खण्ड-11, अंक-1, वर्ष-2023, मु0प्र0 22-31
D.O.I.: https://doi.org/10.22445/avsp.v11i1.4
SJIF (2023) : 8.124

शोध पत्र

Landslide Disaster: A serious problem of the Himalayan region

Rahul Negi[1], Pooja Saini[1] and R. A. Singh[2]
[1]Department of Geology, L.S.M. Govt. P.G. College Pithoragarh- 262 502, Uttarakhand, India
[2]Govt. Degree College Gururabanj, Almora-263 623, Uttarakhand, India

Received: 11-08-2023, Accepted: 20-09-2023

Abstract- Landslide disaster is a serious problem in Himalaya. Uttarakhand is a hilly state situated in Himalaya and highly affected with landslide disaster. During rainy season loss of lives is maximum due to cloud bursts. Between 1970 to 2022 in Uttarakhand, 7530 people died and economic loss was maximum. In the present research paper, recent landslides along with some of the earlier landslide disaster have been discussed. Causes of triggering of landslides and suggestions for minimization of landslides have also been explained.

Key words- Landslide disaster, Himalayan Region

भूस्खलन आपदाः हिमालयी क्षेत्र की एक गंभीर समस्या

राहुल नेगी[1], पूजा सैनी[1] एवं आर0 ए0 सिंह[2]
[1]भूविज्ञान विभाग, एल0 एस0 एम0 राज0 स्नातकोत्तर महाविद्यालय, पिथौरागढ–262 502, उत्तराखण्ड, भारत
[2]राजकीय महाविद्यालय, गुरूड़ाबांज, अल्मोड़ा–263 623, उत्तराखण्ड, भारत
rahulnegi005@gmail.com, poojasainioct@gmail.com and singhdr.ramautar@gmail.com

सार– हिमालयी क्षेत्रों में भूस्खलन आपदा एक गंभीर समस्या है। उत्तराखण्ड हिमालय की गोद में बसा एक पर्वतीय राज्य है जो भूस्खलन आपदा से सर्वाधिक प्रभावित होता है। मानसून काल में वृष्टि प्रस्फोट की घटना से जान–माल की अत्यधिक हानि होती है। वर्ष 1970 से 2022 के मध्य उत्तराखण्ड में 7530 व्यक्तियों की मृत्यु हुई है तथा अत्यधिक आर्थिक संपदा की हानि हुई है। वर्तमान शोध पत्र में नए भूस्खलनों के अध्ययन के साथ–साथ पूर्व में हुए कुछ मुख्य भूस्खलन आपदाओं की घटना पर भी चर्चा की गयी है। भूस्खलन को प्रेरित करने वाले कारणों तथा भूस्खलन न्यूनीकरण हेतु सुरक्षित उपायों का उल्लेख भी किया गया है।

बीज शब्द– भूस्खलन आपदा, हिमालयी क्षेत्र

1. **परिचय–** हिमालयी क्षेत्रों में भूस्खलन से होने वाली आपदा एक गंभीर समस्या है। यह आपदा प्राकृतिक अथवा मानव जनित कारणों से उत्पन्न होती है। उत्तराखण्ड के पर्वतीय जनपदों में वृष्टि प्रस्फोट की घटना के दौरान भूस्खलन आपदा की घटना अधिक होती है। विगत कुछ दशकों से बदलते मौसम एवं अत्यधिक वर्षा के कारण भूस्खलन की घटना प्रायः अधिक हो रही हैं। भूस्खलन प्रकृति में होने वाली सामान्य घटनाओं में से एक है परन्तु जब यह घटना असामान्य रूप धारण कर जन जीवन को प्रभावित करती है तब यह भूस्खलन आपदा कहलाती है। उत्तराखण्ड राज्य हिमालय की गोद में बसा हुआ है जो 53,483 वर्ग किलोमीटर क्षेत्र में फैला हुआ है। राज्य के अन्तर्गत कुल 13 जनपद (देहरादून, हरिद्वार, पौड़ी गढवाल, टिहरी गढ़वाल, रूद्रप्रयाग, उत्तरकाशी, चमोली, पिथौरागढ़, चंपावत, बागेश्वर, अल्मोड़ा, नैनीताल, उधम सिंह नगर) हैं। राज्य की उत्तरी सीमा चीन तथा पूर्वी सीमा नेपाल से मिलती है। पूर्व में हुए भूस्खलन आपदाओं से उत्तराखण्ड राज्य के मुख्यतः पिथौरागढ़, चमोली एवं उत्तरकाशी जनपद अधिकतर प्रभावित हुए हैं। उत्तराखण्ड राज्य में वृष्टि प्रस्फोट के कारण पूर्व में कई असामान्य घटनायें हुई हैं जिससे जान–माल की अत्यधिक हानि हुई है। उत्तराखण्ड राज्य पूर्व में भूस्खलन आपदाओं की घटनाओं से अनेकों बार प्रभावित हुआ है। वर्ष 1970 से फरवरी 2021 के मध्य राज्य के अन्तर्गत हुए भूस्खलनों से 7451 मनुष्यों की मृत्यु हुई जिसका विवरण **तालिका–1** में दिया गया है।

तालिका–1

20 जुलाई 1970 से फरवरी 2021 के मध्य उत्तराखण्ड राज्य के अन्तर्गत भूस्खलनों से हुई जनहानि।

क्रम0 सं0	घटना वर्ष	घटना स्थल	जनहानि
1	20 जुलाई 1970	गौना ताल, चमोली[1]	55 व्यक्तियों एवं 142 पालतू जानवरों की मृत्यु तथा 101 ग्राम प्रभावित
2	19 जुलाई 1971	(दुबाटा ग्राम) धारचूला, पिथौरागढ़[2]	12 लोगों की मृत्यु एवं 35 भवन क्षतिग्रस्त
3	14 अगस्त 1977	तवाघाट–धारचूला, पिथौरागढ़[3]	15 लोगों की मृत्यु
4	16–24 अगस्त 1977	तवाघाट–धारचूला, पिथौरागढ़[3]	44 लोगों व 80 पालतू जानवरों की मृत्यु
5	अगस्त 1979	ऊखीमठ, रूद्रप्रयाग[1,4]	39 व्यक्तियों की मृत्यु
6	अगस्त 1984	कपकोट, बागेश्वर[4]	9 व्यक्तियों की मृत्यु
7	1986	देवलधार, चमोली एवं जखोली, टिहरी गढ़वाल[1,4]	32 व्यक्तियों की मृत्यु
8	मार्च 1991	गोपेश्वर, चमोली[1]	36 व्यक्तियों की मृत्यु
9	26 जुलाई 1996	रैंतोली, पिथौरागढ़[2]	16 व्यक्तियों की मृत्य
10	12 अगस्त 1998	ऊखीमठ, रूद्रप्रयाग[1,4]	109 व्यक्तियों की मृत्यु, 29 ग्रामों में 820 भवन क्षतिग्रस्त
11	17–18 अगस्त 1998	मालपा, पिथौरागढ़[2]	221 व्यक्तियों की मृत्यु
12	अगस्त 1998	बसंवारा, रूद्रप्रयाग[4]	2 व्यक्तियों की मृत्यु
13	17 अगस्त 1998	मदमहेश्वर, रूद्रप्रयाग[4]	40 व्यक्तियों की मृत्यु
14	19 सितम्बर 1998	ऊखीमठ, रूद्रप्रयाग[4]	15 व्यक्तियों की मृत्यु
15	16 जुलाई 2001	ऊखीमठ, रूद्रप्रयाग[4]	28 व्यक्तियों की मृत्यु
16	17 जुलाई 2001	फाटा–भ्यूंग, चमोली[4]	21 व्यक्तियों की मृत्यु
17	27 जुलाई 2001	खेतगांव, धारचूला, पिथौरागढ़[4]	5 व्यक्तियों की मृत्यु
18	10 अगस्त 2002	बूढाकेदार एवं खेतगांव, टिहरी[4]	29 व्यक्तियों की मृत्यु
19	अगस्त 2002	भटवारी–डूडां, उत्तरकाशी[1]	5 व्यक्तियों की मृत्यु
20	2003	डीडीहाट, पिथौरागढ़[1]	4 व्यक्तियों की मृत्यु
21	2003	गदोली, उत्तरकाशी[1]	4 व्यक्तियों की मृत्यु
22	2004	लामबगड़, चमोली[1]	16 व्यक्तियों की मृत्यु
23	22 जुलाई 2005	विजयनगर, रूद्रप्रयाग[4]	9 व्यक्तियों की मृत्यु
24	अगस्त 2005	गोविन्दघाट, चमोली[4]	11 व्यक्तियों की मृत्यु
25	2005	अगस्तमुनी, रूद्रप्रयाग[1]	4 व्यक्तियों की मृत्यु
26	26 जून 2007	उत्तरकाशी[4]	1 व्यक्ति की मृत्यु
27	4 जुलाई 2007	उत्तराखण्ड[4]	5 व्यक्तियों की मृत्यु
28	12 जुलाई 2007	देवपुरी, चमोली[4]	8 व्यक्तियों की मृत्यु
29	27 जुलाई 2007	चमोली, पिथौरागढ़ एवं देहरादून[4]	3 व्यक्तियों की मृत्यु
30	17 अगस्त 2007	देहरादून, उत्तराखण्ड[4]	7 व्यक्तियों की मृत्यु
31	6 सितम्बर 2007	बरम, पिथौरागढ़[4]	14 व्यक्तियों की मृत्यु
32	23 सितम्बर 2007	टिहरी[4]	19 व्यक्तियों की मृत्यु
33	28 सितम्बर 2007	नैनीताल[4]	1 व्यक्ति की मृत्यु
34	29 सितम्बर 2007	उत्तरकाशी, चमोली, अल्मोड़ा, पिथौरागढ़ एवं चम्पावत[4]	4 व्यक्तियों की मृत्यु

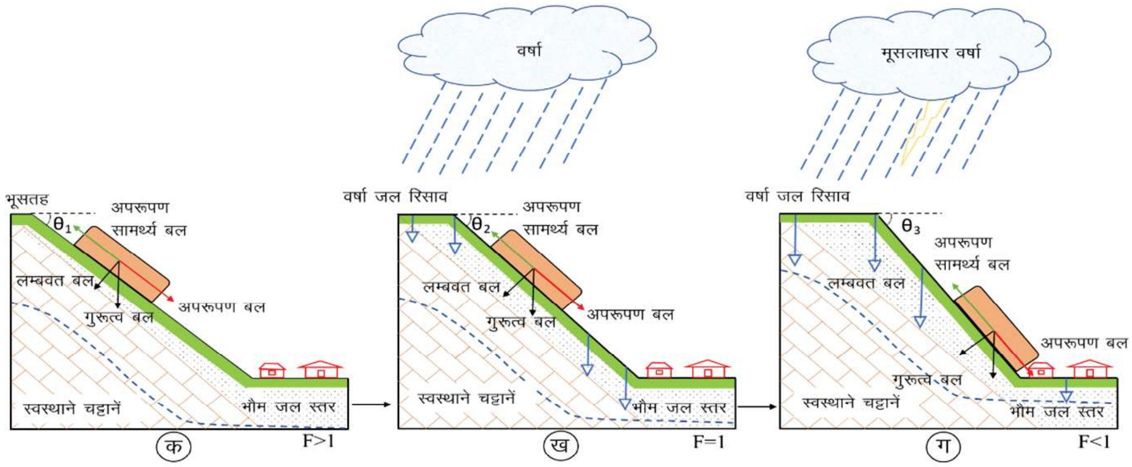
35	20 जून 2008	ऋषिकेश, उत्तराखण्ड[4]	10 व्यक्तियों की मृत्यु
36	26 जून 2008	चमोली[4]	8 व्यक्तियों की मृत्यु
37	8 अगस्त 2009	ला–झेकला, पिथौरागढ़[5]	42 व्यक्तियों की मृत्यु
38	17 अगस्त 2009	चम्पावत[4]	2 व्यक्तियों की मृत्यु
39	17 अगस्त 2009	पिथौरागढ़[4]	1 व्यक्ति की मृत्यु
40	28 अगस्त 2009	पिथौरागढ़[4]	1 व्यक्ति की मृत्यु
41	2 सितम्बर 2009	अल्मोड़ा[4]	2 व्यक्तियों की मृत्यु
42	8 सितम्बर 2009	अल्मोड़ा[4]	3 व्यक्तियों की मृत्यु
43	9 सितम्बर 2009	उत्तरकाशी[4]	3 व्यक्तियों की मृत्यु
44	23 फरवरी 2010	टिहरी[4]	2 व्यक्तियों की मृत्यु
45	20 जुलाई 2010	नैनीताल[4]	1 व्यक्ति की मृत्यु
46	22 जुलाई 2010	अल्मोड़ा[4]	1 व्यक्ति की मृत्यु
47	5 अगस्त 2010	चमोली[4]	5 व्यक्तियों की मृत्यु
48	18 अगस्त 2010	सुमगढ़, बागेश्वर[4]	18 छात्रों की मृत्यु
49	6 सितम्बर 2010	पिथौरागढ़[4]	2 व्यक्तियों की मृत्यु
50	8 सितम्बर 2010	रूद्रप्रयाग[4]	1 व्यक्ति की मृत्यु
51	18 सितम्बर 2010	अल्मोड़ा[4]	11 व्यक्तियों की मृत्यु
52	2010	मुनस्यारी, पिथौरागढ़[6]	38 व्यक्तियों की मृत्यु
53	18 सितम्बर 2010	नैनीताल[4]	8 व्यक्तियों की मृत्यु
54	19 सितम्बर 2010	अल्मोड़ा[4]	31 व्यक्तियों की मृत्यु
55	22 सितम्बर 2010	जोशीमठ, चमोली[4]	2 व्यक्तियों की मृत्यु
56	1 जून 2011	उत्तरकाशी[4]	1 व्यक्ति की मृत्यु
57	30 जून 2011	चमोली[4]	10 व्यक्तियों की मृत्यु
58	21 जुलाई 2011	चमोली[4]	1 व्यक्ति की मृत्यु
59	21 जुलाई 2011	अल्मोड़ा[4]	1 व्यक्ति की मृत्यु
60	11 सितम्बर 2011	नरेन्द्रनगर, टिहरी[4]	6 व्यक्तियों की मृत्यु
61	अगस्त 2012	भटवारी उत्तरकाशी[4]	34 व्यक्तियों की मृत्यु
62	16–17, जून 2013	केदारनाथ एवं उत्तराखण्ड के अन्य क्षेत्र[7]	6054 व्यक्तियों की मृत्यु
63	जुलाई 2016	बस्तड़ी, डीडीहाट, नौरला, पिथौरागढ़[8]	21 व्यक्तियों की मृत्यु
64	14 अगस्त 2017	मालपा एवं मांगती पिथौरागढ़[6]	27 व्यक्तियों की मृत्यु
65	2018	उत्तराखण्ड[9]	55 व्यक्तियों की मृत्यु
66	फरवरी 2021	रैणी गांव, चमोली[10]	206 व्यक्तियों की मृत्यु
कुल मृत्य			**7,451**

2. **वृष्टि प्रस्फोट एवं भूस्खलन–** वृष्टि प्रस्फोट की घटना केवल मानसून समय के दौरान होती है। वृष्टि प्रस्फोट का शाब्दिक अर्थ किसी सीमित भौगोलिक क्षेत्र में कुछ ही समय में 100 मि0मी0 या इससे अधिक होने वाली वर्षा से है। अत्यधिक वर्षा के फलस्वरूप हिमालयी क्षेत्रों में प्रायः अचानक बाढ़ आ जाती है अथवा भूस्खलन होता है। उत्तराखण्ड राज्य में हिमालय की ऊँची पर्वत श्रृंखलाओं एवं इसके मध्य घाटियों में लोग निवास करते हैं। मूसलाधार वर्षा के दौरान गाढ़–गदेरे तथा नदियों में तीव्र एकत्रित वर्षा जल के कारण नदी/नालों का जलस्तर भी अचानक बढ़ जाता है जिस कारण यह किनारों से अधिक कटाव करती है। कभी–कभी अचानक आई बाढ़ से मानव जीवन को अधिक हानि पहुंचती है। उत्तराखण्ड राज्य में भूस्खलन की घटना से अधिकतर जान–माल की हानि वर्षाऋतु के दौरान ही होती है जैसे– पिथौरागढ़ में मालपा भूस्खलन 1998, खेतगांव भूस्खलन 2001 एवं ला–झेकला भूस्खलन 2009; रूद्रप्रयाग में केदारनाथ आपदा 2013, चमोली में रैणी गांव आपदा 2021।

उत्तराखण्ड राज्य में प्रत्येक वर्ष वृष्टि प्रस्फोट की घटना होती है जिससे मानव जीवन एवं आधारभूत संरचनाओं का बहुत नुकसान होता है। सामान्यतः इस तरह की घटना माह जून से सितम्बर माह के मध्य होती है परन्तु विगत कुछ समय से जलवायु परिवर्तन के कारण मई एवं अक्टूबर माह में भी वृष्टि प्रस्फोट की घटना हुई है। 3 मई 2021 को उत्तरकाशी के चिन्यालीसौड़ ब्लॉक के कुमराड़ा ग्राम में वृष्टि प्रस्फोट की घटना हुई थी जिससे प्रवाहित मलवे से कई अन्य ग्राम भी प्रभावित हुए थे। उसी दिन रूद्रप्रयाग, अगस्तमुनी एवं टिहरी में भी वृष्टि

प्रस्फोट की घटना हुई थी जिससे कृषिभूमि क्षतिग्रस्त हुई तथा राष्ट्रीय राजमार्ग बाधित हो गया था। वर्ष 2018 में उत्तराखण्ड राज्य में वृष्टि प्रस्फोट एवं भूस्खलन की घटना से कुल 55 लोगों की मृत्यु हुई एवं लाखों की सम्पति की हानि हुई।[9] वर्ष 2019 में 02 जून को अल्मोड़ा के चौखुटिया (खीड़ा), चमोली के लामबगड़ और बागेश्वर के कपकोट (लौधूरा) क्षेत्र में बादल फटने की घटना हुई थी जिससे कुल 2 व्यक्तियों एवं 105 पालतू जानवरों की मृत्यु हुई थी। 21 जून 2019 को उत्तरकाशी जनपद के मोरी क्षेत्र में वृष्टि प्रस्फोट से 1 व्यक्ति की मृत्यु हुई थी। 8 एवं 9 अगस्त 2019 को चमोली, टिहरी, रूद्रप्रयाग एवं उत्तरकाशी जनपदों में विभिन्न स्थानों पर वृष्टि प्रस्फोट की घटना से 4 व्यक्तियों, 292 पालतू जानवरों की मृत्यु हुई तथा 174 भवन/गौशालाएं एवं 50 दुकानें क्षतिग्रस्त हुई थी। 12 अगस्त 2019 को चमोली जनपद के घाट ब्लॉक में वृष्टि प्रस्फोट की घटना से 6 लोगों की मृत्यु हुई थी। 18 अगस्त 2019 को उत्तरकाशी जनपद के मोरी ब्लॉक में फटने से हुए भयानक भूस्खलन में 17 व्यक्तियों की मृत्यु हुई थी। 6 एवं 7 सितम्बर 2019 को पिथौरागढ़ के नाचनी क्षेत्र में वृष्टि प्रस्फोट की घटना से 1 व्यक्ति की मृत्यु हुई एवं 12 से अधिक भवन क्षतिग्रस्त हुए तथा इसी दिन जनपद चमोली के गोविन्द घाट क्षेत्र में लगभग 40 वाहन मलवे में दबने से क्षतिग्रस्त हो गये थे।[11] वर्ष 2020 के दौरान पिथौरागढ़ जनपद में वृष्टि प्रस्फोट की घटना से लगभग 32 व्यक्तियों तथा 44 पालतू जानवरों की मृत्यु हुई थी। 9 अगस्त 2020 को टिहरी जनपद में भिलंगना ब्लाक के गंगी ग्राम में वृष्टि प्रस्फोट से लगभग 20 पालतू जानवरों की मृत्यु हुई थी। 24 अगस्त 2020 को चमोली जनपद के ताली अंसारी ग्राम में वृष्टि प्रस्फोट से 1 व्यक्ति की मृत्यु हुई तथा 5 अन्य घायल हुए थे। 7 फरवरी 2021 को चमोली जनपद के रैणी ग्राम के समीप ऋषि गंगा ग्लेशियर टूटने से अचानक आई बाढ़ में तपोवन विष्णुगाड़ जल विद्युत परियोजना पूर्ण रूप से क्षतिग्रस्त हो गयी जिसमें 206 व्यक्तियों की मृत्यु हुई थी।[12] 4 मई 2021 को चमोली जनपद के घाट ब्लाक में तीन विभिन्न स्थानों (चिनाडोल तोक, बैंड बाजार और गणेश नगर) में एक साथ वृष्टि प्रस्फोट की घटना हुई थी जिससे 30 भवन, 25 दुकानें, वाहन, रास्ते एवं सड़क मार्ग क्षतिग्रस्त हो गये थे। भूस्खलन के मलवे में दबे हुए 03 व्यक्तियों को सही समय पर स्थानीय लोगों एवं प्रशासन द्वारा बचाया गया। 5 मई 2021 को अल्मोड़ा जनपद के चौखुटिया तहसील में वृष्टि प्रस्फोट की घटना से बाखली, महाकालेश्वर एवं भटकोट ग्राम प्रभावित हुए। 6 मई 2021 को टिहरी जनपद के घनसाली क्षेत्र में वृष्टि प्रस्फोट से पीपोल ग्राम के लगभग 20 भवन प्रभावित हुए। 11 मई 2021 को टिहरी जनपद के देवप्रयाग क्षेत्र में वृष्टि प्रस्फोट से आई.टी.आई. भवन एवं 10 अन्य दुकानें क्षतिग्रस्त हुए थे। 12 मई 2021 को नैनीताल के भवाली एवं रामगढ़ तथा पिथौरागढ़ जनपद के खाती ग्राम में वृष्टि प्रस्फोट की घटना हुई थी जिससे कुछ भवन प्रभावित हुए। 20 मई 2021 को देहरादून जनपद के चकराता क्षेत्र में वृष्टि प्रस्फोट से लगभग तीन लोगों एवं 24 पालतू जानवरों की मृत्यु हुई। 30 मई 2021 को पौड़ी जनपद में बैंग्वाड़ी ग्राम के समीप वृष्टि प्रस्फोट की घटना से कुछ भवन, वाहन एवं रास्ते क्षतिग्रस्त हुए थे। भारतीय मौसम विभाग के वर्शा आंकड़ों के अध्ययन से ज्ञात हुआ कि वर्ष 2021 के माह मई में मुख्यतः नैनीताल, रूद्रप्रयाग, पिथौरागढ़, उत्तरकाशी, चमोली एवं टिहरी जनपदों में क्रमशः 230.4 मि0मी0, 220.8 मि0मी0, 205.2 मि0मी0, 186.9 मि0मी0, 167.9 मि0मी0 एवं 135 मि0मी0 वर्षा हुई थी जिस कारण वृष्टि प्रस्फोट की घटना हुई थी।[13] 28–29 अगस्त 2021 को जनपद पिथौरागढ़ के तहसील धारचूला के अतंर्गत जुम्मा ग्राम में वृष्टि प्रस्फोट की घटना से 07 व्यक्तियों की मृत्यु हुई एवं विस्तृत कृषि भूमि तथा 72 भवन प्रभावित हुए।

हिमालय पर्वत का निर्माण विवर्तनिक गतिविधियों से हुआ है जिस कारण यहाँ विभिन्न ऊँचाई के पर्वत स्थित हैं। इन पर्वतों का ढाल अधिकतर मध्यम से तीक्ष्ण के बीच है। पहाड़ी ढाल बढ़ने पर अस्थिरता भी बढ़ती है। ढलान की स्थिरता मुख्यतः प्रवणता कोण, एवं ढाल पर स्थित सामाग्री (जैसे–मृदा, शैल खण्ड एवं मलबा) के सामर्थ्य बल पर निर्भर करता है। स्थिरता एवं अस्थिरता के मध्य सम्बन्ध पहाड़ी ढाल कोण, वर्षा, ढाल पर स्थित सामग्री तथा विभिन्न प्रयुक्त बलों के द्वारा निर्धारित होता है जो **चित्र–1 (क,ख,ग)** में वर्णित किया गया है। **चित्र–1 (क,ख,ग)** में पहाडी ढाल पर एक शैल खण्ड स्थित है जिसपर मुख्यतः चार बल लग रहे हैं। ढाल के विपरीत दिशा में लगने वाला अपरूपण सामर्थ्य बल है जो शैल खण्ड को ढाल पर अपने स्थान पर स्थिर रखता है। अपरूपण बल ढाल दिशा में लगने वाला बल है जो शैल खण्ड को ढालदिशा में खिसकने हेतु प्रेरित करता है। ढाल/शैल खण्ड के लम्बवत लगने वाला बल लम्बवत बल तथा नीचे की ओर लगने वाला गुरूत्व बल है। **चित्र–1 के (क), (ख) एवं (ग)** में पहाडी ढाल कोण ($\Theta_1, \Theta_2, \Theta_3$) में निरन्तर वृद्धि भी हो रही है जिस कारण अस्थिरता भी बढ़ रही है। सर्वप्रथम **चित्र–1 (क)** में पहाड़ी ढाल पर स्थित शैलखण्ड पर लगने वाला अपरूपण सामर्थ्य बल, अपरूपण बल से अधिक है जिस कारण से विफलता की स्थिति नहीं है। **चित्र–1 (ख)** में ढलान कोण बढ़ने के साथ–साथ अपरूपण बल भी बढ़ गया है जिससे अपरूपण सामर्थ्य बल एवं अपरूपण बल लगभग बराबर हो गये हैं, इस स्थिति में विफलता हो भी सकती है अथवा नहीं भी। **चित्र–1 (ख)** में विफलता की स्थिति तभी उत्पन्न हो सकती है जब निरन्तर होने वाली वर्षा से अपरूपण बल, अपरूपण सामर्थ्य बल के सापेक्ष बढ़ जाए। **चित्र–1 (ग)** पहाड़ी ढाल अत्यधिक तीक्ष्ण है तथा अपरूपण बल भी अपरूपण सामर्थ्य बल के सापेक्ष अधिक है जिस कारण पहाड़ी ढाल पर स्थित शैलखण्ड अस्थिर होकर ढाल दिशा में जाएगा। अर्थात् पहाड़ी ढलान की स्थिरता मुख्यतः ढाल कोण एवं अपरूपण सामर्थ्य बल पर निर्भर करती है। विभिन्न प्रकार के शैलों में ढ़ाल कोण विफलता भिन्न हो सकती है उदाहरण हेतु स्लेट एवं शिष्ट की चट्टानों में ढाल विफलता की संभावना कम ढाल कोण होने पर भी हो भी सकती है। अत्यधिक होने वाली वर्षा से मृदा तथा चट्टानों की दरारों, संधियों एवं संस्तरों में जल के प्रवेश करने से भौम जल स्तर के साथ–साथ ढ़ाल विफलता की संभावना भी बढ़ जाती है।



चित्र–1:स्थिरता से अस्थिरता के मध्य पहाड़ी ढ़ाल कोण ($\Theta_1, \Theta_2, \Theta_3$), वर्षा, ढ़ाल पर स्थित सामग्री तथा विभिन्न प्रयुक्त बलों के मध्य सम्बन्ध।

3. **भूस्खलन की गति–** भूसतह परस्थित शैल खण्ड, मलबा तथा मृदा पदार्थ का अपने स्थान से विस्थापन भूस्खलन कहलाता है। भूस्खलन के विभिन्न प्रकार होते हैं (जैसे– सर्पण, स्खलन, प्रवाह, पात, टॉपल इत्यादि) जिनकी स्खलन की गति भी विभिन्न होती है। पात प्रकार के भूस्खलनों की गति सर्वाधिक तीव्र एवं सर्पण प्रकार के भूस्खलनों की गति अत्यधिक मन्द होती है। भूस्खलन की गति किसी क्षेत्र में होने वाली वर्षा की अवधि एवं परिणाम पर भी निर्भर करती है। सामान्यतः तेज गति से होने वाले भूस्खलनों की घटना में जान–माल कीहानि अधिक होती है। अत्यधिक तेज से अत्यधिक मन्द दरों से होने वाले भूस्खलन की गति का वर्गीकरण **तालिका–2** में दिया गया है।[14]

तालिका–2

भूस्खलन की गति एवं दर का वर्गीकरण[14]

भूस्खलन दर का वर्गीकरण	**भूस्खलन की गति (मि0मी0 / प्रति सेकन्ड)**
अत्यधिक तेज	5×10^{3}
बहुत तेज	$50 - 5\times10^{3}$
तेज	$0.5 - 50$
मध्यम	$5\times10^{-3} - 0.5$
मन्द	$50\times10^{-6} - 5\times10^{-3}$
बहुत मन्द	$0.5\times10^{-6} - 50\times10^{-6}$
अत्यधिक मन्द	0.5×10^{-6}

4. **क्रिया विधि–** शोध पत्रों एवं इंटरनेट के माध्यम से उत्तराखण्ड राज्य के जनपदों में पूर्व में हुए भूस्खलनों के आकड़ों का अध्ययन कर जान–माल से हुई हानि की जानकारी एकत्रित की गयी। वर्तमान में उत्तराखण्ड राज्य के सर्वाधिक आपदा ग्रस्त जनपदों पिथौरागढ़ एवं चमोली में हुए कुछ भूस्खलन आपदा प्रभावित स्थानों में भूगर्भीय सर्वेक्षण कर भूस्खलन से संबंधित आकड़ें एकत्रित किए गये। भूस्खलन प्रभावित स्थानों का ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम की सहायता से अक्षांश एवं देशान्तर सबंधित आंकड़े भी एकत्र किए गए जिनका तत्पश्चात् विश्लेषण गूगल अर्थ से भी किया गया। एकत्रित आकड़ों के विश्लेषण के पश्चात् भूस्खलन के कारण ज्ञात कर उपयुक्त सुरक्षात्मक उपाय की सलाह दी गयी।

5. **उत्तराखण्ड राज्य की भूगर्भीय स्थिति–** उत्तराखण्ड राज्य हिमालय की गोद में बसा हुआ राज्य है जहाँ इसके अन्तर्गत स्थित कुछ जनपद पर्वतीय एवं कुछ मैदानी क्षेत्र हैं। राज्य में हिमालय पर्वत श्रृंखला के कुछ उच्च एवं खूबसूरत पर्वत स्थित हैं। भूगर्भीय दृष्टिकोण से इन पर्वतों का निमार्ण लगभग 50 मिलियन वर्ष पूर्व भारतीय एवं यूरेशियन प्लेटों के निरन्तर टकराव से हुआ है।[15] भूवैज्ञानिकों ने हिमालयी क्षेत्र को दक्षिण से उत्तर की ओर क्रमशः शिवालिक, मध्य हिमालय, उच्च हिमालय एवं टेथिस हिमालय में वर्गीकृत किया है। हिमालयी क्षेत्र का यह वर्गीकरण विभिन्न भ्रंशो एवं क्षेपों के माध्यम से किया गया है। हिमालय पर्वत श्रृंखला में विभिन्न प्रकार के आग्नेय, अवसादी एवं रूपान्तरित चट्टानें मिलती हैं। इन चट्टानों में दरारें, संधियाँ, भ्रंश, क्षेप एवं अन्य विभिन्न प्रकार की संरचनाए विद्यमान हैं।

6. **भूस्खलन विश्लेशण–** भूस्खलन, भूसतह पर होने वाली एक सामान्य क्रिया है परन्तु जब यह असामान्य रूप धारण करती है तो आपदा कहलाती है। भूस्खलन प्राकृतिक अथावा मानवजनित कारणों से सक्रिय होती है। पूर्व में भूस्खलन का विस्तृत अध्ययन वार्नेस 1978 द्वारा किया गया था, तत्पश्चात् विभिन्न भूवैज्ञानिकों ने भूस्खलन का अध्ययन भिन्न–भिन्न विधियों एवं तकनीकों से किया है। हिमालयी क्षेत्रों में भी स्थित सक्रिय भूस्खलनों को भूवैज्ञानिकों नें सुरक्षात्मक उपायों के तत्पश्चात् स्थिर किया है जैसे– वरूणावत भूस्खलन उत्तरकाशी, कलियासौण भूस्खलन रूद्रप्रयाग इत्यादि। वर्तमान शोध में कुछ स्थानों पर भूस्खलन का अध्ययन किया गया है जिसका विवरण निम्नवत् हैं।

6.1 जनपद पिथौरागढ़ में तहसील बंगापानी के अन्तर्गत स्थित ग्राम घरूड़ी, गोरी नदी के दायें तरफ अक्षांश N 29° 53 24 व देशान्तर E 80° 19 00 पर कालान्तर पूर्व में नदी से आये हुए अवसाद के ऊपर स्थित है। ग्राम के आधार भाग में मृदा एवं नदी अवसाद की मोटी परतें विद्यमान हैं। क्षेत्र में हुई अत्यधिक वर्षा से 17–18 जून 2021 को गोरी नदी का प्रवाह अत्यधिक हो गया था जिससे गोरी नदी ने अपने किनारों का अधिक कटाव किया जिस कारण ग्राम घरूड़ी के 08 भवन खतरे की स्थिति में आ गये (**चित्र–2**)। ग्राम घरूड़ी के सामने गोरी नदी के बायें तरफ स्थित तल्ला लुमती ग्राम का भी नदी द्वारा अधिक कटाव हुआ जिस कारण लगभग 200 मी0 सड़क मार्ग बह गयी तथा 03 अन्य भवन भी खतरे की स्थिति में आ गये (**चित्र–3**)। उक्त भवनों की सुरक्षा हेतु भवनों के आगे सभी संभावित कटाव क्षेत्र वाले स्थानों पर अभियांत्रिकी मानकों के आधार पर सुरक्षात्मक दीवार का निर्माण किया जाना चाहिए जिससे भवनों को क्षतिग्रस्त होने से बचाया जा सकता है। सुरक्षात्मक कार्य न होने की दशा में प्रभावित भवनों में रहने वाले परिवारों को किसी अन्य सुरक्षित स्थान पर भी जाना पड़ सकता है।

6.2 जनपद पिथौरागढ़ में तहसील तेजम के अन्तर्गत स्थित ग्राम कोटा में भूस्खलन अवलोकित किया गया है। यह भूस्खलन समुद्रतल से 1900 मीटर की ऊँचाई पर अक्षांश N 29°5952.72 व देशान्तर E 80°1436.47 पर स्थित है। इस भूस्खलन से ग्राम का विस्तृत भू–क्षेत्र प्रभावित है (**चित्र–4 क** एवं **ख**)। ग्राम में सर्वेक्षण के दौरान प्रभावित ग्रामीणों द्वारा अवगत कराया गया कि यह भूस्खलन वर्ष 2012 से सक्रिय है एवं निरन्तर बढ़ रहा है। गूगल मानचित्र के अध्ययन से यह ज्ञात हुआ कि वर्तमान में भूस्खलन से ग्राम का लगभग 19,000 मी0^2 क्षेत्र प्रभावित है। पूर्व में इस भूस्खलन से 04 भवन भी पूर्णतः क्षतिग्रस्त हो चुके हैं। वर्तमान में भूस्खलन के क्राउन भाग के ऊपर 05 अन्य भवन स्थित हैं जिनकी स्थिति संवेदनशील हैं। ग्राम में भू–भाग के ढाल की प्रवणता 35°–40° पश्चिम की ओर है। ग्राम के आधार में डोलोमाइटी चूनाप्रस्तर की स्वस्थानें चट्टानें उपस्थित हैं जिनका प्रसार उत्तर 205° तथा नति 30° पश्चिम उत्तर पश्चिम दिशा की ओर है। इन चट्टानों पर दो संधि तल भी अवलोकित हुए हैं, जिनकी नति/नति दिशा क्रमशः 90°/N 225° व 40°/N 145° है। ये चट्टानें अपक्षय एवं कमजोर स्थिति में हैं। मानसून काल में अत्यधिक वर्षा एवं बरसाती नाले द्वारा होने वाले कटाव से यह भूस्खलन सक्रिय होता रहता है। ग्राम में कुछ स्थानों पर तलीय विफलता भी देखा गया है। इस भूस्खलन के उपचार हेतु सर्वप्रथम ग्राम में स्थित बरसात के जल को पक्की नालियों का निर्माण कर उचित स्थान पर निकासी किया जाना चाहिए तत्पश्चात प्रभावित स्थानों पर ढालको सहारा देने तथा भूस्खलन को कम करने हेतु भूस्खलन के शीर्ष भाग की ओर विभिन्न स्तरों में उपयुक्त सुरक्षा दीवार निर्माण अभियांत्रिकी मानकों के आधार पर किया जाना होगा। ग्राम में निर्माणाधीन सड़क मार्ग के किनारे जल निकासी हेतु अवरोध रहित नालियों का निर्माण भी किया जाना चाहिए।

6.3 जनपद चमोली में गोपेश्वर शहर के निकट समुद्रतल से 1350 मीटर की ऊँचाई पर अक्षांश N 30° 24 39 व देशान्तर E 79° 18 49 पर भूस्खलन अवलोकित किया गया है। यह भूस्खलन बालखिला नदी के बायें तरफ स्थित है। वर्तमान में इस भूस्खलन से लगभग 82,000 मी0^2 क्षेत्र प्रभावित है (**चित्र–5**)। इस भूस्खलन के आधार में क्वार्टजाइट की चट्टानें स्थित हैं जो अत्यधिक दरार एवं संधियुक्त है। गूगल मानचित्र के अध्ययन से यह ज्ञात हुआ कि यह भूस्खलन वर्ष 2012 से सक्रिय है। इस भूस्खलन के उपचार हेतु भूस्खलन क्षेत्र में जाने वाले समस्त सतही जल हेतु नालियों का निर्माण कर निकासी भूस्खलन क्षेत्र से दूर की जानी चाहिए। भूस्खलन क्षेत्र में ढ़ाल को सहारा देने हेतु विभिन्न स्तरों पर अभियांत्रिकी मानकों के आधार पर सुरक्षा दीवार निर्माण किया जाना चाहिए। भूस्खलन क्षेत्र में मृदा को संगठित रखने वाले पेड़/पौधे लगाये जाने होंगे।

6.4 जनपद पिथौरागढ़ में तहसील मुनस्यारी के अन्तर्गत ग्राम साणा में भूस्खलन अवलोकित किया गया है। यह भूस्खलन समुद्रतल से 1545 मीटर की ऊँचाई पर अक्षांश N 30°0438 व देशान्तर E 80°1853 पर स्थित है। भूस्खलन आपदा प्रभावित ग्राम साणा मंदाकिनी गाड के दांये तरफ स्थित है। यह ग्राम वर्ष 2006 से भूस्खलन से प्रभावित है। वर्ष 2013 में ग्राम के आधार में स्थित मंदाकिनी गाड द्वारा ग्राम का अधिक कटाव किया गया था जिसके पश्चात ग्राम में भूस्खलन अधिक सक्रिय था। वर्ष 2018 में ग्राम के ऊपर की ओर स्थित निर्माणाधीन मोटर मार्ग से ग्राम में मलवा प्रवाह हुआ था जिस कारण भी ग्राम के कुछ भवन क्षतिग्रस्त हो गये थे। वर्तमान में भूगर्भीय सर्वेक्षण के दौरान देखा गया कि ग्राम में स्थित भवन अत्यधिक जर्जर स्थिति में हैं एवं भवनों पर 0.5 सेमी0 से 5 सेमी0 चौड़ी दरारें स्थित हैं (चित्र– 6)। ग्राम में स्लेट एवं फाईलाइट की स्वस्थाने चट्टानें स्थित हैं जिनका प्रसार उत्तर 270° व नति 30° उत्तर उत्तर पश्चिम की ओर है। वर्ष 2021 में भूगर्भीय सर्वेक्षण के दौरान यह देखा गया कि ग्राम में स्थित भवनों की स्थिति अत्यंत संवेदनशील है तथा ग्राम में जर्जर अवस्था में स्थित भवनों में अभी भी 05 परिवार रह रहे हैं। जबकि जिला आपदा प्रबंधन विभाग पिथौरागढ़ तथा क्षेत्रीय राजस्व उपनिरीक्षक से ग्राम के सम्बंध पर चर्चा की गयी जिस पर यह जानकारी प्राप्त हुई कि ग्राम साणा में भूस्खलन प्रभावित भवनों में रह रहे सभी परिवारों को पूर्व में ही किसी अन्यत्र स्थान पर विस्थापित किया जा चुका है। ग्राम के भूगर्भीय अध्ययन से यह ज्ञात हुआ है कि ग्राम में भूस्खलन सक्रिय है एवं ग्राम में स्थित जर्जर भवन रहने योग्य नहीं हैं। अतः सुरक्षा की दृष्टि से ग्राम के भवनों में रहना वर्जित करना होगा एवं ग्राम में किसी भी प्रकार का नव निर्माण नहीं किया जाना होगा।

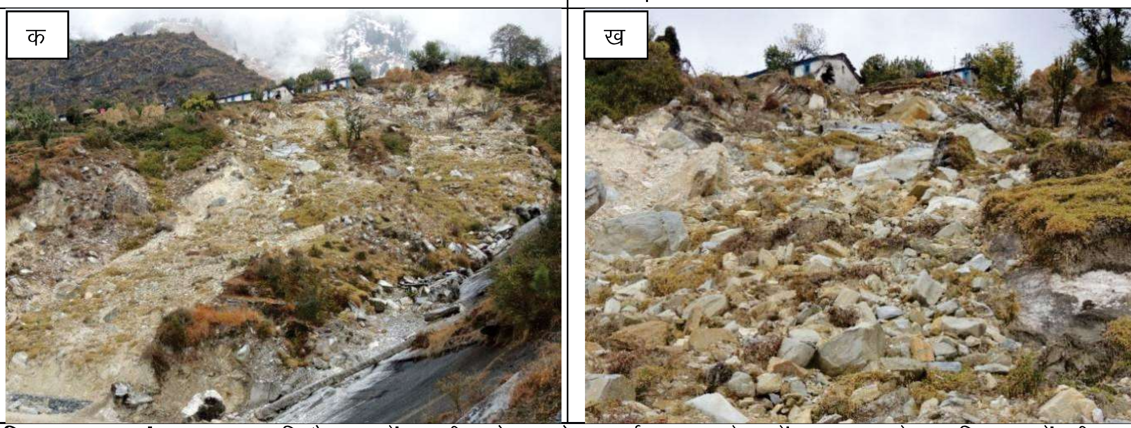
6.5 जनपद चमोली में तहसील जोशीमठ के अन्तर्गत ग्राम उर्गम तल्ला बड़गिण्डा भूस्खलन से प्रभावित है (**चित्र–7**)। यह ग्राम कल्पगंगा नदी के दायें तरफ अक्षांश N 30°3211व देशान्तर E 79°2749 पर स्थित है। ग्राम के आधार भाग में स्थित कल्प गंगा नदी द्वारा वर्ष 2012 में किनारों का अधिक कटाव किया गया था जिसके पश्चात से यह भूस्खलन सक्रिय है। वर्तमान में इस भूस्खलन से लगभग 2,62,000 $मी0^2$ क्षेत्र प्रभावित है। इस भूस्खलन क्षेत्र में अधिकतर उतीस प्रजाति के वृक्ष उपस्थित हैं। ग्राम के आधार भाग में भूस्खलन क्षेत्र में स्वस्थाने चट्टानों का अभाव है परन्तु ग्राम के निकट उत्तर पश्चिम एवं दक्षिण पूर्व दिशा में शिष्ट एवं नाइस प्रकृति की चट्टानें स्थित हैं जो उच्च हिमालय क्षेत्र की हैं। वर्तमान में इस भूस्खलन के शीर्श भाग के ऊपर स्थित लगभग 44 परिवार प्रभावित हैं। अतः सुरक्षा की दृष्टि से प्रभावित भवनों में निवासरत परिवारों को किसी अन्य सुरक्षित स्थान पर पुनर्वासित किया जाना चाहिए।

6.6 जनपद चमोली में तहसील जोशीमठ के अन्तर्गत ग्राम दाड़िमी भूस्खलन आपदा से प्रभावित है (**चित्र–8**)। यह भूस्खलन समुद्रतल से लगभग 1800 मी0 की ऊँचाई पर अक्षांश N 30°2828 व देशान्तर E 79°2932 पर स्थित है। ग्राम दाड़िमी के दक्षिण दिशा में दाड़िमी बरसाती नाला एवं पूरब दिशा में मोल्टा बरसाती नाला प्रवाहित होता है। अत्यधिक वर्षा एवं बरसाती नालों से हुए कटाव के कारण ग्राम में यह भूस्खलन वर्ष 1973 से सक्रिय है। ग्राम में भूगर्भीय सर्वेक्षण के दौरान प्रभावित ग्रामीणों द्वारा यह अवगत कराया गया कि वर्ष 1992 से यह भूस्खलन अत्यधिक सक्रिय है एवं वर्ष 2009 में इस भूस्खलन से ग्राम के लगभग 20 आवासीय भवन एवं कुछ गौशालायें क्षतिग्रस्त हो गयी थी। इस भूस्खलन क्षेत्र का निरन्तर विस्तार हो रहा है एवं वर्तमान में इस भूस्खलन से लगभग 2,15,000 $मी0^2$ क्षेत्र प्रभावित है। यह भूस्खलन घूर्णीय प्रकृति का है जिसमें लगभग 5 से 10 मी0 तक भूधसाव अवलोकित हुआ है। भूस्खलन के शीर्ष भाग की तरफ डोलोमाइटी चूनाप्रस्तर की स्वस्थाने चट्टानें स्थित हैं जिनका प्रसार उत्तर 265° व नति 35° उत्तर की ओर है। भूस्खलन प्रभावित क्षेत्र में सुराई, देवदार एवं उतीस के वृक्ष स्थित हैं जो मुड़े/झुके हुए हैं। यह ग्राम भूस्खलन क्षेत्र से दूर है यदि यह भूस्खलन अधिक सक्रिय होता है तो ग्राम में स्थित भवनों को भी प्रभावित कर सकता है।

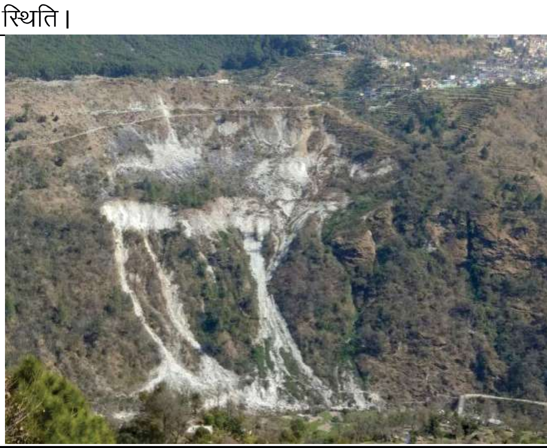
6.7 20–21 अगस्त 2022 को जनपद देहरादून के मालदेवता क्षेत्र में वृष्टि प्रस्फोट के कारण अचानक आयी बाढ़ एवं भूस्खलन से चार व्यक्तियों, 78 पशुओं की मृत्यु हुई, 20 व्यक्ति घायल हुए एवं 13 लोग लापता हो गये। अत्यधिक वर्षा के कारण क्षेत्र में हुए भूस्खलन से 2 पुल एवं 50 भवन क्षतिग्रस्त हो गये (**चित्र–9 क,ख**)। इस घटना के दौरान एस.डी.आर.एफ. के बचाव दल द्वारा 500 से अधिक लोगों को बचाव अभियान द्वारा सुरक्षित स्थान पर पहुँचाया गया। भूस्खलन से जनपद की 25 सड़के क्षतिग्रस्त हो गयी जिससे आवागमन बाधित हो गया। इसी दौरान जनपद देहरादून के निकटवर्ती टिहरी एवं पौड़ी जनपदों में वृष्टि प्रस्फोट की घटना हुई जिस कारण टिहरी में 3 मनुष्यों की मृत्यु हो गयी एवं 5 व्यक्ति लापता हो गये तथा पौड़ी में एक महिला की मृत्यु हो गयी।[16]

चित्र–2: जनपद पिथौरागढ़ मेंगोरी नदी के दायें तरफ भूकटाव से खतरे में स्थित ग्राम घरूड़ी के भवनों की स्थिति।

चित्र–3: जनपद पिथौरागढ़ मेंगोरी नदी के बायें तरफ भूकटाव से खतरे में स्थित ग्राम घरूड़ी के भवनों की स्थिति।



चित्र–4 क एवं ख: जनपद पिथौरागढ़ में तहसील तेजम के अन्तर्गत ग्राम कोटा में भूस्खलन से प्रभावित भवनों की स्थिति।



चित्र–5: जनपद चमोली में गोपेश्वर शहर के निकट उत्तर पश्चिम दिशा में स्थित विस्तृत भूस्खलन क्षेत्र।

चित्र–6: जनपद पिथौरागढ़ के ग्राम साणा में भूस्खलन से क्षतिग्रस्त भवन का दृश्य।

चित्र–7ःजनपद चमोली के ग्राम उर्गम तल्ला बड़गिण्डा में भूस्खलन प्रभावित क्षेत्र की स्थिति।

चित्र–8ःजनपद चमोली के ग्राम दाड़िमी में भूस्खलन प्रभावित क्षेत्र की स्थिति।

चित्र–9 क एवं खः वृष्टि प्रस्फोट के कारण जनपद देहरादून के मालदेवता क्षेत्र में क्षतिग्रस्त भवनों की स्थिति।[16]

7. **भूस्खलन के मुख्य कारण–** भूस्खलन विभिन्न प्राकृतिक एवं मानव जनित कारणों से सक्रिय होता है। भूस्खलन सक्रिय करने वाले कुछ प्राकृतिक महत्वपूर्ण कारण जैसे– अत्यधिक वर्षा, भूकंप, अपक्षय, तीक्ष्ण पहाडी ढाल एवं दिशा, मृदा अपरदन, नदी अपरदन चट्टानों में उपस्थित संधि, दरार इत्यादि। प्रकृति के साथ मानवीय क्रिया कलापों के कारण भी भूस्खलन होने की संभावना बनी हुई होती है जैसे– पहाड़ी ढाल पर खनन, वनोन्मूलन, भूगर्भीय दृष्टिकोण से असुरक्षित स्थान पर निर्माण, सड़क निर्माण एवं सड़क चौड़ीकरण कार्य एवं अन्य निर्माण कार्यों में विस्फोटकों के प्रयोग से। जिस कारण सड़क निर्माण एवं सड़क चौड़ीकरण कार्यों में वर्षाऋतु के दौरान भूस्खलन अधिक सक्रिय होता है। विभिन्न स्थानों पर भूस्खलन के सक्रिय होने के भिन्न–भिन्न एक अथवा अनेक कारण भी हो सकते हैं।

8. **सुझाव एवं सुरक्षात्मक उपाय–** बादल फटना एवं भूस्खलन आपदा के सम्बध में जागरूकता अभियानों की अति आवश्यकता है। भूवैज्ञानिक कार्य–पद्धतियों के माध्यम से भूस्खलन सम्भावित स्थानों की पहचान कर होने वाले खतरे को कम किया जा सकता है। विभिन्न प्रकार के भूस्खलनों को कम करने हेतु विभिन्न प्रकार के उपचार किये जाते हैं। वृष्टि प्रस्फोट एवं भूस्खलन आपदा न्यूनीकरण हेतु कुछ सुझाव एवं सुरक्षात्मक उपाय उपयोगी हो सकते हैं जो निम्न हैं–

1. अत्यधिक वर्षा/वृष्टि प्रस्फोट के दौरान नदी/नालों से सुरक्षात्मक दूरी पर चले जाना चाहिए क्योंकि इनका जलस्तर अचानक बढ सकता है।
2. अत्यधिक वर्षा/वृष्टि प्रस्फोट के दौरान नवनिर्मित सड़कों, तीक्ष्ण पहाडी ढाल, संधि एवं दरार युक्त चट्टानों के नीचे तथा भूस्खलन संभावित क्षेत्र में अनावश्यक नहीं रूकना चाहिए।
3. भवन एवं अन्य निर्माण संबंधित कार्यों से पूर्व भूमि की भूगर्भीय जाँच की जानी आवश्यक होनी चाहिए।
4. भवन निर्माण का कार्य पहाड़ी ढ़ाल कटाव से सटकर नहीं करनी चाहिए बल्कि कटाव स्थान पर सुरक्षा दीवार निर्माण के उपरांत कुछ स्थान छोड़कर किया जाना चाहिए।
5. मानसून काल एवं वर्षाऋतु के दौरान पहाड़ी ढ़ाल का कटाव नहीं किया जाना चाहिए इससे भूस्खलन की संभावना बढ़ सकती है।
6. भवन निर्माण का कार्य नदी–नालों, गाड–गदेरों से सुरक्षात्मक दूरी पर किया जाना चाहिए।

7. वर्षाऋतु के दौरान एवं उससे पूर्व समय–समय पर भवनों के समीप उपस्थित नालियों की सफाई होनी चाहिए जिससे अनावश्यक भूक्षरण न हो।
8. भूस्खलन खतरा मानचित्र, भूस्खलन संभावित क्षेत्र के चिन्हीकरण एवं न्यूनीकरण करने में सहायक होता है। अतः इसका उपयोग करना चाहिए।

9. **निष्कर्ष**– उत्तराखण्ड हिमालयी की गोद में स्थित एक पर्वतीय राज्य है जहाँ की जटिल भूगर्भीय संरचना एवं जलवायु के कारण वृष्टि प्रस्फोट एवं भूस्खलन आपदा जैसी घटनायें होती रहती है। राज्य में वर्ष 2022 तक के भूस्खलन की घटनाओं के अध्ययन एवं गहन विश्लेषण से यह ज्ञात होता है कि राज्य के विभिन्न स्थानों में भूस्खलन के भिन्न–भिन्न कारण हैं परन्तु अधिकतर भूस्खलन पर्वतीय क्षेत्रों में अत्यधिक वर्षा के कारण सक्रिय हो रहे हैं जिससे जान माल की बृहद हानि हो रही है। वर्तमान अध्ययन के अनुसार उपरोक्त दिये गये सुझाव एवं सुरक्षात्मक उपायों के अनुपालन करने की दशा में ये भूस्खलन आपदा न्यूनीकरण में लाभकारी सिद्ध हो सकते हैं।

References

1. Rautela, P and Pande, R. (2005) Traditional inputs in disaster management: The case of Amparav, North India, International Journal of Environmental Studies, vol. 62, pp. 505-515. Doi: 10.1080/00207230500034586.
2. 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., vol. 8,p. 228. Doi:10.4172/2167-0587.1000228
3. https://janpakshindia.blogspot.com/2011/06/disasters-in-central-himalay.html?m=1
4. Parkash, S. (2015) Some Socio-Economically significant landslides in Uttarakhand Himalaya: Events, Consequences and Lesson learnt. Doi: 10.1007/978-4-431-55242-0_12.
5. 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)
6. 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, p. 463.
7. https://en.wikipedia.org/wiki/2013_North_India_floods.
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. 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. 174-82. Doi: 10.22445/avsp.v6i1.13901
10. https://www.amarujala.com/dehradun/one-year-of-raini-disaster-even-today-the-villagers-are-afraid-of-going-to-the-banks-of-dhauli-and-rishi-ganga.
11. https://sandrp.in/2019/12/11/uttarakhand-cloud-bursts-in-monsoon-2019-no-doppler-radars-six-years-since-2013-disaster/
12. https://www.amarujala.com/dehradun/one-year-of-raini-disaster-even-today-the-villagers-are-afraid-of-going-to-the-banks-of-dhauli-and-rishi-ganga.
13. https://sandrp.in/2021/06/03/uttarakhand-cloud-bursts-in-may-2021/#_edn12.
14. http://ignou.ac.in/
15. Valdiya KS (1980). Geology of Kumaun Lesser Himalaya. Wadia institute of Himalayan Geology, Dehradun.
16. https://www.amarujala.com/photo-gallery/dehradun/cloudburst-in-uttarakhand-dehradun-maldevta-buried-alive-four-people?pageId=5