

उत्तराखण्ड प्रदेश में भूस्खलन एवं भू-स्खलन से प्रभाव

डॉ० गुरुप्रसाद थपलियाल

प्रवक्ता भूगोल विभाग रा० महाविद्यालय नैखरी चद्रवदनी टिहरी गढ़वाल उत्तराखण्ड

ABSTRACT

उत्तराखण्ड प्रदेश में भूस्खलन की प्रक्रिया सदा अनवरत रही है। यह प्रदेश प्राकृतिक आपदाओं के रूप में अति संवेदनशील रहा है। क्योंकि हिमालय पर्वत विश्व के नवीनतम पर्वत श्रृंखला माना जाता है जिसका निर्माण अवसादों से हुआ है। वर्तमान समय में उत्तराखण्ड प्रदेश में हिमस्खलन, सड़क निर्माण, भूकम्प, वाढ, पशुओं द्वारा अनियंत्रित चराई एवं पर्वतीय क्षेत्रों में बाँधों के बनने से प्रदेश में भूस्खलन से अत्यधिक जान मान की हानी हो रही है। प्राकृतिक आपदाओं को रोका तो नहीं जा सकता है। भूस्खलन से होने वाले जान मान के हानी को कुछ कम किया जा सकता है।

Keywords: हिमस्खलन, सड़क निर्माण, भूकम्प, वाढ, भूस्खलन

Article Publication

Published Online: 14-Feb-2021

Author's Correspondence

डॉ० गुरुप्रसाद थपलियाल

प्रवक्ता भूगोल विभाग रा० महाविद्यालय नैखरी चद्रवदनी टिहरी गढ़वाल उत्तराखण्ड

✉ [guruprasadthapliyal6\[at\]gmail.com](mailto:guruprasadthapliyal6[at]gmail.com)

© 2021 The Authors. Published by Research Review Journals

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

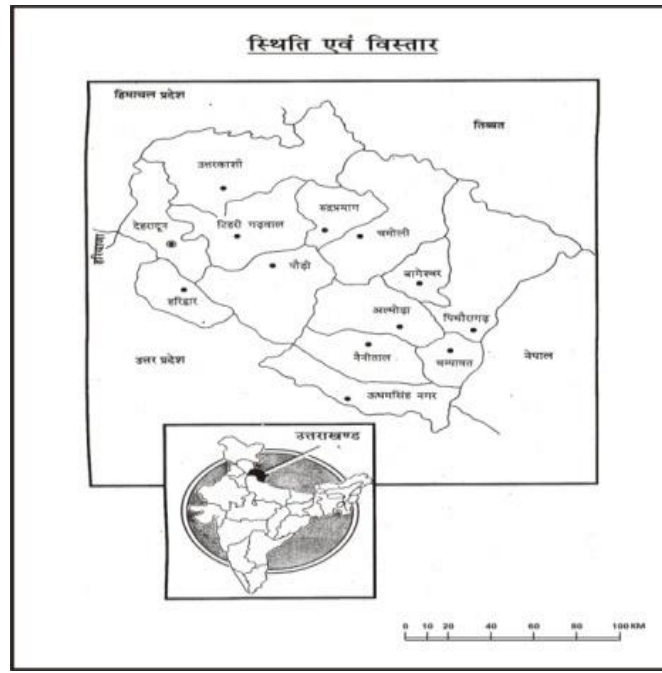
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

प्रस्तावना :-

प्राचीन समय में भूस्खलन एक प्राकृतिक आपदा थी किन्तु मानव के विकास के साथ साथ वर्तमान समय में भूस्खलन मानवकृत आपदा के कारकों में परिवर्तित होती जा रही है। विश्व में अधिकांश भू-स्खलन पर्वतीय भागों में ही क्रियाशील है जैसे राकीज, एण्डीज, आल्प्स, व हिमालय में आदि, भारत में जम्मू-कश्मीर, हिमाचल, उत्तराखण्ड, सिक्किम, व अरुणाचल प्रदेश, में भू-स्खलन की घटनायें घटित होती रहती हैं। पर्वतीय ढालों का कोई भाग जब जल तत्व भार की अधिकता एवं आधार चट्टानों के कटाव के कारण अपनी गुरुत्वीय स्थिति से असन्तुलित होकर अचानक तीव्रता के साथ सम्पूर्ण अथवा विच्छेदित खण्डों के रूप में गिरने लगता है तो यह घटना भू-स्खलन कहलाती है। भू-स्खलन प्रायः तीव्र गति से आकस्मिक उत्पन्न होने वाली प्राकृतिक एवं मानव जनित आपदा है। भू-स्खलन अपने मार्ग में आने वाले प्रत्येक पदार्थ, मानव वस्तियाँ, खेत खलियान, सड़क मार्ग, आदि सभी को नष्ट कर देता है। भू-स्खलन विनासकारी आपदा है।

अध्ययन क्षेत्र :-

उत्तराखण्ड प्रदेश 28°7" उत्तरी अक्षांश, 31°4" उत्तरी अक्षांश तथा 77°7" पूर्व देशान्तर से 81°1" पूर्वी देशान्तर के बीच स्थित है, उत्तराखण्ड प्रदेश 53483 वर्ग किमी० क्षेत्र में फैला हुआ है। उत्तराखण्ड में वन विभाग के अधिन वन क्षेत्र 2586318 वर्ग किमी० है। जिसमें 28 प्रतिशत क्षेत्र पर्वतीय है। उत्तराखण्ड में सड़कों की लम्बाई 23822.61 कि०मी० है। उत्तराखण्ड प्रदेश के भू-स्खलन क्षेत्रों को दो वर्गों में विभाजित किया जा सकता है 1. अति संवेदनशील 2. संवेदनशील



अध्ययन का उद्देश्य :-

- 1:- उत्तराखण्ड हिमालय के भू-स्खलनो का अध्ययन करना एवं मानव जीवन पर पडने वाले प्रभाव का अध्ययन करना
- 2:-भू-स्खलन के क्षेत्रों का मूल्याकन तथा भू-स्खलन को रोकने के उपायो का अध्ययन करना

विधितन्त्र-

प्राथमिक, द्वितीयक आंकड़ों का उपयोग:- प्रस्तुत अध्ययन में प्राथमिक आंकड़ों को एकत्र करने के लिये भू-स्खलन के क्षेत्रो का भ्रमण किया गया। भू-स्खलन क्षेत्रो की स्थिति,बनावट,मृदा,,प्राकर,वर्तमान एवं भूतकालीन स्वरूप तथा उस क्षेत्र के निकटवर्ती लोगों से मिलकर उनके आम जीवन में भू-स्खलनों से होने वाली समस्याओ का अध्ययन किया।द्वितीयक आंकड़ों में उत्तराखण्ड आपदा प्रबन्धन की वेबसाईट से आकडे प्राप्त किये गये, भूगर्भिक जानकारी के लिये भूगर्भ विज्ञान के शोध पत्रों की सहायता ली गयी।

उत्तराखण्ड में भू-स्खलन का सामान्य वर्गीकरण- उत्तराखण्ड प्रदेश हिमालय क्षेत्र में स्थित होने के कारण यहा भू-स्खलनों की संभावनायें बनी रहती है।उत्तराखण्ड प्रदेश के तराई भू-भागों को छोडकर सम्पूर्ण भू-भाग में भू-स्खलन की घटनायें होती रहती है। उत्तराखण्ड प्रदेश में विभिन्न वर्षों में भू-स्खलन की मुख्य निम्न घटनायें हुयी है।

क्र०स	वर्ष	भू-स्खलन क्षेत्र	क्र०स	वर्ष	भू-स्खलन क्षेत्र	क्र०स	वर्ष	भू-स्खलन क्षेत्र
1	1816	पौडी गढवाल	11	1979	उखीमठ	24	2005	गोविन्द घाट
2	1842	जोशीमठ	13	1981	उत्तरकाशी	25	2005	अगस्त्यमुनी
3	1868	चमोली जनपद	14	1986	जखोली रू०प्र०	26	2007	पिथौरागढ
4	1880	नैनीताल	15	1991	गोपेश्वर	27	2009	मुनस्यारी
5	1893	विरही चमोली जनपद	16	1996	भीम ताल	28	2010	बागेश्वर
6	1906	हेलगं चमोली जनपद	17	1998	मालपा	29	2011	अस्सी गंगा
7	1945	पताल गंगा	18	1998	उखीमठ	30	2012	सिरोबगड
8	1963	नैनीताल	19	2001	फाटा ब्यूंग	31	2013	मंदाकनि घाटी
9	1963	कल्यांसौड	20	2002	बूडाकेदार,भटवाडी	32	2021	ऋषिगंगा
10	1965	कर्णप्रयाग	21	2003	डीडीहाट			
11	1970	चमोली जनपद	23	2003	उत्तरकाशी			

उत्तराखण्ड प्रदेश में भू-स्खलनों सामान्य वर्गीकरण निम्न है।

- 1:-**पात (Fall)**— तीव्र पहाड़ी ढाल से बड़े शिलाखण्डों सहित अपक्षयित शैल पदार्थों तथा नदी के पार्श्व ढालों (क्लिफ ढाल)से मलवा गुरुत्व बल के प्रभाव में त्वरित एवं तत्काल नीचे गिरने को पात कहते हैं। शिलाखण्डों का आकार चट्टानों की संधियों के प्रतिरूप पर निर्भर करता है। पात उत्तराखण्ड प्रदेश के पर्वतीय जनपदों में वर्षा ऋतु में अधिक होता है। वर्तमान समय में उत्तराखण्ड प्रदेश में सड़कों के चौड़ीकरण के कारण भी पर्वतीय जनपदों में पात अधिक हो रहा है।
- 2:-**शैलपात (Rock Fall)** शैलपात अपेक्षाकृत लघु भूमि स्खलन होता है। जिसके अन्तर्गत क्लिफ के एंकाकी शिलाखण्ड नीचे गिरते हैं। शैलपात शैलों में यान्त्रिक अपक्षय तथा सीमित मात्रा में आक्सीकरण के कारण छोटे एवं बड़े खण्डों में विघटन के फलस्वरूप होता है। इस तरह से विघटित तथा जोड़ों के सहारे टूटे शिलाखण्ड आकर नीचे गिरते हैं। शैलपात की आवृत्ति पर्यावरणीय दशाओं पर निर्भर करती है जैसे शुष्कता, आर्द्रता चट्टानों की शैलकीय संरचनात्मक विशेषताएं ढाल का स्वरूप, वनस्पति आदि। शैल पात उत्तराखण्ड प्रदेश के उच्च हिमालय, मध्य हिमालय एवं निम्न हिमालय क्षेत्रों में होता रहता है।
- 3:-**भूमि स्खलन (Slide)** भूमि स्खलन अपक्षय से उत्पन्न शैल पदार्थ घाटी के ढाल, भ्रंश, अपरदन जनित सरिता घाटी, सड़क निर्माण, भवन निर्माण, बाँध का जल भण्डारण आदि क्षेत्रों में अपशिष्ट शैल पदार्थों स्खलन की घटनाएँ अधिक प्रभावित होती हैं। उत्तराखण्ड प्रदेश के पर्वतीय भागों में बने बांधों के समीप पर्वतीय क्षेत्रों में एवं सड़क निर्माण से भू-स्खलन की समस्या बनी रहती है



- 4:- **मलवा लुढकाव (Debris Topple)**—जब पहाड़ी पर अपक्षय व अपरदन के विभिन्न कारकों के द्वारा चट्टानों का विखण्डन होता है ये चट्टानी टुकड़े जो विभिन्न आकार के होते हैं ढाल का अनुसरण कर के गतिशील हो जाते हैं यह स्खलन अधिक उच्च स्थान से होता है, इसमें जल की भी महत्वपूर्ण भूमिका होती है। इसमें चट्टानों के विभिन्न प्रकार के पदार्थ जल के साथ मिलकर ढाल की ओर अनुसरण करके गतिशील हो जाते हैं इस प्रकार इसे मलवा लुढकाव कहते हैं। उत्तराखण्ड प्रदेश के पर्वतीय भागों में मलवा लुढकाव की समस्या बनी रहती है
- 5:-**भूमि लुढकाव (Land Topple)**— इस प्रकार के स्खलन में पदार्थ अत्यधिक महीन कण वाले होते हैं जिससे यह प्रतीत होने लगता है कि किसी क्षेत्र विशेष की समस्त भूमि एक साथ दूसरे स्थान में स्थानान्तरित हो रही है इसमें मुख्य भूमि जल की होती है यह स्खलन उँचाई से होता है। जिसे भूमि लुढकाव कहते हैं। उत्तराखण्ड प्रदेश के पर्वतीय भागों में भूमि लुढकाव की समस्या बनी रहती है

उत्तराखण्ड हिमालय में भू-स्खलन के कारण –

उत्तराखण्ड प्रदेश पर्वतीय भू-भाग होने कारण यहां भू-स्खलन की समस्या बनी रहती है। उत्तराखण्ड हिमालय में सर्वाधिक भू-स्खलन जून से अगस्त के महीने में होता है उत्तराखण्ड हिमालय में भू-स्खलन के कारण निम्न है।

नवीन वलित पर्वत का क्षेत्र:— सम्पूर्ण हिमालय एक नवीन वलित पर्वत का क्षेत्र है कोबर महोदय के पर्वत निर्माण सिद्धान्त के आधार पर हिमालय की उत्पत्ति एक महान भूसनन्ति से हुई मानी जाती है। जिसमें कि ऐशियन प्लेट से आने वाली सदावाहिनी नदियाँ निक्षेप करती रही फलस्वरूप इस भूसनन्ति में दोनों ओर से ऐशियन एव भारतीय प्लेट के टकरने से दबाव पडने लगा। फलस्वरूप लहरदार मोड़ों का निर्माण प्रारम्भ होने लगा। इसके फलस्वरूप हिमालय का निर्माण हुआ। हिमालय का निर्माण मुख्य रूप से नदियों से लाये गये अवासदों के फलस्वरूप हुई है जिस कारण अवासदों की कठोरता कम होने के कारण इनमें भू-स्खलन की क्रिया आसानी से क्रियाशील हो जाती है।

गढवाल एंव कुमौऊ उ हिमालय में भू-स्खलन का एक प्रमुख कारक सडक निर्माण है। गढवाल, कुमौऊ हिमालय तिब्बत (चीन)सीमा से लगा हुआ एक प्रमुख क्षेत्र है। यहां के विकास के लिए सडक निर्माण आवश्यक है। गढवाल एंव कुमौऊ हिमालय के सम्पर्ण भाग में रेलमार्ग का विकास नहीं किया जा सकता है। जिस कारण यहां सडक निर्माण आवश्यक है किन्तु सडक निर्माण से भू-स्खलन की क्रिया क्रियाशील होती रहती है। गढवाल व कुमौऊ में चारागाहों की बहुत कमी है गढवाल एंव कुमौऊ में औसतन प्रत्येक परिवार में 3-4 मवेशी पाये रहते हैं। यहां कोई स्थिर चारागाह नहीं है। जिस कारण सामान्यतः मवेशियों को जगलो में चरने के लिए भेज दिया जाता है। मवेशियों से अनियमित चराई करने के कारण धरातल के उपरी परत से वनस्पति को नष्ट कर देते हैं जिस से यह क्षेत्र वनस्पति विहीन हो जाता है। वर्षाकाल में अत्यधिक वर्षा होने के कारण वनस्पति के न होने के कारण आसानी से भू-स्खलन इन क्षेत्रों में क्रियाशील हो जाते हैं।

उत्तराखण्ड हिमालय के मुख्य भू-स्खलन क्षेत्र

सिरोबगड भू-स्खलन – सिरोबगड हरिद्वार बढीनाथ मार्ग पर श्रीनगर गढवाल से 18 किमी दूरी पर स्थित है इसमें मुख्य रूप से शैल समूह चमकीला-सफेद, हल्का नीला, क्वाटजाईट की चट्टानें पायी जाती हैं। ये भू-स्खलन 1920 से पूर्व क्रियाशील है किन्तु 1952, 1953, 1965 में यह सर्वाधिक क्रियाशील रहा है 1974 में इसमें सर्वाधिक प्रभाव रहा यह भू-स्खलन 165 मीटर ऊँचाई और 30 मीटर राजमार्ग के साथ लम्बा यह भू-स्खलन वर्षा के समय मुख्य रूप से क्रियाशील होता है यह भू-स्खलन वाह प्रकार का भू-स्खलन है। इसमें विभिन्न प्रकार के पदार्थ जल के साथ ढलान की ओर गतिशील होते हैं।



सिरोबगड भू-स्खलन

सिरोबगड भू-स्खलन की दृष्टि से अत्यन्त संवेदनशील है। यहां डैम के द्वारा अलकनन्दा नदी के जल के प्रवाह को रोका गया है। अलकनन्दा का जल रोकने से तथा अलकनन्दा का जल प्रवाह अत्यधिक होने के कारण यहां पर भू-स्खलन अधिक होने लग जाता है। भू-स्खलन की क्रिया को रोकना है तो डैम के द्वारा निरन्तर एंव नियमित अलकनन्दा के जल को छोड़ना होगा व साथ ही साथ कोमल चट्टानों की जगह पर कंक्रीट की दीवारों का निर्माण किया जाना चाहिए ताकि भू-स्खलन कम से कम हो।



अलकनन्दा डैम

बमोथ भू-स्खलन :- यह भू-स्खलन राष्ट्रीय राजमार्ग हरिद्वार बद्रीनाथ पर रूद्रप्रयाग से 30 किमी की दूरी पर स्थित है। यह भू-स्खलन पूर्ण रूप से मानवीय कारकों के द्वारा कियाशील है यह भू-स्खलन सडक निर्माण द्वारा कियाशील है। यह राष्ट्रीय राजमार्ग के साथ 400 मीटर तक विस्तृत है इसकी ऊँचाई 27 मीटर है। यह भू-स्खलन मुख्य रूप से शैल पात के अन्तर्गत आता है। वर्षा काल में ही यह भू-स्खलन मुख्य रूप से सक्रिय होता है



बमोथ भू-स्खलन

गौचर भू-स्खलन :- यह भू-स्खलन खडी चट्टान पर त्रिभुजाकार रूप में विस्तृत है। जिसकी लम्बाई 21 मीटर लगभग और ऊँचाई 27 मीटर है। यह भू-स्खलन भी मानवीय कारकों के द्वारा कियाशील है यह भू-स्खलन सडक निर्माण द्वारा कियाशील है। वर्षा काल में ही यह भू-स्खलन मुख्य रूप से सक्रिय होता है



गौचर भू-स्खलन

हेलग भूस्खलन :- हेलग भू-स्खलन जोशीमठ से पहले 13 किमी व राष्ट्रीय राजमार्ग पर राष्ट्रीय राजमार्ग पर 300 मीटर क्षेत्र पर विस्तृत है। यह भू-स्खलन एतिहासिक रूप से 1970 में बाढ के कारण सक्रिय हुआ था हेलग हिमालयी क्षेत्र में भगर्भिक दृष्टि से भी महत्वपूर्ण स्थान रखता है क्यो कि एम0सी0टी0 की पेटी यही से प्रारम्भ होती है। हेलग एक भ्रंश का क्षेत्र है जो कि महान हिमालय व मध्य हिमालय के मध्य स्थित है। जिस कारण यह क्षेत्र भूस्खलन की दृष्टि से अत्यन्त संवेदनशील है। यहा पर सामान्यतः शैल पात होता है जो कि अचानक होने वाल भू-स्खलन है। इसके साथ ही यहा पर वर्षा काल में मुख्य रूप से

भू-स्खलन की क्रिया सक्रिय होती है। जिसमें अपक्षयित पदार्थ, जल व अन्य पदार्थ मिलकर ढाल का अनुसरण करते हुए गतिशील होते हैं। इस भू-स्खलन के क्षेत्र में मुख्य रूप से चट्टाने टेलक, शिस्ट व फियालाइट पायी जाती है।



हेलग भूस्खलन

मालपा भू-स्खलन क्षेत्र:- मालपा भू-स्खलन क्षेत्र थल मुनस्यारी मार्ग में स्थित है। मालपा भू-स्खलन पिथौरागढ़ जनपद मुख्यालय से 80 कि० मी० मुनस्यारी राष्ट्रीय राजमार्ग पर स्थित है। भूस्खलन की दृष्टि से अत्यन्त संवेदनशील है। यहा पर सामान्यतः शैल पात होता है जो कि अचानक होने वाल भू-स्खलन है। इसके साथ ही यहा पर वर्षा काल में मुख्य रूप से भू-स्खलन की क्रिया सक्रिय होती है। जिसमें अपक्षयित पदार्थ, जल व अन्य पदार्थ मिलकर ढाल का अनुसरण करते हुए गतिशील होते हैं।

स्वाला भू-स्खलन क्षेत्र:- जनपद चम्पावत से 50 कि० मी० दूर टनकपुर के समीप स्थित है। यह भू-स्खलन वर्षा काल में मुख्य रूप से की क्रिया सक्रिय होता है।

चमोली जनपद के ऋषिगंगा नदी क्षेत्र में आपदा:-

उत्तराखण्ड प्रदेश के चमोली जनपद प्रवाहित अलकनन्दा नदी की सहायक नदियों ऋषिगंगा एवं धोलीगंगा में दिनांक 07 फरवरी 2021 को ग्लेशियर के टुटने से आई बाढ़ में 202 लोगो की मौत हुई, तथा तपोवन परियोजना को भारी नुकसान हुआ। ऋषिगंगा के कैचमेंट में 14 ग्लेशियर हैं, जो 52 स्कवायर कि०मी क्षेत्र में फैले हैं। जिसमें मुख्य तौर पर रौंथी, पिन्थार, त्रिशूल, दक्षिणी ऋषिगंगा ग्लेशियर उत्तरी ऋषिगंगा ग्लेशियर, उत्तरी नन्दा देवी ग्लेशियर, दक्षिणी नन्दा देवी ग्लेशियर, चंगबाग, ऋषिकोट, रामणी, हनुमान ग्लेशियर हैं।

जलवायु परिवर्तन का प्रभाव हिमालय क्षेत्र में भी पड रहा है। जलवायु परिवर्तन से हिमालय क्षेत्र में वर्षा, हिमपात के अनियमित होने के कारण आपदाओं का स्वरूप एवं समय बदल रहा है। जिसका उदाहरण दिनांक 07 फरवरी 2021 को ऋषिगंगा में आयी आपदा है वाडिया हिमालयन भूविज्ञान संस्थान ने ऋषिगंगा के कैचमेंट क्षेत्र में हवाई सर्वेक्षण में रैणी गांव के ऊपर ऋषिगंगा जलागम क्षेत्र में एक विशाल झील बनने का खुलासा किया है। जिसमें पानी की निकासी कम हो रही है। जो खतरनाक हो सकती है।



ऋषिगंगा जलागम क्षेत्र में झील

उत्तराखण्ड प्रदेश में 2013 में आयी केदारनाथ आपदा ग्लेशियर के टूटने से आयी है। 07 फरवरी 2021 को आयी आपदा भी ग्लेशियर के टूटने से ही आयी इसी प्रकार गंगोत्री ग्लेशियर में झील बनने से बाढ़ आयी थी लेकिन राज्य में ग्लेशियरो के अध्ययन करने के लिये गंभीर प्रयास नहीं किये गये उत्तराखण्ड हिमालय के ग्लेशियरो के अध्ययन करने की अधिक आवश्यकता है।



ऋषिगंगा में आपदा



S.D.R.F. एवं पुलिस द्वारा आपदा में दबे हुये लोगो को निकालते हुये

निष्कर्ष:-

उत्तराखण्ड हिमालय विश्व के एक नवीव वलित पर्वत श्रृंखला है हिमालय का निर्माण मुख्यतः अवसादो से हुआ है जिस कारण यहाँ पर मुख्य रूप से अवसादी चट्टाने पायी जाती है। चट्टानों में मुख्य रूप से यहा पर शिष्ट, टैल्क, फियालाइट तथा डोलोमाइट पायी जाती है। जिनकी सघनता सामान्यतः कम होती है। टैल्क की सघनता मोह स्केल पर सबसे कम होती है। जिस कारण यहा पर थोड़ी सी भी वर्षा होने से चट्टाने ढाल का अनुसरण करती हुई गतिशील हो जाती है जिसके फलस्वरूप भू-स्खलन की घटना क्रियाशील हो जाती है। उत्तराखण्ड हिमालय में भू-स्खलन होने का प्रमुखत कारण कमजोर चट्टानों का होना है जो कि पूर्णतः प्राकृतिक है। उत्तराखण्ड हिमालय में भू-स्खलन अधिक सक्रीय वर्षा में होते है इन भू-स्खलनो के प्रभाव को कम करने के लिए सर्वप्रथम अत्यधिक वर्षा वाले स्थानो को चयनित किया जाना चाहिए तथा वहाँ पर वृक्षारोपण किया जाना चाहिए चारागाह की समस्या भी उत्तराखण्ड हिमालय में सूक्ष्म स्तर पर भू-स्खलन का एक कारक है। जो पूर्णत मानव निर्मित है। इस समस्या के निराकरण के लिए चारागाह की उचित व्यवस्था की जानी चाहिए। भू-स्खलन क्षेत्रों का चिन्हीकरण किया जाना चाहिए, संवेदनशील क्षेत्रों में निर्माण कार्य प्रतिवन्धित लगाना चाहिए, अगर निर्माण कार्य होता है। तो रचना एवं भौगोलिक परिस्थितियों को ध्यान में रखकर किया जाना चाहिए। भू-स्खलन के क्षेत्र की स्थिति, आकार, प्रक्रिया के आधार पर इसका निराकरण किया जाना चाहिए। भू-स्खलन वाले क्षेत्रों में रामबाण के वृक्ष लगाये जाने चाहिए क्यो कि इनकी जडे अत्यन्त सघन होती है जिस कारण यह मिट्टी को जकडे हुए रखती है जिस से भू-स्खलन की क्रिया क्रियाशील नहीं हो पाती है। भू-स्खलन वाले क्षेत्रों में जल की निकासी की उचित व्यवस्था, दीवालो का निर्माण, उचित ढंग से किया जाना चाहिए है। इन कारकों का अनुसरण करके भू-स्खलन के प्रवाहों को कम तथा न्यूनतम किया जा सकता है।

References

1. Auden .J.B. 1937. Structure of the Himalaya in Garhwal. REC. Geol. Surv. Indian. 71 4 1/2
2. Barnard, P., L. Owen, L. A. Sharma, M. C. and Finkel, R. C. 2001. Natural and human induced landsliding in the Garhwal Himalaya of northern India. Geomorphology, Vol. 40
3. Carson, M. A. & Kirkby, M. J. 1972. Hillslope Form and Process. Cambridge Geographical Studies No. 3.
4. Gerrard, J. 1994. The landslide hazard in the Himalayas, Geological control and human action Geomorphology, Vol. 10
5. Ghildiyal, B. P. 1981. Soil of the Garhwal and Kumaon Himalaya. in Lal, J. S., ed. The Himalayan Aspect of Change, Oxford University Press, New Delhi,
6. Department of Science AND Technology 1994. Report on Methodology for Landslide Hazard Zonation. New Delhi
7. Naithani A. K. 2007. Macro Landslide Hazard Zonation mapping using bivariate statistical analysis in a part of Garhwal Himalaya. Geol. Vol
8. NRSA, 1991. ATLAS Land slide hazard zonation mapping in the Himalayas of Uttaranchal and Himachal Pradesh states using Remote Sensing and GIS

9. Rautela,P.and Thakur.V.C. ¼1999½Landslide Hazard Zonation in Kaliganga and Madhyamaheshwar Valleys of Garhwal Himalaya. A GIS based approach.Himalayan GeologyVOI.20
10. Valdiya,K.S. ¼1998½ Catastrophic landslides in Uttaranchal, central Himalaya.Journal of Geol,Soc.
11. दैनिक हिन्दुस्तान न्यूज पेपर 8एवं 12 फरवरी 2021 देहरादून उत्तराखण्ड