



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



नीलकण्ठ नगरपालिकामा विकास गरिएको पहिरो पूर्वसूचना प्रणाली

१. परिचय

विपद् जोखिम न्यूनीकरणका लागि संयुक्त राष्ट्रसंघीय अन्तर्राष्ट्रिय रणनीति (United Nations International Strategy for Disaster Risk Reduction — UNISDR) का अनुसार प्रकोपको घटना अगावै तत्सम्बन्धी आवश्यक र भरपर्दो सूचना उत्पादन तथा प्रवाह गरी जोखिम क्षेत्रमा अवस्थित व्यक्ति, समूह तथा संस्थाहरूलाई पूर्व तयारी र प्रतिकार्यको स्थितिमा रहन तथा सम्भावित जनधनको क्षति वा नोक्सानीका लागि प्रकोपको घटना अगावै आवश्यक कार्य बेलैमा गर्न सघाउन सक्ने सुदृढ प्रणाली एवं दक्षता नै पूर्वसूचना प्रणाली हो। प्रकोप डरलाग्दा परिघटना, मानवीय क्रियाकलाप, वा परिस्थिति हो जसका कारणले ज्यानको नोक्सानी, घाइते हुने सम्भावना वा अन्य स्वास्थ्यसम्बन्धी असरहरू, धनमालको क्षति, जनजीविका (Livelihoods) तथा सेवाहरूको नोक्सानी, सामाजिक तथा आर्थिक गतिरोध, वा वातावरणीय ह्रास समेत निम्त्याउँछ। प्रकोपको उदाहरणमा बाढी, पहिरो (भूस्खलन), भूकम्प आदिलाई लिन सकिन्छ। सम्भावित प्रकोप वा विपद्मा जनधनको क्षति न्यूनीकरणका लागि पूर्वसूचना अति महत्वपूर्ण हुन्छ र यसका मुख्य चार खम्बाहरू (क) जोखिमको ज्ञान, (ख) प्रकोपको निगरानी तथा चेतावनी सेवा, (ग) सूचना प्रसार तथा प्रवाह सेवा र (घ) प्रतिकार्य क्षमता विकास हुन्।

नेपाल सरकार, गृह मन्त्रालयको एक तथ्यांक अनुसार सन् २०१७ र २०१८ मा हिमाली र पहाडी भेगमा ४८३ पहिरोका घटना घटे, जसका कारण कुल १६१ जनाको ज्यान जानुका साथै करिब १९.१६ करोड रुपैयाँको धनमालको क्षति भएको थियो। आगामी दिनमा जलवायु परिवर्तनका कारण पहिरोका घटनाहरू बढ्ने अनुमान विभिन्न अध्ययनले देखाएको छ। जलवायु परिवर्तनका लागि अन्तरसरकारी समूह (Inter-Governmental Panel on Climate Change — IPCC) को छैठौँ मूल्यांकन प्रतिवेदन (Sixth Assessment Report — AR6) का अनुसार सम्भावित बढ्दो मात्राको वर्षाका कारण नेपालको संवेदनशील पहाडी तथा हिमाली क्षेत्रमा पहिरोका घटनाहरू भविष्यमा बढ्ने देखिन्छ। त्यसकारण, संकटासन्न समुदायको जनधनको रक्षा गर्न विभिन्न विकल्प र क्रियाकलापहरूको विकास तथा कार्यान्वयन आवश्यक भएको छ। पहिरोबाट हुनसक्ने जनधनको नोक्सानी न्यूनीकरणको लागि पहिरो पूर्वसूचना प्रणाली (Landslide Early Warning System — LEWS) को डिजाइन, विकास तथा कार्यान्वयनलाई प्रभावकारी विकल्पका रूपमा पहिचान गरिएको छ।

पहिरो पूर्वसूचना प्रणालीका चार खम्बाहरू मध्ये २ वटाको आंकलन जटिल र अनिश्चित हुने गर्दछ। यी दुई खम्बाहरू (क) पहिरो जोखिम मूल्यांकन र (ख) प्रकोपको निगरानी तथा चेतावनी सेवा हुन्। यी विद्यमान जटिलता र अनिश्चितताले गर्दा नेपालका साथै अन्य मुलुकमा पनि पहिरो पूर्वसूचना प्रणालीका बारेमा निकै कम जानकारी पाइन्छ। यसमध्ये पहिलो खम्बाको रूपमा रहेको पहिरो जोखिम मूल्यांकन मूलतः जमिनको भिरालोपन, माटोको प्रकार, भूउपयोग, भौगोलिक अवस्था, वर्षाको मात्रा तथा निव्रता एवम् विगतका पहिरोको तथ्यांकहरूसँग सम्बन्धित हुन्छ। भौगोलिक अवस्था र समय अनुसार फरक पर्ने भूपरिवेशिय विशेषताहरूको कारण पहिरो जोखिम मूल्यांकन निकै कठिन हुने गर्दछ। साथै, प्रणालीको अर्को खम्बाको रूपमा रहेका प्रकोपको निगरानी तथा चेतावनी सेवा वर्षाको समयमा हुने पानी र माटोबीचको अन्तर्क्रियामा निर्भर रहने हुँदा यसको पूर्वानुमान र मूल्यांकन पनि जटिल नै हुन्छ।

उल्लेखित पृष्ठभूमिले गर्दा पनि नीति निर्माता, वैज्ञानिक तथा प्राविधिकहरूको वृत्तमा हाल आएर पहिरोको पूर्वसूचना प्रणालीको डिजाइन, कार्यान्वयन र संचालनको सम्बन्धमा चासो बढ्दै गएको पाइन्छ। पहिरो पूर्वसूचना प्रणालीको विकासको पहिलो खुर्दकिलोका रूपमा गणीतिय नमूना (Mathematical Model) सहितको विभिन्न प्रविधि र उपायहरूको विकासलाई लिइन्छ,



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

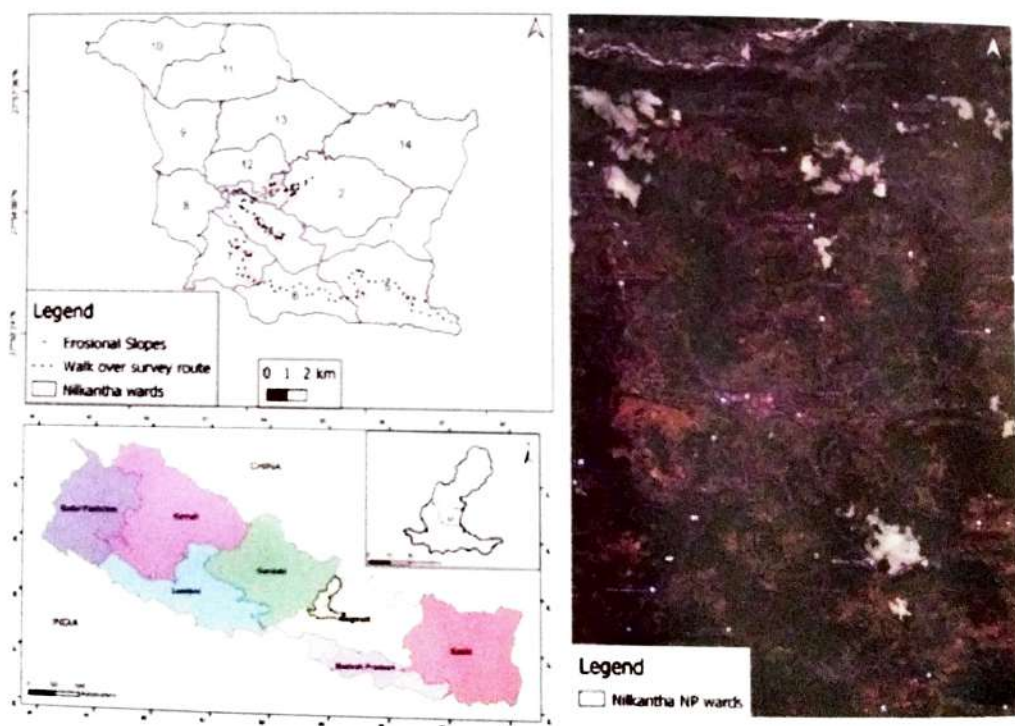


जसका कारण पहिरोको विशेषताहरू बुझ्न र पूर्वानुमानमा सघाउ पुगेको छ। हाल अनुसन्धानको चरणमा नै भाएरिन सयुक्त राज्य अमेरिका, नाइवान, क्यानाडा, हङकङ, न्यूजिल्याण्ड, इटाली जस्ता विश्वका कैयन् मुलुकहरूमा प्रभावकारी पहिरो पूर्वसूचना प्रणाली व्यवहारिक प्रयोगमा छन्। यसै सन्दर्भमा फिड प्रा लि. (FEED Pvt. Ltd.) ले युएसएआर्डीको तयार नेपाल (USAID's Tayar Nepal) को अनुदानमा धादिङ जिल्लाको नीलकण्ठ नगरपालिकाको अरुण खोला उपल्लो जलाधार क्षेत्रका लागि प्रारम्भिक पहिरो पूर्वसूचना प्रणालीको डिजाइन र जडान गरेको छ, जुन हाल अध्ययन अनुसन्धानको चरणमा छ।

२. अध्ययन जलाधार क्षेत्र

हालको अध्ययनका लागि अनुसन्धानमा छनौट भएको जलाधार क्षेत्र काठमाडौंवाट ९० किलोमिटरको दुरीमा धादिङ जिल्लाको नीलकण्ठ नगरपालिकामा अवस्थित छ। चित्र १। जलाधार क्षेत्र ११.५ वर्ग किलोमिटरमा फैलिएको छ र नगरपालिका कुल १४ वडामा विभाजित छ। यस मध्ये अध्ययन गरिएको अरुण खोला उपल्लो जलाधार क्षेत्रले वडा नम्बर १ र २ को केही तथा वडा नं. ४ को आंशिक भाग ओगटेको छ।

स्थलगत अवलोकन, समुदायसंगको छलफल तथा अन्तरकृया र समय अनुसारको भूउपग्रहवाट उपलब्ध भएका तथाक (Time series remote sensing data) अनुसार जलाधार क्षेत्रमा ५६ वटा पहिरो नक्साकन गरिएका छन्। यि मध्ये कम गहिराई (०.५ देखि २.५ मिटर) का सतही (Shallow) र केही बढी गहिराईका (Deep-seated), गैरान युक्त (Debris flow) र बाटो निर्माण सिर्जित (Road construction induced) पहिरोहरू छन्।



चित्र १ : अध्ययन जलाधार क्षेत्रको नक्सा

मानवर्हित आकाशे यान (Unmanned Aerial Vehicle) समेत भनिने ड्रोनबाट खिचिएको उच्चस्तरको फोटो प्रविधिवाट तयार गरिएको नक्सा (high resolution DTM of 40 cm) ले चित्रित गरे अनुसार जलाधार क्षेत्र समुद्र सतहवाट करिब ७७० देखि १६५४ मिटर सम्मको उचाईमा फैलिएको छ। ड्रोनबाट प्राप्त नक्सा (अर्थोफोटो) को



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

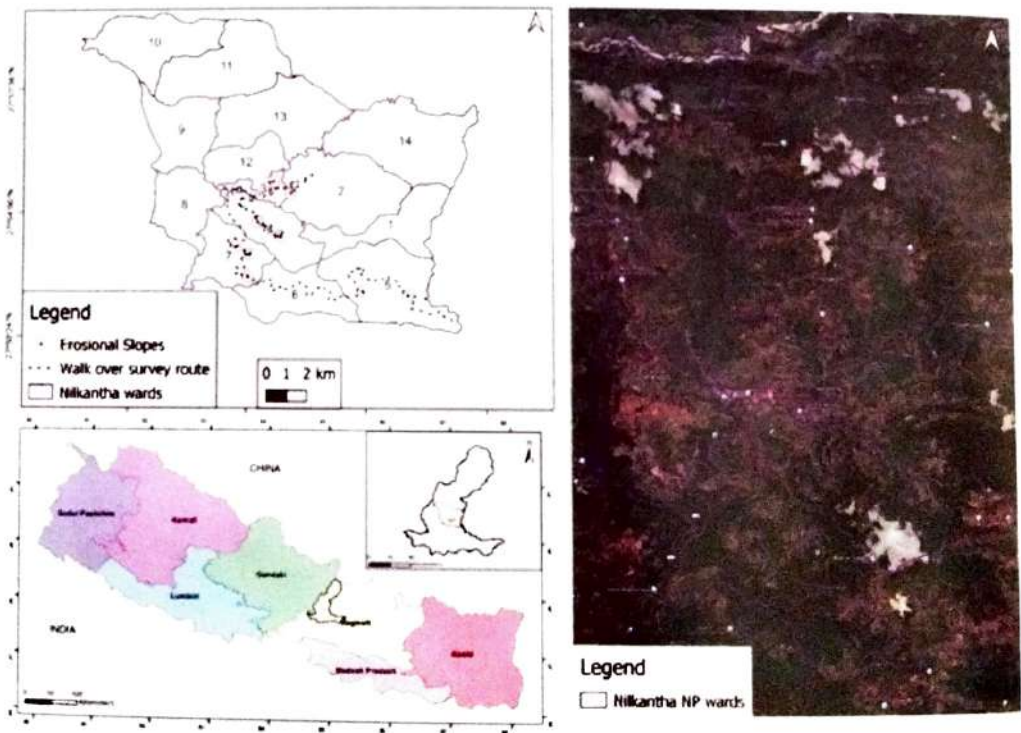


जसका कारण पहिरोको विशेषताहरू बुझ्न र पूर्वानुमानमा सघाउ पुगेको छ। हाल अनुसन्धानको चरणमा नै भागर्पनि मयुक्त राज्य अमेरिका, ताइवान, क्यानाडा, हङकङ, न्युजिल्याण्ड, इटाली जस्ता विश्वका कैयन् मुलुकहरूमा प्रभावकारी पहिरो पूर्वसूचना प्रणाली व्यवहारिक प्रयोगमा छन्। यसै सन्दर्भमा फिड प्रा. लि. (FEED Pvt. Ltd.) ले युएसएआईडको तयार नेपाल (USAID's Tayar Nepal) को अनुदानमा धादिङ जिल्लाको नीलकण्ठ नगरपालिकाको अरुण खोला उपल्लो जलाधार क्षेत्रका लागि प्रारम्भिक पहिरो पूर्वसूचना प्रणालीको डिजाइन र जडान गरेको छ, जुन हाल अध्ययन अनुसन्धानको चरणमा छ।

२. अध्ययन जलाधार क्षेत्र

हालको अध्ययनका लागि अनुसन्धानमा छनौट भएको जलाधार क्षेत्र काठमाडौंवाट ९० किलोमिटरको दुरीमा धादिङ जिल्लाको नीलकण्ठ नगरपालिकामा अवस्थित छ (चित्र १)। जलाधार क्षेत्र ११.५ वर्ग किलोमिटरमा फैलिएको छ र नगरपालिका कुल १४ वडामा विभाजित छ। यस मध्ये अध्ययन गरिएको अरुण खोला उपल्लो जलाधार क्षेत्रले वडा नम्बर १ र २ को केही तथा वडा नं. ४ को आंशिक भाग ओगटेको छ।

स्थलगत अवलोकन, समुदायसंगको छलफल तथा अन्तरकृया र समय अनुसारको भूउपग्रहवाट उपलब्ध भएका तथ्याक (Time series remote sensing data) अनुसार जलाधार क्षेत्रमा ५६ वटा पहिरो नक्सांकन गरिएका छन्। यि मध्ये कम गहिराई ०.५ देखि २.५ मिटरका सतही (Shallow) र केही बढी गहिराईका (Deep-seated), गेग्रान युक्त (Debris flow) र बाटो निर्माण सिर्जित (Road construction induced) पहिरोहरू छन्।



चित्र १ : अध्ययन जलाधार क्षेत्रको नक्सा

मानवरहित आकाशे यान (Unmanned Aerial Vehicle) समेत भनिने ड्रोनवाट खिचिएको उच्चस्तरको फोटो प्रविधिवाट तयार गरिएको नक्सा (high resolution DTM of 40 cm) ले चित्रित गरे अनुसार जलाधार क्षेत्र समुन्द्र सतहवाट करिब ७७० देखि १६५४ मिटर सम्मको उचाईमा फैलिएको छ। ड्रोनवाट प्राप्त नक्सा (अर्थोफोटो) को

प्रयोग गरी अन्य सम्भावित पहिरोहरूको पहिचान गर्नुका साथै पहिले नै पहिचान गरिएका पहिरोहरूको पुनःपुष्टि गरिएको छ ।

भौगर्भिक रूपमा अरुण खोला उपल्लो जलाधार संग्राम र नौडाँडाको भौगर्भिक संगम र भासिएको भिरालो (Low angle reverse fault, i.e. thrust) क्षेत्रमा रहेको छ । यो जलाधार रानीमत्ता, नौडाँडा, संग्राम, स्याङजा र लाखरपाटा भौगर्भिक क्षेत्रमा पर्दछ । फरकफरक भिरालोपन र हावापानीयुक्त हुनुको साथै कमजोर चट्टान (Phyletic) र बलौटे ढुंगामाटोले बनेको यो क्षेत्र पहिरोको जोखिमयुक्त छ । स्थलगत मापन अनुसार उक्त क्षेत्रमा केही सेन्टिमिटरदेखि २.५ मिटर गहिराइमा मूलतः बलौटे-दोमट, दोमट र चिम्ट्याइलो-दोमट माटो पाइन्छन् । तत्पश्चातको गहिराइमा चट्टान भेटिन्छ ।

देशका अन्य केही भागमा जस्तै यस नगरपालिका भित्र पनि भरपर्दो वर्षाको तथ्यांक उपलब्ध छैन । जल तथा मौसम विज्ञान विभागले स्थापना गरेको स्थानीय वर्षा मापक यन्त्रले निकै लामो समयदेखि काम नगरेर थन्किएको हुँदा यहाँको लामो समयको वर्षाको वास्तविक तथ्यांक उपलब्ध छैन ।

हाल अध्ययन केन्द्रित जलाधार क्षेत्रमा स्वचालित (क) वर्षामापक यन्त्र, (ख) माटोको चिस्यान अथवा आद्रता मापक सेन्सर, र (ग) पहिरो चाल मापक यन्त्र (Extensometers) जडान गरिएका छन् । नीलकण्ठ नगरपालिकाको पौवाघर-४ र हिलेखर्क-१ मा स्वचालित वर्षामापन यन्त्र (Tipping Bucket) किसिमका २ वटा वर्षामापक यन्त्र जडान गरिएका छन् । यस्तै पौवाघर-४ र हिलेखर्क-१ मा नै २ सेट माटोको चिस्यान अथवा आद्रता मापक सेन्सर जडान गरिएका छन् । वर्षाको समयमा गहिराइ अनुसारको माटोको चिस्यान अथवा आद्रता मापन गर्न प्रत्येक सेटमा ०.३ मिटर, ०.८ मिटर र १.३ मिटरको गहिराइमा ३ वटा सेन्सरहरू जडान गरिएका छन् । यस्तै रिजालथोक-४ र हिलेखर्क-१ मा गरी २ सेट पहिरो चाल मापक यन्त्र (Extensometers) जडान गरिएका छन् । पौवाघर नजिकै रिजालथोकको एक्सटेन्सोमिटर ५२ मिटर लम्बाईको र हिलेखर्कको ५५ मिटर लम्बाईको रहेको छ । यि एक्सटेन्सोमिटरहरूले पहिरो समयमा यसको चाल मापन गर्नेछन् । यसरी जडित उपकरणले वर्षा र पहिरोको अवस्थामा माटोको ओसिलोपन र जमिनको चालको मापन गर्नेछन् ।



चित्र २ : पौवाघर-४ र हिलेखर्क-१ मा जडित स्वचालित वर्षामापक यन्त्रहरू

गृह मन्त्रालयको अर्को एक तथ्यांक अनुसार नीलकण्ठ नगरपालिकामा सन् २००२ देखि २०२२ मा ९ वटा पहिरोका घटनाबाट २२७ घरधुरी प्रभावित भएको देखिन्छ । हालै वि.सं. २०७९ साउन ९ (सन् २०२२ जुन २५) मा गएको पहिरोले वडा नं. ४ राना गाउँकी एक महिलाको निधन भएको थियो । सोहि दिन नीलकण्ठ नगरपालिकाको रिजालथोक-४, हिलेखर्क-१ र भुलभुले-२ मा पनि धेरै पहिरोहरू गएका थिए ।



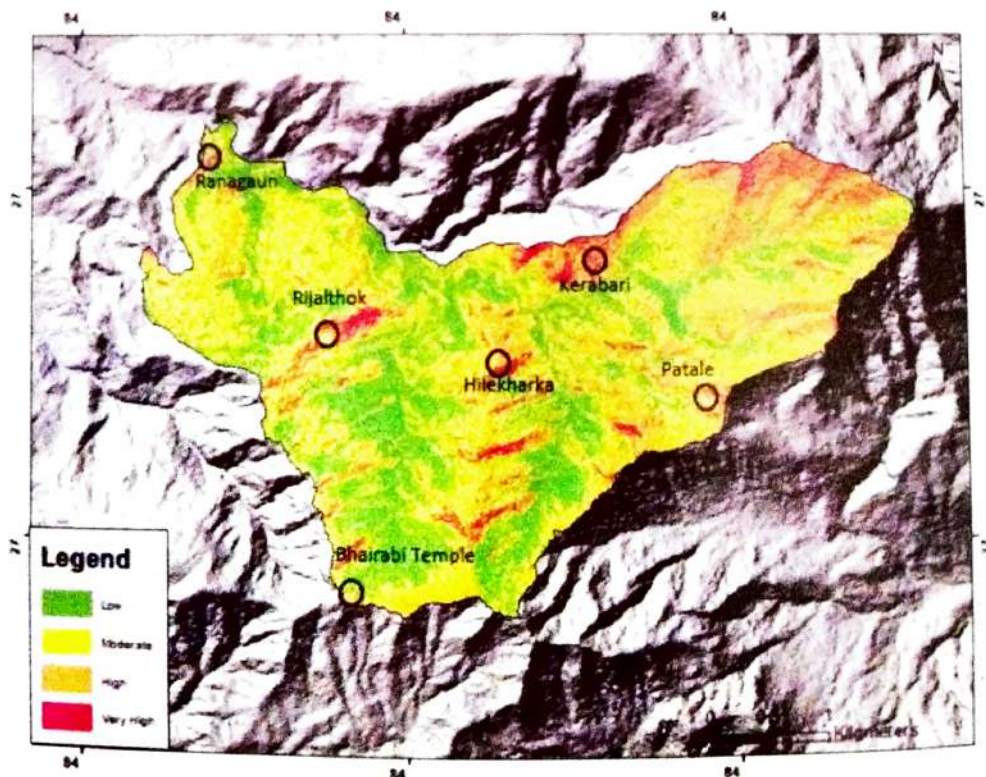
३. पहिरो पूर्वसूचना प्रणालीका अवयवहरू

३.१ पहिरो जोखिमको राज

पहिरो संवेदनशीलता नक्सा (Landslide Susceptibility Model)

पहिरो जोखिमको जानकारीका लागि पहिरो जोखिम नक्साकन तथा मूल्याकन पहिलो खुडकिलो हो। भौगोलिक सूचना प्रणालीको प्रयोग गरेर अध्ययन क्षेत्रको पहिरो जोखिम संवेदनशीलता नक्साकन तयार गरिएको छ। भिरालोपन, यसको स्वरूप, भूकाउ जस्ता टोपोग्राफिकल विशेषताहरूको लागि ड्रोनबाट प्राप्त तथ्यांकलाई भौगोलिक सूचना प्रणालीमा विश्लेषण गरी पहिरो संवेदनशीलता नक्साकन गरिएको छ। यसै, नक्साकनका लागि (क) खोलानालासम्बन्धी दूरी (Distance to Drainage), ख) जमिनको भूकाउ, ग) भूउपयोग, घ) सामान्यकृत विविध वानस्पतिक सूचक (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI), ङ) भिरालोको किसिम, च) माटोको ओसिलोपन (Terrain wetness index) र छ) स्वरूपसम्बन्धी तथ्यांकहरूका लागि भूफैलावट, माटो र भौगर्भिक अवस्थासम्बन्धी डिजिटल तथ्यांकहरूको प्रयोग गरिएका छन्।

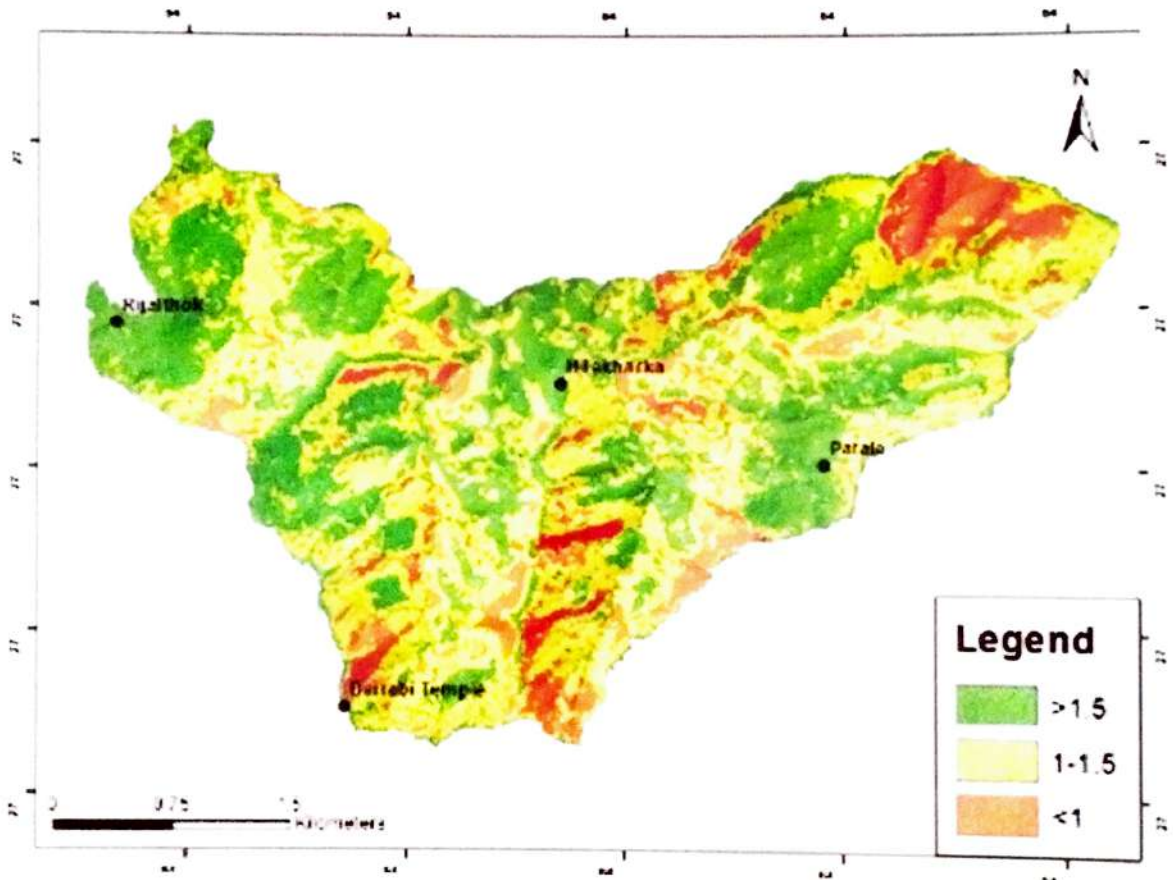
पहिरो संवेदनशीलता नक्साकनका लागि द्विपरिक्षय तथ्यांकिय विधि (Bivariate statistical method) प्रयोग गरिएको छ। जून आमरूपमा अपनाइने आवृत्ति अनुपात (Frequency Ratio – FR) विधिमा आधारित छ। आवृत्ति अनुपात विधिद्वारा विगतका पहिरोको सम्भावित कारकहरू विश्लेषण गर्दै पहिरो जाने सम्भावनाको अनुमान गर्छ र प्रत्येक कारक तत्वहरूले पहिरो निम्त्याउन कस्तो योगदान गर्छ भन्ने विश्लेषण गर्छ। चित्र ३ मा प्रस्तुत गरिए अनुसार अध्ययन क्षेत्रको २६ प्रतिशत भूभाग पहिरो अति संवेदनशील रहेको देखाउँछ भने ४४ प्रतिशत मध्यम र ३० प्रतिशत न्यून संवेदनशील देखिन्छ। प्रस्तुत मोडलमा करिब ८४ प्रतिशत वास्तविक देखेभोगका पहिरोहरू अति संवेदनशील क्षेत्र भित्र रहेका छन् र यसको सफलता दर ८७ प्रतिशत रहेको छ।



चित्र ३ : अध्ययन क्षेत्रमा देखेभोगका पहिरोको नक्साकन सहितको पहिरो संवेदनशीलता नक्सा

भौतिकतामा आधारित पहिरो प्रकोप मोडलिङ (Physically-based Landslide Hazard Modelling)

भिरालो जमिनको स्थिरता मापन गर्ने भौतिकतामा आधारित Infinite Slope Stability Model (ISSM) प्रयोग गरी जलाधार क्षेत्रको Factor of Safety (FoS) सम्बन्धी नक्सा तयार गरिएको छ । माटोको Internal strength र वर्षाका कारण विकसित चाप (Developed stress) को अनुपात नै FoS हो । माटोको प्रकार, यसको आन्तरिक शक्ति, माटोको संरचना, माटोको गहिराइ जस्ता भौगर्भिक विशेषता, भूकैलावट तथाक, भिरालोपन, ठाडोभिर तथाक र वर्षाको चरित्र आदिको विश्लेषणबाट सम्बन्धित भौगोलिक क्षेत्रको FoS पूर्वानुमान गर्न सकिन्छ । उल्लेखित अवस्थाका लागि तोकिएको १.५ भन्दा कमको FoS ले सामान्यतः अस्थिर भिरालोपन जनाउँछ, र यसले पहिरोको सम्भावना औल्याउँछ (चित्र ४) ।



चित्र ४ : Factor of Safety भौतिकतामा आधारित पहिरो प्रकोप नक्सा

प्रस्तुत FoS मोडलमा देखेभोगेका सबै वास्तविक पहिरोहरू अति प्रकोपजन्य क्षेत्र भित्र रहेका छन् । यस विधिले २६ प्रतिशत जलाधार क्षेत्रलाई FoS १ भन्दा कम र ४८ प्रतिशत क्षेत्रलाई १ देखि १.५० विन्दु तथा बाँकी २६ प्रतिशत क्षेत्रलाई १.५ भन्दा बढि औल्याएको छ । यहाँ FoS १.५ भन्दा बढिले तुलनात्मक रूपमा स्थिर, १ देखि १.५ ले मध्यम स्थिर र १ भन्दा कमले कम स्थिर भिरालो भूभाग औल्याउँछ ।

प्रस्तुत २ वटा नक्साहरूले समुदाय र नगरपालिकाका अधिकारीहरूको पहिरो जोखिम मूल्यांकनसम्बन्धी ज्ञान बढाउन मदन गर्ने अपेक्षा गरिएको छ । यि नक्साहरूले घरधुरी, भूउपयोग र पहिरो जोखिम क्षेत्रमा रहेका अन्य पूर्वाधारहरूको जानकारी प्रदान गर्छ । यसका साथै पहिरो जोखिम ज्ञान र बुझाइ अभिवृद्धिका लागि नगरपालिका र समुदाय स्तरमा विभिन्न तालिम र क्षमता विकास क्रियाकलाप संचालन गरिएका छन् ।

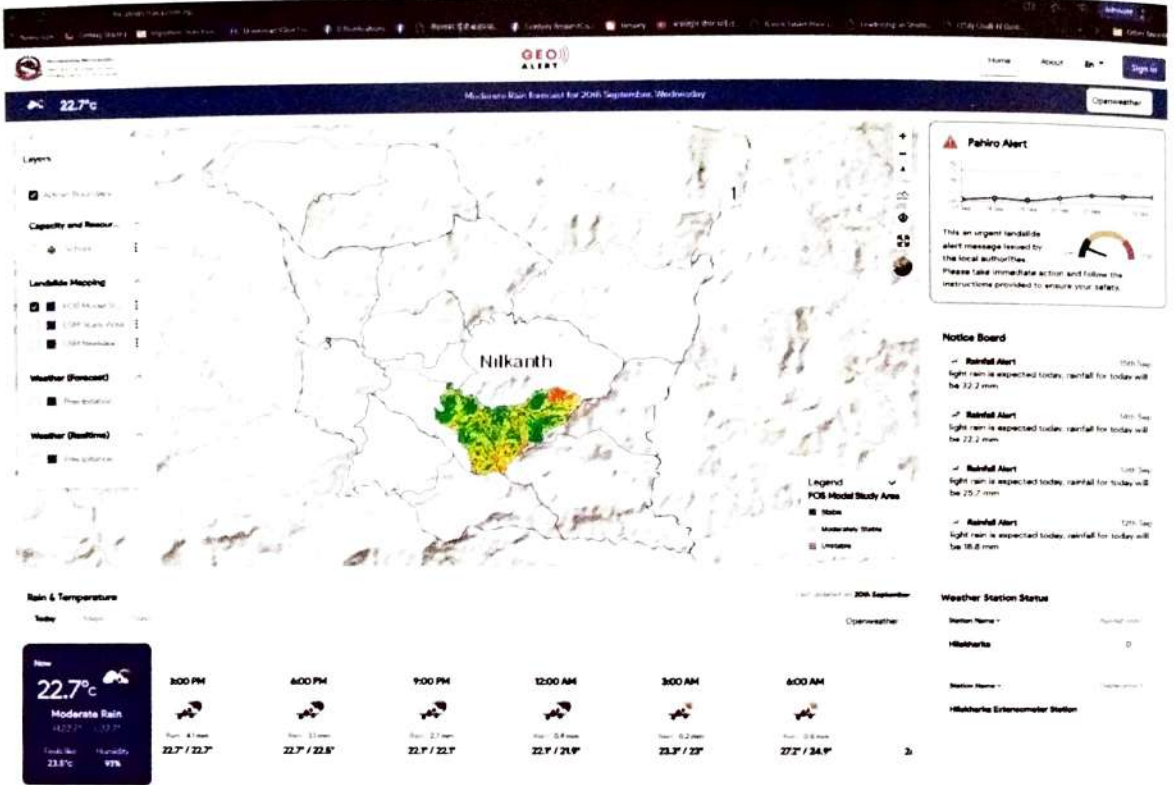


USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



३.२ पहिरो प्रकोपको निगरानी तथा चेतावनी सेवा

पहिरो पूर्वसूचना प्रणालीका लागि वास्तविक समय (Real Time) बाट प्राप्त तथा पूर्वानुमानमा आधारित वर्षासम्बन्धी तथ्यांक महत्वपूर्ण पक्षहरू हुन् । वास्तविक समयको वर्षाको अनुगमनका लागि अध्ययन क्षेत्रमा विभिन्न उपकरणहरू जडान गरिएका छन् । यि उपकरणहरूबाट प्राप्त तथ्यांकहरू नगरपालिका कार्यालयमा जडित वेबमा आधारित ड्यासबोर्ड (Web-based dashboard) मा देखिन्छन् । वास्तविक समयको वर्षाको तथ्यांकसँगै जल तथा मौसम विज्ञान विभागको पूर्वानुमानित वर्षा र पहिरो निम्त्याउने सीमा वर्षाको अवस्थाको पूर्व जानकारीलाई पनि समाहित गरिएको छ ।



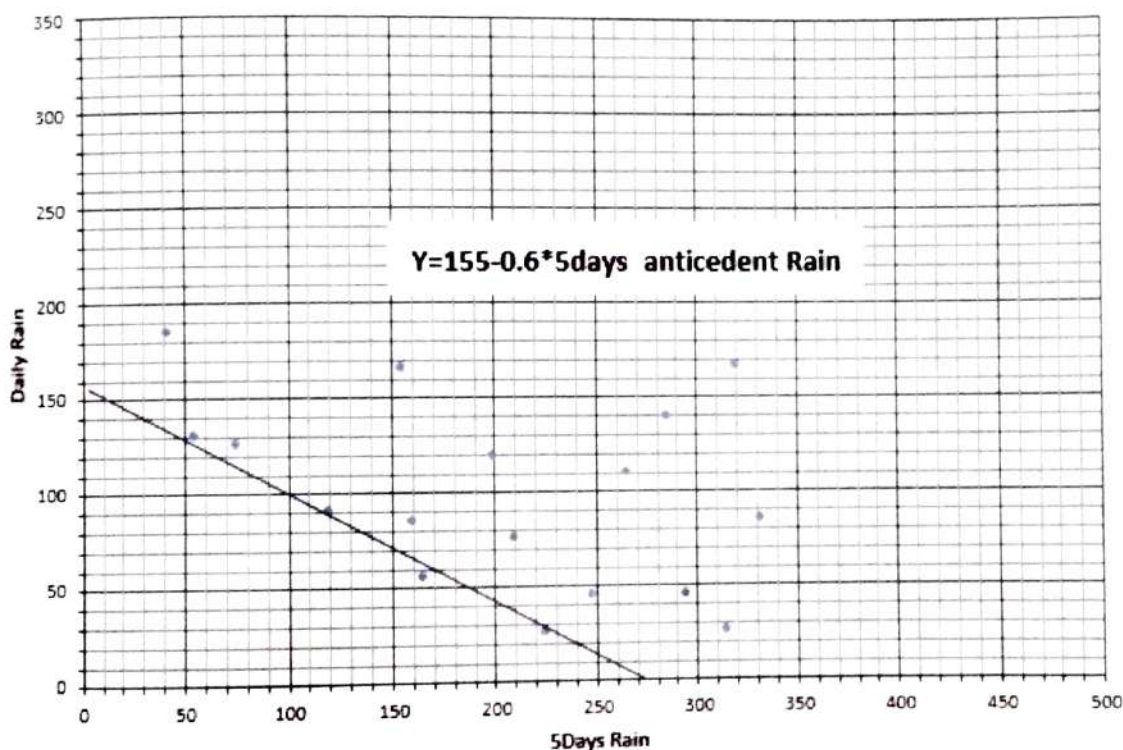
चित्र ५ : पहिरो प्रकोप सचित्र ड्यासबोर्ड (माथि) र ड्यासबोर्डमा वास्तविक समय र पूर्वानुमानित वर्षाको अवस्था (तल)

नीलकण्ठ नगरपालिकाद्वारा तयार गरिएको पहिरो पूर्वसूचना प्रणाली कार्यसंचालन कार्यविधि (LEWS Standard Operating Procedures – SOP), २०८० अनुसार गठित नगरपालिकाको पहिरो पूर्वसूचना प्रणाली कार्यदलका अधिकारीहरूले वास्तविक समयको र पूर्वानुमानित वर्षाको नियमित अनुगमन गर्दछन् । ड्यासबोर्डमा जल तथा मौसम विज्ञान विभागबाट प्राप्त पूर्वानुमानित तथ्यांक अध्यावधिक भएसँगै प्रत्येक ५ दिनको वर्षाको अवस्थाको जानकारी देखिन्छ । अधिकारीहरूले भयावह हुने अवस्थामा सम्भावित पहिरो प्रभावित क्षेत्रको पहिचानका लागि पहिरो जोखिम र पहिरो संवेनशील नक्साहरू अनुगमन गर्दछन् । यस्तै उनीहरूले वास्तविक समयको र पूर्वानुमानित वर्षाले पहिरो निम्त्याउने सीमा वर्षा पार गर्ने अथवा पार गरेको अवस्थाको समेत नियमित अनुगमन पनि गर्ने छन् । वास्तविक समयको वा पूर्वानुमानित

वर्षाले सीमा वर्षा पार गरेको अवस्थामा कार्यविधिमा तय गरिएको सचार संजाल तथा माध्यमहरूबाट पूर्वसूचना र चेतावनी जारी गरिन्छ। कार्यविधिले सघीय, प्रादेशिक, जिल्ला, नगरपालिका र समुदाय स्तरमा विभिन्न सरोकारवालाहरूको पहिचान गर्दै पहिरोको अवस्थामा उनीहरूको कार्यभार समेत तोकेको छ।

पाँच दिनको वर्षालाई ध्यानमा राखि वर्षाको रिग्रेसन विश्लेषण (Regression rainfall analysis) विधिद्वारा विगतको पहिरोका घटनाहरूको आधारमा नगरपालिकाका क्षेत्र भित्रका लागि सीमा वर्षा मोडल (Rainfall threshold model) तयार गरिएको हो। यस मोडलमा निम्न समीकरण र चित्र ६ मा देखाइए जस्तै पहिरो निम्त्याउने सीमा वर्षाको तय गरिएको छ।

“सीमा वर्षा $\geq 955 - (0.6 \times \text{विगत ५ दिनको कुल वर्षा})$ ”

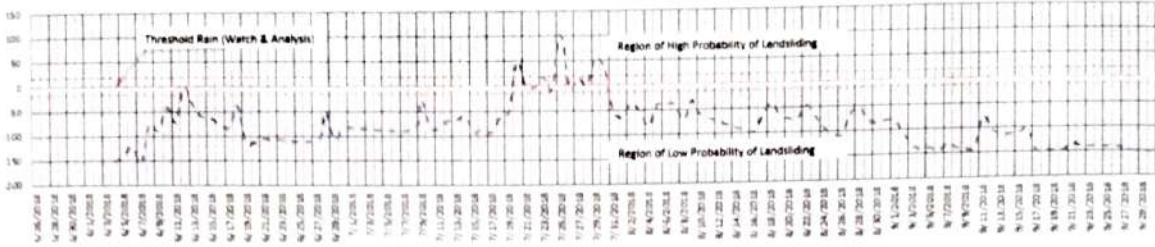


चित्र ६ : अरुण खोलाको माथिल्लो जलाधार क्षेत्रमा पहिरो निम्त्याउने दैनिक र ५ दिने वर्षाको सम्बन्ध

प्रस्तुत सूत्र अनुसार अधिल्ला ५ दिनमा वर्षा नभएको अवस्थामा एक (१) दिनको कुल वर्षाले १५५ मि.मी.को सीमा पार गरेमा पहिरोको सम्भावना रहन्छ। तर अधिल्ला ५ दिनमा वर्षा हुदाँ सो ५ दिनको कुल वर्षाको योगलाई ०.६ ले गुणा गरी आएको परिणामलाई १५५ बाट घटाउँदा प्राप्त हुने मान तथा अंक शून्य भन्दा बढि हुन आएमा पहिरोको सम्भावना रहन्छ र शून्य भन्दा कम हुन आएमा पहिरोको सम्भावना रहदैन। माथि उल्लेख गरिएको सीमा वर्षा र जल तथा मौसम विज्ञान विभागबाट प्राप्त हुने वर्षाको पूर्वानुमानको प्रयोग गरी पहिरोको पूर्वानुमान गर्न सकिन्छ। इयासबोर्डमा प्रयोगकर्ताले चाहेको भौगोलिक क्षेत्रको सीमा वर्षाको अवस्थाको जानकारी लिन सक्नेछन्। (चित्र ७)।



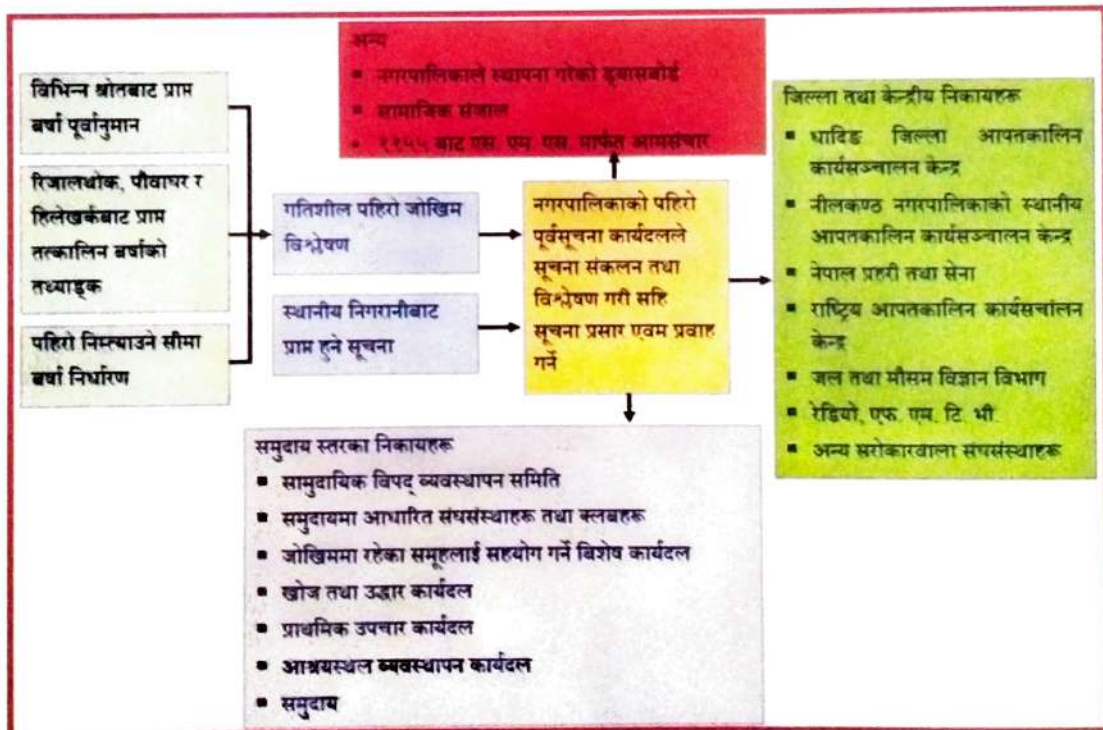
USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



चित्र ७ : ड्यासबोर्डमा देखिने वर्षाको ग्राफिकल चित्रण

3.3 सूचना प्रसार तथा प्रवाह सेवा

पूर्वसूचना प्रणाली कार्यसंचालन कार्यविधि, २०८० ले स्थानीय विपद् व्यवस्थापन समितिको संयोजकको संयोजकत्वमा पहिरो पूर्वसूचना प्रणाली कार्यदलको व्यवस्था गरेको छ। उक्त कार्यविधिले नै पूर्वसूचनाको प्रसार तथा प्रवाहको जिम्मेवारी स्थानीय विपद् व्यवस्थापन समितिलाई तोकेको छ। कार्यविधिमा उल्लेखित संचार प्रणाली चित्र ८ मा दिइएको छ।



चित्र ८ : पहिरो पूर्वसूचना प्रणालीको संचार प्रणाली

पहिरो जोखिमसँग सम्बन्धित सबै प्रकारका सूचनाको संग्रह, विश्लेषण र प्रस्तुति डिजिटल ड्यासबोर्डमा हुनेहुँदा संचार प्रयोजनका लागि सो ड्यासबोर्ड नै पहिलो सम्पर्क बिन्दु हुनेछ। कतिपय अवस्थामा स्थानीय निगरानीको पनि महत्व निकै हुने परिप्रेक्षमा समुदाय विपद् व्यवस्थापन समितिबाट स्थानीय समुदायको सूचनाहरू संग्रह गरिन्छ। यसरी



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



निगरानी गरिने तत्वहरूमा भिरालो क्षेत्रमा धाँजा अथवा चिरा देखिएका, त्यसको बढ्दो दर, विद्युतीय खम्बा ढल्केको, घरको भित्ता चर्केको जस्ता पर्दछन्। पहाडी क्षेत्रमा धाँजा फाट्दा अथवा जमिन चर्केदा वर्षामा पानी जमिन मुनी भित्रसम्म छिर्नाले पहिरोको सम्भावना बढ्छ। समुदाय विपद् व्यवस्थापन समिति र स्थानीय समुदायले जमिन चर्केको वा भास्सिएको अवस्थाको नियमित निगरानी गर्ने र कुनै ठाउँमा त्यस्तो अवस्था देखिएमा तत्काल नगरपालिकामा सूचित गर्नुपर्छ।

आधिकारिक र व्यवस्थित सूचना प्रवाहका लागि विभिन्न तालिम र क्षमता अभिवृद्धि क्रियाकलाप संचालन गरिएका छन् (चित्र ९)। उक्त तालिम कार्यक्रममा नगरपालिकाका अधिकारी र समुदायको जेष्ठ नागरिक, अपांग, महिला, दलित र पिछडिएको वर्ग तथा पहिरो पूर्वसूचना प्रणाली सेवा उपभोक्ता समितिका सदस्यहरू सहभागी थिए। विशेषगरी तथ्यांक संकलन र प्रसार तथा प्रवाहको सन्दर्भमा तालिम निकै फलदायी भएको पाइयो।



चित्र ९ : सूचना प्रसार तथा प्रवाहसम्बन्धी तालिम



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



३.८ प्रतिकार्य क्षमता विकास

पहिरो पूर्वसूचना प्रणालीको अर्को महत्वपूर्ण पक्ष समुदाय तथा नगरपालिकाको प्रतिकार्य क्षमताको विकास हो । पहिरो तथा वर्षाको आवश्यक तथ्यांक संकलन तथा उचित माध्यमबाट सम्बन्धित सरोकारवालाहरूसम्म प्रसार तथा प्रवाह गर्नुका साथै भयावह अवस्थामा जिल्ला र केन्द्रीय निकायहरूको परिचालन गर्न समन्वयकारी भूमिका नगरपालिकाको हुन्छ । पहिरो पूर्वसूचना प्रणाली कार्यसंचालन कार्यविधि, २०८० अनुसार नगरपालिकाले समुदाय र सम्बन्धित सरोकारवालाहरूको जानकारीका लागि पूर्वानुमानमा आधारित वर्षासम्बन्धी सूचना जारी गर्दछ (तालिका १) । यस्ता सूचना पूर्वतयारी र प्रतिकार्यका लागि पर्याप्त समय प्रदान गरि जारी गरिनुपर्छ । सामान्यतः समुदाय र अन्य सरोकारवालाहरूलाई आवश्यक पूर्वतयारीका लागि २ देखि ५ दिनको समय पर्याप्त हुनेछ । उक्त समयमा समुदाय सुरक्षित आश्रय स्थल र त्यहाँसम्म पुग्ने सुरक्षित मार्ग, अति महत्वपूर्ण सामग्रीहरूको भण्डारण, भटपट भोला (Go Bag) को व्यवस्था, पशुपंक्षी सहित जनघनको सुरक्षामा लाग्नेछन् । यसका साथै नगरपालिकाले सदैव जल तथा मौसम विज्ञान विभाग वा उसले सिफारिस गरेको भरपर्दो स्रोतबाट प्राप्त हुने वर्षाको तथ्यांक अध्यावधिक गरिरहनु पर्छ । हुनतः जल तथा मौसम विज्ञान विभागको तथ्यांक नियमित अध्यावधिक हुन्छन्, जुन नगरपालिकाले नियमिति र निरन्तर अनुगमन गरिरहनुपर्छ ।

तालिका १ : पूर्वानुमानको प्रकार र सूचना जारी गर्ने समय

क्रम	पूर्वानुमानको प्रकार	सूचना जारी गर्ने समय
१	१५ दिने पूर्वानुमान	५ दिन
२	७ दिने पूर्वानुमान	३ दिन
३	५ दिने पूर्वानुमान	२ दिन
४	३ दिने पूर्वानुमान	२४ घण्टा
५	२ दिने पूर्वानुमान	२४ घण्टा
६	२४ घण्टे पूर्वानुमान	६ घण्टा
७	२४ घण्टाभन्दा कमको पूर्वानुमान	६ घण्टाभन्दा कम समय

समुदायको प्रतिकार्य क्षमता विकासका लागि २०८० भदौ १८ (२०२३ सेप्टेम्बर ४) गते नगरपालिकाको खर्क गाउँ, रिजालथोक-४ को समुदायको सहभागितामा एउटा कृत्रिम घटनाको पूर्वाभ्यास (Mock Drill Simulation) गरिएको थियो । पिछ्छिडिएका, दलित र कमजोर आर्थिक अवस्था भएका बासिन्दाको बसोबास रहेको खर्क गाउँ पहिरो अति प्रभावित क्षेत्र पनि हो । उक्त कार्यक्रममा समुदायका ३० सहित नगरपालिकाका अधिकारी, सुरक्षा निकायका प्रतिनिधि र नगर प्रहरी समेत ४५ जनाको सहभागिता रहेको थियो ।



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



चित्र १० : प्रतिकायं क्षमता विकासका लागि कृत्रिम घटनाको पूर्वाभ्यास

उक्त कृत्रिम घटनाको पूर्वाभ्यासले सहभागीहरूलाई पहिरो पूर्वसूचना प्रणाली र यसका अवयवहरूको बारेमा बुझ्न सघाएको थियो। सो पूर्वाभ्यासबाट सहभागीहरूले पूर्वसूचना प्राप्त गर्न अगाडिका कार्यहरू र पहिरोको समयमा सुरक्षित आश्रय स्थलसम्म पुग्ने र भेला हुने बारेमा जानकारी प्राप्त गरेका थिए। साथै, सहभागीहरूले खोज तथा उद्धार र प्रथमिक उपचार विधिको बारे पनि उल्लेख्य जानकारी हासिल गरे। सहभागीहरूले उक्त कार्यक्रमबाट भटपट भोलाको तयारी तथा आपतकालिन उद्धारको अवस्थामा हेलिप्याडका लागि उपयुक्त स्थान छनौट तथा रेखांकन (Layout) को बारेमा पनि जानकारी हासिल गरे।

८. आगामी कार्यहरू

थप प्रभावकारी पहिरो पूर्वसूचना प्रणाली र सेवाका लागि आगामी दिनमा निम्न कार्यहरू गर्न आवश्यक देखिन्छ।

क. पहिरो थ्रेशहोल्ड मोडल (Landslide Threshold Model) विद्यमान पहिरो थ्रेशहोल्ड मोडल विगतको पहिरोसम्बन्धी तथ्यांक जस्तै पहिरो मिति, सो मितिको वर्षाको तिब्रता र परिमाण जस्ता ऐतिहासिक तथ्यांकमा आधारित छ। प्रस्तुत मोडल विगतको सीमित तथ्यांक तथा पहिरो पूर्वसूचना प्रणालीको उपकरण जडान पश्चात सन् २०२३ को मनसुनको समयको वर्षाको तथ्यांकमा आधारित छ। त्यसैले रिजालथोक, पौवाघर र हिलेखर्कमा जडित उपकरणहरूबाट प्राप्त हुने वास्तविक समयको तथ्यांक (Real Time Data) को आधारमा हालको मोडलमा निरन्तर परिमार्जन, परिस्कृत र सुधार गर्दै जानुपर्छ। तथ्यांकको सुधारसँगै यो मोडल थप आकर्षक, उपयोगी तथा अझ प्रभावकारी हुनेछ।

ख. वर्षाको तथ्यांक (Rainfall Data Resolution) : सामान्यतः छोटो समयमा हुने मुलधारे अथवा लामो समयको निरन्तर वर्षाका कारण पहिरोको घटना हुन्छन्। हाल प्रस्तुत मोडल पाँच दिने कुल वर्षाको तथ्यांकमा आधारित छ तर सीमित तथ्यांकका कारण एक, दुई, तीन र चार दिने जस्ता छोटो समयको वर्षाको तथ्यांकलाई प्रयोग गरी अन्य मोडलहरूको विकास गर्न सकिएको छैन। यस्ता छोटो समयका वर्षा पनि पहिरो निम्नमा महत्वपूर्ण हुन्छन्। त्यसैले छोटो अवधिको वर्षा तथ्यांकमा आधारित अन्य मोडलहरूको पनि विकास गरिनुपर्छ। थ्रेशहोल्ड मोडलको विकास गर्दा छोटो समयको कुल वर्षा तथ्यांकको प्रयोग गरिनुपर्छ। त्यस्तै, प्रत्येक घण्टा अथवा सो भन्दा कम समय अन्तरालको वर्षा तथ्यांक संकलन गर्ने क्षमता सहितको पौवाघर र हिलेखर्कमा जडित उपकरणबाट प्राप्त हुने तथ्यांकले अझ प्रभावकारी मोडलको विकास गर्दै नीलकण्ठ नगरपालिकाको जनधनको सुरक्षामा सहयोग पुग्नेछ।



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



ग. पहिरो जोखिम मूल्यांकन र ज्ञान (Landslide Risk Assessment and Knowledge): पहिरो जोखिम प्राकृतिक र मानव सृजित कारणहरूसँग सम्बन्धित विभिन्न तत्वहरूमा निर्भर निकै परिवर्तनशील, गतिशील अथवा चलायमान प्रकृया हो। त्यसैले पनि पहिरो जोखिम मूल्यांकन निरन्तर अध्यावधिक गरिनुका साथै सुधार गरिनुपर्छ। यसका साथै पहिरो जोखिमसम्बन्धी समुदाय, नगरपालिका र अन्य सरोकारवालाहरूको ज्ञानको नियमित परिक्षण गर्दै थप क्षमता विकास गर्दै जानुपर्छ।

अस्वीकरण:

१. यस सामग्रीमा प्रयोग भएका तस्माका सीमानाहरू र नामहरूले अमेरिकी सरकार वा युएसएआइडीद्वारा आधिकारिक समर्थन वा स्वीकृति जनाउँदैन।
२. यो अध्ययन अमेरिकी अन्तर्राष्ट्रिय विकास नियोग (युएसएआइडी) माफत अमेरिकी जनताहरूको सहयोगका कारण सम्भव भएको हो। यस जियोअनलिटि भित्रका विषयवस्तु र सामग्री फिड प्रा. लि. का एकल जिम्मेवारी हुन् र तिनले युएसएआइडी वा अमेरिकी सरकारको विचारको प्रतिनिधित्व गर्छन् भन्ने जरुरी छैन।

थप जानकारीका लागि सम्पर्क

फोरम फर इनर्जि एण्ड इन्भाएरोन्मेन्ट (फिड) प्रा.लि.

भूमिसखेल, ललितपुर महानगरपालिका-२, ललितपुर

पोष्ट बक्स : १२७५६, काठमाडौं

टेलिफोन : +९७७ १ ५४४८८९३८

इमेल : feed.pltd@gmail.com/info@feed.com.np

वेबसाइट : www.feed.com.np