

# Impact of the assimilation of DWR-derived precipitation rates through latent heat nudging on simulation of rainfall events over Indian Region.

A. Routray, Devajyoti Dutta, Abhishek Lodh, and John P. George

भारतीय क्षेत्र में वर्षा की घटनाओं के अनुकरण पर गुप्त गर्मी के माध्यम से डीडब्ल्यूआर-व्युत्पन्न वर्षा दरों के आकलन का प्रभाव

ए. राउत्रे, देवज्योति दत्ता, अभिषेक लोध, और जॉन पी. जॉर्ज

## सार:

वर्षा का रडार अनुमान एक महत्वपूर्ण अवलोकन है जिसका उपयोग उच्च प्रभाव वाले मौसम के बेहतर पूर्वानुमान के लिए उच्च-रिज़ॉल्यूशन संख्यात्मक मौसम पूर्वानुमान मॉडल को आरंभ करने के लिए किया जा सकता है। भारतीय डॉपलर मौसम रडार (डीडब्ल्यूआर) के प्रभाव का लघु-श्रेणी के मौसम पूर्वानुमानों पर व्युत्पन्न वर्षा दर का अध्ययन यहां किया गया है। वर्तमान कार्य भारतीय क्षेत्र में DWR व्युत्पन्न वर्षा दर को एक उच्च रिज़ॉल्यूशन मॉडल में आत्मसात करने के लिए अपनी तरह का पहला अध्ययन है। चेन्नई डीडब्ल्यूआर व्युत्पन्न सतह वर्षा दरों को एनसीएमआरडब्ल्यूएफ यूनिफाइड मॉडल (एनसीयूएम-आर) के उच्च रिज़ॉल्यूशन क्षेत्रीय संस्करण में शामिल किया गया है, जो पूर्व-प्रायद्वीपीय भारत में हुई दो संवहनी वर्षा घटनाओं के सिमुलेशन पर इसके प्रभाव का अध्ययन करने के लिए गुप्त गर्मी न्यूडिंग के माध्यम से शामिल है। एनसीयूएम-आर के लिए उच्च रिज़ॉल्यूशन प्रारंभिक स्थिति 4डी-वीएआर डेटा आत्मसात प्रणाली का उपयोग करके तैयार की जाती है जिसमें विभिन्न पारंपरिक और उपग्रह टिप्पणियों का उपयोग किया जाता है। इस अध्ययन में, संख्यात्मक प्रयोगों के दो सेट किए जाते हैं, नियंत्रण प्रयोग (सीएनटीएल) नाम का एक प्रयोग केवल 4डी-वीएआर द्वारा बनाए गए विश्लेषण का उपयोग करता है और दूसरे (एलएचएन) में, 4डी-वीएआर विश्लेषण के उपयोग के अलावा डीडब्ल्यूआर व्युत्पन्न वर्षा दरों के साथ अव्यक्त गर्मी नज भी किया जाता है।

अध्ययन के परिणामों से पता चलता है कि डीडब्ल्यूआर व्युत्पन्न वर्षा दरों को आत्मसात करने से संवहनी वर्षा की घटनाओं के अनुकरण पर सकारात्मक प्रभाव पड़ता है। विश्लेषण किए गए मौसम विज्ञान क्षेत्रों के मूल माध्यम वर्ग त्रुटियां (आरएमएसई), मुख्य रूप से दोनों मामलों में सीएनटीएल की तुलना में एलएचएन में बड़े पैमाने पर क्षेत्रों में सुधार हुआ है। एलएचएन विश्लेषण में संवहनी उपलब्ध संभावित ऊर्जा (सीएपीई) की त्रुटि दोनों मामलों के लिए सीएनटीएल विश्लेषणों की तुलना में काफी कम है। स्थिरता सूचकांकों ने यह भी सुझाव दिया कि संवहन की स्थिति दोनों मामलों में एलएचएन विश्लेषण में ठीक से पुनः पेश की जाती है। जब वर्षा टिप्पणियों के विरुद्ध मूल्यांकन किया गया, तो मुख्य वर्षा पैटर्न की मात्रा और अभिविन्यास ने CNTL के सापेक्ष LHN में उल्लेखनीय सुधार दिखाया। वस्तु उन्मुख सन्निहित वर्षा क्षेत्र (सीआरए) तकनीक के आधार पर वर्षा के पूर्वानुमानों को और अधिक सत्यापित किया जाता है। CNTL की तुलना में LHN सिमुलेशन में वेक्टर विस्थापन त्रुटियां और कुल माध्यम वर्ग त्रुटि काफी कम हो जाती है। एलएचएन में नमी प्रवाह और नमी अभिसरण की ऊर्ध्वाधर संरचना और समय विकास भी अच्छी तरह से अनुकरण किया जाता है। इस प्रारंभिक अध्ययन से उत्साहजनक परिणाम सामने आए जो दर्शाता है कि उच्च रिज़ॉल्यूशन क्षेत्रीय एनडब्ल्यूपी प्रणाली में भारतीय डीडब्ल्यूआर व्युत्पन्न वर्षा दरों को आत्मसात करने से भारतीय क्षेत्र में संवहनी वर्षा की घटनाओं के पूर्वानुमान में सुधार हो सकता है।

## Abstract:

Radar estimate of precipitation is an important observation which can be used to initialize the high-resolution numerical weather prediction models for improved forecast of high impact weather. Impact of Indian Doppler Weather Radar (DWR) derived precipitation rates on short-range weather forecasts is studied here. The present work is one of the first-of-its-kind studies to assimilate the DWR derived rain rate into a high resolution model over Indian region. Chennai DWR derived surface precipitation rates are included in the high resolution regional version of NCMRWF Unified Model (NCUM-R) through latent heat nudging to study its impact on the simulations of two convective rainfall events that occurred over east-peninsular India. The high resolution initial condition for NCUM-R is prepared using 4D-VAR data assimilation system in which various conventional and satellite observations are used. In this study, two sets of numerical experiments are carried out, one experiment named as

control experiment (CNTL) uses only the analysis created by 4D-VAR and in the second (LHN), latent heat nudging is also performed with DWR derived precipitation rates in addition to the use of the 4D-VAR analysis.

The results of the study show that the assimilation of DWR derived precipitation rates has a positive impact on the simulation of convective rainfall events. The root mean square errors (RMSE) of the analysed meteorological fields, mainly the mass fields are improved in the LHN compared to CNTL in both cases. The error of Convective Available Potential Energy (CAPE) in the LHN analyses is considerably reduced compared to the CNTL analyses for both cases. The stability indices also suggested that the condition for convection is properly reproduced in the LHN analysis in both cases. When evaluated against rainfall observations, the amount and orientation of the main rainfall pattern showed noteworthy improvements in the LHN relative to CNTL. The rainfall forecasts are further verified based on the object oriented Contiguous Rain Area (CRA) technique. The vector displacement errors and total mean square error are reduced considerably in LHN simulations compared to CNTL. The vertical structure and time evolution of moisture flux and moisture convergence are also well simulated in the LHN. This preliminary study revealed encouraging results which shows that the assimilation of Indian DWR derived rain rates in the high resolution regional NWP system can improve the forecast of convective rainfall events over Indian region.

**Keywords:** Latent heat nudging, Doppler weather radar, Precipitation estimates, 4D-VAR assimilation system, NCUM, Convective rainfall.