

Research Paper

Temporal-Spatial Changes of Maximum Wind in the Coastal Areas of Iran

Sohrāb Ghāedi^{1*}, Mortezā Esmāil Nejād²

1. Assistant Professor, Department of Geography and Urban Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

2. Associate Professor, Department of Geography, Birjand University, Birjand, Iran.

DOI:10.22124/gscaj.2022.21182.1129

Received: 2021/11/28

DOR: 20.1001.1.27831191.1401.3.1.3.6

Accepted: 2022/04/21

Abstract

Severe coastal winds, either directly or by flooding the coastal waters, can damage installations or cause disorder in various human activities such as shipping, commerce, recreation, etc. This study investigated the temporal-spatial variability of maximum coastal winds using the maximum wind data from stations in Iran's northern and southern coasts. Statistical analysis of the average maximum wind speed showed that the Persian Gulf coast had the highest speed. The monthly changes of the maximum wind indicated that the maximum monthly average is related to November in Anzali port and the minimum rate is for Chābahār station in all months. Generally, the variability of summer and autumn months is less than spring and winter. The maximum wind direction on the shores of the Persian Gulf and the Caspian Sea has a clockwise shift from east to west. Linear regression analysis was used to study the trend of maximum wind speed, which indicated the heterogeneity of the line slope of the stations on the southern coasts and the homogeneity of the northern coast stations with a positive slope.

Keywords: Maximum wind, Linear Regression, Temporal-Spatial variation, Coastal areas.

Highlight

- The maximum average monthly is related to November in Bandar-e-Anzali and the minimum speed is related to Chabahar station in all months and the variability of summer and autumn is less than spring and winter seasons.
- The topography altitude in the coastal areas and their distance to the coast, play a decisive role in the direction of maximum winds.
- Linear regression analysis shows the maximum wind time series have a negative slope on the south coasts (except Chabahar and Abadan stations) and a positive slope on the north coasts.

Extended Abstract

Introduction

Coastal areas are the confluence of hydrosphere, atmosphere and lithosphere, and this triple link provides special biological conditions for humans and other living organisms. Due to the special characteristics of coastal areas, human life and activity in these areas are affected by the intense functions of natural factors. One of the most important natural factors in these areas is wind, and as the intensity of these winds increases, the effects increase. Severe coastal winds, either directly or by flooding the coastal waters, can damage installations and disorder in various human activities such as shipping, commerce, recreation, etc.

In this study, the monthly data of speed and direction of maximum wind of the Meteorological Organization for coastal stations on the coasts of Oman, Persian Gulf and Caspian Sea were used in the thirty-year period of October 1992 to October 2021.

Methodology

First, descriptive statistics related to each station were calculated. The maximum wind vane of each station was plotted. The frequency of wind vector events for each station was calculated and plotted. Linear regression related to each station was calculated to determine the temporal variations of maximum wind in each station.

* Corresponding Author: s.ghaedi@scu.ac.ir

Results and discussion

The study of the average maximum wind speed shows that the Caspian Sea coasts with an average of 12.75 meters per second have the highest and the Oman Sea coasts with 10.97 meters per second have the lowest average maximum winds; this amount in the Persian Gulf coasts is about 12.3 meters per second. Investigation of monthly changes of maximum wind shows that the maximum average monthly is related to November in Bandar-e-Anzali and the minimum speed is related to Chabahar station in all months and the variability of summer and autumn is less than spring and winter seasons. The severe winds direction in Chabahar station are from the west-southeast and in Jask station are from the west-eastern. The direction of the maximum wind on the shores of the Persian Gulf changes clockwise from east to west stations, so that from the south in Bandar Abbas, finally it turns north in Abadan; in the shores of the Caspian Sea, from east to west (Gorgan to Astara), the prevailing wind, like the shores of the Persian Gulf, moves clockwise and changes from west to north. On the shores of the Caspian Sea from east to west (Gorgan to Astara) the prevailing wind, like the shores of the Persian Gulf, has a clockwise movement and changes west to north (except Astara). In general, due to the maximum winds are the result of pressure daily changes and considering the clockwise changes in wind direction from east to west on both the north and south coasts of Iran, it can be concluded that the topography altitude in the coastal areas and their distance to the coast, play a decisive role in the direction of maximum winds. As a result, in areas where the altitudes are low or far from the coast, high pressures are formed in the water zones and therefore the direction of maximum winds are from the sea to the land. Linear regression analysis shows the maximum wind time series have a negative slope on the south coasts (except Chabahar and Abadan stations) and a positive slope on the north coasts. The highest line slope is related to Gorgan station in the easternmost part of the Caspian Sea coast.

Conclusion

Overall it can be said that with more concentration of human activities on the coast and an increase extreme climate events, including severe winds, the probability of human and financial losses on the coast has increased and the need for identification and planning to prepare with such hazards is inevitable. According to the results of this study, which shows the increasing trend of severe winds in the northern regions, and also due to the intense concentration of population on the northern coasts, this hazard must be taken seriously. The use of coastal meteorological stations to predict and warn of severe winds, the correct location of piers, strengthening of coastal structures and construction of coastal walls to deal with strong waves caused by severe winds and Educate local residents to deal with severe winds can reduce the risk of severe damage during these events.

Keywords: Maximum wind, Linear Regression, Temporal-Spatial variation, Coastal areas.

Citation:

Ghāedi, S. and Esmāil Nejad, M. (2022). Temporal-Spatial Changes of Maximum Wind in the Coastal Areas of Iran. *Geographical Studies of Coastal Areas Journal*, 3(8), pp. 45-60. DOI:10.22124/gscaj.2022.21182.1129

Copyrights:

Copyright for this article are retained by the author(s), with publication rights granted to *Geographical studies of Coastal Areas Journal*. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



تغییرات زمانی - مکانی باد بیشینه در نواحی ساحلی ایران

سهراب قائدی^{*۱} ID، مرتضی اسمعیل نژاد^۲ ID

۱. استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۲. دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

DOI:10.22124/gscjaj.2022.21182.1129

DOR: 20.1001.1.27831191.1401.3.1.3.6

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۱/۰۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۲/۰۱

چکیده

بادهای شدید ساحلی به صورت مستقیم و یا با موج نمودن آب‌های ساحلی می‌توانند موجب آسیب رسیدن به تأسیسات و اختلال در فعالیت‌های مختلف انسان از جمله کشتیرانی، بازرگانی، تفریحی و ... گردد. در این پژوهش با استفاده از داده‌های باد بیشینه‌ی ایستگاه‌های سواحل شمالی و جنوبی ایران، وردایی زمانی و مکانی آنها بررسی شد. بررسی آماری میانگین سرعت بادهای بیشینه نشان می‌دهد که در سواحل خلیج فارس، سرعت باد بیش از سایر سواحل است و همچنین تغییرات ماهانه باد بیشینه بیانگر آن است که بیشینه‌ی میانگین ماهانه مربوط به ماه آبان در بندر انزلی و کمینه سرعت مربوط به ایستگاه چابهار در تمام ماهها است. بطور کلی میزان تغییرپذیری ماههای فصول تابستان و پاییز کمتر از بهار و زمستان است. جهت باد بیشینه در سواحل خلیج فارس و دریای مازندران از شرق به غرب، تغییری ساعتگرد دارد. برای بررسی روند سرعت باد بیشینه از تحلیل رگرسیون خطی استفاده شد که حاکی از ناهمگونی شیب خط ایستگاهها در سواحل جنوبی و همگونی ایستگاههای سواحل شمالی با شیب مثبت است.

واژگان کلیدی: باد بیشینه، رگرسیون خطی، تغییرات زمانی و مکانی، نواحی ساحلی.

نکات برجسته:

- تغییرات ماهانه باد بیشینه بیانگر آن است که بیشینه‌ی میانگین ماهانه مربوط به ماه آبان در بندر انزلی و کمینه سرعت مربوط به ایستگاه چابهار در تمام ماهها است.
- ارتفاعات حواشی مناطق ساحلی و فاصله آنها نسبت به ساحل نقش تعیین کننده‌ای در جهت وزش تندبادها دارند.
- تحلیل رگرسیون خطی سری زمانی باد بیشینه بجز دو ایستگاه چابهار و آبادان، در سواحل جنوبی شیب منفی و در سواحل شمالی شیب مثبت را نشان می‌دهد. بیشترین شیب خط مربوط به ایستگاه گرگان در شرقی‌ترین بخش ساحل دریای خزر است.

۱. مقدمه

مناطق ساحلی محل تلاقی و برخورد آب کره، هوا کره و سنگ کره است و این پیوند سه گانه شرایط زیستی ویژه‌ای را برای انسان و سایر موجودات زنده فراهم می‌کند. دو قلمرو جغرافیایی مستقل خشکی و دریا، فضایی اشتراکی را در این مناطق تشکیل می‌دهند که تحت تأثیر فرایندهای طبیعی و انسانی پویایی، تنوع و تغییر پذیری را برای این مناطق به ارمغان می‌آورد (کریمی و همکاران، ۱۳۹۹: ۴۲۳). قرار گیری ایران در شمال دریای عمان و خلیج فارس و جنوب دریای مازندران موجب شده است تا کشور از مناطق ساحلی گسترده‌ای بهره‌مند باشد. طول این سواحل در جنوب کشور با احتساب جزایر در نقشه‌هایی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰ به حدود ۳۰۰۰ کیلومتر و در سواحل شمالی به حدود ۸۴۰ کیلومتر می‌رسد (موسوی و همکاران، ۱۳۸۷: ۲). این کرانه‌ها پایه‌های راهبردی ایران را تشکیل می‌دهند، چرا که نزدیک به تمامی صادرات نفتی، بیشتر میدان‌های نفت و گاز، شیلات، محورهای بازرگانی و حمل و نقل در این مناطق انجام می‌شود و از نظر کارکردهای نظامی نیز بسیار با اهمیت می‌باشند (کریمی پور و همکاران، ۱۳۹۵: ۲۰). هرچند در سواحل جنوبی ایران به دلیل شرایط آب و هوایی، همانند سواحل شمالی جمعیت بسیار زیادی ساکن نیست، ولی به دلیل دسترسی به آبهای آزاد جهان و موقعیت ممتاز در زمینه‌های انرژی و ... از اهمیت و حساسیت بسیاری در منطقه و جهان برخوردار است. به دلیل ویژگی‌های خاص مناطق ساحلی، زندگی و فعالیت انسان در این مناطق تحت تأثیر کارکردهای شدید عوامل طبیعی است.

یکی از مهم‌ترین عوامل طبیعی تأثیرگذار در این مناطق باد می‌باشد و زمانی که شدت این بادهای فزونی یابد، تأثیرات نیز بیشتر می‌شود. سرعت باد به صورت مستقیم و غیر مستقیم نیرویی برای بسیاری از فرایندهای طبیعی از قبیل توفان (Zeinescu et al. 2017: 599) فرسایش ساحلی (Healy 2018: 122) تهویه طبیعی و گردش آبهای ساحلی (Shepherd et al, 2017: 1)، امواج ناشی از باد و غیره است (Aydogan and Ayat, 2018: 32). سرعت باد همچنین بر فعالیت‌های دریایی از قبیل پایداری سازه‌های فراساحلی، ایمنی دریانوردی، حمل و نقل دریایی (Rusu et al, 2018: 924)، عملیات بندرگاهی و گردشگری (Georgopoulou et al, 2018: 667)، شیلات و تولید انرژی‌های تجدیدپذیر (Ganea et al, 2018: 3198) تأثیر می‌گذارد. بادهای شدید در سواحل یا به صورت مستقیم و یا با تأثیر بر آنها و موج نمودن آنها می‌تواند موجب خسارت به تاسیسات ساحلی، اختلال در فعالیتها و حتی تلفات انسانی شود. از نتایج بادهای شدید ساحلی توفان هجومی (همزمانی فراکشند، جریان ساحل سوی و افت فشار) است که امواج ناشی آن می‌تواند با پیشروی در ساحل باعث سیلاب، تخریب مناطق ساحلی از جمله زیرساخت‌ها، مناطق مسکونی و کشاورزی و همچنین باعث مرگ و میر گردد (مهدی زاده و کسی، ۱۳۹۳: ۲). برآورد دقیق از سرعت‌های شدید باد یک عامل مهم در دستیابی به تعادل مطلوب بین ایمنی و هزینه‌های طرح‌های بسیار بزرگ یا ویژه است (Chiou et al, 2012: 259)، و اهمیت آن زمانی بیشتر درک می‌شود که میزان خسارت‌های ناشی از آن بیش از سایر عوامل باشد.

۲. مبانی نظری

افزایش تندی باد از یک آستانه مشخص موجب تشکیل توفان می‌گردد و فعالیت‌های تخریبی بیشتری در پی دارد. اهمیت بررسی رخداد سرعت‌های فرین بادهای ویژه در پهنه‌های کم و بیش هموار مانند کرانه‌های دریایی زمانی آشکار می‌شود که پژوهش‌ها نشان دهنده‌ی آنند که توفان‌ها بیش از 26 درصد از سهم مخاطره‌های آب و هوایی را در برمی‌گیرند و پس از سیلاب (35 درصد) رتبه دوم این گروه را دارند (Emmer, 2018: 3198). در بررسی توفان‌های اروپا توسط Ulbrich et al (2013: 109) نیز تندبادها بعنوان مخاطره‌ای که بیشترین هزینه و خسارت را در اروپا به بار آورده‌اند، شناخته شده‌اند. رخداد بادهای شدید و توفان می‌تواند خسارت‌های زیادی به زیر ساخت‌ها به ویژه در مناطق ساحلی وارد کند در نتیجه برای پیشگیری از این مشکلات، مطالعه وضع و ویژگی‌های آن ضروری به نظر می‌رسد (رفاهی، ۱۳۹۱: ۱۴۵).

۳. پیشینه پژوهش

اهداف مطالعه باد بیشینه و یا تندبادها و توفان‌ها متفاوت بوده است. گاهی هدف بررسی روند آنها و پی بردن به تغییرات آب و هوایی، گاه بررسی اثرات آن بر فرسایش خاک و گاه میزان تاثیر آن بر فعالیتهای انسانی بوده است که در اینجا نمونه‌هایی از این تحقیقات بررسی می‌شود. اختصاصی و دادفر (۱۳۹۲) با تفسیر نتایج به دست آمده از شکل گل ماسه‌ها و همچنین تپه‌های ماسه‌ای در بخش وسیعی از سواحل جنوبی ایران دریافتند که بادهای قطاع جنوبی (جنوب غربی تا جنوب شرقی) که به طور عمده منشأ ناحیه‌ای دارند، با عبور از دریا و ساحل گرم و خشک تا حدی تقویت شده و در صورت خشکی ماسه‌ها موجب فرسایش خاک و حمل ماسه از سواحل پست به سمت دشت‌ها و کوهپایه‌ها می‌شوند. این دسته از بادهای نسبت به بادهای خشکی به دریا که گاهی فراوانی بیشتری دارند، در انتقال ماسه و شکل‌دهی تپه‌های ماسه‌ای نقش بیشتری ایفا می‌کنند. طاووسی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی احتمال رخداد توفانهای فرین در سواحل بوشهر دریافتند که ماههای امرداد و شهریور کمترین و اردیبهشت بیشترین روزهای توفانی، زمستان توفانی ترین (۳۹ درصد) و تابستان کم توفان ترین فصل (۲ درصد) استان بوشهر بوده اند و همچنین با پیش بینی رخداد روزهای توفانی دریافته‌اند که با احتمال بیش از ۹۹ درصد در دوره بازگشت یک ساله، سرعت تندبادها از ۲۲ متر در ثانیه بیشتر خواهد بود و تندی توفانهای بوشهر می‌تواند به ۳۵/۴۱ متر در ثانیه نیز برسد. رضایی مزیک و حاج مومنی (۱۴۰۰) بیشینه میزان خیزآب در زمان رخداد توفانهای حاره‌ای را بر اساس میدان باد در سواحل مکران، بین ۰/۲۵ تا ۰/۳۴ برآورد کرده اند. Bronnimann et al. (2012: 25) بادهای فرین (صدک ۹۸ ام) در شمال عرضهای میانه را بررسی کردند و روندی کاهشی به‌ویژه در کشور چین و تغییر مسیری در توفانهای اقیانوس آرام بسوی مناطق استوایی مشاهده نمودند. Xiaomei et al. (2012: 81) با بررسی سرعت باد در جنوب غربی چین در فاصله ی سالهای ۲۰۰۹-۱۹۶۹ دریافتند که روند باد کاهشی و میزان آن ۰/۲۴ متر بر ثانیه در هر دهه است. Bichet et al. (2012: 1) در بیان علل تغییرات سرعت باد سطحی معتقدند که افزایش طول زبری که در واقع در اثر اصطکاک سطوح در سطح زمین ایجاد می‌گردد (مانند پوشش گیاهی) و تغییرات در توزیع نیروهای آب و هوایی، می‌تواند تا ۱۵ درصد از روند را تبیین کند. انتشار گرد و غبار در ارتفاع کمتر از ۱۰ متر می‌تواند سبب کاهش سرعت باد بویژه در تابستان گردد که این امر در آسیا به دلیل انتشار گسترده ی گرد و غبار بیشتر مشاهده می‌شود که منجر به کاهش سرعت باد بعد از ۱۹۵۰ تا ۰/۳ متر بر ثانیه شده است. Azorin-Molina et al. (2016: 1068) با بررسی روند روزانه تندبادهای اسپانیا و پرتغال نتیجه گرفتند که روند تندبادها در فصل سرد (آبان تا اردیبهشت) کاهشی و در دوره گرم سال (اردیبهشت تا مهر) روند افزایشی است. Brazdil et al. (2016: 16) با بررسی تندبادهای بیشینه در نوزده ایستگاه جمهوری چک در سه تراز ارتفاعی متفاوت دریافتند که روند خطی ماهانه، فصلی و سالانه، به استثنای فصل بهار، در ایستگاههای بالای سیصدمتر ارتفاع، بطور معناداری کاهشی است و در پاییز این روند نمود بیشتری دارد. Pes et al. (2017: 110) با بررسی روند بادهای فرین برزیل دریافتند که در ناحیه آمازون باد بیشینه روندی مثبت و باد کمینه روندی را نشان می‌دهد. در سواحل شمالشرقی ۴۴٪ از ایستگاهها باد بیشینه و در ۶۰٪ آنها باد کمینه روند مثبت نشان می‌دهند. در سواحل جنوبشرقی ۴۷٪ از ایستگاهها روندی مثبت در باد بیشینه را نشان می‌دهند. Ghaedi (2019: 532) با مطالعه بیشینه از ۴۹ ایستگاه همدید در ایران دریافت که در بیش از نیمی از ایستگاهها روند افزایشی بوده و شیب خط حدود ۸۷ درصد مناطق مثبت بوده است. Azorin-Molina et al. (2021: 3103) با مطالعه اوج سرعت بادهای روزانه استرالیا در یک دوره زمانی ۷۵ ساله دریافتند که روند فصلهای بهار، تابستان و پاییز این بادهای منفی بوده و در زمستان بدون روند یا با روندهای ضعیف منفی بوده است و دلیل آن را نوسانهای جوی- اقیانوسی در اثر گرمایش جهانی دانسته‌اند.

بررسی پژوهش‌هایی که در زمینه رخداد تندبادها در ایران صورت گرفته نشان می‌دهد که تاکنون مطالعه یکپارچه‌ای از رخداد تندبادها در مناطق ساحلی انجام نگرفته است و بیشتر بصورت مطالعه موردی بوده است. در این پژوهش علاوه بر این تغییرپذیری زمانی و مکانی باد بیشینه در سواحل و بنادر، جهت غالب رخداد آنها نیز بررسی شده است تا بتوان در برنامه‌ریزی‌ها با داشتن اطلاعات کافی از این پدیده، مخاطرات ناشی از آن در مناطق ساحلی را شناخت و برای کاستن از خسارت‌های این رخداد، آمادگی مقابله با آن را ایجاد نمود.

۴. روش پژوهش

نخست آماره‌های توصیفی مربوط به هر یک از ایستگاهها محاسبه شد. گلباد بیشینه هریک از ایستگاهها ترسیم، فراوانی رخداد بردار باد برای هر یک از ایستگاهها محاسبه و نمودار آن ترسیم گردید. برای بیان وردایی زمانی باد بیشینه در هر یک از ایستگاهها رگرسیون خطی مربوط به هریک از ایستگاهها محاسبه گردید.

رگرسیون روشی ریاضی - آماری برای بیان رابطه، برآورد و پیش بینی است. در رگرسیون ساده خطی هدف این است که با محاسبه ی عرض از مبدا (β_0) و شیب خط (β_1) مدل خطی ساده‌ای به داده‌های برازش اختصاص داده شود. روشی که برای برازش کردن داده ها بکار می‌رود، کمترین مربعات است (عساکره، ۱۳۹۰). در این روش معادله‌ی خط برازش طوری شکل می‌گیرد که مجموع مربعات توان‌های دوم انحرافات عمودی از خط برازش شده کمینه باشد. برآورد ضرایب به روش حداقل مربعات می‌باشد که می‌توان از روابط زیر استفاده کرد (بابازاده و جاوری، ۱۳۸۸):

$$\hat{\beta}_0 = \hat{Y} - \beta_1 \cdot t_1 \quad (1)$$

$$\beta_1 = \frac{SS_{xy}}{SS_{xx}} \quad (2)$$

$$SS_{xx} = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N} \quad (3)$$

$$SS_{xy} = \sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{N} \quad (4)$$

$$SS_{yy} = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N} \quad (5)$$

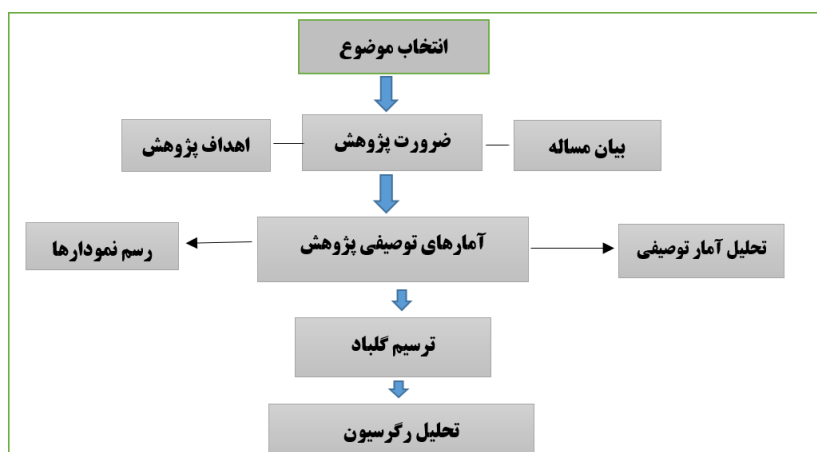
$$Y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon \quad (6)$$

$$\hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \beta_1 x \quad (7)$$

مقدار خطا حاصل تفاضل مقدار اولیه و مقدار پیش‌بینی شده می‌باشد، بطوریکه از تفاضل مقادیر پیش‌بینی شده از مقدار سری اصلی، مقدار خطا یا مانده به دست می‌آید:

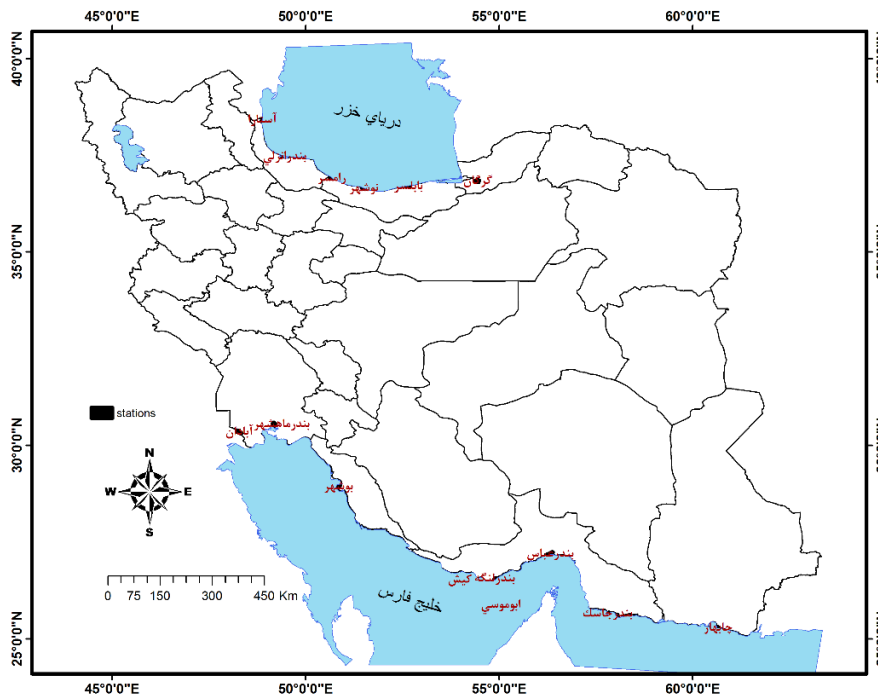
$$\varepsilon = Y - \hat{Y} \quad (8)$$

$\hat{\beta}_0$ عرض از مبدا، β_1 شیب خط، Y متغیر وابسته، X متغیر مستقل، ε مقدار خطا یا مانده و N تعداد داده ها می باشد.



شکل ۱. طرح واره روش پژوهش (منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰)

در پژوهش‌های مختلف از بازه‌های زمانی متفاوت داده‌های باد استفاده شده است. Chiou et al. (2012: 259) معتقدند که مهندسان سازه از بیشینه یا سریع‌ترین مقادیر سرعت باد با دوره‌های بازگشت ۲۵ ساله برای سازه‌هایی که هیچ ساکنان انسانی ندارند یا خطر ناچیزی برای زندگی انسان ایجاد می‌کنند، ۵۰ سال برای بیشتر سازه‌های دائمی و ۱۰۰ سال برای سازه‌های غیر معمول با درجه‌ی بالایی از خطر زندگی انسانی و یا خسارت‌های مالی استفاده می‌کنند. یکی از مشکلات تحقیقات آب و هواشناسی در ایران، کوتاه بودن دوره‌ی داده‌های آماری موجود در بسیاری از ایستگاهها است. در این پژوهش از داده‌های ماهانه تندی و جهت باد بیشینه سازمان هواشناسی برای ایستگاه‌های سواحل ایران در کرانه‌های دریای عمان، خلیج فارس و دریای خزر که در دوره‌ی سی ساله‌ی مهرماه سال ۱۳۷۱ تا مهرماه سال ۱۴۰۰ دارای آمار بودند استفاده شد. در واقع این داده‌ها رخداد بیشینه‌ی بردار باد را در هر ماه نشان می‌دهند. در کرانه‌های شرقی دریای مازندران نیز بهتر بود که از داده‌های بندر ترکمن استفاده می‌شد، ولی به دلیل دوره‌ی کوتاه آماری از نزدیکترین و کاملترین ایستگاه یعنی ایستگاه گرگان استفاده شد. شکل ۲ موقعیت این پانزده ایستگاه را در کرانه‌های ساحلی ایران نشان می‌دهد. بطور کلی از پانزده ایستگاه انتخابی، دو ایستگاه در سواحل دریای عمان (چابهار و جاسک)، هفت ایستگاه در سواحل خلیج فارس (بندرعباس، ابوموسی، کیش، بندر لنگه، بوشهر، ماهشهر و آبادان) و شش ایستگاه در سواحل دریای مازندران (آستارا، بندر انزلی، رامسر، نوشهر، بابلسر و گرگان) قرار دارند.



شکل ۲. موقعیت ایستگاههای مورد مطالعه (منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰)

۵. یافته‌های پژوهش و بحث

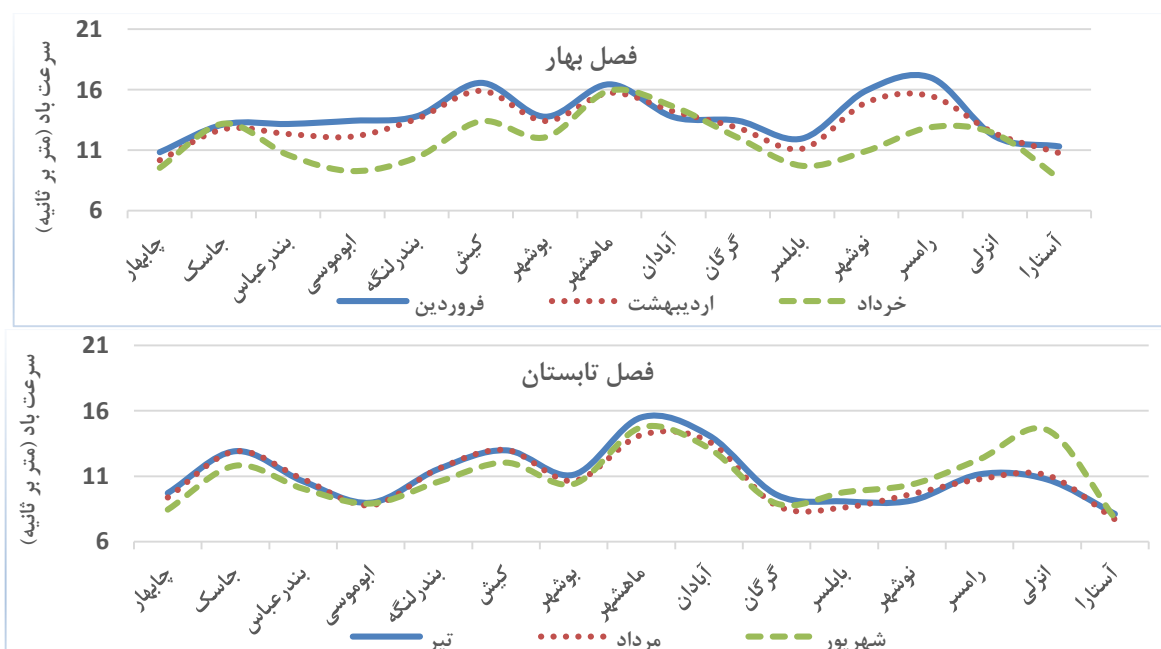
جدول ۱ ویژگی‌های آماری باد بیشینه در ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بیشترین میانگین سرعت باد بیشینه مربوط به ایستگاه کیش و کمترین آن مربوط به ایستگاه چابهار است و در مجموع سواحل دریای مازندران با میانگین ۱۲/۷۵ متر بر ثانیه بیشترین و سواحل دریای عمان با ۱۰/۹ متر بر ثانیه کمترین میانگین باد بیشینه را دارا بودند، اما بیشترین انحراف معیار متعلق به سواحل دریای مازندران (۴/۴۸) است. بیشینه‌ی سرعت باد مربوط به ایستگاه‌های آبادان (بهمن ۱۳۹۳) و بابلسر (آبان ۱۳۷۲) با سرعت ۷۰ متر بر ثانیه بوده است. بیشینه‌ی تغییر پذیری نیز مربوط به ایستگاه آستارا (۰/۴۵) و کمینه‌ی آن مربوط به بندر ماهشهر (۰/۱۹) است.

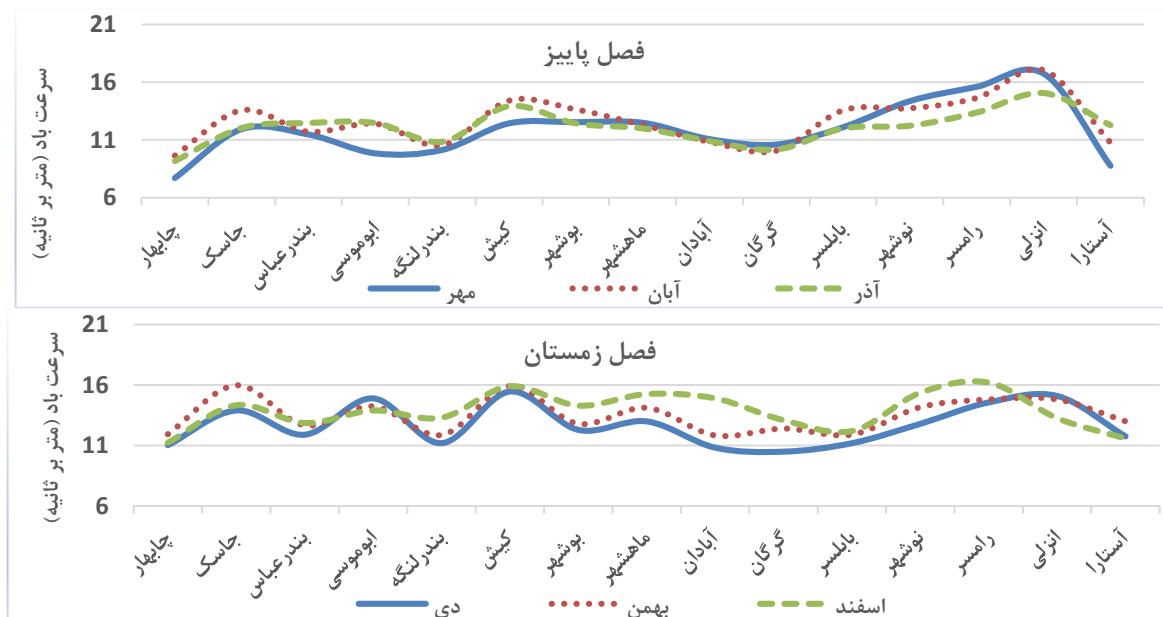
جدول ۱. ویژگی‌های آماری تندی باد بیشینه (متر بر ثانیه) در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه	دامنه	خطای استاندارد	ضریب تغییرپذیری
چابهار	۹/۷	۲/۶	۵	۲۲	۱۷	۰/۱۴	۰/۲۶
جاسک	۱۲/۲	۳/۷	۶	۳۴	۲۸	۰/۲۸	۰/۴۱
بندرعباس	۱۱	۲/۸	۷	۲۲	۱۵	۰/۱۷	۰/۲۸
ابوموسی	۱۱/۳	۳/۳	۶	۲۸	۲۲	۰/۱۸	۰/۲۹
کیش	۱۳/۹	۳/۲	۷	۲۵	۱۸	۰/۱۵	۰/۲
بندر لنگه	۱۰/۶	۲/۵	۵	۲۰	۱۵	۰/۱۶	۰/۲۶
بوشهر	۱۲/۸	۳/۵	۶	۲۶	۲۰	۰/۱۴	۰/۲۲
ماهشهر	۱۴/۱	۳/۴	۸	۵۰	۴۲	۰/۱۵	۰/۱۹
آبادان	۱۳	۳/۴	۷	۴۳	۳۶	۰/۲۲	۰/۳۲
آستارا	۱۰/۴	۴/۶	۷	۳۵	۲۸	۰/۲۴	۰/۴۵
انزلی	۱۴/۱	۴/۳	۵	۳۰	۲۵	۰/۲۳	۰/۳۲
رامسر	۱۴/۹	۴/۶	۷	۳۲	۲۵	۰/۲۳	۰/۳۱
نوشهر	۱۳/۴	۴/۵	۶	۲۸	۲۲	۰/۲۳	۰/۳۴
بابلسر	۱۱/۵	۴/۱	۶	۴۷	۴۱	۰/۲۱	۰/۳۶
گرگان	۱۲/۲	۴/۹	۴	۳۰	۲۶	۰/۲۵	۰/۴۴

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰)

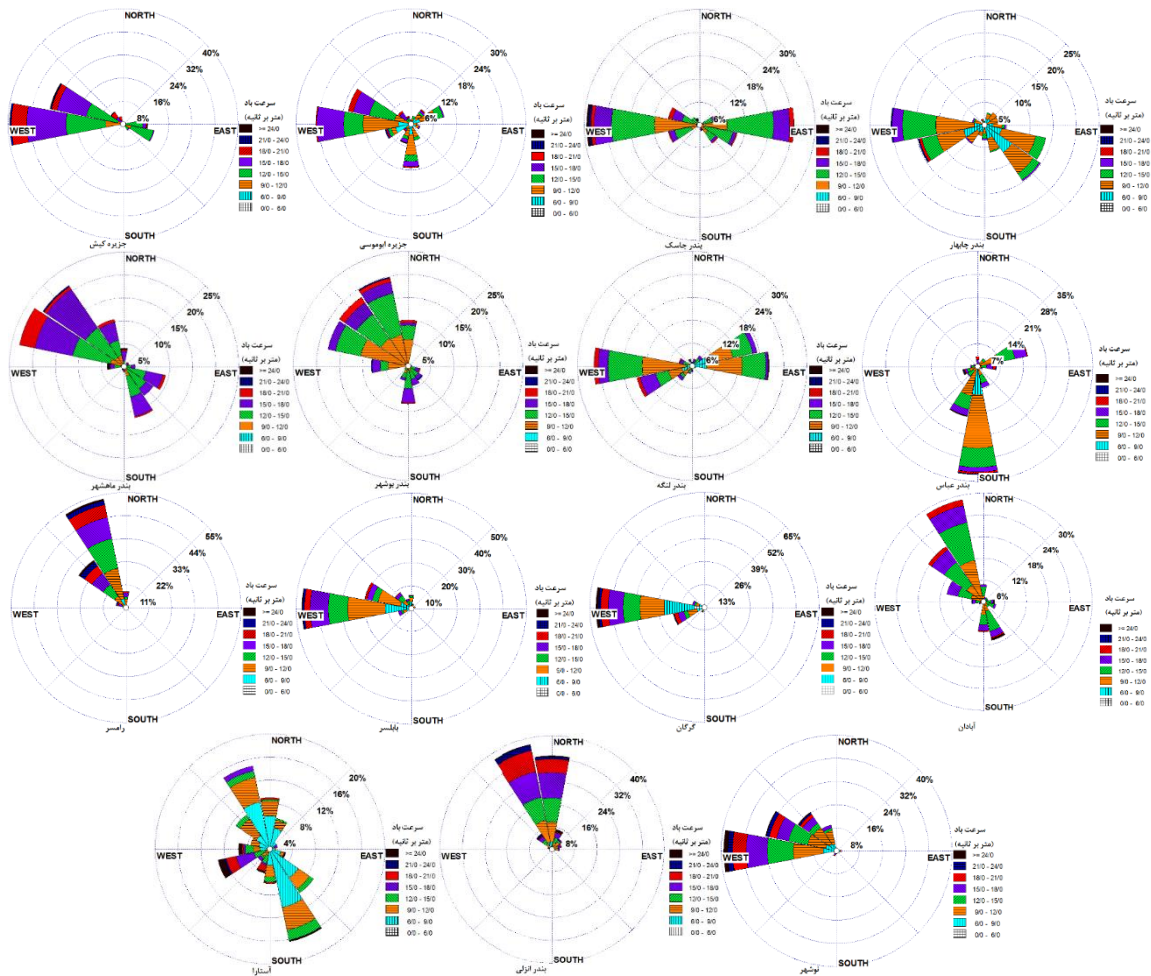
جهت بررسی تغییرات ماهانه و در نتیجه فصلی باد بیشینه در ایستگاه‌های مختلف، نمودار میانگین ماهانه سرعت باد ایستگاه‌های مختلف در شکل ۳ قابل مشاهده است. بیشینه‌ی میانگین ماهانه مربوط به بندر انزلی در آبان و پس از آن فروردین ماه ایستگاه رامسر است. ایستگاه‌های چابهار و آستارا در تمام ماه‌ها کمینه سرعت را نشان می‌دهند. میزان تغییر پذیری ماه‌های فصل تابستان و پاییز کمتر از فصل‌های بهار و زمستان است.





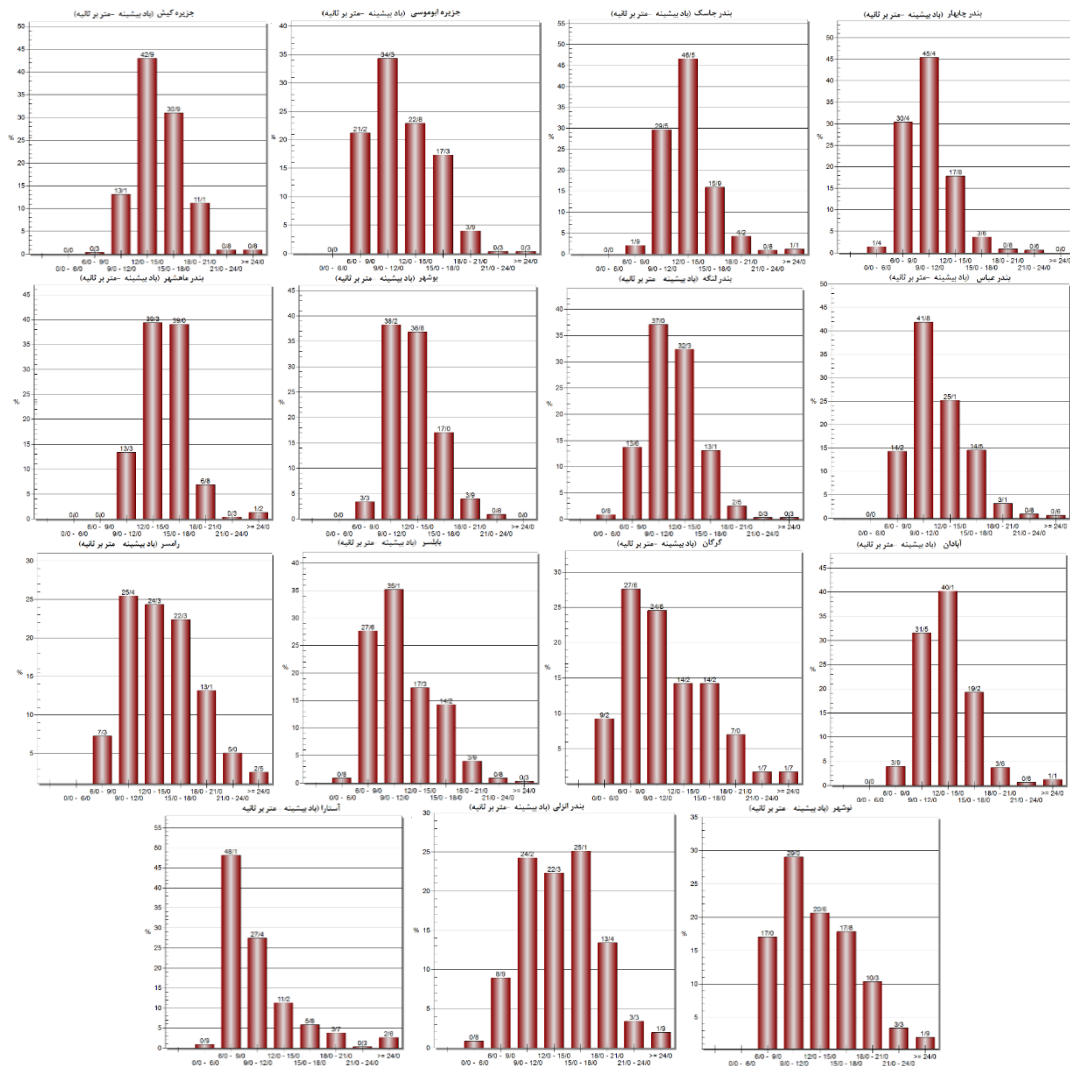
شکل ۳. میانگین ماهانه سرعت باد بیشینه (منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰)

جهت باد بیشینه از نظر تأثیری که بر فعالیت‌های مختلف در سواحل می‌گذارد، دارای اهمیت است. از اینرو گلباد بیشینه ایستگاه‌های مورد مطالعه در شکل ۴ ارائه و قابل مشاهده است. در این نمودارها، دایره‌های متحدالمرکز درصد رخداد باد بیشینه، پیکانها جهت باد و رنگ‌ها و هاشورها سرعت باد را نشان می‌دهند. در جزایر مورد مطالعه خلیج فارس یعنی کیش و ابوموسی جهت غالب باد، غرب و غرب شمالغرب است، هر چند از جهات دیگر نیز به نسبت وزش باد بیشینه رخ داده است. در سواحل دریای عمان جهت باد بیشینه‌ی غالب غرب و سپس شرق و جنوبشرق بوده است که ناشی از تأثیر دوجانبه و تغییر پذیری تسلط فصلی سامانه‌های بادهای غربی و موسمی‌هاست. شدیدترین بادهای در ایستگاه چابهار، جهت جنوب شرق و در ایستگاه جاسک جهتی غربی دارند. در مورد سواحل خلیج فارس، از بندرعباس به طرف آبادان (شرق به غرب) جهت باد بیشینه تغییر ساعتگرد پیدا می‌کند، بطوریکه از جهت غالب جنوبی در بندرعباس به جهت غربی غالب در بندر لنگه و سپس در بوشهر و ماهشهر جهت غرب شمال غرب و شمال غربی و سرانجام در آبادان جهت شمال شمالغرب غلبه پیدا می‌کند. در آستارا جهت غالب شمال شمال غرب و جنوب جنوب شرق است ولی شدیدترین بادهای از سمت غرب جنوب غرب وزیده‌اند. در انزلی وزش باد از سمت دریای خزر غلبه داشته و بنابراین جهات شمال شمالغرب و شمال، حدود ۷۰٪ از بادهای بیشینه را به خود اختصاص داده‌اند. در رامسر باد اندکی غربی تر وزیده و پس از جهت شمال شمالغرب، جهت شمالغرب مشاهده می‌شود. این روند در ایستگاه نوشهر نیز ادامه پیدا می‌کند و جهت غالب غرب تا شمالغرب است. سوی غالب باد بیشینه در بابلسر غرب و غرب شمالغرب و در گرگان غرب و غرب جنوبغرب است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در سواحل دریای مازندران نیز از شرق به طرف غرب (گرگان به سمت آستارا) جهت باد غالب همانند سواحل خلیج فارس حرکتی ساعتگرد داشته و از جهت غرب به سمت شمال سیر می‌کند. موقعیت قرارگیری پرفشارها و کم فشارها نسبت به هم و میزان گرادیان فشار و فاصله این مراکز فشار، جهت و تندی بادهای را مشخص می‌کند. با توجه به اینکه این بادهای در زمهره بادهای محلی قرار می‌گیرند، بنابراین تغییرات روزانه فشار و اختلاف فشار بین پهنه‌های آبی و خشکی موجب شکل‌گیری آنها می‌شود و محل استقرار مناطق پرفشار نسبت به کم فشار، جهت وزش آنها را مشخص می‌کند. جهت غالب تندبادهای در ایستگاه‌های بندرعباس، بندرانزلی و رامسر از دریا به خشکی و در ایستگاه‌های آبادان، ماهشهر و بوشهر از سمت خشکی به دریاست.



شکل ۴. گلباد بیشینه ایستگاههای مورد مطالعه (منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰)

شکل ۵ نمودارهای مربوط به درصد فراوانی رخداد باد بیشینه در جهت های مختلف در هر یک از ایستگاهها را نشان می‌دهد. در این نمودارها محور عمودی درصد رخداد و محور افقی سرعت باد برحسب متر برثانیه را نشان می‌دهد. بیشترین درصد بادهای با سرعت بیش از ۲۴ متر بر ثانیه مربوط به ایستگاه آستارا (۲/۶٪) است.

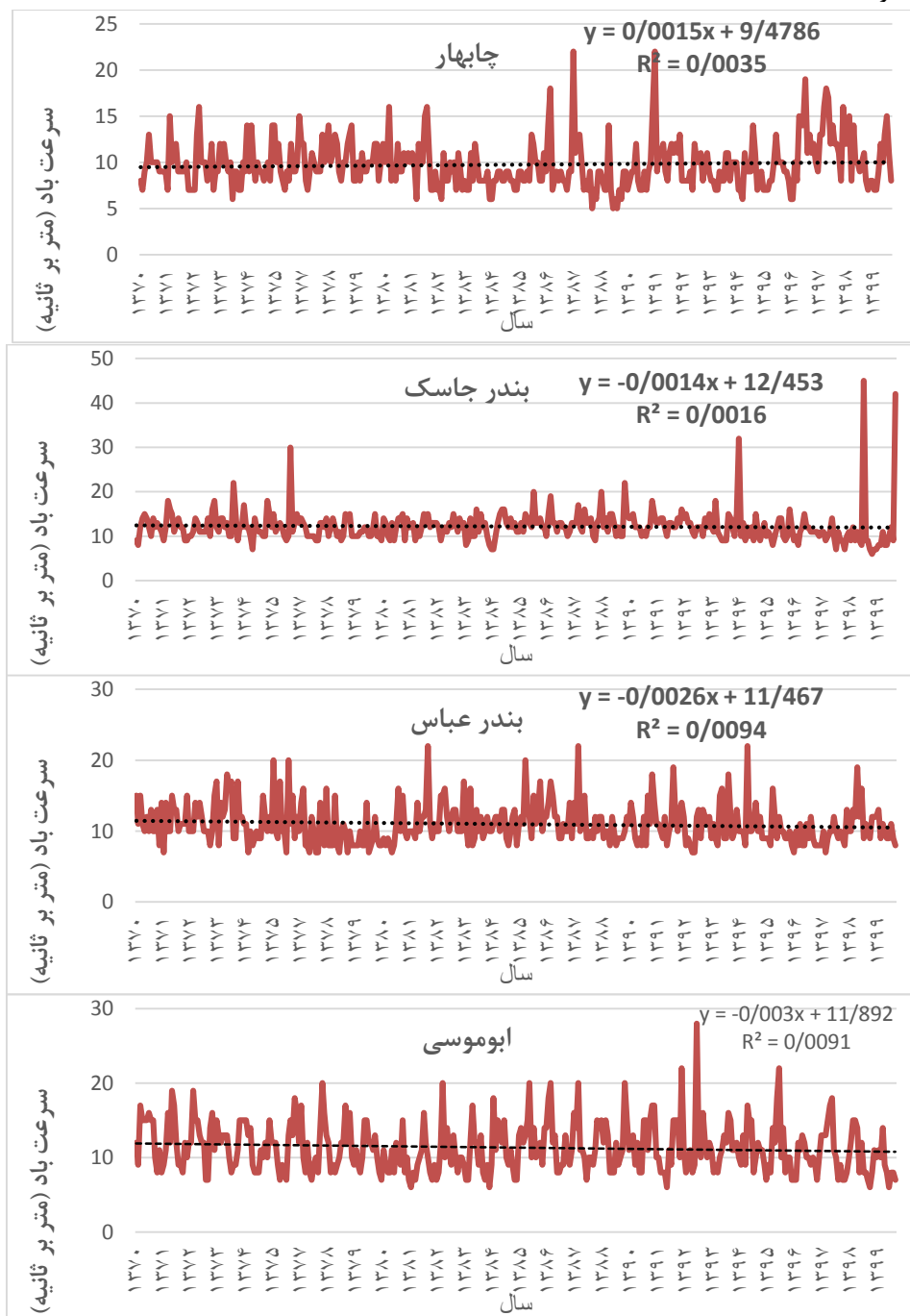


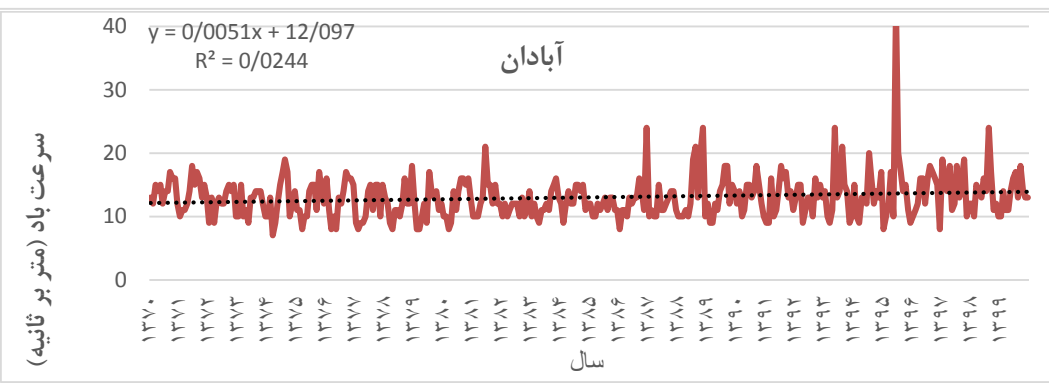
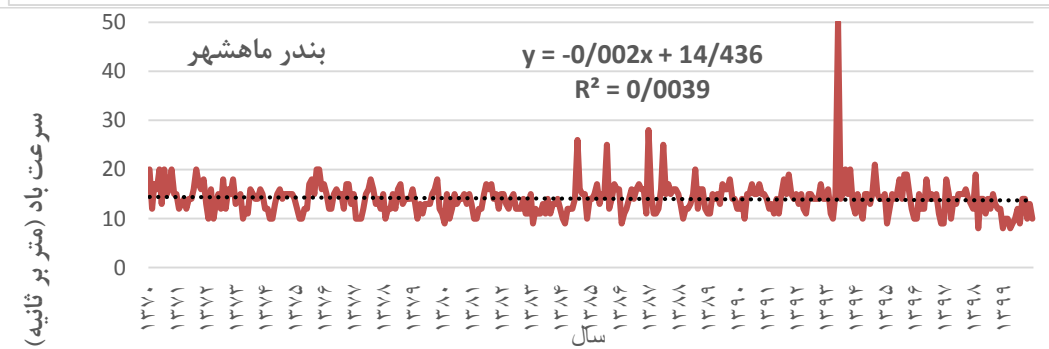
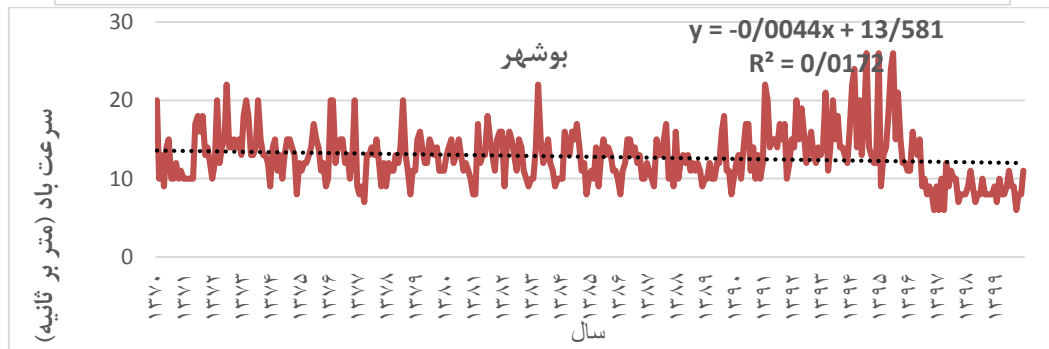
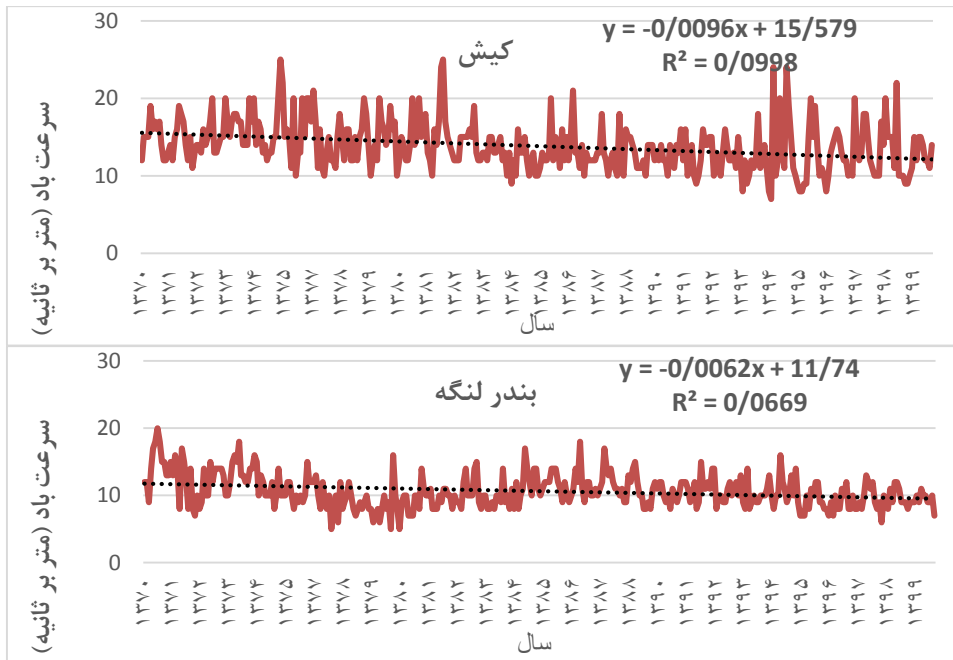
شکل ۵. درصد فراوانی رخداد باد بیشینه به تفکیک جهت (منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰)

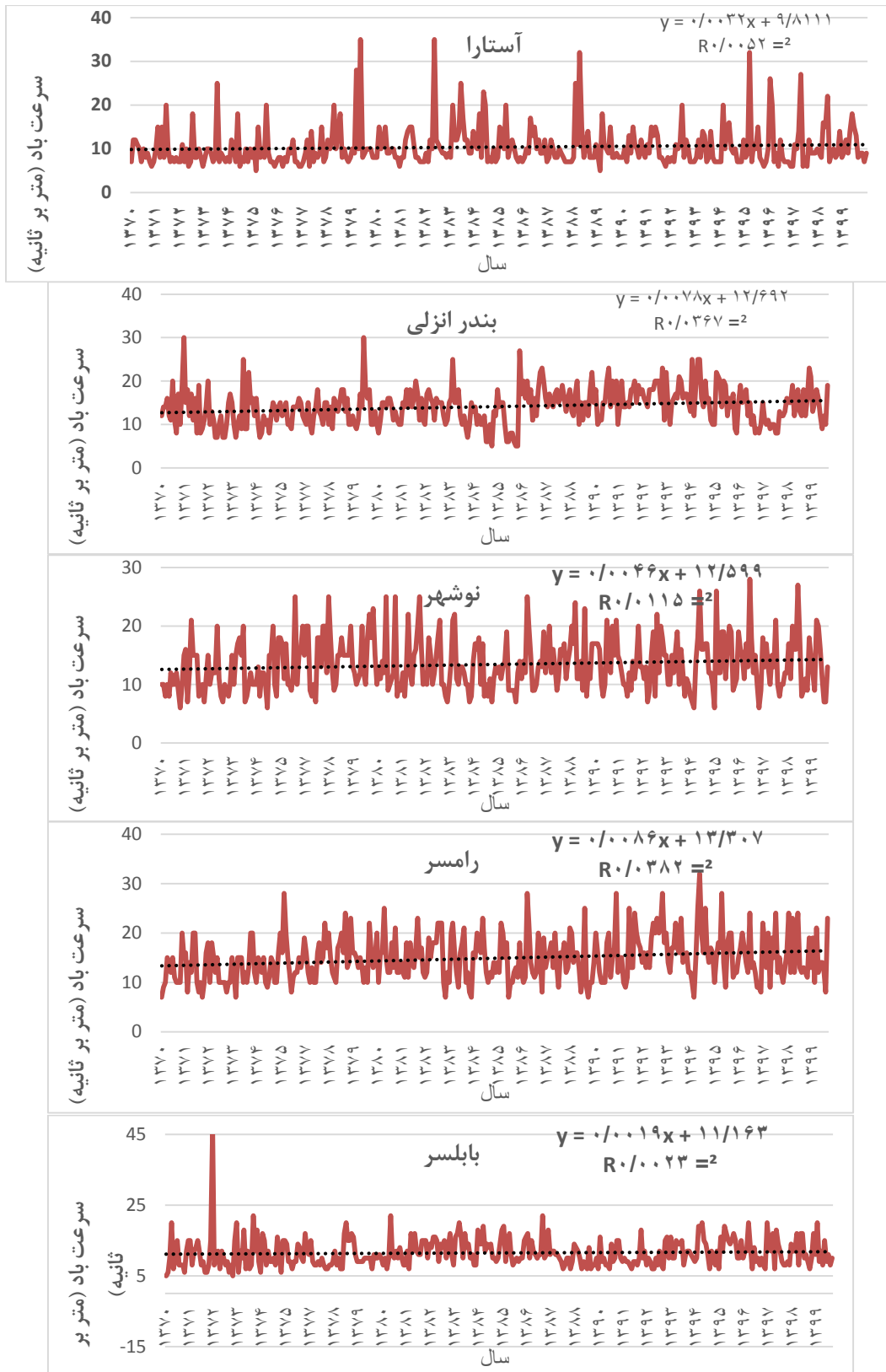
شکل ۶ نمودار و رابطه رگرسیون ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بررسی سطح معناداری (sig) در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که این مقدار در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه کمتر از ۰/۰۵ است (در تمام ایستگاه‌ها مقدار صفر است) و بنابراین مدل رگرسیون معنادار است. در ساحل غربی دریای عمان یعنی ایستگاه چابهار بیشینه سرعت باد ثبت شده، ۲۲ متر بر ثانیه بوده است که این مقدار در برخی ماهها به حدود ۵ متر بر ثانیه کاهش یافته است. عرض از مبدأ آن ۹/۴ و شیب خط آن مثبت (۰/۱۵) است. ایستگاه جاسک روندی یکنواخت را نشان می‌دهد ولی طی سال‌های ۷۴، ۹۴، ۹۹ و ۱۴۰۰ رخداد چند تندباد شدید، یکنواختی نسبی را در این ایستگاه بر هم زده ولی با این حال باز هم شیب خط آن منفی بوده است. ایستگاه بندرعباس مقادیری بین ۵ تا ۲۲ متر بر ثانیه را در دوره ی مطالعه نشان می‌دهد و با روندی شدیدتر نسبت به چابهار، شیب مثبت نشان می‌دهد.

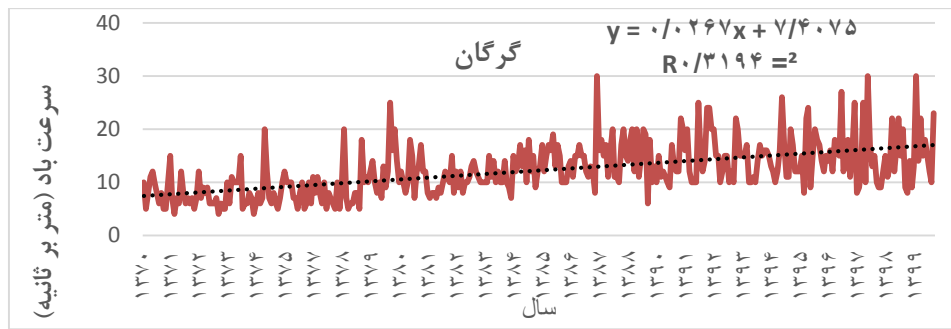
در ابوموسی دامنه مقادیر بین ۶ تا ۲۸ متر بر ثانیه متغیر است؛ هرچند در یک مورد در سال ۱۳۹۲ مقدار ۲۸ متر بر ثانیه نیز دیده می‌شود، ولی به‌طور کلی با یک بسامد منظم، شیب منفی دارد. در ایستگاه‌های کیش، بندرلنگه، بوشهر و ماهشهر نیز شیب منفی است و بیشینه ی سرعت باد در هیچ کدام از ۳۰ متر بر ثانیه تجاوز نمی‌کند. تنها ایستگاه سواحل خلیج فارس که دارای شیب مثبت است، آبادان می‌باشد که بجز رخداد باد بسیار شدیدی با سرعت ۴۳ متر بر ثانیه در سال ۱۳۹۵، در بقیه ی موارد مقادیری کمتری از ۳۰ متر بر ثانیه را ثبت نموده است. بجز ایستگاه‌های آستارا و بابلسر مقادیر باد بیشینه در سایر ایستگاه‌های سواحل کاسپین کمتر از ۲۵ متر بر ثانیه است. بطور کلی در سواحل جنوب به جز دو ایستگاه چابهار و آبادان بقیه ی ایستگاه‌ها شیب منفی نشان می‌دهند، در حالی‌که در سواحل دریای مازندران شیب تمام ایستگاه‌ها مثبت است که بیانگر

افزایش سرعت بادهای بیشینه در طی دوره ی مطالعه است. تغییر پذیری ایستگاه گرگان و آستارا بیش از سایر ایستگاهها بوده و نوسان های شدیدتری را نسبت به سایر ایستگاهها نشان می دهد. بیشینه ی شیب مثبت سرعت مربوط به ایستگاههای گرگان (۰/۰۲۶) و رامسر (۰/۰۸۶) و بیشینه ی شیب منفی نیز مربوط به کیش و بندر لنگه می باشد. ضریب تعیین (R2) ایستگاههای مورد مطالعه بین ۰/۰۰۱۶ ایستگاه جاسک تا ۰/۳۲ ایستگاه گرگان متفاوت است. هرچند ضریب تعیین بیانگر میزان تغییرات متغیر های وابسته به وسیله متغیر مستقل و یا به عبارت دیگر نشان دهنده این است که چه میزان یا مقدار از تغییرات متغیر وابسته تحت تأثیر متغیر مستقل است ولی پایین بودن آن دلیلی بر نامناسب بودن آن نیست و بایستی به معنادار بودن آن توجه نمود.









شکل ۶. نمودار رگرسیون باد بیشینه ایستگاههای مورد مطالعه (منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۰)

۶. نتیجه‌گیری

فعالیت‌های اقتصادی گوناگون انسان در سواحل و تمرکز جمعیت در این مناطق از یک سو و تلاقی دو محیط متفاوت خشکی و آب از سوی دیگر موجب شده است تا احتمال مخاطرات طبیعی و از جمله تندبادها در این مناطق افزایش یابد. از اینرو با استفاده از داده‌های باد بیشینه در یک دوره سی ساله در سواحل شمالی و جنوبی ایران به بررسی تغییرپذیری مکانی و زمانی آن پرداخته شد. بررسی میانگین سرعت بادهای بیشینه نشان می‌دهد که سواحل دریای مازندران با میانگین ۱۲/۷۵ متر بر ثانیه بیشترین و سواحل دریای عمان با ۱۰/۹۷ متر بر ثانیه کمترین میانگین باد بیشینه را دارند، این مقدار در سواحل خلیج فارس حدود ۱۲/۳ متر بر ثانیه است. بررسی تغییرات ماهانه باد بیشینه نشان می‌دهد که بیشینه ی میانگین ماهانه مربوط به ماه آبان در بندر انزلی و کمینه سرعت مربوط به ایستگاه چابهار در تمام ماهها است و میزان تغییر پذیری ماههای فصول تابستان و پاییز کمتر از فصل‌های بهار و زمستان است. شدیدترین بادها در ایستگاه چابهار، جهت غربی و در ایستگاه جاسک جهتی غربی دارند. جهت باد بیشینه در سواحل خلیج فارس از شرق به غرب، تغییری ساعتگرد پیدا می‌کند، به طوری که از جهت جنوبی در بندرعباس، سرانجام در آبادان جهتی شمالی پیدا می‌کند؛ در سواحل دریای مازندران نیز از شرق به طرف غرب (گرگان به سمت آستارا) جهت باد غالب همانند سواحل خلیج فارس حرکتی ساعتگرد داشته و از جهت غرب به سمت شمال سیر می‌کند. در سواحل دریای مازندران نیز از شرق به طرف غرب (گرگان به سمت آستارا) جهت باد غالب همانند سواحل خلیج فارس حرکتی ساعتگرد داشته و از جهت غرب به سمت شمال سیر می‌کند (بجز آستارا). بطور کلی با توجه به اینکه تندبادها نتیجه تغییرات روزانه فشار می‌باشند و با توجه به تغییرات ساعتگرد جهت وزش باد از شرق به غرب در هر دو ساحل شمالی و جنوبی کشور، می‌توان نتیجه گرفت که ارتفاعات حواشی مناطق ساحلی و فاصله آنها نسبت به ساحل نقش تعیین کننده ای در جهت وزش تندبادها دارند. در نتیجه در مناطقی که ناهمواری‌ها ارتفاعی کم و یا فاصله زیادی نسبت به ساحل دارند، پرفشارها در پهنه های آبی تشکیل شده و بنابراین جهت وزش تندبادها از سمت دریا به خشکی بوده است. تحلیل رگرسیون خطی سری زمانی باد بیشینه بجز دو ایستگاه چابهار و آبادان، در سواحل جنوبی شیب منفی و در سواحل شمالی شیب مثبت را نشان می‌دهد. بیشترین شیب خط مربوط به ایستگاه گرگان در شرقی ترین بخش سواحل دریای خزر است

مقایسه نتایج شیب خط این پژوهش با نتایج Ghaedi (2019: 532) که با استفاده از روش من-کندال انجام گرفته، نشان می‌دهد در سواحل شمالی، جاسک و چابهار نتایج یکسان و در سایر مناطق جنوبی شیب مثبت بوده است. از نظر جهت وزش باد نتایج با تحقیق کمیجانی و همکاران (۱۳۹۳: ۴۱) که به مطالعه سواحل جنوبی پرداخته اند، همخوانی دارد.

به طور کلی می‌توان گفت که با تمرکز بیشتر فعالیت‌های انسانی در سواحل و افزایش رخدادهای فرین آب و هوایی از جمله تندبادها احتمال خسارت‌های جانی و مالی در سواحل افزایش یافته و نیاز به شناسایی و برنامه ریزی برای آمادگی جهت مقابله با این گونه مخاطرات گریزناپذیر است. با توجه به نتایج این پژوهش که روند افزایش تندبادها را در نواحی شمالی بخوبی نشان می‌دهد و همچنین با توجه به تمرکز شدید جمعیت در سواحل شمالی، مخاطرات ناشی از آن می‌باید جدی گرفت. استفاده از ایستگاه‌های هواشناسی ساحلی به منظور پیش بینی و هشدار رخداد تندبادها، مکان یابی مناسب اسکله‌ها، مقاوم سازی

سازه‌های ساحلی، احداث دیواره های ساحلی برای مقابله با امواج شدید ناشی از تندبادها و آموزش ساکنان محلی در مواجهه با تندبادها می‌تواند از بروز خسارت‌های شدید در زمان رخداد تندبادها بکاهد.

منابع

- اختصاصی، محمدرضا و دادفر، صدیقه (۱۳۹۲). بررسی رابطه تندبادهای سواحل جنوبی ایران با مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۵(۴)، صص. ۶۱-۷۲.
- بابازاده، سید احمد و جاوری، مجید. (۱۳۸۸). تحلیل رگرسیونی داده های اقلیمی با استفاده از ایستگاه‌های انتخابی ایران، جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ۱(پیش شماره)، صص. ۹۵-۱۰۷.
- رضایی مزیک، احمد و حاج مومنی، عقیل (۱۴۰۰). مدل‌سازی خیزآب ناشی از طوفانهای حاره‌ای ناناوک و آشوبا در محدوده سواحل مکران، مهندسی دریا، ۱۷(۳)، صص. ۱۳-۲۴.
- رفاهی، حسینقلی (۱۳۹۱). فرسایش بادی و کنترل آن، تهران: نشر دانشگاه تهران.
- طاووسی، تقی؛ خسروی، محمود و لطفی‌پور، زینب (۱۳۹۳). بررسی احتمال رخداد توفانهای فرین در دریا‌های ساحلی مورد: کرانه‌های شبه جزیره بوشهر، زیست شناسی دریا، ۶(۲۱)، صص. ۳۹-۵۰.
- عساکره، حسین (۱۳۹۰). مبانی اقلیم شناسی آماری، زنجان: نشر دانشگاه زنجان.
- کریمی، حبیبیه؛ باقرزاده اصل، خاطره و ترابی، سمیرا (۱۳۹۹). امکان‌سنجی و پیاده‌سازی مدیریت یکپارچه سواحل غرب استان مازندران بر اساس معیار ICZM. مدیریت نوآوری و راهبردهای عملیاتی، ۱(۴)، صص. ۴۲۲-۴۴۹.
- کریمی‌پور، یدالله؛ محمدی، حمیدرضا؛ عزیززاده طسوج، محسن و سلیم نژاد، ندیمه (۱۳۹۵). تفاوت‌های راهبردی سواحل ایران، ژئوپولیتیک، ۱۱۲(۱)، صص. ۱-۲۳.
- کمیجانی، فرشته؛ نصراللهی، علی؛ نظری، نرگس و ناهید، شهرزاد (۱۳۹۳). تحلیل رژیم باد خلیج فارس با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی، نیوار، ۸۵(۸۴)، صص. ۲۷-۴۴.
- موسوی، سیدابوالفضل؛ جلالی، کریم؛ محمدی، عباسعلی و وفایی، فریدون (۱۳۸۷). تعیین طول خط سواحل شمال و جنوب ایران، هشتمین همایش بین‌المللی سواحل، بنادر و سازه‌های دریایی، تهران: سازمان بنادر و کشتی رانی.
- مهدی‌زاده، مهدی محمد و کسبی، مهرنگارسادات (۱۳۹۳). پیش‌بینی ارتفاع امواج ناشی از مد توفان در سواحل ایرانی دریای عمان، مجله علوم و فنون دریایی، ۱۱۳(۱)، صص. ۱-۱۰.
- Aydoğan, B. and Ayat, B. (2018). Spatial variability of long-term trends of significant wave heights in the Black Sea. *Applied Ocean Research*, 79, pp. 20-35.
- Azorin-Molina, C., Guijarro, J. A., McVicar, T. R., Vicente-Serrano, S. M., Chen, D., Jerez, S. and Espirito-Santo, F. (2016). Trends of daily peak wind gusts in Spain and Portugal, 1961–2014. *J. Geophys Res Atmos.* 121, pp. 1059–1078.
- Azorin-Molina, C., McVicar, T. R., Guijarro, J. A., Trewin, B., Frost, A. J., Zhang, G., ... and Chen, D. (2021). A Decline of Observed Daily Peak Wind Gusts with Distinct Seasonality in Australia, 1941–2016. *Journal of Climate*, 34(8), pp. 3103-3127
- Bichet A., Wild M., Folini D. and Schar, C. (2012). Causes for decadal variations of wind speed over land: Sensitivity studies with a global climate model. *Geophys Res Lett.* 39:11. DOI: 10.1029/2012GL051685.
- Brazdil, R. (2016). The variability of maximum wind gusts in the Czech Republic between 1961 and 2014 *Int. J. Climatol.* DOI: 10.1002/joc.4827.
- Bronnimann S., Martius O., von Waldow, H., Welker. C., Luterbacher. J., Compo, G. P., Sardesmukh, P. D., and Usbeck, T. (2012). Extreme winds at northern mid-latitudes since 1871. *Meteorol. Z.* 21, pp. 13–27.
- Chiou, P., Miao, W. and Ho, T. C. (2012). The Annual Maximum Wind Speed at Pisa Airport in Italy, *I J of Enviro Sci and Develop.* 3(3), pp. 258-262.
- Emmer, A. (2018). Geographies and scientometrics of research on natural hazards. *Geosciences*, 8(10), p. 382.
- Ganea, D., Mereuta, E. and Rusu, L. (2018). Estimation of the near future wind power potential in the Black Sea. *Energies*, 11(11), p. 3198.
- Georgopoulou, E., Mirasgedis, S., Sarafidis, Y., Hontou, V., Gakis, N. and Lalas, D. P. (2019). Climatic preferences for beach tourism: an empirical study on Greek islands. *Theoretical and applied climatology*, 137(1), pp. 667-691.
- Ghaedi, S. (2019). The variability and trends of monthly maximum wind speed over Iran. *IDOJÁRÁS/quarterly journal of the Hungarian meteorological service*, 123(4), pp. 521-534.
- Healy, T. R. (2018). Coastal wind effects. In C. Finkl & C. Makowski (Eds.), *Encyclopedia of coastal science. Encyclopedia of earth sciences series.* New York: Springer.

- Pes, M.P., Pereira, E.B., Marengo, J.A., Martins, F.R., Heinemann, D. and Schmidt, M. (2017). Climate trends on the extreme winds in Brazil, *Renew Energy*, 109, pp.110-120.
- Rusu, L., Raileanu, A. B. and Onea, F. (2018). A comparative analysis of the wind and wave climate in the Black Sea along the shipping routes. *Water*, 10(7), p. 924.
- Shepherd, J. G., Brewer, P. G., Oshlies, A. and Watson, A. J. (2017). Ocean ventilation and deoxygenation in a warming world: introduction and overview. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 375(2102), 20170240.
- Ulbrich, U., Leckebusch, G.C. and Donat, M. G. (2013). Windstorms, the most costly natural hazard in Europe. In *Natural Disasters and Adaptation to Climate Change*, Boulter S, Palutikof J, Karoly DJ, Guitart D (eds). *Cambridge University Press: Cambridge, UK*. 11, pp.109-120.
- Xiaomei, Y., Zongxing, L., Qi, F., Yuanqing, H., Wenlin, A., Wei, Z., Weihong, C., Tengfei, Y., Yamin, W. and Theakstone, W. H. (2012). The decreasing wind speed in southwestern China during 1969-2009, and possible causes. *Quat. Int.* 263, pp.71-84.
- Zainescu, F., Tatui, F., Valchev, N. and Vespremeanu-Stroe, A. (2017). Storm climate on the Danube delta coast: evidence of recent storminess change and links with large-scale teleconnection patterns. *Natural Hazards*, 87, pp. 599-621.

References

- Asakerh, H. (2011). *Fundamentals of statistical climatology*, Zanjan: Zanjan University. [In Persian]
- Aydoğan, B. and Ayat, B. (2018). Spatial variability of long-term trends of significant wave heights in the Black Sea. *Applied Ocean Research*, 79, pp. 20-35.
- Azorin-Molina, C., Guijarro, J. A., McVicar, T. R., Vicente-Serrano, S. M., Chen, D., Jerez, S. and Espirito-Santo, F. (2016). Trends of daily peak wind gusts in Spain and Portugal, 1961-2014. *J. Geophys Res Atmos.* 121, pp. 1059-1078.
- Azorin-Molina, C., McVicar, T. R., Guijarro, J. A., Trewin, B., Frost, A. J., Zhang, G., ... and Chen, D. (2021). A Decline of Observed Daily Peak Wind Gusts with Distinct Seasonality in Australia, 1941-2016. *Journal of Climate*, 34(8), pp. 3103-3127.
- Babazadeh, A. and Javari, M. (2009). Regression analysis of climatically data with selected stations of Iran. *Geography and regional planning*, 1, pp. 95-107. [In Persian]
- Bichet, A., Wild M., Folini D. and Schar C. (2012). Causes for decadal variations of wind speed over land: Sensitivity studies with a global climate model. *Geophys Res Lett.* 39:11. DOI: 10.1029/2012GL051685.
- Brazdil, R., et al. (2016). The variability of maximum wind gusts in the Czech Republic between 1961 and 2014. *Int. J. Climatol.* DOI: 10.1002/joc.4827.
- Bronnimann S., Martius O., von Waldow, H., Welker. C., Luterbacher. J., Compo, G. P., Sardesmuks, P. D. and Usbeck, T. (2012). Extreme winds at northern mid-latitudes since 1871. *Meteorol. Z.* 21, pp. 13-27.
- Chiou, Paul; Miao, Weiwen and Ho T. C. (2012). The Annual Maximum Wind Speed at Pisa Airport in Italy, *I J of Enviro Sci and Develop.* 3(3), pp. 258-262.
- Ekhtesasi, M. and Dadfar, S. (2013). Investigation on Relationship between Coastal Hurricanes and Sand Dunes Morphology in South of Iran. *Physical Geography Research Quarterly*, 45(4), pp. 61-72. [In Persian]
- Emmer, A. (2018). Geographies and scientometrics of research on natural hazards. *Geosciences*, 8(10), p. 382.
- Ganea, D., Mereuta, E. and Rusu, L. (2018). Estimation of the near future wind power potential in the Black Sea. *Energies*, 11(11), pp. 3198.
- Georgopoulou, E., Mirasgedis, S., Sarafidis, Y., Hontou, V., Gakis, N. and Lalas, D. P. (2019). Climatic preferences for beach tourism: an empirical study on Greek islands. *Theoretical and applied climatology*, 137(1), pp. 667-691.
- Ghaedi, S. (2019). The variability and trends of monthly maximum wind speed over Iran. *IDŐJÁRÁS/quarterly journal of the Hungarian meteorological service*, 123(4), pp. 521-534.
- Healy, T. R. (2018). Coastal wind effects. In C. Finkl & C. Makowski (Eds.), *Encyclopedia of coastal science. Encyclopedia of earth sciences series*. New York: Springer.
- Karimi, H., Bagherzadeh Asl, K. and Torabi, S. (2020). Feasibility and Implementation of Integrated Management of the West Coast of the Mazandran Province according to the ICZM. *Innovation Management and Operational Strategies*, 1(4), pp. 422-449.
- Karimipour, Y., Mohammadi, H., Azizzadeh Tasouj, M. and Salimnejad, N. (2016). Strategic Differences of Iran's Coasts. *Geopolitics Quarterly*, 12(41), pp. 1-23. [In Persian]
- komijani, F., nasrollahi, A., nazari, N. and nahid, S. h. (2014). The Persian Gulf wind analysis using meteorological synoptic stations data. *Nivar*, 38(84-85), pp. 27-44. [In Persian]
- Mahdzadeh, M. M. and Kasabi, M. S. (2014). Estimation of Storm Surge Dominated Wave Height in Iranian Coastlines of Oman Sea. *Journal of Marine Science and Technology*, 13(1), pp. 41-50. [In Persian]
- Mousavi, S.A., Jalali, K. and Mohammadi, A. A. (2008). Determination of Shorelines Length in Iran's Northern and Southern Coasts, 8th international conference of costals, Tehran: Shipping and ports organisation. [In

Persian]

- Pes, M.P., Pereira E.B., Marengo J.A., Martins F.R., Heinemann D. and Schmidt M. (2017). Climate trends on the extreme winds in Brazil, *Renew Energy*. 109, pp.110-120.
- Refahi, H. (2012). *Wind erosion and conservation*, Tehran: Tehran university press. [In Persian]
- Rezaee Mazyak, A. and Hajmomeni, A. (2021). Numerical Modeling of the Storm Surge of NANAUK and ASHOOBA Tropical Cyclones in the Makran Coasts. *marine-engineering*, 17 (34, pp.13-24. [In Persian]
- Rusu, L., Raileanu, A. B. and Onea, F. (2018). A comparative analysis of the wind and wave climate in the Black Sea along the shipping routes. *Water*, 10(7), pp. 924.
- Shepherd, J. G., Brewer, P. G., Oschlies, A. and Watson, A. J. (2017). Ocean ventilation and deoxygenation in a warming world: introduction and overview. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 375(2102), 20170240.
- Tavousi, T., Khosravi, M. and Lotfipoor, Z. (2014). Predicting of the extreme winds occurrence in the coastal marines (coasts of Bushehr). 3. 2014; 6 (1), pp. 39-50. [In Persian]
- Ulbrich, U., Leckebusch G.C. and Donat MG. (2013). Windstorms, the most costly natural hazard in Europe. In *Natural Disasters and Adaptation to Climate Change*, Boulter S, Palutikof J, Karoly DJ, Guitart D (eds). *Cambridge University Press: Cambridge, UK*. 11, pp.109–120.
- Xiaomei, Y., Zongxing L., Qi F., Yuanqing H., Wenlin A., Wei Z., Weihong C., Tengfei Y., Yamin W. and Theakstone WH. (2012). The decreasing wind speed in southwestern China during 1969–2009, and possible causes. *Quat. Int.* 263, pp.71–84.
- Zainescu, F., Tatui, F., Valchev, N. and Vespremeanu-Stroe, A. (2017). Storm climate on the Danube delta coast: evidence of recent storminess change and links with large-scale teleconnection patterns. *Natural Hazards*, 87, pp. 599–621.

نحوه استناد به این مقاله:

قاندى، سهراب و اسمعیل نژاد، مرتضى (۱۴۰۰). تغییرات زمانی - مکانی باد بیشینه در نواحی ساحلی ایران. *مطالعات جغرافیایی نواحی ساحلی*، ۳(۸)، صص. ۴۵-۶۰.
DOI:10.22124/gscsj.2022.21182.1129

Copyrights:

Copyright for this article are retained by the author(s), with publication rights granted to *Geographical studies of Coastal Areas Journal*. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

