله می‌توان به این موارد اشاره کرد: ١- قابلیت ایجاد چند شبکه (شبکه لانه‌ای) ٢- دینامیک غیر هیدروستاتیک ٣- مدل‌سازی سه بعدی داده‌ها و انتخاب‌های دیگر فیزیکی و همچنین قابلیت اجرای برنامه به روی پلت فرم‌های مختلف. این انتخاب‌ها بسته به نوع کاربرد *MM5* به کار می‌روند.

داده‌های هواشناسی به صورت افقی درون‌یابی می‌شود (برنامه‌های *REGRID* و *TERRAIN*). این درون‌یابی از شبکه طول و عرض جغرافیایی به دامنه‌های مختلف با قدرت تفکیک بالا به وسیله روش‌های مختلف شامل مرکاتور، لامبرت و یا قطبی، انجام می‌شود. از آنجایی که این درونیابی جزئیات میان مقیاس را نشان نمی‌دهد، برنامه *Little-r/RAWINS* داده‌های درون‌یابی شده را به وسیله شبکه استاندارد سطحی و ایستگاه‌های هواشناسی با روش‌هایی مثل کریسمن افزایش می‌دهد تا جزئیات مربوط به تغییرات میان مقیاس نیز در آغازگری مدل وارد شود.

برنامه *INTERP* درون‌یابی ترازهای فشاری به سیستم مختصات MM5، سیگما را انجام می‌دهد. سطوح سیگما در نزدیکی سطح از ناهمواری تاثیر می‌پذیرد و در ترازهای بالاتر سطوح هم‌فشار را تقریب می‌زند.از آنجایی که تفکیک افقی و عمودی و سایر حوزه محاسباتی متغیر است، برنامه مدل‌سازی از ابعاد پارامتر سازی شده استفاده می‌کند.

### ٤. ١. ١ شبکه عمودی و افقی

سیستم مدل‌سازی معمولاً داده‌های خود را از سطوح فشاری وارد می‌کند، اما این داده‌ها باید به داخل سیستم مختصات سیگما مربوط به مدل درون‌یابی شود. مولفه عمودی، وابسته به سطح است یعنی در سطوح پایینی شبکه تحت تاثیر ناهمواری سطح است ولی در سطوح بالاتر صاف است. در مدل‌های غیر هیدروستاتیک از یک فشار مرجع برای تغییر مختصات استفاده می‌شود اما در مدل‌های غیر هیدروستاتیک از فشار واقعی استفاده می‌شود. عدد بدون بعد سیگما برای مشخص کردن ترازهای مدل بصورت نسبت اختلاف فشار بین سطح فشاری با بالاترین تراز به اختلاف فشار بین بالاترین سطح و پایین‌ترین سطح است.

مختصات عمودی باید از مقادیر بین صفر و یک تشکیل شده باشد که لزوماً فواصل مساوی ندارند. به طور معمول در لایه مرزی قدرت تفکیک بیشتر از لایه‌های بالاتر است و تعداد لایه‌ها بین ١٠ تا ۴٠ متغیر است.

شبکه افقی از شبکه آراکاوا *B* جابجا شده نسبت به سرعت استفاده می‌کند. در این شبکه کمیت‌های اسکالر مثل T و q در مرکز مربع شبکه تعریف می‌شود در حالیکه مولفه‌های u و v سرعت در گوشه‌ها مشخص می‌شود.

### ٤. ١. ٢ لانه سا زی شبکه‌ای

*MM5* قابلیت لانه‌سازی چندتایی تا ٩ حوزه محاسباتی را دارا می‌باشد. این حوزه‌های محاسباتی می‌توانند برهم‌کنش داشته باشند و مدل به‌صورت هم زمان به روی آنها اجرا شود. برای برهم‌کنش دو طرفه نسبت لانه‌سازی شبکه‌ای ١:٣ است. منظور از برهم‌کنش دو طرفه این است که شبکه لانه‌ای و شبکه درشت از یکدیگر ورودی می‌گیرند. در مدل *MM5* برهم‌کنش یک‌سویه نیز وجود دارد که در این حالت خروجی به داخل شبکه بزرگتر وجود ندارد.

### ٤. ١. ٣ شرایط مرزی

برای اجرای هر مدل عددی پیش‌بینی هوا نیاز به شرایط مرزی است. در *MM5* در هر چهار مرز مولفه‌های باد، دما، فشار و ... تعریف می‌شود. بنابراین قبل از اجرای مدل‌سازی، مقادیر مرزی باید به مقادیر اولیه اضافه شود. در پیش‌بینی‌های زمان واقعی از پیش‌بینی‌های شبکه درشت‌تر نیز برای استفاده در شرایط مرزی می‌توان استفاده کرد. با توجه به اینکه مقیاس افقی تغییرات عمومی جو بیشتر یا برابر مقیاس تغییرات عمودی است، لذا در مدل *MM5* از دینامیک غیر هیدروستاتیک استفاده می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

### ٤. ٢ مدل *WAM*

مدل *WAM* مدل موج نسل سومی است که معادله انتقال موج را بطور صریح بدون هیچ گونه پیش فرضی بر شکل طیف موج ثبت می‌کند. این مدل، فیزیک شبیه سازی موج را مطابق دانش امروز با مجموعه کامل درجات آزادی از یک طیف دو بعدی بدست می دهدتوان تفکیک مدل می‌تواند در فضا یا زمان بطور دلخواه تعریف شود. انتشار موج می‌تواند به‌صورت طول و عرض جغرافیایی یا بر روی شبکه دکارتی انجام گیرد. خروجی‌های مدل عبارتند از ارتفاع قابل ملاحظه موج، جهت و بسامد میانگین موج، ارتفاع موج و جهت میانگین امواج دورآ، میدان تنش باد تصحیح شده به وسیله تنش ناشی از موج و ضریب کشش در هر نقطه شبکه در زمان‌های انتخاب شده خروجی، و همچنین طیف دو بعدی موج در تقاط انتخابی شبکه و در زمان‌های انتخاب شده است. این مدل برای آب عمیق و کم عمق اجرا شده و شامل شکست عمق و جریان می‌باشد در اجرای جهانی، زمان مورد نیاز برای پیش بینی ۱۰ روزه در یک شبکه ۳*۳ درجه، ۲۶ بسامد، ۱۲ جهت و ۵۱۲ نقطه شبکه در یک قطعه دارد. این مدل در استاندارد *DOCTOR* نوشته شده، یعنی هر روال شامل تشریح مقاصد، روش و روابط بین روال و خروجی‌های مورد استفاده است.

### ٤. ٢. ١ فیزیک و دینامیک مدل

مدل *WAM* شبیه سازی دو بعدی طیف موج اقیانوس را تشریح می‌کند. برخلاف مدل‌های نسل اول و دوم، مدل نسل سوم *WAM* هیچ پیش فرضی در مورد شکل طیفی ندارد. این مدل طیف واریانس موج دو بعدی را از طریق انتگرال‌گیری معادله انتقال محاسبه می‌کند.

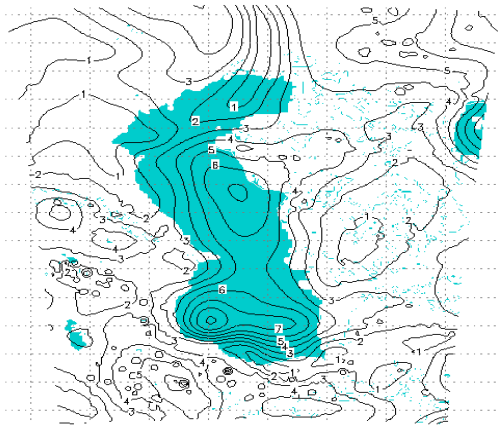
### ٤. ٢. ٢ ساختار شبکه مدل

از آنجا که محاسبه عبارت چشمه غیر خطی قابل بردار کردن نیست، نقاط شبکه درون داخلی‌ترین حلقه قرار داده شده و از جنوب به شمال و به شکل جعبه‌هایی از آرایه‌های یک بعدی اجرا می‌شوند. برای محاسبه انتشار امواج در روی مرزهای شمالی یا جنوبی قطعه، جعبه‌ها با دو عرض جغرافیایی هم‌پوشانی می‌شوند. محاسبه از جنوبی‌ترین عرض دوم به دیگری قبل از آخرین عرض جغرافیایی (شمالی‌ترین عرض) انجام می‌شود.
بر خلاف نسخه‌های قبلی این مدل، نقاط شبکه تنها نقاط دریا هستند. نقاط مجاور شبکه به‌صورت خشکی یا دریا برای انتشار به وسیله دو آرایه کوچکتر مشخص می‌شوند که برای مقادیر طیفی خشکی، صفر هستند.

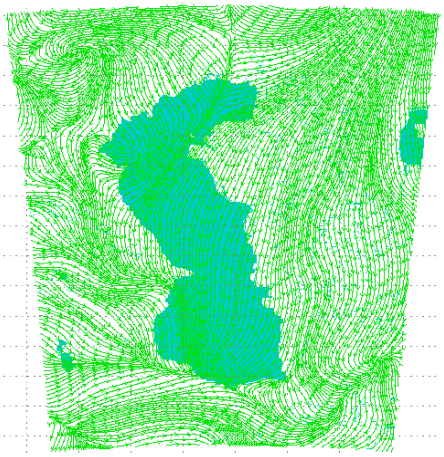
### ٥. نتایج مدل *MM5*

٥. ١ اجرای مدل برای دریای خزر

برای اجرای مدل در دریای خزر از گام فضایی ۵ km استفاده می‌شود و پیش‌بینی برای ۲۴ ساعت انجام می‌شود و آغازگری مدل مربوط به ۲۲ فوریه ۲۰۰۵ است. دامنه مورد استفاده ۴۴-۵۶°E و ۳۵-۴۹° N است.
در شکل‌های ۳ تا ۱۰، خطوط هم تندی باد، جریان، هم رطوبت ویژه، هم دمای پتانسیل، هم رطوبت نسبی، هم دمای نقطه شبنم، هم تاوایی، هم تندی قائم، هم جهت باد و فرارفت دمای پتانسیلی در سطوح مختلف ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی باری در دریای خزر ارائه شده است.



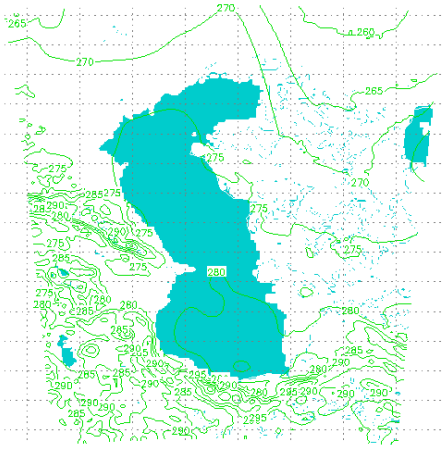
شکل ۱- خطوط هم تندی باد در سطح ۱۰۰۰mb



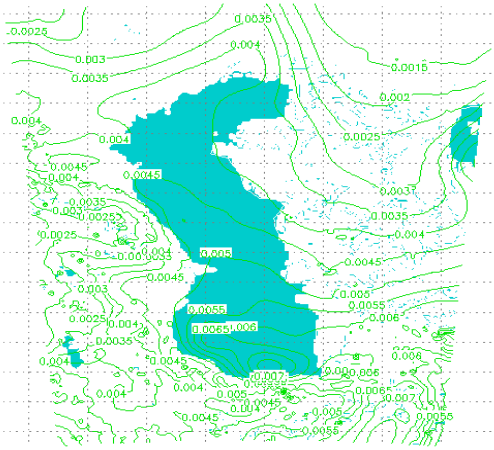
شکل ۲- خطوط جریان در سطح ۱۰۰۰mb

www.SID.ir

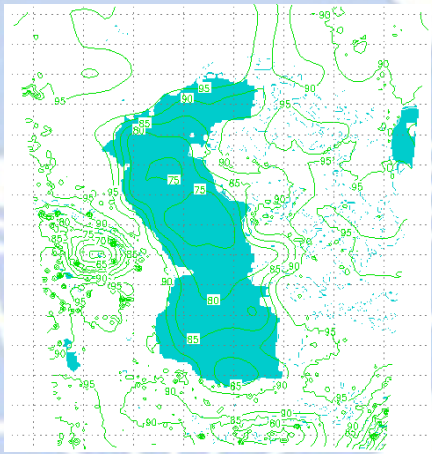
Archive of SID



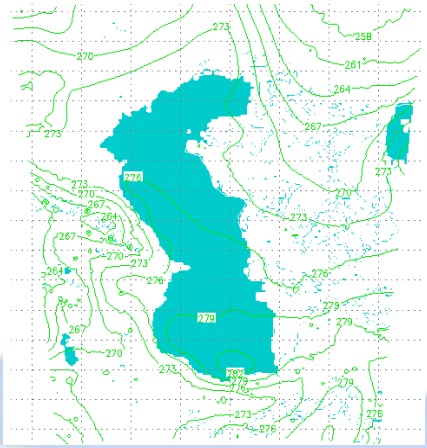
شکل ۳- خطوط هم دمای پتانسیلی در سطح ۱۰۰۰mb



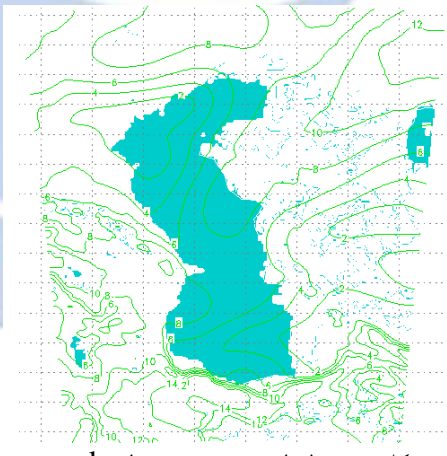
شکل ۴- خطوط هم رطوبت ویژه در سطح ۱۰۰۰mb



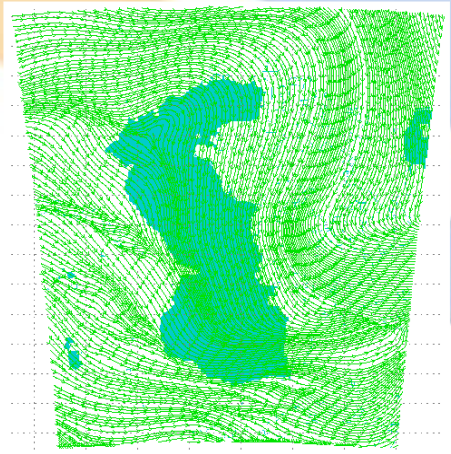
شکل ۵- خطوط هم رطوبت نسبی در سطح ۱۰۰۰mb



شکل ۶- خطوط هم دمای نقطه شبنم در سطح ۱۰۰۰mb



شکل ۷- خطوط هم تندی در سطح ۸۵۰mb



شکل ۸- خطوط جریان در سطح ۸۵۰mb

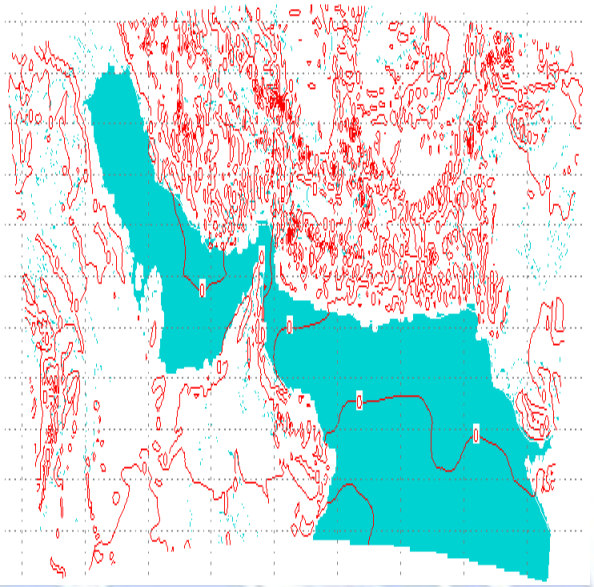
### ۵. ۲ اجرای مدل برای خلیج فارس و دریای عمان

برای اجرای مدل در منطقه خلیج فارس و دریای عمان از گام فضایی ۲۰km برای روز ۴ آوریل ۲۰۰۵ و گام فضایی ۱۰km بـرای روز هفـتم فوریـه ۲۰۰۵ استفاده شده است.

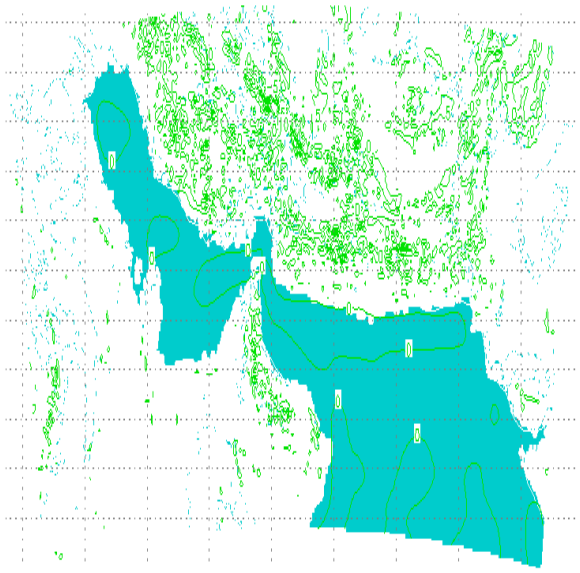
www.SID.ir

Archive of SID

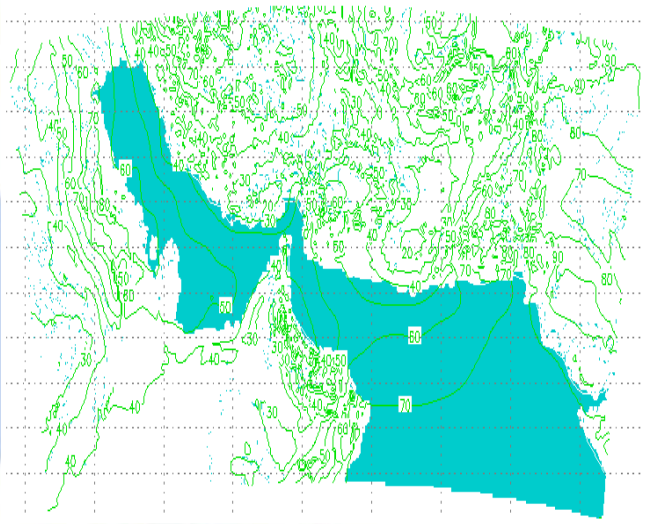
در شکل‌های ۱۱ تا ۲۰، خطوط هم تندی باد، جریان، هم رطوبت ویژه، هم دمای پتانسیل، هم رطوبت نسبی، هم دمای نقطه شبنم، هم تاوایی، هم تندی قائم، هم جهت باد و فرارفت دمای پتانسیلی در سطوح مختلف ۸۵۰ تا ۱۰۰۰ میلی باری در خلیج فارس و دریای عمان ارائه شده است.



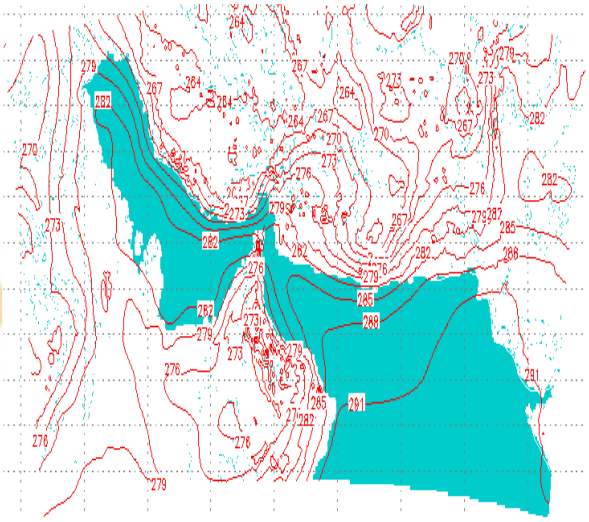
شکل ۹- خطوط واگرایی در سطح ۱۰۰۰mb



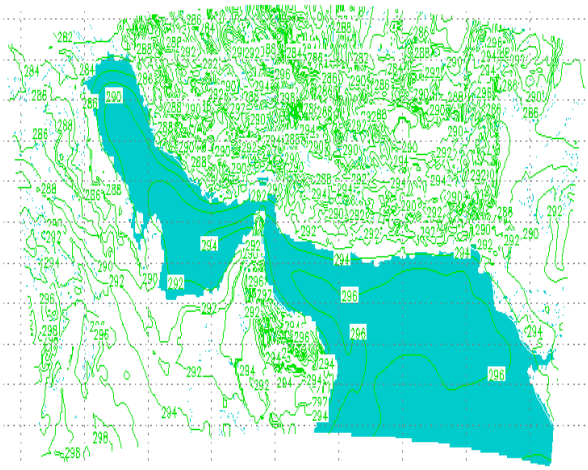
شکل۱۰- خطوط هم تاوایی پتانسیلی در سطح ۱۰۰۰mb



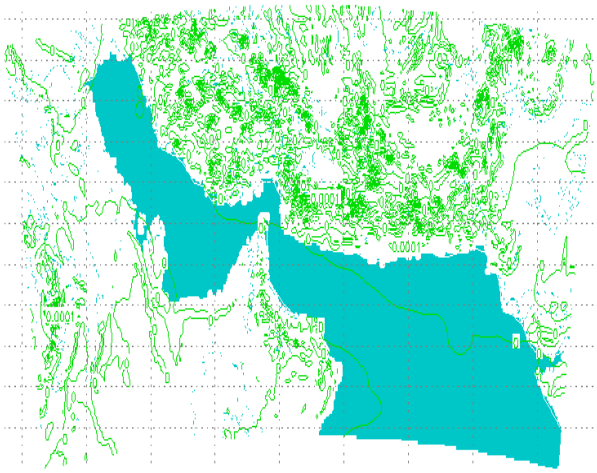
شکل ۱۱- خطوط هم رطوبت نسبی در سطح ۱۰۰۰mb



شکل ۱۲- خطوط هم دمای نقطه شبنم در سطح ۱۰۰۰mb



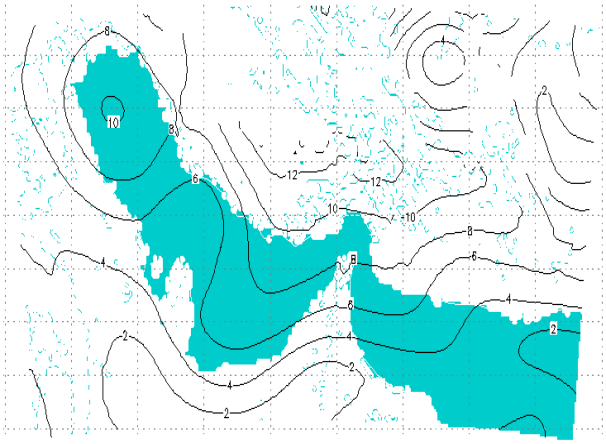
شکل ۱۳- خطوط هم دمای پتانسیلی در سطح ۱۰۰۰mb



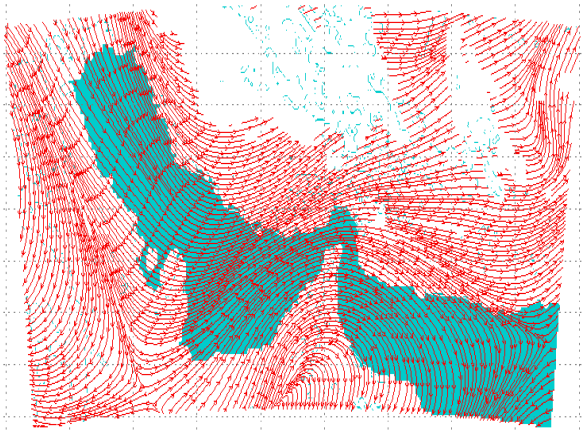
شکل۱۴- خطوط هم تاوایی در سطح ۱۰۰۰mb

www.SID.ir

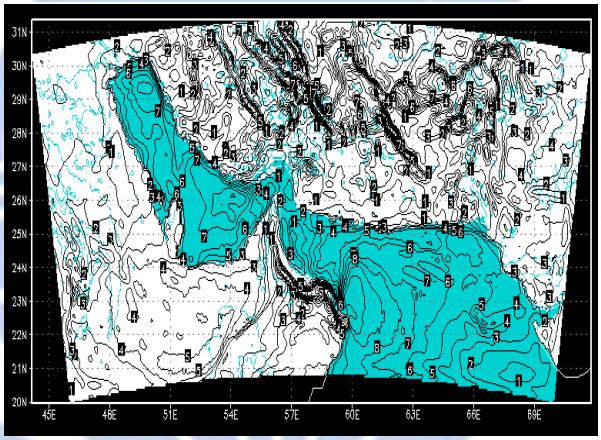
Archive of SID



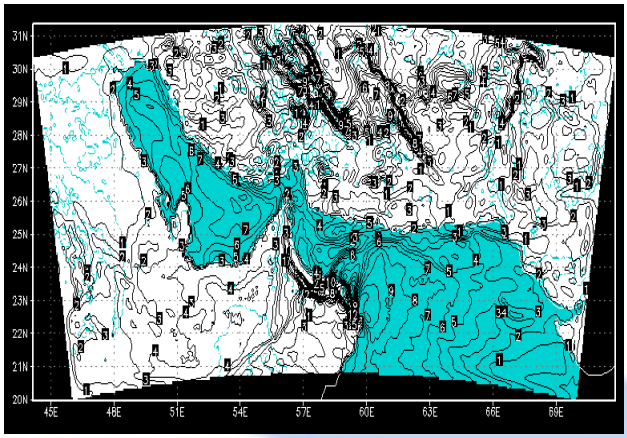
شکل۱۵- خطوط هم تندی در سطح ۸۵۰mb



شکل۱۶- خطوط جریان در سطح ۸۵۰mb



شکل۱۷- تندی باد در ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین،
پس از انتگرال‌گیری ۲۱ ساعته



شکل ۱۸- تندی باد در ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین،
پس از انتگرال‌گیری ۲۴ ساعته

## ۵. ۳ تحلیل خروجی‌های بدست آمده از مدل

ICOPMAS



www.SID.ir

Archive of SID

```
ERROR: rangecheck
OFFENDING COMMAND: .buildcmap

STACK:

-dictionary-
/WinCharSetFFFF-V2TT9BF4ACCAt
/CMap
-dictionary-
/WinCharSetFFFF-V2TT9BF4ACCAt
```

www.SID.ir

Archive of SID

# Feasibility Study for Prediction of Land-Sea-Air Interactions in Iran's Coastal Areas

*Bedokhti,*
*E, Arab Hosseini*
*M., Layeghi* B.

## Abstract

Coastal areas are exposed to a variety of events and factors in different scales, which can affect human activities in such areas. It is, therefore, inevitable to focus on such events and identify their intensity and effects in order to create a mechanism to be used by planners and managers in best handling coastal affairs both in northern and southern coastal areas. To do this, a variety of studies have already been conducted in theoretical and observation levels to get accurate insight into coastal areas considerations and climates in order to be able to make numerical modeling based on reliable models. This article initially focuses on events that may affect this interaction. Ocean events include sea waves and currents. The next step is collecting data needed as input. Then numerical models are focused. This article uses WAM and MM5 numerical models for modeling coastal events such as waves.

**Keywords***: coastal areas, WAM and MM5, marine events, wave, current, numerical models*

www.SID.ir