

Impact of WRF parameterization schemes on track and intensity of extremely severe cyclonic storm "Fani".

Biranchi Kumar Mahala, Pratap Kumar Mohanty, Kanak Lata Xalxo, A. Routray, and Satya Kumar Mishra

अत्यंत भीषण चक्रवाती तूफान "फानी" के ट्रैक और तीव्रता पर डब्ल्यूआरएफ मानकीकरण योजनाओं का प्रभाव
बिरांची कुमार महाला, प्रताप कुमार मोहंती, कनक लता जाल्क्सो, ए. राउतरे, और सत्य कुमार मिश्रा

सार:

मौसम अनुसंधान और पूर्वानुमान (डब्ल्यूआरएफ) मॉडल संस्करण 4.1.3 को वर्तमान अध्ययन में 26 अप्रैल से 4 मई 2019 के दौरान बंगाल की खाड़ी में आए अत्यंत गंभीर चक्रवाती तूफान (ईएससीएस) "फानी" के ट्रैक और तीव्रता पर सूक्ष्म भौतिक मानकीकरण योजनाओं के प्रभाव को समझने के लिए कॉन्फिगर किया गया है। संवहन के लिए केन-फ्रिट्च क्यूम्युलस और गर्मी और नमी परिवहन की गणना के लिए योन्सी विश्वविद्यालय ग्रहीय सीमा-परत योजना के साथ मॉडल को छह अलग-अलग माइक्रोफिजिकल पैरामीटरकरण योजनाओं के साथ अनुकूलित किया गया है। सिमुलेशन 150 घंटे (00यूटसी 28 अप्रैल से 06यूटसी 4 मई 2019) के लिए ऊर्ध्वाधर में 41 स्तरों के साथ 27 किलोमीटर क्षैतिज संकल्प पर आयोजित किए जाते हैं। ट्रैक, ट्रैक त्रुटि, न्यूनतम केंद्रीय समुद्र स्तर दबाव (एमएसएलपी), अधिकतम निरंतर सतह हवा (एमएसडब्ल्यू) और वर्षा जैसे मॉडल-नकली विशेषताओं को भारत मौसम विज्ञान विभाग (आईएमडी) और उष्णकटिबंधीय वर्षा मापने वाले मिशन (टीआरएमएम) अवलोकन डेटा के खिलाफ मान्य किया जाता है। यद्यपि सभी योजनाएं अवलोकन के समान ट्रैक पैटर्न की भविष्यवाणी करती हैं, एमपी3 योजना लैंडफॉल के बाद भी कम से कम ट्रैक त्रुटि दिखाती है, और इसकी ट्रैक लंबाई अन्य योजनाओं की तुलना में अधिकतम है, हालांकि देखे गए ट्रैक से कम है। एमपी3 योजना "फानी" के लिए बेहतर ट्रैक प्रदर्शित करती है, जिसके बाद एमपी14 आता है। एमपी3 योजना के लिए 85 किमी (68.5 किमी) की न्यूनतम औसत सीधी स्थिति त्रुटि (साथ-साथ ट्रैक त्रुटि) का उल्लेख किया गया है, इसके बाद एमपी8 योजना के लिए 112.5 किमी (82.3 किमी) का उल्लेख किया गया है। टी-टेस्ट का उपयोग करते हुए MSLP और MSW के विश्लेषण से पता चलता है कि MP2 योजना में बेहतर पूर्वानुमान क्षमता है, इसके बाद MP6 है। ऑब्जेक्ट-आधारित नैदानिक मूल्यांकन (मोड) उपकरण के लिए विधि का उपयोग करके वर्षा पूर्वानुमानों और टीआरएमएम टिप्पणियों के मात्रात्मक/स्थानिक मिलान के विश्लेषण से पता चलता है कि एमपी 8 (एमपी 14) योजना 48 घंटे से परे वर्षा का अनुकरण करने में सक्षम है। क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर हवाओं के जोनल क्रॉस-सेक्शन के विश्लेषण से पता चलता है कि तीव्र संवहन MP2, MP3, और MP4 योजनाओं द्वारा चक्रवाती तूफान से गंभीर चक्रवाती तूफान (SCS) की तीव्रता के परिवर्तन के दौरान, MP6 और MP14 द्वारा SCS से अच्छी तरह से अनुकरण किया जाता है। बहुत गंभीर चक्रवाती तूफान (वीएससीएस) और वीएससीएस से ईएससीएस तक और एमपी8 द्वारा ईएससीएस स्तर पर। सभी योजनाएं नेत्रगोलक पर कब्जा कर सकती हैं और पश्चिमी रूप से अनुकरण कर सकती हैं जिसने सिस्टम को उत्तर-उत्तर-पूर्व की ओर बढ़ने की अनुमति दी। विभिन्न दबाव स्तरों पर सिनॉप्टिक प्रवाह सभी योजनाओं द्वारा पुनः प्रस्तुत किया जाता है। हालांकि, कम रिज़ॉल्यूशन पर "फानी" के सिनॉप्टिक फ्लो पर माइक्रोफिजिक्स पैरामीटराइजेशन के प्रभाव का आकलन करना मुश्किल था। क्यूसी और क्यूआर का विश्लेषण वर्षा के उत्पादन में "फानी" की ऊर्ध्वाधर संरचना पर सूक्ष्म भौतिक मानकों के निश्चित प्रभावों को इंगित करता है। एमपी3 योजना ऊपरी क्षोभमंडल स्तर तक बेहतर क्लाउड पैटर्न प्रदर्शित करती है, इसके बाद एमपी2 योजना आती है। विभिन्न सूक्ष्मभौतिकी योजनाओं का उपयोग करके अनुमानित गुप्त ऊष्मा प्रवाह के विश्लेषण से पता चलता है कि वीएससीएस तीव्रता स्तर या उससे अधिक पर गुप्त गर्मी प्रवाह रिलीज टीसी के और गहनता में योगदान देता है, और यह सुविधा एमपी 2 योजना द्वारा बहुत अच्छी तरह से सिमुलेटेड है।

Abstract:

Weather Research and Forecasting (WRF) model version 4.1.3 is configured in the present study to understand the impact of microphysical parameterization schemes on the track and intensity of extremely severe cyclonic storm (ESCS) "Fani" that occurred during 26 April to 4 May 2019 in the Bay of Bengal. The model is customized with six different microphysical parameterization schemes along with Kain-Fritsch cumulus for convection and the Yonsei University planetary boundary-layer scheme for computation of heat and moisture transport. The simulations are conducted at 27-km horizontal resolution with 41 levels in the vertical for 150 h (00UTC 28 April to 06UTC 4 May 2019). Model-

simulated features such as the track, track error, minimum central sea-level pressure (MSLP), maximum sustained surface wind (MSW), and precipitation are validated against India Meteorological Department (IMD) and Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) observation data. Although all the schemes predict track patterns similar to observation, the MP3 scheme shows the least track error even after landfall, and its track length is maximum in comparison with other schemes, albeit less than the observed track. The MP3 scheme exhibits a better track for “Fani,” followed by MP14. The lowest mean direct position error (along-track error) of 85 km (68.5 km) is noted for the MP3 scheme, followed by 112.5 km (82.3 km) for the MP8 scheme. Analysis of the MSLP and MSW using the t-test suggests that the MP2 scheme has better forecast ability, followed by MP6. Analysis of the quantitative/spatial matching of the rainfall forecasts and TRMM observations using the Method for Object-Based Diagnostic Evaluation (MODE) tool suggests that the MP8 (MP14) scheme is capable of simulating the rainfall beyond (up to) 48 h. Analysis of the zonal cross-section of horizontal and vertical winds shows that intense convection is well simulated by the MP2, MP3, and MP4 schemes during the change of intensity from cyclonic storm to severe cyclonic storm (SCS), by MP6 and MP14 from SCS to very severe cyclonic storm (VSCS) and from VSCS to ESCS, and by MP8 at ESCS level. All the schemes can capture the eyewall and simulate the westerly that allowed the system to move north-northeastwards. The synoptic flow at different pressure levels is reproduced by all the schemes. However, assessing the impact of the microphysics parameterizations on the synoptic flow of “Fani” at low resolution was difficult. Analysis of Q_c and Q_r indicates definite impacts of the microphysical parameterizations on the vertical structure of “Fani” in producing rainfall. The MP3 scheme exhibits a better cloud pattern up to upper troposphere level, followed by the MP2 scheme. Analysis of the latent heat flux predicted using the different microphysics schemes suggests that the latent heat flux release at VSCS intensity level or above contributes to further intensification of the TC, and this feature is very well simulated by the MP2 scheme.

Keywords: Tropical cyclone, WRF model, Bay of Bengal, “Fani”, physical parameterization scheme, MODE tool.