

تحلیل طوفان سیکلونی گونو با استفاده از شاخص‌های سینوپتیک

ویکتوریا عزتیان^۱

^۱ اداره کل هواشناسی استان اصفهان، ایران.

چکیده

یکی از حوادث غیر مترقبه که در ماه ژوئن سال ۲۰۰۷ در شمال غرب اقیانوس هند روی داد شکل گیری سیکلون حاره ای گونو بود که این سیکلون در مقیاس سفیر-سیمپسون در رده طوفان های سیکلونی شدید قرار گرفت. این طوفان در عمان، ایران، افغانستان، پاکستان، هند خسارات زیادی بر جای گذاشت. چون در این ماه شاهد شکل گیری امواج گرمایی شدید در جنوب شرق آسیا، اروپا و شکل گیری طوفان سیکلونی حاره ای یمین در خلیج بنگال بودیم لذا ضرورت داشت که جریانات جوی در این ماه بیشتر مورد بررسی قرار گیرد.

Abstract

Cyclone Gonu, an unusually strong tropical cyclone, developed in the eastern part of the Arabian Sea on June 1st. The cyclone made landfall in Oman on the 6th with maximum sustained winds near 148 km/hr. Gonu had intensified to a powerful super cyclonic storm with maximum sustained winds near 260 km/hr on the 5th, becoming the first documented super cyclone in the Arabian Sea and tied for the strongest cyclone in the North Indian Ocean. After making landfall in Oman, Gonu moved through the Gulf of Oman making a second landfall in Iran. Tropical Cyclone Gonu affected more than 20,000 people and was responsible for 49 fatalities and 27 missing people in Oman. Gonu brought heavy rainfall which caused floods and landslides. Meanwhile in Iran 5 fatalities were reported and 9 people remain missing. Tropical cyclones as strong as Gonu are rare in the Arabian Sea.

Severe thunderstorms, associated with an outer band of the tropical cyclone Yemyin, produced heavy rains and winds during June 23-25 which developed as a depression in the Bay of Bengal on the 21st and made landfall in India's southern state on the 22nd. Yemyin brought heavy rain in the southern parts of India, leaving over 254 mm of rain. After crossing over India, Yemyin moved into the Arabian Sea and began moving towards the northwest. On June 26, the cyclone intensified and maximum sustained winds reached 93 km/hr. The cyclone was responsible for at least 21 fatalities in the Baluchistan province. Because of these happenings we decided surveying the synoptic patterns in this month.

مقدمه

در اواخر ماه می سال ۲۰۰۷ میلادی یک موج گرمایی قوی در آسیای جنوب غربی شکل گرفت که سبب افزایش دمای شدید در هند و پاکستان گردید، به گونه ای که دما به ۵۲ درجه سانتی گراد رسید که منجر به مرگ و میر گردید. این موج گرما تا اوایل ماه ژوئن تداوم داشت طوری که با شروع فصل مانسون در هند همراه شد. در اولین روز ماه ژوئن سیکلون حاره ای گونو در بخش شرقی دریای عرب شکل گرفت که شش روز تداوم داشت و در روز دوم شکل گیری به سواحل عمان منتقل گردید، مشخصات این سیکلون در جدول ۱ مندرج می باشد. این طوفان سبب تخریب منازل، جاری شدن سیل، لغزش و ریزش لایه های زمین به ویژه در عمان گردید و در حدود ۲۰۰۰ نفر را بی خانمان نمود، در عمان ۴۹ کشته و ۲۰ مفقود و در شهرهای چاه بهار و بندر عباس ۵ کشته و ۹ مفقود برجای گذاشت. سرعت دورانی این طوفان ۲۵۰-۱۲۰ کیلومتر بر ساعت و سرعت حرکت طولی آن نسبتاً کم (در حدود ۷ نات) و جهت حرکت آن به سمت شمال غرب بود.

در ۲۲ ژوئن طوفان حاره ای یمین در خلیج بنگال شکل گرفت که منجر به بارش شدید در ایالات جنوبی هند (۲۵۴ میلی متر)، جاری شدن سیل، تخریب زمین و منازل گردید و ۱۵۰ کشته بر جای گذاشت. این مرکز کم فشار به سمت دریای عرب حرکت نمود و در ۲۶ ژوئن تقویت شده و حداکثر سرعت باد در مرکز آن به ۵۰ نات رسید. طوفان سیکلونی یمین در جنوب غرب پاکستان و افغانستان بارش سنگین و لغزش زمین را سبب شد که ۵۶ کشته برجای گذاشت و هزاران نفر را بی خانمان نمود.

جدول ۱. مشخصات سیکلون های حاره ای سال ۲۰۰۷ میلادی.

نام	زمان تولد	زمان مرگ	حداکثر باد ۶ ساعته	حداکثر باد گاستی در پر بود ۶ ساعته	میزان انرژی بر حسب شاخص A.C.E (knot ²)
Gonu	۲۰۰۷/۶/۲	۲۰۰۷/۶/۷	۱۴۰ نات	۱۷۰ نات	10 ⁴ ۱۷ / ۵۲۱۲ *
Yemin	۲۰۰۷/۶/۲۱	۲۰۰۷/۶/۲۶	۵۰ نات	۶۵ نات	10 ⁴ ۲ / ۸۹۷۵ *

url 1, <http://www.ncdc/northIndianOcean2007TropicalCyclones.html>

جدول ۲. مقیاس سفیر- سیمپسون برای طبقه بندی سیکلون های حاره ای.

مقوله	مایل بر ساعت	نات	کیلومتر بر ساعت
طوفان حاره ای	۳۹-۷۳	۳۴-۶۳	۶۳-۱۱۸

url 2: <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/2007/html>url3, <http://www.cdc.noaa.gov/hazards-climate-extremes>

شکل ۱. موقعیت طوفان سیکلونی گونو در ۴ ژوئن سال ۲۰۰۷ میلادی

پیشینه پژوهش

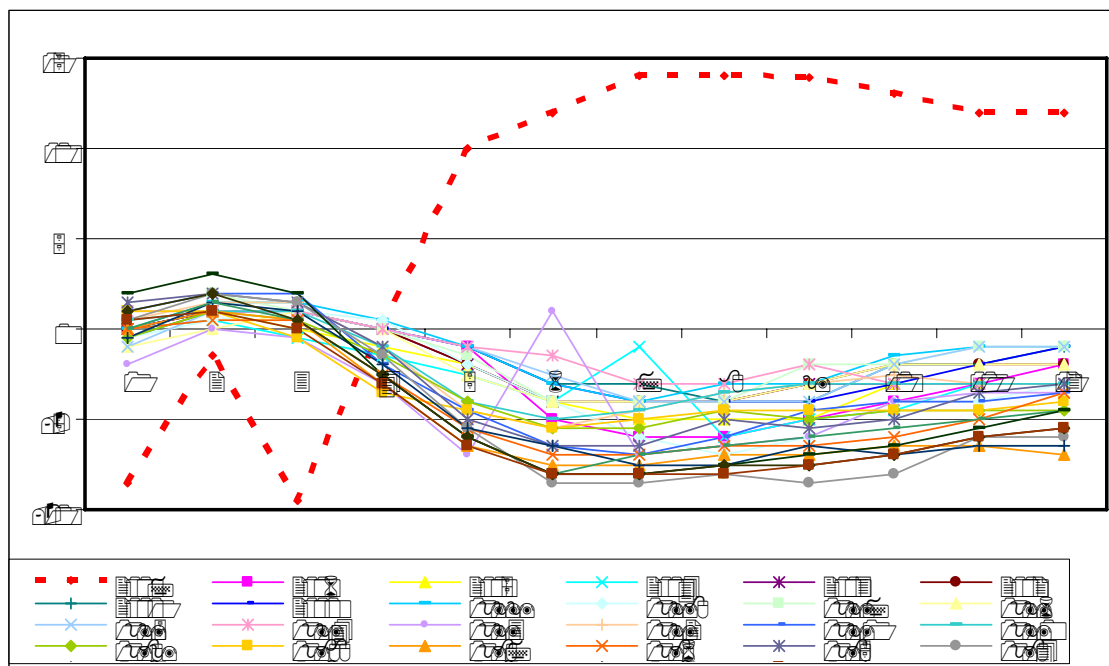
جاکوبیت (۱۹۸۷) برای بررسی تغییرات الگوهای بادهای غربی منطقه از شاخص وزش مداری، جهت محور فرود، شدت جریان بادهای غربی و آنومالی ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نسبت به میانگین دراز مدت استفاده نمود. هارمان (۱۹۹۱) در بررسی های خود نتیجه گیری نمود که حلقه قطبی بادهای غربی در ماه ژوئن از شمال دریای خزر و در ژانویه از عرض های جنوبی تر خلیج فارس عبور می کنند.

بحث و نتیجه گیری

شاخص های سینوپتیک معیارهایی هستند که به وسیله آنها تغییرات زمانی شدت و تغییرات مکانی الگوهای گردشی جو اندازه گیری می شود، شاخص وزش باد به دو صورت وزش مداری و وزش نصف النهاری محاسبه می شود. شاخص مداری شدت وزش بادهای شرقی جنب حاره عبارت است از تفاوت فشار سطح دریا در مدارات ۲۰ تا ۳۵ درجه شمالی روی یک نصف النهار (علیجانی، ۱۳۸۱، ص ۱۳۹).

شاخص وزش نصف النهاری از تفریق فشار دو نصف النهار متوالی معمولاً به فاصله ۲۰ درجه در امتداد یک مدار حاصل می شود. شاخص وزش نصف النهاری شدت و وجود بادهای جنوبی و شمالی را ارزیابی می کند. اندازه های مثبت شاخص نصف النهاری بیانگر وجود بادهای شمالی است در صورتی که مقادیر منفی آن بیانگر غلبه بادهای جنوبی است (علیجانی، ۱۳۸۱، ص ۱۴۰). در این پژوهش شاخص وزش نصف النهاری و مداری در ماه ژوئن طی سال های ۱۹۷۹-۲۰۰۷ میلادی در ۸ نقطه شبکه واقع در محدوده نصف النهارات ۴۴-۴۰ درجه شرقی و مدارات ۲۰-۳۵ درجه شمالی برای تلاقی های دو درجه ای محاسبه گردید (روابط ۱ و ۲).

$$Z_i = P_{20} - P_{35} \quad (1)$$



شکل ۱. شاخص مداری وزش باد در سال های ۱۹۸۴-۲۰۰۷ میلادی.

شاخص مداری وزش باد به سه درجه طبقه بندی می شود. اگر تفاوت فشار دو مدار کمتر از سه میلی بار باشد شاخص پائین حاکم است در این حالت بادهای غربی وزش نصف النهاری دارند و موج های عمیقی به وجود می آورند. در صورت تشدید و تداوم شاخص پائین، فرودهای بریده شده در جنوب جریان اصلی بادهای غربی و فراز های مانع در شمال جریان اصلی تشکیل می شوند و شرایط مساعدی برای تشکیل سیکلونها فراهم می شود. زمانی که اختلاف فشار بیش از ۸ هکتوپاسکال باشد شاخص بالا حاکم است یعنی بادهای غربی تقریباً در امتداد مدارات می وزند و عمق موج ها کمتر است. معمولاً اختلاف فشار بین دو مدار ۳ تا ۸ هکتوپاسکال است. در شاخص مداری مثبت، بادهای غربی و در شاخص مداری منفی، بادهای شرقی حاکم هستند. مقادیر محاسبه شده شاخص نشان می دهد که در طول دوره آماری (مدت ۲۹ سال) در ماه ژوئن بادهای مداری در شمال عربستان تغییر جهت داده اند لیکن در ماه ژوئن سال ۲۰۰۷ میلادی این رویداد بر عکس می باشد و نقطه تغییر جهت بادهای غربی، شمال شرق دریای سرخ می باشد و از این نقطه به بعد بادهای غربی کاملاً در جهت مداری می وزند.

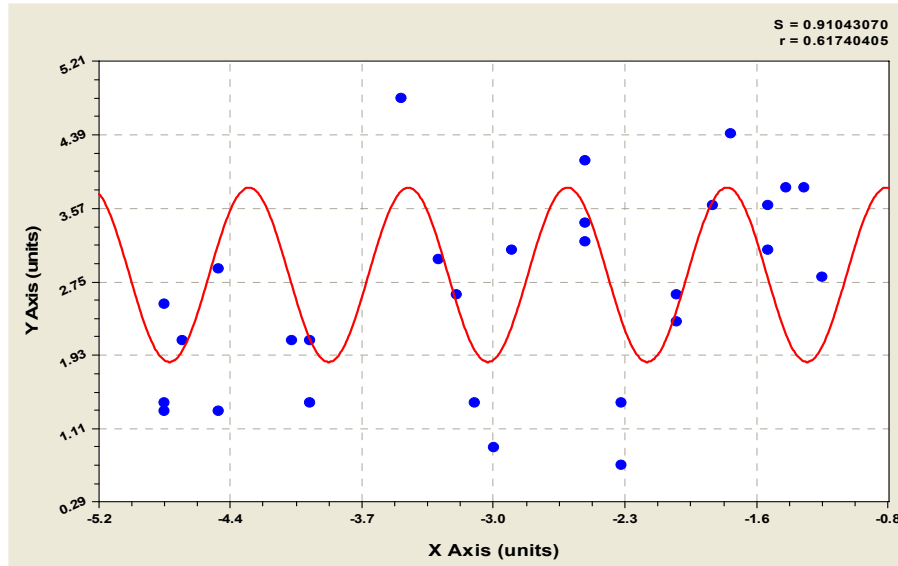
$$I = P_{44} - P_{64} \quad (2)$$

به طور کلی در طول دوره ۲۹ ساله آماری در منطقه مورد مطالعه میانگین بادهای غربی وزش مداری دارند در صورتی که بادهای نصف النهاری جنوبی می باشند. هم بستگی بین این دو شاخص هم محاسبه گردید که محاسبات نشان دادند که مدل سینوسی بهترین

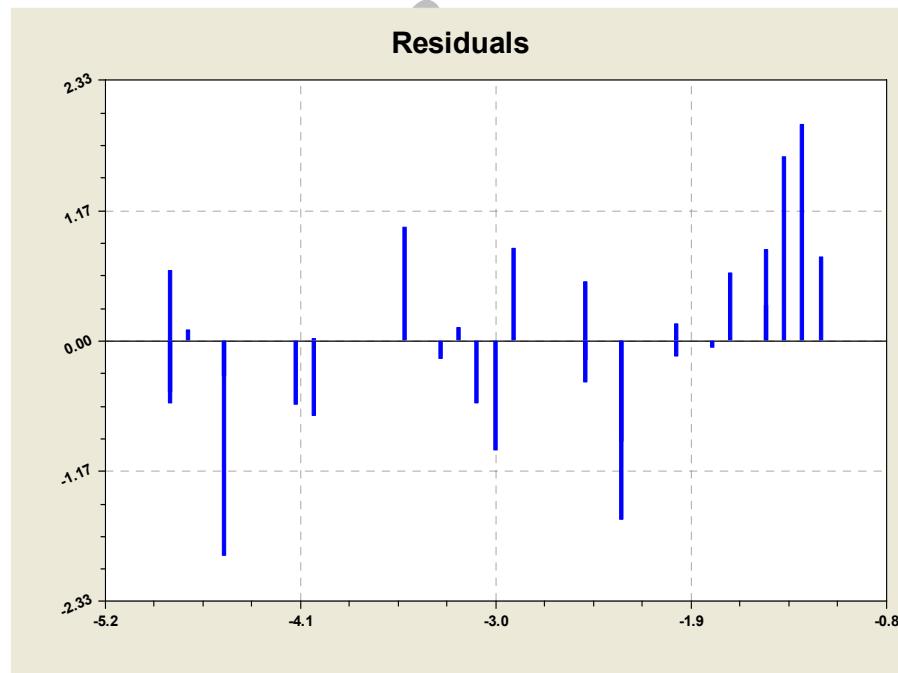
برازش را با شاخص های مداری و نصف النهاری وزش باد دارد. این مدل و ضرایب آن با رابطه ۳ نشان داده می شوند. ضریب تعیین این مدل ۰/۶۲ می باشد. تصادفی بودن باقیمانده ها در شکل ۵ بیانگر مناسب بودن مدل برآورد شده است.

$$y = 2.83 + 0.97 \cos(7.21x - 0.13) \quad (3)$$

$$r = 0.92 \text{ و } s = 0.91$$



شکل ۴. مدل سینوسی برازش شده به شاخص های مداری و نصف النهاری وزش باد



شکل ۵. باقیمانده های مدل سینوسی برازش شده به شاخص های مداری و نصف النهاری وزش باد

منابع

- حجازی، زهرا (۱۳۷۸). بررسی نوسان مولفه ورتکس قطبی در تغییرات اقلیمی، دومین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم، ص ۳۵۰.
- علیجانی، بهلول (۱۳۸۱). اقلیم شناسی سینوپتیک، انتشارات سمت، ص ۱۳۹.
- علیجانی، بهلول (۱۳۷۸). نوسانات مکانی و زمانی ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در مدیترانه و اثر آن بر اقلیم ایران در ماه فوریه، مقاله نامه دومین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم، ص ۱۱۲.

url1, <http://www.solar.ifa.hawaii/tropical/tropical.html>

url2, http://www.cdc.noaa.gov/hazards-climate_extremes

url3, <http://www.cdc.noaa.gov/oa/climate/research/2007/html>.

url4, <http://www.ncdc/north Indian ocean 2007 tropical cyclones .html>

Archive of SID