

# تأثیر میدان‌های باد و فشار هوا بر تراز آب ایستگاه‌های ترازسنجی سواحل جنوبی دریای خزر

عبدالعظیم قانقرمه<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۲/۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۴/۲۹

\*\*\*\*\*

## چکیده

پهنه آبی دریای خزر همانند همه دریاها و دریاچه‌های بزرگ تحت تأثیر پدیده‌های مختلف هیدرودینامیکی نظیر مد توفان، خیز آب‌های ناشی از موج و باد، بالاروی موج در منطقه ساحلی و پدیده تشدید، پیوسته در حال تلاطم می‌باشد. اما دلیل تمامی این پدیده‌ها نیروهای ناشی از میدان فشار هوا و باد بر پهنه آبی دریا است. در این پژوهش اثرات داده‌های (مؤلفه‌های) فشار هوا و باد در ترازهای مشاهداتی ایستگاه‌های ترازسنجی بندر انزلی، بندر نوشهر، بندر صدرا (نکا) و آشوراده مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور از داده‌های ساعتی تراز آب ایستگاه‌های بالا در طی دوره زمانی چهارساله (۲۰۰۳-۲۰۰۰) میلادی و همچنین از داده‌های فشار هوا و باد بر پهنه آبی دریای خزر با تفکیک‌های زمانی و مکانی ۶ ساعته و ۰/۲۵ درجه (۲۵ کیلومتر) در طی دوره زمانی چهار ساله به بالا استفاده گردید. برای بررسی محدوده اثرگذاری این عوامل (فشار هوا و باد) بر داده‌های ایستگاه‌های ترازسنجی شبکه‌های ۵۰×۵۰ تا ۲۵۰×۲۵۰ کیلومتر (با توالی ۵۰ کیلومتر) به طرف بدنه اصلی دریا توسعه داده شد. برای تعیین ضرایب و میزان اثر مؤلفه‌های باد و فشار هوا از مدل رگرسیون چند متغیره خطی استفاده شده است و نتایج برای هر ایستگاه بصورت ماهانه اخذ گردید. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد با مدل‌سازی میدان وسیع‌تری از اثرگذاری فشار هوا و باد بر پهنه آبی مشرف به هر ایستگاه نتایج داده‌های تراز آب برآورد شده و مشاهداتی همبستگی بیشتری دارند بطوریکه حداکثر ضریب همبستگی برای میدان ۲۵۰×۲۵۰ کیلومتر، برای ایستگاه‌های انزلی در ماه نوامبر ۰/۸۶۴ و نوشهر در ماه نوامبر ۰/۹۰۹ و صدرا (نکا) در ماه مارس ۰/۸۹۳ و آشوراده در ماه آوریل ۰/۸۷۳ می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تراز آب دریای خزر، میدان باد، میدان فشار هوا، ایستگاه ترازسنجی

\*\*\*\*\*

## ۱- مقدمه

سطح دریاها و اقیانوس‌ها در نواحی ساحلی پیوسته تحت تأثیر نیروهای وارده در حال نوسان هستند. این نیروها شامل نیروهای حاصل از امواج در سطح دریاهای آزاد، مدهای توفانی، خیزاب ناشی از موج، خیزاب ناشی از باد، بالا روی موج در منطقه ساحلی و پدیده تشدید می‌باشد. عامل اصلی بوجود آمدن نیروهای فوق‌الذکر انتقال انرژی ناشی از عوامل هواشناسی مانند باد و فشار هوا بر سطح دریا است که با توجه به میدان عمل و شدت اثرگذاری بر سطح دریا و افت و خیزهای آب در محل ایستگاه‌های ترازسنجی دیده می‌شود به طوریکه نوسانات با دامنه محدود تراز آب، معمولاً در محدوده نزدیک به خط ساحل حادث می‌شوند، در حالیکه ترازهای توفانی با شدت بزرگ‌تر در محدوده فراتر از ساحل و در آب‌های آزاد رخ می‌دهد یا اینکه در اثر نیروهای شدید مانند سیکلون‌های قوی به نزدیک ساحل کشیده می‌شوند. نوسانات کوتاه مدت (روزانه و ساعتی) در سواحل جنوبی دریای خزر نیز قاعداً توسط چنین نیروهایی ایجاد می‌شوند. بنابراین هدف اصلی تحقیق حاضر، شناسایی نقش عوامل هواشناسی دریایی شامل باد و فشار هوا بر تراز آب در محدوده خط ساحل با توجه به میدان اثرگذاری باد و فشار هوا می‌باشد.

مطالعات متعددی در زمینه نقش عوامل جوئی بر نوسانات سطح آب دریاها و اقیانوس‌ها در گوشه و کنار دنیا و همچنین در دریای خزر انجام شده است که از جمله آنها می‌توان به مطالعه آرتورپور (۱۹۶۳) در مورد رابطه باد و فشار هوا با مدهای توفانی مناطق معتدله برای شهر آتلانتیک اشاره نمود بطوریکه وی با استفاده از روش رگرسیون چند متغیره رابطه مؤلفه باد ساحل خشکی، باد امتداد ساحل و توزیع فشار جوئی با زمان‌های تأخیر گوناگون با مدهای توفان را مورد بررسی قرار داد. در این تحقیق مشخص گردید که مؤلفه باد بیشترین اهمیت را در تعیین مد توفان دارد. بروک (۱۹۷۷) نوسانات سطح آب دریا را در خلیج Onslow (کارولینای شمالی) در رابطه با نیروهای ناشی از

عوامل آب و هوایی محلی مورد ارزیابی قرار داده و نتایج کار وی نشان داد که قوی‌ترین ارتباط در دوره ۳/۵ - ۲/۵ روزه و بیش از ۱۰ روزه بوده که شامل اثرگذاری عناصر تنش باد و فشار هوا می‌باشد و آثار آن بر سطح دریا به صورت امواج در منطقه ساحل دیده می‌شود. ماریو مورینو (۱۹۸۲) تغییرپذیری سطح دریا را تحت اثر نیروی باد در امتداد فلات قاره فلوریدای غربی برای زمستان ۱۹۷۸ در دوره غالب ۶ روزه تحت اثر استرس باد و فشار جوئی مطالعه نمود و مشخص کرد که انتشار نوسان سطح دریا بر روی فلات قاره با هماهنگی حرکت جبهه سرد، واکنشی با تأخیر ۹ تا ۱۸ ساعت نسبت به استرس باد دامنه نوسانی حداکثر ۶۰ سانتی‌متر در پهنایی به عرض ۲۰۰ کیلومتر ایجاد می‌کند. تولمن (۱۹۹۰) اثر جزر و مد نجومی و مدهای توفانی را بر روی امواج ناشی از باد در دریای شمال با استفاده از بازسازی گذشته، در سه حالت توفانی شدن در دریای شمال مورد بررسی قرار داد. نتایج کار او نشان می‌دهد که امواج ناشی از بادهای در شرایط شدید، متوسط و ضعیف با جزر و مد اندرکنش متفاوتی در فلات قاره این دریا ایجاد می‌کنند بطوری که در شرایط باد شدید اندرکنش موج با جزر و مد به حالت انتشار صورت می‌گیرد درحالی که در شرایط متوسط و ضعیف موج بتدریج به جریان تبدیل می‌شود. رویی پونت (۱۹۹۴) به منظور درک رابطه بین فشار هوا و باد با تغییرپذیری سطح دریا در ساحل آتلانتیک شمالی ثابت کرد که سطح دریا در مقابل فشار هوای پایدار یا ثابت در دوره‌های زمانی طولانی‌تر چند روزه واکنش نشان می‌دهد درحالی که دوره‌های زمانی اثرگذاری باد بر سطح دریا نسبتاً کوتاه‌تر است. بل و همکارانش (۲۰۰۰) تغییرات سطح دریا و مدهای توفانی را در ارتباط با تغییرات اقلیمی در سواحل زلاندنو مورد مطالعه قرار دادند. نتایج کار آنها نشان می‌دهد که به همراه بالآمدگی سطح دریا، بر میزان و شدت مدهای توفانی در سواحل این جزیره بطور چشمگیری افزوده می‌شود. همچنین دانیل کوکس و همکارانش (۲۰۰۲) مشاهدات تراز آب را با پیش‌بینی‌های

دریا (MSL) و نیروهای ناشی از فشار هوا، دمای هوا و باد محلی را در امتداد ساحل شمالی خلیج فارس مطالعه نموده، نتایج کار وی نشان داده است که تأثیر هواشناسی محلی در تغییرپذیری سطح دریا در ایستگاه تایدگیج بندرعباس ۷۱/۵ درصد و در ایستگاه تایدگیج بوشهر ۷۱/۲ درصد بوده است. بیشترین سهم اثرگذاری در ایستگاه بندرعباس مربوط به فشار هوا بوده در حالی که در ایستگاه بوشهر مربوط به دمای هوا می‌باشد. اوزیاواس و همکارانش (۲۰۱۰) امکان ارتباط نوسانات سطح آب دریای خزر با مؤلفه‌های هواشناسی و لرزه‌شناسی را مطالعه نمودند و نتایج کار آنها نشان داد که بین باقیمانده بیلان آب خزر با تغییرات تراز آب قوی‌ترین رابطه دیده می‌شود و از طرف دیگرگپ بزرگی بین باقیمانده بیلان آب با ارتفاع تراز دریای خزر در طول دوره ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ دیده می‌شود. این ممکن است که بخشی از اثر لرزه‌ای بر روی افت و خیزهای تراز دریای خزر به عنوان نتیجه‌ای از زلزله بزرگ در ۲۵ نوامبر ۲۰۰۰ باشد. علاوه بر این مطالعاتی نیز در دریای خزر انجام شده است. از جمله عزیزپور مهمان‌داری و همکارانش (۱۳۸۷) سری زمانی تراز آب دریای خزر را با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای ارتفاع سنجی مطالعه نمودند و نتایج کار آنها نشان می‌دهد که داده‌های ارتفاع‌سنجی با داده‌های اندازه‌گیری شده برای بندر انزلی در خزر جنوبی، ایستگاه اوایل استوکس در خزر میانی و میانگین ۳ ایستگاه کراسنوداسک، ماخاچ قلعه و فورت شفچنکو در خزر شمالی نشان‌دهنده همبستگی بالای این داده‌ها بود. خوشحال و قانقرمه (۱۳۸۸) بر روی ترازهای توفانی بالاتر از ۰/۵ متر در سواحل جنوبی کار کردند و نتایج آن نشان می‌دهد که نقش دریا به عنوان عامل تقویت‌کننده سامانه‌های مؤثر عبوری بوده و طول مسیر عبور این سامانه‌ها از روی دریا با بلندی ارتفاع ترازهای توفانی در ارتباط می‌باشد. قانقرمه (۱۳۹۱) فراوانی حداکثر رخداد‌های تراز توفانی سواحل جنوبی دریای خزر را نیز مطالعه نمود، نتایج این مطالعه نشان داد که ترازهای بیش از ۴۰ سانتیمتر در دوره سرد سال اتفاق می‌افتد در حالی که کمتر از این

کوتاه مدت در مدخل ورودی خلیج گالوستون در تکزاس آمریکا مورد مقایسه قرار دادند و نتایج کار آنها نشان داد که برآورد همزمان تراز آب با استفاده از نیروهای هواشناسی با تراز آب مشاهده شده هماهنگی مناسبی ندارد. بنابراین با استفاده از شبکه عصبی در یک مدل ساده خطی زمان تأخیر نه ساعته را برای تراز آب برآورد شده، پیدا نمودند. داده‌های اولیه شامل باد در جهات غربی شرقی و شمالی جنوبی و فشار بارومتریک بود که عامل اصلی آن نیروی باد تشخیص داده‌شد. تروکلو و همکارانش (۲۰۰۲) نوسانات سطح دریا در سواحل شمال ایالات سانت کاترینا در جنوب برزیل را در ارتباط با باد و فشار هوا برای یک دوره ۵ ماهه با مشاهدات ساعتی مورد مطالعه قرار دادند. آنها با تحلیل تأخیر زمانی بین نیروهای جوئی با سطح دریا، حداکثر واکنش از جهت ۱۲ درجه شمالی در خط طولی ساحل با تأخیر زمانی ۱۰ ساعته را بر استرس باد مشخص نمودند. سوندار و همکارانش (۲۰۰۴) دوره‌های توفانی سواحل شرقی هندوستان را با استفاده از داده‌های تایدگیج و تحلیل میدان باد در روی اقیانوس هند مورد تحلیل قرار دادند. آنها معتقدند که با حذف ترازهای ناشی از جزر و مد نجومی و با تحلیل میدان باد امکان پیش‌بینی مدهای توفان در این نواحی فراهم می‌گردد. پیرازولی (۲۰۰۴) تغییرات توفانی شدن و مدهای ناشی از آن را در فرانسه غربی برای قرن گذشته در ارتباط با مؤلفه هواشناسی شامل سرعت و جهت باد مورد مطالعه قرار داد. نتایج کار وی نشان می‌دهد جهت و سرعت باد از ابتدای قرن گذشته و همچنین در دهه‌های قبل در شمال غربی فرانسه تغییر نموده است و این مسئله ناشی از تغییرپذیری الگوهای گردش جوئی می‌باشد که سبب دگرگونی رژیم امواج و تغییر در جهت و سرعت باد می‌شود و اثر آن بر روی مورفولوژی ساحلی بیشتر آشکار می‌شود. وی علاوه بر تغییرات مدهای توفانی، فشار جوئی، باد و احتمال آبگرفتگی را برای سواحل اقیانوس اطلس نیز در دوره ۵۰ ساله مورد تحلیل قرار داد. حسن زاده و همکارانش (۲۰۰۶) نیز همبستگی بین میانگین سطح

$$MA = \frac{X + X_{-1} + X_{-2} + \dots + X_{-59}}{60}$$

$$\Delta level = X - MA$$

معادله ۱

معادله ۲

که در آنها MA همان میانگین متحرک، X تراز آب اندازه‌گیری شده در محل ایستگاه تراز سنجی،  $\Delta level$  نیز همان تراز آب ناشی از مؤلفه‌های جوئی می‌باشد.

در مرحله بعد نیز داده‌های میدانی باد شامل مؤلفه مداری و نصف النهاری و همچنین فشار هوا برای هر گره ۰/۲۵ درجه بر روی بدنه آبی خزر مشخص گردیدند. به این ترتیب که برای هر گره یک دوره زمانی چهار ساله با قدرت تفکیک زمانی ۶ ساعته باد مداری، باد نصف النهاری و فشار هوا آماده گردید.

یکی از مهمترین موارد مطالعات آب و هواشناسی، شناخت روابط موجود بین متغیرهای مورد مطالعه است. تبیین روابطی که بین این نوع متغیرها وجود دارد باعث خواهد شد که امکان پیش‌بینی تغییرات فراهم شود. در این تحقیق به منظور تشخیص و تعیین اثرگذاری باد و فشار هوا از مدل رگرسیون چند متغیره خطی (Multiple Linear Regression) استفاده گردید، این روش آماری یکی از مهمترین روش‌های مورد استفاده در مطالعه پدیده‌های آب و هوایی است که در آن قابلیت پیشگویی پدیده مورد نظر امکان‌پذیر می‌شود. محاسبات در این تحقیق به صورت جداگانه برای هر ماه صورت گرفت، از جمله دلایل تفکیک ماهانه این است که فراوانی سامانه‌های جوئی در دوره‌های گرم و سرد با هم متفاوت هستند. در مرحله بعد به منظور تعیین منطقه اثرگذار میدان عوامل جوئی بر روی تراز آب از موقعیت هر ایستگاه شبکه‌های ۵۰×۵۰، ۱۰۰×۱۰۰، ۱۵۰×۱۵۰، ۲۰۰×۲۰۰ و ۲۵۰×۲۵۰ کیلومتر مربع به طرف بدنه اصلی دریای خزر توسعه داده شد (نگاره شماره ۱) به عبارت دیگر برای تشخیص و تعیین میدان اثرگذاری، در ابتدا بین تراز آب با عوامل جوی در میدان ۵۰×۵۰ کیلومتر مربعی یعنی در ۹ گره و هر گره دارای سه مؤلفه باد مداری، باد نصف النهاری و فشار هوا که در مجموع ۲۷ ستون ایجاد می‌کند، عمل

مقدار در تمامی ماه‌ها نیز مشاهده شده و علاوه بر این، تداوم زمانی تراز توفانی ایستگاه بندرانزلی بیش از آشوراده است. از جمله دلایل این تفاوت در سرعت گذر توفان و شرایط ایجاد جبهه ساحلی در این دو منطقه می‌باشد در حالی که شدت ترازهای توفانی علاوه بر این مورد، به پیکره و شیب هیدروگرافی ساحل نیز بستگی دارند.

## ۲- مواد و روش تحقیق

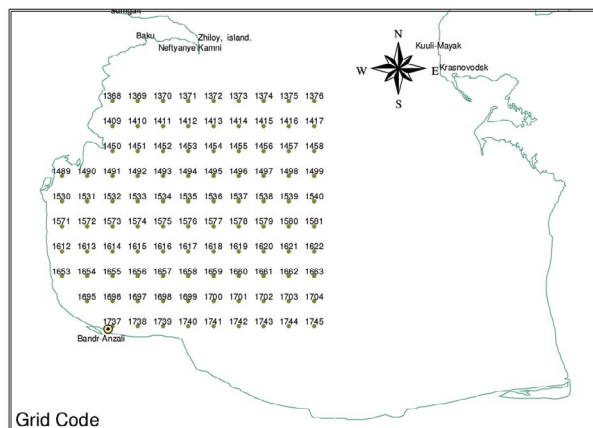
داده‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل سه مؤلفه تراز آب در موقعیت ایستگاه‌های ترازسنجی بندرانزلی، بندرنوشهر، بندرصدرا (نکا) و آشوراده و همچنین مؤلفه باد (باد مداری و نصف النهاری) و فشار هوا می‌باشد. داده‌های تراز آب از بانک اطلاعات آب و هواشناسی مرکز ملی دریای خزر دریافت شدند، در حالی که برای میدان باد و فشار هوا از داده‌های مرکز علوم جوئی و اقیانوسی امریکا (NOAA) استفاده گردید. قدرت تفکیک زمانی و مکانی این داده‌ها به صورت ۶ ساعته و ۰/۲۵ درجه در موقعیت مکانی بر روی بدنه آبی خزر جنوبی برای دوره زمانی چهار ساله بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۳ میلادی می‌باشد. در مرحله بعد به منظور آماده سازی داده‌ها برای تجزیه و تحلیل ابتدا داده‌های قرائت شده تراز آب در موقعیت ایستگاه‌ها مورد تجزیه قرار گرفت. به این ترتیب که ابتدا میانگین متحرک ۱۵ روزه یا ۳۶۰ ساعته آمار هر ایستگاه محاسبه شدند. از جمله دلیل انتخاب میانگین‌های ۱۵ روزه این می‌باشد که معمولاً عمر سیستم‌های آب و هوایی فعال در مناطق بین ۵ تا ۱۲ روز می‌باشد و معمولاً اقلیم شناسان برای مطالعه وضعیت اثرگذاری سیستم‌های آب و هوایی از میانگین متحرک سیزده روزه استفاده می‌کنند (علیچانی، ۱۳۸۱: ۱۲)، به همین دلیل برای اطمینان بیشتر دوره ۱۵ روز را انتخاب نمودیم. نحوه تعیین تراز آب ناشی از مؤلفه‌های جوئی مطابق معادلات زیر می‌باشد و انتخاب ۶۰ رکورد برای هر میانگین به این دلیل است که برای ۱۵ روزه با مقیاس زمانی ۶ ساعته دارای ۶۰ رکورد می‌باشد.

## فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (ص ۳۵) تأثیر میدان‌های باد و فشار هوا بر تراز آب ایستگاه‌های ... / ۳۵

ماه‌ها معنی دار دیده می‌شود. همچنین آزمون استقلال خطاها با استفاده از آزمون دوربین-واتسون نشان می‌دهد که این آماره در تمامی ماه‌ها از یک کمتر است در نتیجه استقلال داده‌ها مشکوک بنظر می‌رسد. در میدان  $100 \times 100$  کیلومتر نیز بالاترین همبستگی بین تراز آب با عوامل جوی در ماه نوامبر ( $0/712$ ) و کمترین آن در ماه فوریه ( $0/422$ ) مشخص می‌گردد. بطورکلی در تمامی میدان‌های مورد نظر یعنی تا  $250 \times 250$  کیلومتری بالاترین همبستگی‌ها در ماه نوامبر و پایین‌ترین آن در درجه اول فوریه و سپس آوریل دیده می‌شود و همچنین آزمون فیشر در تمامی ماه‌ها برای تمامی میدان‌ها واریانس را معنی دار نشان می‌دهد اما آزمون استقلال خطا حاکی از آن است که آماره دوربین-واتسون از میدان  $200 \times 200$  کیلومتری از میزان یک فراتر رفته و بطوریکه در میدان  $250 \times 250$  کیلومتری بالاترین میزان آن مربوط به ماه ژوئیه با  $1/498$  و پایین‌ترین آن نیز در ماه ژوئن  $1/074$  دیده می‌شود. همچنین باقیمانده حاصل از تفاضل مشاهدات با مدل، با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نشان می‌دهد که از توزیع نرمال پیروی می‌کند و این نتیجه حاکی از آن است که روابط معنی داری بین تراز آب در محل ایستگاه ترازسنجی با مؤلفه‌های جوی وجود دارد.

در نگاره شماره (۲) نمونه‌ای از ترازهای برآورد شده در محدوده‌های  $50 \times 50$  تا  $250 \times 250$  کیلومتر با تراز آب مشاهده شده در ساعت ۱۸ روزهای ۲۴ سپتامبر تا ۱۹ اکتبر سال ۲۰۰۱ ایستگاه انزلی مورد مقایسه قرار گرفته است. همانطور که ملاحظه می‌شود در روزهای آرام از تاریخ ۹ لغایت ۱۹ اکتبر تقریباً همه محدوده‌ها همخوانی خوبی با تراز مشاهده شده دارند اما در روزهای طوفانی و ناآرام از تاریخ ۲۴ سپتامبر لغایت ۸ اکتبر محدوده‌های وسیع‌تر بهتر توانسته‌اند تراز مشاهداتی را مدل نمایند. نمودارهای نمایش داده شده در نگاره‌های شماره ۳، ۵ و ۷ همین نتایج را بصورت جداگانه در محدوده‌های مختلف نمایش می‌دهد. در این نمودارها محور افقی نمایشگر زمان (۶ ساعته) و محور عمودی تراز آب (سانتیمتر) را نشان می‌دهد.

شد. البته لازم به ذکر است گره‌هایی که در روی خشکی قرار داشتند حذف شدند (به عنوان نمونه برای ایستگاه انزلی ۸ گره تعیین شد). به این ترتیب برای  $250 \times 250$  کیلومتری، ماتریسی معادل  $363$  ستون ایجاد خواهد شد که با حذف گره‌های خشکی کمتر می‌شود (به عنوان نمونه برای ایستگاه انزلی  $336$  ستون می‌شود). در نهایت به منظور ارزیابی کارایی مدل رگرسیون خطای استاندارد، آزمون فیشر (F)، آزمون دوربین-واتسون (Durbin-Watson) و آماره کولموگروف-اسمیرنوف (K-S) را محاسبه نمودیم. پس از تحلیل آماری در هر ایستگاه و برای هر ماه با محسوب نمودن تأثیر عوامل جوی در محدوده‌های  $50 \times 50$  تا  $250 \times 250$  کیلومتر، ضرایب اثرگذاری عوامل جوی در هر محدوده مشخص گردید.



نگاره ۱ - محدوده شبکه  $250 \times 250$  کیلومتری برای ایستگاه

### تراز سنجی بندرانزلی

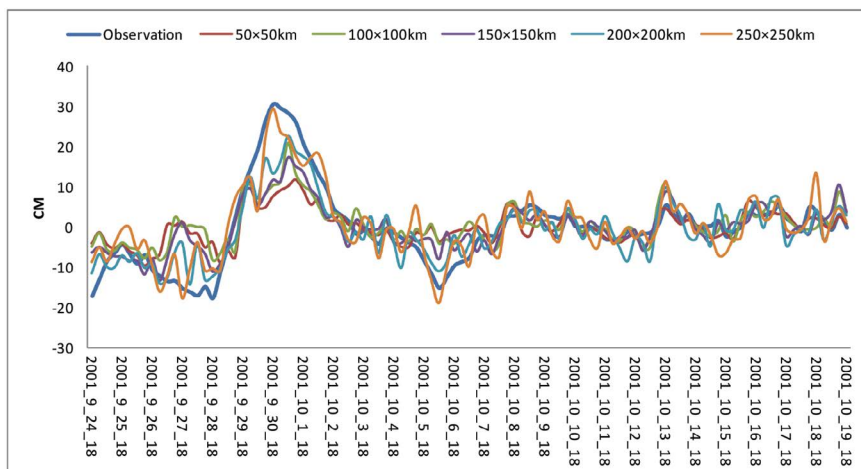
(اعداد مندرج بر روی گره‌ها مربوط به کد آنها می‌باشند)

### ۳- یافته‌ها

بررسی رابطه نوسانات تراز آب با عوامل جوی در ایستگاه ترازسنجی بندرانزلی مطابق با جدول شماره (۱) نشان می‌دهد، که در میدان  $50 \times 50$  کیلومتری بالاترین همبستگی مربوط به ماه نوامبر با ضریب  $0/609$  و پایین‌ترین نیز به ماه‌های فوریه و آوریل با ضریب  $0/353$  تعلق دارد. ارزیابی واریانس با استفاده از آزمون فیشر برای تمامی

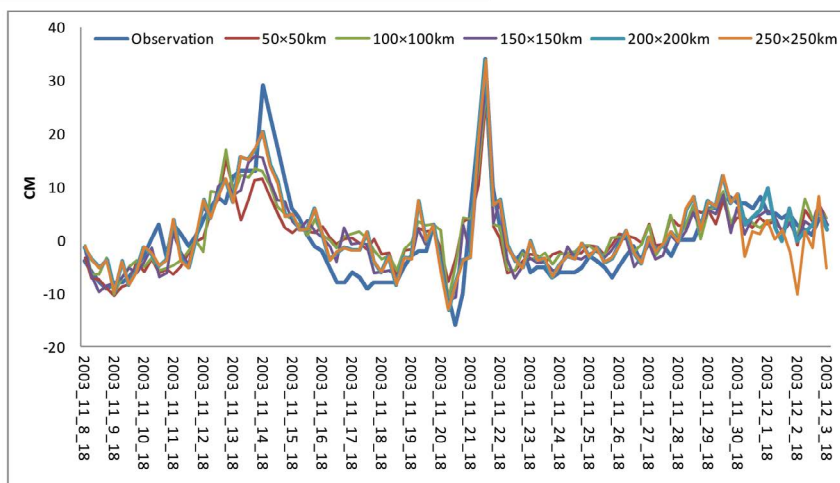
جدول ۱- ضریب همبستگی تراز آب مشاهده شده با عوامل جوی (ایستگاه ترازسنجی انزلی) و آزمون رگرسیون با استفاده از استاندارد خطا، آزمون فیشر (Sig. F) آماره دورین-واتسون (Durbin-Watson) و آماره کولموگروف-اسمیرنوف (K-S)

Field (km)	Model	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	
50×50	R	0.462	0.353	0.476	0.353	0.408	0.416	0.462	0.559	0.587	0.534	0.609	0.550	
50×50	R Square	0.214	0.125	0.226	0.125	0.167	0.173	0.214	0.313	0.345	0.286	0.370	0.303	
50×50	Std. Error of the Estimate	7.700	6.000	5.500	5.400	3.900	6.800	3.700	4.100	5.800	5.700	5.300	7.900	
50×50	Sig. F	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
50×50	Durbin-Watson	0.295	0.441	0.412	0.369	0.566	0.308	0.520	0.496	0.461	0.462	0.448	0.306	
50×50	K-S	Z	1.402	1.178	0.635	1.753	0.773	0.965	1.586	1.096	0.957	1.356	1.142	1.160
50×50		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.039	0.125	0.816	0.004	0.589	0.309	0.013	0.181	0.319	0.051	0.147	0.135
100×100	R	0.571	0.422	0.547	0.483	0.552	0.547	0.536	0.615	0.632	0.641	0.712	0.616	
100×100	R Square	0.326	0.178	0.299	0.233	0.305	0.299	0.288	0.379	0.399	0.411	0.507	0.380	
100×100	Std. Error of the Estimate	7.400	6.000	5.400	5.200	3.700	6.500	3.600	4.000	5.800	5.400	4.900	7.700	
100×100	Sig. F Change	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
100×100	Durbin-Watson	0.468	0.510	0.509	0.521	0.694	0.408	0.627	0.684	0.531	0.618	0.576	0.471	
100×100	K-S	Z	1.097	0.995	0.930	1.582	0.845	1.083	1.365	0.962	0.977	1.241	1.413	1.676
100×100		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.180	0.275	0.352	0.013	0.473	0.192	0.048	0.313	0.296	0.092	0.037	0.007
150×150	R	0.678	0.576	0.627	0.562	0.640	0.636	0.655	0.697	0.701	0.688	0.759	0.680	
150×150	R Square	0.460	0.332	0.394	0.315	0.409	0.405	0.430	0.486	0.491	0.473	0.577	0.463	
150×150	Std. Error of the Estimate	7.026	5.819	5.324	5.253	3.594	6.385	3.453	3.885	5.625	5.368	4.824	7.594	
150×150	Sig. F Change	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
150×150	Durbin-Watson	0.744	0.780	0.702	0.656	0.873	0.644	0.928	0.863	0.724	0.776	0.645	0.668	
150×150	K-S	Z	1.156	1.122	0.728	1.306	0.492	1.410	0.843	0.943	0.814	0.998	1.056	1.633
150×150		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.138	0.161	0.664	0.066	0.969	0.037	0.476	0.337	0.521	0.272	0.215	0.010
200×200	R	0.783	0.710	0.732	0.683	0.734	0.694	0.744	0.789	0.769	0.776	0.813	0.764	
200×200	R Square	0.612	0.504	0.535	0.466	0.539	0.482	0.553	0.622	0.592	0.602	0.661	0.584	
200×200	Std. Error of the Estimate	6.571	5.560	5.103	5.101	3.469	6.546	3.347	3.646	5.541	5.107	4.749	7.314	
200×200	Sig. F Change	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
200×200	Durbin-Watson	1.062	1.024	1.023	0.949	1.133	0.783	1.175	1.072	1.036	1.088	0.935	0.997	
200×200	K-S	Z	0.660	1.159	0.558	0.697	0.772	1.150	0.729	1.520	0.766	1.378	0.935	1.185
200×200		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.776	0.136	0.914	0.716	0.590	0.142	0.662	0.020	0.600	0.045	0.346	0.121
250×250	R	0.836	0.794	0.797	0.781	0.829	0.808	0.829	0.845	0.844	0.843	0.864	0.832	
250×250	R Square	0.699	0.630	0.635	0.610	0.687	0.653	0.687	0.714	0.713	0.711	0.747	0.692	
250×250	Std. Error of the Estimate	6.659	5.589	5.141	5.018	3.268	6.148	3.195	3.624	5.314	4.960	4.703	7.127	
250×250	Sig. F Change	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
250×250	Durbin-Watson	1.252	1.165	1.271	1.226	1.345	1.074	1.498	1.269	1.338	1.281	1.220	1.261	
250×250	K-S	Z	1.059	1.336	1.197	0.995	0.829	1.270	0.755	1.330	0.752	0.696	0.789	1.113
250×250		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.212	0.056	0.114	0.276	0.497	0.079	0.618	0.058	0.623	0.718	0.562	0.168



نگاره ۲ - مقایسه تراز آب مشاهده شده با ترازهای برآورد شده در ایستگاه انزلی

نگاره ۳ - مقایسه تراز آب مشاهده شده با ترازهای برآورد شده در ایستگاه نوشهر



در میدان‌های  $50 \times 50$  و  $200 \times 200$  کیلومتری در ماه ژانویه از عدم معنی داری برخوردار است. نگاره شماره ۳ مقایسه تراز آب مشاهده شده با ترازهای برآورد شده در محل ایستگاه ترازسنجی نوشهر را نشان می‌دهد. بطوریکه مشاهده می‌گردد هرچه میدان اثرگذار عوامل جوی افزایش می‌یابد انطباق داده‌های مشاهداتی با داده‌های برآورد شده بیشتر می‌گردد. ایستگاه ترازسنجی بندرصدرا در شرق نیروگاه نکا و در محدوده سیاسی استان مازندران قرار دارد. نتایج حاصل از ارزیابی رابطه بین عوامل جوی و تراز آب در موقعیت ایستگاه ترازسنجی مطابق جدول شماره ۳ نشان می‌دهد که برخلاف ایستگاه‌های نوشهر و انزلی، بالاترین همبستگی در ماه مارس در تمامی میدان‌ها دیده می‌شود بطوریکه میزان آن از میدان  $50 \times 50$  تا  $250 \times 250$  کیلومتری به ترتیب معادل  $0/542$ ،  $0/699$ ،  $0/791$ ،  $0/852$  و  $0/893$  می‌باشد.

بررسی میدان اثرگذار عوامل جوی در محل ایستگاه ترازسنجی بندرنوشهر نیز نشان می‌دهد که بالاترین همبستگی در ماه نوامبر در تمامی میدان‌ها دیده می‌شود. اما کمترین آن در میدان‌های مختلف متفاوت است بطوریکه در میدان  $50 \times 50$  کیلومتری در ماه ژانویه ( $0/237$ )، در میدان  $100 \times 100$  در ماه آوریل ( $0/548$ )، در میدان  $150 \times 150$  در ماه ژانویه ( $0/636$ )، در میدان  $200 \times 200$  در ماه ژوئیه و در نهایت در میدان  $250 \times 250$  در ماه‌های ژوئن و ژوئیه ( $0/809$ ) می‌باشد. مقایسه استاندارد خطاها در میدان‌های مختلف تغییرات ناچیزی را نشان می‌دهد بطوریکه متوسط آن در میدان‌های  $50 \times 50$  تا  $250 \times 250$  به ترتیب معادل  $4/95$ ،  $4/64$ ،  $4/58$ ،  $4/26$  و  $4/33$  می‌باشد. علاوه بر این باقیمانده‌ها با توجه به آزمون کولموگروف-اسمیرنوف از توزیع نرمال برخوردار است، البته لازم به توضیح است که

جدول ۲ - ضریب همبستگی تراز آب مشاهده شده با عوامل جوی ( ایستگاه ترازسنجی نوشهر) و آزمون رگرسیون با استفاده از استاندارد خطا، آزمون فیشر، (Sig. F) آماره دوربین-واتسون (Durbin-Watson) و آماره کولموگروف-اسمیرنوف (K-S)

Field (km)	Model	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	
50×50	R	0.237	0.445	0.455	0.414	0.483	0.482	0.465	0.557	0.580	0.541	0.660	0.559	
50×50	R Square	0.056	0.198	0.207	0.171	0.233	0.232	0.217	0.310	0.336	0.292	0.435	0.312	
50×50	Std. Error of the Estimate	5.664	5.250	5.134	4.733	3.877	6.225	3.567	3.882	4.571	5.801	5.076	5.681	
50×50	Sig. F Change	0.194	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
50×50	Durbin-Watson	1.015	0.823	0.568	0.661	0.627	0.656	0.744	0.706	0.645	0.525	0.607	0.701	
50×50	K-S	Z	2.623	1.454	0.983	1.508	1.225	1.445	1.175	1.180	1.073	1.095	1.091	0.981
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.000	0.029	0.289	0.021	0.099	0.031	0.126	0.123	0.200	0.181	0.185	0.291
100×100	R	0.601	0.598	0.629	0.548	0.586	0.556	0.596	0.644	0.650	0.675	0.745	0.628	
100×100	R Square	0.362	0.357	0.395	0.300	0.343	0.309	0.355	0.415	0.423	0.455	0.555	0.394	
100×100	Std. Error of the Estimate	4.584	5.148	4.648	4.515	3.724	6.130	3.359	3.706	4.425	5.283	4.678	5.528	
100×100	Sig. F Change	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
100×100	Durbin-Watson	0.647	0.701	0.839	0.889	0.773	0.733	0.916	0.782	0.754	0.772	0.835	0.801	
100×100	K-S	Z	2.531	1.657	0.694	1.221	1.149	1.415	0.781	0.758	0.988	1.124	1.140	0.773
100×100		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.000	0.008	0.721	0.102	0.143	0.036	0.575	0.614	0.284	0.160	0.148	0.589
150×150	R	0.636	0.680	0.736	0.647	0.667	0.669	0.645	0.732	0.724	0.733	0.806	0.706	
150×150	R Square	0.404	0.462	0.541	0.418	0.445	0.447	0.417	0.536	0.524	0.537	0.649	0.498	
150×150	Std. Error of the Estimate	5.705	5.141	4.289	4.371	3.618	5.822	3.381	3.492	4.263	5.147	4.401	5.321	
150×150	Sig. F Change	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
150×150	Durbin-Watson	0.819	0.827	0.939	1.060	0.878	0.822	0.965	1.005	0.983	0.938	0.903	1.024	
150×150	K-S	Z	1.772	1.145	0.744	1.284	1.061	0.992	0.831	0.862	0.704	0.886	1.077	0.599
150×150		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.004	0.145	0.637	0.074	0.210	0.278	0.495	0.447	0.705	0.412	0.197	0.865
200×200	R	0.829	0.841	0.780	0.742	0.726	0.737	0.740	0.801	0.791	0.808	0.858	0.783	
200×200	R Square	0.688	0.707	0.609	0.551	0.528	0.544	0.547	0.641	0.625	0.654	0.736	0.613	
200×200	Std. Error of the Estimate	4.054	4.294	4.314	4.203	3.642	5.787	3.246	3.349	4.143	4.858	4.182	5.094	
200×200	Sig. F Change	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
200×200	Durbin-Watson	1.266	1.183	1.080	1.293	0.969	1.040	1.283	1.140	1.198	1.101	1.183	1.261	
200×200	K-S	Z	1.613	1.074	0.966	1.002	0.934	0.893	0.600	0.851	0.722	1.061	0.686	1.013
200×200		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.011	0.199	0.308	0.268	0.347	0.403	0.865	0.464	0.675	0.210	0.734	0.257
250×250	R	0.834	0.877	0.851	0.822	0.819	0.809	0.809	0.847	0.850	0.867	0.909	0.842	
250×250	R Square	0.696	0.769	0.724	0.676	0.671	0.654	0.655	0.718	0.722	0.752	0.826	0.709	
250×250	Std. Error of the Estimate	5.656	4.604	4.112	4.097	3.463	5.771	3.227	3.384	4.085	4.686	3.903	5.002	
250×250	Sig. F Change	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
250×250	Durbin-Watson	1.314	1.440	1.163	1.473	1.298	1.264	1.434	1.298	1.418	1.338	1.393	1.469	
250×250	K-S	Z	1.080	0.773	0.818	0.845	0.916	1.039	0.602	0.598	0.714	0.971	0.583	0.638
250×250		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.194	0.588	0.515	0.473	0.371	0.230	0.861	0.867	0.688	0.303	0.886	0.811

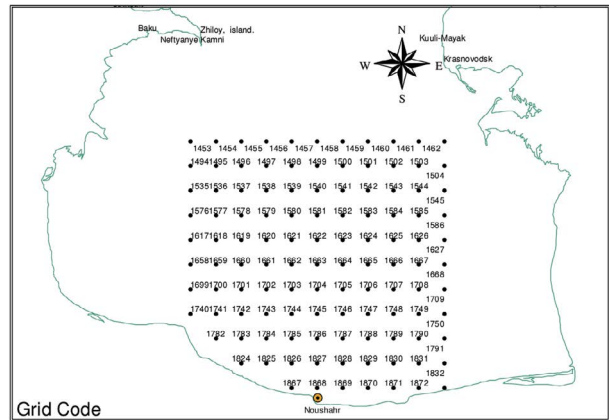


فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)  
تأثیر میدان‌های باد و فشار هوا بر تراز آب ایستگاه‌های ... / ۳۹

جدول ۳ - ضریب همبستگی تراز آب مشاهده شده با عوامل جوی (ایستگاه ترازسنجی صدرا) و آزمون رگرسیون با استفاده از استاندارد خطا، آزمون فیشر (Sig. F) آماره دوربین-واتسون (Durbin-Watson) و آماره کولموگروف-اسمیرنوف (K-S)

Field (km)	Model	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	
50×50	R	0.499	0.401	0.542	0.463	0.361	0.436	0.358	0.424	0.355	0.382	0.410	0.485	
50×50	R Square	0.249	0.161	0.294	0.214	0.130	0.190	0.128	0.180	0.126	0.146	0.168	0.235	
50×50	Std. Error of the Estimate	5.318	5.858	5.646	4.637	4.243	5.202	3.009	3.682	4.847	6.288	6.808	6.827	
50×50	Sig. F Change	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
50×50	Durbin-Watson	0.823	0.668	0.845	0.730	0.828	0.598	0.808	0.790	0.624	0.753	0.440	0.558	
50×50	K-S	Z	0.829	0.783	1.271	0.822	0.943	0.614	1.212	0.770	1.117	1.126	0.895	0.597
50×50		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.498	0.572	0.079	0.509	0.336	0.846	0.106	0.594	0.165	0.158	0.400	0.868
100×100	R	0.642	0.546	0.699	0.586	0.560	0.614	0.544	0.576	0.527	0.532	0.548	0.579	
100×100	R Square	0.413	0.298	0.489	0.344	0.314	0.377	0.296	0.331	0.278	0.283	0.300	0.335	
100×100	Std. Error of the Estimate	4.891	5.574	4.981	4.402	3.911	4.738	2.804	3.450	4.571	5.972	6.481	6.598	
100×100	Sig. F Change	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
100×100	Durbin-Watson	0.990	0.837	1.144	0.849	1.044	0.779	0.970	0.862	0.753	0.835	0.601	0.678	
100×100	K-S	Z	0.583	0.853	0.928	1.071	1.229	0.598	0.820	0.610	1.195	1.015	0.500	0.645
100×100		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.886	0.461	0.356	0.202	0.098	0.867	0.512	0.850	0.115	0.254	0.964	0.800
150×150	R	0.736	0.652	0.791	0.698	0.694	0.732	0.654	0.723	0.650	0.631	0.656	0.659	
150×150	R Square	0.542	0.426	0.626	0.487	0.482	0.536	0.427	0.522	0.423	0.398	0.430	0.434	
150×150	Std. Error of the Estimate	4.598	5.389	4.525	4.137	3.603	4.345	2.682	3.094	4.349	5.809	6.222	6.461	
150×150	Sig. F Change	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
150×150	Durbin-Watson	1.119	0.924	1.204	1.075	1.242	1.020	1.170	1.149	0.860	1.004	0.774	0.845	
150×150	K-S	Z	0.950	0.819	0.579	0.729	0.782	0.463	0.569	0.827	1.246	0.613	0.515	0.609
150×150		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.328	0.513	0.891	0.662	0.573	0.983	0.903	0.501	0.090	0.846	0.953	0.853
200×200	R	0.817	0.761	0.852	0.784	0.771	0.790	0.741	0.779	0.735	0.737	0.758	0.756	
200×200	R Square	0.668	0.578	0.726	0.614	0.594	0.625	0.549	0.607	0.540	0.543	0.575	0.572	
200×200	Std. Error of the Estimate	4.320	5.105	4.240	3.940	3.483	4.287	2.604	3.074	4.264	5.537	5.902	6.150	
200×200	Sig. F Change	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
200×200	Durbin-Watson	1.276	1.173	1.427	1.360	1.335	1.222	1.378	1.348	1.146	1.182	0.940	1.135	
200×200	K-S	Z	0.605	0.947	0.665	0.502	0.827	0.594	0.515	0.598	1.173	0.594	0.858	0.800
200×200		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.857	0.331	0.769	0.962	0.501	0.872	0.953	0.867	0.127	0.872	0.454	0.544
250×250	R	0.888	0.837	0.893	0.857	0.845	0.877	0.801	0.843	0.828	0.802	0.837	0.827	
250×250	R Square	0.788	0.701	0.797	0.735	0.714	0.769	0.641	0.710	0.686	0.643	0.700	0.684	
250×250	Std. Error of the Estimate	4.017	5.065	4.185	3.790	3.362	3.896	2.673	3.038	4.083	5.622	5.745	6.008	
250×250	Sig. F Change	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
250×250	Durbin-Watson	1.601	1.425	1.622	1.578	1.480	1.516	1.524	1.622	1.322	1.351	1.296	1.308	
250×250	K-S	Z	0.777	1.227	0.792	1.089	1.151	0.694	0.552	0.538	1.041	0.427	0.684	0.921
250×250		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.581	0.099	0.557	0.186	0.142	0.721	0.920	0.934	0.228	0.993	0.737	0.364

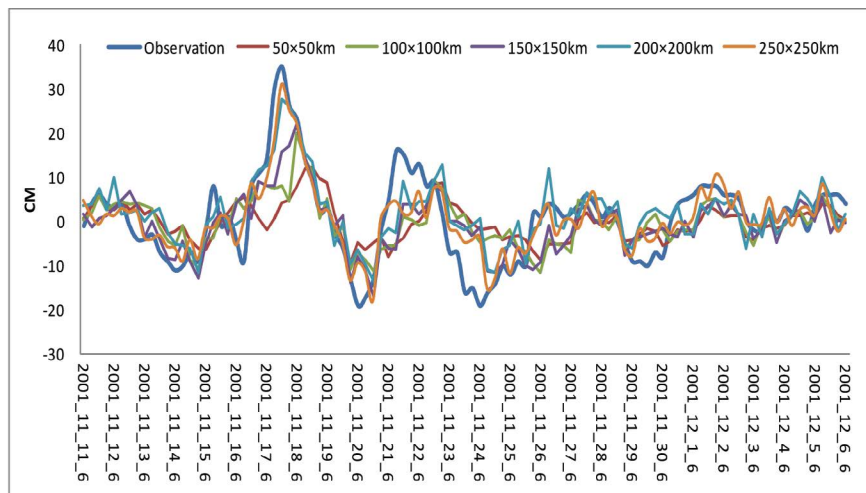
بطوریکه دیده می‌شود هرچه محدوده مورد مطالعه بزرگ تر می‌شود انطباق تراز مشاهداتی با برآورد شده بیشتر می‌گردد. ایستگاه ترازسنجی آشوراده در سواحل جنوب شرق دریای خزر در موقعیت کاملاً متفاوت از نظر شرایط جغرافیایی با سایر ایستگاه‌ها قرار گرفته است (نگاره ۸). بررسی رابطه بین مؤلفه‌های اثر گذار جوئی بر تراز آب نشان می‌دهد که بالاترین رابطه در این ایستگاه از نظر زمانی و مکانی متفاوت از سه ایستگاه دیگر می‌باشد بطوریکه در یک نگاه کلی در دو دوره زمانی بالاترین روابط دیده می‌شود. این ماه‌ها معمولاً مارس و آوریل و همچنین نوامبر می‌باشند. ارزیابی سهم اثرگذاری مؤلفه‌های جوئی بر تراز آب دریا نشان می‌دهد که از میدان  $50 \times 50$  تا  $250 \times 250$  کیلومتری این اثر بطور متوسط چهار و نیم برابر شده است. در ماه آوریل به ترتیب  $1/8$ ،  $3/2$ ،  $5/7$  و  $7/2$  درصد رسیده است. همچنین ارزیابی استقلال خطا در میدان  $250 \times 250$  کیلومتر به ترتیب در ماه آوریل  $1/488$  و نوامبر  $1/441$  با بالاترین و دسامبر با  $1/059$  با کمترین میزان مشخص می‌گردد. بررسی مستقل بودن باقیمانده نشان می‌دهد که در این ایستگاه نسبت به سایر ایستگاه‌های دیگر ضعیف می‌باشد اما با این وجود بالاترین سطح استقلال در میدان  $250 \times 250$  کیلومتری به استثنای ماه ژانویه دیده می‌شود (جدول ۴).



نگاره ۴ - محدوده شبکه  $250 \times 250$  کیلومتری برای ایستگاه ترازسنجی بندر نوشهر

ارزیابی درصد اثرگذاری مؤلفه‌های جوئی بر تراز آب مطابق ضریب تعیین ( $R^2$ ) نشان می‌دهد که در فاصله بین  $50 \times 50$  تا  $250 \times 250$  کیلومتری بطور متوسط چهار برابر شده است. به عنوان نمونه در ماه سپتامبر در میدان  $50 \times 50$  کیلومتر معادل  $12/6$  سهم اثرگذاری مؤلفه‌های جوئی دیده می‌شود درحالی‌که این میزان در  $250 \times 250$  کیلومتری به  $68/6$  درصد رسیده است. علاوه بر این ارزیابی آزمون دوربین-واتسون نیز نشان می‌دهد که در محدوده  $250 \times 250$  کیلومتری بطور متوسط برای کل ماه‌ها معادل  $1/47$  است که حاکی از استقلال خطا در این وسعت می‌باشد. نگاره شماره ۵ مقایسه تراز آب مشاهده شده با ترازهای برآورد شده ایستگاه ترازسنجی بندرصدرا (نکا) را نشان می‌دهد.

نگاره ۵ - مقایسه تراز آب مشاهده شده با ترازهای برآورد شده ایستگاه ترازسنجی بندرصدرا (نکا)



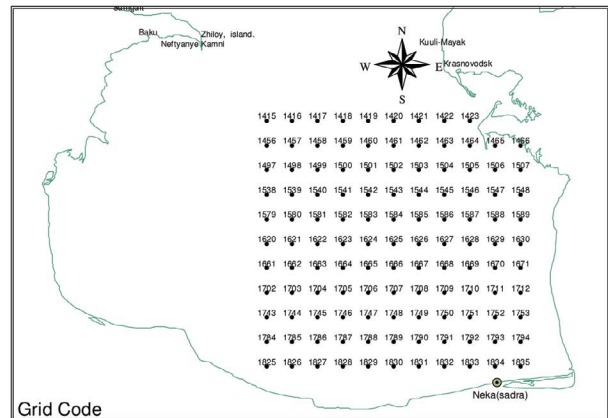
فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)  
تأثیر میدان‌های باد و فشار هوا بر تراز آب ایستگاه‌های ... / ۴۱

جدول ۴ - ضریب همبستگی تراز آب مشاهده شده با عوامل جوی ( ایستگاه ترازسنجی آشوراده) و آزمون رگرسیون با استفاده از استاندارد خطا، آزمون فیشر (Sig. F)، آماره دوربین-واتسون (Durbin-Watson) و آماره کولموگروف-اسمیرنوف (K-S)

Field (km)	Model	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	
50×50	R	0.359	0.450	0.499	0.430	0.333	0.456	0.342	0.249	0.286	0.434	0.473	0.442	
50×50	R Square	0.129	0.203	0.249	0.185	0.111	0.208	0.117	0.062	0.082	0.189	0.223	0.196	
50×50	Std. Error of the Estimate	5.723	4.906	8.586	11.187	6.341	7.672	4.832	4.101	5.341	5.242	7.463	5.343	
50×50	Sig. F Change	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.076	0.007	0.000	0.000	0.000	
50×50	Durbin-Watson	0.502	0.485	0.537	0.453	0.518	0.442	0.458	0.593	0.344	0.508	0.464	0.329	
50×50	K-s	Z	2.418	1.161	1.290	2.308	2.133	1.466	1.813	1.807	1.354	1.111	2.179	0.892
50×50		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.000	0.135	0.072	0.000	0.000	0.027	0.003	0.003	0.051	0.169	0.000	0.404
100×100	R	0.460	0.530	0.608	0.585	0.510	0.563	0.511	0.406	0.434	0.493	0.631	0.534	
100×100	R Square	0.212	0.281	0.370	0.342	0.260	0.317	0.261	0.165	0.188	0.243	0.398	0.285	
100×100	Std. Error of the Estimate	5.665	4.848	8.162	10.448	6.005	7.403	4.588	4.016	5.220	5.254	6.829	5.222	
100×100	Sig. F Change	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.001	0.000	0.000	0.000	
100×100	Durbin-Watson	0.580	0.584	0.636	0.700	0.671	0.579	0.617	0.651	0.490	0.601	0.535	0.428	
100×100	K-s	Z	2.248	1.191	1.379	1.923	2.081	1.261	1.323	1.402	1.259	1.232	1.901	0.695
100×100		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.000	0.117	0.045	0.001	0.000	0.083	0.060	0.039	0.084	0.096	0.001	0.719
150×150	R	0.563	0.610	0.687	0.727	0.615	0.658	0.609	0.535	0.565	0.599	0.736	0.617	
150×150	R Square	0.317	0.372	0.472	0.528	0.378	0.434	0.371	0.286	0.320	0.358	0.542	0.380	
150×150	Std. Error of the Estimate	5.611	4.838	7.917	9.408	5.831	7.171	4.489	3.934	5.075	5.132	6.328	5.156	
150×150	Sig. F Change	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	
150×150	Durbin-Watson	0.759	0.698	0.767	0.970	0.892	0.694	0.808	0.862	0.706	0.778	0.845	0.624	
150×150	K-s	Z	2.010	1.002	1.244	1.577	1.114	1.188	0.766	1.441	1.249	0.886	1.242	0.988
150×150		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.001	0.268	0.090	0.014	0.167	0.119	0.600	0.031	0.088	0.413	0.091	0.283
200×200	R	0.695	0.703	0.763	0.811	0.693	0.775	0.690	0.665	0.689	0.692	0.807	0.715	
200×200	R Square	0.484	0.494	0.582	0.657	0.480	0.601	0.476	0.443	0.474	0.480	0.651	0.512	
200×200	Std. Error of the Estimate	5.388	4.816	7.717	8.806	5.837	6.612	4.490	3.805	4.905	5.055	6.070	5.013	
200×200	Sig. F Change	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
200×200	Durbin-Watson	0.989	0.907	1.016	1.229	1.050	1.128	0.961	1.125	0.921	0.944	1.096	0.849	
200×200	K-s	Z	1.573	0.755	1.200	0.916	1.488	0.666	0.772	1.167	1.114	0.700	1.359	1.237
200×200		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.014	0.618	0.112	0.371	0.024	0.768	0.590	0.131	0.167	0.711	0.050	0.094
250×250	R	0.766	0.781	0.821	0.873	0.765	0.836	0.749	0.753	0.806	0.787	0.864	0.778	
250×250	R Square	0.587	0.610	0.674	0.762	0.585	0.698	0.562	0.567	0.650	0.619	0.747	0.605	
250×250	Std. Error of the Estimate	5.489	4.851	7.653	8.322	5.871	6.503	4.615	3.777	4.538	4.867	5.858	5.035	
250×250	Sig. F Change	0.008	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	
250×250	Durbin-Watson	1.245	1.134	1.351	1.488	1.239	1.243	1.109	1.271	1.243	1.226	1.441	1.059	
250×250	K-s	Z	1.858	0.851	1.164	0.959	0.976	0.815	1.054	1.049	1.264	0.617	1.284	0.987
250×250		Asymp. Sig. (2-tailed)	0.002	0.463	0.133	0.317	0.297	0.521	0.217	0.221	0.082	0.840	0.074	0.284

خیزهای تراز آب در محل ایستگاه‌ها با شدت‌های متفاوت میدان باد و فشار هوا ایجاد می‌شوند. بطوریکه از نتایج این تحقیق مشخص می‌گردد هرچه میدان عمل وسیع‌تری برای اعمال اثر عوامل جوئی در مدل در نظر گرفته شد، تراز آب پیش‌بینی شده یا برآوردی با تراز آب مشاهده شده همخوانی بیشتری از خود نشان داده است. به عبارت دیگر، متوسط همبستگی تراز آب مشاهده شده با عوامل جوئی اثرگذار در میدانهای  $50 \times 50$  تا  $250 \times 250$  کیلومتر برای ایستگاه بندرانزلی به ترتیب همبستگی‌ها  $0/481$ ،  $0/573$ ،  $0/658$ ،  $0/749$  و  $0/825$ ، برای ایستگاه بندرنوشهر به ترتیب  $0/490$ ،  $0/621$ ،  $0/698$ ،  $0/786$  و  $0/845$ ، برای ایستگاه بندرصدرا به ترتیب  $0/426$ ،  $0/579$ ،  $0/690$ ،  $0/773$  و  $0/845$  و برای ایستگاه آشوراده به ترتیب  $0/396$ ،  $0/522$ ،  $0/627$ ،  $0/725$  و  $0/798$  بدست آمد.

این موضوع نشان می‌دهد که افت و خیزهای مشاهده شده در محل ایستگاه‌های ترازسنجی در محدوده وسیع‌تری از طریق اعمال نیروی باد و فشار بر سطح دریا شکل می‌گیرند. همچنین انطباق پیش‌بینی‌های انجام شده به روش رگرسیون چند متغیره با مشاهدات ماهانه در میدان‌های مختلف نیز نشان می‌دهد که در میدان‌های با ابعاد محدودتر ابعاد افت و خیزهای کوچکتر انطباق بیشتری نشان می‌دهند، در حالی که با افزایش میدان اثرگذاری افت و خیزهای بزرگتر، انطباق بیشتری می‌یابند و حتی در میدان  $250 \times 250$

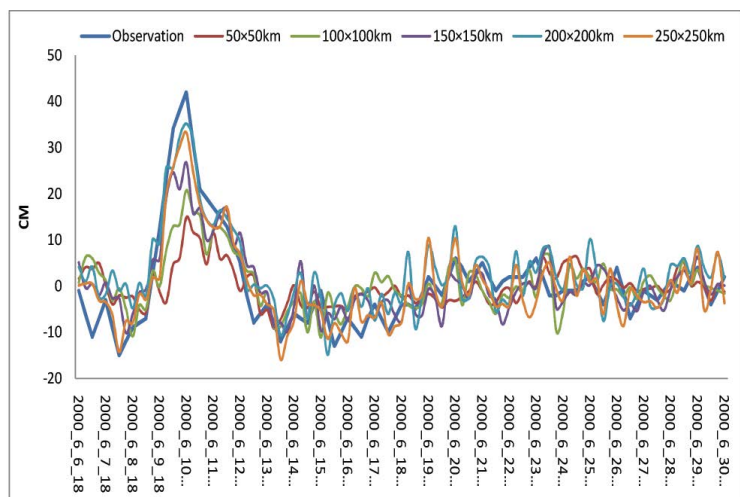


نگاره ۶ - محدوده شبکه  $250 \times 250$  کیلومتری برای ایستگاه ترازسنجی بندرصدرا (نکا)

#### ۴- بحث و نتیجه‌گیری

سطح آب دریای خزر مانند بسیاری از دریاها توسط پدیده‌های مختلف همچون مد توفان، خیزآب ناشی از موج، خیزآب ناشی از باد، بالا روی موج در منطقه ساحلی و پدیده تشدید، پیوسته در حال تلاطم می‌باشد. اما تمامی این پدیده‌ها توسط نیروهای ناشی از میدان فشار و میدان باد بر پهنه آبی دریا اعمال می‌شوند. از یک طرف همگی آنها از عمر کوتاهی در حد چند ساعت تا چند روز برخوردار هستند و از طرف دیگر هر کدام از آنها از نظر محدوده اثرگذاری، عملکرد متفاوتی دارند. در مجموع هرچه عمرشان زیاد شود وسعت عملکرد آنها بیشتر می‌شود بنابراین افت و

نگاره ۷ - مقایسه تراز آب مشاهده شده با ترازهای برآورد شده ایستگاه ترازسنجی آشوراده

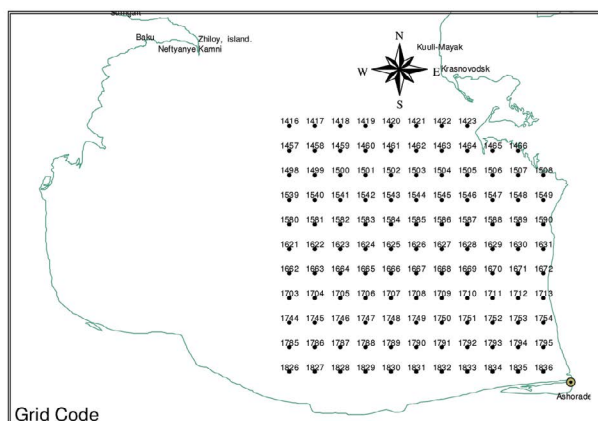


توفانی (آشوراده) نشان می‌دهد. بطوریکه مشاهده می‌گردد از ساعت ۱۸ روز ۲۷ ژانویه ۲۰۰۰ تورم ناگهانی تراز آب شروع و در ساعت ۱۸ روز ۲۸ به اوج خود رسیده است. براین اساس دیده می‌شود که خروجی مدل در میدان  $250 \times 250$  کیلومتر انطباق بیشتری با تراز مشاهداتی دارد در حالیکه در میدان‌های کوچکتر این انطباق به حداقل خود رسیده است.

### منابع و مأخذ

- خوشحال، قانقرمه؛ جواد، عبدالعظیم؛ (۱۳۸۸)؛ شناسایی و معرفی الگوهای همدیدی موجد ترازهای توفانی بالاتر از نیم متر در سواحل جنوبی خزر، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره مقاله ۷۷۵.
- عزیزپورمهمان‌داری، بنازاده ماهانی، محمدزاده؛ جعفر، محمدرضا، محسن؛ (۱۳۸۷)؛ تحلیل سری زمانی تراز آب دریای خزر با استفاده از داده‌های ماهواره‌های ارتفاعسنجی، مجله علوم و فنون دریایی ایران، بهار و تابستان.
- علیجانی، بهلول؛ (۱۳۸۱)؛ اقلیم‌شناسی سینوپتیک، انتشارات سمت.
- فرج‌زاده، منوچهر؛ (۱۳۸۹)؛ تکنیک‌های اقلیم‌شناسی، انتشارات سمت.
- قانقرمه، عبدالعظیم؛ (۱۳۹۱)؛ تحلیل فراوانی حداکثر رخداد‌های تراز توفانی سواحل جنوبی دریای خزر، مجله

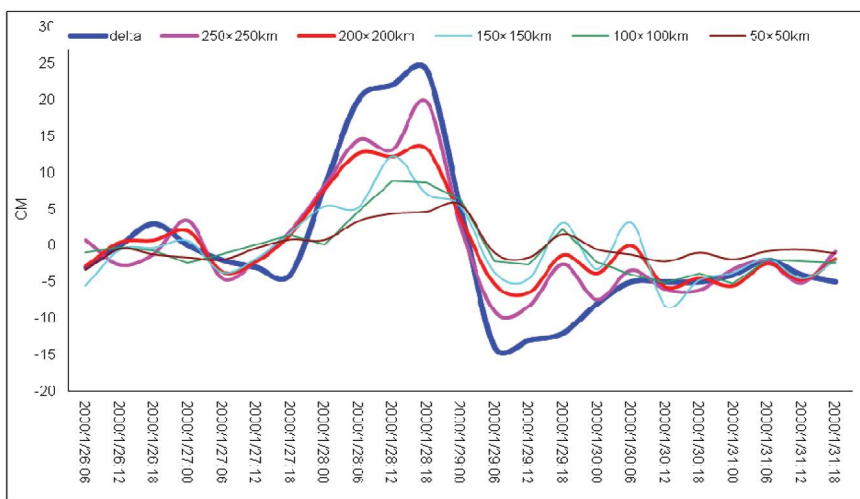
کیلومتر تراز توفانی را نیز آشکار می‌سازد. ترازهای توفانی، تورمی ناگهانی سطح آب دریاست که عامل بوجود آمدن آن شرایط جوی کوتاه مدت در حد چندین ساعت تا چند روز است.



### نگاره ۸ - محدوده شبکه $250 \times 250$ کیلومتری برای ایستگاه ترازسنجی آشوراده

نمونه‌ای از این تورم‌ها را می‌توان مد توفان (storm surge) نام برد که با آمدن یک سامانه چرخندی در روی بدنه دریا شکل می‌گیرد و به همراه کشیده شدن آن به منطقه ساحلی سبب بالا آمدن ناگهانی سطح دریا می‌شود. نگاره شماره (۹) بخشی از تراز آب مشاهداتی با برآوردی را در ابعاد  $50 \times 50$  تا  $250 \times 250$  کیلومتر در شرایط تراز

نگاره ۹ - مقایسه بخشی از نوسانات ناشی از توفان در ماه ژانویه ۲۰۰۰ با برآورد انجام شده (ایستگاه آشوراده)



, 1 November 2000, Pages 643-661

14. Pirazzoli, P. A., Regnaud, H., Lemasson, L., 2004. Changes in storminess and surges in western France during the last century, *Marine Geology*, Volume 210, Issues 1-4, 15 September 2004, Pages 307-323

15. Ponte, R.M., 1994. Understanding the relation between wind- and pressure-driven sea level variability, *J. Geophys. Res.*, 99(C4), 8033-8039

16. Pore, N.A., 1963. The Relation of Wind and Pressure to Extratropical Storm Surges at Atlantic City, *JOURNAL OF APPLIED METEOROLOGY*, Volume 3.

17. Sundar, D., Shankar, D., Shetye, S. R., 2004. Sea level during storm surges as seen in tide-gauge records along the east coast of India, *National Institute of Oceanography, Dona Paula, Goa 403 004, India.*

18. Tolman, H. L., 1990. Effects of Tides and Storm Surges on North Sea Wind Waves, *JOURNAL OF PHYSICAL OCEANOGRAPHY*, Volume 21.

19. Truccolo, E.C., Franco, D., Schettini, C.A.F., 2002. Coastal Sea Level Variability due to Meteorological Forcing in the Northern Coast of Santa Catarina, Brazil: Predictions, *Littoral* 2002,

آمایش جغرافیایی فضا، شماره سوم.

۶. یارنال، برنت، مترجم ابوالفضل مسعودیان؛ (۱۳۸۵)؛ اقلیم‌شناسی هم‌دیدگی و کاربرد آن در مطالعات محیطی، انتشارات دانشگاه اصفهان.

7. Bell, R.G., Goring, D.G., de Lange, W.P., 2000. Sea level change and storm surge in the context of climate change, *IPENZ Iransactions*, 2000, vol.27, No1/Gen, the institution of professional engineers New Zealand.

Brooks, D.A., 2002. Subtidal Sea Level Fluctuations and Relation to Atmospheric Forcing along the North Carolina Coast, *Journal of Physical Oceanography*, volume 8, American Meteorology society. CEP, 1999, Updating and Extension of Surge Model, TACIS.

8. CEP, 2000. Caspian – Hycos Draft Project Identification Report, Caspian Environmental phase2, TACIS.

9. Cox, D., Tissot, P., Michaud, P., 2002. Water Level Observations and Short-Term Predictions Including Meteorological Events for Entrance of Galveston Bay, Texas, *JOURNAL OF WATERWAY, PORT, COASTAL AND OCEAN ENGINEERING / JANUARY/FEBRUARY 2002 / 21*

10. Hassanzadeh, S., Kiasatpour, A., Hosseinibalam, F., 2006. Sea-level response to atmospheric forcing along the north coast of Persian Gulf, *Meteorol Atmos Phys* 95, 223-237 (2007), DOI 10.1007/s00703-006-0213-8 Printed in The Netherlands

11. Marmorino, G.O., 1982. Wind-Forced Sea Level Variability along the West Florida Shelf (winter 1978), *JOURNAL OF PHYSICAL OCEANOGRAPHY*, Volume 12.

12. Ozyavas, A., D. Khan, S., F. Casey, J., 2010. A possible connection of Caspian Sea level fluctuations with meteorological factors and seismicity, *Earth and Planetary Science Letters* 299 (2010) 150-158

13. Pirazzoli, P. A., 2000. Surges, atmospheric pressure and wind change and flooding probability on the Atlantic coast of France, *Oceanologica Acta*, Volume 23, Issue 6