

## Analysis of outdoor thermal discomfort over the Kingdom of Saudi Arabia.

Hari Prasad Dasari, Srinivas Desamsetti, Sabique Langodan, Yesubabu Viswanadhapalli, and Ibrahim Hoteit

### सऊदी अरब साम्राज्य पर बाहरी थर्मल असुविधा का विश्लेषण

हरि प्रसाद दसारी, श्रीनिवास देसमसेट्टी, सबिक लंगोडन, येसुबाबू विश्वनाथपल्ली, और इब्राहिम होतेत

#### सार:

इस अध्ययन में, सऊदी अरब (केएसए) के राज्य में आउटडोर थर्मल असुविधा सूचकांक (डीआई) की परिवर्तनशीलता और प्रवृत्तियों का विश्लेषण 1980-2018 की 39 साल की अवधि में किया गया था। प्रति घंटा डीआई का अनुमान यूरोपीय केंद्र से मध्यम दूरी के मौसम पूर्वानुमान और इन-हाउस उच्च-संकल्प क्षेत्रीय पुनर्विशाल्य के लिए अगली पीढ़ी के वैश्विक पुनर्विशाल्य से प्राप्त हवा के तापमान और सापेक्ष आर्द्रता डेटा के आधार पर अनुमान लगाया गया था जो एक आत्मसात मौसम अनुसंधान पूर्वानुमान (डब्ल्यूआरएफ) मॉडल का उपयोग करके उत्पन्न हुआ था। लगातार उच्च तापमान और सापेक्ष आर्द्रता के संयोजन के कारण केएसए के अधिकांश हिस्सों में सभी गर्मी के महीनों (जून से सितंबर) में DI 28 डिग्री सेल्सियस से अधिक है, यानी मानव असुविधा के लिए दहलीजा KSA के पश्चिमी भागों और मध्य लाल सागर के उत्तर में 8-16 घंटे के लिए DI 28°C से अधिक है। >28°C का DI लाल सागर और पश्चिमी KSA के ऊपर 90% गर्मी के दिनों में 7-9 घंटे तक बना रहता है। डीआई > 30 डिग्री सेल्सियस के साथ स्थानिक सीमा और दिनों की संख्या, यानी गंभीर मानव असुविधा के लिए दहलीज, डीआई > 28 डिग्री सेल्सियस वाले लोगों की तुलना में काफी कम है। DI > 28°C के साथ दिनों की संख्या में दीर्घकालिक रुझान हाल के दशकों (1999-2018) में दक्षिण-पश्चिमी KSA के कुछ हिस्सों में वृद्धि की कम दर या यहां तक कि कमी का संकेत देते हैं। DI > 30°C वाले क्षेत्रों, विशेष रूप से अरब की खाड़ी के उत्तर-पश्चिमी क्षेत्रों और इसके आसपास के क्षेत्रों में भी हाल के दशकों के दौरान आराम के स्तर में सुधार हुआ है। अध्ययन अवधि के दौरान पूरे केएसए में जनसंख्या और शहरीकरण में उल्लेखनीय वृद्धि दर्ज की गई है। पांच साल के नैदानिक आंकड़ों के विश्लेषण से पता चलता है कि हज यात्रा के दौरान गर्मी से संबंधित मौतों के साथ उच्च तापमान और आर्द्रता के बीच सकारात्मक संबंध है। यहां दी गई जानकारी से राष्ट्रीय अधिकारियों और नीति निर्माताओं को केएसए में उच्च स्तर की थर्मल असुविधा के लिए मनुष्यों के जोखिम को कम करने के लिए आवश्यक रणनीति विकसित करने में सहायता की उम्मीद है।

#### Abstract:

In this study, the variability and trends of the outdoor thermal discomfort index (DI) in the Kingdom of Saudi Arabia (KSA) were analyzed over the 39-year period of 1980–2018. The hourly DI was estimated based on air temperature and relative humidity data obtained from the next-generation global reanalysis from the European Center for Medium-Range Weather Forecasts and in-house high-resolution regional reanalysis generated using an assimilative Weather Research Forecast (WRF) model. The DI exceeds 28°C, that is, the threshold for human discomfort, in all summer months (June to September) over most parts of the KSA due to a combination of consistently high temperatures and relative humidity. The DI is greater than 28°C for 8–16 h over the western parts of KSA and north of the central Red Sea. A DI of >28°C persists for 7–9 h over the Red Sea and western KSA for 90% of summer days. The spatial extent and number of days with DI > 30°C, that is, the threshold for severe human discomfort, are significantly lower than those with DI > 28°C. Long-term trends in the number of days with DI > 28°C indicate a reduced rate of increase or even a decrease over some parts of the southwestern KSA in recent decades (1999–2018). Areas with DI > 30°C, in particular the northwestern regions of the Arabian Gulf and its adjoining regions, also showed improved comfort levels during recent decades. Significant increases in population and urbanization have been reported throughout the KSA during the study period. Analysis of five-years clinical data suggests a positive correlation between higher temperatures and humidity with heat-related deaths during the Hajj pilgrimage. The information provided herein is expected to aid national

authorities and policymakers in developing necessary strategies to mitigate the exposure of humans to high levels of thermal discomfort in the KSA.