

## Performance of the NCMRWF convection-permitting model during contrast in monsoon phases of 2016 INCOMPASS field campaign.

A. Jayakumar, Steven J. Abel, Andrew G. Turner, Saji Mohandas, Jisesh Sethunadh, D. O'Sullivan, A.K. Mitra, E.N. Rajagopal

### 2016 INCOMPASS फ़ील्ड अभियान के मानसून चरणों में इसके विपरीत के दौरान NCMRWF संवहन-अनुमति मॉडल का प्रदर्शन।

ए. जयकुमार, स्टीवन जे. एबेल, एंड्रयू जी. टर्नर, साजी मोहनदास, जिसेश सेतुनाथ, डी. ओ'सुल्लीवन, ए.के. मित्रा, ई.एन. राजागोपाल

#### सार:

यह अध्ययन 2016 के मानसून के विपरीत चरणों के लिए ncmrwf (एनसीयूएम-आर) के क्षेत्रीय मॉडल द्वारा अनुमानित हाइड्रोमीटर और संबंधित राज्य चर की पुष्टि के लिए INCOMPASS विमान, रेडियोसॉन्ड और उपग्रह अवलोकन का उपयोग करता है। INCOMPASS उड़ानें B957 और B975 उत्तर भारत में लखनऊ और पूर्वी तट के पास भुवनेश्वर के बीच हुईं, और क्रमशः शुष्क पूर्व-मानसून और सक्रिय मानसून स्थितियों के बीच एक अंतर का प्रतिनिधित्व करती हैं। भुवनेश्वर में 4 किमी से ऊपर की नम प्रोफ़ाइल को B957 पर मापा गया, जिसमें मध्य-स्तर के बादलों द्वारा शुष्क-हवा की घुसपैठ को दिखाया गया, जबकि लखनऊ प्रोफ़ाइल में एक शुष्क, प्री-मानसून प्रोफ़ाइल दिखाई गई। एरोसोल विलुप्त होने के गुणांक और लिडार का उपयोग करके मापी गई क्लाउड-टॉप ऊंचाई ने महाद्वीपीय एरोसोल का प्रवाह दिखाया, और मध्य-क्षोभमंडल और सीमा परत में विमान के नीचे आंतरायिक कई बादल। B975 से माप उपग्रह प्रेक्षणों से अनुमानित चक्रवाती हवा के पैटर्न और रेडियोसॉन्ड प्रोफ़ाइल में दर्शाए गए संवहनी प्रवृत्ति के साथ अच्छी तरह से मेल खाते हैं। सक्रिय मानसून के दौरान 5 किमी से नीचे व्यापक बादलों का पता चला। क्लाउड प्रतिनिधित्व के लिए दो मॉडल फॉर्मूलेशन (प्रोग्नोस्टिक क्लाउड और प्रोग्नोस्टिक कंडेनसेट, पीसी 2, और डायग्नोस्टिक स्कीम, डायग) की तुलना अभियान के दौरान टिप्पणियों के साथ की जाती है। दोनों योजनाओं से राज्य चर की ऊर्ध्वाधर संरचनाएं आम तौर पर उड़ान पटरियों के साथ समझौते में होती हैं। सतही ऊर्जा बजट और क्लाउड डायग्नोस्टिक पीसी2 की तुलना में कम सतह डाउनवेलिंग शॉर्ट-वेव फ्लक्स के माध्यम से निचले सतह के तापमान के अनुरूप डायग में उच्च क्लाउड कवर का संकेत देते हैं, जबकि लेटेंट-हीट फ्लक्स को चुने गए क्लाउड स्कीम के प्रति असंवेदनशील पाया जाता है। निम्न क्लाउड अंश के लिए PC2 में इन-क्लाउड पानी की मात्रा अधिक होती है, और Diag के संबंध में स्वतः-रूपांतरण प्रक्रिया तेज़ होती है। विमान माप के संबंध में मॉडल में उच्च कुल संघनित-जल सामग्री और उपग्रह डेटा के संबंध में एक बढ़ी हुई हल्की वर्षा पूर्वाग्रह दोनों क्लाउड योजनाओं के लिए सामान्य है। मॉडल के उष्णकटिबंधीय कार्यान्वयन के लिए बादलों और वर्षा के प्रतिनिधित्व में सुधार के लिए और काम स्पष्ट रूप से जरूरी है।

#### Abstract:

This study uses INCOMPASS aircraft, radiosonde and satellite observations for verifying hydrometeors and associated state variables predicted by the regional model of the NCMRWF (NCUM-R) for contrasting phases of the 2016 monsoon. INCOMPASS flights B957 and B975 took place between Lucknow in northern India and Bhubaneswar near the east coast, and represent a contrast between dry pre-monsoon and active monsoon conditions, respectively. A moist profile above 4 km in Bhubaneswar measured on B957 showed a dry-air intrusion being eroded by mid-level clouds, whereas the Lucknow profile showed a drier, pre-monsoon profile. Aerosol extinction coefficient and cloud-top height measured using lidar showed an influx of continental aerosol, and intermittent multiple clouds below the aircraft in the mid-troposphere and boundary layer. Measurements from B975 match well with cyclonic wind patterns estimated from satellite observations and the convective tendency represented in radiosonde profiles. Extensive clouds were detected below 5 km during the active monsoon. Two model formulations for cloud representation (prognostic cloud and prognostic condensate, PC2, and diagnostic schemes, Diag) are compared with observations during the campaign. Vertical structures of state variables from both schemes are generally in agreement along the flight tracks. Surface energy budget and cloud diagnoses indicate higher cloud cover in Diag consistent with lower surface temperatures through reduced surface downwelling short-wave flux than in PC2, while the latent-heat flux is found

to be insensitive to cloud scheme chosen. In-cloud water content is larger in PC2 for lower cloud fraction, and the autoconversion process is faster with respect to Diag. Higher total condensed-water content in the model with respect to aircraft measurements and an enhanced light precipitation bias with respect to satellite data is common to both cloud schemes. Further work to improve the representation of clouds and precipitation for the tropical implementation of the model is clearly warranted.

**Keywords:** Convection-permitting, INCOMPASS, Monsoon.