

## बहुआयामिक अध्ययनको सन्दर्भ र निकट भविष्यमा बिष्फोटनको सम्भावना केलाउँदा

FOR MOUNTAINS AND PEOPLE

### हिमनदी र हिमताल

हिमनदी भनेको हिमाच्छादित क्षेत्रमा देखिने बरफ र हिउँले बनेको लामो नदीको जस्तै स्वरूप भएको पिण्ड हो । लामो समयसम्म हिमपातबाट हिउँको तहमाथि तह थपिँदै जाँदा यसको निर्माण हुन्छ र आफ्नै तौलले थिचिएर कडा हुँदै अग्लो भूभागबाट होचोतिर अत्यन्तै ढिलो गतिमा सर्छ । हिमनदी अगाडि सर्दा यस्तै बाटोमा पर्ने चट्टान माटो लगायत सबै वस्तु सोहरेर लान्छ र दायीँ, बायाँ र अगाडिको भागमा थुपार्छ । यसरी थुपारेको बरफ मिसिएको ढुङ्गामाटोको थुप्रोलाई गोरेन (Moraine) भन्दछन् । हिमनदी पतिलिँदै पछि हट्दा यसले पहिला चट्टान, ढुङ्गा र माटो स्थापित गरेको खाली ठाउँ पानीले भरिने र यसलाई अगाडिको भागमा थुप्रिएको गोरेनको बाँधले छेकेर राख्ने गर्दा हिमतालको निर्माण हुन्छ । यस्तो कच्चा प्राकृतिक बाँधले छेकेर राखेको तालको पानीले बाँध भत्काएर तल्लो तटीय क्षेत्रमा हिमताल बिष्फोटनको बाढी (Glacial Lake Outburst Flood अथवा GLOF) ल्याउने खतरा रहन्छ । यसकारण यस्ता हिमतालको स्थिरता र वरपरको भौगर्भिक अवस्थाको जानकारी राख्न हिमताल र यस वरपरको बहुआयामिक अध्ययनको आवश्यकता हुन्छ ।

### इमजा हिमताल र यसको उत्पत्ति

इमजा हिमताल इमजा खोलाको उद्गम स्थल अक्षांस २७° ५४' उत्तर र देशान्तर ८६° ५६' पूर्वमा पर्ने इमजा हिमनदीको अग्लो भागमा सन् १९६० को दशकतिर साना साना पोखरीहरू जोडिँदै ठूलो भएर बनेको विश्वास गरिन्छ । किनभने १९६७ मा प्रकाशित टोपोनक्सामा हाल इमजा हिमताल रहेको अधिकांस भाग हिमनदीले ढाकेको देखाइएको छ भने सन् १९९५ मा प्रकाशित टोपोनक्सामा यो हिमतालले निकै ठूलो आकार लिईसकेको पाईन्छ । पूर्वी नेपालको सोलुखुम्बू जिल्ला सगरमाथा राष्ट्रिय निकुञ्जको उत्तर पूर्वी भागमा रहेको यो हिमतालको लम्बाई क्षेत्रफल र आयतन सन् ६० को दशक पछि लगातार रुपमा बृद्धि भइरहेको बिभिन्न अध्ययनले देखाएको छ ।

लामो समयको अन्तरालमा विश्वमा जलवायु परिवर्तन भईरहन्छ । यस्ता सबै प्रकारको परिवर्तनका बारेमा प्रष्ट जानकारी नभएता पनि औसत भन्दा धेरै तातो र धेरै चिसो अवस्थाको बारेमा भने बिभिन्न बैज्ञानिक अनुसन्धानहरू गरिएका छन । यिनै अनुसन्धानहरूले देखाए अनुसार करिब सोह्रौं शताब्दीको मध्यदेखि उन्नाइसौं शताब्दीको मध्यसम्म (सन् १५५० देखि १८५०) पछिल्लो लघु हिमयुग (Little Ice







Age) को समय रहेको थियो । यो समयमा विश्वभरिकै अधिकांश हिमनदीहरूको आयतन बढेको र हिमनदीहरू अघि बढेको विश्वास गरिन्छ । इम्जा लगायत खुम्बु क्षेत्रका अन्य हिमनदीहरू पनि यो क्रिया बाट अलग नरहेको प्रष्ट छ । पछिल्लो लघु हिमयुगको अन्त्यमा पछि हट्दै गएको इम्जा हिमनदीको अग्रभागमा साना साना हिमतालको उत्पत्ति भई एक आपसमा मिसिएर क्रमशः आकार बढ्दै गएको अनुमान छ । हिमतालको निर्माण पछि यसको वरपर रहेको हिउँ वा बरफ क्रमशः पालन्छ र पछिल्लो भागमा रहेको हिमनदीबाट बेला बेलामा बरफको ढिक्का तालमा खस्दै तालको फैलावट बढ्दै जान्छ । हिमनदीको संकुचन र तालको क्षेत्रफलमा बृद्धि संगसंगै हुन्छ र कुनै विन्दुमा पुगेर यो रोकिने सम्भावना रहन्छ । तर ताल बृद्धिको क्रम नरोकिदै हिमताललाई थुनेर राख्ने जोगेनको बाँध भत्काएर हिमताल बिष्फोटनको बाढी (Glacial Lake Outburst Flood अथवा 'GLOF') बाट तल्लो तटीय क्षेत्रमा हुन सक्ने ठूलो धनजनको क्षति न्युनिकरणका उपाय खोजी गर्न हिमतालको वैज्ञानिक अध्ययन तथा अनुसन्धान गर्नु आवश्यक हुन्छ ।

## इम्जा हिमताल अध्ययनको आवश्यकता

खुम्बू क्षेत्रका बासिन्दाका लागि इ.सं. १९८५ मा डिग चो हिमताल बिष्फोटनको बाढीले पुऱ्याएको बिनाशको सम्झना अझै ताजै छ । संयोगवश बाढीको दिन उक्त क्षेत्रमा विशेष चाड परेकोले अधिकांश मानिसहरू खोलाको किनारबाट टाढै रहेका कारण मानव क्षति कम भएको बताइन्छ । डिग चो हिमतालको बिष्फोटनको बाढीले खुम्बू क्षेत्रमा पुऱ्याएको जनधनको क्षतिको मात्राले नेपाल सरकार तथा खुम्बू क्षेत्रको विकाशमा संलग्न ब्यक्ति, संस्था र हिमतालहरूको अनुसन्धानमा संलग्न भूबैज्ञानिकहरूमा ठूलै खलबली मच्चायो र यस क्षेत्रमा भएका अन्य हिमतालहरूको बारेमा गम्भिर अनुसन्धान गर्नु पर्ने आवश्यकताको बोध गरायो । यसै परिप्रेक्षमा गरिएका अध्ययनहरूले इम्जा हिमतालको आकार सन् ६० को दशकदेखि तीव्र रुपमा बढिरहेको पाइयो र यो हिमताल बढ्नुको कारण र बिष्फोटनका सम्भावना बारे बिभिन्न अध्ययन अनुसन्धान कार्यहरू सुरु गरियो । अन्तर्राष्ट्रिय एकीकृत पर्वतीय विकास केन्द्र ICIMOD ले UNEP संग मिलेर सन् २००१ मा प्रकाशित पुस्तकले पनि इम्जा हिमताललाई नेपालमा रहेका बिष्फोटनका हिसाबले जोखिमयुक्त २० हिमतालहरूको सूचिमा समावेश गर्‍यो भने यस अगावै जापानी भूबैज्ञानिक तेइजि वातानावे (सन् १९९४) ले इम्जा हिमताललाई अत्यन्तै जोखिमयुक्त तालको संज्ञा दिँदै केही वर्षभित्र बिष्फोटन हुन सक्ने सम्भावना औल्याएका थिए । सन् १९७७ मा नारे हिमताल बिष्फोटनको असर दशकौं पछि सम्म ताजै रहेको र दिग चो बिष्फोटनको घटना पनि देखेका खुम्बू क्षेत्रका जनसमुदायका लागि अधिल्ला दुई हिमतालभन्दा ठूलो मापनको हुन सक्ने अनुमान गरिएको इम्जा हिमताल बिष्फोटनको सम्भावनाले ठूलो त्रास शृजना गराएको थियो । यिनै कारणहरूले गर्दा पछिल्ला वर्षहरूमा यो हिमतालको अध्ययन अनुसन्धानको मात्रा व्हातै बढेको हो । यसरी गरिएका अध्ययनहरूबाट पनि भिन्दा भिन्दै धारणाहरू सार्वजनिक भैरहेका छन र कहिलेकाहीँ एकापसमा बाकिएका समेत देखिन्छन् । यिनै तथ्यहरूका कारण इम्जा हिमतालको सम्पूर्णता समेट्ने थोटा छुट्टै बहुआयामिक अध्ययनको आवश्यकता महसुस गरी ICIMOD ले विश्व बैंकको आर्थिक सहयोग र नेपालका सरकारी, गैर-सरकारी निकायहरू तथा विश्वविद्यालयहरूको समेत सहभागितामा सन् २००९ मा इम्जा हिमताल लगायत अन्य दुई हिमतालहरूको छुट्टै बहुआयामिक अध्ययन गरेको छ ।



## इम्जा हिमताल र यस वरपरको अनुसन्धानबाट प्राप्त तथ्य

सर्वप्रथमतः सन् १९९० देखिका अध्ययनहरूले इम्जा हिमतालको लम्बाई क्षेत्रफल र आयतन तीब्र रूपले बृद्धि भइरहेको देखाएका छन् तापनि हाल गरिएको अध्ययनले बृद्धिको दरमा केहि कमि आएको पाइएको छ । सन् २००९ मै प्रकाशित अर्को एक अध्ययनले पनि इम्जा हिमतालको बृद्धि दरमा बिगत केहि बर्षको तुलनामा सुस्तता आएको देखाएको थियो (फुजिता र साथिहरु सन् २००९) । विश्वव्यापी तापक्रम बृद्धीको सन्दर्भमा इम्जा हिमतालको क्षेत्रफलमा भईरहेको बृद्धीको तीब्रतामा कमी आएको हो वा होइन भनी ठग्याउनको लागि चाहिं केही वर्ष अर्धै चैर्य गर्नु पर्ने देखिन्छ । यदि यसको क्षेत्रफल नबढ्ने र स्थिर रहने हो भने यो हिमताल आजै फुट्ला भोलीनै फुट्ला भनेर त्रासमा बाँचेका बिशेष गरी दिङ्गबोचे र इम्जा खोलाको तल्लो तटीय क्षेत्रमा खोला किनारा छेउ बसोबास गर्ने जनसमुदायको लागि केहि राहत मिल्ने देखिन्छ ।

इम्जा हिमतालभन्दा करीब १० किलोमिटर पश्चिम दिङ्गबोचेमा रहेको जलवायु तथा मौसम मापन केन्द्रमा सन् १९८७ देखि २००४ सम्म मापन गरिएको वार्षिक औसत तापक्रम क्रमशः बृद्धि भैरहेको पाइएको छ । तर सन् २००४ पछिको तथ्याङ्क नहुँदा हालको अवस्थाबारे केहि भन्न सकिने स्थिति छैन । यस्तो अवस्थाले यस बिषयको अनुसन्धानमा लागेकाहरुलाई निराश पार्ने देखिन्छ ।

## इम्जा हिमताल वरपरको भौगर्भिक अवस्था

इम्जा हिमताल लघु हिमयुग पछि अस्तित्वमा आएको देखिएकोले यसलाई थुनेर राख्ने बाँध पनि लघु हिमयुगकै समयमा थुपारिएको गेजिनबाट बनेको अनुमान लगाउन सकिन्छ । सक्रिय हिमनदीले थुपारेका गेजेनमा बरफ समेत मिसिएर रहने हुनाले यसको प्रकृति अत्यन्तै अस्थिर, खुकुलो र चलायमान हुन्छ । त्यस बाहेक मौसम परिवर्तन अनुसार स्थानीय तापक्रममा भइरहने परिवर्तन, गेजेनमा

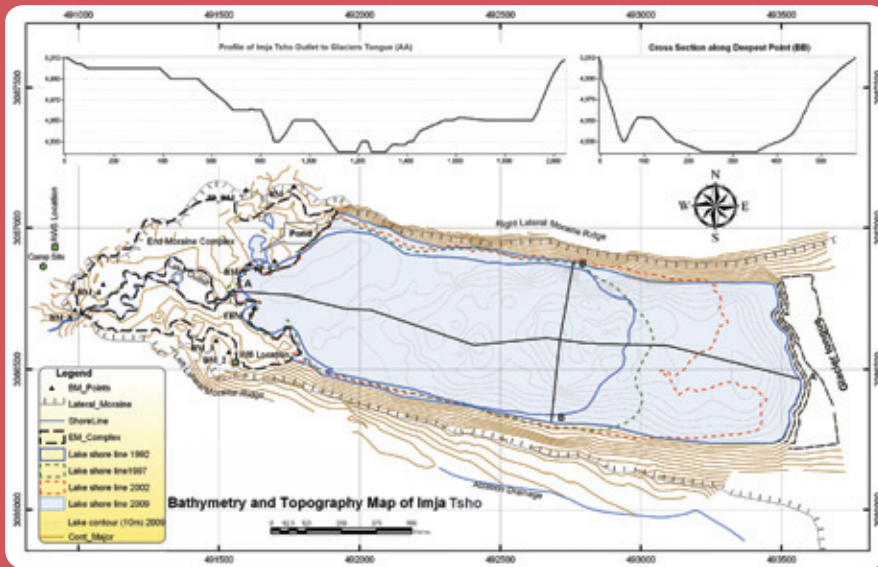
रहेको बरफ र हिमतालको पानीसँगको निरन्तरको संयोग र विश्वव्यापी जलवायु परिवर्तनका असरहरुको प्रभावका कारण यी गेजेनले देखाउने प्रतिक्रिया अत्यन्तै जटील प्रकृतिका हुन्छन् ।

इम्जा हिमताललाई थुनेर राख्ने गेजेनको बाँध सक्रिय हिमनदीले थुपारेको हुनाले यस्मा ढुङ्गामाटो बाहेक दबिएर रहेको बरफको मात्रा पनि प्रशस्तै भएको देख्न सकिन्छ । यस्तो अवस्थामा गेजेनमा दबिएर रहेको हिउँ पलिनाले घरातलीय स्वरूपमा समेत निरन्तर परिवर्तन भइरहन्छ र यस्तो कच्चा बाँधले थुनेर राखेको जलाशयबाट जुनसुकै बेला बाँध फुटाएर निस्केको पानीले तल्लो तटीय क्षेत्रमा बाढी ल्याउने खतरा पनि रहन्छ । त्यसमाथि उक्त स्थानको नजिकै केन्द्रविन्दु भएको भूकम्प आएमा यस्तो खतरा भन् बढी हुन्छ । यिनै कारणहरुले गर्दा आगामि दिनमा हिमताल बिष्फोटनको सम्भावनाहरुको लेखाजोखा गर्न सामयिक अध्ययनको आवश्यकता छ । इम्जा हिमतालको अध्ययन यसै सन्दर्भमा भएको हो र आगामि केही वर्षसम्म यस्तो अध्ययन जारी राख्नु पर्ने देखिन्छ ।

हिमताल र यस वरपरको परिवेशको कुरा गर्दा यसको दायाँ र बायाँका गेजेन Lateral Moraines को पनि उल्लेख गर्नु पर्ने हुन्छ । इम्जा हिमतालको दायाँबायाँ पनि यस्ता गेजेन ठाडो मिरालो घरातलीय स्वरूप बनाएर रहेका छन् त्यसबाट लगातार ढुङ्गामाटो तालमा खसिरहेको जो कोहीले देख्न सक्छ तापनि हालको स्थितिमा यसरी खसेको ढुङ्गामाटोको कारण तालकै अस्थिरतामा भने असर पार्न सक्ने देखिदैन ।

भौगर्भिक दृष्टीले उल्लेखनीय अर्को महत्वपूर्ण पक्ष Lateral Moraines को पछाडि रहेको लामो र साँजुरो उपत्यका हो । यो उपत्यकाले दायाँबायाँको पहाडी मिरालो पाखाबाट भर्ने ढुङ्गामाटो र पानी समेत तालमा पर्न नदिई तालबाट टाढै आफुमित्रै समेट्छ । यस्तो उपत्यकाको उपस्थितिले नजिकैको पहाडबाट तालमा ठूलो मात्रामा ढुङ्गामाटोको पहिरो खसेर ठूलो छाल उठ्ने र त्यसले कमजोर अवस्थामा रहेको गेजेनको बाँध फुटाउने सम्भावना नरहेको देखाउँछ ।





- हिमतालको प्रमुख श्रोत हिमनदी बाट ठूलो आयतनको बरफ वा हिउँको मात्रा एकै पटक हिमतालको पानीमा खस्दा ठूलो छाल उठ्ने र त्यसैले तालको बाँध भत्काएर पनि हिमतालको बिष्फोटन हुन सक्छ ।
- हिमतालको वरपर रहेको ठाडो भिरालो पाखाबाट एकै पटकमा ठूलो मात्रामा ढुङ्गामाटो तालमा खस्दा तालको पानी बिस्थापित गराई छाल उत्पन्न भएर पनि हिमतालको बाँध भत्कने र बिष्फोटन हुने गर्छ ।
- हिमतालका श्रोत हिमनदी कहिलेकाहीँ अचानक अगाडी बढ्दा पनि ठूलो मात्रामा हिमतालको पानी बिस्थापित भई बाँध फुटाएर हिमताल बिष्फोटनको घटना भएको पाइएको छ ।
- हिमताल आसपासको क्षेत्रमा केन्द्रबिन्दु हुने गरी ठूलो भूकम्प आएमा भूकम्पको असरले बाँध भत्काई हिमताल बिष्फोटनको घटना हुन सक्छ ।

## इम्जा हिमतालको अन्य पक्ष

इम्जा हिमतालको लम्बाइको वारपार देखाइएको जाहिराइको रेखाचित्र सन् २००९ मा इम्जा हिमतालको भौगोलिक अवस्थिती बाहेक अन्य पक्षको पनि अध्ययन गरिएको थियो । उक्त अध्ययनबाट बिभिन्न तथ्यहरु सामुन्ने आएका छन् । जस्तै हाल मापन गरिएको तालको क्षेत्रफल जम्मा १.०१ वर्ग किलोमिटर रहेको छ भने अधिकतम जाहिराई ९६.५० मिटर छ । इम्जा हिमतालमा पानीको आयतन जम्मा ३५.५×१०<sup>६</sup> घनमिटर रहेको छ र यसरी मापन गरिएका सबै परिमाणहरु अधिल्लो पटक मापन गरिए भन्दा बढेको पाइएको छ ।

हिमनदीहरु तापक्रम बृद्धिप्रति अत्यन्तै संवेदनशिल हुन्छन् । हिमरेखाको नजिक रहेका हिमनदीहरु तापक्रमको बृद्धि प्रति अझ बढी संवेदनशिल हुन्छन् । गत बर्षहरुमा इम्जा हिमतालको आयाममा भएको बृद्धिको लागि यस क्षेत्रको तापक्रम बृद्धि र हिमरेखानजिकको अवस्थिति दुबै जिम्मेवार हुन सक्छन् । किनभने इम्जा हिमतालको अवस्थिति हिमरेखाको निकट छ र दिङ्गबोचेको जलवायु तथा मौसम मापन केन्द्रको तथ्याङ्कले बार्षिक तापक्रममा बृद्धि पनि देखाएको छ । यसैको प्रतिक्रिया स्वरुप बिगत वर्षहरुमा इम्जा हिमताल तीब्र गतिमा बढेको अनुमान गर्न सकिन्छ ।

इम्जा हिमतालको श्रोत इम्जा हिमनदीको अग्रभागमा ठूला ठूला चिराहरु परेका छन् । यस्ता चिराहरुबाट बरफका पिण्डहरु छुटिदिएर समयको अन्तरालमा तालमा खसिरहन्छन् र त्यसको कारणले तालमा छालहरु पनि उठिरहन्छन् । इम्जा हिमतालको हालको लम्बाई र ताललाई थुनेर राखेको गोठ्रेन बाँधको फैलावटको बिचार गर्दा तालमा बरफको पिण्ड खसेर श्रृजना हुने छालले बाँध भत्काएर तल्लो तटिय क्षेत्रमा हिमताल बिष्फोटनको बाढी ल्याउन सक्ने क्षमताको हुन देखिदैन ।

## हिमताल बिष्फोटनका मुख्य कारकहरु

हिमताल बिष्फोटनका अनेकौँ कारणहरुमध्ये निम्न उल्लेखित कारणहरु मुख्य मानिन्छन् ।

- हिमताल बिष्फोटनको घटना साधारणतः ताललाई थुनेर राख्ने बरफ समेत मिसिएको ढुङ्गा माटोले बनेको बाँधमा रहेको बरफ पलनाले बाँध कमजोर हुने र तालबाट बाहिर निस्कने पानीले क्रमशः बाँधलाई कमजोर बनाई भत्काईदिँदा हिमताल बिष्फोटनको घटना हुन सक्छ ।

## इम्जा हिमतालको बिष्फोटनको सम्भावना

विश्वव्यापी रुपमा तापक्रम बृद्धिका समाचार सार्वजनिक भइरहँदा इम्जा हिमताललाई थुनेर राखेको गोठ्रेन बाँधमा भएको बरफ अत्यधिक मात्रामा पल्लिएर बाँध कमजोर बनाई हिमताल बिष्फोटनको सम्भावित घटनालाई नकार्न सकिदैन तथापी बाँधको बिशाल फैलावट हेर्दा निकट भविष्यमा यस्तो सम्भावना न्यून देखिन्छ । ठूलो भूकम्प आएमा वा स्थानीय जलवायुमा नाटकीय परिवर्तन भएमा बाँध कमजोर भई बिष्फोटनको सम्भावना बेग्लै अध्ययनको बिषय बन्नेछ । त्यसैकारणले इम्जा हिमताललाई निकट भविष्यमा बिष्फोटन मैहाल्ने अवस्थाको भन्न सकिदैन । तथापि सम्भावित बिष्फोटनको अवस्था ठरेको पनि छैन । आउँदा केही वर्षसम्म इम्जा हिमतालको सामयिक अध्ययन र अनुगमन गरिरहनु पर्ने आवश्यकता भने देखिन्छ ।

## अन्त्यमा

हिमनदी र हिमतालको संवेदनशिल अवस्था बारे सत्य तथ्यमा आधारित पूर्व जानकारी सर्वसाधारण जनता, सरोकारवाला, सञ्चार माध्यम र नीति निर्मातासम्म समयमै पुर्‍याउन सकिएमा हिमताल बिष्फोटनको बाढीबाट हुने क्षति न्यूनिकरण गर्न सकिन्छ । यस्तो कार्य ICIMOD को कार्यक्षेत्र भित्र पर्ने भएकोले इम्जा लगायत नेपालका अन्य हिमताल अध्ययनमा ICIMOD ले नेतृत्वदायी भूमिका निर्वाह गरेको हो ।

## For further information contact

Pradeep K Mool: [pmool@icimod.org](mailto:pmool@icimod.org)

Photos: All photos by Sharad P Joshi

© ICIMOD 2011

International Centre for Integrated Mountain Development

GPO Box 3226, Kathmandu, Nepal

Tel +977-1-5003222 email [info@icimod.org](mailto:info@icimod.org) [www.icimod.org](http://www.icimod.org)