मौसम, **63**, 3 (जुलाई 2012), 475-478

551.509

स्थान विशेष के मौसम का पूर्वानुमान

एम. एस. शेखर, अजय कुमार और अश्वाघोष गन्जु

हिम तथा अवधाव अध्ययन संस्थान, अनुसंधान एवं विकास संगठन, चंडीगढ–160 036, भारत

(*प्राप्त 07 दिसम्बर 2011*)

e mail : a.gangu@sase.drdo.in

सार – उत्तर भारत में पश्चिमी हिमालय की पर्वत श्रृंखलाओं की स्थलाकृति, उच्च तुंगता एवं असमान अवस्थितियों के कारण यहाँ के मौसम का पूर्वानुमान करना एक जटिल समस्या है। शीत ऋतु में पश्चिमी विक्षोभों (डब्ल्यू. डी.) के कारण इस क्षेत्र में अत्यधिक मात्रा में हिमपात भी होता है। इस कारण क्षेत्र में हिमधाव की संभावना रहती है। हिमधाव का पूर्वानुमान करने के लिए स्थान विशेष के मौसम की सूचना महत्वपूर्ण भूमिका अदा करती है। इस अध्ययन में हमने उत्तर भारत में पश्चिमी हिमालय के पर्वतीय क्षेत्रों में स्थित सासे की 11 सतह वेधशालाओं के मौसम के तीन मौसम प्राचलों (तात्कालिक तापमान, पवन गति एवं वर्षा) का अधिक अच्छा पूर्वानुमान करने के लिए सांख्यिकीय गतिकीय मॉडल (एस. डी. एम.) को विकसित करने के लिए मॉडल आउटपुट आँकड़ों की तकनीक का उपयोग किया है। इस प्रतिरूप के विकास के लिए वर्ष 2004 से 2006 तक के शीत माहों (नवम्बर से अप्रैल तक) के एम. एम. 5 मॉडल द्वारा उत्पादित 26 प्राचलों एवं 11 सतह मौसम वेधशालाओं के वास्तविक आँकड़ों का प्रयोग किया गया है। इस मॉडल की गुणवत्ता का मूल्यांकन वर्ष 2007 के शीत माह के स्वतंत्र आँकड़ा सेट के साथ किया गया है। यह मूल्यांकन दर्शाता है कि मॉडल आउटपुट आँकड़ा तकनीक का प्रयोग करने से स्थान विशेष के मौसम के पूर्वानुमान में सुधार हुआ है।

ABSTRACT. In North India, due to the geomorphology, high altitude and different orientations of Western Himalayan mountain ranges, prediction of weather parameters becomes a complex problem. During winter, a large amount of precipitation is received in this region due to Western Disturbances (WDs). This area is also avalanche prone. The information of the site specific weather plays an important role in the prediction of avalanche. In the present study, we have used the Model Output Statistics (MOS) technique to develop a Statistical – Dynamical Model (SDM) to better predict three weather parameters (ambient temperature, wind speed and precipitation) of 11 SASE surface observatories situated in the Western Himalayan mountainous region in North India. We have used 26 parameters from MM5 model output and observed surface weather data from 11 surface observatories for the winter months of three consecutive years from 2004 to 2006 to develop this model. The performances of the model have been assessed using the independent data set from the winter months for the year 2007. This assessment shows that model output statistics (MOS) technique improves the forecast over specific station locations.

मुख्य शब्द - पश्चिमी विक्षोभ, संख्यात्मक मौसम पूर्वानुमान, प्रतिरूप, प्रतिरूप उत्पादन सांख्यिकी।

1. परिचय

स्थान विशेष एवं लघु क्षेत्र के लिए सतह के मौसम संबंधी आँकड़ों का पूर्वानुमान करना एक कठिन एवं प्रतियोगात्मक रूचि उत्पन्न करने वाली समस्या है। स्थान विशेष के मौसम का पूर्वानुमान करने के लिए मुख्यतः तीन विधियों का प्रयोग किया जाता है।

प्रथम विधि को सहदर्शी पूर्वानुमान (Synoptic Forecasting) कहा जाता है, जो कि एक व्यक्तिपरक तरीका (Subjective Method) है। इस विधि में मौसम विशेषज्ञ वायुमंडल की वर्तमान उपलब्ध जानकारी, जैसे मौसम के आँकड़ें, उपग्रह द्वारा लिए गए चित्रों को एकत्रित करता है। इस जानकारी का मौसम की वर्तमान अवस्था का आँकलन करने एवं पूर्वानुमान करने के लिए सार्थक निर्वचन (Meaningful Interpretation) किया जाता है।

द्वितीय विधि में संख्यात्मक मौसम पूर्वानुमान प्रतिरूप (Numerical Weather Prediction Model) का प्रयोग किया जाता है। इस विधि में मौसम के पूर्वानुमान की अपेक्षित अवधि के लिए द्रवगतिक (Hydrodynamics) और उष्मागतिक (Thermodynamics) समीकरणों का एकीकरण (Integration) के लिए गणनायंत्र (Computer) का प्रयोग किया जाता है। यद्यपि NWP प्रतिरूप विस्तृत पैमाने पर मौसम का पूर्वानुमान करने में सक्षम होते है, (पेके, 2002) लेकिन स्थान विशेष के मौसम के आँकड़ों की जानकारी प्रदान करने में पूर्ण रूप से सक्षम नहीं है।

तृतीय विधि में सांख्यिकीय प्रतिरूप (Statistical Model) को विकसित किया जाता है। इस विधि में मौसम के संबद्ध लक्षणों को मुख्यतः अंकों में अभिव्यक्त किया जाता है। इन अंको को उपयुक्त गणितीय सूत्रों को प्रयोग कर स्थान विशेष के मौसम का पूर्वानुमान लगाया जाता है। सांख्यिकीय प्रतिरूप को निम्नलिखित तीन विधियों द्वारा विकसित किया जाता है :

(*क*) *प्राचीन विधि (Classical Method)*

इस विधि में समय की देरी का समावेश होता है, जैसे कि यदि हमें कल के अधिकतम तापमान का पूर्वानुमान करना है तो हम पूर्वानुमान करने के समय के उपलब्ध वास्तविक आँकड़ों का प्रयोग करते हैं। यह विधि कम अवधि के पूर्वानुमान के लिए अत्याधिक लाभप्रद एवं महत्वपूर्ण है। इसे निम्नलिखित समीकरण (Statistical Model) द्वारा अभिव्यक्त किया जा सकता हैः

$$Y_t = f(X_0)$$

यहाँ Y_t = आश्रित अस्थिर Y का t समय के लिए पूर्वानुमानित मान है।

X_0 = 0 समय के वास्तविक आँकड़ों का वेक्टर है।

(*ख*) *परिपूर्ण – पूर्वलक्षण विधि (Perfect Prognostic method)*

संख्यात्मक प्रतिरूपों (Numerical Models) के क्रियानवयन एवं उन्नति के उपरान्त यह महसूस किया जाने लगा है कि इन प्रतिरूपों द्वारा उपलब्ध करवाई जाने वाली जानकारी का और अधिक लाभ लिया जा सकता है। उदाहरणतया यह प्रतिरूप किसी स्थान विशेष के अधिकतम तापमान की जानकारी नही देते हैं। इस समस्या के लिए परिपूर्ण–पूर्वलक्षण तकनीक (Perfect Prognostic Technique) का प्रतिपादन किया गया, जिसे निम्नलिखित समीकरण द्वारा अभिव्यक्त किया जा सकता हैः

$$Y_t = f(X_t)$$

यहाँ Y_t = आश्रित अस्थिर Y का t समय के लिए पूर्वानुमानित मान है।

X_t = t समय के उन वास्तविक आँकड़ों का वेक्टर है जिनका संख्यातमक मॉडल द्वारा पूर्वानुमान किया जा सकता है।

इस विधि में रिगरेशन समीकरण विकसित करने के लिए भूतकाल के वास्तविक आँकड़ों का प्रयोग किया जाता है। लेकिन पूर्वानुमान करते समय के X_t मान के लिए संख्यातमक प्रतिरूप द्वारा उत्पादित आँकड़ों का प्रयोग किया जाता है। इस तकनीक में यह कल्पना की जाती है कि संख्यात्मक प्रतिरूप द्वारा उत्पादित आँकड़े वास्तविक आँकड़ों के परिपूर्ण हैं। यह इस तकनीक की एक कमी है। परन्तु यह तकनीक प्राचीन विधि (Classical Method) की तुलना में पूर्वानुमान की अवधि बढ़ाने में सक्षम है।

(*ग*) *प्रतिरूप उत्पादन सांख्यिकी (Model Output Statistics)*

परिपूर्ण – पूर्वलक्षण विधि (Perfect Prognostic Method) द्वारा विकसित किया गया प्रतिरूप (मॉडल) संख्यात्मक प्रतिरूप (Numerical Model) के उत्पादन से स्वतंत्र होता है। लेकिन इस प्रतिरूप के प्रयोग से पूर्वानुमान करते समय संख्यात्मक प्रतिरूप द्वारा उत्पादित आँकड़ों का प्रयोग किया जाता है। इस समस्या के समाधान के लिए प्रतिरूप उत्पादन सांख्यिकी (MOS) तकनीक (ग्लाहन एवं लावरी, 1972) को विकसित किया गया। इस विधि में विस्तृत प्रतिरूप उत्पादित आँकड़ों का संग्रह किया जाता है। इस विधि में विस्तृत (कम से कम तीन वर्ष) प्रतिरूप उत्पादित आँकड़ों का स्थान विशेष के वास्तविक आँकड़ों से सांख्यिकी संबंध (Statistical Relation) विकसित किया जाता है, जिसे निम्नलिखित समीकरण द्वारा अभिव्यक्त किया जा सकता है :

$$Y_t = f(X_t)$$

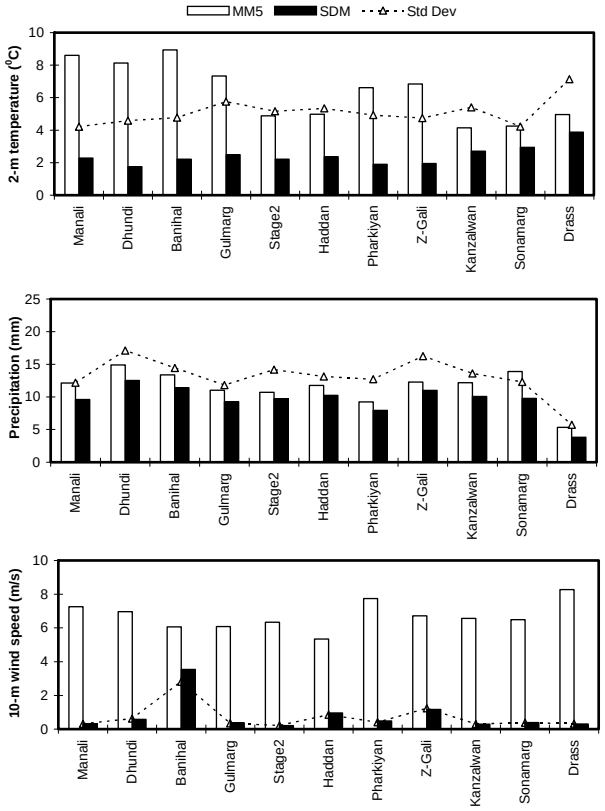
यहाँ Y_t = आश्रित अस्थिर Y का t समय के लिए पूर्वानुमानित मान है।

X_t = संख्यात्मक मॉडल द्वारा t समय के लिए पूर्वानुमानित अस्थिरों का वेक्टर है।

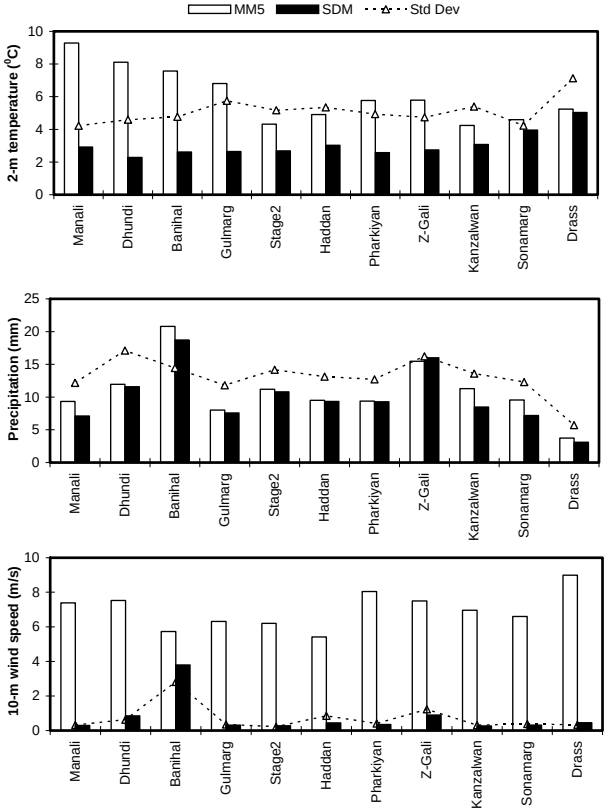
यह तकनीक मध्यम अवधि (2 से 4 दिन) के पूर्वानुमान के लिए उत्तम तकनीक है। इस तकनीक की मुख्य कमी है कि एक संख्यात्मक प्रतिरूप (NWP Model) के लिए विकसित किया गया सांख्यिकी संबंध किसी अन्य प्रतिरूप (NWP Model) के साथ प्रयोग नहीं किया जा सकता है एवं इस तकनीक का प्रयोग करने के लिए अन्य तकनीकों की तुलना में अधिक योजना की आवश्यकता होती है क्योंकि इच्छित प्रतिरूप उत्पादन (Model Output) जो जमा करने के लिए विशेष व्यवस्था करनी पड़ती है।

2. कार्यप्रणाली तथा परिणाम (Methodology & Results)

सासे में भी इस तकनीक का प्रयोग कर स्थान विशेष के मौसम के आँकड़ों का पूर्वानुमान करने के लिए सांख्यिकीय एवं सक्रिय प्रतिरूप (Statistical – Dynamical Model) का विकास किया है। इस प्रतिरूप के विकास के लिए संख्यात्मक मौसम पूर्वानुमान प्रतिरूप MM5 (ग्रल आदि, 1995; श्रीनिवासन, 2006) द्वारा उत्पादित आँकड़ों एवं 11 सतह मौसम वैधशालाओं के वास्तविक आँकड़ों का प्रयोग किया गया



चित्र 1. एम. एम. 5 प्रतिरूप और सांख्यिकीय – सक्रिय प्रतिरूप (एस. डी. एम.) द्वारा अगले 24 घंटे (एक दिन) के लिये तीन प्राचलों की पूर्वानुमानित त्रुटियों (आर. एम. एस. ई.) जिनकी गणना तीन वर्षों 2004–05, 2005–06, 2006–07 के शरद माह के आँकड़ों के साथ की गई है, की वास्तविक मानक अंतर (Observed Standard Deviation) के साथ तुलना



चित्र 2. एम. एम. 5 प्रतिरूप और सांख्यिकीय – सक्रिय प्रतिरूप (एस. डी. एम.) द्वारा अगले 24 घंटे (एक दिन) के लिये तीन प्राचलों की पूर्वानुमानित त्रुटियों (आर. एम. एस. ई.) जिनकी गणना वर्ष 2007–08 के शरद माह के स्वतंत्र आँकड़ों के साथ की गई है, की वास्तविक मानक अंतर (Observed Standard Deviation) के साथ तुलना

है। इस प्रतिरूप के द्वारा स्थान विशेष के मौसम के तीन प्राचलों (तात्कालिक तापमान, हवा की गति एवं हिमपात) का पूर्वानुमान अगले तीन दिन तक के लिए किया जाता है। इस प्रतिरूप के विकास के लिए वर्ष 2004 से 2006 तक के शरद माह (नवम्बर से अप्रैल तक) के MM5 प्रतिरूप द्वारा उत्पादित 26 प्राचलों एवं 11 सतह मौसम वैधशालाओं के वास्तविक आँकड़ों का प्रयोग किया गया है। इस प्रतिरूप की गुणवत्ता का मूल्याकंन करने के लिए इस प्रतिरूप की औसत वर्ग त्रुटि (Root Mean Square Error) की तुलना MM5 प्रतिरूप की औसत त्रुटि के साथ की है। इन त्रुटियों की तुलना उन आँकड़ों, जिनका प्रयोग इसे विकसित करने में किया गया है, के साथ ही नही अपितु वर्ष 2007–2008 के स्वतंत्र आँकड़ों के साथ भी की गई है।

चित्र (1) में 11 वैधशालाओं के मौसम की तीन प्राचलों (तापमान, हवा की गति एवं हिमपात) के अगले 24 घंटे (एक दिन) के लिए सांख्यिकीय – सक्रिय प्रतिरूप (SDM) एवं MM5 प्रतिरूप द्वारा किये गये पूर्वानुमान की त्रुटियों (RMSE) की वास्तविक आँकड़ों के मानक अंतर (Observed Standard Deviation) के साथ की गई तुलना को दर्शाया गया है। चित्र से प्रतीत होता है कि इस तकनीक द्वारा इन तीन प्राचलों के अगले 24 घन्टे के लिए अपेक्षित पूर्वानुमान की त्रुटियों में कमी हुई है एवं यह त्रुटियाँ वास्तविक मानक अंतर से भी कम है।

चित्र (2) में, वर्ष 2007–2008 के स्वतंत्र आँकड़ों के लिये इस प्रतिरूप एवं MM5 प्रतिरूप द्वारा की गई त्रुटियों (RMSE) की तुलना वास्तविक मानक अंतर के साथ की गई। इस चित्र से भी यह प्रतीत होता है कि स्वतंत्र आँकड़ों के लिए भी इस प्रतिरूप द्वारा तीन प्राचलों के अगले 24 घंटे के लिए अपेक्षित पूर्वानुमान की त्रुटियों में कमी हुई है एवं यह त्रुटियाँ वास्तविक मानक अंतर से भी कम हैं जिससे यह प्रतीत होता है कि यह प्रतिरूप 11 वैधशालाओं के मौसम के पूर्वानुमान करने के लिए प्रयोग किया जा सकता है। इस प्रतिरूप द्वारा इन तीन प्राचलों के अगले 48 एवं 72 घंटे के लिए अपेक्षित पूर्वानुमान के परिणाम भी समरूप पाये गए हैं। लेख की संक्षिप्तता के लिए इन चित्रों को नहीं दर्शाया गया है।

आभार (Acknowledgement)

लेखक हिम तथा अवधाव अध्ययन संस्थान के आँकड़ा संग्रह केन्द्र के 11 सतह वैधशालाओं के मौसम के वास्तविक आँकड़े प्रदान करने के लिए एवं संस्थान में कार्यरत श्री हरीश चन्द, वरिष्ठ तकनीकी सहायक 'सी' के महत्वपूर्ण योगदान के लिए आभारी हैं।

संदर्भ

ग्लाहन, एच. आर., एवं लावरी, डी. ए., 1972, "द यूज आफ माडल आउटपुट स्टेटिसटिक्स (एम. ओ. एस.) इन आब्जेक्टिव वेदर फोरकासटिंग", *जे. एपल. मिटियोरोलो. सा.,* **11** (8), 1203–1211।

ग्रल, जी. ए., दूधिया, जे. एवं स्टेफर, डी. आर., 1995, "ए डिस्कृप्सन आफ द फिफथ – जनरेशन पेन स्टेट/एन. सी. ए. आर. मिजोस्केल मॉडल (एम. एम. 5)" बुलडर, सी. ओ. नेशनल सेंटर फार एटमॉसफियरिक रिसर्च (एन. सी. ए. आर. टेक. नोट एन. सी. ए. आर./टी. एन.–398 एस. टी. आर.।

पेके, आर. ए. (एस. आर.) 2002, "मिजोस्केल मिटियोरोलोजीकल मॉडलिंग सेंकड एडिशन", सेन डिएगो, सी. ए., अकाडमिक प्रैस।

श्रीनिवासन, के. 2006, "मिजोस्केल मॉडलिंग सटडिज ओवर द वेस्टर्न हिमालय ", डी. आर. डी. ओ., *सांइस स्पेक्ट्रम,* 53–67।