Journal of Natural Environment Hazards
University of Sistan and Baluchestan
Print ISSN: 2676 - 4377 Online ISSN: 2676 - 4385
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

Journal of Natural Environmental Hazards, Vol.14, Issue 45, September 2025

Oceanic Response to Tropical Cyclones: Analyzing Sea Surface Temperature Variations During Tropical Cyclone Nivar in the Bay of Bengal

Seyedeh Nastaran Hashemi[1], Mahdi Mohammad Mahdizadeh[2*], Mohammad Akbarinasab[3]

1. Ph.D. Student of Physical Oceanography, Department of Atmospheric and Oceanographic Science (non-Biologic), Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran
2. *Corresponding Author*, Associate Professor, Department of Atmospheric and Oceanographic Science (non-Biologic), Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran
3. Associate Professor, Department of Marine Physics, Faculty of Marine and Environmental Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 09 October 2024
Revised: 10 December 2024
Accepted: 07 January 2025

Keywords:
Tropical Cyclone, Anomaly, Sea Surface Temperature, North Indian Ocean, ERA5.

ABSTRACT

Various phenomena can cause changes in the sea surface temperature, including freshwater influx, wind, solar radiation, ocean currents, and evaporation. This study aims to determine the sea surface temperature anomaly caused by the passage of a tropical cyclone. The Nivar tropical cyclone occurred in the Bay of Bengal between November 22 and 27, 2020. Nivars originated from a low-pressure area in the Bay of Bengal. The Nivar tropical cyclone was monitored based on reports from the Indian Meteorological Department and using data on sea surface temperature, zonal wind component, and meridional wind component from the ERA5 reanalysis products on November 21-28, 2020. The aforementioned data were obtained at a three-hour time step and a spatial resolution of 0.25° (approximately 30 km) one day before, one day after, and during the Nivar event. Given the significant role of sea surface temperature in oceanic processes and climate change, the analysis showed that with the passage of the Nivar cyclone, the temperature changed by one degree Celsius compared with the previous day. Providing a general framework for evaluating the ocean's response to cyclone changes can serve as a foundation for designing early warning systems and crisis management in coastal areas, including the southern coast of Iran.

Cite this article: Hashemi, S. N. , Mohammad Mahdizadeh, M. and Akbarinasab, M. (2025). Oceanic Response to Tropical Cyclones: Analyzing Sea Surface Temperature Variations During Tropical Cyclone Nivar in the Bay of Bengal. Journal of Natural Environmental Hazards, 14(45), 25-28. DOI: 10.22111/jneh.2025.50002.2069

© Mahdi Mohammad Mahdizadeh*
Publisher: University of Sistan and Baluchestan
DOI: 10.22111/jneh.2025.50002.2069

* Corresponding Author Email: mehdizadeh@hormozgan.ac.ir

INTRODUCTION

Cyclones have a significant impact on the upper layers of the oceans along their path. This impact includes the sea surface temperature cooling, changes in ocean salinity, and increased sea surface chlorophyll concentration (Price 1981, Lin et al. 2003, and Walker et al. 2005). Understanding the ocean's response to a cyclone not only increases cyclone prediction skills but also enriches our knowledge of the ocean environment (Zhang et al. 2021).

MATERIAL AND METHOD

The data source for this study is the ERA5 reanalysis data. To determine the effects (cooling) of Tropical Cyclone Nivar, sea surface temperature data and zonal wind speeds and meridional wind speeds (U10, V10) were obtained at 3-hour intervals for one day before, one day after, and during the cyclone event (from November 21 to 28, 2020). Based on the zonal and meridional wind components and according to equation (1), wind shear stress was calculated. Sea surface temperature data and sea surface temperature anomaly data were analyzed in the ArcMap 10.8.2 software, and wind data were analyzed using Python. Figure 1 shows the study area and the development of the dissipation process of the tropical cyclone Nivar.

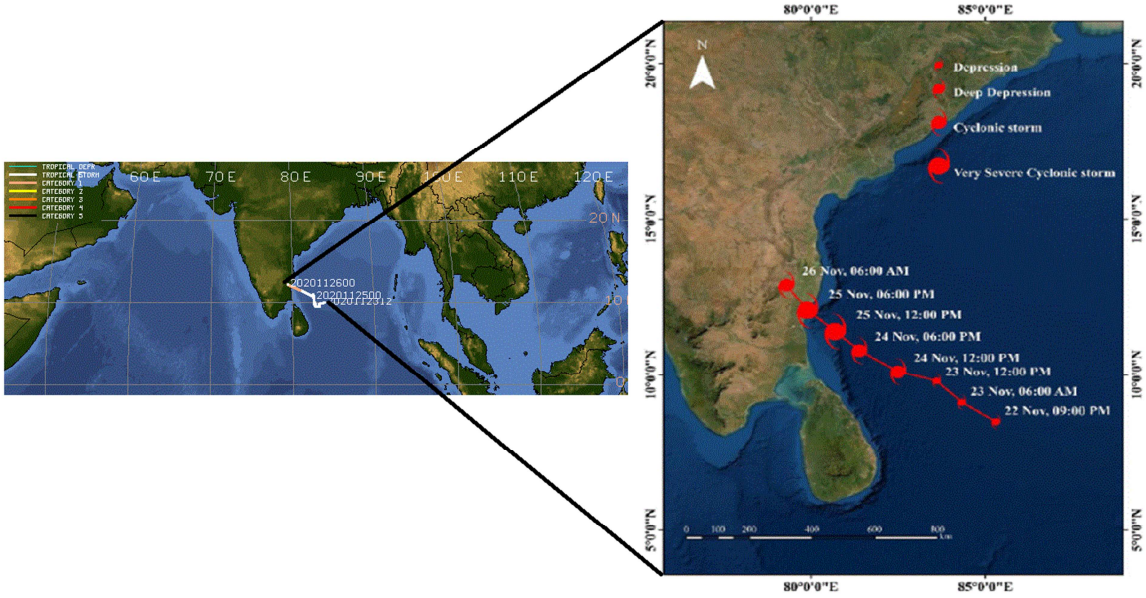


Figure 1: The study area (adapted from the study by Gracy Margret Mary et al. 2024 and the website tropic.ssec.wisc.edu).

(1) $$\tau = \rho C_d U^2$$

τ: Wind shear stress (Pa)

ρ: Density (Kg/m^3)

C_d: Drag coefficient

U: Wind speed (m/s)

RESULTS AND DISCUSSION

Sea surface temperature in the Bay of Bengal at the time of Nivar's formation was over 26/5 degrees Celsius, indicating a suitable threshold for the formation of a tropical cyclone. On November 21 (one day before Nivar's occurrence), the wind shear stress was approximately 0.1 Pascal. On November 28,

the wind shear stress reached its lowest value compared to other days. Additionally, the anomaly on November 27 (the time of the Nivar tropical cyclone) and November 28 (one day after the Nivar tropical cyclone) indicate that along Nivar's path, cooling of about 1 degree Celsius occurred.

CONCLUSION

This study, from the perspective of physical oceanography, examines the ocean's response to the passage of the Nivar tropical cyclone in the Bay of Bengal. Sea surface temperature and wind shear stress parameters, which are among the effective parameters in the formation of cyclones, were examined. The availability of accurate and accessible marine data and analyses can be effective for warning systems and crisis management. It is expected that determining the ocean's response to the passage of a tropical cyclone will be helpful in this regard.

REFERENCES

References (in English)

Gracy Margret Mary, R., Sannasiraj, S. A., Raju, D. K. (2024). Coastal morphological changes due to the Nivar cyclone on the East Coast of India. Environmental Earth Sciences, 83(2), 83.

https://tropic.ssec.wisc.edu

Lin, I., Liu, W. T., Wu, C. C., Wong, G. T., Hu, C., Chen, Z., ... Liu, K. K. (2003). New evidence for enhanced ocean primary production triggered by tropical cyclones. Geophysical Research Letters, 30(13).

Price, J. F. (1981). Upper ocean response to a hurricane. Journal of Physical Oceanography, 11(2), 153-175.

Walker, N. D., Leben, R. R., Balasubramanian, S. (2005). Hurricane-forced upwelling and chlorophyll-a enhancement within cold-core cyclones in the Gulf of Mexico. Geophysical Research Letters, 32(18).

Zhang, H., He, H., Zhang, W. Z., Tian, D. (2021). Upper ocean response to tropical cyclones: A review. Geoscience Letters, 8, 1-12.

مخاطرات محیط طبیعی
شاپا چاپی: ۲۶۷۶-۴۳۷۷ شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۳۸۵
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۱۴، شماره ۴۵، شماره پیاپی۳، مهر ۱۴۰۴

بررسی پاسخ اقیانوس به کم‌فشار حاره‌ای، مبتنی بر تغییرات دمای سطح دریا مطالعه موردی: کم‌فشار حاره‌ای نیوار در خلیج بنگال)

سیده نسترن هاشمی[۱]، مهدی محمدمهدیزاده[۲*]، محمد اکبری نسب[۳]

۱. دانشجوی دکتری فیزیک دریا، گروه علوم غیرزیستی جوی و اقیانوسی، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
۲. دانشیار، گروه علوم غیرزیستی جوی و اقیانوسی، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران (نویسنده مسئول)
۳. دانشیار، گروه فیزیک دریا، دانشکده علوم دریایی و محیطی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۱۸

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۹/۲۰

تاریخ پذیرش : ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

واژه‌های کلیدی:
کم‌فشار حاره‌ای، آنومالی، دمای سطح دریا، شمال اقیانوس هند، ERA5.

چکیده

پدیده‌های مختلفی می‌توانند باعث تغییر در دمای سطح دریا شوند که ازجمله آنها می‌توان به ورود آب‌های شیرین، باد، تابش خورشید، جریان‌های اقیانوسی و تبخیر اشاره کرد. هدف از این مطالعه، تعیین آنومالی دمای سطح دریا ناشی از عبور کم‌فشار حاره‌ای است. طی روزهای ۲۲ تا ۲۷ نوامبر ۲۰۲۰، کم‌فشار حاره‌ای نیوار در خلیج بنگال رخ داد. نیوار از یک منطقه کم‌فشار در خلیج بنگال سرچشمه گرفت. براساس گزارش سازمان هواشناسی هند و با استفاده از داده‌های مربوط به پارامترهای دمای سطح دریا، مولفه‌ی مداری باد و مولفه‌ی نصف‌النهاری باد از محصولات بازتحلیل ERA5 در تاریخ ۲۱ تا ۲۸ نوامبر ۲۰۲۰، به رصد کم‌فشار حاره‌ای نیوار پرداخته شد. داده‌های یادشده به‌صورت یک روز قبل، یک روز بعد و دوره زمانی رخداد نیوار، با گام زمانی سه ساعت و با قدرت تفکیک مکانی ۰/۲۵ درجه (تقریبا ۳۰ کیلومتر) اخذ شدند. با توجه به اینکه دمای سطح دریا نقش مهمی در فرآیندهای اقیانوسی و تغییرات آب‌وهوایی دارد، تحلیل‌ها نشان داد که با عبور کم‌فشار نیوار، دما نسبت به روز قبل یک درجه سلسیوس تغییر داشته است. ارائه یک چارچوب کلی برای ارزیابی پاسخ اقیانوس به تغییرات کم‌فشار، می‌تواند پایه‌ای برای طراحی سامانه‌های اعلام هشدار و مدیریت بحران در مناطق ساحلی، ازجمله سواحل جنوبی ایران باشد.

استناد: هاشمی، سیده نسترن ، محمدمهدیزاده، مهدی و اکبری نسب، محمد . (۱۴۰۴). بررسی پاسخ اقیانوس به کم‌فشار حاره‌ای، مبتنی بر تغییرات دمای سطح دریا مطالعه موردی: کم‌فشار حاره ای نیوار در خلیج بنگال). مخاطرات محیط طبیعی، ۱۴(۴۵)، ۳۲-۲۹.

DOI: 10.22111/jneh.2025.50002.2069

ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان © سیده نسترن هاشمی، مهدی محمدمهدیزاده*، محمد اکبری نسب.

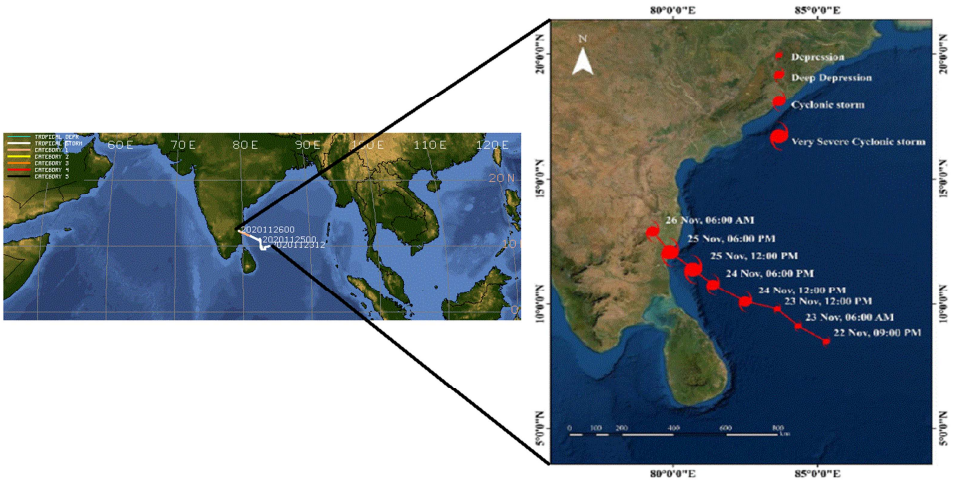
*- مهدی محمدمهدیزاده (نویسنده مسئول) Email: mehdizadeh@hormozgan.ac.ir

مقدمه

کم‌فشارها، در طول مسیر خود تأثیر قابل توجهی بر سطوح بالایی اقیانوس‌ها دارند. این تأثیر، شامل خنک‌شدن دمای سطح دریا[1]، تغییرات در شوری اقیانوس‌ها و افزایش غلظت کلروفیل در سطح دریا می‌شود (پرایس[2] ۱۹۸۱، لین[3] و همکاران ۲۰۰۳ و واکر[4] و همکاران ۲۰۰۵). درک پاسخ اقیانوس به یک کم فشار نه تنها مهارت پیش‌بینی کم‌فشار را افزایش می‌دهد، بلکه دانش ما را در زمینه محیط اقیانوس غنی می‌سازد (ژانگ[5] و همکاران ۲۰۲۱).

داده‌ها و روش‌ها

منبع داده‌های این تحقیق، داده‌های بازتحلیل ERA5 هستند. به منظور تعیین اثرات (خنک‌شدن) کم‌فشار حاره‌ای نیوار، داده‌های دمای سطح دریا و سرعت مداری باد و سرعت نصف‌النهاری باد (U10,V10) به صورت یک روز قبل، یک روز بعد و بازه زمانی رخداد کم‌فشار (از ۲۱ تا ۲۸ نوامبر ۲۰۲۰)، به گام زمانی ۳ ساعت اخذ شدند. براساس مولفه‌های مداری و نصف‌النهاری باد و مطابق رابطه (۱)، تنش برشی باد محاسبه شد. داده‌های دمای سطح دریا و داده‌ی آنومالی دمای سطح دریا در محیط نرم افزار Arc Map ۱۰,۸,۲ و داده‌های باد با استفاده از زبان برنامه نویسی پایتون، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. شکل ۱، منطقه مورد مطالعه و روند تشکیل تا تضعیف کم‌فشار حاره‌ای نیوار را نشان می‌دهد.



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه (*برگرفته از مطالعه‌ی گریسی مارگرت مری*[6] *و همکاران ۲۰۲۴ و وب‌سایت tropic.ssec.wisc.edu*)

$$\tau = \rho C_d U^2 \qquad (۱)$$

τ : تنش برشی باد (Pa)

1 Sea Surface Temperature Cooling
2 Price
3 Lin
4 Walker
5 Zhang
6 Gracy Margret Mary

ρ : چگالی (Kg/m^3)

C_d : ضریب درگ[1]

U : سرعت (m/s)

نتایج و بحث

دمای سطح دریا در خلیج بنگال در زمان شکل‌گیری نیوار بیش از ۲۶/۵ درجه سلسیوس است که نشان‌دهنده‌ی آستانه مناسب برای تشکیل کم‌فشار حاره‌ای می‌باشد. در روز ۲۱ نوامبر (یک روز قبل از رخداد نیوار) تنش برشی باد مقداری حدود ۰/۱ پاسکال دارد. در ۲۸ نوامبر، تنش برشی باد به کم‌ترین مقدار نسبت به روزهای دیگر رسید. همچنین، آنومالی روز ۲۷ نوامبر (زمان رخداد کم‌فشار حاره‌ای نیوار) و ۲۸ نوامبر (یک روز بعد از رخداد کم‌فشار حاره‌ای نیوار)، نشان می‌دهد، در مسیر عبور نیوار، خنک‌شدن در حدود ۱ درجه سلسیوس بوده‌است.

نتیجه‌گیری

این مطالعه از منظر اقیانوس‌شناسی فیزیکی، به بررسی پاسخ اقیانوس، ناشی از عبور کم‌فشار حاره‌ای نیوار در خلیج بنگال پرداخته‌است. پارامترهای دمای سطح دریا و تنش برشی باد که از جمله پارامترهای موثر در تشکیل کم‌فشارها هستند، مورد بررسی قرار گرفتند. وجود داده‌ها و تحلیل‌های دریایی دقیق و در دسترس، می‌تواند برای سامانه‌های اعلام هشدار و مدیریت بحران اثربخش باشد. انتظار می‌رود تعیین پاسخ اقیانوس به عبور کم‌فشار حاره‌ای، کمکی در این راستا باشد

منابع

Gracy Margret Mary, R., Sannasiraj, S. A., Raju, D. K. (2024). Coastal morphological changes due to the Nivar cyclone on the East Coast of India. Environmental Earth Sciences, 83(2), 83.
https://tropic.ssec.wisc.edu
Lin, I., Liu, W. T., Wu, C. C., Wong, G. T., Hu, C., Chen, Z., ... Liu, K. K. (2003). New evidence for enhanced ocean primary production triggered by tropical cyclones. Geophysical Research Letters, 30(13).
Price, J. F. (1981). Upper ocean response to a hurricane. Journal of Physical Oceanography, 11(2), 153-175.
Walker, N. D., Leben, R. R., Balasubramanian, S. (2005). Hurricane-forced upwelling and chlorophyll-a enhancement within cold-core cyclones in the Gulf of Mexico. Geophysical Research Letters, 32(18).
Zhang, H., He, H., Zhang, W. Z., Tian, D. (2021). Upper ocean response to tropical cyclones: A review. Geoscience Letters, 8, 1-12.

1 Drag