

## Contribution of lagged members to the performance of a global ensemble prediction system.

Gauri Shanker, Abhijit Sarkar, Ashu Mamgain, S. Kiran Prasad, R. Bhatla and A.K. Mitra

### वैश्विक पहनावा भविष्यवाणी प्रणाली के प्रदर्शन में पिछड़े सदस्यों का योगदान ।

गौरी शंकर, अभिजीत सरकार, आशु ममगाई, एस. किरण प्रसाद, आर. भाटला और ए.के. मित्रा

#### सार:

नेशनल सेंटर फॉर मीडियम रेंज वेदर फोरकास्टिंग (NCMRWF), भारत परिचालन रूप से एक वैश्विक पहनावा पूर्वानुमान प्रणाली (NEPS-G) चलाता है जिसमें 23 पहनावा सदस्य हैं। नियंत्रण और 11 परेशान पहनावा सदस्यों के पास 00 UTC की प्रारंभिक शर्तें हैं। अन्य 11 परेशान सदस्यों का प्रारंभ समय पिछले दिन का 12 UTC है। वर्तमान पेपर का उद्देश्य एनईपीएस-जी की पूर्वानुमान गुणवत्ता पर पिछड़े हुए समूह के सदस्यों के प्रभाव का अध्ययन करना है। इसके लिए, हमने (i) 00 UTC यानी E00\_11 से शुरू होने वाले 11-सदस्यीय कलाकारों की टुकड़ी के सापेक्ष कौशल की अंतर-तुलना की है, (ii) 12 UTC यानी E12\_11 से शुरू होने वाले 11 पिछड़े हुए सदस्य और (iii) गर्मियों के अप्रैल-मई-जून 2019 (AMJ) और सर्दियों के दिसंबर 2019-जनवरी 2020 (DJ) के लिए 7-दिवसीय पूर्वानुमान लीड समय के लिए तापमान, हवा और भू-क्षमता ऊंचाई के सत्यापन का उपयोग करते हुए 23-सदस्यीय पहनावा यानी E23 का परिचालन। 850 hPa पर तापमान और 500 hPa पर भू-क्षमता की ऊंचाई उत्तरी गोलार्ध में सत्यापित की जाती है। 850 hPa और 200 hPa पर आंचलिक और मध्याह्न हवाएं 0oN-40oN, 60°E-110°E क्षेत्र पर सत्यापित हैं। सत्यापन के लिए उपयोग किए जाने वाले मेट्रिक्स एन्सेम्बल-स्प्रेड और रूट-मीन-स्क्वायर एरर (RMSE) संबंध, बैरियर स्कल स्कोर (BSS), विश्वसनीयता आरेख, आउटलेयर आँकड़े, सापेक्ष परिचालन विशेषताएँ (ROC) स्कोर और रैंक प्रायिकता स्कोर (RPS) हैं। संक्षिप्तता के लिए, केवल Z500, T850 और U850 के परिणामों पर यहां विस्तार से चर्चा की गई है।

परिणाम बताते हैं कि दोनों मौसमों में, E00\_11 और E12\_11 की तुलना में E23 के लिए RMSE-स्प्रेड संबंध बेहतर है। NH पर T850 और Z500 के लिए, E23 और E00\_11 दोनों का एएमजे सीजन की तुलना में डीजे सीजन में उच्च आरएमएसई और उच्च पहनावा है। भारतीय क्षेत्र में हवा के मामले में, दोनों आरएमएसई और एन्सेम्बल स्प्रेड डीजे के दौरान कम मूल्यों को प्रदर्शित करते हैं, जबकि दोनों एन्सेम्बल कॉन्फिगरेशन के लिए एएमजे की तुलना में दोनों मौसमों के लिए, E23 का BSS सकारात्मक है और ROC स्कोर सभी तीन समूहों के लिए सभी चरों के लिए 7 दिनों के पूर्वानुमान समय से >0.5 है और E23 में आउटलेयर का प्रतिशत भी कम है। कुल मिलाकर, 11 पिछड़े हुए कलाकारों के सदस्यों के योगदान से दोनों मौसमों में एनईपीएस-जी के कौशल में सुधार होता है और सर्दियों (डीजे सीजन) के दौरान कौशल बेहतर होता है। E23 के लिए उष्णकटिबंधीय चक्रवात 'फानी' के लिए औसत पूर्वानुमान ट्रैक में त्रुटि E00\_11 की तुलना में कम पाई गई है।

हमने E23 के पूर्वानुमान कौशल की तुलना 22 सदस्यों द्वारा गठित पहनावा के साथ की है, जो सभी 00 UTC से चल रहे हैं, यानी E00\_22 चर के एक ही सेट के साथ-साथ प्रत्येक मौसम से एक महीने के पूर्वानुमान डेटा के लिए वर्षा, अर्थात् जून 2019 गर्मियों से और जनवरी 2020 सर्दियों से। परिणाम बताते हैं कि RMSE-स्प्रेड संबंध कॉन्फिगरेशन और दोनों मौसमों के लिए बहुत समान है। E00\_22 और E23 के लिए, जून की तुलना में जनवरी में सभी वेरिबल्स के लिए एन्सेम्बल मीन के RMSE के करीब एन्सेम्बल स्प्रेड है। BSS E00\_22 के लिए थोड़ा अधिक था, लेकिन जनवरी में Z500 को छोड़कर सभी चर के लिए सभी लीड समय में महत्वपूर्ण नहीं था, जो दिन 2 से दिन 5 तक E00\_22 के BSS में महत्वपूर्ण सुधार दर्शाता है। वर्षा पूर्वानुमान सत्यापन में, E00\_22 के लिए RPS थोड़ा कम है (हालांकि महत्वपूर्ण) जून में सभी पूर्वानुमान लीड समय में E23 की तुलना में जबकि जनवरी में कोई महत्वपूर्ण अंतर नहीं था। तो, NEPS-G का E23 डेटासेट जो एक ही समय में कम कम्प्यूटेशनल संसाधनों की मांग करता है, E00\_11 की तुलना में अधिक कुशल पूर्वानुमान प्रदान करता है और यह E00\_22 जितना ही कुशल है।

#### Abstract:

National Centre for Medium Range Weather Forecasting (NCMRWF), India runs operationally a global ensemble prediction system (NEPS-G) which has 23 ensemble members. The control and 11

perturbed ensemble members have the initial conditions of 00 UTC. The start time of the other 11 perturbed members is 12 UTC of the previous day. The objective of the present paper is to study the effect of the lagged ensemble members on the forecast quality of NEPS-G. For this, we have carried out an inter-comparison of the relative skills of (i) 11-member ensemble starting from 00 UTC i.e., E00\_11, (ii) 11 lagged ensemble members starting from 12 UTC i.e., E12\_11 and the (iii) operational 23-member ensemble i.e. E23 using the verification of temperature, wind and geopotential height forecasts for 7-day forecast lead times for April–May–June 2019 (AMJ) of summer and December 2019–January 2020 (DJ) of winter. The temperature at 850 hPa and geopotential height at 500 hPa are verified over the northern hemisphere. The zonal and meridional winds at 850 hPa and 200 hPa are verified over the region 0oN-40oN, 60°E-110°E. The metrics used for validation are ensemble-spread and root-mean-square error (RMSE) relationship, brier skill score (BSS), reliability diagram, outliers statistics, relative operating characteristics (ROC) score and ranked probability score (RPS). For brevity, only the results for Z500, T850 and U850 have been discussed in detail here.

The results show that in both seasons, the RMSE-spread relationship is better for E23 than for E00\_11 and E12\_11. For T850 and Z500 over NH, both E23 and E00\_11 have higher RMSE and higher ensemble spread in DJ season as compared to AMJ season. In case of wind over the Indian region, both RMSE and ensemble spread exhibit lower values during DJ as compared to AMJ for both ensemble configurations. For both seasons, the BSS of E23 is positive and the ROC score is >0.5 beyond 7 days forecast times for all the variables for all three ensembles and the percentage of outliers in E23 is also less. Overall, the contribution of 11 lagged ensemble members improves the skill of NEPS-G in both seasons and skill is better during winter (DJ season). The error in the mean forecast track for tropical cyclone 'Fani' for E23 is found to be less than for E00\_11.

We have also compared the forecast skill of E23 with that of the ensemble formed by 22 members, all running from 00 UTC i.e. E00\_22 for the same set of variables as well as precipitation for one month forecast data from each season, namely June 2019 from summer and January 2020 from winter. Results show that the RMSE-spread relationship is very much similar for both configurations and both seasons. For E00\_22 and E23, the ensemble spread is closer to the RMSE of ensemble mean for all the variables in January compared to June. BSS was slightly higher for E00\_22 but was not significant at all lead time for all the variables except Z500 in January which shows significant improvement in BSS of E00\_22 from day 2 to day 5. In precipitation forecast verification, RPS for E00\_22 is slightly less (though significant) than E23 at all forecast lead times in June while in January there was no significant difference. So, E23 dataset of NEPS-G which demands less computational resources at the same time offers more skilful forecast than E00\_11 over a longer forecast lead time and is nearly as skilful as E00\_22.

**Keyword:** Ensemble Prediction System, Lagged ensemble, Brier Skill score, Reliability, Resolution.