खण्ड-10, अंक-1, वर्ष-2022, मु0प्र0 68-79
D.O.I.: https://doi.org/10.22445/avsp.v10i1.12
SJIF (2021) : 7.247

शोध पत्र

Landslide Disaster studies in Munsiyari, Bangapani, Dharchula and Tejam Tehsils of Pithoragarh district of Uttarakhand

Rahul Negi[1], Pooja Saini[1], R. A. Singh[2] and Rekha Puniya[3]
[1]Department of Geology, L.S.M. Govt. P.G. College Pithoragarh-262 502, Uttarakhand, India
[2]Govt. Degree College Gururabanj-263 623, Almora, Uttarakhand, India
[3]Department of Geology, Govt. College Narnaul-123 001, Mahedragarh, Haryana, India
rahulnegi005@gmail.com

Received: 31-08-2022, Accepted: 05-10-2022

Abstract- District Pithoragarh is a remotest region of the Uttarakhand state where maximum losses of people and wealth during rainy season are due to landslides. Landslides study has been carried out in ten villages during the year 2020 and 2021 in Munsiyari, Bangapani, Dharchula and Tejam Tehsils in Pithoragarh district. It was found that during these two years in ten villages of Pithoragarh district, total 2594 people of 283 houses have been affected in which 21 persons and 13 domestic animals died during landslides. In the present paper different natural as well as man-made causes for landslides have been analyzed and security suggestions have also been given for minimizing landslides.

Key words- Pithoragarh, Landslide, Cloudburst, Landslide reduction

उत्तराखण्ड में पिथौरागढ़ जनपद के मुनस्यारी, बंगापानी, धारचूला एवं तेजम तहसीलों में भूस्खलन आपदा का अध्ययन

राहुल नेगी[1], पूजा सैनी[1], आर0 ए0 सिंह[2] एवं रेखा पुनिया[3]
[1]भूविज्ञान विभाग, एल0 एस0 एम0 राज0 स्नातकोत्तर महाविद्यालय, पिथौरागढ–262 502, उत्तराखण्ड, भारत
[2]राजकीय महाविद्यालय, गुरूड़ाबांज–263 623, अल्मोड़ा, उत्तराखण्ड
[3]भूविज्ञान विभाग, राज0 महाविद्यालय नारनौल–123 001, महेन्द्रगढ़, हरियाणा
rahulnegi005@gmail.com

सार– पिथौरागढ़ जनपद, उत्तराखण्ड राज्य का एक सुदूर क्षेत्र है जहाँ प्रत्येक वर्ष वर्षाऋतु के दौरान भूस्खलन से जन–धन का अत्यधिक नुकसान होता है। वर्तमान में पिथौरागढ़ जनपद में तहसील मुनस्यारी, बंगापानी, धारचूला एवं तेजम के अन्तर्गत कुल 10 ग्रामों में वर्ष 2020 एवं 2021 में हुए भूस्खलनों का अध्ययन किया गया है। अध्ययन से यह ज्ञात हुआ कि इन दो वर्षों में पिथौरागढ़ के कुल 10 ग्रामों में हुए भूस्खलन से लगभग 283 भवनों के 2594 लोग प्रभावित हुए हैं जिसमें 21 लोगों एवं 13 पालतू जानवरों की मृत्यु हुई है। वर्तमान अध्ययन में क्षेत्र में हुए भूस्खनल के विभिन्न प्राकृतिक एवं मानवजनित कारणों का विश्लेषण किया गया है तथा भूस्खलन के न्यूनीकरण हेतु कुछ सुरक्षा उपायों की सलाह भी दी गयी है।

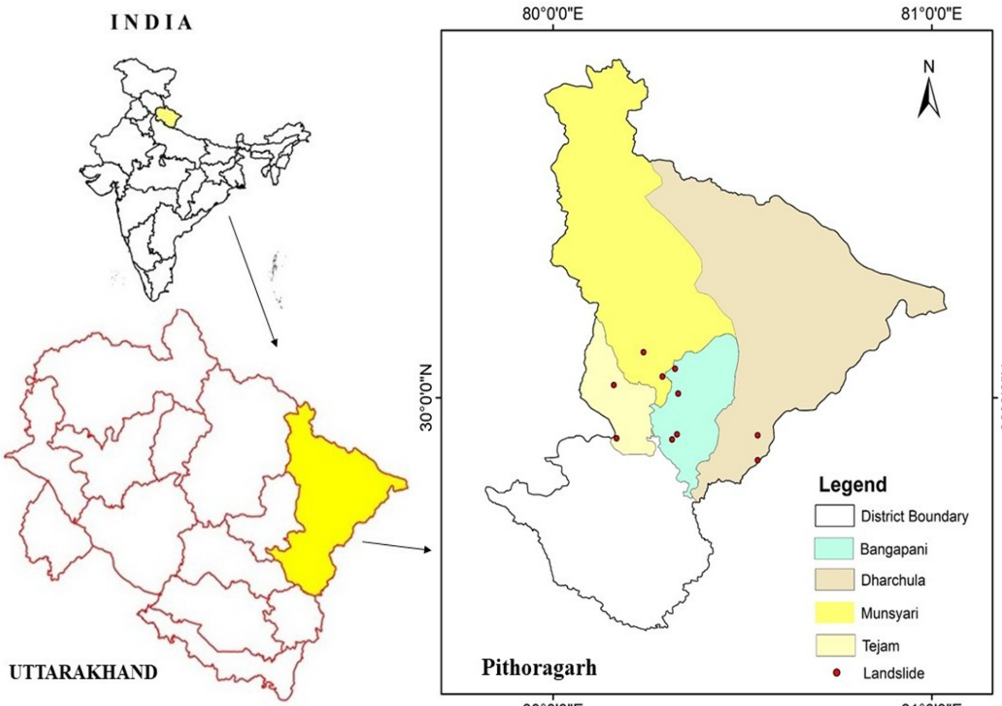
बीज शब्द– पिथौरागढ़, भूस्खलन, बादल प्रस्फुटन, भूस्खलन न्यूनीकरण

1. **परिचय**– पिथौरागढ़, उत्तराखण्ड राज्य का एक पर्वतीय जनपद है जो हिमालय की गोद में बसा हुआ है। जनपद पिथौरागढ में भूस्खलन एक प्रमुख आपदा है जिस कारण प्रत्येक वर्ष जान–माल का बहुत नुकसान होता है। इस क्षेत्र में भूस्खलन की घटना मुख्यतः मानसून ऋतु में अत्यधिक वर्षा के दौरान होती है। इस क्षेत्र में मानसून माह जून से सितम्बर के मध्य अधिक सक्रिय रहता है। पिथौरागढ़ जनपद, उत्तराखण्ड राज्य का एक सुदूर क्षेत्र है जहाँ सड़क मार्ग ही एकमात्र संचार का मुख्य साधन है। वर्षाऋतु के दौरान जनपद के अन्तर्गत सीमान्त क्षेत्रों को जोड़ने वाले मुख्य सड़क मार्ग भूस्खलन से क्षतिग्रस्त हो जाते हैं जिससे कई क्षेत्रों/गाँवों से सम्पर्क टूट जाता है तथा स्थानीय लोगों को परेशानियों का सामना करना पड़ता है। भूस्खलनों के कारण सामाजिक आर्थिक विकास अत्यधिक प्रभावित होता है। यह जनपद पूर्व में भी अनेकों बार भूस्खलन आपदा से प्रभावित हुआ है जैसे– मालपा भूस्खलन 1998, ला–झेकला भूस्खलन 2009 इत्यादि। यह जनपद भूकंपीय दृष्टिकोण से जोन–5 के अन्तर्गत आता है जिस कारण भी यहाँ संवेदनशीलता अधिक है। सामान्यतः भूस्खलन एक प्राकृतिक घटना है परन्तु जब इस घटना से जान–माल एवं आर्थिक नुकसान होता है तब इसे भूस्खलन आपदा कहा जाता है। पर्वतीय क्षेत्रों में भूस्खलन आपदा सक्रिय होने में मानवीय गतिविधियों का भी अहम योगदान होता है जैसे–सड़क निर्माण एवं सड़क

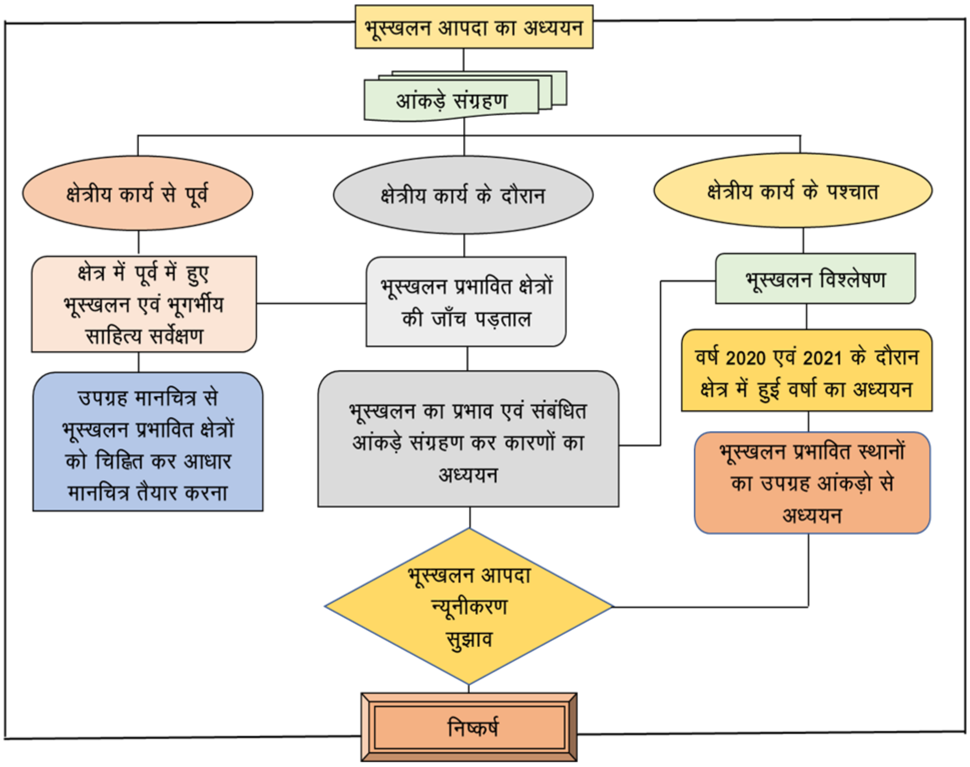
चौड़ीकरण के लिए पहाड़ी ढाल का अधिक कटाव, असुरक्षित स्थान पर भवन निर्माण कार्य एवं विस्फोटकों का उपयोग। हिमालय पर्वत भूगर्भीय दृष्टिकोण से गतिशील एवं संवेदनशील है। विवर्तनिक रूप से यहाँ की चट्टानों में दरार, संधि, वलन, भ्रंश, क्षेप इत्यादि सरचनाएं मिलती है जिस कारण भी यहाँ की संवेदनशीलता अधिक है। वर्तमान में जनपद पिथौरागढ़ के अन्तर्गत 10 ग्रामों का भूस्खलन के सम्बंध में अध्ययन किया गया है जिसमें भूस्खलन से हुई क्षति, कारणों एवं भूस्खलन न्यूनीकरण की चर्चा की गयी है।

2. **अध्ययन क्षेत्र**— पिथौरागढ़ जनपद उत्तराखण्ड राज्य के पूर्वोत्तर दिशा में अवस्थित है। जनपद के उत्तर में चीन तथा पूर्व दिशा में नेपाल स्थित है। क्षेत्र में स्थित काली नदी भारत एवं नेपाल के मध्य अन्तर्राष्ट्रीय सीमा का निर्धारण करती है। काली, रामगंगा, गोरी गंगा, धौली गंगा इस क्षेत्र की प्रमुख नदियां हैं। पिथौरागढ़ जनपद लगभग 7110 किमी0 वर्ग क्षेत्र में फैला हुआ है जो अक्षांश N 29° 26' 52.345" से N 30°12' 38.2" तथा देशान्तर E 80° 14' 37.908" से E 81°2' 25.591" के अन्तर्गत स्थित है। वर्तमान में पिथौरागढ़ जनपद के अन्तर्गत स्थित मुनस्यारी, धारचूला, बंगापानी तथा तेजम तहसीलों के अन्तर्गत वर्ष 2020 तथा 2021 में हुए भूस्खलनों का अध्ययन किया गया है। पिथौरागढ़ जनपद भूकंपीय दृष्टिकोण से जोन–5 के अन्तर्गत आता है।

3. **क्रिया विधि**— जनपद पिथौरागढ़ में वर्ष 2020 एवं 2021 में हुए भूस्खलन आपदाओं का अध्ययन किया गया है। यह अध्ययन मुख्यतः तीन भागों में वर्गीकृत किया गया है। प्रथम चरण में सर्वेक्षण कार्य से पूर्व जनपद में हुए भूस्खलनों के बारे में जानकारी एकत्रित की गयी तथा भूस्खलनों को मानचित्र में चिन्हित करने हेतु भारतीय सर्वेक्षण विभाग की प्रकाशित टोपोशीट से आधार मानचित्र तैयार किया गया। उपग्रह मानचित्र से भी क्षेत्र का सर्वेक्षण किया जिसमें संवेदनशील स्थानों को चिन्हित कर अध्ययन किया गया। द्वितीय चरण में भूस्खलन आपदा से प्रभावित स्थानों को ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम की सहायता से आधार मानचित्र में चिन्हित किया गया। जनपद पिथौरागढ़ में भूगर्भीय सर्वेक्षण के दौरान भूस्खलन प्रभावित स्थानों पर शैल प्रकार, शैल स्थिति, पहाड़ी ढ़ाल, ढ़ाल दिशा तथा भूस्खलन से संबंधित अन्य भूगर्भीय आंकड़े एकत्रित किये गए। क्षेत्रीय सर्वेक्षण के समय भूस्खलन से प्रभावित परिवारों के हुए नुकसान की भी जानकारी एकत्रित की गयी। तृतीय चरण में क्षेत्रीय भूगर्भीय सर्वेक्षण से एकत्रित आंकड़ों का प्रयोगशाला में विस्तृत विश्लेषण किया गया। जिला आपदा प्रबंधन विभाग पिथौरागढ़ से क्षेत्र में हुई वर्षा के सभी वर्षा स्टेशनों से आंकड़े एकत्रित कर भूस्खलन का वर्षा से सम्बंध देखा गया। भूस्खलन प्रभावित क्षेत्रों का उपग्रह आकड़ों के उपयोग से भूस्खलन से पहले एवं बाद की स्थिति का भी विश्लेषण किया गया। अन्त में एकत्रित आंकड़ों के विस्तृत विश्लेषण के आधार पर भूस्खलन के कारणों का पता लगाया गया एवं भूगर्भीय दृष्टिकोण से स्थान की संवेदनशीलता के अनुसार उपयुक्त सुरक्षात्मक उपाय तथा भूस्खलन न्यूनीकरण सुझाव दिया गया है।

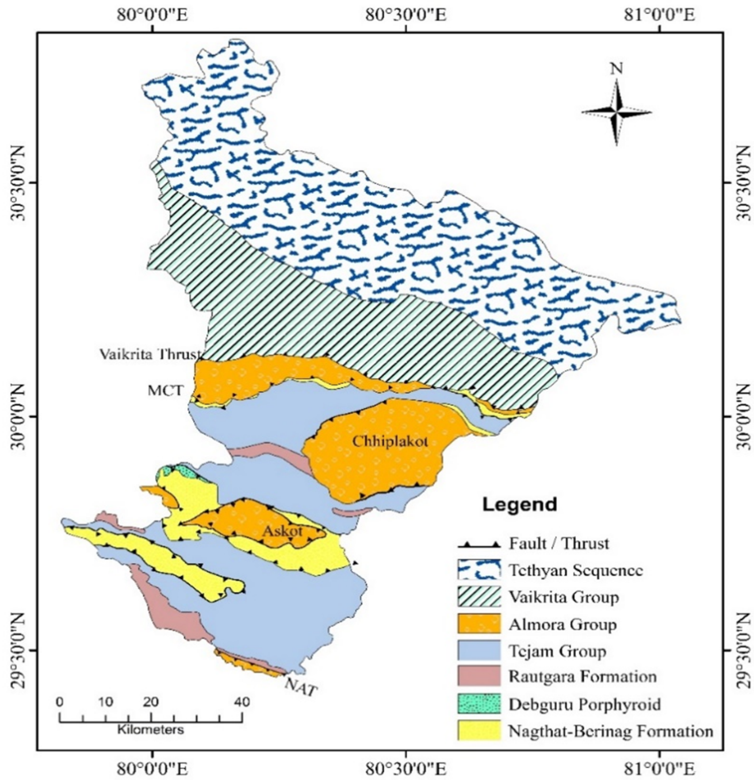


चित्र–1: वर्तमान अध्ययन क्षेत्र का स्थान मानचित्र



चित्र–2: वर्तमान अध्ययन हेतु शोध का प्रारूप

4. **क्षेत्रीय भूगर्भीय स्थिति**– हिमालय, विश्व की उच्चतम् पर्वत श्रृंखलाओं में से एक है जिसका निर्माण लगभग 50 मिलियन वर्ष पूर्व भारतीय एवं यूरेशियन प्लेट के टकराव से हुआ है।[1] भूगर्भीय दृष्टिकोण से हिमालय एक नवीनतम, विवर्तनिक एवं गतिशील पर्वत है जिसकी संरचना अत्यंत जटिल है। विवर्तनिकी गतिविधियों के कारण हिमालय में ऊँची एवं खूबसूरत पर्वत श्रृंखलाएं स्थित हैं जिनमें संधि, वलन, भ्रंश, क्षेप इत्यादि संरचनाएं मिलती हैं। हिमालय का अध्ययन पूर्व में अनेक वैज्ञानिकों द्वारा किया गया है। पूर्व में हुए अध्ययन के अनुसार हिमालय पर्वत श्रृंखलाओं को भूगर्भीय दष्टिकोण से उत्तर से दक्षिण की ओर मुख्यतः टेथिस हिमालय, उच्च हिमालय, मध्य हिमालय एवं शिवालिक हिमालय में बांटा गया जिनको क्रमशः ट्रांस हिमाद्री क्षेप, मुख्य केन्द्रीय क्षेप एवं मुख्य सीमान्त क्षेप द्वारा पृथक किया गया है।[1,2,3] जनपद पिथौरागढ़ की भूगर्भीय स्थिति के अनुसार वर्तमान में भूस्खलन प्रभावित क्षेत्र कुमाऊँ लैसर हिमालय एवं उच्च हिमालय के अर्न्तगत स्थित है। अध्ययन क्षेत्र में मुख्यतः कायान्तरित एवं अवशादी शैलों के साथ कुछ स्थानों पर आग्नेय शैल भी विद्यमान है। पिथौरागढ़ जनपद में तेजम समूह, जौनसार समूह, रामगढ़ समूह, अल्मोड़ा समूह, वैकृता समूह एवं टेथियन अनुक्रम के शैल उपस्थित हैं (**चित्र–3**)। उच्च हिमालय क्षेत्र में मुख्यतः अल्मोड़ा समूह की स्वस्थाने चट्टानें उपस्थित हैं जिसमें चाक्षुस नाइस, माइलोनाइट नाइस, बायोटाइट नाइस, मस्कोवाइट नाइस एवं शिश्ट शैल प्रमुख हैं। मध्य/लेसर हिमालय के अर्न्तगत मुख्यतः क्वार्ट्जाइट, स्लेट, फाइलाइट एवं डोलोमाइटी चूनाप्रस्तर शैल उपस्थित हैं। कालान्तर पूर्व में हुई विवर्तनिक गतिविधियों के कारण मध्य हिमालयी क्षेत्रों में कुछ स्थानों पर अल्मोड़ा समूह की चट्टानें स्थित हैं। क्षेत्र में स्थित चट्टानों में दरार, संधि, वलन, भ्रंश, क्षेप इत्यादि संरचनाएं मिलती हैं। पर्वतीय क्षेत्रों की संवेदनशीलता भूगर्भीय संरचना, भू–आकृति एवं जलवायु की स्थिति पर निर्भर करती है। विभिन्न प्रकार के अंतर्जात तथा बहिर्जात बल गतिविधियां हिमालयपर्वत श्रृंखला को संवेदनशील बनाती हैं।



चित्र–3: पिथौरागढ क्षेत्र का क्षेत्रीय भूगर्भीय मानचित्र (वाल्दिया, 1980 के आधार पर)

5. **भूस्खलन आपदा**– भूसतह परस्थित शैल खण्ड, मलवा तथा मृदा पदार्थ का अपने स्थान से विस्थापन भूस्खलन कहलाता है। भूस्खलन प्रायः विभिन्न प्राकृतिक कारणों (जैसे– अत्यधिक वर्षा, नदी कटाव) एवं मानव जनित कारणों (जैसे– निर्माण कार्यों हेतु पहाड़ी ढाल का अधिक कटाव) से होता है। भूस्खलन के अनेक प्रकार हैं जैसे– सर्पण, स्खलन, पात, वाह इत्यादि।[4] पिथौरागढ़ जनपद के पहाड़ी क्षेत्रों में भूस्खलन से जान–माल की हानि बादल प्रस्फुटन के कारण अधिक होता है। बादल प्रस्फुटन का शाब्दिक अर्थ किसी सीमित भौगोलिक क्षेत्र में कुछ ही समय के अन्तराल में 100 मि0मी0 या इससे अधिक होने वाली वर्षा से है। हिमालय के विभिन्न क्षेत्रों में पूर्व में भूस्खलन का अध्ययन विभिन्न भूवैज्ञानिकों नें भिन्न–भिन्न तकनीकों द्वारा किया है।[5–16] हिमालयी क्षेत्र में भूस्खलन की अधिकतर घटना वर्षाऋतु के दौरान होती है। उपलब्ध साहित्य के अनुसार, पिथौरागढ़ जनपद में मानसून काल के दौरान बादल फटने की घटना से लगभग प्रत्येक वर्ष जान–माल की अत्यधिक हानि हुई है। पूर्व में हुए भूस्खलनों आपदाओं से जनपद अनेकों बार प्रभावित हुआ है जिससे जनहानि का वृहद नुकसान हुआ है। पूर्व में जनपद में हुए प्रमुख भूस्खलन का विवरण **तालिका–1** में दिया गया है–

तालिका–1

पूर्व में पिथौरागढ जनपद में भूस्खलन से हुई जनहानि।

क्र0सं0	भूस्खलन घटना	प्रभावित ग्राम/क्षेत्र	जनहानि	संदर्भ
1	19 जुलाई 1971	धारचूला (दुबाटा ग्राम)	35 भवन क्षतिग्रस्त एवं 12 लोगों की मृत्यु	सजवान एवं खण्डूरी(2018)[16]
2	14 अगस्त 1977	तवाघाट–धारचूला	15 लोगों की मृत्यु	(https://janpakshindia.blogspot.com/2011/06/disasters-in-central-himalay.html?m=1)[18]
3	16–24 अगस्त 1977	तवाघाट–धारचूला	44 लोगों व 80 पालतू जानवरों की मृत्यु	(https://janpakshindia.blogspot.com/2011/06/disasters-in-central-himalay.html?m=1)[18]
4	26 जुलाई 1996	रैंतोली ग्राम	16 लोगों की मृत्यु	सजवान एवं खण्डूरी, (2018)[16]
5	17–18 अगस्त 1998	मालपा ग्राम	221 लोगों की मृत्यु	सजवान एवं खण्डूरी(2018)[16]

6	27 जुलाई 2001	धारचूला–खेत ग्राम	05 लोगों की मृत्यु	सजवान एवं खण्डूरी(2018)[16]
7	05–06 सितम्बर 2007	बरम ग्राम	14 लोगों की मृत्यु	सजवान एवं खण्डूरी(2018)[16]
8	2003	डीडीहाट	04 लोगों की मृत्यु	रौतेला एवं पाण्डे(2004)[17]
9	08 अगस्त 2009	मुनस्यारी (ला–झेकला ग्राम)	42 लोगों की मृत्य	सिंह(2013)[7]
10	2010	मुनस्यारी क्षेत्र	38 लोगों की मृत्य	खण्डूरी एवं अन्य(2018)[9]
11	जुलाई 2016	बस्तरी, डीडीहाट एवं नौराला क्षेत्र	21 लोगों व 174 पालतू जानवरों की मृत्य	सजवान एवं अन्य(2017)[8]
12	14 अगस्त 2017	मालपा एवं मांगती	27 लोगों व 51 पालतू जानवरों की मृत्य	खण्डूरी एवं अन्य(2018)[9]
13	3 जुलाई 2018	गैला ग्राम	1 महिला की मृत्यु	नेगी एवं अन्य(2018)[10]

6. पिथौरागढ़ जनपद में भूस्खलन आपदा– पिथौरागढ़ जनपद में प्राकृतिक कारणों के साथ–साथ मानव जनित गतिविधियाँ भी भूस्खलन को सक्रिय करने के लिए प्रेरित करती हैं। समय के साथ बढ़ती हुई जनसंख्या के कारण आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए हिमालयी क्षेत्रों में हो रहे अत्यधिक निमार्ण कार्यों से पहाड़ी ढालों के स्वरूप में बदलाव होने से भी संवेदनशीलता में वृद्धि हो रही है। जिस कारण भी वर्षाऋतु के दौरान भूस्खलन की घटना अधिक हो रही है। वर्षाऋतु में चट्टानों में उपस्थित संधियों एवं दरारों से जल प्रवेश करता है जिससे छिद्र जल दबाव में वृद्धि होती है तत्पश्चात् चट्टानें दरकने लगती हैं जिसके फलस्वरूप भूस्खलन होता है। पिथौरागढ़ जनपद के अधिकतर क्षेत्र सुदूर हैं एवं यहाँ सड़क मार्ग ही एकमात्र संचार का साधन है। वर्षा ऋतु के दौरान यहाँ अधिकतर भूस्खलन होने से सड़क मार्ग क्षतिग्रस्त हो जाते हैं जिस कारण यहाँ स्थित स्थानीय लोगों को परेशानियों का सामना करना पड़ता है। उपलब्ध साहित्यों के अध्ययन से ज्ञात हुआ कि जनपद में वर्ष 1971 से 2018 के मध्य मानसून काल में भूस्खलन से कुल 465 लोगों तथा 305 पालतू जानवरों की मृत्यु हुई है (**तालिका–1**)। पिथौरागढ़ जनपद के मुनस्यारी, धारचूला, बंगापानी एवं तेजम तहसील में वर्ष 2020 तथा 2021 में हुए कुछ मुख्य भूस्खलनों का विवरण निम्नवत है–

मुनस्यारी तहसील–

1. ग्राम धापा, गोरी नदी के दायें तरफ पहाड़ी ढाल में समुद्र तल से 1900 मी0 ऊँचाई पर अक्षांश N 30° 06 59 तथा देशान्तर E 80° 14 24 पर स्थित है। ग्राम के ढ़ाल की प्रवणता 35°–40° दक्षिण पूर्व दिशा की ओर है। ग्राम धापा में 19 जुलाई 2020 को बादल प्रस्फुटन की घटना हुई जिससे ग्राम की पहाड़ी ढाल से बरसाती नालों द्वारा मलबा प्रवाह हुआ था। ग्राम में हुए इस भूस्खलन के कारण विद्यालय, सड़क मार्ग, कृषिभूमि क्षतिग्रस्त हुई एवं 63 भवनों में निवासरत् 520 लोग प्रभावित हुए (**चित्र–4**)। ग्राम के निकटवर्ती क्षेत्र में चाक्षुस नाइस, बायोटाइट नाइस एवं मस्कोवाइट नाइस की स्वस्थाने चट्टानें उपस्थित हैं जिनका प्रसार उत्तर 240° तथा नति 30° उत्तर उत्तर पश्चिम दिशा की ओर है। यह ग्राम उच्च हिमालयी क्षेत्र में स्थित है एवं वाल्दिया[1] के द्वारा ग्राम में उपस्थित चट्टानों को अल्मोड़ा समूह के अंतर्गत वर्गीकृत किया गया है।

2. जोशा ग्राम, गोरी नदी के दायें तरफ पहाड़ी ढाल में समुद्र तल से 1563 मी0 की ऊँचाई पर अक्षांश N 30° 02 33.4 तथा देशान्तर E 80° 17 27.7 पर स्थित है। ग्राम की ढाल की प्रवणता 35°–40° उत्तर दिशा की ओर है। ग्राम के अंतर्गत पैराड़ एवं धमपन्याार बरसाती नाले स्थित हैं जो ग्राम का दोनों तरफ से कटाव कर रहे हैं (**चित्र–5**)। वर्ष 2020 में 19 जुलाई को ग्राम का सर्वाधिक कटाव हुआ था तथा नालों द्वारा निरन्तर ग्राम का कटाव हो रहा है। ग्राम में हुए भूकटाव तथा भूस्खलन के कारण ग्राम के लगभग 44 भवनों में स्थित 800 लोग भूस्खलन से प्रभावित हुए। ग्राम में भूगर्भीय सर्वेक्षण के दौरान सड़क मार्ग पर लगभग 5 मी0 तक भूधसांव तथा क्षतिग्रस्त भवनों में 15 सेमी0 तक मोटी दरारें अवलोकित की गयी हैं। ग्राम में डोलोमाइटी चूनाप्रस्तर शैल उपस्थित है जिनका प्रसार उत्तर 250° तथा नति 28° उत्तर उत्तर पश्चिम दिशा की ओर है। यह ग्राम मध्य हिमालयी क्षेत्र में स्थित है एवं वाल्दिया[1] के द्वारा ग्राम में उपस्थित चट्टानों को तेजम समूह के अंतर्गत वर्गीकृत किया गया है।

बंगापानी तहसील–

1. ग्राम टांगा, पैना गाड़ के दायें तरफ पहाडी ढाल में अक्षांश N 30° 01 05 तथा देशान्तर E 80° 19 50 पर स्थित है। ग्राम की ढाल की प्रवणता 35°–40° दक्षिण पूर्व दिशा की ओर है। वर्ष 2020 में 19 जुलाई को हुई मूसलाधार वर्षा के कारण ग्राम में बादल प्रस्फुटन की घटना हुई थी जिसमें 11 लोगों एवं 13 पालतू जानवरों की मृत्य हुई थी (**चित्र–6**)। भूस्खलन से ग्राम में पहाड़ी ढाल पर अनेक स्थानों से मलवा प्रवाह हुआ जिससे ग्राम की अधिकतर कृषि भूमि एवं निर्माणाधीन सड़क मार्ग क्षतिग्रस्त हुआ। ग्राम में जगह–जगह हुए भूस्खलन से 61

भवनों में स्थित लगभग 287 लोग प्रभावित हुए हैं। ग्राम के आधार भाग में पैना गाड़ द्वारा भूकटाव वर्ष 2013 से प्रभावी है। ग्राम में स्लेट एवं फायलाइट शैल उपस्थित है। यह ग्राम मध्य हिमालयी क्षेत्र में स्थित है एवं वाल्दिया[1] के द्वारा ग्राम में उपस्थित चट्टानों को तेजम समूह के देवबन शैल समूह के अंतर्गत वर्गीकृत किया गया है। ग्राम के मध्य में स्थित स्लेट चट्टानों का प्रसार उत्तर 20° तथा नति 30° पूर्व दक्षिण पूर्व दिशा की ओर है। ग्राम की पहाडी ढ़ाल एवं स्वस्थाने चट्टानों की नति लगभग एक ही दिशा की ओर है जिस कारण भी ढाल अस्थिर हुआ है।

2. ग्राम गैला, मंदाकिनी गाड़ के बायें तरफ पहाड़ी ढाल में अक्षांश N 30° 04 28.3 तथा देशान्तर E 80° 19 29.6 पर स्थित है। ग्राम की ढाल की प्रवणता 40°–45° दक्षिण पश्चिम दिशा की ओर है। ग्राम में 19 जुलाई 2020 को हुई अत्यधिक वर्षा के दौरान निर्माणाधीन सड़क मार्ग की दीवार ढह गयी थी जिससे सड़क मार्ग के नीचे स्थित 02 भवन मलवे में दब गये तथा 03 लोगों की मृत्य हो गयी थी (**चित्र–7**)। इसी दौरान अत्यधिक वर्षा से हुए भूस्खलन के कारण ग्राम में एक अन्य भवन भी क्षतिग्रस्त हुआ। ग्राम में हुए भूस्खलन से लगभग 137 लोग प्रभावित हुए हैं। ग्राम में क्वार्टजाइट एवं शिष्ट की चट्टानें उपस्थित हैं। इन चट्टानों की नति 30° उत्तर उत्तर पश्चिम की ओर है। यह ग्राम मध्य हिमालय क्षेत्र में स्थित है एवं वाल्दिया[1]के द्वारा ग्राम में उपस्थित चट्टानों को जौनसार समूह के बेरीनाग–नागथाट शैल समूह के अंतर्गत वर्गीकृत किया गया है।

3. ग्राम मोरी, गोरी नदी के बायें तरफ नदी अवसाद के ऊपर अक्षांश N 29° 54 20.59 तथा देशान्तर E 80° 18 42.39 पर स्थित है। ग्राम की ढ़ाल की प्रवणता 20°–25° दक्षिण पश्चिम दिशा की ओर है। ग्राम में 27 जुलाई 2020 को हुई अत्यधिक वर्षा के कारण ग्राम के दायें तरफ स्थित बरसाती नाले में अपहिल से ग्राम में मलवा प्रवाह हुआ जिससे सम्पूर्ण ग्राम मलबे में दब गया (**चित्र–8**)। भूस्खलन के इस मलवा पदार्थ में ग्राम की अधिकतर कृषि भूमि तथा लगभग 20 भवन क्षतिग्रस्त हुए थे जिससे ग्राम के लगभग 90 लोग प्रभावित हुए हैं। भूस्खलन के मलवे पदार्थ में अधिकतर नाइस शैल के विभिन्न आकार के गोलाष्म विद्यमान थे जिनका अधिकतम आकार 5×2 मी0 वर्ग तक था। ग्राम में हुए भूस्खलन का मुख्य कारण अत्यधिक वर्षा तथा बरसाती नाले द्वारा हुआ मलबा प्रवाह था।

4. ग्राम घरूड़ी, गोरी नदी के दायें तरफ अक्षांश N 29° 53 24 व देशान्तर E 80° 19 00 पर नदी अवसाद के ऊपर स्थित है। ग्राम के आधार भाग में मृदा एवं नदी अवसाद की मोटी परतें विद्यमान हैं। 17–18 जून 2021 को अत्यधिक वर्षा के कारण गोरी नदी उफान पर होने से ग्राम घरूड़ी का आधार भाग से अधिक कटाव हुआ जिससे प्रभावित ग्राम घरूड़ी के 08 भवनों में निवासरत लगभग 40 लोग खतरे की स्थिति में आ गये (**चित्र–9**)। ग्राम में भूस्खलन का मुख्य कारण अत्यधिक वर्षा से गोरी नदी द्वारा हुआ भूकटाव है।

धारचूला तहसील–

1. धारचूला नगरपालिका के अंतर्गत ग्वालगांव धारचूला–तवाघाट सड़क मार्ग के ऊपरी भाग में समुद्रतल से 1000 मी0 की ऊँचाई पर अक्षांश N 29° 51 06 तथा देशान्तर E 80° 32 30 पर स्थित है। उक्त स्थल वर्तमान में भूस्खलन से प्रभावित है (**चित्र–10**)। प्रभावित क्षेत्र में भूगर्भीय सर्वेक्षण तथा उपग्रह से प्राप्त आंकड़ों के अनुसार यह ज्ञात हुआ कि वर्ष 2020 में 28–29 जुलाई को हुई अत्यधिक वर्षा के दौरान यह भूस्खलन सक्रिय हुआ था। वर्तमान में इस भूस्खलन से लगभग 11,500 वर्गमीटर क्षेत्र प्रभावित है। यह भूस्खलन वर्तमान में सक्रिय स्थिति में है एवं मानसून समय के दौरान इसकी संवेदनशीलता बढ़ जाती है। इस भूस्खलन से 06 भवन, 03 पानी के टैंक, 01 मंदिर पूर्ण रूप से क्षतिग्रस्त हो चुके हैं जिससे लगभग 50 लोग प्रभावित हुए हैं। इस भूस्खलन क्षेत्र में भूमिगत जल अवलोकित किया गया है जिस कारण भूस्खलन क्षेत्र में निरन्तर वृद्धि हो रही है। स्थानीय प्रशासन द्वारा इस भूस्खलन को कम करने हेतु सुरक्षा दीवार का निर्माण भी किया गया था जो वर्तमान में क्षतिग्रस्त अवस्था में है। भूस्खलन का मलबा पदार्थ निरन्तर ढाल की तरफ स्खलित होकर राष्ट्रीय राजमार्ग–09 को प्रभावित कर रहा है। भूस्खलन क्षेत्र के समीप अन्य भवन भी स्थित हैं जो इस भूस्खलन के बढ़ने के कारण प्रभावित हो सकते हैं। भूस्खलन प्रभावित क्षेत्र में ढ़ाल की प्रवणता 40°–45°दक्षिण दिशा की ओर है। भूस्खलन प्रभावित क्षेत्र के उत्तर पूर्व दिशा में डोलोमाइटी चूनाप्रस्तर शैल उपस्थित है जिसका प्रसार उत्तर 290°एवं नति 30°उत्तर उत्तर पूर्व दिशा की ओर है। यह क्षेत्र मध्य हिमालय में स्थित है एवं क्षेत्र में उपस्थित चट्टानों तेजम समूह के अंतर्गत आती है।[1]

2. धारचूला तहसील के अर्न्तगत ग्राम जुम्मा समुद्रतल से 1586 मी0 की ऊँचाई पर अक्षांश N 29° 54 43.6 तथा देशान्तर E 80° 32 36.2 पर पर स्थित है। यह तीक्ष्ण पहाड़ी ढ़ाल पर बसा हुआ है जिसकी ढाल की प्रवणता 45°–50° दक्षिण पूर्व दिशा की ओर है। 28 अगस्त 2021 को ग्राम में बादल प्रस्फुटन की घटना हुई जिससे ग्राम में जगह–जगह भूस्खलन हुआ एवं ग्राम के अर्न्तगत स्थित बरसाती नाले भी उफान पर आ गये (**चित्र–11**)। ग्राम में हुए भूस्खलन से 08 भवन क्षतिग्रस्त हो गये थे जिसमें 07 लोगों की मृत्यु हुई थी। ग्राम में विभिन्न स्थानों पर हुए भूस्खलनों से कृषिभूमि, पुल एवं पैदलमार्ग भी क्षतिग्रस्त हो गए थे। ग्राम में हुए भूस्खलनों के कारण लगभग 64 अन्य भवन के 550 लोग प्रभावित हुए थे। ग्राम में शिष्टोज नाइस की स्वस्थाने चट्टानें उपस्थित हैं जिनका प्रसार उत्तर 230° तथा नति 20° उत्तर पश्चिम उत्तर दिशा की ओर है। यह ग्राम उच्च हिमालयी क्षेत्र में स्थित है एवं वाल्दिया[1] के द्वारा ग्राम में उपस्थित चट्टानों को अल्मोड़ा समूह के अंतर्गत वर्गीकृत किया गया है।

तेजम तहसील–

1. ग्राम घटघोरगाड़ी तहसील तेजम के अन्तर्गत हरड़िया नाले के बायें तरफ समुद्र तल से 1040 मी0 की ऊँचाई पर अक्षांश N 29° 55'

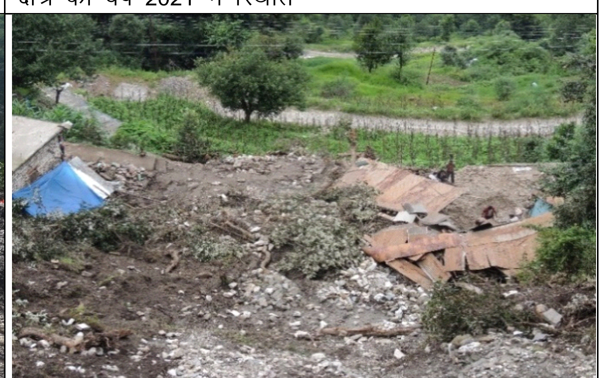
5.31" तथा देशान्तर E 80° 9' 29.94" पर स्थित है। ग्राम की ढाल की प्रवणता 35°–40° दक्षिण पश्चिम दिशा की ओर है। ग्राम के निचले भूभाग में लगभग 100 मी0 की दूरी पर भूस्खलन क्षेत्र है (**चित्र–12**) तथा घट तोक के दायें तरफ उत्तर दिशा में हरड़िया नाले से निरन्तर हो रहे भूकटाव से ग्राम से लगभग 15 मी0 की दूरी पर एक विस्तृत भूस्खलन क्षेत्र है। उपग्रह आंकडों एवं गूगल मानचित्र के अध्ययन से यह ज्ञात हुआ कि यह भूस्खलन वर्ष 2000 से सक्रिय है। इस भूस्खलन से 19 जुलाई 2020 एवं पूर्व में भी कुछ भवन ध्वस्त हो चुके हुए हैं। वर्तमान में इस भूस्खलन से लगभग 4000मी0^2 क्षेत्र प्रभावित है। ग्राम में भूस्खलन क्षेत्र के समीप स्थित 03 भवनों में 2 सेमी0 तक चौड़ी दरारें एवं कृषि भूमि में 5 मीटर तक भूधंसाव है। पूर्व से ही इस भूस्खलन के कारण ग्राम के लगभग 100 लोग प्रभावित हुए हैं। इस क्षेत्र में डोलोमाइटी चूनाप्रस्तर की स्वस्थाने चट्टानें स्थित हैं जिनका प्रसार उत्तर 250°, नति 40°व नति दिशा उत्तर उत्तर पश्चिम की ओर है। ये चट्टानें दरार एवं संधियुक्त हैं। इन चट्टानों में दो मुख्य संधितल अवलोकित हुए हैं जिनकी नति/नति दिशा क्रमशः 48°/175° व 76°/250° हैं। हरड़िया नाले से हो रहे भूस्खलन के कारण वन क्षेत्र, सडक मार्ग तथा रामगंगा नदी प्रभावित है। यह भूस्खलन मानसून ऋतु में अधिक सक्रिय रहता है जिस कारण मुख्य मोटर मार्ग बाधित होता है।

2. ग्राम गिरगांव बिर्थी जल प्रपात एवं पर जाकुला नदी के बायें तरफ सीढ़ीदार कृषिनुमा भू–भाग पर समुद्रतल से 1800 मी0 की ऊँचाई पर अक्षांश N 30° 02' 11" तथा देशान्तर E 80° 09' 44" पर स्थित है। ग्राम की ढाल की प्रवणता 30°–40° दक्षिण पश्चिम दिशा की ओर है। ग्राम के मध्य में चौड़ा बरसाती नाला स्थित है जो उत्तर पश्चिम दिशा की ओर प्रवाहित होता है। ग्राम की मृदा में काले भूरे रंग की मृदा के साथ कुछ क्वार्ट्जाइट, डोलोमाइटी चूना प्रस्तर, शिष्ट एवं नाइस प्रकृति की चट्टानों के बोल्डर भी अवस्थित हैं। क्षेत्र में 30 अगस्त 2021 को हुई अत्यधिक वर्षा के कारण ग्राम में भूधंसाव सक्रिय हुआ था। ग्राम में हुए भूधंसाव से 03 आवासीय भवन क्षतिग्रस्त हो गये थे। ग्राम में हुए भूस्खलन से लगभग 20 लोग प्रभावित हुए हैं। भूस्खलन से प्रभावित भवनों पर 10–15 सेमी0 तक चौड़ी दरारें एवं कृषिभूमि में 30 सेमी0 से 1.5 मी0 तक भूधंसाव अवलोकित किया गया है (**चित्र–13**)। भवनों एवं भूसतह पर इन दरारों की संचलन उत्तर उत्तर पश्चिम–दक्षिण दक्षिण पूरब दिशा की ओर है। इन भवनों के निचली ओर मुख्य मोटर मार्ग भी भूधंसाव से क्षतिग्रस्त हो गया है। भूगर्भीय सर्वेक्षण के दौरान ग्रामीणों द्वारा अवगत कराया गया कि प्रभावित भवनों के निचले भू–भाग में वर्ष 2013 से भूस्खलनसक्रिय है।

चित्र–4: तहसील मुनस्यारी के अन्तर्गत ग्राम धापा में भूस्खलन से क्षतिग्रस्त भवन का दृश्य

चित्र–5: तहसील मुनस्यारी के जोशा अन्तर्गत ग्राम के निचले भू–भाग में नाले कटाव द्वारा सक्रिय भूस्खलन क्षेत्र की वर्ष 2021 में स्थिति

चित्र–6: तहसील बंगापानी के अन्तर्गत ग्राम टांगा में बादल फटने के दौरान हुए भूस्खलन के मलवे में दबे लोगों को ढूंढ़ती एन.डी.आर.एफ. एवं एस.डी.आर.एफ. की टीम



चित्र–7: तहसील बंगापानी के अन्तर्गत ग्राम गैला में भूस्खलन से क्षतिग्रस्त भवनों की स्थिति

चित्र–8: तहसील बंगापानी के अन्तर्गत वर्ष 2021 में बादल फटने से प्रभावित ग्राम मोरी में मलवा प्रवाह की स्थिति

चित्र–9: तहसील बंगापानी के अन्तर्गत गोरी नदी द्वारा हुए अत्यधिक कटाव से खतरे में स्थित ग्राम गरूड़ी के भवनों की वर्ष 2021 में स्थिति

चित्र–10: तहसील धारचूला नगरपालिका क्षेत्र के अंतर्गत ग्वालगांव में क्षतिग्रस्त भवनों एवं भूस्खलन क्षेत्र की स्थिति

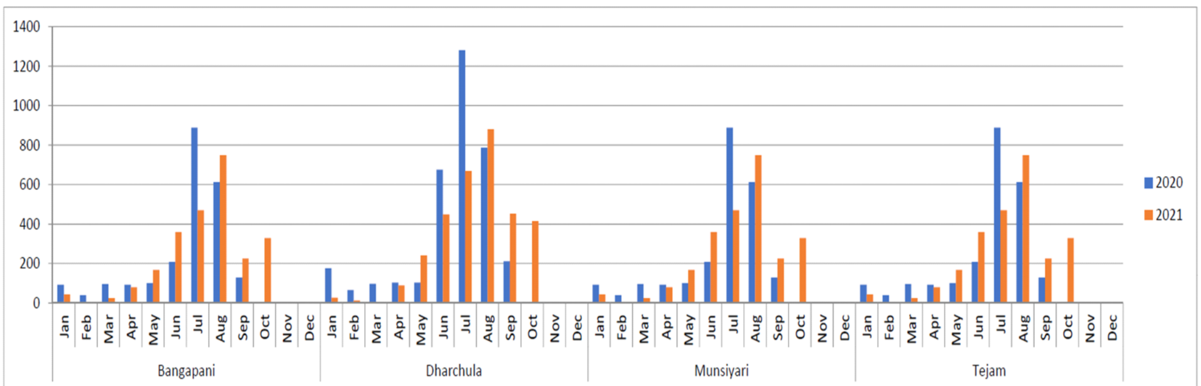
चित्र–11: तहसील धारचूला के ग्राम जुम्मा में बादल फटने से कुछ प्रभावित भवनों की स्थिति

चित्र–12: तहसील तेजम में नाचनी के समीप ग्राम घटघोरगाड़ीके निचले क्षेत्र में सक्रिय भूस्खलन क्षेत्र की स्थिति

चित्र–13: तहसील तेजम के ग्राम गिरगांव में भूस्खलन से क्षतिग्रस्त भवन की स्थिति

7. **भूस्खलन के उत्प्रेरक कारण**— वर्तमान में जनपद पिथौरागढ़ में मुनस्यारी, बंगापानी, तेजम एवं धारचूला तहसीलों के अन्तर्गत कुल दस स्थानों पर वर्ष 2020 एवं 2021 में हुए भूस्खलनों का अध्ययन किया गया। भूगर्भीय सर्वेक्षण के दौरान भूस्खलन प्रभावित क्षेत्र में भूसतही आंकडें एकत्रित किये गये जिसमें यह ज्ञात हुआ कि प्राकृतिक कारणों के साथ—साथ मानवजनित कारण भी भूस्खलन को उत्प्रेरित कर रहे हैं जिनका विवरण निम्नवत् हैं—

7.1 **अत्यधिक वर्षा**— पिथौरागढ़ जनपद उत्तराखण्ड़ राज्य का एक सुदूर पर्वतीय क्षेत्र है। पर्वतीय क्षेत्रों में भूस्खलन को सक्रिय होने के लिए वर्षा एक मुख्य कारण है। अत्यधिक वर्षा के कारण भूसतह पर वर्षा जल का अधिक दबाव बढ़ जाता है जिस कारण एक सीमा के तत्पश्चात् भूस्खलन हो जाता है। पिथौरागढ़ जनपद के अन्तर्गत चार तहसील में दस स्थानों पर भूस्खलनों का अध्ययन किया गया जिससे यह ज्ञात हुआ कि सभी भूस्खलन वर्षाऋतु के दौरान जागृत हुए हैं। भूस्खलन का वर्षा के साथ सम्बंध ज्ञात करने हेतु जिला आपदा प्रबंधन विभाग पिथौरागढ़ से भूस्खलन प्रभावित क्षेत्रों के वर्ष 2020 एवं 2021 के बरसात के आंकड़े प्राप्त किये गये जिससे वर्षा का ग्राफ तैयार किया गया (**चित्र—14**)। मुनस्यारी, बंगापानी एवं तेजम तहसीलों का वर्षा मापक स्टेशन मुनस्यारी क्षेत्र में स्थित है। प्राप्त वर्षा के आंकड़ों का अध्ययन किया गया जिसमें यह ज्ञात हुआ कि वर्ष 2020 में तहसील मुनस्यारी, बंगापानी, तेजम में वार्षिक कुल 2270.3 मि0मी0 तथा वर्ष 2021 में वार्षिक कुल 2459.7 मि0मी0 वर्षा हुई थी। धारचूला तहसील में वर्ष 2020 एवं 2021 के दौरान कुल क्रमशः 3507.2 मि0मी0, 3244.7 मि0मी0 वर्षा हुई थी। तहसील मुनस्यारी के अन्तर्गत ग्राम धापा एवं ग्राम जोशा में 19 जुलाई 2020 को 125 मि0मी0 वर्षा हुई थी। तहसील बंगापानी के अन्तर्गत ग्राम टांगा एवं ग्राम गैला में 19 जुलाई 2020 को 125 मि0मी0 वर्षा तथा ग्राम मोरी में 27 जुलाई 2020 को 62 मि0मी0 वर्षा हुई थी। धारचूला तहसील के अन्तर्गत वर्ष 2020 को माह जुलाई में दिनांक 28 एवं 29 को क्रमशः 179.6 मि0मी0 तथा 111.4 मि0मी0 वर्षा हुई थी। वर्ष 2020 के माह जुलाई में तहसील धारचूला के अन्तर्गत कुल 1281.6 मि0मी0 वर्षा हुई थी। वर्ष 2021 में तहसील तेजम के अन्तर्गत ग्राम गिरगांव 30 अगस्त को 108.4 मि0मी0 वर्षा, तहसील बंगापानी के अन्तर्गत ग्राम तल्ला घरूड़ी में 32.4 मि0मी0 वर्षा तथा तहसील धारचूला के अन्तर्गत स्थित ग्राम में जुम्मा में 28 अगस्त को 110.4 मि0मी0 वर्षा हुई थी। सामान्यतः मानसून काल में माह जून से सितम्बर के मध्य क्षेत्र में अधिकतर वर्षा होती है। प्राप्त वर्षा के आंकड़ों के अध्ययन से यह ज्ञात हुआ कि क्षेत्र में हुए मूसलाधार वर्षा के कारण भूस्खलन की घटना हुई थी।



चित्र—14: वर्ष 2020 एवं 2021 में बंगापानी, धारचूला, मुनस्यारी एवं तेजम तहसीलों में कुल मि0मी0 में हुई मासिक वर्षा का ग्राफ

7.2 **पहाडी ढ़ाल एवं दिशा**— विश्व की सबसे ऊँची पहाड़ियां हिमालय पर्वत श्रृंखलाओं में स्थित हैं। पहाड़ियों की दिशा एवं ढाल भी अस्थिरता का निर्धारण करती हैं। पहाड़ी ढ़ाल कोण अत्यधिक तीक्ष्ण होने के साथ—साथ ढ़ाल की अस्थिरता भी बढ़ती है। पहाड़ी ढाल दिशा का सम्बंध सूर्य से पड़ने वाली किरणों का है। पहाड़ी ढाल दिशा/अभिमुखता में सूर्य से पड़ने वाली किरणों का अपक्षय प्रक्रिया में महत्वपूर्ण भूमिका होती है। सामान्यतः हिमालय पहाड़ी की उत्तरी ढ़ाल दिशा में अधिक नमी एवं सघन वृक्ष होते हैं वहीं दक्षिणी ढाल में सूर्य का अधिक प्रभाव एवं बड़े वृक्षों की कमी है जिस कारण से शैल के अपक्षय होने की गति भी तीव्र रहती है। भूगर्भीय दृष्टिकोण से पहाड़ी ढ़ाल कोण एवं ढाल दिशा का सवेंदनशीलता से सीधा सम्बन्ध होता है जिस कारण इसका प्रयोग अक्सर भूस्खलन सम्भावना मानचित्रों को बनाने में किया जाता है। क्षेत्र की पहाड़ी ढ़ाल एवं पहाडी ढाल दिशा का भूस्खलन के अंतर्सम्बंध को प्रदर्शित करने हेतु वर्तमान अध्ययन क्षेत्र का मानचित्र का निर्माण एस.आर.टी.एम. डेटा, सुदूर संवेदन एवं भौगोलिक सूचना प्रणाली की सहायता से तैयार किया गया है। अध्ययन हेतु पहाड़ी ढाल दिशा मानचित्र को आठ दिशाओं एवं पहाड़ी ढाल कोण को पांच भागों में विभाजित किया गया है। अध्ययन क्षेत्र के ढाल मानचित्र से ज्ञात होता है कि ग्राम तल्ला घरूड़ी को छोड़कर सभी स्थानों का पहाड़ी ढाल 27°—49° के मध्य है अर्थात् तीक्ष्ण पहाड़ी ढाल वाले स्थानों पर भूस्खलन की आवृत्ति भी बढ़ जाती है। अध्ययन क्षेत्र में तहसील मुनस्यारी के अंतर्गत स्थित ग्राम धापा एवं जोशा की ढ़ाल दिशा क्रमशः

दक्षिण पूर्व एवं उत्तर की ओर है। तहसील बंगापानी के अंतर्गत स्थित ग्राम टांगा, गैला, मोरी, लुमती एवं घरूड़ी की ढाल दिशा क्रमशः पूर्व दक्षिण, दक्षिण पश्चिम, दक्षिण पश्चिम, दक्षिण पश्चिम, एवं उत्तर पूरब की ओर है। तहसील धारचूला के अंतर्गत स्थित ग्राम जुम्मा एवं ग्वालगांव की ढ़ाल दिशा क्रमशः दक्षिण पूर्व एवं दक्षिण की ओर है। तहसील तेजम के अंतर्गत स्थित ग्राम घटगोरगाड़ी एवं गिरगांव की ढाल दिशा दक्षिण पश्चिम की ओर है।

7.3 **अपक्षय**– चट्टानों का अपक्षय चट्टानों की प्रकृति पर निर्भर करता है। सूर्य का प्रकाश, वर्षाजल एवं नमी चट्टानों के अपक्षय को नियंत्रण करते हैं। अध्ययन क्षेत्र में डोलोमाइटी चूनाप्रस्तर, स्लेट, क्वार्ट्जाइट, शिष्ट, नाइस एवं चाक्षुस नाइस की स्वस्थाने चट्टानें देखी गयी हैं। अध्ययन क्षेत्र की चट्टानों पर भौतिक अपक्षय एवं रासायनिक अपक्षय का प्रभाव देखा गया है। क्षेत्र में स्थित डोलोमाइटी चूनाप्रस्तर अथवा चूनाप्रस्तर की चट्टानें अवसादी शैल के अन्तर्गत आती हैं। इन चट्टानों में मुख्यतः मैग्नीशियम तथा कैल्शियम खनिज पदार्थ की अधिकता होती है। वायुमण्डल में उपस्थित सल्फर डाइऑक्साइड एवं कार्बन डाइऑक्साइड़ वर्षाजल में घुलकर एक कमजोर कार्बोनिक अम्ल बनाता है जो डोलोमाइटी चूनाप्रस्तर अथवा चूनाप्रस्तर की चट्टानें को अत्यधिक प्रभावित करता है। क्षेत्र में स्थित क्वार्ट्जाइट, शिष्ट, नाइस एवं चाक्षुस नाइस की स्वस्थाने चट्टानें रूपान्तरित शैल के अन्तर्गत आती हैं। इन चट्टानों का निर्माण पृथ्वी की सतह के नीचे उच्च ताप एवं उच्च दाब की स्थिति में होता हैं। विवर्तनिक गतिविधियों के कारण ये चट्टानें भूसतह पर मिलती हैं जिस कारण इन चट्टानों में उपस्थित खनिज पदार्थ भी धीरे–धीरे अपक्षयित होते रहते हैं।

7.4 **अपरदन**– अपरदन, अपवाह संरचना एवं अपवाह घनत्व, ढाल की स्थिरता को प्रभावित करने वाले मुख्य कारक हैं। नदी/नाले ढाल को अपरदित कर प्रभावित करते हैं। अपरदन की क्रिया वर्षाऋतु के दौरान तीव्र होती है। मानसून काल में अत्यधिक वर्षा के दौरान जगह–जगह बरसाती नाले सक्रिय हो जाते हैं जो भूसतह एवं पहाड़ी ढ़ाल पर अत्यधिक मृदा अपरदन करते हैं (**चित्र–4,6,11**)। बरसाती नालों के सक्रिय होने से नदी में जल का प्रवाह अधिक हो जाता है जिस कारण नदी अपने किनारों का अधिक कटाव करती है (**चित्र–5,9**)। अधिक प्रवाह तंत्र संरचना के कारण ढाल विफलता की संभावना भी बढ़ जाती है।

7.5 **मानवजनित कारण**– जनपद पिथौरागढ़, उत्तराखण्ड राज्य का एक सुदूर क्षेत्र है। पिथौरागढ हिमालय पर्वत श्रृंखलाओं में बसा हुआ जनपद है। यहाँ तीक्ष्ण ढ़ाल वाली पहाड़ियां स्थित हैं जिसमें लोग निवास करते हैं। इस क्षेत्र में सड़क निर्माण एवं अन्य विकास कार्यों हेतु पहाड़ी ढाल का कटाव किया जाता है जिस कारण अधिकतर मानसून समय में ढाल अस्थिर हो जाता है एवं फलस्वरूप भूस्खलन की घटना होती है। कुछ स्थानों पर अभी भी सड़क निर्माण एवं सड़क चौड़ीकरण कार्य हेतु विस्फोटक सामाग्रियों का उपयोग किया जाता है जिस कारण भी पहाड़ कमजोर हो जाते हैं एवं वर्षाऋतु के दौरान जल पहाड़ों में स्थित दरारों में प्रवेश करता है जिससे पहाड़ दरकने एवं खिसकने लगते हैं। कुछ स्थितियों में मनुष्य सुविधाओं हेतु नदी/नालों के किनारे एवं तीक्ष्ण पहाड़ी ढाल की तलहटी में भूगर्भीय दृष्टिकोण से असुरक्षित स्थानों पर भी भवन निर्माण करता है जिस कारण भवनो के प्रभावित होने की संभावना सदैव बनी रहती है (**चित्र–5,8,9,11**)।

8. **परिचर्चा**– भूस्खलन, भूसतह पर होने वाली एक सामान्य घटना है। हिमालयी क्षेत्रों में भूस्खलन एक मुख्य आपदा है जो मानसून समय के दौरान अत्यधिक प्रभावी होती है। हिमालय क्षेत्र की पहाड़ियां विश्व की ऊंची पर्वत श्रृंखलाओं में से एक हैं जिनकी उत्पत्ति विवर्तनिक गतिविधियों से हुई है जिस कारण यहाँ की पहाड़ियां संवेदनशील है। जनपद पिथौरागढ़ में वर्ष 1971 से 2018 के मध्य हुए भूस्खलनों के आंकडों का भी विश्लेषण किया गया जिससे यह ज्ञात हुआ कि सभी भूस्खलन वर्षाऋतु के दौरान हुए हैं। पूर्व में हुए भूस्खलनों से कुल 465 लोगों एवं 305 पालतू जानवरों की मृत्यु हुई है (**तालिका–1**)। वर्तमान अध्ययन में जनपद पिथौरागढ़ में वर्ष 2020 एवं 2021 में हुए भूस्खलनों का अध्ययन किया गया जिससे भी यह ज्ञात हुआ कि सभी भूस्खलन मानसून काल में अत्यधिक वर्षा के दौरान सक्रिय हुए हैं। वर्तमान अध्ययन में यह ज्ञात हुआ कि जनपद पिथौरागढ़ के अन्तर्गत तहसील मुनस्यारी के ग्राम धापा, जोशा, तहसील बंगापानी के ग्राम टांगा, गैला, मोरी, घरूड़ी तहसील तेजम के ग्राम घटघोरगाड़ी, गिरगांव तथा तहसील धारचूला के ग्राम जुम्मा एवं ग्वालगांव भूस्खलन से प्रभावित हुए हैं। उक्त 10 ग्रामों में भूगर्भीय सर्वेक्षण से प्राप्त आकडों तथा जिला आपदा प्रबधंन पिथौरागढ़ से प्राप्त आकड़ों के अनुसार भूस्खलन से लगभग कुल 283 भवनों के 2594 लोग प्रभावित हुए हैं जिसमें 21 लोगों एवं 13 पालतू जानवरों की मृत्यु हुई है। वर्तमान अध्ययन से ज्ञात होता है कि प्रत्येक वर्ष मानसून काल में जनपद पिथौरागढ़ में बादल प्रस्फुटन की घटना से प्रायः भूस्खलन सक्रिय होते हैं जिससे जान–माल की अत्यधिक हानि होती है।

9. **भूस्खलन न्यूनीकरण उपाय**– हिमालयी क्षेत्रों में भूस्खलन एक मुख्य आपदा है जिससे लगभग प्रत्येक वर्ष जान–माल एवं संपत्ति का बड़ा नुकसान होता है। भूस्खलन के अनेक प्रकार होते हैं जैसे–स्खलन, वाह, पात, सर्पण, भूधसांव इत्यादि तथा भूस्खलन के सक्रिय होने के भी अनेक कारण होते हैं जैसे–ढाल कोण, शैलों की प्रकृति, भूगर्भीय स्थिति, अत्यधिक वर्षा, नदी/नालों द्वारा भूकटाव, भूकंप, वनोन्मूलन, अनुचित भूमि में निमार्ण कार्य, इत्यादि। पर्वतीय क्षेत्रों में भूस्खलन आपदा के खतरे की संभावनाओं से बचने हेतु जागरूकता अभियानों की आवश्यकता है। वैज्ञानिक विधियों के माध्यम से खतरे की संभावनाओं को पहचान कर कम किया जा सकता है। किसी क्षेत्र में भूगर्भीय अध्ययन एवं जागरूकता अभियानों के माध्यम से भूस्खलन आपदा का न्यूनीकरणकिया जा सकता है। वर्तमान अध्ययन एवं अवलोकन के आधार पर कुछ सुझाव निम्न हैं जो भूस्खलन आपदा न्यूनीकरण में लाभदायक हो सकते हैं–

1. भवन का निर्माण नदी, नालों, गाड़–गदेरों से सुरक्षित दूरी पर करना चाहिए क्योंकि वर्षाऋतु के दौरान इनका जलस्तर अचानक बढ़

सकता है जिससे होने वाले अपरदन अथवा कटाव से भवन को खतरा हो सकता है।
2. भवन एवं अन्य निर्माण कार्यों में भूमि चयन हेतु भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण अथवा भूस्खलन खतरा मानचित्र का उपयोग करना चाहिये।
3. पूर्व में हुए भूस्खलन प्रभावित क्षेत्र के समीप भवन निर्माण कार्य नहीं करना चाहिए।
4. भूस्खलन प्रभावित क्षेत्र की पहचान मुड़े एवं झुके हुए वृक्ष, झुके हुए विद्युत खम्बों एवं उतीस (*Alnus Nepalinesis*) के उगे हुए वृक्षों के आधार पर किया जा सकता है। जिससे इन क्षेत्रों में निर्माण कार्य से सावधान हो सकते हैं।
5. वर्षाऋतु के दौरान एवं उससे कुछ समय पूर्व भवन के समीप तीक्ष्ण ढाल वाले सतह का कटाव न किया जाए जिससे भूस्खलन की संभावना बढ़ सकती है।
6. विर्वतनिक रूप से कमजोर/अपक्षय चट्टानों पर अथवा इसके समीप भवन निर्माण करना उचित नहीं होता है।
7. तीव्र पहाडी ढ़ाल वाले स्थानों पर भवन निर्माण करने से बचे।
8. वर्षाऋतु से पूर्व एवं दौरान समय–समय पर भवन एवं बस्तियों के समीप नवनिर्मित सड़क पर नालियों की सफाई करनी चाहिए जिससे अनावश्यक भूक्षरण/भूस्खलन न हो।
9. मानसून समय में अत्यधिक वर्षा के दौरान नवनिर्मित सड़कों, पहाड़ी ढ़ाल के नीचे नदी एवं नालों के समीप अनावश्यक नहीं घूमना चाहिए।
10. क्षेत्र में होने वाले छोटे एवं बड़े निर्माण कार्यों में भूवैज्ञानिक की सलाह ली जानी आवश्यक होनी चाहिए।

10. **निष्कर्ष**– उत्तराखण्ड राज्य का पिथौरागढ़ जनपद भूस्खलन आपदा की दृष्टि से संवेदनशील है। भूस्खलन एक सामान्य घटना है परन्तु इस क्षेत्र की भूगर्भीय एवं मानसून स्थिति भूस्खलन आपदा को सक्रिय करने हेतु प्रेरित करती है। वर्तमान में जनपद पिथौरागढ़ के अन्तर्गत 10 ग्रामों में हुई भूस्खलन घटना का विस्तृत अध्ययन से यह ज्ञात हुआ कि भूस्खलन का मुख्य कारण अत्यधिक वर्षा, अपक्षय, अपरदन, पहाड़ी ढाल एवं दिशा तथा मानव जनित कारणों का मुख्य योगदान है। जनपद में भूस्खलन से कुछ भवन क्षतिग्रस्त हुए हैं तथा कुछ भवन भी खतरे की स्थिति में आये हैं जिनकी सुरक्षा हेतु उपयुक्त सुरक्षात्मक उपाय करना आवश्यक होगा। वर्तमान अध्ययन के अनुसार दिये गये सुझाव भूस्खलन आपदा न्यूनीकरण हेतु लाभकारी हो सकते हैं।

11. **आभार**– लेखक वर्तमान कार्य को पूर्ण करने में सहयोग के लिए श्री अनिल कुमार, संयुक्त निदेशक, भूतत्व एवं खनिकर्म इकाई देहरादून एवं श्री प्रदीप कुमार, सहायक भूवैज्ञानिक हरिद्वार के प्रति आभार प्रकट करते हैं। इस अध्ययन को पूर्ण करने में लेखक जिला पिथौरागढ़ के आपदा प्रबंधन अधिकारी को भी धन्यवाद देते हैं जिनके द्वारा वर्षा के आकड़े दिये गये।

References

1. Valdiya, K.S. (1980) Geology of Kumaun Lesser Himalaya. Wadia Institute of Himalayan Geology, Dehradun, pp.291.
2. Gansser, A. (1964) The Geology of the Himalayas. Wiley Interscience, New York, pp.289.
3. Yin, A. (2006) Cenozoic tectonic evolution of the Himalayan orogen as constrained by along-strike variation of structural geometry, exhumation history, and foreland sedimentation, vol. 79, pp.1-131.
4. Varnes, D. J. (1978) Slope Movement Type and Processes, Landslides Analysis and Control. Special Report 176, Transportation Research Board, Washington, DC, pp.11-80.
5. Paul, S.; Bartarya, S.; Rautela, P. and Mahajan, A. (2000) Catastrophic mass movement of 1998 monsoons at Malpa in Kali Valley, Kumaun Himalaya (India), Geomorphology, vol. 35, pp.169-180.
6. Singh, R. A. (2012) Bhuskhalan Evam Paryavaran Hrass, Gyanodaya Prakashan Nainital, ISBN: 81-85097-95-X, p. 242.
7. Singh, R.A. (2013) La-Jhekla landslides, Pithoragarh district, Uttarakhand, India. In: Landslides and Environmental Degradation. Gyanodaya Prakashan, Nainital, pp.141-149, ISBN: 81-85097-90-9, (Ed. R.A. Singh).
8. Sajwan, K. S.; Khanduri, S. and Bhaisora, B. (2017) Some significant aspect of cloudburst with especial reference to devastating landslides at Bastari, Naulra and Didihat region, Pithoragarh district Kumaon Himalaya, Uttarakhand. International Journal of Current Research, vol. 9, no. 07, pp.54255-54262.
9. Khanduri, S.; Sajwan, K.S. and Rawat, A. (2018) Disastrous Events on Kelash-Mansarowar Route,

Dharchula Tehsil in Pithoragarh District, Uttarakhand in India. Journal of Earth Sci Clim Change, vol. 9, pp. 463.

10. Negi, R.; Singh. R.A.; Singh, P.K. and Saini, P. (2018) Study of landslides in Uttarakhand during rainy season of 2018. Anusandhan Vigyan Sodh Patrika, vol. 6, no.1, pp.74-82.
11. Negi, R. and Singh, R.A. (2020) Landslide: A study from NH-7. Anusandhan Vigyan Sodh Patrika vol. 8, no. 1, pp.29-34.
12. Negi, R. and Singh, R.A. (2021) Landslide in Didihat tehsil of Pithoragarh district in Kumaun Himalaya. Anusandhan Vigyan Sodh Patrika, vol. 9, no. 1, pp.01-07.
13. Negi, R.; Singh, R.A.;Saini, P.; Singh, P.K. and Khali, H. (2021) Landslide Investigation along the road corridor between Nandprayag and Gopeshwar, Chamoli district, Uttarakhand Lesser Himalaya. In: Shandilya, A.K., Singh, V.K., Bhatt, S.C., Dubey, C.S. (eds) Geological and Geo-Environmental Processes on Earth. Springer Natural Hazards. Springer, Singapore.
    DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-16-4122-0_21.
14. Saini, P.; Negi, R.; Singh R.A.; Rani, R., and Singh, P.K. (2021) Landslide studies between Askot and Jauljibi along NH-9, Pithoragarh, Kumaun Himalaya. ASR Publications Lucknow, pp.124-134, ISBN: 978-93-83247-95-0, (Ed. R.A. Singh, P.K. Singh).
15. Singh, R.A.; Negi, R.; Singh, P.K. and Singh T.N. (2021) Landslide studies between Devprayag and Pali along National Highway-7, Tehri District, Garhwal Lesser Himalaya. Journal of Scientific Research, vol. 65, no.1, pp.32-38.
16. Sajwan, K. S. and Khanduri, S. (2018) Investigation of Hydro-metrological Disaster Affected Malpa and Mangti Area, Pithoragarh District, Uttarakhand, India. J Geogr Nat Disast 8: 228. doi:10.4172/2167-0587.1000228.
17. Rautela, P. and Pande, R. (2005) Traditional inputs in disaster management: The case of Amparav, North India. International Journal of Environmental Studies, vol. 62, no. 5, pp.505-515.
    DOI:10.1080/00207230500034586.
18. https://janpakshindia.blogspot.com/2011/06/disasters-in-central-himalay.html?m=1