View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by NOPR

भारतीय वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान पत्रिका
वर्ष 27 अंक (1&2) जून एवं दिसम्बर 2019 पृ. 57-62

श्रीनगर (उत्तराखण्ड) का भूकम्पीय सूक्ष्म-वर्गीकरण

प्रदीप कुमार सिंह चौहान
प्रधान वैज्ञानिक, भू-तकनीकी अभियांत्रिकी समूह
सीएसआईआर-केन्द्रीय भवन अनुसंधान संस्थान, रुड़की (उत्तराखण्ड)

सारांशः भारत प्राकृतिक आपदाओं का देश है। यहाँ पर भूकम्प, भूस्खलन, चक्रवात एवं बाढ़ जैसी आपदाएं प्रायः आती रहती हैं। देश का 53% से अधिक भू-भाग भूकम्प के लिहाज़ से सुरक्षित नहीं है। प्राकृतिक आपदाएं उन परिस्थितियों में और भी भयानक रूप ले लेती हैं जब इनका प्रभावित क्षेत्र कोई घनी आबादी वाला शहर होता है। सन् 1960 से लेकर आज तक इन आपदाओं में मरने वालों की संख्या 30 लाख से अधिक है और आर्थिक हानि का अनुमान लगाना कल्पना से परे है। जहाँ तक भूकंप विज्ञान के ज्ञान की बात करें तो हमारा विज्ञान भूकम्प की भविष्यवाणी करने में सक्षम नहीं है। अतः आज आवश्यकता इस बात की है कि इससे होने वाली जान-माल की हानि को कम से कम किया जा सके। ऐसे में भूकम्पीय सूक्ष्म अनुरक्षण एक आशा की किरण लगता है। इस अध्ययन की उपयोगिता को ध्यान में रखते हुए अप्रैल 2012 में श्रीनगर (उत्तराखण्ड) का भूकम्पीय सूक्ष्म अनुरक्षण का कार्य प्रारम्भ किया गया। श्रीनगर अंग्रेजों के आगमन तक गढ़वाल साम्राज्य की राजधानी थी। 1897-99 के दौरान आधुनिक श्रीनगर को ब्रिटिशों द्वारा फिर से स्थापित किया गया था। श्रीनगर को 1931 में शहरी दर्जा दिया गया था। आज श्रीनगर उत्तराखंड के प्रमुख शहरों में से एक है। यहाँ गढ़वाल के महत्वपूर्ण शिक्षा केंद्र जैसे एच.एन. बहुगुणा गढ़वाल सेंट्रल यूनीवर्सिटी और मेडिकल कॉलेज स्थित हैं। माइक्रोजोनेशन (सूक्ष्म वर्गीकरण) स्थिति-विशिष्ट जोखिम विश्लेषण की प्रक्रिया है, जो भूकंप के कारण होने वाली क्षति के शमन में सहायता कर सकता है। सामान्य शब्दों में, भूकंपीय सूक्ष्म वर्गीकरण, भूकंप के समय उत्पन्न होने वाली तरंगों के कारण मिट्टी की परतों की प्रतिक्रिया का आकलन करने की प्रक्रिया है और इस प्रकार जमीन की सतह पर भूकंप का क्या प्रभाव होगा इसकी जानकारी प्रदान करता है। इस शोध कार्य में भू-भौतिक व भूकम्पीय विषयों के अंतर्गत अध्ययन किया गया, जिसके आधार पर भूकम्प के प्रभाव को ध्यान में रखते हुए पूरे शहर को तीन भागों में विभाजित किया गया। प्रस्तुत शोध पत्र में अध्ययन से प्राप्त परिणामों पर विस्तार से चर्चा की जायेगी।

Seismic Microzonation of Srinagar (Uttarakhand)

Pradeep Kumar Singh Chauhan
Principal Scientist, Geotechnical Engineering Group
CSIR-Central Building Research Institute, Roorkee (Uttarakhand)

Abstract

India is a country of natural disasters. Here the disasters like earthquake, landslide, cyclone and floods occur often. More than 53% of the country's land is not safe as far as earthquake occurrence. Natural disasters take even more horrible forms in those situations when their affected area is a densely populated city. From 1960 till today, the number of people killed in these disasters is more than 3 million and estimating financial loss is beyond imagination. As far as the knowledge of earthquake science is concerned, our science is not capable of predicting earthquake. Therefore, today the necessity is to minimize the loss of life and property due to this. In this case, seismic micro-zonation seems like a ray of hope. In view of the importance of this study, the work of seismic micro-zonation of Srinagar (Uttarakhand) was started in April 2012. Srinagar was the capital of the Garhwal Empire until the arrival of the British. During 189-99, modern Srinagar was re-established by the British. Srinagar was given the urban status in 1931. Today Srinagar is one of the major cities of Uttarakhand. It is the important educational center of Garhwal as HN Bahuguna Garhwal Central University and Medical College are situated here. Micro-zonation is a site-specific risk analysis process, which can help in the mitigation of damage caused by earthquake. In most general terms, seismic micro-zonation is the process of estimating the affect of the soil layers generated by the waves during the earthquake and thus provides information about the impact of earthquakes on the ground surface. In this research work the geo-physical and seismic studies were undertaken. Based on the effect of the earthquake, the entire city was divided into three parts. The results obtained from the study will be discussed in detail in the research paper.

प्रस्तावना

भारतीय हिमालयी क्षेत्र का भूकंपीय इतिहास बहुत पुराना है और अतीत में इस क्षेत्र ने कई विनाशकारी भूकंपों को झेला है। कांगड़ा (1905), बिहार-नेपाल (1934), असम (1950), उत्तरकाशी (1991) व चमोली (1999) के भूकंपों ने इस क्षेत्र में विशेष रूप से लोगों के हताहत और बुनियादी ढांचे के नुकसान के मामले में भारी विनाश किया था। गढ़वाल हिमालय उत्तरकाशी और चमोली भूकंप से संपत्ति और मानव जीवन का महत्वपूर्ण नुकसान हुआ था। 1991 के उत्तरकाशी भूकंप में 768 लोगों की जान गयी, जबकि 5,066 घायल हुए थे। 42,400 घर क्षतिग्रस्त हुए थे[3]। चमोली भूकंप में लगभग 100 लोगों ने अपनी जान गंवा दी और लगभग इतनी ही संख्या में घायल हुए। असुरक्षित संरचनाओं में भारी क्षति हुई थी[3]।

भूकंप के दौरान स्थानीय मिट्टी की स्थिति जमीन की प्रतिक्रिया के लिए जिम्मेदार है। भूकंप के कारण होने वाले नुकसान के अध्ययन से पता चला है कि स्थलाकृति, चट्टान की गहराई और प्रत्यारोपण मिट्टी की प्रकृति प्राथमिक कारक हैं जो भूकम्पीय तरंगों की गति में परिवर्तन करते हैं। साइट प्रभावों का गुणात्मक और मात्रात्मक अनुमान अक्सर प्रवर्धन कारक और उस स्थल की प्राकृतिक आवृत्ति द्वारा व्यक्त किया जाता है। साइट प्रतिक्रिया पैरामीटर (यानी प्राकृतिक जमीन आवृत्ति और प्रवर्धन) उन क्षेत्रों की पहचान करते हैं जहां भूकंप के कारण भूकंपीय खतरा अधिक होगा। यह देखा गया है कि भूकंप के दौरान विशिष्ट क्षेत्र में क्षति सतह भू-विज्ञान और स्थानीय मिट्टी की स्थितियों से संबंधित साइट प्रतिक्रिया मानकों पर निर्भर है। माइक्रोट्रेमर विधि सस्ती और समय प्रभावी है, इसलिए साइट प्रतिक्रिया अध्ययन के लिए ग्रामीण/शहरी क्षेत्रों में बहुत उपयोगी है और भूकंपीय सूक्ष्म वर्गीकरण के लिए बुनियादी इनपुट प्रदान करती है[1]। इस अध्ययन का उद्देश्य प्राकृतिक जमीन आवृत्ति और नाकामुरा विधि का उपयोग करके प्रवर्धन का अनुमान लगाना है।

अध्ययन क्षेत्र : श्रीनगर अंग्रेजों के आगमन तक गढ़वाल साम्राज्य की राजधानी थी। पिछली दो शताब्दियों में इस शहर को दो विनाशकारी घटनाओं का सामना करना पड़ा है। पहला 8 सितंबर, 1803 को एक शक्तिशाली भूकंप थाय जिसने उत्तराखंड के पूरे क्षेत्र को हिला दिया था, विशेष रूप से श्रीनगर के लिए यह काफी विनाशकारी साबित हुआ। दूसरी त्रासदी में 26 अगस्त 1894 को चमोली शहर के पास गोहाना ताल(झील) से 10,000 मिलियन घन फीट पानी के अचानक आ जाने से श्रीनगर शहर पूरी तरह से जलमग्न हो गया था। 1897-99 के दौरान आधुनिक श्रीनगर को ब्रिटिशों द्वारा फिर से स्थापित किया गया था। श्रीनगर को 1931 में शहरी दर्जा दिया गया था। आज श्रीनगर उत्तराखंड के प्रमुख शहर में से एक है। यहाँ गढ़वाल के महत्वपूर्ण शिक्षा केंद्र जैसे एच एन बहुगुणा गढ़वाल सेंट्रल यूनीवर्सिटी और मेडिकल कॉलेज स्थित है। श्रीनगर अलकनंदा नदी के दोनों किनारों पर 30.22 डिग्री (उ.) 78.78 डिग्री (पू.) पर स्थित है। इसकी औसत ऊंचाई 560 मीटर (1,837 फीट) है। यह गढ़वाल पहाड़ियों का सबसे बड़ा शहर है।

श्रीनगर का भू-विज्ञान : मध्य हिमालयी जोन में स्थित श्रीनगर क्षेत्र भूकम्पीय ज़ोन चार में स्थित है। क्षेत्र के उत्तर पूर्वी भाग में उत्तरी अल्मोड़ा थ्रस्ट (एनएटी) है। हिमालय में क्षेत्रीय थ्रस्ट प्रणाली के परिप्रेक्ष्य में, अध्ययन क्षेत्र के उत्तर में मेन सेंट्रल थ्रस्ट (एमसीटी) है और अध्ययन क्षेत्र के दक्षिण में मेन बाउंडरी सीमा थ्रस्ट (एमबीटी) है। अध्ययन क्षेत्र एमसीटी के नजदीक स्थित है और अध्ययन क्षेत्र में थ्रस्ट प्रणाली को एमसीटी प्रणाली के रूट जोन के हिस्से के रूप में माना जा सकता है[7]। यहाँ पर मुख्य रूप से श्रीनगर फिलाइट, किल्कलेश्वर मेटावोल्केनिक्स, सुमारी क्वार्टजाइट (चंदपुर समूह), मारोरा चूना पत्थर, गढ़वाल स्लेट और कोटेश्वर क्वार्टजाइट चम्मधर मेटाबासिक्स के साथ, गढ़वाल समूह से संबंधित चट्टानें हैं।

डेटा संग्रह और पद्धति : श्रीनगर शहर से 47 स्थानों (चित्र 1 में सितारों द्वारा चिह्नित) से सूक्ष्म-भूकंप सर्वेक्षण आंकड़े तीन घटक त्वरक ALTUS K2 का उपयोग करके एकत्र किए गए हैं। ALTUS K2 एक पूर्ण-विशेषीकृत मजबूत गति त्वरक है। उच्च गतिशील रेंज और बेहतर रिज़ॉल्यूशन उन अनुप्रयोगों के लिए महत्वपूर्ण फायदे प्रदान करता है जहां सिग्नल निष्ठा और डेटा अखंडता महत्वपूर्ण है। इसकी सैम्पल दर 100 सैम्पल/सेकंड पर रख गयी थी। डेटा रिकॉर्ड करने के लिएए प्रत्येक साइट पर कुछ घंटे के लिए ALTUS K2 एसएमए रखा गया था। विभिन्न साइटों पर डेटा अधिग्रहण चित्र-2 के माध्यम से दिखाया गया है। डेटा का विश्लेषण गैर-संदर्भ निर्भर साइट वर्णक्रमीय अनुपात तकनीक की सहायता से किया गया है। इस तकनीक को लंबवत व क्षैतिज वर्णक्रमीय अनुपात के रूप में जाना जाता है। एच/वी तकनीक नाकामुरा (1989) द्वारा विकसित की गई थी[4]। यह अनुमान लगाया गया था कि जमीन की सतह पर एम्बीएन्ट नोइस का लंबवत घटक बेसमेंट ग्राउंड की विशेषताओं को रखता है, जो तलछट पर रेले वेव से अपेक्षाकृत प्रभावित होता है और इसलिए क्षैतिज व स्रोत दोनों से रेले वेव के प्रभावों को हटाने के लिए उपयोग किया जा सकता है[4]।

चित्र 1 – सूक्ष्म-भूकंप सर्वेक्षण के स्थान

चित्र 2 – विभिन्न साइटों पर डेटा अधिग्रहण

परिणाम एवं विवेचना

सूक्ष्म-भूकंप सर्वेक्षण से प्राप्त एच/वी प्रतिक्रिया वक्र परीक्षण स्थान के भू-विज्ञान और मिट्टी गुणों को बिल्कुल प्रतिबिंबित कर रहा है। रॉक आउटक्रॉप वाले स्थानों पर अधिक आवृत्ति एवं बहुत कम मात्रा में एम्प्लीफिकेशन मिला है, अधिक उच्च मिट्टी के कवर वाले स्थानों पर कम आवृत्तियां के साथ पर उच्च प्रवर्धन होता है। सारणी 1 में प्राकृतिक आवृत्ति, प्रवर्धन के साथ स्थान विवरण दर्शाया गया है। यह देखा गया है कि रिज क्षेत्र के करीब

सारणी 1 – प्राकृतिक आवृत्ति, प्रवर्धन के साथ स्थान विवरण

स्थान विवरण	स्थान संख्या	प्राकृतिक	आवृत्ति प्रवर्धन
ग्लास हाउस	1	0.15-0.25	2.5
एचएनबी कैम्पस बाउंड्री	2	0.2-0.25	2.6
राजकीय इंटर कॉलेज	3	0.6-0.7	2.1
पीएनबी रोड	4	3.2-3.3	1.8
भक्तियाना-1	5	2.05-2.15	1.7
भक्तियाना-2	6	0.1-0.2	1.8
आँचल डेरी	7	0.15-0.25	1.8
रामलीला मैदान	8	0.2-0.3	1.5
आरसी मैमोरियल स्कूल	9	0.15-0.2	1.9
फर	10	0.4-0.5	2.5
थापली इंटर कॉलेज	11	0.4-0.6	1.8
नैथाना	12	0.35-0.45	1.8
रानीहाट	13	0.15-0.2	4.5
फद	14	0.25-0.35	3.3
कीर्ति नगर बाजार	15	0.2-0.3	2.5
कीर्ति नगर तहसील	16	0.9-1.0	1.5
श्रीनगर तहसील	17	0.25-0.35	2.8
एसएसबी श्रीनगर	18	0.35-0.45	2.7
एचएपीपीसी	19	0.6-0.7	6.1
जीजीआईसी	20	0.35-0.45	5.0
भूविज्ञान विभाग	21	0.9-1.1	2.4
मेडिकल कॉलेज	22	0.15-0.25	3.9
किलकेश्वर महादेव मंदिर	23	0.2-0.25	2.3
प्रगति विहार	24	0.1-0.2	2.9
नर्सरी रोड	25	0.1-0.2	3.8
बाँसवाड़ा	26	0.5-0.6	1.4
एचएनबी अस्पताल	27	0.25-0.35	2.5
गंगनाली	28	0.9-1.1	1.4
ब्रिज क्रासिंग निकट मेडिकल	29	0.1-0.2	2.0
निकट आईटीआई	30	0.7-0.8	1.9
कोर्ट कीर्ति नगर	31	0.3-0.4	2.0
चौरास ब्रिज	32	0.15-0.25	3.7
निकट चौरास ब्रिज 2nd टर्निंग पॉइंट	33	0.2.0.25	6.6
तेजस्वी नगर	34	0.35-0.45	2.0
होटल चंद्रलोक	35	0.25.0.35	5.6
जीकेबी कॉलोनी	36	0.25.0.35	2.9
निकट यूनियन बैंक	37	0.2-0.25	1.9
यूनीवर्सिटी कॉलोनी चौरास	38	0.35-0.4	2.0
माधी	39	0.1-0.2	3.3
इंटर कॉलेज चौरास	40	0.2-0.25	2.2
जम्लोकी भवन	41	0.9-0.95	2.6
पुल से 800 मीटर दूर	42	1.10-1.20	3.1
घिल्डियाल गाँव	43	0.6-0.7	2.6
हाइडल कॉलोनी	44	0.25-0.3	1.7
केदार कॉलोनी	45	0.15-0.25	6.7
शक्ति विहार	46	0.9-1.1	1.1
कीर्ति नगर पुल के पास	47	0.1-0.2	5.6

क्रमशः.....

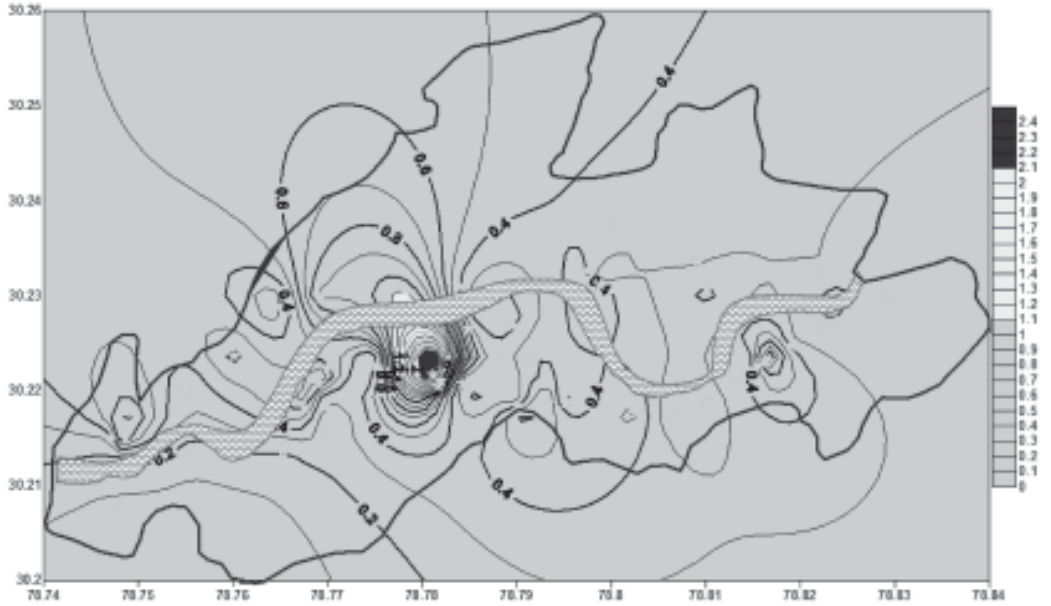
और ग्रेवाली सैंड वाले स्थानों में प्राकृतिक आवृत्ति उच्च है। वहीं यह उच्च तलछट मोटाई और नदी की साइट के नजदीक क्षेत्रों में 0.15 हट्र्ज जितनी कम है। प्राकृतिक भूमि आवृत्ति में बदलाव पूरे शहर के लिए 0.15 हट्र्ज से 3.25 हट्र्ज तक देखा गया, जबकि जमीन प्रवर्धन 1.4 से 6.1 तक है। प्राकृतिक आवृत्ति (एनएफ) के आधार पर पूरे अध्ययन क्षेत्र को तीन जोनों में बांटा गया है-

- जोन - I (एनएफ <1.0 हट्र्ज)
- जोन - II (1.0 - 2.0 हट्र्ज)
- जोन - III (> 2.0 हट्र्ज)

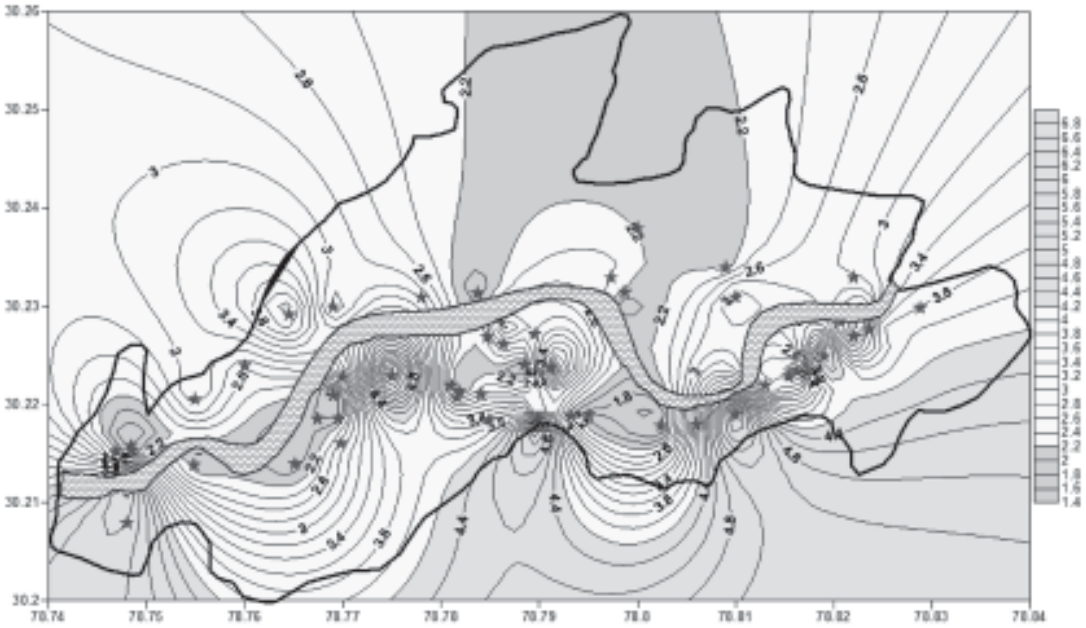
प्राकृतिक आवृत्ति के नतीजे बताते हैं कि शहर का अधिकांश हिस्सा ज़ोन I में स्थित है। शहर के मध्य भाग में अन्य सभी क्षेत्र अर्थात् द्वितीय और तृतीय ज़ोन है। श्रीनगर शहर का प्राकृतिक आवृत्ति समोच्च मानचित्र चित्र 3 में दिखाया गया है। प्रवर्धन कारक के आधार पर श्रीनगर के पूरे शहर को तीन जोनों (2, 2-4, और > 4 तक) में बांटा गया है। इस डेटा का उपयोग करके श्रीनगर के प्रवर्धन समोच्च मानचित्र को चित्र-4 में दिखाया गया है।

निष्कर्ष

वर्तमान कार्य में हमने मौलिक आवृत्तियों और जमीन प्रवर्धन का अनुमान लगाने के लिए एच/वी विधि का उपयोग किया है। यह विधि किसी भी शहरी क्षेत्र की साइट विशेषता का अनुमान लगाने के लिए सबसे किफायती और सुविधाजनक है। विधि नाकामुरा (1996) द्वारा विकसित की गई थी और भूकंपीय सूक्ष्मता और साइट प्रतिक्रिया अध्ययनों के लिए विश्व भर में इसका उपयोग किया जाता है[6]। माइक्रो-ट्रेमर विधि श्रीनगर जैसे भूकंपीय सक्रिय क्षेत्रों में स्थानीय साइट प्रभावों को निर्धारित



चित्र 3 – प्राकृतिक आवृत्ति समोच्च मानचित्र



चित्र 4 – प्रवर्धन समोच्च मानचित्र

करने के लिए उपयोगी है। इस विधि के साथ एक बड़े क्षेत्र को कम समय में कवर किया जा सकता है और साइट प्रभाव अध्ययन के लिए बड़े भूकंप की प्रतीक्षा करने की आवश्यकता नहीं है। अलकनंदा नदी के दोनों किनारों पर शहर के विभिन्न हिस्सों से 47 स्थानों पर Altus K2 SMA का उपयोग कर सूक्ष्म-भूकंप डेटा एकत्र किया गया है।

यह देखा गया है कि रिज के नजदीक और जहाँ अधिक व ठोस रेत जमा है वहाँ प्राकृतिक आवृत्तियां अधिक हैं। ये उच्च

तलछट मोटाई और नदी की साइट के नजदीक क्षेत्रों में प्राकृतिक आवृत्तियां कम हैं। प्राकृतिक आवृत्तियों (एनएफ) के आधार पर पूरे क्षेत्र को तीन जोनों में विभाजित किया गया है। प्राकृतिक आवृत्ति के नतीजे बताते हैं कि शहर का अधिकांश हिस्सा क्षेत्र-1 में स्थित है। शहर के मध्य भाग में शेष दो जोनों का हिस्सा है जोकि II, और III हैं। प्राकृतिक भूमि आवृत्ति में बदलाव पूरे शहर के लिए 0.15 हट्र्ज से 3.25 हट्र्ज तक देखा गया, जबकि जमीन प्रवर्धन 1.4 से 6.1 तक है।

आभार

लेखक, उक्त अध्ययन के लिए और इस काम को प्रकाशित करने की अनुमति देने तथा आवश्यक सुविधा प्रदान करने के लिए निदेशक, सीएसआईआर-सेंट्रल बिल्डिंग रिसर्च इंस्टीट्यूट, रुड़की को धन्यवाद देता है।

संदर्भ

1. Chauhan P K S, Devi G & Mittal A, Site response study of Jammu city using micro-tremor measurements. *Int. Jour. of Geotech. Eq. Eng*., **5**(2) (2014) 19-36.
2. Jain S K, Murty C V R, Arlekar J N, Rajendran C P, Rajendran K & Sinha R, Chamoli (Himalay, India) Earthquake of 29 March 1999. EERI Special Earthquake Report, *EERI Newsletter*, **33** (7) (1999).
3. Jain S K, Singh R P, Gupta V K & A Nagar, Garhwal Earthquake of Oct. 20, 1991. EERI Special Earthquake Report, *EERI Newsletter*, **26** (2) (1992).
4. Nakamura Y, A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. *Quarterly Report of Railway Technical Research Institute*, **30** (1) (1989) 25-33.
5. Nakamura Y, On the H/V spectrum, *Proceedings of 14th world conference on earthquake engineering*, Beijing, China, (2008).
6. Nakamura Y, Real time information systems for seismic hazard mitigation. UrEDAS HERAS and PIC, *Quarterly Report of Railway Technical Research Institute*, **37** (1996) 112-127.
7. Shekhar S, Saklani P S & Bhola A M, Vertical folds and Mesoscopic Fabrics in Srinagar area, Garhwal Himalaya; In: Himalaya (Geological Aspects) (ed.) Saklani P S (New Delhi: Satish Serial Publishing House), **5** (2007) 199-210.