

कुलसी नदी क्षेत्र (असम/मेघालय) के अंतर्गत बूटस्ट्राप आधारित कृत्रिम तंत्रिका प्रसार (आर्टिफिशियल न्यूरल नेटवर्क) का प्रयोग कर अल्पावधि बाढ़ पूर्वानुमान

एस. के. शर्मा¹, जी. तिकी¹, एस. बर्मन¹, ए.के. लोहनी²

1राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान क्षेत्रिय केन्द्र, गुवाहाटी,

2राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान

ई-मेल : sanjaypundit@gmail.com

सारांश

जल संसाधन योजना और प्रबंधन के लिए दैनिक नदी के प्रवाह का पूर्वानुमान आवश्यक है। अध्ययन का उद्देश्य बाढ़ के पूर्वानुमान में न्यूरल नेटवर्क (तंत्रिका प्रसार) का सफल प्रयोग प्रदर्शित करना है। ANN को सार्वभौमिक सन्निकनों के रूप में पहचाना जाता है और ये किसी भी इनपुट और अनुवर्ती आउटपुट के बीच अंतर्निहित संबंध को निकालने में सक्षम हैं। बूटस्ट्रैप विधि एक अभिकलनात्मक (कम्प्यूटेशनल) प्रक्रिया है जो अनिश्चितताओं को कम करने के लिए प्रतिस्थापन के साथ गहन पूर्वानुमान का उपयोग करती है। वर्तमान अध्ययन शोधकर्ताओं और प्रयोगकर्ताओं के बीच डेटा-संचालित मॉडल की विश्वसनीयता में सुधार करने का प्रयास करता है। अध्ययन क्षेत्र, कुलसी नदी घाटी, ब्रह्मपुत्र उप-घाटी का एक हिस्सा है जो विशालनदी ब्रह्मपुत्र के दक्षिणी तट पर स्थित है। इस क्षेत्र (बेसिन) को 12वीं योजना के तहत बाढ़ प्रबंधन अध्ययन केंद्र, गुवाहाटी के लिए प्रायोगिक क्षेत्र (बेसिन) के रूप में पहचाना गया था। यह उप-क्षेत्र असम के कामरूप जिले के साथ-साथ पश्चिम खासी पहाड़ियों और मेघालय के रिभोई जिले में फैला है। कुल 645 वर्ग किलोमीटर क्षेत्र में कुलसी नदी बहती है। वर्तमान अनुसंधान निम्नलिखित उद्देश्यों के साथ किया गया है: (i) कुलसी नदी बेसिन में एएनएन का उपयोग करके बाढ़ पूर्वानुमान की क्षमता का पता लगाना और; (ii) बूटस्ट्रैप तकनीक का उपयोग करके बाढ़ के पूर्वानुमान में अनिश्चितता की मात्रा निर्धारित करना।

अध्ययन के परिणाम दर्शाते हैं कि BANN मॉडल पर्याप्त सटीकता के साथ अवलोकित प्रवाह के बढ़ने और गिरने को प्रतिकृत करते हैं। ये परिणाम सीमित आंकड़े उपलब्ध होने पर बाढ़ के पूर्वानुमान में BANN मॉडल की प्रयोज्यता को दर्शाते हैं। एक दिन के वर्षा-अंतराल के मूल्यों के मॉडल के लिए सर्वश्रेष्ठ प्रदर्शन को देखा गया जो कि BANN मॉडल में इनपुट के रूप में अंतरालित वर्षा को जोड़ने के महत्व को दर्शाता है और अंत में RMSE और MAE ने मॉडल की पूर्वानुमानों में अनिश्चितता की मात्रा निर्धारित की।

Abstract

Daily river flow forecasts are essential for water resources planning and management. The purpose of the study is to demonstrate that Neural Networks can be successfully applied to flood forecasting. The ANNs are recognized as being universal approximators and are capable of extracting the underlying relationship between any input and its subsequent output. The bootstrap method is a computational procedure that uses intensive resampling with replacement to reduce uncertainties. The present study makes an attempt to improve the credibility of the data-driven models among researchers and practitioners. The Study Area, Kulsi River Basin, is a part of the Brahmaputra sub-basin is situated on the south bank of the mighty River Brahmaputra. The basin was identified as Pilot Basin for Centre for Flood Management Studies, Guwahati under XIIth Plan. This sub-basin spreads in the Kamrup District of Assam as well as west Khasi hills and Ribhoi district of Meghalaya. The river Kulsi drains out a total area of 2806 sq. km. The present research is undertaken with the following objectives: (i) To explore the potential of flood forecasting using ANN in Kulsi River Basin &; (ii) To quantify the uncertainty in flood forecasts using bootstrap technique.

The results of the study indicate that BANN models were found to replicate the rise and fall of observed discharge with considerable accuracy. These results show the applicability of BANN models in forecasting floods when limited data is available. Best performance was observed for model with one day lagged rainfall values as

input which shows the significance of adding lagged rainfall as input in the BANN model and finally RMSE and MAE quantified the uncertainty in model predictions

1 परिचय

नदी के प्रवाह का पूर्वानुमान भविष्य के चरणों के अनुमान से संबंधित है या नदी प्रणाली के एक या कई स्थलों पर बहाव से। घरेलू आवश्यकताओं, सिंचाई शेड्यूलिंग, जल विद्युत उत्पादन और जलाशयों और बैराजों के माध्यम से प्रवाह को विनियमित करने सहित जल संसाधनों की योजना और प्रबंधन के लिए दैनिक नदी प्रवाह पूर्वानुमान आवश्यक हैं, जबकि उपक्रम द्वारा प्राकृतिक आपदा को कम करने के लिए बाढ़ की चेतावनी जारी करने के लिए प्रति घंटा जल स्तर के पूर्वानुमान आवश्यक हैं। उचित निकासी और पुनर्वास योजना। आर्थिक विकास और जनसांख्यिकीय विस्तार के कारण जल संसाधनों पर बढ़ती मांगों के साथ सटीक और विश्वसनीय नदी प्रवाह पूर्वानुमान की आवश्यकता महसूस की जा रही है। एकीकृत जल संसाधन प्रबंधन (IWRM) एक ऐसी प्रक्रिया है जो महत्वपूर्ण पारिस्थितिक तंत्र की स्थिरता से समझौता किए बिना परिणामी आर्थिक और सामाजिक कल्याण को अधिकतम रूप से व्यवस्थित करने के लिए जल, जमीन और संबंधित संसाधनों के समन्वित विकास और प्रबंधन को बढ़ावा देती है। नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ हाइड्रोलॉजी ने अपने प्रत्येक क्षेत्रीय केंद्र में बारहवीं योजना के तहत एक परियोजना शुरू की है। ब्रह्मपुत्र उप-बेसिन का एक हिस्सा, कुलसी नदी बेसिन, शक्तिशाली नदी ब्रह्मपुत्र के दक्षिणी तट पर स्थित है जिसे गुवाहाटी के बाढ़ प्रबंधन अध्ययन केंद्र के लिए पायलट बेसिन के रूप में पहचाना गया था। यह उप-बेसिन असम के कामरूप जिले के साथ-साथ पश्चिम खासी पहाड़ियों और मेघालय के रिभोई जिले में फैला है। कुल 645 वर्ग किलोमीटर क्षेत्र में कुलसी नदी बहती है। असम के कामरूप जिले के साथ-साथ पश्चिम खासी पहाड़ियों और मेघालय के रिभोई जिले के भीतर।

कृत्रिम तंत्रिका नेटवर्क (एएनएन) तब उपयोगी होते हैं जब समस्या या तो खराब परिभाषित होती है या स्पष्ट रूप से समझ में नहीं आती है। उनके आवेदन को अंतर्निहित प्रक्रिया के पिछले ज्ञान की आवश्यकता नहीं है। वे लाभकारी होते हैं जब विशिष्ट समाधान मौजूद समस्या के लिए नहीं होते हैं। चूंकि शामिल किए गए वजन को अपडेट किया जा सकता है यदि ताजा अवलोकन उपलब्ध कराए जाते हैं, तो तंत्रिका नेटवर्क गतिशील पूर्वानुमान समस्याओं के लिए सबसे उपयुक्त होते हैं और अंतः वितरित प्रसंस्करण के कारण, इनपुट में त्रुटि की कुछ मात्रा आउटपुट में महत्वपूर्ण बदलाव नहीं लाती है।

ANN को सार्वभौमिक सन्निकट के रूप में पहचाना जाता है और किसी भी इनपुट, या प्रोत्साहन और उसके बाद के आउटपुट या प्रतिक्रिया के बीच अंतर्निहित संबंध को निकालने में सक्षम हैं। ANN प्रत्येक परत में कई नोड्स के साथ परतों की रचना करते हैं। इनपुट डेटा को पहली परत में खिलाया जाता है जिसे इनपुट लेयर कहा जाता है, जबकि आउटपुट को अंतिम लेयर से लिया जाता है, जिसे आउटपुट लेयर कहा जाता है, और बीच में लेयर्स छिपी हुई लेयर्स होती हैं। एएनएन को नियोजित करने के लिए, नेटवर्क आर्किटेक्चर को पहले से ही चुना जाना चाहिए। बूटस्ट्रैप विधि एक कम्प्यूटेशनल प्रक्रिया है जो अनिश्चितताओं को कम करने के लिए प्रतिस्थापन के साथ गहन पुनर्जीवन का उपयोग करती है। री-सैपलिंग का उद्देश्य किसी प्रक्रिया के यादृच्छिक घटक की नकल करना और डेटा के कई अलग-अलग विभाजनों के माध्यम से विचरण को कम करना है। यह आमतौर पर विश्वास अंतराल का अनुमान लगाने के लिए उपयोग किया जाता है, लेकिन इसका इस्तेमाल अनुमान लगाने वाले के पूर्वाग्रह और विचरण का अनुमान लगाने या परिकल्पना परीक्षणों को जांचने के लिए भी किया जा सकता है। बूटस्ट्रैपिंग एक समग्र भविष्यवक्ता प्राप्त करने के लिए पूर्वसूचक के कई संस्करण उत्पन्न करता है। वर्जन पर औसत एकत्रीकरण जब सीखने के सेट की बूटस्ट्रैप प्रतिकृति बनाकर संख्यात्मक परिणामों की भविष्यवाणी करता है और इनका उपयोग नए लर्निंग सेट के रूप में होता है। वर्तमान अध्ययन शोधकर्ताओं और चिकित्सकों के बीच डेटा-संचालित मॉडल की विश्वसनीयता में सुधार करने का प्रयास करता है। एएनएन मॉडलिंग पर पहले के अध्ययनों ने कलाकारों की टुकड़ी पर अधिक जोर नहीं दिया है और विभिन्न लीड समय के लिए हाइड्रोलॉजिकल पूर्वानुमान में अनिश्चितता का आकलन किया है। हाइड्रोलॉजिकल पूर्वानुमान के लिए एएनएन के साथ बूटस्ट्रैप विधि की संयुक्त ताकत का पता नहीं चला है। इसके अलावा, अधिक समय के लिए अनिश्चितता का आकलन नहीं किया गया है। उपरोक्त बातों को ध्यान में रखते हुए, वर्तमान शोध निम्नलिखित उद्देश्यों के साथ किया गया है : कुलसी नदी बेसिन में एएनएन का उपयोग करके बाढ़ पूर्वानुमान की क्षमता का पता लगाने के लिए और बूटस्ट्रैप तकनीक का उपयोग करके बाढ़ के पूर्वानुमान में अनिश्चितता को निर्धारित करना।

2 साहित्य की समीक्षा

2.1 ANNs

हान एट अल (2007) ने एएनएन मॉडल की अनिश्चित प्रकृति और हाइड्रोलॉजिकल विशेषताओं के बारे में समझने का महत्व बाढ़ के पूर्वानुमान में व्यावहारिक उपकरण के रूप में इसके उपयोग के लिए दिखाया। अख्तर एट अल (2009) हार्डिंग ब्रिज पर दैनिक निर्वहन के पूर्वानुमान के लिए गंगा नदी बेसिन में एएनएन मॉडलिंग दृष्टिकोण का इस्तेमाल किया, जो भारत से बांग्लादेश में प्रवेश बिंदु के करीब है। उन्होंने पूर्व-प्रसंस्करण दूर संवेदी (उपग्रह) वर्षा के आंकड़ों के आधार के रूप में प्रवाह की लंबाई और यात्रा के समय का विश्लेषण प्रस्तुत किया। एएनएन ने स्वीकार्य सटीकता के साथ 3-दिन आगे की अपवाह की भविष्यवाणी करने की अपनी क्षमता दिखाई। जैन और कुमार (2009) सरल गुणात्मक और मात्रात्मक तकनीकों

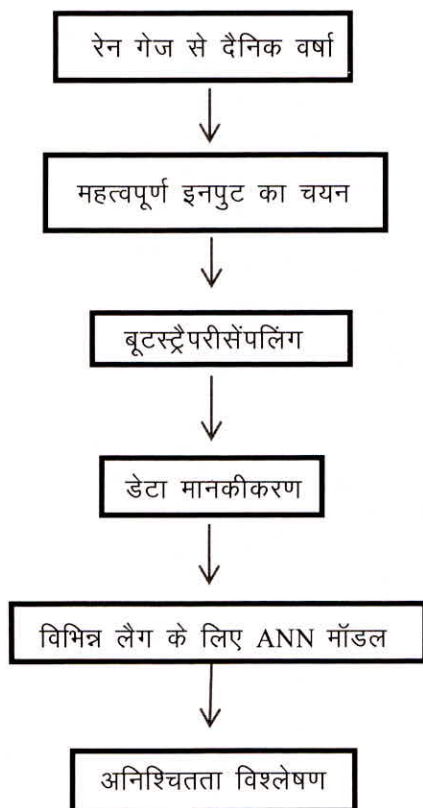
का उपयोग करते हुए उन्होंने पाया कि किसी विशेष डेटा सेट के लिए प्रशिक्षण के दौरान निर्धारित छिपे हुए न्यूरोन्स की संख्या समग्र शारीरिक प्रक्रिया के कुछ उपप्रकारों से मेल खाती है। माउंट और अब्रट (2011) रैखिक मॉडल का उपयोग मानकों के रूप में सुझाते हैं जिसके खिलाफ कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) तकनीकों का परीक्षण किया जाता है।

2.2 BANNs

ब्रिगमन, (1996) डॉक्यूमेंटेड बूटस्ट्रैप एप्लीकेशनों में अनुमान लगाने के साधन, विश्वास अंतराल, पैरामीटर अनिश्चितता और नेटवर्क डिजाइन तकनीक शामिल हैं। अब्रहार्ट (2003) ने तंत्रिका नेटवर्क पर लागू होने वाले पारंपरिक रोक स्थितियों के साथ एक निरंतर एकल-मॉडल बूटस्ट्रैप की तुलना की। अध्ययन में प्राप्त नतीजों ने अधिक सटीकता और बेहतर वैश्विक सामान्यीकरण और बूटस्ट्रैप आधारित तंत्रिका नेटवर्क से स्वचालन और नैदानिक क्षमताओं के रूप में पर्याप्त लाभ के संदर्भ में सीमांत सुधारों का प्रदर्शन किया। श्रीवास्तव वगैरह (2007) ने बूटस्ट्रैप तकनीक पर आधारित एएनएन हाइड्रोलॉजिकल मॉडल के लिए अनिश्चितता विश्लेषण का एक तरीका प्रस्तावित किया और खुलासा किया कि अनिश्चितता विश्लेषण का प्रस्तावित तरीका बहुत ही कुशल है। शर्मा और तिवारी (2009) ने मासिक अपवाह भविष्यवाणी के लिए बूटस्ट्रैप तकनीक को लागू किया और दिखाया कि एएनएन मॉडल पर बूटस्ट्रैप लगातार एएनएन मॉडल से आगे निकलता है और अंत में तिवारी और चटर्जी (2012) ने महानदी बेसिन की प्रति घंटे बाढ़ की भविष्यवाणी के लिए एक संकर wavlet-bootstrap-ANN मॉडल विकसित किया और पाया परंपरावादी मॉडल के साथ तुलना में बेहतर परिणाम।

3.0 कार्य प्रणाली

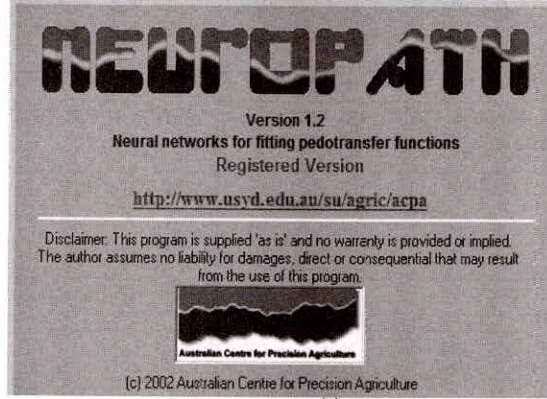
यह खंड बूटस्ट्रैप आधारित कृत्रिम तंत्रिका नेटवर्क (BANNs) के विकास के लिए उपयोग की जाने वाली कार्यप्रणाली से संबंधित है। विकसित मॉडलों के प्रदर्शन का आकलन करने के लिए उपयोग किए जाने वाले प्रदर्शन के उपाय भी प्रस्तुत किए जाते हैं। किसी भी भविष्यवाणी उपकरण की सटीकता काफी हद तक प्रासंगिक जानकारी और अपनाई गई कार्यप्रणाली के साथ डेटासेट की सटीकता पर निर्भर करती है। बाढ़ जैसे हाइड्रोलॉजिकल प्रक्रियाओं के मॉडलिंग में, जलवायु, मिट्टी के प्रकार, भूमि उपयोग, स्थलाकृति, भूविज्ञान और रूपात्मक विशेषताओं जैसे कारण कारक को हाइड्रोलॉजिकल समय श्रृंखला डेटा के साथ जाना जाना चाहिए। लेकिन, एक पूर्ण और व्यापक विश्लेषण के लिए पर्याप्त डेटा शायद ही कभी उपलब्ध हैं, जो उपलब्ध जानकारी पर भरोसा करने के अलावा कोई अन्य विकल्प नहीं है। चित्र अध्ययन में अपनाई गई कार्य प्रणाली के प्रवाह को दर्शाता है।



चित्र 3.1 अध्ययन में अपनाई गई कार्यप्रणाली का फ़्लोचार्ट

3.2 न्यूरोपैथ सॉफ्टवेयर

सॉफ्टवेयर को बुदिमान मिनसनी और एलेक्स द्वारा विकसित किया गया था। सटीक कृषि के लिए ऑस्ट्रेलियन केंद्र के बी. मैकब्रेटनी. न्यूरोपैथ सॉफ्टवेयर का इंटरफ़ेस चित्र में दिखाया गया है।



न्यूरोपैथ
संस्करण 1.2
फिटिंग पेडोट्रांसफर फंक्शन के लिए तंत्रिका नेटवर्क
पंजीकृत संस्करण
<http://www.usyd.edu.au/su/agri/acpa>

अस्वीकरण: इस कार्यक्रम को 'जैसा है' आपूर्ति की जाती है और कोई वारंटी प्रदान नहीं की जाती है या निहित नहीं होता है। यह लेखक क्षति, प्रत्यक्ष या परिणामी के लिए कोई दायित्व नहीं मानता है जो इस कार्यक्रम के उपयोग के परिणामस्वरूप हो सकता है।
(c) 2002 सटीक कृषि के लिए ऑस्ट्रेलियन केंद्र

चित्र 3.2 सॉफ्टवेयर इंटरफ़ेस

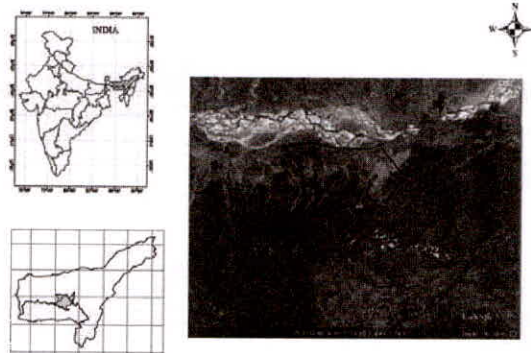
3.3 प्रदर्शन सूचकांक

मनाया मूल्यों के साथ तुलना के लिए डिस्चार्ज मूल्यों के पूर्वानुमान मूल्यों को उत्पन्न करने के लिए आउटपुट को कम कर दिया गया था। सत्यापन डेटासेट के लिए निर्धारण (R^2) के गुणांक द्वारा तंत्रिका नेटवर्क के प्रदर्शन का मूल्यांकन किया गया था। तंत्रिका नेटवर्क में अनिश्चितता को रूट मीन स्क्वायर एरर (RMSE) और मीन एब्सोल्यूट एरर (MAE) का उपयोग करके बूटस्ट्रैप अनुमानों द्वारा निर्धारित किया गया था।

4. अध्ययन क्षेत्र

4.1 स्थान

ब्रह्मपुत्र उप-बेसिन का एक हिस्सा, कुलसी बेसिन, शक्तिशाली ब्रह्मपुत्र (चित्र 4.1) के दक्षिण तट पर स्थित है। यह उप-बेसिन असम के कामरूप जिले के साथ-साथ पश्चिम खासी पहाड़ियों और मेघालय के रिभोई जिले में फैला है। यह अक्षांश $25^{\circ}30'N$ से $26^{\circ}10'N$ और देशांतर $89^{\circ}50'E$ से $91^{\circ}50'E$ के बीच की ऊँचाई पर स्थित है, जिसकी ऊँचाई 100 मीटर से 1900 मीटर के बीच है। कुल 645 वर्ग किलोमीटर क्षेत्र में कुलसी नदी बहती है। असम के कामरूप जिले के साथ-साथ पश्चिम खासी पहाड़ियों और मेघालय के रिभोई जिले के भीतर।



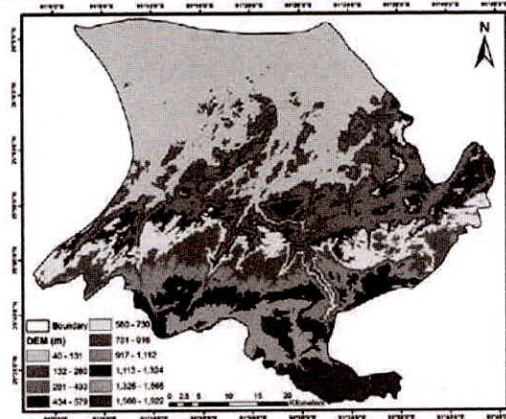
चित्र 4.1—कुलसी नदी का स्थान

4.2 कुलसी की सहायक नदियाँ

कुलसी नदी अपनी विभिन्न पहुँच में बड़ी संख्या में सहायक नदियाँ प्राप्त करती है। ऊपरी पहुँच में, यह बायीं ओर कृष्णिया और उम्मिरी से जुड़ती है। बीच की पहुँच में इसकी मुख्य सहायक नदी बाथा है जबकि बाढ़ के मैदान तक पहुँचने में यह बोको और सिंगरा से जुड़ जाता है। कुलसी की मुख्य सहायक नदियों के जलग्रहण क्षेत्र निम्नानुसार हैं (सारणी 4.1):

तालिका 4.1 तुलसी की सहायक नदियाँ और उनके जलग्रहण क्षेत्र

क्र.सं	सहायक नदियों का नाम	कैचमेंट एरिया (वर्ग किमी)
1	कृष्णिया	70 वर्ग मीटर
2	उमसिरी	295 वर्ग मीटर
3	बाथा	285 वर्ग मीटर
4	बोको	250 वर्ग मीटर
5	सिंगरा	380 वर्ग मीटर



चित्र 4.2 कुलसी बेसिन का डिजिटल उत्थान मॉडल

4.3 स्थलाकृति और बेसिन अभिलक्षण

कुलसी नदी बेसिन की स्थलाकृति को 90 मीटर रिज़ॉल्यूशन के शटल रडार टोपोग्राफी मिशन (SRTM) से डाउनलोड किए गए डिजिटल एलिवेशन मॉडल (DEM) द्वारा दिखाया गया है जो इंटरनेट में स्वतंत्र रूप से उपलब्ध है। चित्र 4.3 में कुलसी नदी बेसिन का डेम दिखाया गया है।

कुलसी नदी के बहाव क्षेत्र को मोटे तौर पर तीन पहुँचों में विभाजित किया जा सकता है

- (i) ऊपरी खासी पहाड़ी पहुँच
- (ii) मध्य आरक्षित वन पहुँच
- (iii) जलोढ़ या बाढ़- मैदान पहुँच

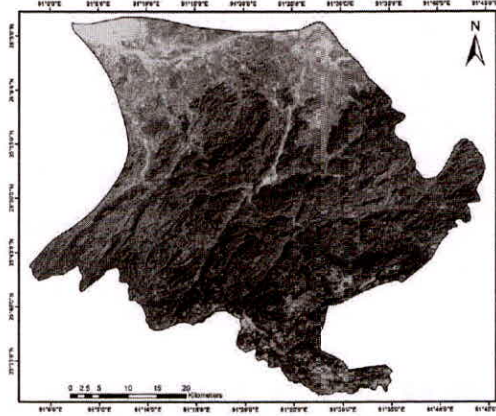
4.4 भूमि उपयोग पैटर्न

कुलसी बेसिन क्षेत्र के भूमि उपयोग का पैटर्न निम्नानुसार है:

1. कटे हुए जंगल 62.33%
2. घने जंगल 15.56%
3. झाड़ी 15.50%
4. झूम खेती 0.50%
5. कृषि बागान 2.41%
6. कृषि भूमि 2.37%
7. नदियाँ 1.04%
8. जल निकाय 0.29%

कुल 100.00%

26-10-2006 को कुल्सी बेसिन के लैंडसेट ईटीएम के डीईएम पर लिपटा हुआ नकली रंग कम्पोजिट (एफसीसी) वर्तमान लैंडस्केप पैटर्न ऑफ कुल्सी बेसिन (चित्र 4.4) को दर्शाता है।



चित्र 4.4: एफसीसी कुल्सी बेसिन के लैंडसेट ईटीएम के डीईएम पर लिपटी दिनांक 26.10.2006

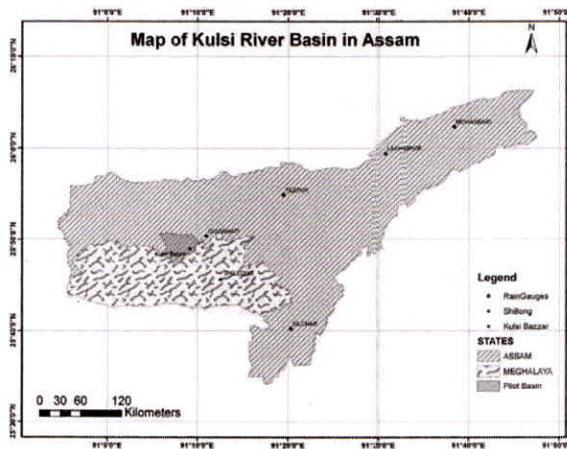
5 वर्षा

उप-बेसिन में वर्षा मुख्य रूप से मानसून के कारण होती है जो इस क्षेत्र में जून के पहले सप्ताह में आरंभ होती है और सितंबर के पहले सप्ताह तक जारी रहती है। इस उप-बेसिन में इस अवधि के दौरान कुल वार्षिक वर्षा का लगभग 65% होता है। सितंबर के बाद, वर्षा की तीव्रता धीरे-धीरे कम हो जाती है। मानसून की शुरुआत से पहले, कभी-कभी अप्रैल और मई के महीने में इस क्षेत्र में काफी तेज आंधी आती है, जिससे लगभग 25% की महत्वपूर्ण वर्षा होती है। आमतौर पर दिसंबर, जनवरी और फरवरी उप-बेसिन में शुष्क महीने होते हैं, जब केवल कभी-कभी बारिश होती है। उप-बेसिन और उसके आसपास वर्षा गेज स्टेशन 5 (पांच) सं. हैं। वे बोको, चमारिया, मिर्जा और गुवाहाटी हवाई अड्डे हैं। दूसरा है उकीम, जिसे ब्रह्मपुत्र बोर्ड द्वारा अनुरक्षित किया जाता है।

6 परिणाम और चर्चा

6.1 डेटा पूर्व प्रसंस्करण

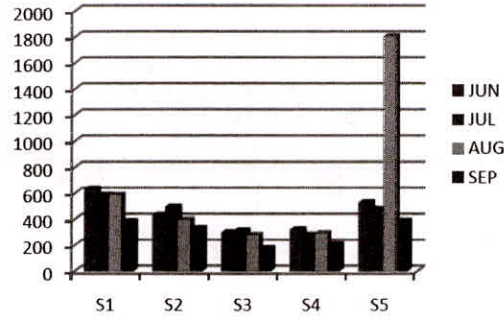
भारतीय मौसम विज्ञान विभाग (IMD), गुवाहाटी, असम से केंद्र द्वारा 21 वर्षों (1990-2010) के लिए ऐतिहासिक मासिक वर्षा के आंकड़े खारीदे गए। अध्ययन में पांच मौसम केंद्रों यानी उत्तर लखीमपुर (S1), मोहनबाड़ी (S2), गुवाहाटी (S3), तेजपुर (S4) और असम से सिलचर (S5) और मेघालय के एक मौसम केंद्र यानी शिलांग (S6) का अध्ययन में उपयोग किया गया। डेटा प्री-प्रोसेसिंग का उद्देश्य कुल्सी बाज़र में वर्षा के वितरण की भविष्यवाणी करना है, जहां समवर्ती वर्षा और निर्वहन मूल्यों को प्राप्त करने के लिए जीडीएस साइट को बनाए रखा जाता है। निर्वहन के अनुकरण के लिए BANN मॉडल में इन मूल्यों का उपयोग किया जाएगा।



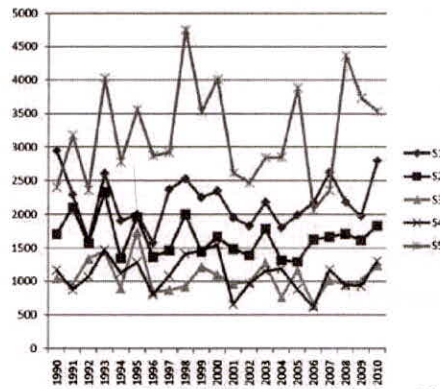
चित्र 6.1 असम और मेघालय में वर्षा के स्थान

6.2 मूल सांख्यिकी

असम में गिरने वाले स्टेशनों (S1 से S5) की औसत मासिक (मिमी) वर्षा का आंकड़ा चित्र 6.2 में दिया गया है। मौसम स्टेशनों की वार्षिक वर्षा चित्र 6.3 में दर्शायी गई है।



चित्र 6.2 मासिक वर्षा का औसत असम के पार

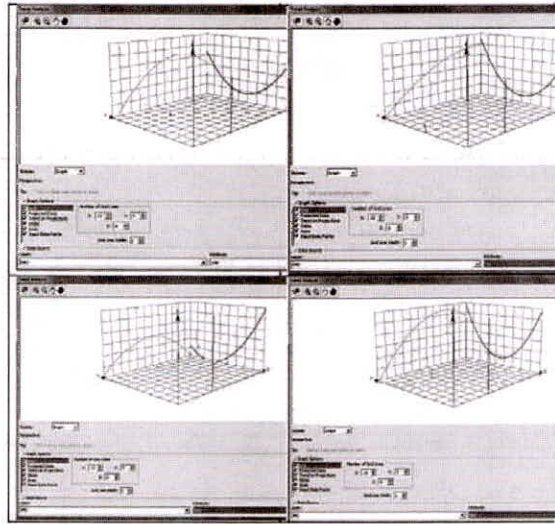


चित्र 6.3 असम भर में चयनित स्टेशनों की वार्षिक वर्षा

असम और मेघालय में गिरने वाले S1 से S6 स्टेशनों के वर्णनात्मक आंकड़ों की गणना SPSS™ सॉफ्टवेयर का उपयोग करके की गई थी। 0.01 और 0.05 स्तर पर पियर्सन सहसंबंध निर्धारित किया गया था।

6.3 हाइड्रोमेटेओरोलॉजिकल डेटा का प्रसंस्करण

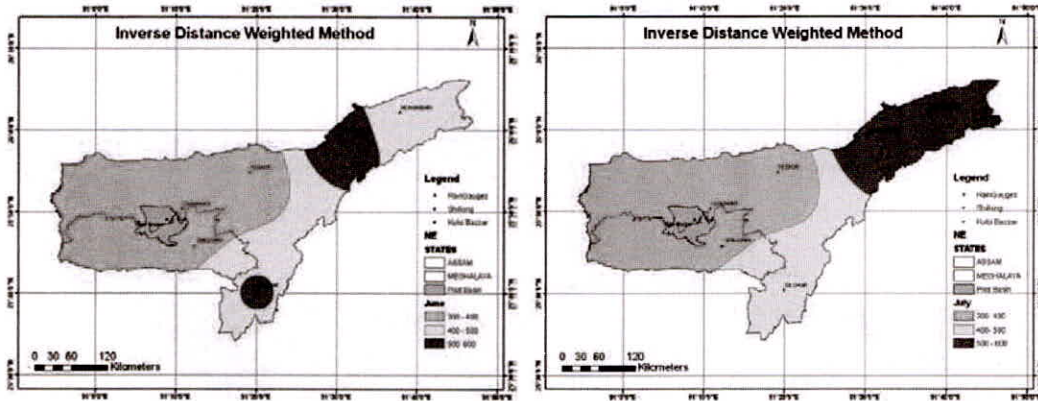
असम में वर्षा डेटा (S1 से S5) के प्रसंस्करण को आर्कगिस सॉफ्टवेयर टीटीएम के भूस्थैतिक उपकरण बॉक्स का उपयोग करके किया गया था। जून, जुलाई, अगस्त और सितंबर के महीनों के लिए उत्तर-दक्षिण और पूर्व पश्चिम दिशाओं में प्रवृत्ति विश्लेषण चित्र 6.4 में दिखाया गया है। नीली रेखा एन-एस दिशा में प्रवृत्ति का प्रतिनिधित्व करती है और हरी रेखा ई-डब्ल्यू दिशा में प्रवृत्ति प्रदर्शित करती है। रेखांकन का दृश्य निरीक्षण स्पष्ट रूप से एन-एस और ई-डब्ल्यू दोनों दिशाओं में प्रवृत्तियों को इंगित करता है।

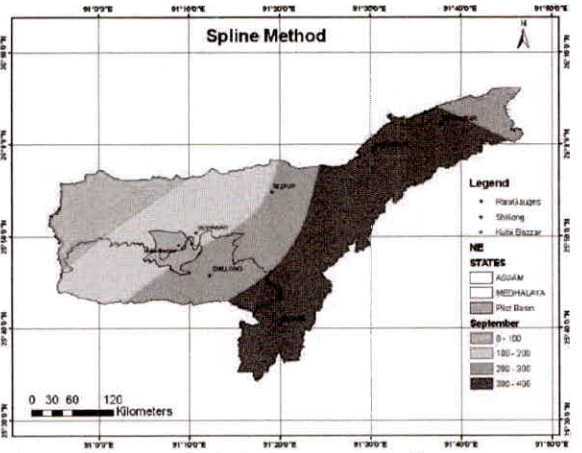
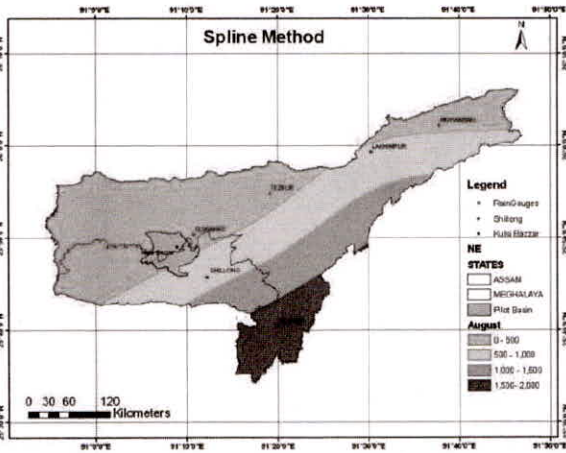
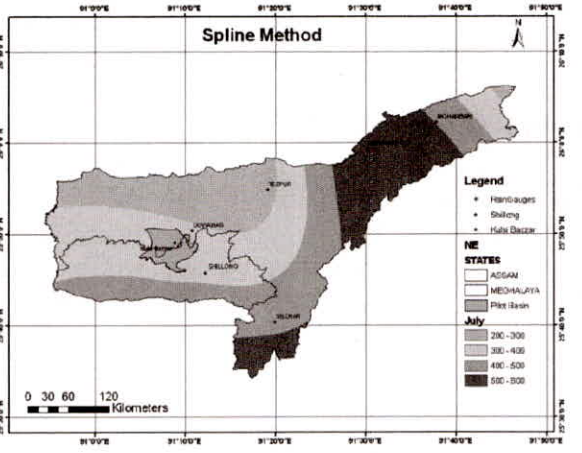
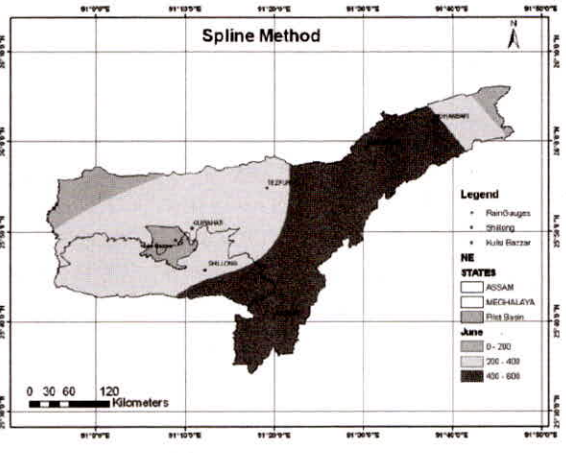
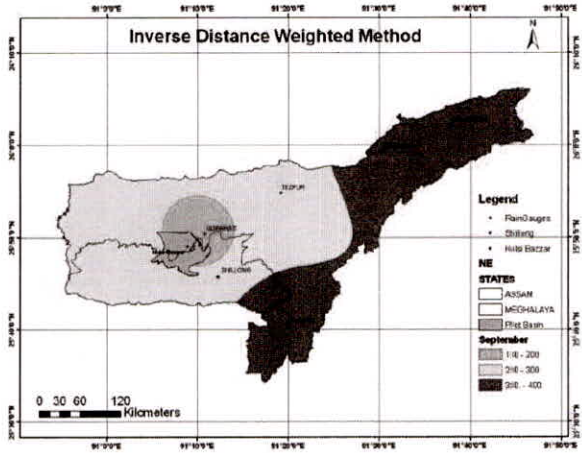
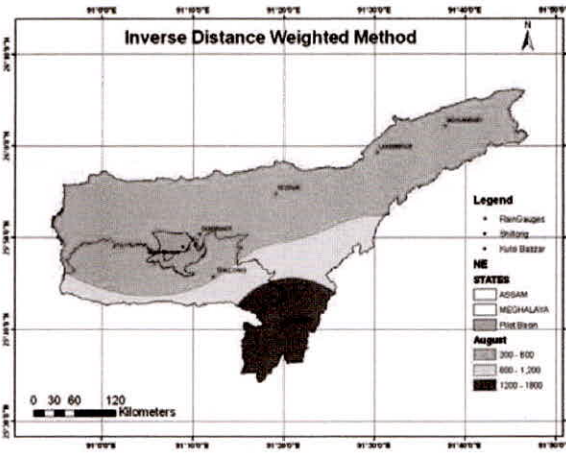


चित्र 6.4 ट्रेंड्स एन-एस और ई-वेदर डायरेक्शंस ऑफ़ वेदर स्टेशंस (S1 से S5)

6.4 स्थानिक विश्लेषण

असम में मौसम स्टेशनों (S1-S5) का स्थानिक विश्लेषण आर्क जीआईएस सॉफ्टवेयर के स्थानिक विश्लेषक टूलबॉक्स का उपयोग करके किया गया था। मेघालय में मौसम स्टेशन (S6) को मॉडल को मान्य करने के लिए विश्लेषण से बाहर रखा गया था। टूलबॉक्स में इनवर्स डिस्टेंस वेटेड मॉडल और स्पलाइन मॉडल को बाहर ले जाने के विकल्प इनबिल्ट हैं। नमूने की सीमित संख्या के कारण इस अध्ययन में प्रक्षेपों की सिंचाई और कोक्रीजिंग विधियों को निष्पादित नहीं किया जा सका। चित्र 6.5 प्रक्षेप मॉडल के आधार पर प्राप्त वर्षा (मिमी) के स्थानिक वितरण को दर्शाता है। नमूना बिंदुओं का विरल और गैर-समान वितरण इस अध्ययन की सीमाओं में से एक है।

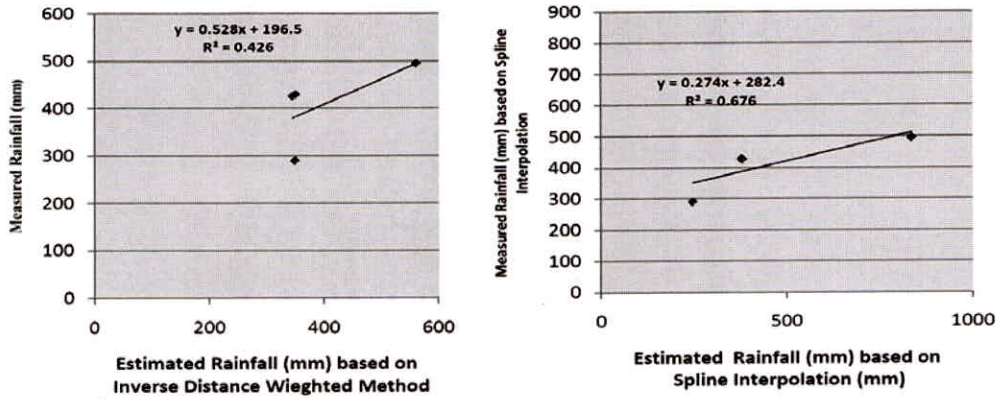




चित्र 6.5 आईडीडब्ल्यू और स्पलाइन पद्धति के आधार पर वर्षा (मिमी) का स्थानिक वितरण

6.5 मॉडल के लिए प्रदर्शन मूल्यांकन

आर्क जीआईएस सॉफ्टवेयर में पहचान उपकरण विकल्प का उपयोग करके मौसम स्टेशन (एस 6) के अनुरूप ग्रिड मान प्राप्त किए गए थे। वर्षा के मानों की पहचान की गई और जून-सितंबर के महीनों के लिए सारणीबद्ध किया गया। ट्रेंड लाइनों को अनुमानित रूप से मापा गया और शिलॉन्ग वेदर स्टेशन (S6) के अनुरूप मासिक वर्षा को मापा गया, जैसा कि चित्र 6.6 में दिखाया गया है।



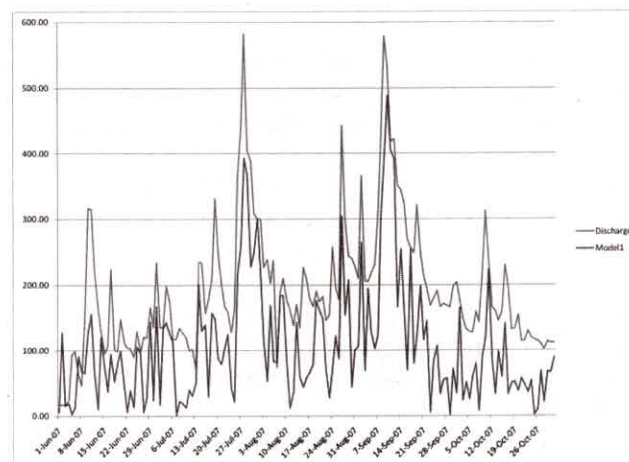
चित्र 6.6 आईडीडब्ल्यू और स्पलाइन इंटरपोलेशन के आधार पर अनुमानित और मापा वर्षा (मिमी)

प्रक्षेप की उलटी दूरी की भारित विधि से आई-बुल-आई प्रकार का पैटर्न निर्मित होता है जबकि इंटरपोलेशन की वर्तनी विधि से sheet रबर शीट प्रकार के पैटर्न उत्पन्न होते हैं। दोनों प्रक्षेप मॉडल का प्रदर्शन शिलांग, मेघालय के अनुरूप एक स्वतंत्र स्टेशन (S6) का चयन करके निर्धारित किया गया था। इंटरपोलेशन के व्युत्क्रम दूरी विधि ($R^2 = 0.426$) से बेहतर प्रदर्शन करने के लिए ट्रेंड लाइनों ने स्पलाइन मॉडल ($R^2=0.676$) को दर्शाया। प्रक्षेप की वर्तनी विधि का चयन करते हुए, जून से सितंबर के लिए मासिक वर्षा के मूल्यों को तुलसी (GDS II) में क्रमशः 308 मिमी, 339 मिमी, 289 मिमी और 176 मिमी निर्धारित किया गया।

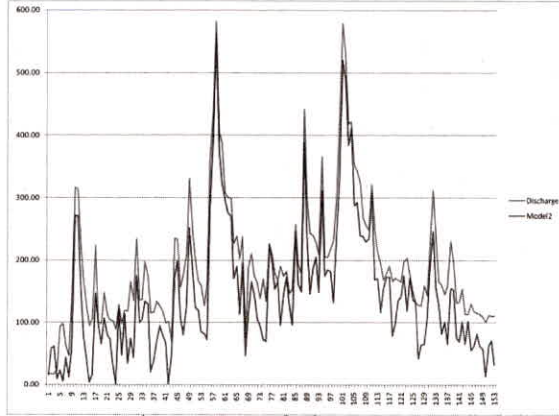
इसी तरह की प्रक्रिया तब तक दोहराई गई जब तक कि कुलसी बाजार के लिए वार्षिक वर्षा श्रृंखला प्राप्त नहीं हुई, जिसका उपयोग BANN मॉडल में इनपुट के रूप में किया गया था।

6.7 BANN मॉडल की स्थापना

BANN मॉडल पांच मौसम स्टेशनों से दैनिक वर्षा के आंकड़ों का उपयोग करके विकसित किए गए थे। BANN मॉडल का प्रशिक्षण 2006 की अवधि के लिए किया गया था और सत्यापन 2007 के लिए किया गया था। प्रशिक्षण के लिए छिपी हुई परत में 4 नंबर के न्यूरोन्स के साथ 50 बूटस्ट्रैप प्रतिकृति का उपयोग किया गया था। BANN मॉडल जहां एक पदानुक्रमित दृष्टिकोण के बाद विकसित हुआ। BANN मॉडल 1 इनपुट के रूप में केवल वर्षा के अनुरूप था। BANN मॉडल 2 की दूसरी पदानुक्रम को दैनिक वर्षा और वर्षा के साथ एक दिन के इनपुट के रूप में विकसित किया गया था। इसी तरह BANN मॉडल 3 को दैनिक वर्षा के इनपुट के साथ विकसित किया गया, एक दिन की बारिश और दो दिनों की बारिश से पिछड़ गई। BANN मॉडल का प्रदर्शन बढ़ने तक प्रक्रिया को दोहराया गया था। BANN मॉडल के प्रदर्शन का आकलन सहसंबंध (R^2), रूट मीन स्क्वायर एरर (RMSE) और मीन एब्सोल्यूट एरर (MAE) के गुणांक का उपयोग करके किया गया था। तालिका 6.4 मॉडल BANN1, BANN2 और BANN3 के प्रदर्शन को दिखाती है। BANN2 के बाद मॉडल के प्रदर्शन में कमी के कारण आगे के मॉडल के विकास को रोक दिया गया था।



चित्र 6.7- अवलोकन डिस्चार्ज के साथ BANN1 का प्रदर्शन



चित्र 6.9 – अवलोकन डिस्चार्ज के साथ BANN2 का प्रदर्शन

तालिका 6.4 मान्यकरण डेटासेट के BANN मॉडल का प्रदर्शन

Model	Inputs	R ²	RMSE	MAE
BANN1	R _t	0-822	105-725	90-296
BANN2	R _t , R _{t-1}	0-959	57-602	50-692
BANN3	R _t , R _{t-1} , R _{t-2}	0-891	82-664	70-495

7.0 निष्कर्ष

अध्ययन से निम्नलिखित निष्कर्ष निकाले गए:

1. BANN मॉडल काफी सटीकता के साथ मनाया निर्वहन के उदय और गिरावट को दोहराने के लिए पाए गए। ये परिणाम सीमित डेटा उपलब्ध होने पर बाढ़ की भविष्यवाणी में BANN मॉडल की प्रयोज्यता को दर्शाते हैं।
2. मॉडल में इनपुट की संख्या में वृद्धि जरूरी BANN मॉडल के प्रदर्शन में वृद्धि को इंगित नहीं करती है। यह प्रवृत्ति तब देखी गई जब तीन इनपुट वाले BANN3 ने केवल दो इनपुट वाले BANN2 मॉडल की तुलना में कम प्रदर्शन दिखाया।
3. सभी BANN मॉडल को डिस्चार्ज वैल्यू के पूर्वानुमान के तहत पाया गया था जैसा कि स्कैप्लेट्स और अंत में देखा गया था।
4. एक दिन के अंतराल के साथ मॉडल के लिए सर्वश्रेष्ठ प्रदर्शन देखा गया था जो कि इनपुट (BANN2) के रूप में होता है, जो BANN मॉडल में इनपुट के रूप में पिछड़ी हुई वर्षा को जोड़ने के महत्व को दर्शाता है।

References

- Abrahart, R.J., 2003. Neural network rainfall-runoff forecasting based on continuous resampling. *Journal of Hydroinformatics*, 5(1), pp.51-61.
- Akhtar, M.K., Corzo, G.A., Van Andel, S.J. and Jonoski, A., 2009. River flow forecasting with artificial neural networks using satellite observed precipitation pre-processed with flow length and travel time information: case study of the Ganges river basin. *Hydrology and Earth System Sciences*, 13(9), pp.1607-1618.
- Breiman., 1996. Bagging predictors. *Machine Learning* 26, 123-140.
- Han, D., Kwong, T. and Li, S., 2007. Uncertainties in real-time flood forecasting with neural networks. *Hydrological Processes: An International Journal*, 21(2), pp.223-228.
- Jain, A. and Kumar, S., 2009. Dissection of trained neural network hydrologic models for knowledge extraction. *Water resources research*, 45(7)
- Mount, N.J. and Abrahart, R.J., 2011. Discussion of "River flow estimation from upstream flow records by artificial intelligence methods" by ME Turan, MA Yurdusev [J. Hydrol. 369 (2009) 71-77]. *Journal of Hydrology*, 1(396), pp.193-196.
- Sharma, S.K. and Tiwari, K.N., 2009. Bootstrap based artificial neural network (BANN) analysis for hierarchical prediction of monthly runoff in Upper Damodar Valley Catchment. *Journal of hydrology*, 374(3-4), pp.209-222.

- Srivastav, R.K., Sudheer, K.P. and Chaubey, I., 2007. A simplified approach to quantifying predictive and parametric uncertainty in artificial neural network hydrologic models. *Water Resources Research*, 43(10)
- Tiwari, M.K., Song, K.Y., Chatterjee, C. and Gupta, M.M., 2012. Improving reliability of river flow forecasting using neural networks, wavelets and self-organising maps. *Journal of Hydroinformatics*, 15(2), pp.486-502.