नेपाल सरकार

जल तथा ऊर्जा आयोगको सचिवालय

जलविज्ञान तथा जलस्रोत अनुसन्धान केन्द्र

बाढी पूर्वानुमान महाशाखा

स्थिति प्रतिवेदन-१ (SITUATION REPORT-1)

बूढीगण्डकी नदीमा आएको असामान्य बाढीको कारण तथा तल्लो तटीय क्षेत्रमा प्रभाव

प्रतिवेदन मिति:	२०८३-०६-२५
प्रतिवेदन तयार गरिएको समय:	सांझ १० बजे
घटनाको प्रारम्भिक सूचना प्राप्त समय:	बिहान करिब ०६:०० बजे
प्रभावित नदी प्रणाली:	बूढीगण्डकी–त्रिशूली नदी प्रणाली
प्रारम्भिक रूपमा बाढी शुरुवात भएको स्थान:	स्यार खोला, तुम्जे, चुमनुब्री गाउँपालिका–६, गोरखा
प्रतिवेदनको अवस्था:	प्रारम्भिक; थप तथ्य तथा प्राविधिक विश्लेषण जारी

१. सारांश

बिहान करिब ०६:०० बजे बाढी पूर्वानुमान महाशाखामा गोरखा जिल्लाको चुमनुब्री गाउँपालिका–६, तुम्जे नजिक बूढीगण्डकीको सहायक नदी स्यार खोला तर्फबाट असामान्य बाढी आएको प्रारम्भिक सूचना प्राप्त भएको थियो। प्रारम्भिक सूचना तथा उपलब्ध भू–उपग्रह तस्बिरको विश्लेषणबाट हिमाली क्षेत्रमा सृजित पहिरोले स्यार खोला थुनिन गई अस्थायी अवरोध वा प्राकृतिक बाँध बनेको र त्यससँग सम्बन्धित पानीको आकस्मिक बहाव आएको देखिएको छ। तथापि, घटनाको विस्तृत कारण पुष्टि गर्न विस्तृत भू–आकृतिक, भू–उपग्रह तथा अन्य उपलब्ध तथ्यको थप विश्लेषण आवश्यक छ र विस्लेषण गर्ने कार्य भइरहेको छ।

जलविज्ञान तथा जलस्रोत अनुशन्धान केन्द्र अन्तर्गत सञ्चालित आरुघाट बाढी मापन केन्द्रमा बिहान ०६:३० बजे जलसतह २.२८ मिटरबाट बढेर ३.६६ मिटर अभिलेख भएको थियो। त्यसपछि बहाब केही घट्न गई बिहान ०७:५० बजे जलसतह पुनः बढेर ५.०१ मिटर पुगेर खतरा तह (५.०० मिटर) नाघेको र बिहान ०८:३० बजे ६.२२ मिटर तथा ०८:४० बजे ८.४३ मिटर पुगेको थियो। त्यसपछि ताहां स्थित पक्कि पुलसहित मापन केन्द्र बगाएकाले उक्त केन्द्रबाट थप जलसतह विवरण प्राप्त हुन सकेको छैन।

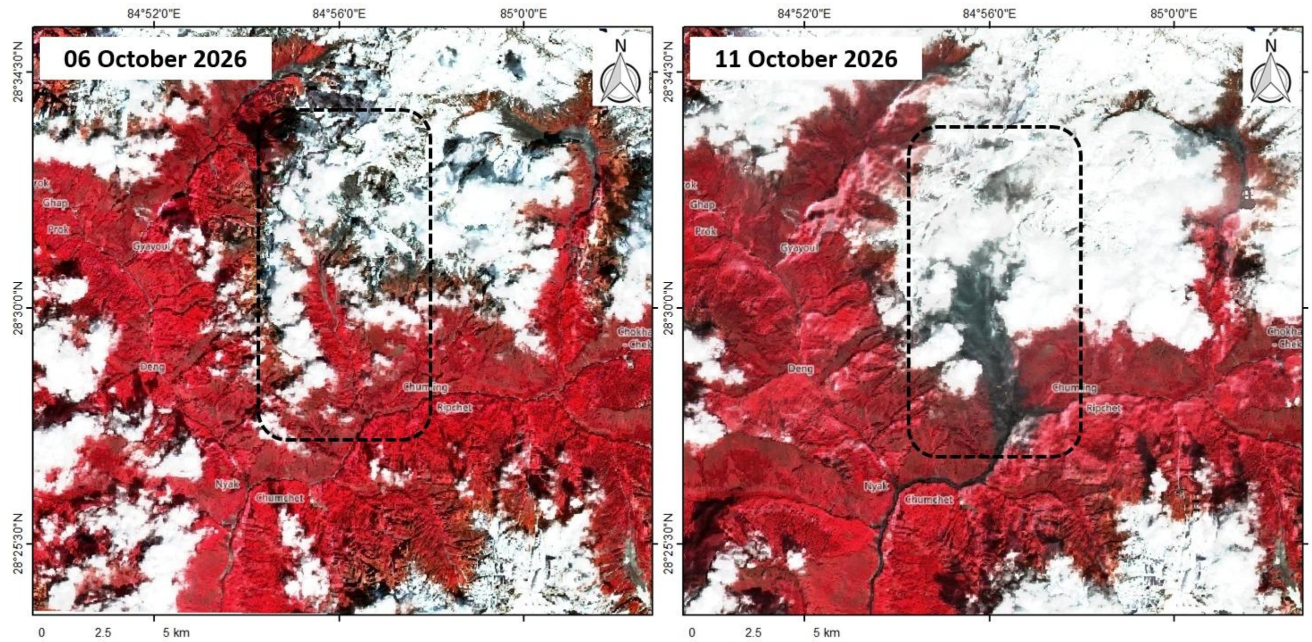
सम्भावित जोखिमलाई ध्यानमा राखी सूचना प्राप्त हुनासाथ बूढीगण्डकी नदीको तटीय क्षेत्रमा नेपाल टेलिकम र एनसेल मार्फत करिव ६० हजार Mass SMS संप्रेषण गरिएको, करिब ०८:०० बजे सामाजिक सञ्जालमार्फत सार्वजनिक आम-नागरिक तथा सरोकारवाला सबैलाई शुरक्षित स्थानमा रहिरहन अपिल गरिएको र बिहान ०९:२५ बजे पुनः थप करिव २

लाख SMS मार्फत प्रभावित तथा प्रभाव सम्भावित तल्लो तटीय क्षेत्रका सर्वसाधारण र सरोकारवालालाई सुरक्षित स्थानमा जान/रहन अनुरोध गरिएको थियो।

घटनाको सम्भावित प्रकृति, आरुघाटमा मापन केन्द्र तथा पुलको क्षति र तल्लो तटीय क्षेत्रमा बाढीको यात्रा जारी रहन सक्ने अवस्थालाई ध्यानमा राखी बेनिघाट, मुग्लिन, र देवघाटसम्मका क्षेत्रको निरन्तर अनुगमन गरिराखिएको छ।

२. प्राप्त भु-उपग्रह तस्विर विश्लेषण

प्राप्त प्रारम्भिक विश्लेषण अनुसार घटना गोरखा जिल्लाको चुमनुब्री गाउँपालिका–६, तुम्जे नजिक बूढीगण्डकी नदीको सहायक नदी क्षेत्रमा सुरु भएको देखिन्छ। प्रारम्भिक सूचना र भू–उपग्रह तस्बिरको अवलोकनले पहिरोका कारण नदीको बहाव अवरुद्ध भई पानी सञ्चित भएको र अवरोध कमजोर वा भत्किँदा आकस्मिक बहाव उत्पन्न भएको देखाएको छ।



चित्र १: ६ अक्टोबर २०२६ र ११ अक्टोबर २०२६ का सेन्टिनेल-२ (Sentinel-२) स्याटेलाइट तस्बिरहरू

माथिका सेन्टिनेल-२ (Sentinel-2) स्याटेलाइट तस्बिरहरूले नेपालको उत्तरी हिमाली भेग (च्याउल, देङ, चुम्चेत र रिप्चेत आसपास) मा ६ अक्टोबर २०२६ र ११ अक्टोबर २०२६ बिच भएको भौगोलिक तथा मौसमी परिवर्तनलाई स्पष्ट रूपमा देखाउँछन्। यी दृश्यहरू NIR/Red/Green (False Color Composite) ब्यान्ड संयोजनमा तयार पारिएका हुन्, जहाँ रातो रङले जीवित वनस्पति, सेतो रङले बाक्लो हिमपात वा बादल, र गाढा कालो रङले गेग्रान, पहिरो तथा पानीको बहाव क्षेत्रलाई सङ्केत गर्छ। ६ अक्टोबरको पहिलो तस्बिरमा मुख्य खोँच र डाँडाहरूमा रातो वनस्पति तथा छरिएको हिमपात मात्र देखिन्छ। तर ११ अक्टोबरको दोस्रो तस्बिरमा भने कालो ड्यास रेखाभित्रको क्षेत्रमा व्यापक हिमपात पछि माथिल्लो भेगबाट ठूलो हिमपहिरो वा लेदोसहितको पहिरो (Debris flow) खसेर तल्लो उपत्यकातर्फ

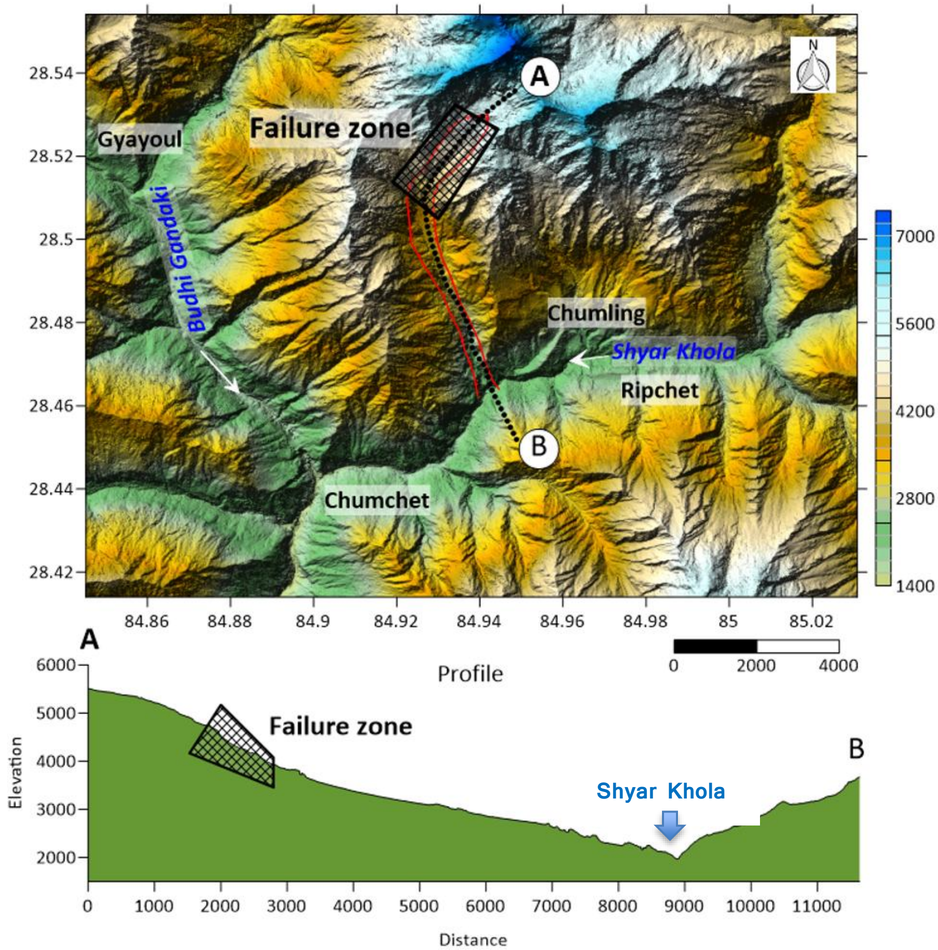
बगेको स्पष्ट कालो धब्बा र बहाव रेखा (trail) देख्न सकिन्छ। यसले दुई मितिको बिचमा उक्त उच्च हिमाली भागमा भीषण गेग्रान बहाव वा हिमपहिरोको घटना घटेको र त्यसले तल्लो तटीय क्षेत्रसम्म प्रभाव पारेको पुष्टि गर्छ।

३. भौगोलिक तथा भौगर्भिक विश्लेषण

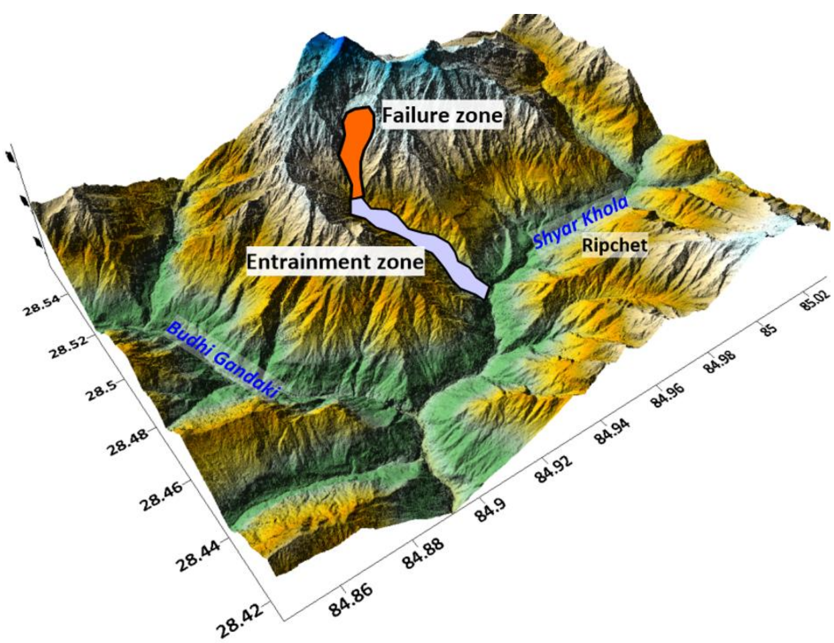
उद्गम स्थल (Source Zone): ६ अक्टोबरको तस्बिरमा कालो रेखाभित्रको माथिल्लो भागमा हल्का हिउँ र चट्टानी ढलान मात्र देखिन्छ। ११ अक्टोबरको तस्बिरमा माथिल्लो भागमा व्यापक नयाँ हिमपात भएको छ र सोही उच्च भागबाट ठूलो हिमपहिरो वा चट्टानी पहिरो सुरु भएको देखिन्छ। गेग्रान बहावको बाटो (Flow Path): ११ अक्टोबरको तस्बिरमा माथिल्लो हिमशिखरबाट एउटा गाढा कालो रेखा (Track) सुरु भएर ठाडो खोंच हुँदै तलतिर तीव्र गतिमा बगेको देखिन्छ। यो कालो धब्बाले भीषण हिमपहिरो वा लेदो पहिरो (Debris Flow) ले बाटोका वनस्पति र माटो बढारेर लगेको सङ्केत गर्छ। बहाव र थुप्रिने प्रक्रिया (Runout & Deposition): तीव्र ढलान हुँदै बगेको यो लेदो चुम्लिङ र रिप्चेत नजिकै रहेको मुख्य नदीको दोभानमा पुगेर थुप्रिएको छ। तल्लो उपत्यकामा बनेको यो गाढा गेग्रानको थुप्रोले केही समयका लागि नदीको प्राकृतिक बहावमा बाधा पुर्‍याएको वा थामेको सम्भावनालाई समेत सङ्केत गर्छ।

यस क्षेत्रको धरातलमा तीव्र उचाइगत भिन्नता (extreme vertical relief) देखिन्छ, जहाँ माथिल्लो भागका उच्च हिमाली चुचुरा तथा रिजहरू (तस्बिरको माथिल्लो भागमा सेतो हिउँ र बादलले जनाइएको) बाट तल चुम्चेत, रिप्चेत र देङ नजिकका गहिरा "भी" आकारका (V-shaped) नदी उपत्यकाहरूसम्मको भू-बनोट फैलिएको छ। चित्रमा फेदबाट पूर्व-पश्चिम बग्ने मुख्य नदी क्षेत्र स्पष्ट देखिन्छ, जसमा साँघुरा पहाडी खोंचहरू हुँदै बग्ने तीव्र ढलानयुक्त सहायक नदीहरू आएर मिसिन्छन्।

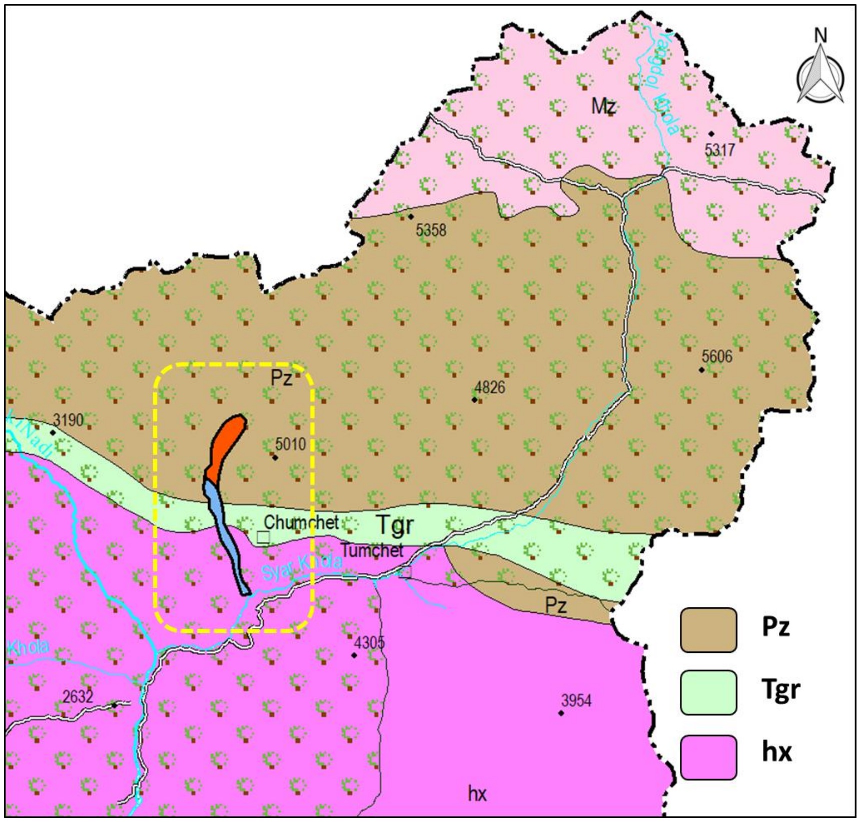
उचाइ नक्सा (Digital Elevation Model) अनुसार यस क्षेत्रको धरातलीय स्वरूप समुद्र सतहबाट १,४०० मिटरदेखि ७,००० मिटरभन्दा माथिसम्म फैलिएको छ। नक्सामा हरियो रङले जनाइएको बूढीगण्डकी र स्याल खोलाको तल्लो उपत्यका क्षेत्र समुद्र सतहबाट करिब १,४०० देखि २,८०० मिटर को उचाइमा पर्छ, जहाँ चुम्चेत, चुम्लिङ, रिप्चेत र च्याउल जस्ता मानव बस्तीहरू रहेका छन्। पहेंलो तथा खैरो रङले देखाइएको मध्य-भिरालो पहाडी भाग २,८०० मिटरदेखि ५,६०० मिटर सम्म फैलिएको छ। नक्साको माथिल्लो भागमा निलो र आकासे रङले देखाइएका उच्च हिमाली चुचुराहरू ५,६०० देखि ७,००० मिटरभन्दा माथि सम्म पुगेका छन्। यस घटनाको मुख्य स्रोत क्षेत्र (Failure Zone) समुद्र सतहबाट करिब ५,५०० देखि ६,५०० मिटर को अत्यधिक उचाइमा रहेको छ, जहाँबाट पहिरो वा हिमपहिरो सुरु भई तलतिर खस्दै ३,५०० मिटरभन्दा बढी को ठाडो उचाइ पार गरेर स्यार खोला नजिकै २,००० देखि २,८०० मिटरको उचाइमा पुगेको देखिन्छ।



चित्र ३: पहिरो/गेग्रान बहावको स्थलाकृतिक नक्सा र प्रोफाइल रेखाचित्र



चित्र ४: पहिरो/गेग्रान बहावको त्रि-विमीय मोडल



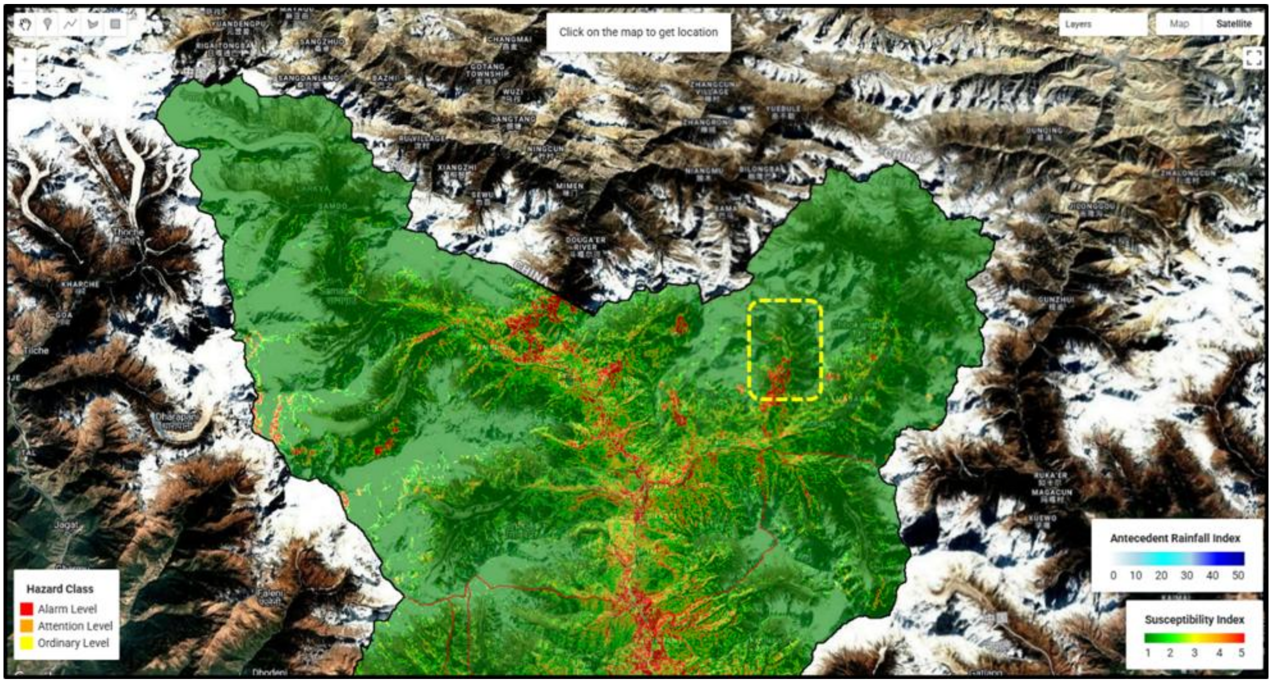
Pz	Lower part mainly calcareous, middle part pelagic and upper part is rich in detrial sediments. Limestone, sandstone and shale. Early Permian tilloid beds with plant fossils and focal spilitic lava flows.
Tgr	High grade metamorphic rocks comprising gneisses, quartzites and marbles. Migmatites and granite geneisses present predominantly in the upper part.
hx	Two mica leucocratic granites with tourmaline.

चित्र ५: पहिरो/गेग्रान बहाव क्षेत्रको भौगर्भिक नक्सा (स्रोतः खानी तथा भूगर्भ विभाग, २०२०)

पहेंलो ड्यास रेखाभित्र सुन्तला र नीलो रङमा देखाइएको भागले हालै घटेको पहिरो वा लेदो बहाव (Debris Flow) को बाटोलाई जनाउँछ। यो घटना प्यालियोजोइक (Pz) चट्टानी भागबाट सुरु भई टर्सिएरी ग्रेनाइट (Tgr) हुँदै तल हाइअर हिमालयन क्रिस्टलाइन (hx) र स्यार खोलाको दोभानसम्म पुगेको छ। फरक-फरक चट्टानी एकाइहरू (Pz, Tgr, र hx) को सङ्गम स्थलमा चट्टानहरूको कमजोर स्थिति र तीव्र ढलानका कारण उच्च गेग्रान बहाव उत्पन्न भएको भौगर्भिक ढाँचाले स्पष्ट पार्छ।

प्रस्तुत नक्साले वर्षा र जमिनको प्राकृतिक संवेदनशीलतामा आधारित पहिरो तथा भूभाग जोखिम (Terrain Failure / Landslide Hazard Map) को विस्तृत विश्लेषण प्रस्तुत गर्दछ। भू-उपग्रह तस्बिरमा ओभरले गरिएको यस नक्सामा बायाँपट्टि देखाइएको Hazard Class ले जोखिमलाई Susceptibility Index (१—५) ले १ (कम) देखि ५ (अत्यधिक) सम्म जमिनको प्राकृतिक पहिरो संवेदनशीलतालाई मापन गर्दछ। नक्सामा देखाइएको Susceptibility Index अनुसार

पहिरो वा गेग्रान बहाव (Debris Flow) को उद्गम स्थल (Source Area) पूर्ण रूपमा रातो रङले जनाइएको ५ (Very High Zone - अत्यधिक उच्च संवेदनशीलता क्षेत्र) भित्र पर्दछ। यस क्षेत्रको तीव्र ढलान र भौगर्भिक बनावटका कारण यो खण्ड जमिन खस्ने तथा ठूलो पहिरो सुरु हुने हिसाबले अत्यधिक संवेदनशील रहेको स्पष्ट हुन्छ।

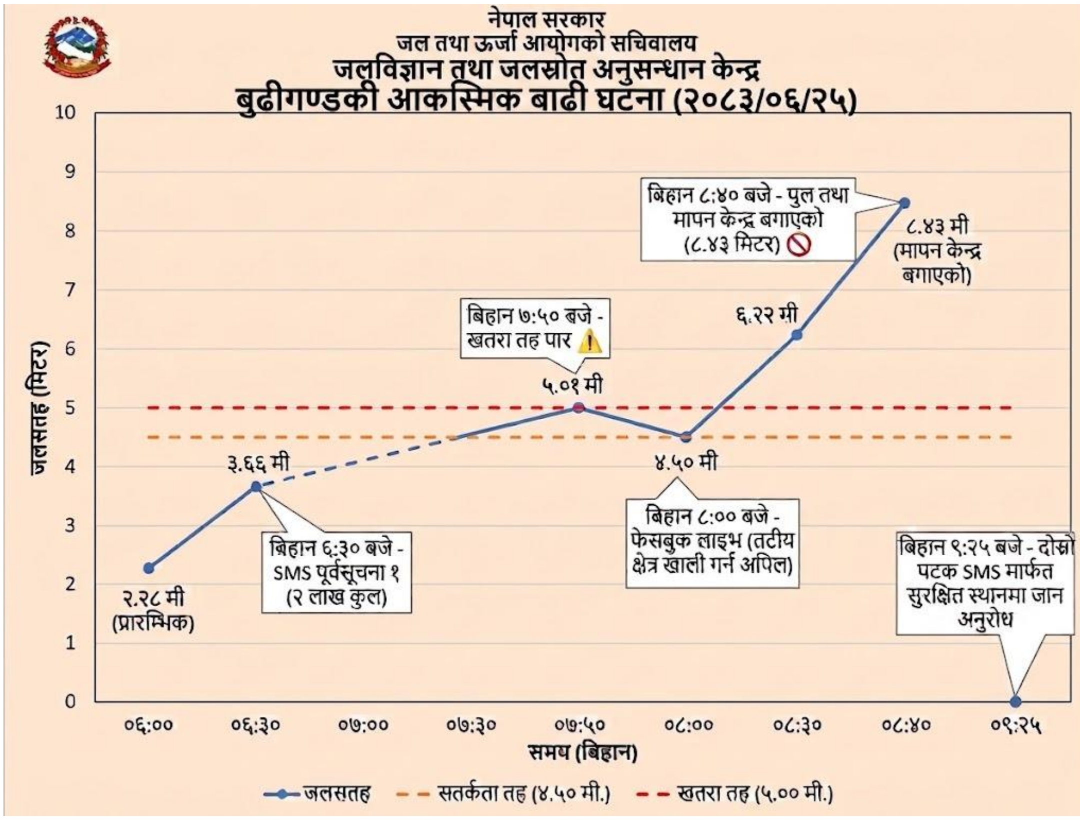


चित्र ६: पहिरो/गेग्रान बहाव क्षेत्रको संवेदनशीलतामा आधारित पहिरो तथा भूभाग जोखिम नक्सा

४. आरुघाट बाढी मापन केन्द्रको जलसतह विवरण

समय	घटनाक्रम/जलसतह	अवस्था/टिप्पणी
०६:००	बाढी पूर्वानुमान शाखामा तुम्जे क्षेत्रबाट असामान्य बाढी आएको प्रारम्भिक सूचना प्राप्त।	प्रारम्भिक सूचना
०६:३०	आरुघाट केन्द्रमा जलसतह ३.६६ मिटर।	सतर्कता तह ४.५० मिटरभन्दा तल
०६:४०	बूढीगण्डकी नदीको तटीय क्षेत्रमा SMS पूर्वसूचना संप्रेषण।	पूर्वसूचना जारी
०७:५०	जलसतह ५.०१ मिटर पुग्यो र त्यसपछि घट्न थालेको विवरण।	खतरा तह ५.०० मिटरभन्दा माथि
करिब ०८:००	फेसबुक लाइभमार्फत अद्यावधिक सूचना; बेनिघाटसम्म तटीय बस्ती खाली गर्न तथा करिडोर राजमार्ग बन्द गर्न अनुरोध। मुग्लिनसम्म उच्च सतर्कता र तनहुँ, चितवन तथा नवलपरासी क्षेत्रमा सतर्कता अपिल।	सार्वजनिक जोखिम सञ्चार
०८:३०	तेस्रो बाढी आरुघाट पुगेको; जलसतह ६.२२ मिटर।	खतरा तहभन्दा माथि
०८:४०	जलसतह ८.४३ मिटर पुगेको विवरण। त्यसपछि पुलसहित केन्द्र बगाएकोले थप मापन प्राप्त हुन सकेन।	मापन केन्द्र निष्क्रिय

०९:२५	आरुघाट तथा चितवन, तनहुँ र नवलपरासीका सर्वसाधारण/सरोकारवालालाई दोस्रो पटक SMS; बेलुकीसम्म सुरक्षित स्थानमा जान वा रहन अपिल।	पुनः पूर्वसूचना



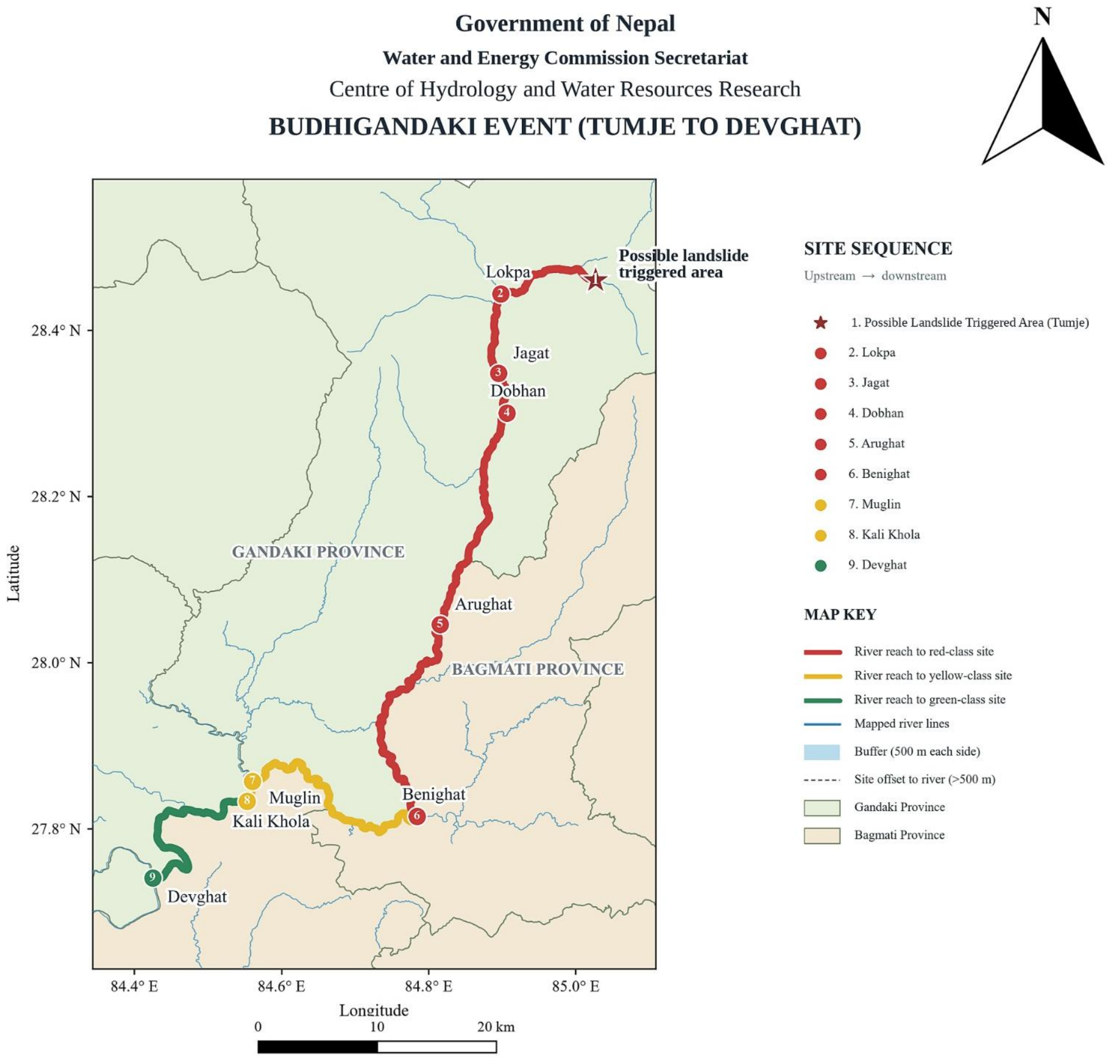
चित्र न ७: आरुघाट केन्द्र नं ४४५ मा मापन भएको जलसतह अभिलेख

नोट: समय र जलसतह उपलब्ध गराइएको प्रारम्भिक विवरणमा आधारित छन्। अन्तिम प्रतिवेदनमा केन्द्रको मूल अभिलेख, समय मिलान तथा प्राविधिक प्रमाणीकरणपछि आवश्यक संशोधन गरिनेछ।

५. पूर्वसूचना प्रवाह तथा जोखिम सञ्चार

- बिहान करिब ०६:०० बजे बाढी पूर्वानुमान शाखाले तुम्जे क्षेत्रबाट असामान्य बाढी आएको प्रारम्भिक सूचना प्राप्त गऱ्यो।
- बिहान ०६:४० बजे बाढीको थप पुष्ट्याइँसहित बूढीगण्डकी नदीको तटीय क्षेत्रमा सर्वसाधारणलाई SMS पूर्वसूचना पठाइयो।
- करिब ०८:०० बजे फेसबुक लाइभमार्फत बाढीको अवस्थाबारे अद्यावधिक जानकारी सार्वजनिक गरियो। बूढीगण्डकी तटीय क्षेत्रका बस्ती बेनिघाटसम्म खाली गर्न र करिडोर राजमार्ग बन्द गर्न अनुरोध गरियो।
- मुग्लिनसम्म उच्च सतर्कता अपनाउन तथा तनहुँ, चितवन र नवलपरासी क्षेत्रमा सम्भावित मध्यम जोखिमलाई ध्यानमा राखी सतर्क रहन अपिल गरियो।
- बिहान ०९:२५ बजे पुनः SMS पठाई आरुघाट र सम्भावित प्रभावित तल्लो तटीय क्षेत्रका बासिन्दा तथा सरोकारवालालाई बेलुकीसम्म सुरक्षित स्थानमा जान/रहन अनुरोध गरियो।

उपलब्ध विवरणले सूचना प्राप्त भएपछि क्रमिक रूपमा SMS र सार्वजनिक सञ्चार माध्यमबाट जोखिम सञ्चार भई नागरिक शूरक्षित स्थानमा गएको देखाउंछ।



चित्र नं ८: बाढीले प्रभाव परेको आधारमा नदी क्षेत्रको विवरण

६. नदीको तल्लो तटीय क्षेत्रमा सम्भावित जोखिम

हाल उक्त बाढी पार भइसकेकोले थप जोखिम छैन। तर बाढीको स्रोत क्षेत्र अस्थिर देखिएकोले निरन्तर अनुगमन र सावधानी तल्लो तटिय क्षेत्रमा आवश्यक देखिन्छ।

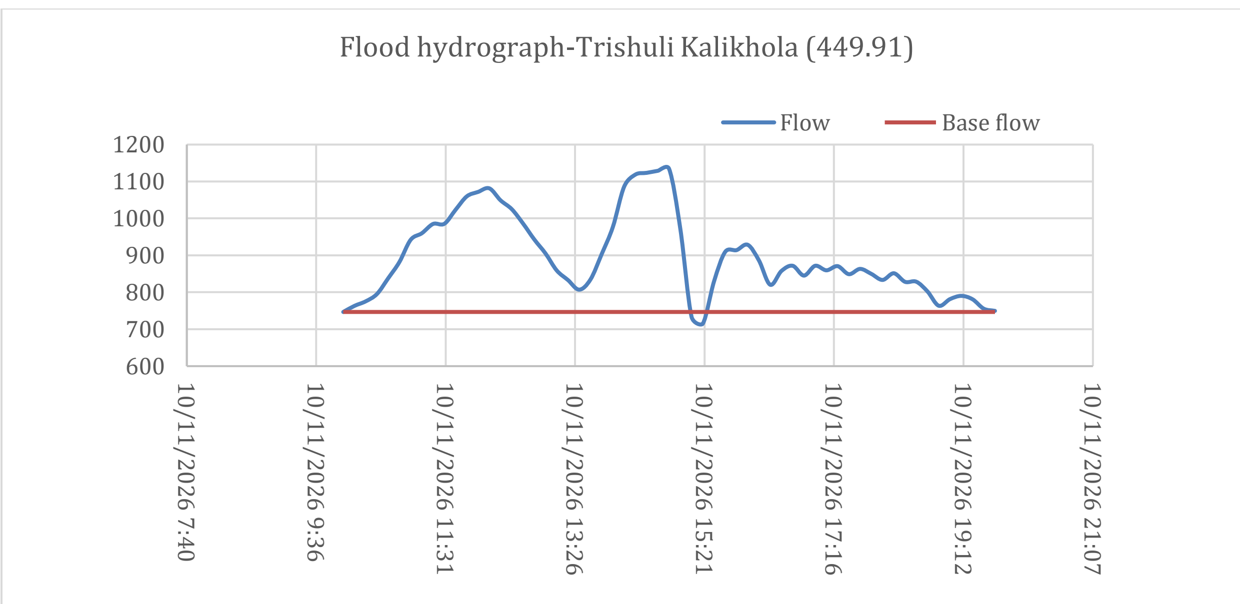
७. प्रमुख क्षति तथा सञ्चालनसम्बन्धी अवस्था

- आरुघाट बाढी मापन केन्द्र पुलको डेकमा जडान गरिएको र पुलसमेत बाढीले बगाएकाले केन्द्र पूर्ण रूपमा निष्क्रिय भएको छ।

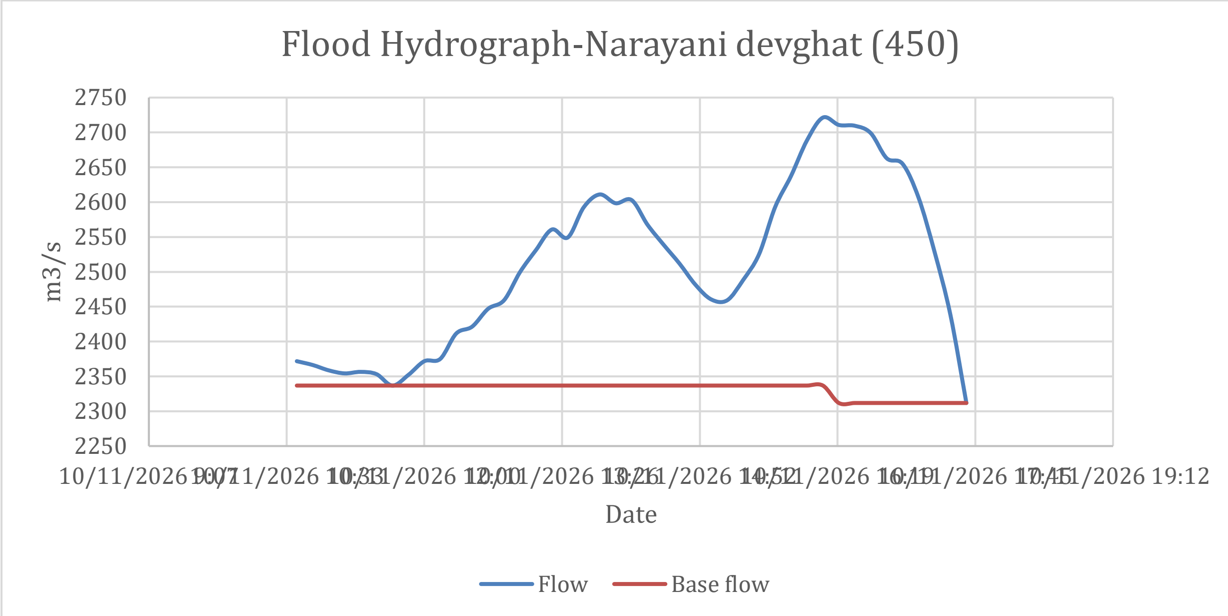
- केन्द्र बगाएपछि आरुघाटमा थप प्रत्यक्ष जलसतह मापन प्राप्त गर्न नसकिएको छ; यसले वास्तविक समयको अनुगमनमा अवरोध गरेको छ।
- तत्काल उक्त स्थानमा बाढीमापन केन्द्र स्थापनाको लागि तयारी शुरु गरिएको छ।

८. मुग्लिन-कालिखोला तथा नारायणी देवघाट बाढीमापन केन्द्रबाट पार भएको अतिरिक्त बहाब संबन्धि विवरण

कालिखोला र देवघाट जलमापन केन्द्रमा अभिलेख भएको जलसतह तथा सम्बन्धित रेटिङ कर्भ (Rating Curve) का आधारमा तयार गरिएको हाइड्रोग्राफ (चित्र नं. ९ र १०) विश्लेषण अनुसार, उक्त बाढी घटनाका क्रममा कालिखोलाबाट करिब ५.२९ मिलियन घनमिटर (Mm^3) र देवघाटबाट करिब ४.९७ मिलियन घनमिटर (Mm^3) अतिरिक्त पानीको आयतन प्रवाहित भएको देखाएको छ। दुवै केन्द्रमा मापन गरिएको अतिरिक्त प्रवाहको आयतनले बाढी घटनाको उल्लेखनीय जलप्रवाह परिमाणलाई संकेत गर्दछ। यद्यपि, यी आयतनहरू प्रत्यक्ष प्रवाह मापनबाट नभई जलसतह र रेटिङ कर्भका आधारमा तयार गरिएका हाइड्रोग्राफबाट गणना गरिएकाले केही फरक पर्न गएको पनि देखिन्छ र यसलाई अनुमानित परिमाणका रूपमा लिनुपर्छ। विशेषगरी आकस्मिक बाढीका क्रममा नदीको बहाव अवस्था, नदीको आकृतिमा आएको परिवर्तन तथा रेटिङ कर्भको विश्वसनीयताले गणनामा प्रभाव पार्न सक्ने भएकाले यी नतिजाहरूलाई थप विश्लेषण तथा उपलब्ध अन्य प्रमाणका आधारमा व्याख्या गर्नु उपयुक्त हुन्छ।



चित्र नं ९: कालिखोला केन्द्र नं ४४९.९१ बाट प्रबाह भएको अतिरिक्त बहाब हाइड्रोग्राफ



चित्र नं १०: देवगाट केन्द्र नं ४५० बाट प्रबाह भएको अतिरिक्त बहाब हाइड्रोग्राफ

९. निष्कर्ष

बिहान करिब ०६:०० बजे प्राप्त प्रारम्भिक सूचनापछि आरुघाटमा जलसतह खतरा तहभन्दा माथि पुगेको र त्यसपछि छोटो अवधिमा तीव्र वृद्धि भई ८.४३ मिटर पुगेको विवरण प्राप्त भएको छ। त्यसलगत्तै पुलसहित बाढी मापन केन्द्र बगाएकाले प्रत्यक्ष मापनमा अवरोध आएको छ। प्रारम्भिक सूचना तथा भू–उपग्रह तस्बिरले तुम्जे नजिक पहिरोका कारण नदी अवरुद्ध भई आकस्मिक बाढी आएको देखाएको छ। पहिरोको शूरुवात हिमक्षेत्रबाट भए-नभएको एकिन हुन बांकी छ।

सम्बन्धित क्षेत्रमा SMS तथा सामाजिक सञ्जालमार्फत चेतावनी र सुरक्षित स्थानमा जान/रहन समयमै अपिल गरिएकोले साथै माथिल्लो क्षेत्रका समुदायबाट निरन्तर संप्रेसित सूचनाका कारण मानवीय क्षती हुन पाएन यसलाई सफल पूर्वसूचना प्रणालीको प्रयोगको रुपमा लिन सकिन्छ।

यस घटनाको कारकको रुपमा भौगोलिक रूपमा ४,००० देखि ५,००० मिटरको अत्यधिक तीव्र ढलानमा अवस्थित भौगर्भिक दृष्टिकोणले प्यालियोजोइक (Pz) सेडिमेन्टरी र टर्सिएरी ग्रेनाइट (Tgr) चट्टानी एकाइहरूको कमजोर सङ्गमस्थलमा पर्दछ। संवेदनशीलता सूचकांक (Susceptibility Index) अनुसार Failure zone पूर्ण रूपमा 'Level ५ (Very High Zone)' भित्र पर्नुले यो भाग आफैंमा भौगर्भिक रूपमा अत्यन्तै अस्थिर, धाँजा फाटेको र पहिरो जानका लागि अति संवेदनशील रहेको देखाउँछ।