खण्ड–8, अंक–1, वर्ष–2020 शोध पत्र
D.O.I.: 10.22445/avsp.v8i1.5

भूस्खलनः एक अध्ययन राष्ट्रीय राजमार्ग–7 से

राहुल नेगी[1] एवं आर. ए. सिंह[2]

[1]भूविज्ञान विभाग, एल.एस.एम. राज. स्नातकोत्तर महाविद्यालय, पिथौरागढ़–262 502, उत्तराखण्ड, भारत
[2]राजकीय महाविद्यालय, गुरूड़ाबांज–263 623, अल्मोड़ा, उत्तराखण्ड, भारत

प्राप्ति तिथि–05.09.2020, स्वीकृति तिथि–20.10.2020

सार– उत्तराखण्ड हिमालयी क्षेत्र में स्थित एक पर्वतीय राज्य है। भूगर्भीय दृष्टि से उत्तराखण्ड के शैलों की संरचनाए बहुत जटिल हैं। विगत कुछ वर्षों से मौसम के बदलते स्वरूप से इस राज्य में असामान्य वर्षा हो रही है जिस कारण जगह–जगह नए भूस्खलन सक्रिय हो रहे हैं जिनमें जन–धन का बहुत नुकसान होता है। वर्तमान भूस्खलन अध्ययन राष्ट्रीय राजमार्ग–7 पर नन्दप्रयाग के समीप किया गया है। यह भूस्खलन 5 फरवरी 2020 को राष्ट्रीय राजमार्ग–7 के चौड़ीकरण के दौरान हुआ था। जिसमें 5 भवन, 3 वाहन, विद्युत लाइन एवं राष्ट्रीय राजमार्ग–7 का कुछ भाग पूर्ण रूप से क्षतिग्रस्त हो गया था। इस अध्ययन में गतिक विश्लेषण का उपयोग किया गया है जिसमें तलीय एवं वेज विफलता पाई गयी है। इस भूस्खलन के सुरक्षा उपायों के लिए कुछ सुझाव भी दिये गये हैं।

बीज शब्द– भूस्खलन, वर्षा ऋतु, गतिक विश्लेषण, हिमालय, उत्तराखण्ड

Landslide: A Study From NH-7

Rahul Negi[1] and R.A. Singh[2]

[1]Department of Geology, L.S.M. Govt. P.G. College Pithoragarh, Uttarakhand, India
[2]Govt. Degree College Gururabanj-263 623, Almora, Uttarakhand, India

Abstract- Uttarakhand is a hilly state of Himalayan region. Geologically rock structures of Uttarakhand are very complex. This state receives heavy rains due to changing climate since last few years due to which new landslides activate and resulted into loss of lives and properties. Present landslide study has been undertaken near Nandprayag on NH-7. This landslide occurred on 5th February, 2020 during widening of NH-7, in which 5 houses, 3 vehicles and electric lines were destroyed, besides some portions of NH-7 was also destroyed. Kinematic analysis has been used in this study in which planar and wedge failure has been observed. Precautionary measures have also been suggested for this landslide.

Key words- Landslide, Monsoon season, Kinematic analysis, Himalaya, Uttarakhand

1. परिचय–

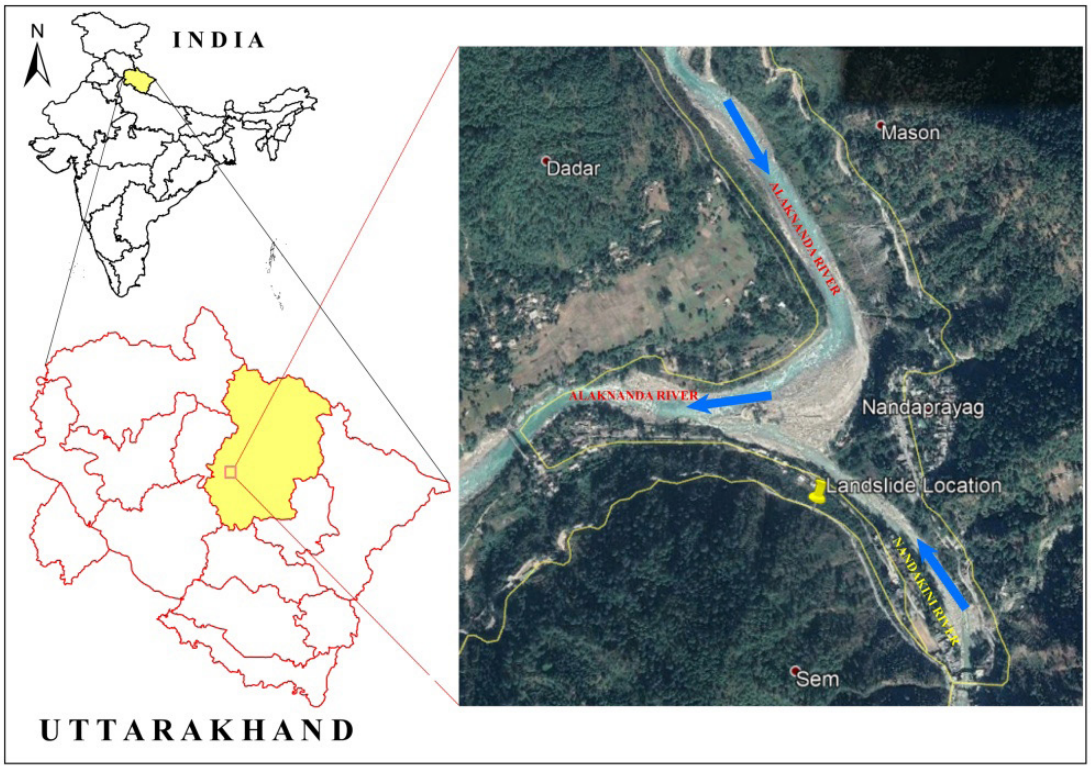
हिमालय एक युवा पर्वत श्रृंखला है। भूगर्भीय दृष्टिकोण से हिमालय पर्वत बहुत ही संवेदनशील है। यहाँ की चट्टानों में वलन, भ्रंश, संधि, दरारें इत्यादि संरचनाएं मिलती हैं। यहाँ की पहाड़ियों का ढाल समान्यतः मध्यम से तीक्ष्ण है। पहाड़ियों के अधिक ढाल का सीधा संबंध अस्थिरता से होता है, क्योंकि ढलान कोण बढने के साथ–साथ एक सीमा के बाद अस्थिरता होती है। आमतौर पर यहाँ ज्यादातर भूस्खलन वर्षा ऋतु के दौरान होते हैं। इसका मुख्य कारण चट्टानों में उपस्थित दरारें एवं संधिया हैं। वर्षा ऋतु के दौरान वर्षा जल पहाड़ियों में उपस्थित दरारों एवं संधियों में प्रवेश करता है जिससे पहाड़ियों की ढालों में स्थित चट्टानें कमजोर हो जाती हैं। हिमालय विवर्तनिकी रूप से अत्यन्त सक्रिय है जिस कारण हिमालयी क्षेत्रों में भूस्खलन की घटना अधिक होती है[1–3] तथा साथ ही हिमालय क्षेत्रों का भू–भाग आपदा की दृष्टि से बहुत संवेदनशील है। हिमालयी क्षेत्र की भूगर्भीय सरचनाओं एवं मानसून स्थिति के कारण यहाँ प्रत्येक वर्ष भूस्खलन होता है

Corresponding Author: rahulnegi005@gmail.com, singhdr.ramautar@yahoo.com

जिससे जन–धन का बहुत नुकसान होता है। उत्तराखण्ड हिमालय की गोद में बसा एक पर्वतीय राज्य है। भूस्खलन एवं भूकंपीय आपदाओं की दृष्टि से यह राज्य बहुत संवेदनशील है। भूकंपीय दृष्टि से उत्तराखण्ड जोन–5 एवं जोन–4 के अर्न्तगत आता है। उत्तराखण्ड राज्य के पर्वतीय जनपदों में प्रत्येक वर्ष अति वृष्टि/मूसलाधार वर्षा से भूस्खलन होता है। उत्तराखण्ड में कई ऐसे स्थान भी हैं जहाँ विकास कार्य के लिए सड़क का निर्माण किया गया परन्तु वर्षा ऋतु में वही सड़क वहाँ स्थित लोगों के लिए विनाश का कारण बन गयी। नायक[4], ने 2010 में अपने एक शोध में यह बताया है कि एशिया में वर्ष 1900 से 2009 के बीच भूस्खलन से 1590 लोगों की मृत्यु हुई, 5619264 लोग प्रभावित हुए एवं 1850838 डॉलर का नुकसान हुआ। सती एवं अन्य[5] के अनुसार, वर्षा ऋतु 2010 में राष्ट्रीय राजमार्ग–7 में हो रहे सड़क विस्तारीकरण से हुए भूस्खलनों में 291 लोगों तथा 84 मवेशियों की मृत्यु हुई जिसमें 534 भवन पूर्ण रूप से क्षतिग्रस्त हो गये एवं 2138 भवन आंशिक रूप से क्षतिग्रस्त हो गये। खण्डूरी[6] के अनुसार, 16–17 जून 2013 में अत्यधिक वर्षा से चमोली जनपद के विभिन्न क्षेत्रों में लगभग 220 भूस्खलन सक्रिय हुए जिसमें जन–धन का बहुत नुकसान हुआ। वर्ष 2018 में भी चमोली जनपद के विभिन्न भागों में अति वृष्टि की घटना हुई थी जिससे यहाँ 11 लोगों एवं 10 मवेशियों की मृत्यु हुई तथा 15 घर, 7 गौशाला, 1 दर्जन वाहन, 1 दर्जन दुकान, विस्तृत कृषि भूमि, कुछ मोटर पुल, राष्ट्रीय राजमार्ग, सड़क, विद्युत लाइन एवं जल विद्युत परियोजना क्षतिग्रस्त हुई।[7] भूस्खलन एक प्राकृतिक आपदा है जो मुख्यतः मानव जनित एवं प्राकृतिक कारणों से होता है। प्रमुख मानव जनित कारण जैसे– सड़क निर्माण एवं सड़क चौड़ीकरण के लिए पहाड़ी ढालों का कटाव एवं विस्फोटकों का उपयोग, तथा प्रमुख प्राकृतिक कारण जैसे– अत्याधिक वर्षा, भूसंरचना, अधिक पहाड़ी ढाल, गुरूत्वाकर्षण, भूकंप इत्यादि। हिमालय के पर्वतीय क्षेत्रों में विकास कार्य के लिए सड़क का निर्माण एवं उनके चौड़ीकरण का कार्य पहाड़ी ढालों तथा वृक्षों को काटकर किया जा रहा है जिससे पहाड़ों की संवेदनशीलता में वृद्धि हो रही है। विगत कुछ वर्षों से बदलते मौसम के स्वरूप से यहाँ अतिवृष्ठि की घटना अधिक हो रही है।

2. अध्ययन क्षेत्र

वर्तमान अध्ययन क्षेत्र उत्तराखण्ड के चमोली जनपद के अंतर्गत आता है। यह अध्ययन क्षेत्र राष्ट्रीय राजमार्ग–7 पर अक्षांश N 30° 19′48″ एवं देशान्तर E 79° 19′03″ पर नन्दप्रयाग के समीप अवस्थित है। भारतीय सर्वेक्षण विभाग के अनुसार यह क्षेत्र टोपोशीट N/7 के अन्तर्गत आता है जिसकी समुद्र तल से ऊचाई 920 मी. है। यह क्षेत्र, चमोली से 24.4 किमी. की दूरी पर स्थित है। इस क्षेत्र में नन्दाकिनी नदी एवं अलकनन्दा नदी का संगम है। अध्ययन क्षेत्र अलकनन्दा नदी एवं नन्दाकिनी नदी के बाई तरफ दक्षिण में स्थित है **(चित्र–1)**। अलकनन्दा इस क्षेत्र से प्रवाहित होने वाली मुख्य नदी है जिसकी सहायक नदियाँ बालखिला, बिरही गंगा, सरस्वती, धौलीगंगा, नन्दाकिनी इत्यादि हैं।



चित्र–1: अध्ययन क्षेत्र का स्थल मानचित्र

3. जलवायु

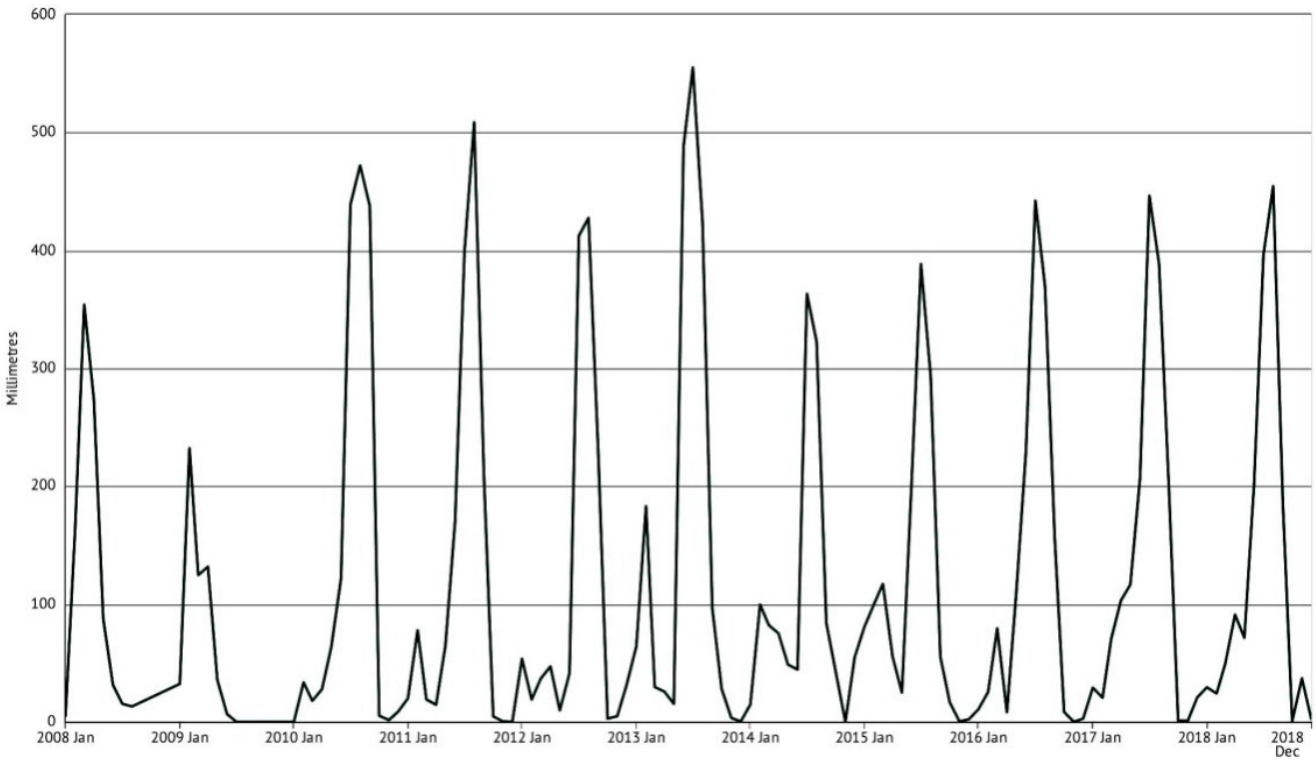
अध्ययन क्षेत्र समुद्रतल से 920 मी. की ऊँचाई पर स्थित है। सामान्यत: इस क्षेत्र में अधिक वर्षा जून से सितम्बर माह के बीच में होती है। इस क्षेत्र का वार्षिक तापमान– 2° से 34° तक रहता है। विगत कुछ वर्षों से मौसम के बदलते स्वरूप से इस क्षेत्र में असामान्य वर्षा हो रही है जिस कारण भी इस क्षेत्र में अधिक भूस्खलन सक्रिय हो रहे हैं। वर्ष 2008 से 2018 तक वर्षा के आंकड़ों के अनुसार सर्वाधिक वर्षा वर्ष 2013 में हुई थी जिस कारण उत्तराखण्ड में केदारनाथ त्रासदी हुई थी तथा राज्य के अर्न्तगत् जगह–जगह नयें भूस्खलनों के साथ–साथ पुराने भूस्खलन भी सक्रिय हुए जिसमें जन–धन की बहुत हानि हुई थी। तत्पश्चात् वर्षा के आंकड़ें प्रत्येक वर्ष बढ़ रहे हैं जिस कारण अधिक भूस्खलन सक्रिय हो रहे हैं **(चित्र–2)**।

4. क्षेत्रीय भूगर्भीय स्थिति

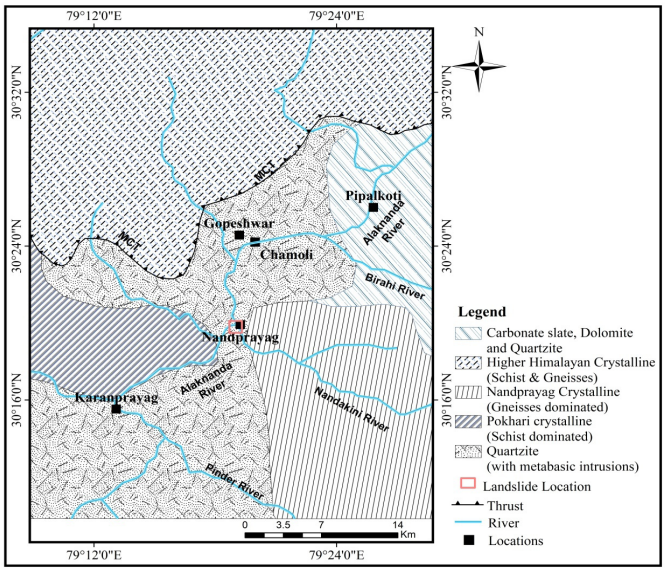
हिमालय पर्वत विश्व की सबसे ऊँची पर्वत श्रृंखला है। पूर्व में किये गये अध्ययनों के अनुसार हिमालयी क्षेत्र को चार विवर्तनिक भागों में बाँटा गया है जो निम्न है– टेथिस हिमालय, महान हिमालय, मध्य हिमालय एवं शिवालिक जिनका विभाजन मुख्यत: मुख्य केन्द्रीय क्षेप, मुख्य सीमान्त क्षेप एवं मुख्य आंग्रान्त क्षेप द्वारा हुआ है। अध्ययन क्षेत्र मध्य हिमालय (लेसर हिमालय) के अर्न्तगत आता है **(चित्र–3)**। मेहदी एवं अन्य[8] तथा अग्रवाल[9] के अनुसार, अध्ययन क्षेत्र गढ़वाल ग्रुप के अर्न्तगत आता है। यहाँ के शैल सिलुरियन से प्रीकैम्ब्रियन अवधि के हैं। जिसमें मुख्यतः कायान्तरित शैल और कार्बोनेट शैल हैं तथा जिनके मध्य में कहीं–कहीं आग्नेय शैल भी हैं। भूगर्भीय सर्वेक्षण के दौरान अध्ययन क्षेत्र में क्वार्ट्जाइट शैल हैं। जिसका रंग सफेद, रेशमी सफेद एवं भूरे रंग का है जिसमें क्वार्ट्ज खनिज के साथ–साथ मस्कोवाइट, बायोटाइट और सर्पेंटीन खनिज भी विद्यमान हैं। यह क्वार्ट्जाइट चमोली शैल समूह के अन्तर्गत आता है। इस शैल में यहाँ पर तीन पैटर्न की संधियाँ अवलोकित की गयी हैं।

5. भूस्खलन विश्लेषण

भूस्खलन एक प्राकृतिक आपदा है जिसमें भू–पर्पटी पर स्थित शैल, मलवा एवं मृदा पदार्थों का अपने स्थान से विस्थापन हो जाता हैं। इसके अनेक प्रकार है स्खलन, पात, वाह इत्यादि। इस भूस्खलन का अध्ययन पूर्व में किये गये वार्नेस[11] के अनुसार किया गया है। जिसमें इस भूस्खलन का प्रकार, पदार्थ, कारण एवं हो चुके नुकसान का विवरण निम्न हैं–



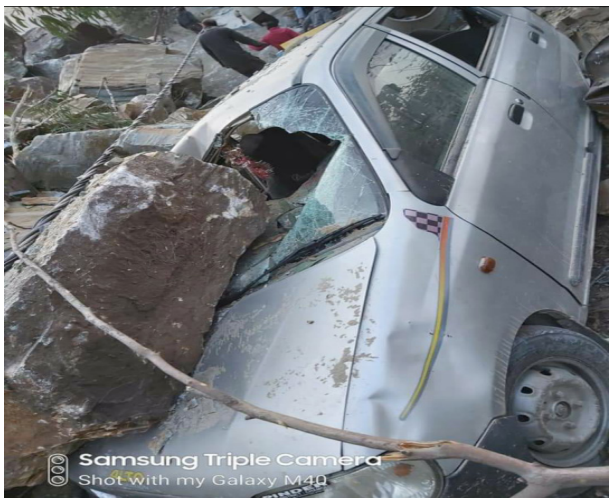
चित्र–2: चमोली जनपद के वर्ष 2008 से 2018 तक वर्षा के आंकड़े



चित्र–3: अध्ययन क्षेत्र का क्षेत्रीय भूगर्भीय मानचित्र (जुयाल एवं अन्य)[10]

चित्र–4: अध्ययन क्षेत्र नन्दप्रयाग के समीप स्थित भूस्खलन

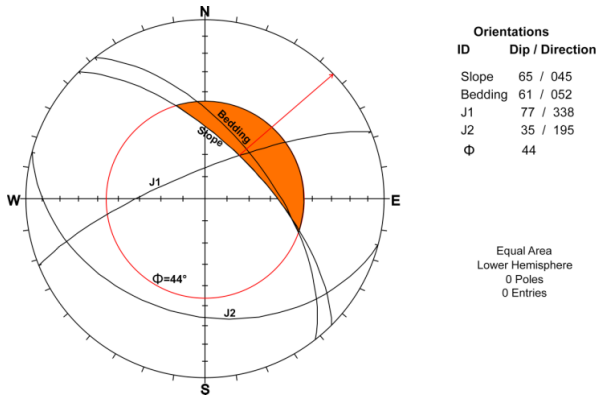
चित्र–5: नन्दप्रयाग के समीप राष्ट्रीय राजमार्ग–7 पर हुए भूस्खलन मे क्षतिग्रस्त भवन, सड़क एवं विद्युत लाइन



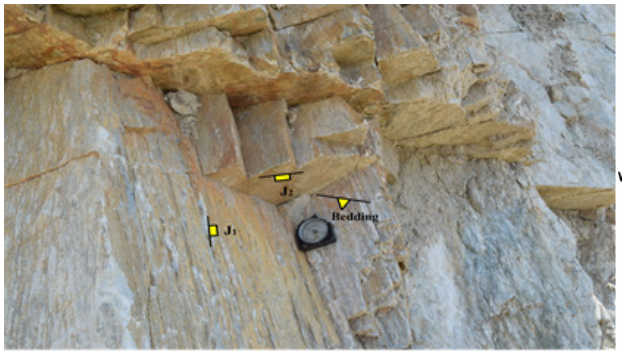
चित्र–6: नन्दप्रयाग के समीप राष्ट्रीय राजमार्ग–7 पर हुए भूस्खलन मे क्षतिग्रस्त मारूती गाड़ी

चित्र–7: नन्दप्रयाग के समीप राष्ट्रीय राजमार्ग–7 पर हुए भूस्खलन मे क्षतिग्रस्त ट्रक

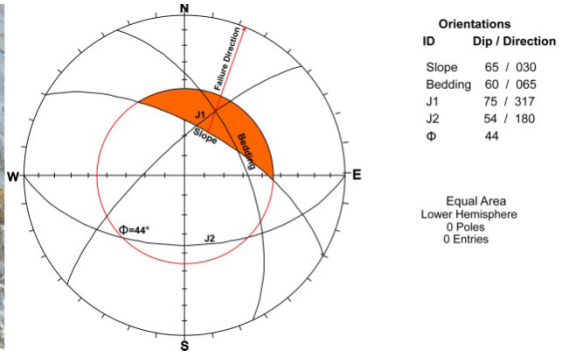
चित्र–8: भूस्खलन क्षेत्र में स्थान (क) पर क्वार्ट्जाइट शैल संस्तर तल पर स्थित संधि एवं दरारें



चित्र–9: भूस्खलन क्षेत्र में स्थान (क) पर गतिक विश्लेषण किया गया जो तलीय विफलता की स्थिति दर्शा रहा है



चित्र–10: भूस्खलन क्षेत्र में स्थान (ख) पर क्वार्ट्जाइट शैल संस्तर तल पर स्थित विभिन्न संधि



चित्र–11: भूस्खलन क्षेत्र में स्थान (ख) पर गतिक विश्लेषण किया गया जो वेज विफलता की स्थिति दर्शा रहा है

विस्तृत अध्ययन से पता चला कि यह भूस्खलन 5 फरवरी 2020 को सायं के समय हुआ था। इस दौरान यहाँ राष्ट्रीय राजमार्ग–7 के चौड़ीकरण का कार्य भी चल रहा था। इस भूस्खलन से पाँच भवन, 1 ट्रक, 1 मारूती कार एवं राष्ट्रीय राजमार्ग–7 में कार्यरत जेसीबी मशीन पूरी तरह से क्षतिग्रस्त हो गयी तथा राष्ट्रीय राजमार्ग–7 कुछ दिनों के लिए पूर्ण रूप से बन्द हो गया था **(चित्र–4,5,6,7)**। इन भवनों में रहने वाले लोग सुरक्षित बच गये जिन्हें तत्काल ही जिला प्रशासन द्वारा दूसरी स्थान पर विस्थापित किया गया। इस भूस्खलन में सड़क के ऊपर लगभग 60 मीटर से मलवा पदार्थ आया जिसने सड़क से लगभग 40 मीटर नीचे स्थित भवनों को क्षतिग्रस्त किया। यह भूस्खलन अक्षांश N 30° 19′48″ एवं देशांन्तर E 79° 19′03″ देशांतर पर स्थित है जिसकी समुद्रतल से ऊँचाई 920 मीटर है। यह क्षेत्र अलकनंदा एवं नन्दाकिनी नदी संगम के बांई तरफ दक्षिण में स्थित है। इस भूस्खलन की लम्बाई एवं चौड़ाई लगभग 100 एवं 50 मीटर है। यह शैल सहित मलवा स्खलन तरह का भूस्खलन है। जिसमें स्थित शैल पदार्थ 5 × 4 मीटर तक है। इस भूस्खलन की ढाल तीक्ष्ण है जिसकी दिशा उत्तर उत्तर पूर्व (N 20°) की तरफ है। यहाँ पर क्वार्ट्जाइट शैल अवस्थित है **(चित्र–3)**।

इस भूस्खलन क्षेत्र में दो स्थानों (क एवं ख) पर गतिक विश्लेषण किया गया। गतिक विश्लेषण का सर्वप्रथम प्रयोग हुक एवं ब्रे[12] द्व ारा वर्ष 1981 में ढलान विफलता की संभावना के लिये किया गया था। सामान्यत: यह विफलता तीन प्रकार की होती है जो निम्न है– तलीय विफलता, वेज विफलता एवं टापिंग विफलता। यह विश्लेषण शैल संस्तर एवं संधि, ढाल दिशा एवं शैल के घर्षण कोण के बीच होता है। यह विश्लेषण स्टिरीओग्राफिक प्रक्षेपण विधि से किया गया है। स्थान (क) पर शैल संस्तर नति 61° उत्तर पूर्व, J_1 संधि 77° उत्तर उत्तर पश्चिम, J_2 संधि 35° दक्षिण दक्षिण पश्चिम,पहाड़ी ढाल 65° उत्तर पूर्व एवं घर्षण कोण (ø) 44° के बीच गतिक विश्लेषण किया गया। जिसमें पहाड़ी ढाल कोण सर्वाधिक है तत्पश्चात शैल संस्तर एवं निम्न घर्षण कोण है तथा पहाड़ी ढाल एवं शैल संस्तर एक ही दिशा (उत्तर पूर्व) में हैं जिसका सम्बन्ध तलीय विफलता की स्थिति दर्शा रहा हैं **(चित्र–8,9)**। स्थान (ख) पर शैल संस्तर नति 60° पूर्व उत्तर पूर्व, J_1 संधि 75° उत्तर पश्चिम, J_2 संधि 54° दक्षिण, पहाड़ी ढाल 65^0 उत्तर उत्तर पूर्व एवं घर्षण कोण (ø) 44° के बीच गतिक विश्लेषण किया गया। जिसमें सर्वाधिक पहाड़ी ढाल, तत्पश्चात शैल संस्तर एवं J_1 संधि का प्रतिच्छेदन कोण एवं निम्न घर्षण कोण है साथ ही शैल संस्तर एवं J_1 संधि का प्रतिच्छेदन कोण की दिशा पहाड़ी ढाल की दिशा (उत्तर उत्तर पूर्व) में ही है जिसका सम्बन्ध वेज विफलता की

स्थिति दर्शा रहा हैं **(चित्र–10,11)** । इस भूस्खलन क्षेत्र का मुख्य कारण पहाड़ी का ढाल, एवं शैल की नति एक ही दिशा में होना है साथ ही साथ संधि, वर्षा एवं सड़क चौड़ीकरण हेतु पहाड़ी ढाल काटना भी है।

6. परिचर्चा

राष्ट्रीय राजमार्ग–7 में सड़क चौड़ीकरण का कार्य तेजी से हो रहा है जिसमें पहाड़ी ढालों को अधिक काटा जा रहा है। जिस कारण प्रत्येक वर्षा ऋतु के दौरान जगह–जगह पर भूस्खलन क्षेत्र बन रहे हैं। जिससे इस क्षेत्र की संवेदनशीलता और बढ़ रह रही है। राष्ट्रीय राजमार्ग–7 उत्तराखण्ड का प्रमुख राजमार्ग है जिससे होकर चारों धामों की यात्रा कर सकते हैं। यह राष्ट्रीय राजमार्ग माणा गाँव तक जाता है जो कि चीन के अत्यन्त समीप है। इस राजमार्ग में मानसून अवधि में लगभग प्रत्येक वर्ष भूस्खलन होते हैं परन्तु इनकी आवृत्ति राष्ट्रीय राजमार्ग चौड़ीकरण के बाद और अधिक बढ़ गयी है। जिस कारण इस मार्ग से जाने वाले यात्रियों, तीर्थ यात्रियों एंव स्थानीय लोगों को परेशानियों का सामना करना पड़ता है। विवर्तनिक रूप से हिमालय क्षेत्र की पहाड़ियाँ बहुत संवेदनशील हैं जो कि वर्षा ऋतु में अतिसंवेदनशील हो जाती हैं। क्योंकि शैल, उपरीभार मलवा पदार्थ एवं मृदा में वर्षा ऋतु के दौरान छिद्र जल दाब अधिक हो जाता है। भूस्खलन के गहन विश्लेषण से यह ज्ञात हुआ कि इस क्षेत्र में मुख्यत: वर्षा, ढाल, शैल की भूगर्भीय संरचनाएं एवं सड़क निर्माण हेतु पहाड़ी ढाल के कटाव से भूस्खलन विकसित हो रहे हैं। सड़क चौड़ीकरण में हो रहे विस्फोटकों एवं शैल कटाव से शैलों पर संधि एवं दरारें विकसित हो रही हैं। जिनमें वर्षा काल में अधिक छिद्र जल दाब एवं निम्न घर्षण कोण के कारण अधिक भूस्खलन हो रहे हैं। इस क्षेत्र में (क एवं ख) हो रहे भूस्खलन को सुरक्षा उपायों से भी कम किया जा सकता है जो निम्न है–

1. शैल बोल्टिंग, नेटिंग एवं एंकर होल्ड तैयार किया जाना चाहिए।
2. संधि खण्डों एवं विभंग क्षेत्रों को उचित ग्राउट विधियों से बन्द करना चाहिए।
3. जल निकासी के लिए सड़क के अनुदिश अपवाहतंत्र बनना चाहिए।

7. निष्कर्ष

हिमालय क्षेत्र के पर्वतीय इलाकों में परिवहन के लिए सड़क मार्ग की महत्वपूर्ण भूमिका हैं। यहाँ सड़क मार्ग दूर–दूर के क्षेत्र के गाँवों को शहर से जोड़ता है। भूस्खलन एक प्राकृतिक आपदा है जिसे हम रोक नहीं सकते परन्तु राष्ट्रीय राजमार्ग–7 पर हो रहे सड़क चौड़ीकरण के बाद भू–गर्भीय अध्ययन से भूस्खलन क्षेत्र में उपयुक्त तकनीक से भूस्खलनों को कुछ हद तक कम किया जा सकता है। इस क्षेत्र में भूस्खलनों की तीव्रता बढ़ती जा रही है जिसके लिये कुछ महत्वपूर्ण सुझाव निम्न हैं–

1. सर्वप्रथम राष्ट्रीय राजमार्ग–7 पर सुरक्षित एवं असुरक्षित क्षेत्र चिन्हित किये जाए तत्पश्चात् ही वहाँ पर कोई भी भवन एवं अन्य निर्माण कार्य किया जाए।
2. नये भवनों का निर्माण एकदम पहाड़ी के नीचे न हो।
3. नया निर्माण कार्य भूस्खलन क्षेत्र एवं नदी/नालों से सुरक्षात्मक दूरी पर होना चाहिए।

संदर्भ

1. सिंह, आर0 ए0 (2010) मानले भूस्खलन, पिथौरागढ़, उत्तराखण्ड, जर्न0 आफ सांइन्इटिफिक रिसर्च, खण्ड–54, सेक्शन–1, अर्थ साइंस, मु0पृ0 45–49।
2. सिंह, आर0 ए0 (2012) द्रव्यमान संचलन (भूस्खलन): कारण एवं उपाय. भूस्खलनों एवं पर्यावरण ह्रास, (संपादक: आर0 ए0 सिंह), ISBN: 81-85097-95-X, ज्ञानोदय प्रकाशन, नैंनीताल, उत्तराखण्ड, पृ0 67–78।
3. सिंह, आर0 ए0 (2013) ला झेकला भूस्खलन, पिथौरागढ़ जनपद, उत्तराखण्ड, इंडिया. लैंडस्लाइड़ एण्ड इनवायरनमेंटल
4. https://library.itc.utwente.nl/papers_2010/msc/aes/nayak.pdf
5. सती, एस0 पी0; सुन्द्रियाल, वाई0 पी0; राना, एन0 एवं डंगवाल, एस0 (2011) रिसेंट लैंडस्लाइड इन उत्तराखण्डः नेचर्स फ्यूरी और ह्यूमेन फाली., करंट साइंस, खण्ड–100, अंक–11, मु0पृ0 1617–1620।
6. खण्डूरी, एस0 (2018) लैंडस्लाइड डिस्ट्रीब्यूशन एण्ड डैमेजस ड्यूरिंग 2013 डेलुग्यू: ए केस स्टडी आफ चमोली डिस्ट्रिक्ट, उत्तराखण्ड, जर्न. जियोग्रा. नेट. डिजास्ट- 8:226. DOI: 10.4172/2167-0587.1000226.
7. नेगी, आर0; सिंह, आर0 ए0; सिंह, पीयूष कुमार एवं सैनी, पूजा (2018) वर्षा ऋतु 2018 अवधि में उत्तराखण्ड़ में हुए भूस्खलनों का अध्ययन. अनुसंधान विज्ञान शोध पत्रिका, खण्ड–6, अंक–1, वर्ष–2018, पृ0 74–82, DOI : 10.22445/avsp.v6i1.13901.

8. मेंहदी, एस0 एच0; कुमार, जी0 एवं प्रकाश, जी0 (1972) टेक्टॉनिक इवोल्यूशन आफ ईस्टर्न कुमाँऊ हिमालयाः ए न्यू एप्रोच. हिमा. जियो. खण्ड–2, मु0पृ0 481–501।

9. कुमार, जी0 एवं अग्रवाल, एन0 सी0 (1975) जियोलॉजी ऑफ द श्रीनगर नन्दप्रयाग एरिया (अलकनन्दा वैली), चमोली, गढ़वाल एण्ड टिहरी डिस्ट्रिक्ट, कुमाँऊ हिमालया, उत्तर प्रदेश हिमा. जियो. खण्ड–5, मु0पृ0 29–59।

10. जुयाल, एन0; सुन्द्रियाल, वाई0 पी0; राना, एन0; चौधरी, एस0 एवं सिंघावी, ए0 के0 (2010) लेट क्वार्टनरी फ्लूवियल एग्राडेशन एण्ड इन्सिजन इन द मानसून डोमेंड अलकनन्दा वैली, सेंट्रल हिमालया, उत्तराखण्ड, इंडिया. जर्न. क्वार्टनरी साइंस-25(8) doi:10.1002/jqs1413. डिग्रेडेशन, (संपादक: आर0 ए0 सिंह), ISBN: 81-85097-90-9, ज्ञानोदय प्रकाशन, नैंनीताल, उत्तराखण्ड, मु0पृ0 141–149।

11. वार्नेस, डी0 जे0 (1978) स्लोप मूवमेंट, टाईप एण्ड प्रोसेस. इन: स्चूस्टर आर एल, क्रिजेक आर0 जे0 (ईडीएस) लैंडस्लाइड़ एनालिसिस एण्ड कंट्रोल. स्पेशल रिर्पोट, खण्ड–176, नेट. एकेडेमी ऑफ साइंन्स, ट्रांसपोर्टेशन रिसर्च, बोर्ड, वाशिंगटन, डी.सी., पृ0 11–33।

12. हुक, ई0 एवं ब्रे (1981) राक स्लोप इंजिनियरिंग, द इन्स्टीच्यूशन ऑफ माइनिंग एण्ड मेटलर्जी, तृतीय एडिशन, लंदन, मु0पृ0 341–351।