

A case study of land-Atmosphere coupling during monsoon onset in Northern India.

Emma J. Barton, Christopher M. Taylor, Douglas J. Parker, Andrew G. Turner, Danijel Belusic, Steven J. Boing, Jennifer K. Brooke, R. Chawn Harlow, Phil P. Harris, Kieran Hunt, A. Jayakumar, and Ashish K. Mitra

उत्तर भारत में मानसून की शुरुआत के दौरान भूमि-वायुमंडल युग्मन का एक केस स्टडी।

एम्मा जे. बार्टन, क्रिस्टोफर एम. टेलर, डगलस जे. पार्कर, एंड्रयू जी. टर्नर, डेनिजेल बेलुसिक, स्टीवन जे. बोइंग, जेनिफर के. ब्रुक, आर. चॉन हार्लो, फिल पी. हैरिस, कीरन हंट, ए. जयकुमार, और आशीष के. मित्रा

सार:

यह आलेख मानसून की शुरुआत के दौरान एक दिन के लिए भूमि-वायुमंडल केस-अध्ययन प्रस्तुत करता है, जिसमें एक शोध विमान, उपग्रह उत्पादों और मॉडल आउटपुट से डेटा शामिल होता है। अद्वितीय वायुयान प्रेक्षणों से पता चलता है कि मिट्टी की नमी में स्थानिक भिन्नताओं से प्रेरित ग्रहीय सीमा परत में तापमान और आर्द्रता 5 K और 4 g/kg तक का अंतर है। पूर्ववर्ती वर्षा और सिंचाई दोनों ही इस वायुमंडलीय परिवर्तनशीलता के चालक पाए गए। कुछ सतहों के ऊपर मिट्टी की नमी से प्रेरित मेसोस्केल परिसंचरण का भी प्रमाण है। यह पहली बार है जब इस तरह की प्रतिक्रियाएं भारत में सीटू में देखी गई हैं। अफ्रीकी साहेल में पिछले अवलोकन संबंधी अध्ययनों में पाए गए मिट्टी की नमी से संचालित तापमान विसंगतियां बड़ी हैं। इसके अलावा, साहेल के विपरीत, इस क्षेत्र में सिंचाई व्यापक है, और पूर्ववर्ती वर्षा के समान वायुमंडलीय प्रभाव पड़ता है। इसका तात्पर्य यह है कि भारतीय मानसून के भीतर मेसोस्केल प्रक्रियाओं पर सिंचाई पद्धतियों में ऐतिहासिक परिवर्तनों का महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ने की संभावना है। हम मिट्टी की नमी और बादल बनने से जुड़े सबूतों की भी जांच करते हैं। गीली मिट्टी के ऊपर हमने उथले बादल का दमन देखा, जबकि गहरे संवहन की शुरुआत ज्यादातर गीली-सूखी मिट्टी की नमी सीमाओं से प्रभावित क्षेत्रों में हुई। बड़े पैमाने पर हवा के प्रवाह पर मिट्टी की नमी की विविधता के प्रभाव की जांच करने के लिए, दिन के तीन मॉडल चित्रणों का मूल्यांकन किया जाता है: यूरोपीय मध्यम-श्रेणी के मौसम पूर्वानुमान युग-अंतरिम और ERA5 पुनर्विक्षेपण, और एक उच्च-रिज़ॉल्यूशन (1.5 किमी) सिमुलेशन भारतीय राष्ट्रीय मध्यम दूरी के मौसम पूर्वानुमान क्षेत्रीय संवहन-अनुमति एकीकृत मॉडल का उपयोग करके उत्पन्न किया गया। हम मॉडल में सतह प्रवाह अनिश्चितताओं का संकेत देते हुए सबूत पाते हैं, जो मानसून की गर्त में 3.5 hPa विसंगतियों की ओर ले जाते हैं। यह मानसून परिसंचरण और वर्षा के अनुकरण को प्रभावित करता है। मेसोस्केल भूमि-वायुमंडल युग्मन के बेहतर प्रतिनिधित्व से भारत में मौसम और जलवायु मॉडल के भीतर संवहन के चित्रण में सुधार होने की संभावना है।

Abstract:

This article presents a land-atmosphere case-study for a single day during monsoon onset, incorporating data from a research aircraft, satellite products and model outputs. The unique aircraft observations reveal temperature and humidity contrasts of up to 5 K and 4 g/kg in the planetary boundary layer induced by spatial variations in soil moisture. Both antecedent rain and irrigation were found to be drivers of this atmospheric variability. There is also evidence of soil moisture-induced mesoscale circulations above some surfaces. This is the first time such responses have been observed in situ over India. Soil moisture-driven temperature anomalies are larger than those found in previous observational studies in the African Sahel. Moreover, irrigation in the region is extensive, unlike in the Sahel, and has a similar atmospheric effect to antecedent rainfall. This implies that historical changes in irrigation practices are likely to have had an important influence on mesoscale processes within the Indian monsoon. We also examine evidence linking soil moisture and cloud formation. Above wetter soils we observed a suppression of shallow cloud, whilst the initiation of deep convection occurred mostly in areas affected by wet-dry soil moisture boundaries. To investigate the impact of soil moisture heterogeneity on large-scale wind flow, three model depictions of the day are assessed: the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts ERA-Interim and ERA5 reanalyses, and a high-resolution (1.5 km) simulation generated using the Indian National Centre for Medium Range Weather Forecasting regional convection-permitting Unified Model. We find evidence indicating surface flux uncertainties in the models lead to ~3.5 hPa anomalies in the monsoon trough. This does affect the

simulation of monsoon circulation and rainfall. Better representation of mesoscale land–atmosphere coupling is likely to improve the depiction of convection within weather and climate models over India.

Keywords: aircrafts observations, convection, Indian monsoon, irrigation, land-atmosphere, coupling, monsoon trough, planetary boundary layer, soil moisture.