

## نوسانهای وقوع باد و روزهای طوفانی طی نیم قرن گذشته در منطقه خزری

مصطفی جعفری

استادیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور. پست الکترونیک: mostafajafari@rifr-ac.ir

تاریخ پذیرش: ۸۷/۷/۶

تاریخ دریافت: ۸۶/۸/۲۸

### چکیده

در این تحقیق براساس بازدید از مناطق جنگلی و مطالعه نقشه پوشش گیاهی، سه منطقه که معرف اقلیمهای اصلی جنگلهای هیرکانی می باشند انتخاب شدند. این سه منطقه عبارتند از: اقلیم مرطوب در غرب (گیلان)، اقلیم معتدل در قسمت میانی (مازندران) و اقلیم خشکتر در شرق (گرگان). در تحلیل و بررسیها، داده‌های ثبت شده در چهار ایستگاه هواشناسی مورد بهره‌برداری قرار گرفتند. تغییرات عوامل مختلف اقلیمی شامل حداکثر، حداقل و متوسط سالانه درجه حرارت، میزان روزانه و سالانه نزولات جوی، سرعت باد و روزهایی که در آن تندر و طوفان واقع شده و نیز ارتباط آماری آن با دما و نزولات آسمانی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در هر چهار ایستگاه روند روزهای با تندر و طوفان در طول حدود پنجاه سال گذشته، روندی افزایشی را نشان می‌دهد که از نظر آماری ارتباط مثبت با هم دارند. دو ایستگاه انزلی و بابلسر که تحت تأثیر اقلیم ساحلی دریای خزر می‌باشند در مقایسه با دو ایستگاه رشت و گرگان روزهای طوفانی بیشتری را نشان می‌دهند. در سالهای اولیه این تحقیق (حدود سالهای ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۵) در ایستگاه رشت مشابه ایستگاه گرگان، وقوع روزهای طوفانی وجود ندارد، اما پس از آن روند افزایشی را با شیب تند نشان می‌دهند. این تغییرات تحت تأثیر تغییرات واقع شده در روند دمایی و نزولات جوی در این دو ایستگاه می‌باشد. متوسط ماهانه تعداد روزهای طوفانی همراه با تندر در مدت حدود پنجاه سال گذشته برای هر چهار ایستگاه در ماههای سرد، بسیار محدود و حدود صفر و برای هر چهار ایستگاه در مهرماه یک روند افزایشی را نشان می‌دهد. روزهای با وقوع تندر و طوفان در هر چهار ایستگاه ارتباط آماری مثبت را نشان می‌دهد و این همسوئی در ایستگاههای گرگان و رشت (۰/۹۰۵۸۳۷)، انزلی و رشت (۰/۶۲۰۱۰۷) و انزلی و گرگان (۰/۵۷۹۱۷) به صورت معنی‌دارتری مشاهده می‌شود. نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که روند وقوع تعداد روزهای با باد همراه با تندر در منطقه خزر تغییر کرده و در طول سالهای مورد مطالعه نرخ افزایشی داشته است. بر مبنای نتایج حاصل از این تحقیقات می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات در نرخ روند دما و میزان نزولات جوی در طول نیم قرن گذشته و به‌ویژه در مدت ۲۵ سال گذشته، تأثیرات مهمی در سرعت و جهت بادها گذاشته است.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، باد، تندر و طوفان، منطقه خزری.

### مقدمه

نتایج حاصل از تحقیقات علمی نشان داده است که تغییر اقلیم باعث وقوع طوفانهای شدید به‌ویژه در مناطق گرمسیری شده و در نتیجه خسارتهایی را به جوامع انسانی و اکوسیستمهای مختلف از جمله اکوسیستمهای ساحلی وارد آورده است.

براساس خلاصه گزارشی که توسط گروه بررسی اثرها، تطابق و آسیب‌پذیری مجمع بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC) برای سیاست‌گذاران تهیه شده، اعلام شده که از سال ۱۹۷۰ تاکنون بر تعداد و شدت تندبادها و بادهای موسمی در منطقه آتلانتیک شمالی و نیز سایر مناطق افزوده شده که این موضوع در ارتباط با افزایش درجه حرارت سطح آب دریاها بوده است. از این رو پیش‌بینی

مرتبط با کاهش میزان دی‌اکسیدکربن و آلوده‌کننده‌های هوا داشته باشد. این نتایج می‌تواند زمینه مقایسه‌ای را بین اثرهای تغییر اقلیم (ناشی از قدرت باد) و کاهش تغییر اقلیم بدست آمده در جانشین نمودن باد به‌جای سوخته‌های فسیلی فراهم کند (Keith et al., 2004).

در اثر اختلاف فشار موجود در جو که به‌دلیل تفاوت در میزان انرژیهای دریافت شده از خورشید بوجود آمده، با حرکت توده هوا از طرف منطقه پرفشار به‌سمت منطقه کم‌فشار در سطح زمین، باد ایجاد می‌شود. این حرکت توده هوا در مناطق پرفشار به‌صورت طوفان و در مناطق کم‌فشار به‌صورت نسیم بروز می‌کند. الگوی اولیه ایجاد بادهای نتیجه: الف) فشار مرتبط به درجه شیب و ب) چرخش زمین است. از آن‌جا که زمین سعی به حفظ تعادل انرژی دارد، بنابراین حرارت از مناطق گرم‌تر به مناطق سردتر انتقال می‌یابد. تراکم و چگالی هوا به درجه حرارت بستگی دارد و بدین معنی است که هوای گرم چگالی کمتری از هوای سرد دارد. در مقیاس بزرگ این موضوع منتهی به مناطق با فشار کم و زیاد جوی شده و در مقیاس کوچک بادهای محلی را ایجاد می‌کند. ساده‌ترین مثال، نسیم‌هایی است که در سواحل از سمت دریا (در روز) و یا از سمت خشکی (در شب) ایجاد می‌شوند (Astwood, 2003).

بیوفورت در سال ۱۸۰۵ (Admiral Sir Francis Beaufort) در انگلستان برای سفرهای دریایی، مقیاس اندازه‌گیری شدت باد را تعریف نمود که به‌نام ایشان به مقیاس اندازه‌گیری بیوفورت شناخته می‌شود. این شدت از صفر (خیلی آرام - calm) تا ۱۲ (طوفان - hurricane) تغییر می‌نماید. در دفتر هواشناسی انگلستان وقتی شدت باد بیشتر از ۸ پیش‌بینی شود برای سفرهای دریایی و اگر مقدار پیش‌بینی آن بیشتر از ۵-۷ باشد در مورد بادهای محلی اعلام خطر می‌نمایند (Anon., 1914).

میزان سرعت باد بر مبنای انواع فشار به‌صورت زیر است:

شده که در آینده نیز بر تعداد و شدت آن افزوده خواهد شد (Anon, 2007; Cruz et al., 2007).

مشاهدات و نتایج بیش از صد سال تحقیقات متعدد، نشان می‌دهد که اقلیم و پدیده‌های شدید آب و هوایی مثل طوفان بر گیاهان و حیوانات در سطوح محلی و منطقه‌ای اثر می‌گذارد (Parmesan, 2006). داده‌های موجود نشان می‌دهد که شدت و ظرفیت‌های تخریب‌کننده طوفانها در طول ۳۰ سال گذشته دو برابر شده است و این در ارتباط با افزایش درجه حرارت سطح دریاها می‌باشد که در پی تغییر اقلیم واقع شده است (Emanuel, 2005). داده‌های بدست آمده در نیمکره جنوبی طی مدت کوتاه (۱۴ سال)، مبین ارتباط معنی‌دار و گسترده‌ای بین باد، دما و نزولات جوی می‌باشد (Van den Broeke & Van Lipzig, 2004). براساس نتایج حاصل از یک تجزیه و تحلیل جهانی از طوفانها (hurricane) در حوزه‌های مختلف، ارتباط گرم شدن سرزمین و شدت طوفانها مورد تأکید قرار گرفته است (Webster et al., 2005).

استفاده از قدرت باد در مقیاس بزرگ می‌تواند اقلیم محلی و جهانی را با بهره‌گیری و استخراج انرژی جنبشی تغییر دهد و نیز باعث تغییر انتقال تلاطم جریان هوا در لایه‌های جو (اتمسفر) شود.

(Keith et al., 2004) گزارش مطالعات خود را در مورد بکارگیری مدل شبیه‌سازی شده اقلیمی مبنی بر این که اثرهای قدرت باد ممکن است در سطح منطقه‌ای و جهانی اتفاق بیفتد، ارائه نمودند. ایشان با بکارگیری دو مدل عمومی، اثرهای جریان باد و چندین عامل دیگر و تأثیرات متقابل توربینهای بادی و لایه‌های مرزی جو را توضیح دادند. براساس یافته‌های آنها، بخش زیادی از قدرت باد می‌تواند تغییرات اقلیمی غیرقابل چشم‌پوشی را در مقیاس قاره‌ای سبب شود. اگرچه اثرها در مقیاس بزرگ مشاهده شده است، اما قدرت باد اثرهای قابل اغمازی نیز در تأثیر بر روی درجه حرارت سطحی جهانی دارد و این می‌تواند مزایای جهانی گسترده‌ای

قسمت جنوبی ایران به ۱۳۰ کیلومتر بر ساعت کاهش یافت. براساس گزارش کارشناسی، مشابه چنین تند بادی در سی سال قبل اتفاق افتاده بود (بی‌نام، ۱۳۸۶-ب).

### جنگلهای هیرکانی (خزری)

مناطق اکولوژیک جنگلی در ایران را می‌توان به این طبقات دسته‌بندی نمود: الف) شمال، جنگلهای خزری (ب) غرب، جنگلهای زاگرس (ج) شمال‌غرب، جنگلهای ارسباران (د) جنوب، جنگلهای نیمه‌گرمسیری در منطقه خلیج فارس و (ه) مرکزی، جنگلهای پراکنده (جعفری، ۱۳۸۵). جنگلهای خزری و یا جنگلهای هیرکانی، جنگلهای معتدلی هستند که در شمال ایران به‌صورت نوار باریکی بر روی شیب شمالی رشته کوههای البرز قرار گرفته‌اند و در بعضی مناطق تا بیش از ۲۰۰۰ میلی‌متر از نزولات جوی را دریافت می‌نمایند (Jafari, 1997).

### مواد و روشها

براساس بازدید از مناطق جنگلی و مطالعه نقشه پوشش گیاهی، سه منطقه که معرف اقلیمهای اصلی جنگلهای هیرکانی باشند انتخاب شدند (شکل ۱ و جدول ۱). این سه منطقه عبارتند از: اقلیم مرطوب در غرب (گیلان)، اقلیم معتدل در قسمت میانی (مازندران) و اقلیم خشکتر در شرق (گرگان). در تحلیل و بررسیها، داده‌های ثبت شده در چهار ایستگاه هواشناسی مورد بهره‌برداری قرار گرفتند (جعفری، ۱۳۸۷ و سایت سازمان هواشناسی). دو ایستگاه انزلی و بابلسر به‌رغم همجواری با اکوسیستمهای جنگلی در محلی قرار گرفته‌اند که تحت تأثیر اقلیم ساحلی نیز می‌باشند. دو ایستگاه رشت و گرگان در عمق بیشتری از جنگل قرار دارند که یکی در اقلیم مرطوب و دیگری در اقلیم خشکتر قرار گرفته است.

فشار ۰ تا ۲: سرعت از ۰ تا ۳ متر بر ثانیه (از ۰ تا ۱۱ کیلومتر بر ساعت و یا از ۰ تا ۷ مایل بر ساعت)  
فشار ۳ تا ۴: سرعت از ۳/۳ تا ۸ متر بر ثانیه (از ۱۲ تا ۲۹ کیلومتر بر ساعت و یا از ۸ تا ۱۸ مایل بر ساعت)  
فشار ۵ تا ۶: سرعت از ۸/۳ تا ۱۳/۸ متر بر ثانیه (از ۳۰ تا ۵۰ کیلومتر بر ساعت و یا از ۱۹ تا ۳۱ مایل بر ساعت)  
فشار ۷ تا ۹: سرعت از ۱۴ تا ۲۴ متر بر ثانیه (از ۵۱ تا ۸۷ کیلومتر بر ساعت و یا از ۳۲ تا ۵۴ مایل بر ساعت)  
فشار ۱۰ تا ۱۲: سرعت از ۲۴/۴ تا ۳۲/۷ متر بر ثانیه (از ۸۸ تا ۱۱۸ کیلومتر بر ساعت و یا از ۵۵ تا ۷۴ مایل بر ساعت) (Anon., 1914).

وقوع طوفانها خسارتهای متعددی به بخشهای مختلف وارد می‌آورند. با بهره‌گیری از انرژی باد به‌عنوان انرژی جایگزین این امکان فراهم می‌آید تا انتشار گازها محدودتر شود. همچنین توسط باد آلودگیهای بوجود آمده در سطح زمین جابه‌جا شده و محیط مناسبتری برای زندگی فراهم می‌آید. باد می‌تواند در فصل گرم باعث کاهش درجه حرارت و در فصل سرد احتمالاً باعث افزایش اثر یخ‌زدگی شود.

براساس اعلام کارشناسان مرکز پیش‌بینی سازمان هواشناسی، پس از وقوع بادی با سرعت زیاد از غرب به شرق تهران که سرعت آن از ۱۱ متر به ۳۵ متر بر ثانیه رسید، در مدت ۴۵ دقیقه درجه حرارت از ۳۱ درجه به ۲۳ درجه سانتی‌گراد و میزان دید افقی در فرودگاه مهرآباد از ۱۰ کیلومتر به ۸۰۰ متر کاهش یافت که باعث ایجاد خسارتهای فراوان شد (بی‌نام، ۱۳۸۶-الف).

در روز چهارشنبه ۱۶ خرداد ۱۳۸۶ (۶ ژوئن ۲۰۰۷) گونو (Gonu)، تند بادی که از روی دریای عمان در منطقه خلیج فارس با سرعت ۲۵۰ کیلومتر بر ساعت عبور نمود، سرعت آن در نزدیکی زمینهای عمان به ۲۰۰ کیلومتر و در



شکل ۱- جایگاه ایستگاهها و نقاط مورد مطالعه در جنگلهای هیرکانی

تفاوت‌هایی می‌باشند. نزولات جوی در مناطق جنگلی خزری از غرب (انزلی: حدود ۲۰۰۰ میلیمتر در سال) به شرق (گرگان: حدود ۶۰۰ میلیمتر در سال) کاهش می‌یابد. مناطق جلگه‌ای خزر از نظر اقلیمی ممکن است به مناطقی با تابستانهای بارانی و زمستانهای معتدل آرام توصیف شود که یادآور تیپ اقلیم اقیانوسی است (Zohary, 1973). اطلاعات مربوط به مشخصات ایستگاهها در جدول ۱ آمده است (جعفری، ۱۳۸۷).

تغییرات عوامل مختلف اقلیمی شامل حداکثر، حداقل و متوسط سالانه درجه حرارت و نیز میزان روزانه و سالانه نزولات جوی مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج آن به صورت مجزا ارائه شد (جعفری، ۱۳۸۷). در این تحقیق سرعت باد و روزهایی که در آن تندر و طوفان (DWTS) واقع شده است و ارتباط آماری آن با دما و نزولات جوی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. مناطق مورد بررسی دارای اکوسیستم جنگلی و از نظر کلی دارای همگونی اقلیمی بوده و از نظر محلی دارای

جدول ۱- مشخصات ایستگاههای مورد مطالعه

نام ایستگاه	کد ایستگاه	عرض جغرافیایی (شمالی)	طول جغرافیایی (شرقی)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	سالهای ثبت داده‌ها	مدت (سال)
انزلی	۴۰۷۱۸	۳۷ ۲۸'	۴۹ ۲۸'	- ۲۶/۲	۱۹۵۱ تا ۲۰۰۵	۵۴
رشت	۴۰۷۱۹	۳۷ ۱۵'	۴۹ ۳۶'	- ۶/۹	۱۹۵۶ تا ۲۰۰۵	۴۹
بابلسر	۴۰۷۳۶	۳۶ ۴۳'	۵۲ ۳۹'	- ۲۱/۰	۱۹۵۱ تا ۲۰۰۵	۵۴
گرگان	۴۰۷۳۸	۳۶ ۵۱'	۵۴ ۱۶'	۱۳/۳	۱۹۵۲ تا ۲۰۰۵	۵۳

طوفانی در انزلی بیشتر است و روند آن از سال ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۵ براساس رابطه

$$Y = 14/4338 + 0/137286 \times t$$

می‌دهد (t؛ زمان). درحالی‌که در ایستگاه رشت تعداد روزهای با تندر و طوفان بسیار محدود بوده و حتی برای مدت ۱۰ سال، تا سال ۱۹۷۵ حدود صفر بوده است که سپس طبق رابطه  $Y = -0/46286 + 0/629916 \times t$  به شدت افزایش یافته است. ممکن است که تفاوت عمومی موجود بین این دو ایستگاه که فاصله زیادی هم از یکدیگر ندارند (حدود ۳۶ کیلومتر مسیر زمینی و حدود ۱۰ کیلومتر مسیر هوایی)، متأثر از رژیم حرارتی دریای خزر و مرداب انزلی باشد که بر روی ایستگاه انزلی اثر می‌گذارد. از طرف دیگر، تغییر روند دمایی بر روی تعداد روزهای با وقوع تندر و طوفان در ایستگاه رشت و با شدت کمتر بر ایستگاه انزلی اثر گذاشته است (شکل‌های ۳ و ۴).

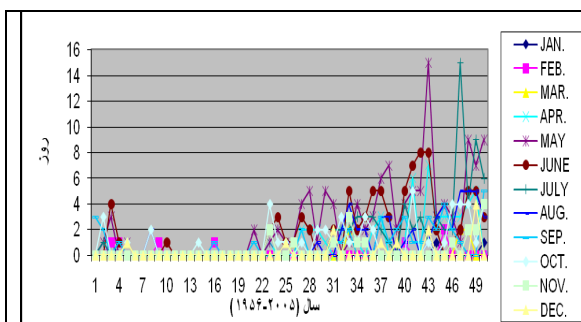
تمامی داده‌ها با استفاده از روش مدل خطی (Linear Trend Model)، تجزیه واریانس و تحلیل رگرسیون و به‌کارگیری نرم‌افزارهای Minitab و Excel از نظر آماری تجزیه و تحلیل شدند که نتایج حاصل به تناسب و ضرورت در شکلها و جدولها ارائه شده است.

## نتایج

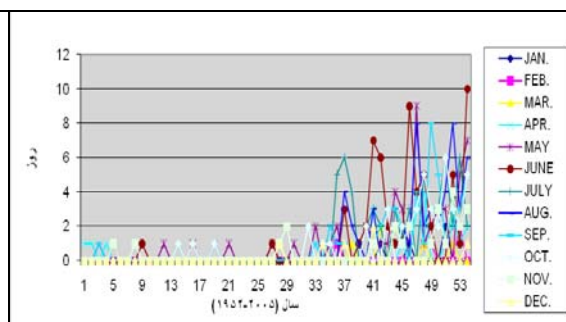
### تغییرات تعداد روزهای با تندر و طوفان

روند تعداد روزهای با تندر و طوفان در هر چهار ایستگاه در طول پنجاه سال گذشته، روندی افزایشی است (جدولهای ۲، ۳، ۴ و ۵) که از نظر آماری با یکدیگر ارتباط (correlation) مثبت دارند (جدول ۶).

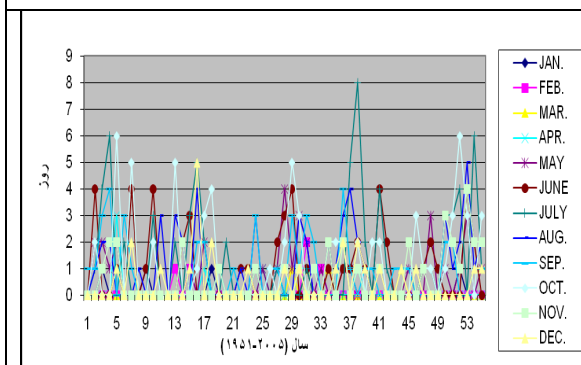
مقایسه فراوانی روزهای توام با تندر و طوفان در ایستگاههای رشت و انزلی نشان می‌دهد که تعداد روزهای



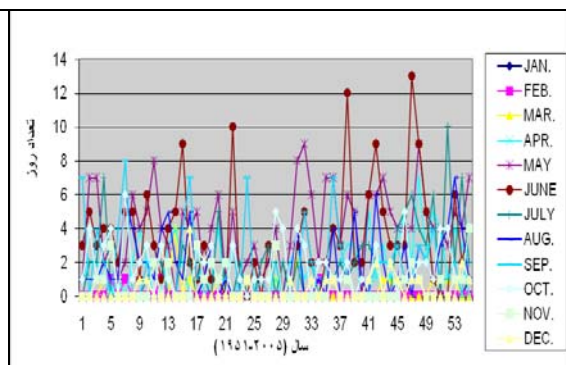
شکل ۳- توزیع سالانه و ماهانه تعداد روزهای طوفانی در ایستگاه رشت



شکل ۲- توزیع سالانه و ماهانه تعداد روزهای طوفانی در ایستگاه گرگان



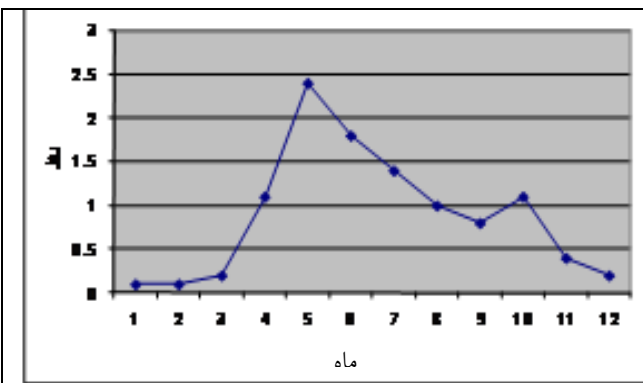
شکل ۵- توزیع سالانه و ماهانه تعداد روزهای طوفانی در ایستگاه بابل



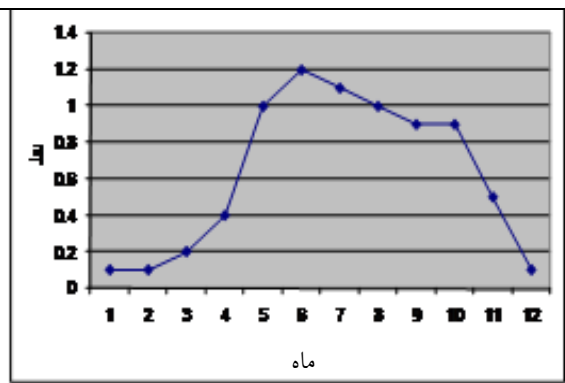
شکل ۴- توزیع سالانه و ماهانه تعداد روزهای طوفانی در ایستگاه انزلی

متوسط ماهانه تعداد روزهای طوفانی در مدت حدود پنجاه سال گذشته برای هر چهار ایستگاه در ماههای سرد (دسامبر، ژانویه، فوریه و مارس)، بسیار محدود و حدود صفر (۰) بوده است. در ایستگاههای انزلی و رشت پنجمین ماه سال میلادی (می) دارای بیشترین میزان روزهای طوفانی می‌باشد و میزان آن در ایستگاه انزلی (۴/۵ روز) حدود دو برابر ایستگاه رشت (۲/۵ روز) است (شکل‌های ۷ و ۸). در ایستگاههای گرگان و بابلسر ششمین و هفتمین ماههای سال (ژوئن و جولای) دارای بیشترین میزان روزهای طوفانی می‌باشند (شکل‌های ۶ و ۹) و در هر چهار ایستگاه دهمین ماه سال (اکتبر) یک پیک افزایشی را نشان می‌دهد (شکل‌های ۶، ۷، ۸ و ۹).

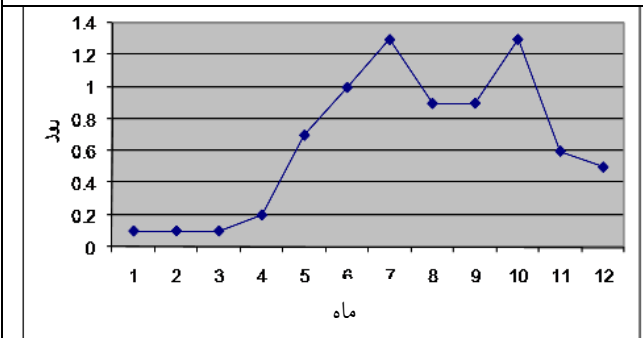
دو ایستگاه انزلی و بابلسر که تحت تأثیر اقلیم ساحلی دریای خزر می‌باشند (شکل‌های ۴ و ۵) در مقایسه با دو ایستگاه رشت و گرگان روزهای طوفانی بیشتری را نشان می‌دهند (شکل‌های ۲ و ۳). در سالهای اولیه این تحقیق (حدود سالهای ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۵) در ایستگاه رشت مشابه ایستگاه گرگان، وقوع روزهای طوفانی وجود ندارد، اما پس از آن روند افزایشی را با شیب تند نشان می‌دهد. این تغییرات تحت تأثیر تغییرات واقع شده در روند دمایی (شکل‌های ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۷) و نزولات جوی (شکل‌های ۲۶، ۲۷، ۲۸ و ۲۹) در این دو ایستگاه می‌باشد.



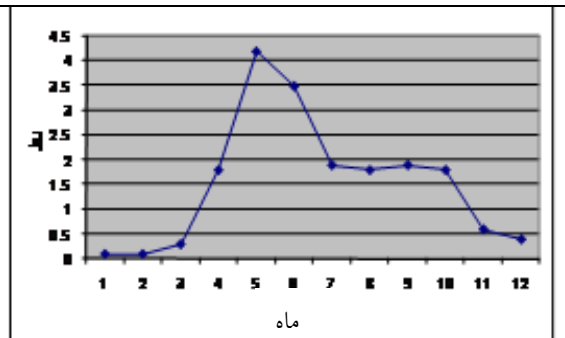
شکل ۷- متوسط روزهای با تندر و طوفان برای تمام سالها (۲۰۰۵ - ۱۹۵۶) در ایستگاه رشت



شکل ۶- متوسط روزهای با تندر و طوفان برای تمام سالها (۲۰۰۵ - ۱۹۵۲) در ایستگاه گرگان



شکل ۹- متوسط روزهای با تندر و طوفان برای تمام سالها (۲۰۰۵ - ۱۹۵۱) در ایستگاه بابلسر



شکل ۸- متوسط روزهای با تندر و طوفان برای تمام سالها (۲۰۰۵ - ۱۹۵۱) در ایستگاه انزلی

کاهش یابنده داشته، در صورتی که تعداد روزهای با وقوع تندر و طوفان روند افزایشی را نشان می‌دهد.

متوسط ماهانه روزهای طوفانی با متوسط ماهانه سرعت باد در ایستگاههای رشت، انزلی و بابلسر ارتباط آماری منفی دارد، در صورتی که در ایستگاه گرگان این ارتباط آماری مثبت می‌باشد (جدول ۴). ارتباط آماری موجود متأثر از شرایط اقلیمی ایستگاهها و تغییرات دما و نزولات جوی می‌باشد (جدول ۵).

به‌طور کلی منحنی‌های متوسط ماهانه سرعت باد در ماههای مختلف در ایستگاههای انزلی و رشت ارتباط آماری منفی با تعداد روزهای طوفانی داشته، در صورتی که این ارتباط در ایستگاههای بابلسر و گرگان ارتباط آماری مثبت را نشان می‌دهد.

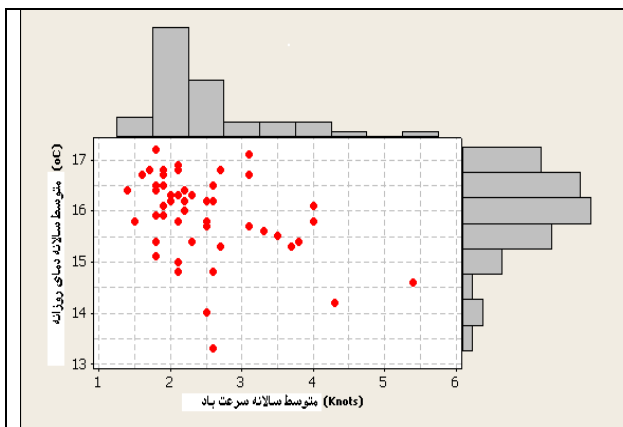
سرعت باد ارتباط مستقیمی با میزان بارندگی و درجه حرارت دارد. پراکندگی نقاط در پلاتهای ارائه شده برای ایستگاههای انزلی و بابلسر که دارای اقلیم متأثر از دریا می‌باشند در مقابل تمرکز نقاط در ایستگاههای رشت و گرگان به روشنی قابل ملاحظه می‌باشد (شکل‌های ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۲۲، ۲۳، ۲۴ و ۲۵). معمولاً به‌علت تأثیر معکوس اثرهای دما و میزان نزولات جوی، این اثرها بر روی سرعت باد نیز منعکس می‌شوند (شکل ۱۰).

روند افزایشی روزهای طوفانی در ایستگاه انزلی در ارتباط آماری مثبت با روند تغییرات متوسط درجه حرارت روزانه به‌ویژه در ۱۳ سال آخر می‌باشد و در ایستگاه بابلسر در ارتباط بسیار مثبت است، در حالی که در ایستگاه گرگان در بلندمدت، ارتباط آماری خاصی با روند تغییرات متوسط درجه حرارت روزانه که تقریباً به‌حالت خط افقی است، ندارد، اما در ۲۵ سال گذشته و به‌ویژه در ۱۳ سال آخر دارای ارتباط آماری خوبی است. همچنین روند افزایشی روزهای طوفانی با متوسط سالانه فشار بخار آب دارای ارتباط آماری مثبت می‌باشد.

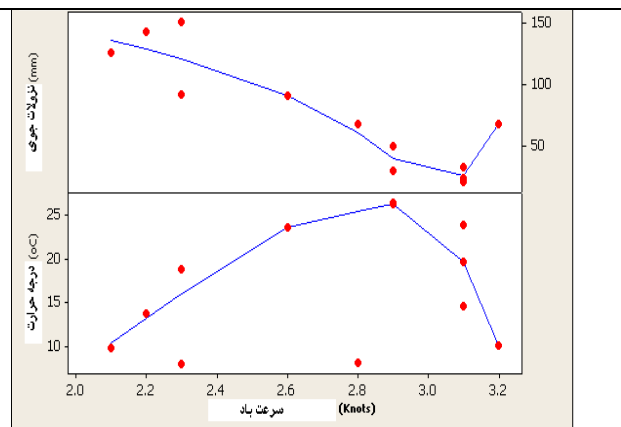
روند افزایشی روزهای طوفانی در ایستگاه رشت در ارتباط آماری مثبت با روند تغییرات متوسط درجه حرارت روزانه بوده و همچنین با مجموع نزولات جوی سالانه دارای ارتباط آماری مثبت به‌ویژه در ۱۱ سال آخر می‌باشد.

#### تغییرات در میزان سرعت باد

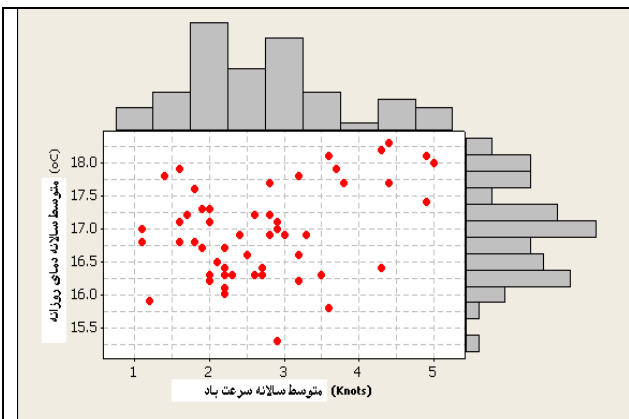
افزایش روند تعداد روزهای طوفانی همراه با تندر با متوسط سالانه سرعت باد در ایستگاه گرگان رابطه آماری مثبت داشته، در صورتی که در ایستگاه رشت رابطه آماری منفی را نشان می‌دهد. در ایستگاه رشت روند متوسط سالانه سرعت باد در طول حدود پنجاه سال گذشته شیب



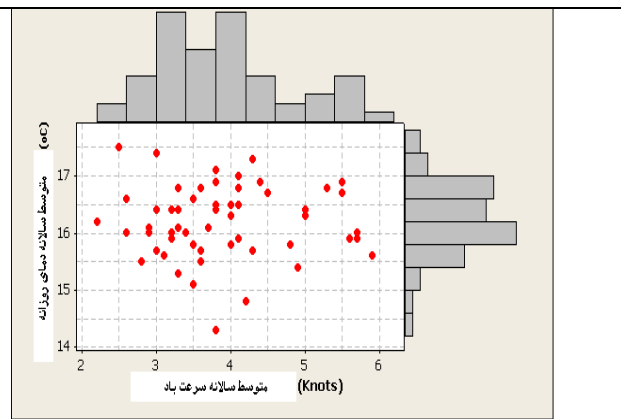
شکل ۱۱- پلات مارجینال متوسط سالانه دمای روزانه و متوسط سالانه سرعت باد در ایستگاه رشت (۱۹۵۶-۲۰۰۵)



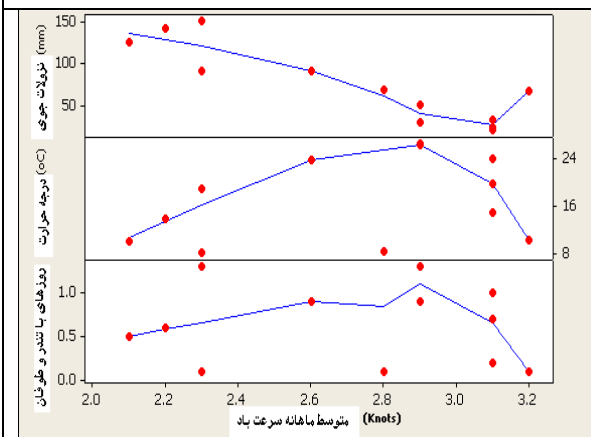
شکل ۱۰- پلات ماتریکس متوسط ماهانه سرعت باد با مجموع ماهانه نزولات جوی و متوسط ماهانه دمای روزانه در ایستگاه بابلسر (۱۹۵۱-۲۰۰۵)



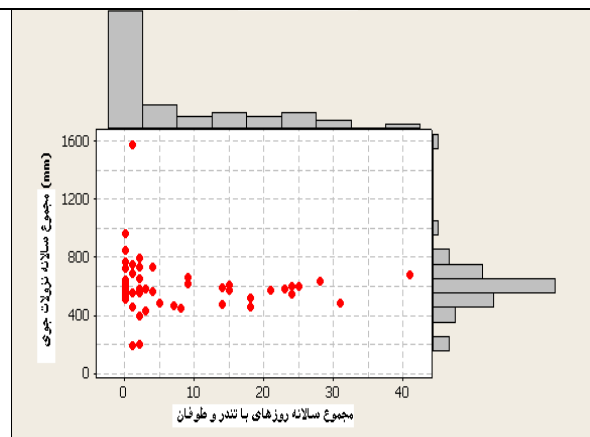
شکل ۱۳- پلات مارجینال متوسط سالانه دمای روزانه و متوسط سالانه سرعت باد در ایستگاه بابلسر (۱۹۵۱-۲۰۰۵)



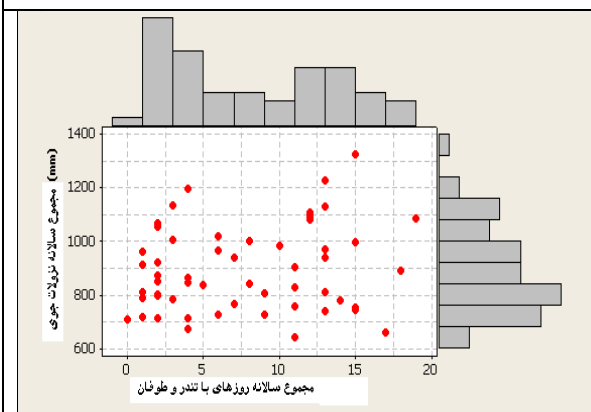
شکل ۱۲- پلات مارجینال متوسط سالانه دمای روزانه و متوسط سرعت باد در ایستگاه انزلی (۱۹۵۱-۲۰۰۵)



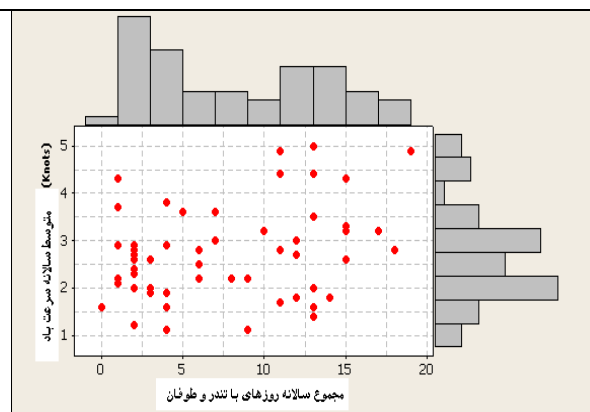
شکل ۱۵- پلات ماتریکس سرعت ماهانه باد با مجموع ماهانه نزولات جوی، متوسط ماهانه دمای روزانه و متوسط ماهانه روزهای با تندر و طوفان در ایستگاه بابلسر (۱۹۵۱-۲۰۰۵)



شکل ۱۴- پلات مارجینال مجموع سالانه نزولات جوی و مجموع سالانه روزهای با تندر و طوفان در ایستگاه گرگان (۱۹۵۱-۲۰۰۵)

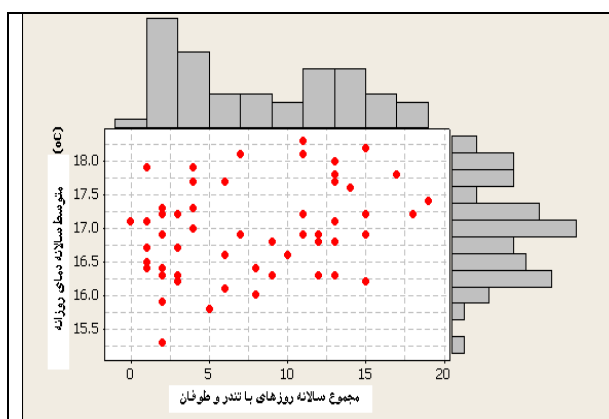


شکل ۱۷- پلات مارجینال مجموع سالانه نزولات جوی و مجموع سالانه روزهای با تندر و طوفان در ایستگاه بابلسر (۱۹۵۱-۲۰۰۵)

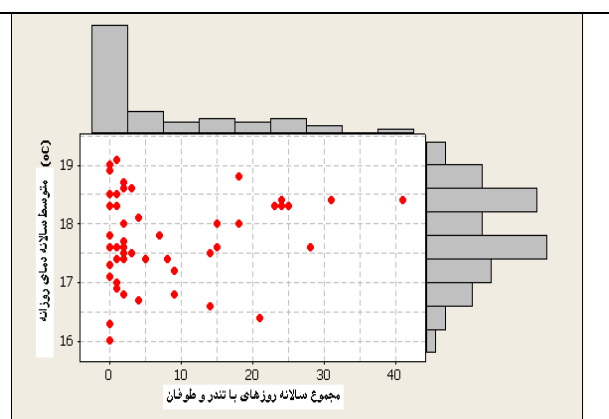


شکل ۱۶- پلات مارجینال متوسط سالانه سرعت باد و مجموع سالانه روزهای با تندر و طوفان در ایستگاه انزلی (۱۹۵۱-۲۰۰۵)

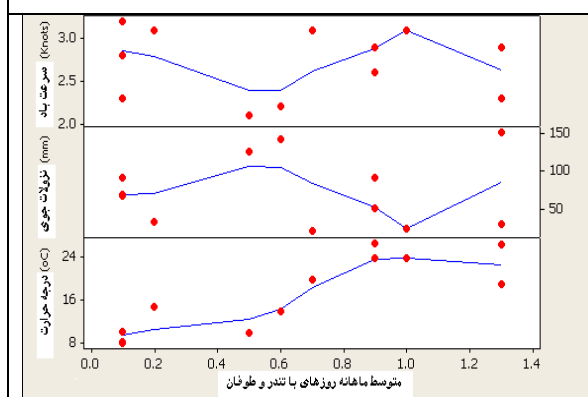




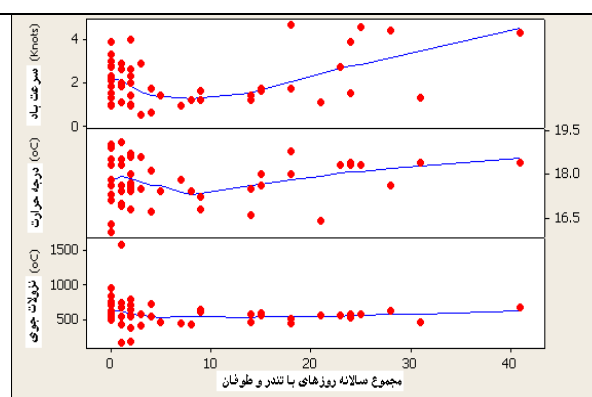
شکل ۱۹- پلات مارچینال متوسط سالانه دمای روزانه و مجموع سالانه روزهای با تندر و طوفان در ایستگاه بابلسر (۱۹۵۱-۲۰۰۵)



شکل ۱۸- پلات مارچینال متوسط سالانه دمای روزانه و مجموع سالانه روزهای با تندر و طوفان در ایستگاه گرگان (۲۰۰۵-۱۹۵۲)



شکل ۲۱- پلات ماتریکس مجموع روزهای طوفانی با متوسط ماهانه دما، مجموع ماهانه نزولات جوی و سرعت باد در ایستگاه بابلسر (۱۹۵۱-۲۰۰۵)



شکل ۲۰- پلات ماتریکس مجموع سالانه روزهای طوفانی با متوسط سالانه دمای روزانه، مجموع سالانه نزولات جوی و سرعت باد در ایستگاه گرگان (۱۹۵۲-۲۰۰۵)

افزایشی تعداد روزهای طوفانی ارتباط آماری مثبتی را نشان می‌دهد (جدولهای ۲ و ۳).

#### ارتباط آماری نتایج و تحلیل داده‌ها

براساس تجزیه و تحلیل داده‌ها، نتایج حاصل به تناسب و ضرورت در شکلها و جدولها ارائه شده است.

#### تغییرات در متوسط سالانه فشار بخار

روند متوسط سالانه فشار بخار در ایستگاه انزلی با مجموع بارندگی سالانه ارتباط آماری منفی را نشان می‌دهد، در صورتی که با متوسط معدل درجه حرارت روزانه ارتباط آماری کم و بیش مثبتی را نشان می‌دهد. روند متوسط سالانه فشار بخار در ایستگاه گرگان با روند

جدول ۲- تحلیل داده‌ها و رابطه افزایش یا کاهش در روزهای طوفانی، فشار بخار آب و سرعت باد

(↑): روند مثبت افزایش یافته، ↓: روند منفی کاهش یافته، اعداد داخل پرانتز بیانگر سال است)

ایستگاه (سال)	روزهای طوفانی	فشار بخار آب	سرعت باد
رشت (۴۹)	- ۵ + ۰/۶	۱۵ + ۰/۰۷	۳ - ۰/۰۲
	+↑	+↑	-↓
انزلی (۵۴)	۱۴ + ۰/۱	۱۵ + ۰/۰۱	۳ + ۰/۰۰۲
	+↑	+↑	+↑
		(۵۳)	
بابلسر (۵۴)	۶ + ۰/۰۳	۱۶ + ۰/۰۱	۲ + ۰/۰۲
	+↑	+↑	+↑
گرگان (۵۳)	- ۶ + ۰/۵	۱۳ + ۰/۰۴	۲ + ۰/۰۰۰۸
	+↑	+↑	-↓
		(۳۹)	(۴۹)

جدول ۳- ارتباط آماری تعداد روزهای با تندر و طوفان با متوسط سالانه دمای روزانه، فشار بخار آب و سرعت باد

و نزولات آسمانی سالانه

ایستگاه (سال)	متوسط سالانه دمای روزانه	فشار بخار آب	سرعت باد	نزولات جوی سالانه
رشت (۴۹)	۰/۴۰۹۸۰۴	۰/۲۵۸۴۸۶	-۰/۳۴۲۲۴	۰/۰۰۸۱۹۴
انزلی (۵۴)	۰/۱۳۰۲۷۶	۰/۷۵۳۳۰۸	۰/۳۰۴۸۰۴	-۰/۰۹۴۵۶
بابلسر (۵۴)	۰/۱۹۸۱۸۴	۰/۳۵۷۰۸۷	۰/۵۶۶۹	۰/۰۴۰۸۶۸
گرگان (۵۳)	۰/۳۱۴۹۶۹	۰/۲۸۹۲۰۳	۰/۳۰۵۹۰۲	۰/۱۵۸۸۸۵

جدول ۴- ارتباط آماری متوسط ماهانه روزهای با تندر و طوفان با متوسط ماهانه سرعت باد (تعداد داده: ۱۲)

متوسط ماهانه روزهای طوفانی،	متوسط ماهانه
سرعت باد	ایستگاه (سال)
-۰/۶۸۳۷۹	رشت (۴۹)
-۰/۶۵۲۳۳	انزلی (۵۴)
-۰/۰۵۹۸	بابلسر (۵۴)
۰/۶۹۳۲۷	گرگان (۵۳)

جدول ۵- ارتباط آماری متوسط ماهانه سرعت باد در چهار ایستگاه (تعداد داده: ۱۲)

ایستگاه	رشت	انزلی	بابلسر
انزلی	۰/۴۸۸۲۰۷		
بابلسر	-۰/۲۲۹۵۱	-۰/۸۵۶۲۴	
گرگان	-۰/۵۶۸۵۲	-۰/۹۱۸۹۵	۰/۸۶۴۴۹۵

جدول ۶- ارتباط آماری تعداد سالانه روزهای با تندر و طوفان در چهار ایستگاه (۲۰۰۵ - ۱۹۵۶)

ایستگاه	رشت	انزلی	بابلسر
انزلی	۰/۶۲۰۱۰۷		
بابلسر	۰/۳۴۲۳۷۵	۰/۳۴۴۷۳۴	
گرگان	۰/۹۰۵۸۳۷	۰/۵۷۹۱۷	۰/۲۹۰۴۵۳

متغیر تلفیق سال و ماه به صورت متوسط معنی دار می باشد (جدولهای ۳ و ۴).

در ایستگاه انزلی، نزولات جوی با سرعت باد ارتباط آماری مثبتی را نشان می دهد (جدول ۳). سرعت باد در ایستگاههای رشت و انزلی تقریباً نزدیک به یکدیگر بوده و ارتباط آماری مثبتی داشته و همچنین سرعت باد در ایستگاههای بابلسر و گرگان نیز ارتباط آماری مثبتی را نشان می دهند (جدول ۵).

### بحث

براساس مطالعه ای که مسعودیان (۱۳۸۴) از تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر تغییرات اقلیمی انجام داد، از میان ۲۷ متغیر اقلیمی که برای بررسی انتخاب شده بود، ۶ متغیر به عنوان عوامل اصلی معرفی شدند. این عوامل عبارت بودند از: دما، رطوبت، میزان ابری بودن هوا، عامل نزولات جوی، باد و گرد و غبار. براساس مطالعه ایشان در سواحل دریای خزر، میزان نزولات جوی نقش معنی دارتری ایفا می نماید. نتایج بدست آمده از تحقیقات جعفری (۱۳۸۷) مؤید آن است که علاوه بر نزولات جوی، تغییرات دمایی نیز در این منطقه نقش مؤثری به عهده دارند. براساس تحقیقات مسعودیان (۱۳۸۴) در مناطق مرزی شرق کشور، باد و گرد و غبار به عنوان مهمترین پدیده های قابل رؤیت می باشند و نیز تندر و طوفان در دو گوشه جنوب شرقی و شمال غربی کشور بسیار فعال هستند. بر مبنای نتایج حاصل از این تحقیق، وضعیت باد و روزهای همراه با تندر در منطقه به ویژه در ۲۵ سال اخیر دارای نقش فعالی شده است.

در ایستگاه رشت تعداد سالانه روزهای با وقوع تندر و طوفان با سرعت باد ارتباط آماری منفی داشته، در صورتی که در ایستگاههای انزلی، بابلسر و گرگان ارتباط آماری مثبتی را نشان می دهد (جدول ۳). سرعت باد در ایستگاههای رشت و انزلی تقریباً نزدیک به یکدیگر بوده و ارتباط آماری مثبتی داشته و همچنین سرعت باد در ایستگاههای بابلسر و گرگان نیز ارتباط آماری مثبتی را نشان می دهند (جدول ۵).

دو ایستگاه رشت و انزلی با دو ایستگاه گرگان و بابلسر ارتباط آماری منفی نشان می دهند که این تفاوت برای دو ایستگاه انزلی و بابلسر که هر دو در شرایط ساحلی و نیز دو ایستگاه گرگان و رشت که در شرایط دورتری از دریا قرار گرفته اند، به صورت معنی دارتری می باشد (جدول ۵).

روزهای با وقوع تندر و طوفان در هر چهار ایستگاه ارتباط آماری مثبتی را نشان می دهند و این همسویی در ایستگاههای گرگان - رشت (۰/۹۰۵۸۳۷)، انزلی - رشت (۰/۶۲۰۱۰۷) و انزلی - گرگان (۰/۵۷۹۱) به صورت معنی دارتری مشاهده می شود (جدول ۶).

در ایستگاه انزلی، دما با سرعت باد و میزان نزولات جوی ارتباط آماری منفی دارد (جدول ۳).

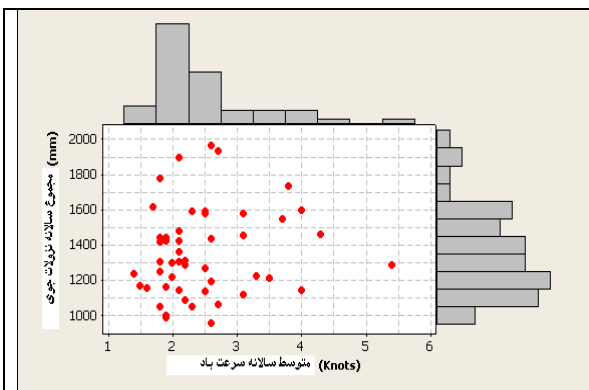
در ایستگاه انزلی، تفاوت آماری سرعت باد بر مبنای متغیر ماه به صورت حداکثر و بر مبنای متغیر سال به صورت حداقل و بر مبنای متغیر تلفیق سال و ماه به صورت متوسط معنی دار می باشد، در حالی که تفاوت آماری نزولات جوی بر مبنای متغیر سال به صورت حداکثر و بر مبنای متغیر ماه به صورت حداقل و بر مبنای

به گروه طبقه‌بندی شده ۴ و ۵ رسیده‌اند، اما در دهه ۱۹۹۰، حدود ۳۵٪ از تمام کولاک‌های واقع شده در جهان به این سطوح رسیده‌اند. این افزایش در شدت کولاک با افزایش یکنواخت درجه حرارت سطح دریا همراهی می‌کند. نتایج حاصل از تحقیق حاضر نیز بیانگر این است که با افزایش دما در ایستگاه‌های انزلی و بابلسر که تحت تأثیر اقلیم دریایی هستند، ضمن افزایش تعداد روزهای طوفانی همراه با تندر، سرعت باد نیز افزایش یافته است، در صورتی که در ایستگاه‌های رشت و گرگان، تعداد روزهای طوفانی همراه با تندر افزایش یافته، اما سرعت باد کاهش یافته است (جدول ۲).

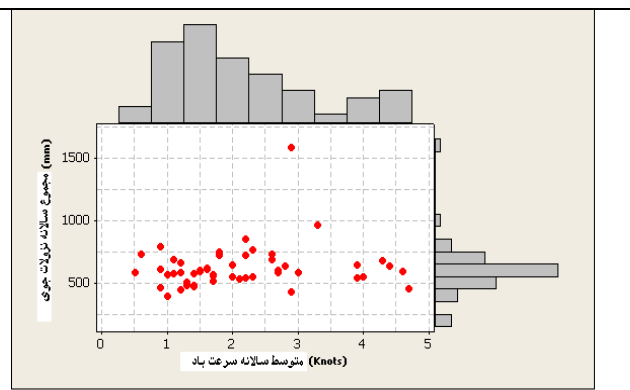
بر مبنای تجزیه و تحلیل داده‌ها در ایستگاه انزلی، نزولات جوی بیشتر با سرعت باد بیشتر به‌ویژه بر مبنای متغیر ماهانه، ارتباط آماری مثبتی را نشان می‌دهد، در صورتی که دمای بیشتر با سرعت باد کمتر به‌ویژه بر مبنای متغیر ماهانه، ارتباط آماری منفی را نشان می‌دهد.

بعضی از بادهای به‌صورت موسمی و شاخص در خارج از منطقه خزری شکل می‌گیرند و سپس از روی منطقه عبور می‌نمایند، درحالی‌که بعضی از بادهای به‌دلیل تفاوت رژیم حرارتی بحری و بری و شرایط توپوگرافیک در منطقه ایجاد می‌شوند. وقوع باد با سرعت بیش از ۱۷ متر در ثانیه (۳۴ گره - knots - ۶۱ کیلومتر بر ساعت) باعث ایجاد خسارت می‌شود.

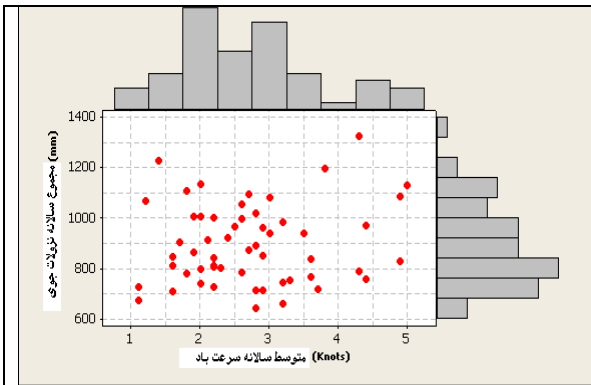
(Webster et al. (2005) از مؤسسه تکنولوژی جورجیا، داده‌های ثبت شده مربوط به شدت طوفانها و درجه حرارت سطح دریا را برای مدت ۳۵ سال از شش منطقه طوفان‌خیز جهان گردآوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. بررسی آنها نشان داده است که در مقیاس جهانی، تعداد مجموع طوفانها در سال تغییر نکرده است. ولی یک افزایش بزرگ جهانی در درصد کولاک‌هایی (storm) که به گروه‌های ۴ و ۵ رسیده‌اند وجود داشته است. در اوایل دهه ۱۹۷۰، میزان ۲۰٪ از طوفانهای جهانی



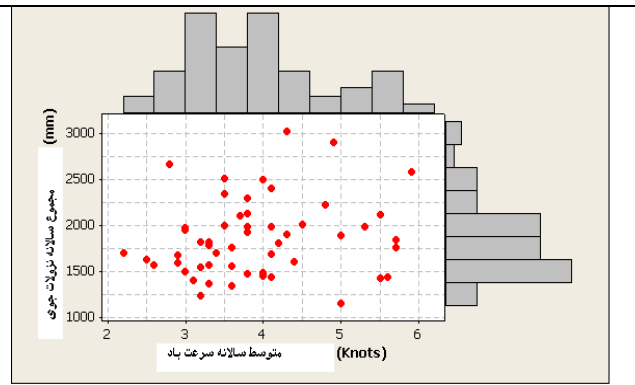
شکل ۲۳- پلات مارچینال مجموع سالانه نزولات جوی و متوسط سالانه سرعت باد در ایستگاه رشت (۱۹۵۶-۲۰۰۵)



شکل ۲۲- پلات مارچینال مجموع سالانه نزولات جوی و متوسط سالانه سرعت باد در ایستگاه گرگان (۱۹۵۲-۲۰۰۵)



شکل ۲۵- پلات مارچینال مجموع سالانه نزولات جوی و متوسط سالانه سرعت باد در ایستگاه بابلسر (۱۹۵۱-۲۰۰۵)



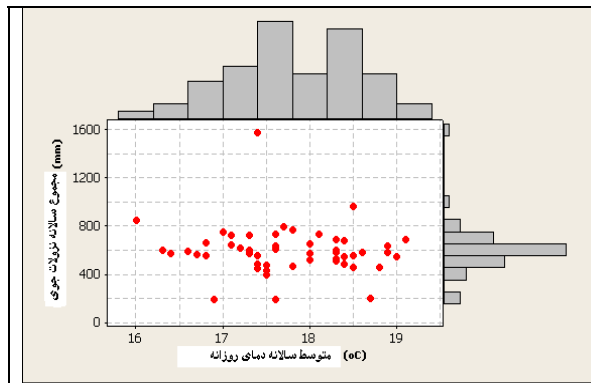
شکل ۲۴- پلات مارچینال مجموع سالانه نزولات جوی و متوسط سالانه سرعت باد در ایستگاه انزلی (۱۹۵۱-۲۰۰۵)

نشان می‌دهد. این نوسانها عمدتاً ارتباط آماری مثبت با دما و ارتباط آماری منفی با میزان نزولات جوی نشان می‌دهند (Casty *et al.*, 2002).

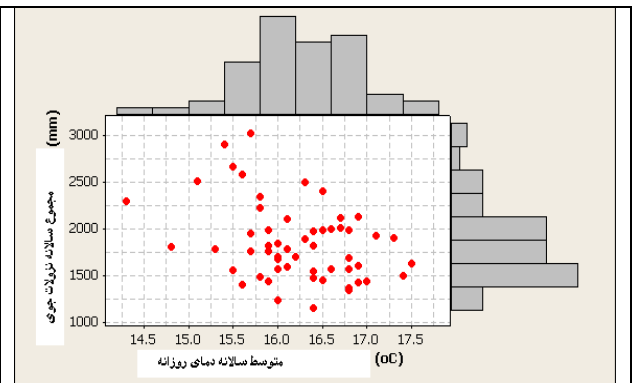
از این رو ثابت شده که تلفیق باد سطوح بالا و نزولات جوی، ابزار مناسبی برای بدست آوردن متغیرهای وابسته به میزان برف و جریان رودخانه می‌باشد (Barlow & Tippett, 2006). ارتباط بین سرعت باد و نزولات جوی در همگرایی بین دو منطقه گرمسیری اقیانوسیه (The Pacific Intertropical Convergence Zone - ITCZ) مورد تجزیه قرار گرفته و همچنین تجزیه داده‌های سایر منابع نشان می‌دهد که ارتباط آماری بین سرعت باد و نزولات جوی بسیار قوی می‌باشد (Back & Bretherton, 2005).

نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که روند وقوع باد در منطقه خزر تغییر کرده و در طول سالهای مورد مطالعه نرخ افزایشی داشته است.

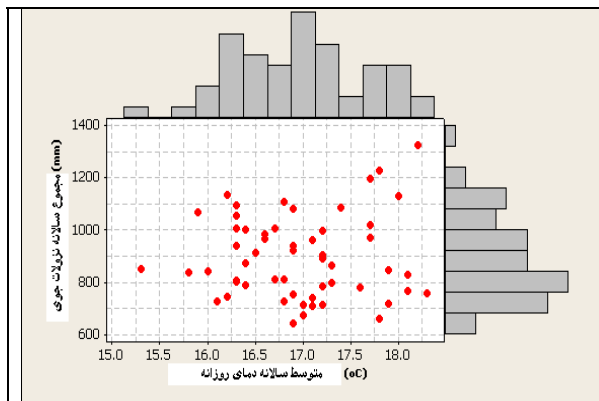
در مدت ۲۵ سال گذشته تعداد روزهای با تندر و طوفان در ایستگاههای گرگان و رشت به شدت افزایش یافته است (شکل‌های ۲ و ۳). به نظر می‌رسد که تغییرات در نرخ روند دما و میزان نزولات جوی در طول نیم قرن گذشته و به‌ویژه در مدت ۲۵ سال گذشته (جعفری، ۱۳۸۷)، تأثیرات مهمی در سرعت و جهت بادها گذاشته باشد. این موضوع در راستای نتایج حاصل از بررسی در نوسانهای اقیانوس اطلس شمالی است که ارتباط آماری معنی‌داری را با منطقه آلپ اروپا در طول دوره‌های زمستانی (دسامبر تا مارس) در سالهای ۱۹۵۶ تا ۱۹۸۰



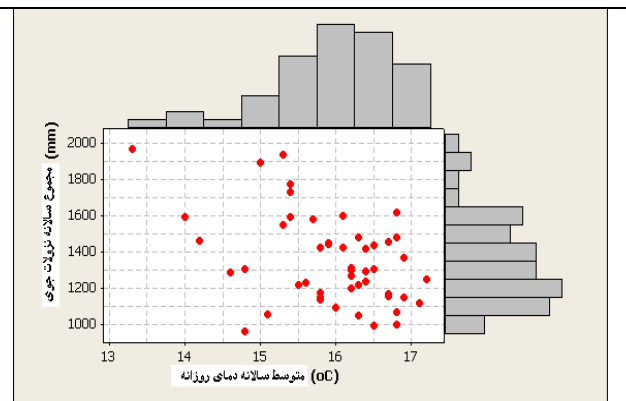
شکل ۲۷- پلات مارچینال متوسط سالانه دمای روزانه و مجموع سالانه نزولات جوی در ایستگاه گرگان (۱۹۵۲-۲۰۰۵)



شکل ۲۶- پلات مارچینال متوسط سالانه دمای روزانه و مجموع سالانه نزولات جوی در ایستگاه انزلی (۱۹۵۱-۲۰۰۵)



شکل ۲۹- پلات مارجینال متوسط سالانه دمای روزانه و مجموع سالانه نزولات جوی در ایستگاه بابلسر (۱۹۵۱-۲۰۰۵)



شکل ۲۸- پلات مارجینال متوسط سالانه دمای روزانه و مجموع سالانه نزولات جوی در ایستگاه رشت (۱۹۵۶-۲۰۰۵)

**منابع مورد استفاده**

- بی‌نام، ۱۳۸۶- الف. خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران (ایرنا)، ۱۳۸۶/۲/۲۳.
- بی‌نام، ۱۳۸۶- ب. روزنامه همشهری، پنجشنبه ۱۷ خرداد، سال پانزدهم، شماره ۴۲۸۶.
- جعفری م، ۱۳۸۵. نگاهی گذرا بر مدیریت پایدار جنگل و مروری بر نظارت و ارزشیابی. نشر پونه، تهران، ۱۷۰ صفحه.
- جعفری، م، ۱۳۸۷. تحقیق و تحلیل عوامل تغییر اقلیم در طول پنجاه سال گذشته در جنگلهای منطقه خزری. فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۶ (۲): ۳۲۶-۳۱۴.
- سایت سازمان هواشناسی (www.irimet.net).
- مسعودیان، س. ا.، ۱۳۸۴. نواحی اقلیمی ایران. گروه جغرافیا، دانشگاه اصفهان.
- www.vi.ac.ir/red/Rcgsss/climate/Magazine/ Articles/ Regions.doc
- Anonymous, 1914. The Beaufort Wind Scale. Monthly Weather Review, 42(4): 231-232.
- Anonymous, 2007. Climate change 2007, Impacts, Adaptation and Volnevability, Condition of WGI to the Fourth Assesment Report of the IPCC, M.L.O.F. Canziani, J.P.Palutikof, P.J. Van dor linden and C.E. Han Son, eds. Cambridge University Press, Cambridge, U.F. 976 p.
- Astwood, P., 2003. Investigating the Climate System WINDS, Winds at Work. Educational Product, University of South Carolina, Columbia, SC. 22 p.
- Back, L. E. and Bretherton, C.S., 2005. The Relationship between Wind Speed and

براساس مشاهده‌ها، افزایش میزان نزولات جوی ناشی از افزایش سرعت باد به مراتب بیشتر از تغییرات میزان تبخیر می‌باشد. این موضوع بیانگر این نکته است که براساس همگرایی موجود، تبخیر باعث تشدید تبدیل رطوبت به بارندگی می‌شود (Back & Bretherton, 2005). با توجه به این که در سالهای اخیر در این منطقه میزان دما افزایش یافته است (جعفری، ۱۳۸۷)، ممکن است افزایش روزهای طوفانی همراه با تندر و تغییرات در سرعت باد، در پی افزایش میزان تبخیر باشد. همچنین نتایج حاصل از این تحقیق در راستای نتایج تحقیق دیگری است که نشان می‌دهد روند افزایشی طوفانهای گروه ۴ و ۵ برای دوره زمانی ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۴ به‌طور مستقیم با روند درجه حرارت سطح دریا ارتباط داشته است (Hoyos et al., 2006). در تحقیق دیگری اعلام شده است که در سال ۲۰۰۵ تعداد طوفانهای موسمی مناطق گرمسیری (tropical cyclone)، روزهای طوفانی و همچنین شدت طوفانها در محیط‌هایی با افزایش درجه حرارت سطح دریا، در طول ۳۵ سال گذشته افزایش زیادی را در تعداد و بخشی از طوفانهایی (hurricane) که به گروه‌های ۴ و ۵ می‌رسند را سبب شده است (Webster et al., 2005).

- Hoyos, C.D., Agudelo, P.A., Webster, P.J. and Curry, J.A., 2006. Deconvolution of the Factors Contributing to the Increase in Global Hurricane Intensity, *Science*, 312: 94-97.
- Jafari M., 1997. The Present Status of Forestry Research in I.R. Iran, in Four Articles on Forests, Research Institute of Forests and Rangelands, Technical Publication No. 176-1997, 121p.
- Keith, D.W., DeCarolis, J.F., Denkenberger, D.C., Lenschow, D.H., Malyshev, S.L., Pacala, S. and Rasch, P.J., 2004. The influence of large-scale wind power on global climate, *PNAS* published online Nov 9, 2004; doi:10.1073/pnas.0406930101.
- Parmesan C., 2006. Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. [www.annualreviews.org](http://www.annualreviews.org) . Climate-Change Impacts: 637-668.
- Van den Broeke M. R. and Van Lipzig, N.P.M., 2004. Changes in Antarctic temperature, wind and precipitation in response to the Antarctic Oscillation. *Annals of Glaciology*, 39: 119- 126.
- Webster P.J., Holland, G.J., Curry, J.A. and Chang, H.H., 2005. Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment. *Science*, 309: 1844-1846.
- Zohary M., 1973. Geobotanical foundations of the Middle East. 2 vols. - Fischer Verlag, Stuttgart, Amsterdam. 739 p.
- Precipitation in the Pacific ITCZ. *Journal of climate*, 18: 4317-4328.
- Barlow, M. and Tippet, M., 2006. Predictability of Central Asia River flows: the role of regional and large-scale climate variability. European Geosciences Union 2006. Geophysical Research Abstracts, Vol. 8.
- Casty C., Wanner, H. and Luterbacher, J., 2002. Temperature and precipitation variability in the European alps since 1500 and its connection to the north Atlantic oscillation. The SLP reconstruction data are available through the NOAA Paleoclimatology world data center (WDC): <http://www.ngdc.noaa.gov/paleo/>. 9 p.
- Cruz, R.V., Harasawa, H., Lal, M., Wu, S., Anokhin, Y., Punsalmaa, B., Honda, Y., Jafari, M., Li, C. and Huu Ninh, N., 2007: Asia. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. In: Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. and Hanson, C.E., (eds.) Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, UK: 469-506.
- Emanuel, K., 2005. Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years, *Nature*, 436: 686-688.

## Thunder and storm fluctuations in the Caspian region over the last half century

M. Jafari

Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangeland, Tehran, Iran. E-mail: mostafajafari@rifr-ac.ir

### Abstract

Thunder and storm fluctuations as consequences of climate change were studied in the Caspian region over the last half century. In this study, whole forest areas in southern part of Caspian sea were monitored by study on vegetation map and field visit. Three points representing the major part of the Hyrcanian forests were selected from wet part in the west to drier part in the east. Four meteorological stations data used for investigation. Most of climatic factors including maximum, minimum and mean annual temperature; daily, monthly and annual precipitations were investigated. Numbers of days with thunder and storm as well as wind speed were used for conclusion. During last half century, as consequence of climate change by means of increasing temperature and changing precipitation trends, number of Days With Thunder and Storms (DWTS) increased in forest area in the Caspian region. In Rasht and Gorgan stations, the number of days with thunder and storm in last half century, especially in last 25 years showed a sharp increase. This is in the same line of increasing mean annual temperature about 1.28°C and minimum temperature about 2.45°C in Rasht station. In addition, it is against the decrease of precipitation for the period of last 53 years in Gorgan station which is about 55.6 mm. Anzali and Baboulsar stations which are under coastal climate condition have a fluctuating trend of DWTS but also showed a mild increase in the trend of DWTS during last fifty years. This is in favor of increasing the mean annual temperature in Baboulsar station in last 54 years, about 1.44°C and its minimum temperature about 1.80°C. Also again, it is against the decrease of annual precipitation in Anzali station during last 54 years of records, which is about 409.4 mm and amount of the decrease of precipitation for the period of last 53 years in Gorgan station is about 55.6 mm.

**Key words:** climate change, wind, thunder, storm, Caspian region.