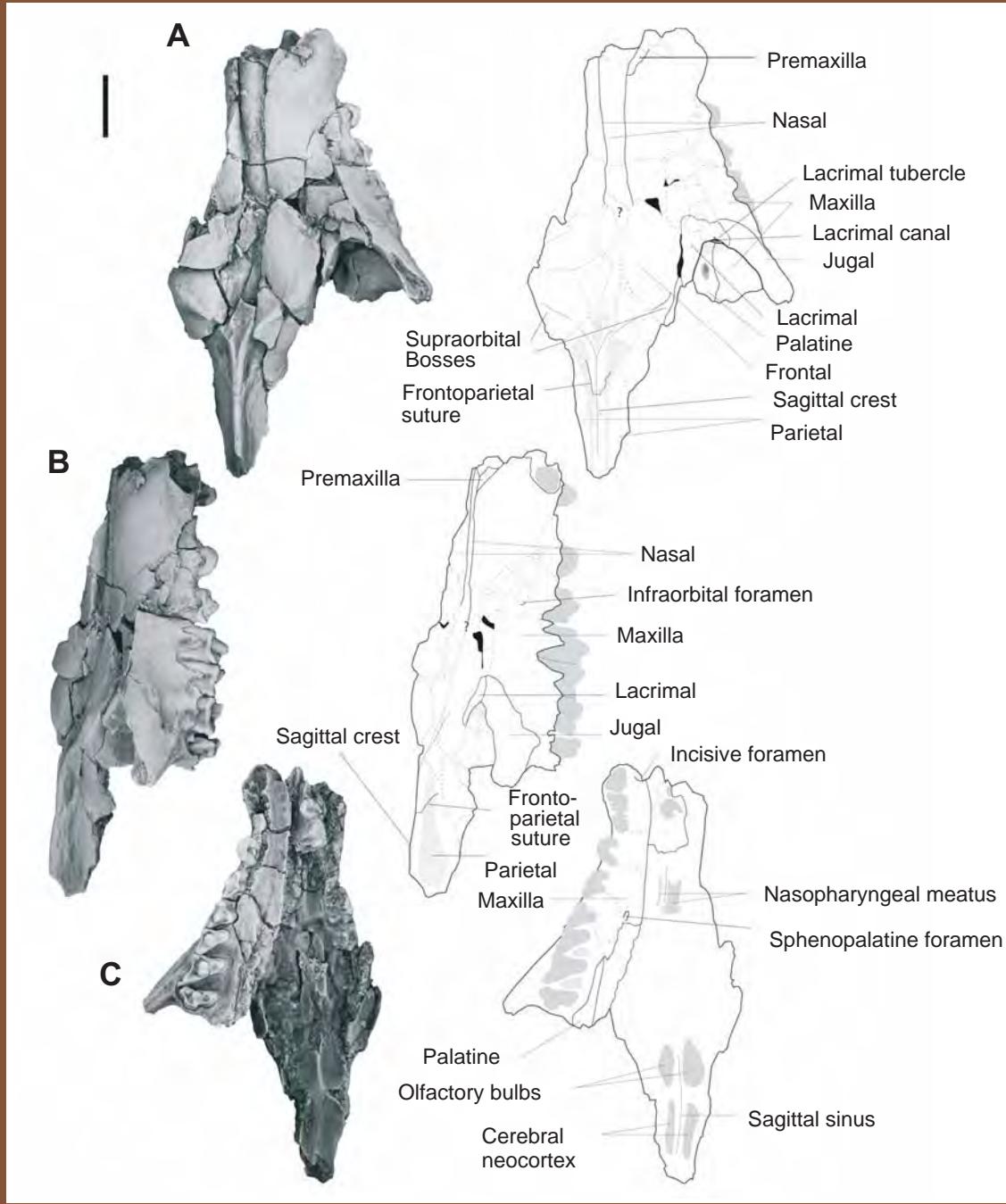




वार्षिक प्रतिवेदन 2015-16



वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान
देहरादून

(भारत सरकार के विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग का एक स्वायत्तशासी संस्थान)

आवरण चित्र: इन्डोहेनोडॉन राओर्ड का कपाल। पूर्णतः सटीक पी2–एम3, सी तथा पीआई अल्वीओली के साथ चित्र (बायें) तथा व्याख्यात्मक आरेख (दायें) और बायें पी1 में ए, डोर्सस, बी पार्श्विक, सी वेंट्रल दृश्य। स्केलबार 10 मि.मी. के।

(आभार : किशोर कुमार)

वार्षिक प्रतिवेदन

2015–2016



वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान

(भारत सरकार के विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग का एक स्वायत्तशासी संस्थान)

33, जनरल महादेव सिंह मार्ग, देहरादून – 248001

ई.पी.ए.बी.एक्स. : 0135-2525100

फैक्स : 0135-2625212 ई-मेल : director@wihg.res.in

वेब : <http://www.wihg.res.in>

सम्पर्क :

निदेशक,

वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान

33, जनरल महादेव सिंह मार्ग, देहरादून-248001

फोन: 0135-2525103, फैक्स: 0135-2625212 / 2525200

ई-मेल : director@wihg.res.in

वेबसाइट : <http://www.wihg.res.in>

विषय-वस्तु

1. संस्थान के शोध कार्यकलाप	i
2. प्रणोद क्षेत्र विषय	
प्र.क्षे.वि. 1 : हिमालय तथा समीपवर्ती पर्वतों का भूगतिकीय उद्भवन	1
प्र.क्षे.वि. 2 : भारतीय मानसून-विवर्तनिक पारस्परिक क्रिया तथा हिमालय का उत्खनन	14
प्र.क्षे.वि. 3 : भूकंप पूर्वानुमान अध्ययन तथा भूमि पर खतरे का मूल्यांकन	19
प्र.क्षे.वि. 4 : जैव विविधता-पर्यावरण संयोजन	30
प्र.क्षे.वि. 5 : हिमालयी हिमनद-भारतीय मानसून परिवर्तनशीलता तथा गंगा द्रोणी में जलवैज्ञानिक बदलावों में उनकी भूमिका	39
3. प्रायोजित शोध-परियोजनाएँ	43
4. शोध-प्रकाशन	73
5. संगोष्ठी/परिसंवाद/कार्यशाला का आयोजन	81
6. पुरस्कार तथा सम्मान	83
7. विदेश यात्राएँ	83
8. पी.एच.डी. शोध-प्रबंध	84
9. संगोष्ठी/परिसंवाद/कार्यशाला/बैठक/प्रशिक्षण कार्यक्रमों में प्रतिभागिता	85
10. संस्थान के वैज्ञानिकों द्वारा व्याख्यान	87
11. सदस्यता	89
12. प्रकाशन एवं प्रलेखन	90
13. पुस्तकालय	90
14. एस.पी. नौटियाल संग्रहालय	91
15. तकनीकी सेवाएँ	92
16. समारोह	93
17. संस्थान में पधारे विशिष्ट अतिथि-गण	96
18. हिन्दी के कार्यान्वयन की स्थिति	97
19. विविध-विवरण	98
20. संस्थान के कर्मचारी-गण	99
21. संस्थान के शासी निकाय/अनुसंधान सलाहकार समिति/वित्त समिति/भवन समिति के सदस्य गण	101
22. लेखा-विवरण	105

वा.हि.भू.सं. संगठन व्यवस्था चार्ट

शासी निकाय

प्रोफे. एस. के. टंडन
सचिव, डी.एस.टी. के प्रतिनिधि
प्रोफे. एम.पी. सिंह
प्रोफे. यू.सी. मोहनी
प्रोफे. डी.सी. श्रीवास्तव
डॉ. राजेश कुमार श्रीवास्तव
डॉ. डी.एस. रमेश
डॉ. राजीव निगम
श्री जे.बी. महापात्रा
प्रोफे. अनिल के. गुप्ता
श्री पंकज कुमार

अनुसंधान सलाहकार समिति

प्रोफे. डी.सी. श्रीवास्तव
डॉ. एस. सिन्धा रोय
प्रोफे. कुमाल राजेन्द्रन
प्रोफे. एम. जयानंदा
डॉ. आर.एस. दत्तत्रेयम
डॉ. बी.एम. तिवारी
डॉ. जे.आर. कथाल
प्रोफे. एम.के. याणिग्रही
प्रोफे. एस. त्रिपाठी
प्रोफे. आर.पी. तिवारी
प्रोफे. सुरील के. सिंह
डॉ. खेलमणि
प्रोफे. अनिल के. गुप्ता
डॉ. एस.के. पारच्चा

वित्त समिति

प्रोफ. एम.पी. सिंह
प्रोफे. अनिल के. गुप्ता
श्री जे.बी. महापात्रा
श्री पंकज कुमार
श्री हरीश चन्द्र

भवन समिति

प्रोफे. अनिल के. गुप्ता
श्री जे.बी. महापात्रा
ओ.एन.जी.सी. के प्रतिनिधि
भारतीय सर्वेक्षण के प्रतिनिधि
डॉ. राजेश शर्मा
श्री पंकज कुमार
श्री सी.बी. शर्मा

निदेशक

शोध गतिविधियाँ

शोध सहायक इकाइयाँ

प्रशासन

शोध समूह

- संरचना तथा विवरणिकी
- आग्नेय शैलविज्ञान एवं भूरसायानिकी
- अवसादिकी
- जैवस्तरिकी
- भूपौतिकी
- भूआकृतिकी तथा पर्यावरणीय भूविज्ञान

प्रणोद क्षेत्र विषय

- हिमालय तथा समीपवर्ती पर्वतों का भूातिक विकास
- भारतीय मानसून-विवरणिक पारस्परिक क्रिया तथा हिमालय का उत्थनन
- भूकंप पूर्वाणी अध्ययन तथा भू-संकट मूल्यांकन
- जैवविविधता - पर्यावरण सहलग्नता हिमालयी हिमनद : भारतीय मानसून विविधता तथा गंगा द्रोणी में जलवैज्ञानिक परिवर्तनों में उनकी भूमिका

अनुसंधान योजना तथा समन्वय प्रकोष्ठ

- प्रकाशन तथा प्रलेखन
- पुस्तकालय
- संग्रहालय
- आरेखन अनुभाग
- फोटोग्राफी अनुभाग
- उपकरण रख-रखाव
- नमूना तैयारी अनुभाग

रजिस्ट्रार का कार्यालय

- वित्त एवं लेखा
- स्थापना
- भंडार एवं क्रय
- निर्माण-कार्य, भवन तथा रख-रखाव
- परिवहन
- अतिथि-गृह

संस्थान के शोध कार्यकलाप



वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान को हिमालय से सम्बद्ध वैज्ञानिक विषयों का अध्ययन करने का दायित्व सौंपा गया है जिसमें इसके विकास, भूगतिकी तथा जलवायु का अध्ययन शामिल है। भूकंपीय सक्रियता, हिमनद—मानसून सम्बद्धता, जलवायु विवर्तनिक पारस्परिक क्रियाओं को समझने के लिए तथा भारतीय यूरेशिया प्लेट

पर पर्फटी—प्रावरण परिसीमा के गहन अध्ययन के लिए, हिमालयी प्रदेश के भूवैज्ञानिक तथा भूभौतिकीय अन्वेषणों में संस्थान एक अग्रणी भूमिका अदा करता है।

वर्ष के दौरान उत्तराखण्ड हिमालय की उपग्रह छवियों के आधार पर हिमनद झील की सुव्यवस्थित वस्तु सूची तैयार करने का महत्वपूर्ण कार्य शुरू किया गया जिसमें 1266 झीलें शामिल हैं। इसका उद्देश्य इस इलाके में आपदा की संभाव्यता सहित हिमनदों की अवस्था एवं उनके भविष्य को समझना है। इस संस्थान के वैज्ञानिकों ने देश में पहली बार लद्दाख के चुमथांग इलाके में कमरे को गर्म करने के लिए भूतापीय ऊर्जा के दोहन एवं इस्तेमाल का निर्दर्शन किया। संस्थान के वैज्ञानिकों द्वारा जम्मू और कश्मीर में आई बाढ़ के बाद जिला प्रशासन के अनुरोध पर ऊधमपुर जिले में लोगों के पुनर्वास हेतु सुरक्षित क्षेत्रों के सीमांकन हेतु एक सर्वेक्षण भी किया गया। संस्थान के वैज्ञानिकों ने रेल विकास निगम लिंग जिसे हिमालयी भूभाग में ऋषिकेश एवं कर्णप्रयाग (गढ़वाल हिमालय) के बीच 110 किमी⁰ लम्बा रेलमार्ग (अधिकांशतः सुरंगों के बीच से) बनाने का दायित्व सौंपा गया है, के अधिकारियों के लिए 5 दिवसीय प्रशिक्षण कार्यक्रम आयोजित किया। संस्थान द्वारा 'शिवालिक ममलियन फौनॉज ऑफ द फुटहिल्स विद रेफरेंस टू बायोक्रोनोलॉजी, लिंकेजेज एण्ड माइग्रेशन' नामक पुस्तक का प्रकाशन भी किया गया।

अंतरराष्ट्रीय रूप से प्रतियोगी डेटाबेस शोध सृजित करने के लिए आवश्यक अवसंरचनात्मक सुविधाएं प्रदान करने के उद्देश्य से संस्थान की मौजूदा उच्चस्तरीय उपकरण सुविधाओं में 'एलए—एमसी—आईसीपी—एमएस' जैसी उपकरण सुविधा जोड़ी गई है। माननीय विज्ञान और प्रौद्योगिकी तथा पृथ्वी विज्ञान राज्यमंत्री श्री वाई.एस. चौधरी ने 9 अक्तूबर, 2015 को इस इकाई का उद्घाटन किया। विश्लेषणात्मक प्रयोगशाला सुविधाओं, फील्ड उपकरणों तथा अन्य शैक्षणिक संस्थाओं से अन्तर संबंधों में लगातार वृद्धि के फलस्वरूप इस समय जारी सभी परियोजनाओं में काफी प्रगति सुनिश्चित हुई है। 5 प्रणोद क्षेत्र विषयों में जारी कार्यकलापों की समीक्षा ने यह दर्शाया है कि



श्री वाई.एस. चौधरी एलए—एमसी—आईसीपी—एमएस लैब का उद्घाटन करते हुए।

प्रणोद क्षेत्रों में प्रमुख शोध कार्यकलाप अपने निर्धारित लक्ष्यों की ओर अग्रसर हैं।

प्र.क्षे.वि.—1: हिमालय एवं समीपवर्ती पर्वतों का भूगतिकीय उद्भवन

- रिसीवर फंक्शन विश्लेषण अध्ययन से तेथ्यान हिमालय के भीतर एक प्रबल अंतःपर्फटीय निम्न संवेग परत का पता चला है और 4–8 प्रतिशत आंशिक गलन/अथवा मध्य पर्फटीय गहराई में जलीय तरल का परिणाम प्राप्त हुआ।
- सतलुज नदी घाटी अनुभाग, हिमाचल प्रदेश के समीप कुछ केंद्रों पर चुम्बकीय-स्थलमंडलीय अनुक्रिया हिमालयी भूकंपीय पट्टी क्षेत्र के नीचे विचलन अथवा उछाल की संभावना सहित प्रोफाइल के साथ-साथ बराबर उत्तर की तरफ झुकाव वाली एक संवहनी परत की उपस्थिति दर्शाते हैं।
- जीपीएस मापनों एवं गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा के माध्यम से उत्तर पश्चिमी हिमालय के देहरादून एवं कांगड़ा पुनः प्रवेशकों में अग्रवर्ती प्रणोद प्रणालियों एवं अन्य संबद्ध प्रमुख प्रणोदों के मॉनीटरन से यह पता चलता है कि देहरादून पुनः प्रवेशकों के मुकाबले कांगड़ा पुनः प्रवेशक में, विशेष रूप से एचएफटी एवं ज्वालामुखी प्रणोद के बीच क्षैतिज दबाव घटक की तीव्रता दोगुनी है।
- अलकनंदा घाटी, उत्तर पश्चिम हिमालय में मुख्य केंद्रीय प्रणोद क्षेत्र एवं उच्चतर हिमालयी क्रिस्टलाइन सीक्वेंस का पी-टी स्यूडो सेक्शन मॉडलिंग एप्रोच (एमसीटीजेड में 6.3–7.5 केबीएआर और 550–580 डिग्री सेल्सियस, और उच्च हिमालयी क्रिस्टलाइन सीक्वेंस (एचएचसीएस) के आधारीय हिस्से में 8–10 केबीएआर और 610–650 डिसे।

की उच्च कायांतरणी परिस्थितियाँ उत्पन्न करता है। ये परिणाम एमसीटीजेड और एचएचसीएस के बीच पूरे सम्पर्क क्षेत्र में पी-टी फील्ड ग्रेडियेंट में अनवरतता का संकेत देते हैं और एचएचसीएस के निचले हिस्से में बायोटाइट से गारनेट जोन में एक उल्टा कायांतरणी क्रम दर्शाते हैं।

- लद्दाख में अपेक्षित सापी-शेरगोल ब्ल्यूसिट्स पी-टी विकास, ca. 470 डि.से. और 19 के बीएआर निम्न तापीय प्रवणताओं (8–9 डि.से./किमी.) के साथ एक क्लॉकवाइज हेयरपिन लूप द्वारा अभिलक्षित है और अंतः महासागरीय सब्डक्षण सेटिंग में कोल्ड सब्डक्षण जोन प्रणाली के अनुरूप है।
- भारत-स्थानीय पर्वतीय पट्टी, पूर्वोत्तर भारत के नागार्लेंड-मणिपुर ओफियोलाइट्स का भू-रासायनिक डेटा यह दर्शाता है कि आरंभ में इनका सृजन भारतीय प्लेट के पूर्वी सीमांत में समुद्र तल के प्रसार के समय हुआ था जो उस समय स्थानीय प्लेट के साथ इसकी टक्कर एवं सब्डक्षण के दौरान भारतीय प्लेट के महाद्वीपीय सीमांत के ऊपर ढकेल दिया गया था।
- संस्थान में हाल ही में अधिष्ठापित एलए-एमसी-आइसीपीएमएस सुविधा का प्रयोग करके उच्चतर हिमालयी क्रिस्टलाइनों की चट्टानों पर यू-पीबी जिरकॉन भूकालक्रमिक अनुपयोग दर्शाता है कि वैक्रिता प्रतिबल जिसे कई लोग एमसीटी मानते हैं, वास्तव में अलग-अलग डिट्राइट अवस्थाओं एवं अभिलक्षणों सहित एक भूभाग की सीमा है। मुनसियारी फारमेशन से जिरकॉन इनर लेसर हिमालय (बेरीनाग क्वार्टजाइट) लेसर हिमालय की सुझायी समानता के साथ उससे पृथक कर रहे हैं।

प्र.क्षे.वि.-2: भारतीय मानसून-विवर्तनिक पारस्परिक क्रिया तथा हिमालय का उत्खनन

- मॉमलूह गुफा, मेघालय के स्पीलियोथेम प्रॉक्जी अभिलेख बोलिंग-एलेरोड एवं प्रारंभिक होलोसीन अवधियों के दौरान भारतीय ग्रीष्म मानसून में आकस्मिक वृद्धि दर्शाते हैं एवं हेनरिच तथा यंगर ड्रायस शीत घटनाओं के दौरान यह कमजोर पड़ता है।
- ¹³⁷Cs एवं ²¹⁰Pb डेटिंग तकनीक का इस्तेमाल करके रेवॉल्सर झील, हिमाचल प्रदेश की अवसादन दर का मापन शीर्ष 2मी कोर नमूनों पर किया गया जिससे पता चलता है कि झील में पिछले ~50 वर्षों के दौरान औसतन 3.35 सेमी. प्रतिवर्ष की दर से अवसादन हुआ है जो उत्तर पश्चिमी हिमालयी क्षेत्र की अन्य झीलों के मुकाबले सर्वोच्च है और जिसका मुख्य कारण आवाह क्षेत्र में बढ़ा हुआ मानव हस्तक्षेप है।
- अलकनंदा-मंदाकिनी एवं अन्य नदियों पर नया डेटा यह संकेत देता है कि हिमालयी क्षेत्र में बाढ़ अधिकांशतः उष्ण एवं

नम जलवायुवीय चरणों के दौरान आती है और यह कि भारतीय ग्रीष्म मानसून फ्रंट पश्च हिमनदीय जलवायुवीय चरमता के दौरान लद्दाख में प्रवेश कर सकता है।

- मंदाकिनी घाटी में स्थाई वृक्षरेखा वृद्धि उच्च शीत/हिम प्रतिरोधी पादप प्रजातियों जैसे कि बेतुला यूटिलिस, सोर्बस एक्यूपेरिया तथा रोडोडेन्ड्रॉन कम्पेलुटेनम से निरुपित की जाती है और जलवायु परिवर्तन के निहितार्थ, खासकर अलपाइन पारिस्थितिक तंत्र में हिम अवधि/हिम वर्षण में लगातार कमी का संकेत देता है।
- लद्दाख इलाके को शामिल करते हुए सिंधु नदी के नमूनों में मापित प्रमुख आयन, स्थिर आइसोटोप ($\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$) एवं सिलिका दर्शाती है कि इन नदियों में क्षारीयता सिलिकेट अपक्षय से जुड़ी है।

प्र.क्षे.वि.-3: भूकंप पूर्वानुमान अध्ययन तथा भूमि पर खतरे का मूल्यांकन

- पिंजौर दून के नालागढ़ में किए गए पुराभूकंपवैज्ञानिक अन्वेषणों से पेलियोजिन शैलों को नियोजीन शिवालिक से पृथक करने वाले नालागढ़ प्रणोद के साथ विलंबित अभिनूतन भूकंपों का पता चला है। उत्तर पश्चिमी अग्रहिमालय के कालाअम्ब में किए गए इसी प्रकार के अध्ययन 34.1 ka और 17 ka के बीच ≥ 7.6 और 5.78 ka और 2 ka के बीच 8 से ≥ 8.5 तीव्रता के दो बड़े भूकंप दर्शाते हैं।
- वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान द्वारा संचालित वीवीएस केंद्रों के भूकंपीय अभिलेखों के संश्लेषण यह संकेत देते हैं कि भूकंपों के अवकेंद्र मुख्यतः 20 किमी. की उथली गहराई में वितरित हैं।
- गढ़वाल हिमालय में पी. एवं एस. तरंगों का आवृत्ति आसरित क्षीणन यह संकेत देता है कि गढ़वाल इलाका विश्व के विवर्तनिक रूप से सक्रिय क्षेत्रों के अंतर्गत आता है जिसमें प्रकीर्ण क्षीणन की प्रधानता होती है।
- भ्रंश तल पर हिमालय के गढ़वाल-कुमार्यू इलाके में भूकंपों के तरंग स्वरूप मॉडलिंग से सर्पण वितरण मूल्यांकन यह दर्शाता है कि अपेक्षाकृत बड़े सर्पण इलाके भ्रंश तल के कुल क्षेत्र के मुकाबले बहुत कम क्षेत्र को समाहित करते हैं।

प्र.क्षे.वि.-4: जैव विविधता-पर्यावरण संयोजन

- एकेंथोमॉर्फिक एक्रीटाक्रस के अलग-अलग साक्ष्य को पुराभौगोलिक पुनर्रचनाओं के लिए एक प्रतिनिधि के रूप में नियोजित किया गया है। इंफ्राक्रोल निर्माण से टिएंजूशेनिया स्पाइनोसा की रिपोर्ट यह संकेत देती है कि यह फोसलीफेरस होराइजन दक्षिण चीन के निम्न दावसेंटुओ निर्माण का समवयस्क है।

- कैम्बे स्लेटी पत्थर विरचन (पश्चिम भारत) से प्रारंभिक आदिनूतन हायनोडोटिड इंडोहाइनोडॉन रेओई के नए जीवाशमों का वर्णन किया गया जिसमें पहली बार ज्ञात रोस्ट्रम ऊपरी दंत विन्यास एवं पोस्टकेनिया शामिल है। इससे प्रजातियों के बारे में हमारा ज्ञानवर्धन हुआ है एवं इसके प्रकार्यात्मक रूपविज्ञान एवं संबंधों के बारे में गहन जानकारी प्राप्त हुई है। नया जातिवृत्त, समूह के अफ्रीकी एशियाई मूल के समनुरूप है।
- सीमांत विक्षेप मैदान के हाल के अभिनूतन संस्तर से हाथी की एक खोपड़ी, एलीफास CF. नेमोडिक्स, की खोज की गई।
- नदाह गांव पंचकुला के नजदीक प्रकट फॉसिलफेरस पिंजौर विरचन के एक हिस्से से मृदाजनित पिंडों एवं उदरपाद भूजलों के $\delta^{13}\text{C}$ मान, क्षेत्र में उस समय C_4 वनस्पतियों का स्पष्ट संकेत देते हैं। सामान्य रूप से $\delta^{13}\text{O}$ मान उष्ण एवं आर्द्ध मौसम परिस्थितियों का संकेत देते हैं।
- स्पीति द्रोणी की पिन घाटी के आर्डोविसियन –सिलुरियन अनुक्रमणों से कार्बोनेट संस्तरों में पहचाने गए कैल्सीफाइड हरित शैवाल के आधार पर प्रतिगमन एवं पारगमन के विभिन्न चरणों द्वारा अनुसृत एक उथले समुद्री से लेकर अभितट पर्यावर्णिक परिस्थिति का अनुमान लगाया गया है।
- जैसलमेर, राजस्थान के पास बिरमानिया विरचन के फॉस्फेट संस्तरों से वेंगेनिया एक्सक्यूजिटा की हाल की खोज द्रोणी की फोसिलीफेरस प्रकृति को दर्शाती है और विरचन की एडियाकरन अवस्था का संकेत देती है।

प्रक्षेपि—5: हिमालयी हिमनद: भारतीय मानसून परिवर्तनशीलता तथा गंगा द्रोणी में जलवैज्ञानिक बदलावों में उनकी भूमिका

- डोकरियानी हिमनद के अध्ययन से पता चला है कि प्रोथ (स्नाउट) अलग–अलग दर से लगातार प्रतिगमन कर रहा है। हिमनद के अगले हिस्से के दोनों तरफ बनाए गए स्थायी सर्वेक्षण बिंदु के संदर्भ में जीपीएस मॉनीटरन ने यह दर्शाया है कि वर्ष 2014–15 के लिए अग्रभाग का कुल निर्धारित प्रतिगमन 17 मी. था जो पिछले वर्ष के 21 मी. प्रतिगमन के मुकाबले कम है।
- 4 वर्षों के अवधि के दौरान प्रेक्षित तीस घटकों का प्रयोग करके डोकरियानी हिमनद के मलबा आवृत्त एवं स्वच्छ बर्फ के अपवर्तन की गणना संकेत देती है कि हासमान हिमनद अपवर्तन क्षेत्र में तेजी से मलबे से ढंक जाता है जो हिम क्षति की दर को कम करता है।
- दो हिमनदों नामतः सुरु नदी द्रोणी में पेनसीलुंगपा और जंसकार नदी द्रोणी, लद्दाख में दुरुंग – द्रंग जिनका प्रोथ क्रमशः 4121 मी. और 4674 मी. की ऊंचाई पर है, का अध्ययन क्रमशः $\sim 15 \text{ ma}^{-1}$ एवं 7 ma^{-1} की औसत दर से ~ 707 मी. और ~ 336 मी. का हिमनद प्रतिगमन दर्शाता है।

• टिहरी जलाशय के आसपास किए गए भूजलवैज्ञानिक अध्ययनों से पता चला है कि भूजल मुख्यतः एक्विफर के विसंयोजित निकायों में पाया जाता है और द्वितीयक रूप से तथा शैल रचनाओं की भेद्यता के माध्यम से उपलब्ध होता है। एक मानचित्र तैयार किया गया जिसमें संभाव्य भूजल के चार क्षेत्रों (उच्च, मध्यम, निम्न एवं अतिनिम्न को अभिचिन्हित किया गया।

• मसूरी नगर क्षेत्र का एक भूस्खलन ग्रहणशीलता मानचित्र तैयार किया गया है जिसमें साक्ष्य मॉडलिंग पद्धतियों के आवृत्ति अनुपात और भार को एकीकृत किया गया है। यह पाया गया है कि क्षेत्र के वेदिका निक्षेपों, पुराने भूस्खलन निक्षेपों एवं सड़कों के किनारे भूस्खलन की आशंका ज्यादा है।

शैक्षणिक कार्यकलाप

संस्थान ने शैक्षणिक क्षेत्र में अपनी महत्वपूर्ण उपरिस्थिति दर्ज कराई। वर्ष के दौरान संस्थान में चल रहे विभिन्न शोध कार्यक्रमों के अंतर्गत संस्थान ने 54 शोध–लेख प्रकाशित किए तथा लगभग 67 शोध लेख प्रकाशनाधीन हैं अथवा संप्रेषित किए गए हैं। पाँच शोधार्थियों को पीएच.डी. उपाधियाँ प्रदान की गई तथा तीन के शोध प्रबंध, उपाधि प्रदान किए जाने हेतु प्रस्तुत किए गए। संस्थान के ग्यारह वैज्ञानिक, विभिन्न संगोष्ठियों/परिसंवादों/कार्यशालाओं/प्रशिक्षण कार्यक्रमों में भाग लेने के लिए विदेश गए।

संस्थान द्वारा देहरादून स्थित अपने परिसर में 6–8 अक्टूबर, 2015 के दौरान 30वीं हिमालय – कराकोरम – तिब्बत कार्यशाला (एचकेटी 2015) का आयोजन किया गया जिसका उद्द्याटन उत्तराखण्ड के राज्यपाल महामहिम श्री कृष्णकांत पॉल ने किया। 46 विदेशी प्रतिभागियों सहित कुल 264 प्रतिभागियों ने इस सम्मेलन में अपना शोध पत्र प्रस्तुत किया। इस आयोजन के अंग के रूप में कार्यशाला के बाद ऋषिकेश–जोशीमठ–मलारी क्षेत्र का 4 दिवसीय भ्रमण आयोजित किया गया। यह आयोजन काफी सफल रहा क्योंकि लगभग 24 विदेशी एवं 13 भारतीय प्रतिनिधियों ने इसमें भाग लिया। राष्ट्रीय भूतकनीकी सुविधा (एनजीएफ) पर भारत – नार्वे परियोजना की गई। इस बैठक में प्रतिभागियों ने प्रस्तुतियाँ दीं तथा भावी शोधकार्य हेतु एक कार्रवाई योजना बनाई गई।

संस्थान के वैज्ञानिक डॉ. टी. एन. जौहर को मैसूर विश्वविद्यालय, मैसूर में 3–7 जनवरी, 2016 तक आयोजित 103वें भारतीय विज्ञान कांग्रेस में “पृथ्वी प्रणाली विज्ञान हेतु सत्राध्यक्ष” बनने का सम्मान प्राप्त हुआ। शैक्षणिक कार्यकलापों के अन्य पहलुओं में संस्थान द्वारा राष्ट्रीय संस्थाओं एवं विश्वविद्यालयों के शोधकर्ताओं को प्रयोगशाला सुविधाएं उपलब्ध कराई गई। संस्थान द्वारा “हिमालय भूविज्ञान” पत्रिका

का प्रकाशन जारी रखा गया तथा न्यूजलैटर “भूगर्भ वाणी” खण्ड 5 (चार खण्डों में) के साथ—साथ खण्ड 36 (2) और 37 (1) का प्रकाशन किया गया।

अन्य विशिष्ट कार्यकलाप

संस्थान ने भारत के अलग—अलग हिस्सों में अनेक मंचों पर अपनी वैज्ञानिक प्रदर्शनियाँ लगाई और उनमें भाग भी लिया। संस्थान के कर्मचारियों ने 2 अक्टूबर, 2015 को “स्वच्छता अभियान” में भाग लिया। संस्थान द्वारा अपने परिसर में ही अपने कर्मचारियों के लिए “निःशुल्क हृदय जांच शिविर” तथा “निःशुल्क नेत्र परीक्षण शिविर” भी लगाया गया।

संस्थान में 14–28 सितम्बर, 2015 के दौरान ‘हिन्दी—पञ्चवाङ्’ मनाया गया। इस अवधि के दौरान विद्यालयों के छात्रों

तथा संस्थान के कर्मचारियों के लिए निबन्ध प्रतियोगिता तथा वाद—विवाद का आयोजन किया गया। संस्थान के वैज्ञानिकों एवं कर्मचारियों को राजभाषा के संवैधानिक प्रावधानों एवं विभिन्न आदेशों से बार—बार परिचित कराया गया। सामान्य आदेशों, परिपत्रों तथा सूचनाओं को अंग्रेजी के साथ—साथ हिंदी में जारी किया गया। संस्थान का वार्षिक प्रतिवेदन, 2014–15 अंग्रेजी तथा हिंदी दोनों भाषाओं प्रकाशित किया गया। राजभाषा हिंदी के उत्तरोत्तर प्रयोग को बढ़ावा देने के लिए अनेक प्रोत्साहन योजनाएं भी लागू की गईं। हिंदी पत्रिका ‘अशिमका’ वॉल्यूम 21 का भी प्रकाशन किया गया।

अनिल कुमार गुप्ता
निदेशक

प्रे.क्षे.वि.-1 : हिमालय तथा समीपवर्ती पर्वतों का भूगतिकीय उद्भवन

प्रे.क्षे.वि. – 1.1

परिभाषित अनुप्रस्थों के आसपास हिमालयी गहन छवि प्रोफाइलिंग (एचआईएमडीआईपी)

(एस. भाकुनी, गौतम रावत, नरेश कुमार, दिलीप कुमार यादव और देवजीत हजारिका)

नहान प्रवाह के पूर्वी किनारे के आसपास वैन्यासिक विश्लेषण

हिमालयी अग्रभाग के प्रणोद (एचएफटीय मुख्य सीमा भ्रंश (एमबीएफ), मुख्य सीमा प्रणोद (एमबीटी) और जुटोध प्रणोद क्षेत्रों का विश्लेषण टॉस-गिरि नदी धाटी खंड, हिमालय के आसपास नहान प्रवाह के पूर्वी किनारे की ज्यामिति और काइनोमेटिक्स को समझने के लिये किया गया। एचएफटी एक एनएनई-डिपिंग विन्यास है जो बेडिंग-समानान्तर अपरूपणों के विकास तथा विनम्र से अत्यन्त दुरारोह-डिपिंग सामान्य भ्रंशों (डिपिंग उत्तरी और दक्षिणी दोनों दिशाओं में), की पहचान लटकती दीवार के आधार पर की गई है। यह पता चला है कि मुख्य हिमालयी थ्रस्ट (एमएसटी) के उपसतही ज्यामिति पर अथवा एचएफटी के आसपास हिमालयी पर्वत फिजियोग्राफिक सीमा के अध्ययन के दौरान विलगांव पर पूर्व-विद्यमान विशिष्ट बनावट का कोई प्रभाव नहीं था। गिरि नदी धाटी खंड में ऊर्ध्वाधर से दुरारोही-डिपिंग एमबीएफ के आसपास, शिवालिक चट्ठानों के लालिमायुक्त मडस्टोन वाले निचली तृतीयक लटकती दीवार, जो सुबाथु विन्यास के जैतून हरित कैल्सेरियस स्लेटी पत्थर और स्लेटों से बना है। एमबीएफ की लटकती दीवार के आधार के आसपास एक भ्रंश पर्वतश्रेणी विकसित हुई है। गिरि नदी एमबीएफ के निचले दीवार के शीर्ष के आसपास बहती है।

दूसरे खंड में नहान के उत्तर, एमबीएफ हल्के रूप से उत्तर पश्चिम की ओर झुक जाती है जहाँ सुबाथु विन्या के चट्ठानों का लक्षण वर्णन बड़ी संख्या में सामान्य भ्रंश मैदानों के एनएनई की ओर हल्के से अत्यन्त हल्के नमन के विकास द्वारा किया गया है। यह फॉर्मेसन विशेष रूप से विस्तारात्मक टेक्टोनिक्स द्वारा विरूपित हो गया है जिसने नहान प्रवाह के शीर्ष की ओर निचली तृतीयकों की चौड़ाई को और चौड़ा कर दिया है। नहान प्रवाह के पूर्वी किनारे के अंतिम बिन्दु की ओर एमबीएफ नहान प्रवाह और देहरादून रिसेस के बीच अंतर्नमन बिन्दु के निकट निचली तृतीयकों की चौड़ाई संघनित हो गई है। एमबीटी के आसपास लटकती दीवार के सामूहिक तथा घने बेडेड क्रोस चूना पत्थर का सुबाथु कैल्सेरियस और कार्बोनेसियस स्लेटी पत्थरों के ऊपर, नीचे की दीवार के ऊपर आधारिक चट्ठानों के साथ अभिप्लवन हो गया है (चित्र 1)। एमबीटी एक

उप-ऊर्ध्वाधर विन्यास है जो एमबीटी की लटकती दीवार के आधार बिन्दु पर पहचान किए गए बार-बार विकसित लेप्ट-लेटरल स्ट्राइक-स्लिप भ्रंशों से युक्त है। बड़े उप ऊर्ध्वाधर पीन्च तथा स्टोल विन्यास ट्रान्सवर्स तनाव रिलीज विलगाव के साथ निचली दीवार के शीर्ष पर पाए गए हैं जहाँ परत-समानान्तर स्ट्रेचिंग देखी गई है। एमबीटी के आसपास अधिकांश विरूपण असक्षम सुबाथु चट्ठानों द्वारा व्यवस्थित किए गए हैं। दक्षिण-पूर्वी झुकाव वाले डिस्क्रिट सीयर क्षेत्र एमबीटी की लटकती दीवार के आधार पर सामान्य हैं। ये सीयर क्षेत्र डब्ल्यूएसडब्ल्यू की ओर हल्के रूप से छुक रहे सामान्य भ्रंशों के द्वारा प्रतिसंतुलित हो रहे हैं। दग्शाई फार्मेशन के भीतर एक नया इन्ट्राफार्मेशनल थ्रस्ट भ्रंश की पहचान की गई है जो एमबीएफ के अतिरिक्त एमबीटी का सबसे कम उम्र का फलक हो सकता है। एमबीटी क्षेत्र में अभिप्लवन टेक्टोनिक्स और लैंड स्केप के उद्भवन के बीच अंतरंग संबंध है। अन्य ट्रांसेक्ट के आसपास पश्चिम की ओर पिंच और स्वेन के साथ माइलोनिटिक कार्बोनेट चट्ठान तथा बाउडीन विन्यास एमबीटी की लटकती दीवार के आधार पर विकसित हुए हैं। इस खंड में एमबीएफ तथा एमबीटी के बीच उद्घटित निचली तृतीयकों की चौड़ाई अपेक्षाकृत कम है। जुटोध थ्रस्ट की लटकती दीवार का आधार एक शीयर क्षेत्र से सीमांकित होता है जो पश्चिम की ओर शीयर क्षेत्रों में चूर्णित तथा सूखे हुए क्वार्टजाइट डिपिंग के भीतर बने गॉज पदार्थ के पास स्टीप-डिपिंग भ्रंशों द्वारा रेखांकित होता है (चित्र 2)। अभिप्लवन स्किस्टोसिटी से दूर गारनेट-बियरिंग फाइलाइट-क्वार्टजाइट शृंखला हल्के से उत्तर-पश्चिम की ओर झुक जाती है। मुख्य शल्कन को काटते हुए सामान्य भ्रंशों का इएसई की



चित्र 1: क्रोल चूना पत्थर (लाइमस्टोन) और सुबाथु स्लेटी पत्थर (शेल्स) के बीच ऊर्ध्वाधर रूप से झुके मुख्य बाउडी थ्रस्ट (एमबीटी)। उत्तर-पश्चिम दक्षिण-उत्तर की ओर झुक रहे स्ट्राइक-स्लिप भ्रंश (एस-एसएफ) एमबीटी की लटकती दीवार के तल पर सामान्य घटना हैं।



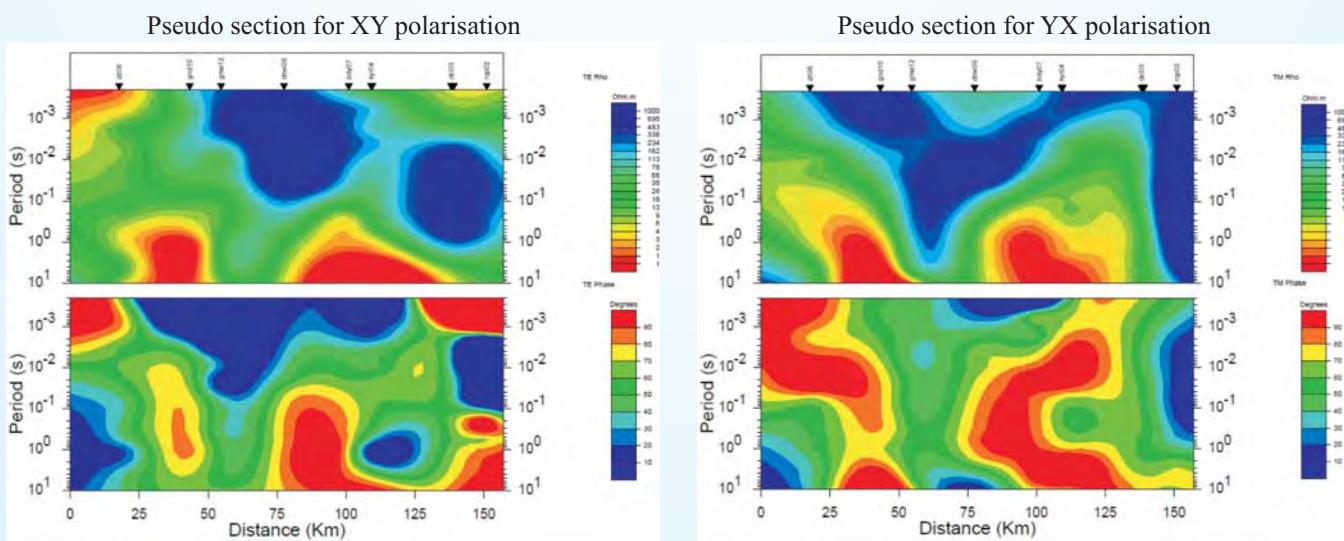
चित्र 2: जुटोद्य थ्रस्ट की लटकती दीवार का तल क्वार्टजाइट के साथ प्रेक्षित अपरूपण (शीयर) क्षेत्रों के साथ भ्रंश गॉज के साथ अपरूपित हुए हैं। जुटोद्य थ्रस्ट से दूर, सामान्य भ्रंश आमतौर पर जुटोद्य थ्रस्ट की लटकती दीवार के आधारिक भाग (गार्नेट-माइका सिक्स्ट) पर विकसित होते हैं।

ओर सामान्य रूप से झुकना आम बात है। जुटोद्य थ्रस्ट की निचली दीवार (फुटवाल) के शीर्ष के निकट तथा फाइलाइट्स के भीतर बड़े स्कर्टोसिटी-समानांतर पिंच और स्वेल विन्यास विकसित हुए हैं। जुटोद्य थ्रस्ट की लटकती दीवार के आदार पर आइसोक्लिनिकल रूप से निर्भर परतें तथा मुड़ी हुई (पिंच) और उभारदार (स्वेल) विन्यास थ्रस्ट शीट के प्रसार के परिणामस्वरूप बने डाउन-डिप रेट्रैचिंग लिनिएशन के आस-पास आरंभिक परतों (फोल्ड) के घूर्णन का संकेत देते हैं।

सतलज नदी धाटी खंड, हिमाचल प्रदेश के आसपास मैग्नेटोटेल्युरिक अनुक्रिया का अध्ययन

सतलज नदी धाटी खंड, हिमाचल प्रदेश के आसपास कुछ स्टेशनों पर मैग्नेटोटेल्युरिक अनुक्रिया से निकटवर्ती स्रोत के प्रभाव (नियर सोर्स इफेक्ट) का संकेत मिलता है। इन स्टेशनों पर विद्युत क्षेत्र रिकार्डिंग अत्यन्त शोरगूल से युक्त थीं जो संभवतः उस क्षेत्र की विभिन्न पन बिजली परियोजनाओं और

असंतुलित विद्युत नेटवर्क के कारण थी जिसके कारण कुछ अनुमानित बाधित टेसरों में अपेक्षाकृत बड़ी त्रुटि रोधिकाएं प्रदर्शित हुईं। इसलिए प्रत्यक्ष प्रतिरोधकता वक्रों का विश्लेषण परिमापकता (डाइमेशिलिटी) और विघटन के लिए किया गया। संवेदनशील त्वरित विषम तथा बहर के चरण सेंसिटिव स्कियू भूवैद्युत विन्यास की जटिलता का संकेत देते हैं क्योंकि, प्रोफाइल के दक्षिणी छोर पर 2-डी स्थलों को छोड़कर संपूर्ण अवधिकाल की किसी भी स्थल अनुक्रिया का वर्गीकरण नहीं किया जा सकता। इसलिए विषम मानदंडों की परिवर्तनशीलता यह संकेत देती है कि उपस्तरी भूवैद्युत विन्यास की परिमापकता बैंड तक सीमित है और गहराई के अनुसार परिवर्तित होती है। 10 सेकेंड की अवधि तक के छद्म-खंड के आरंभिक परिणाम प्रोफाइल के आस-पास एक ठोस उत्तरदिशा की ओर झुकाव का संचालन करने वाली परत का संकेत देती है जिससे हिमालयी भूकंपीय पट्टी के क्षेत्र के नीचे टूटने अथवा उछाल की संभावना बनती है (चित्र 3)।

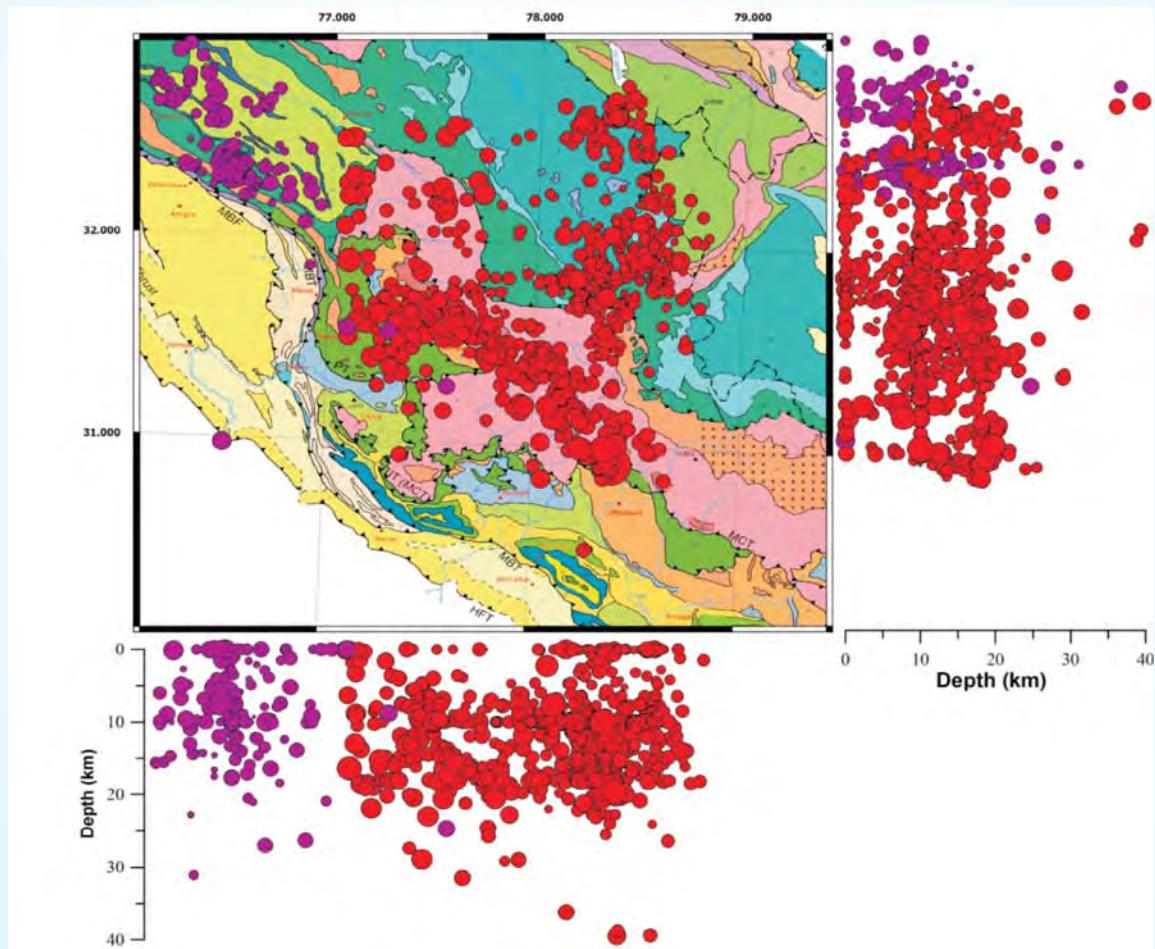


चित्र 3: सतलज नदी धाटी के आसपास प्रत्यक्ष प्रतिरोधकता का छद्म खंड और एमटी अंतरण कार्य के XY तथा YX ध्रुवीकरण का चरण।

सतलज नदी घाटी खंड, हिमाचल प्रदेश में भूकंपनीयता की पद्धति

सूक्ष्म स्तर के भूकंप तथा उच्चतर तीव्रता वाले भूकंपों की भूकंपनीयता का किन्नौर क्षेत्र, पश्चिम हिमालय के लिए मूल्यांकन सतलज और स्पीति नदी घाटियों में तथा इनके आस-पास किया जाता है (चित्र 4)। स्थानीय वेग मॉडल का उपयोग कर 1.0 से 4.2 तक की तीव्रता वाली भूकंपीय घटनाएं अधिकांशतः क्रेस्ट के ऊपरी भाग में संकेन्द्रित हैं। भूकंपीय घटनाओं का उद्गम केन्द्र और हाइपोसेंटर जिओ-विवर्तनिक पृष्ठभूमि के साथ आकृति 4 में लाल गोले वृत्तों से दर्शाएं गए हैं। ये भूकंपीय घटनाएं केन्द्रीय क्रिस्टेलाइनों तथा तिब्बत क्षेत्र के दक्षिण में सीमित हैं। भारत-यूरेशिया संघट्टन (कॉलीशन) क्षेत्र की भूगर्भ भौतिक प्रक्रियाओं को समझने के लिए भूकंपीय आंकड़ों को उपलब्ध भूगर्भीय, भूगर्भभौतिक और भू-आकृतिवैज्ञानिक पहलुओं के साथ एकीकृत किया गया। अधिकांश भूकंपीय स्रोत मुख्य हिमालय थ्रस्ट (एमएचटी) अतवा वियोजन तथा इसके ऊपर सक्रिय स्थानीय विवर्तनों (टेक्टोनिक्स) से संबंधित हैं।

अन्वेषण से पता चलता है कि बहु भूकंपीय-उत्पत्ति क्षेत्रों को मोटे तौर पर दो भागों में बांटा जा सकता है। किन्नौर के 19 जनवरी, 1975 के M6.8 तीव्रता वाले भूकंप के उद्गम केन्द्र क्षेत्र में माइक्रो-भूकंप भूकंपनीयता का उच्च संकेन्द्रण है। कौरिक-चांगो ब्रंश क्षेत्र (केसीएफजेड) के पश्चिम की ओर केन्द्रित भूकंपनीयता उत्तर-दक्षिण (एन-एस) दिशा के निकट जुड़ गया है और यह किन्नौर भूकंप के सिज्मो-जेनेटिक ब्रंश से संबंधित है। यह अध्ययन क्षेत्र के पूर्वोत्तर भाग में है और नतिकेन्द्रों (हाइपोसेंटर्स) के गहराई वाले खंड ऊपरी 20 कि.मी. क्रस्टल भाग में स्थित हैं। भूकंपनीयता स्थानीय टेक्टोनिक ब्रंशों द्वारा उत्पन्न होती है और एमएचटी के ऊपर संकेन्द्रित होती है। अध्ययन क्षेत्र के दक्षिणी भाग में भूकंपनीयता एनडब्ल्यू-एसई दिशा के निकट जुड़ जाती है जो कि मुख्य हिमालयी भूकंपीय पट्टी (एमएचएसबी), जो अपने दक्षिण पूर्वी गढ़वाल क्षेत्र और उत्तर पश्चिम कांगड़ा चम्बा क्षेत्र, हिमाचल प्रदेश के रुझान को साथ मिला लेती है, के निकट है। उत्तर-पश्चिम कांगड़ा-चंबा क्षेत्र की सुरक्षापित भूकंपीय घटनाएं (कुमार एट. एल., 2009) भरे हुए मैजेंटा रंग से अंकित हैं। नहान प्रवाह (सेलिएंट) क्षेत्र के इस भाग में मुख्य केन्द्रीय थ्रस्ट (एमसीटी) तिरहा है और दक्षिण



चित्र 4: सतलज नदी घाटी और उत्तर पश्चिम के समीपवर्ती भाग में एपिसेंटर (उद्गम केन्द्र) और हाइपोसेंटर की अवस्थिति (ठाकुर एंव रावत 1992 के बाद भूवैज्ञानिक नक्शा)।

पश्चिम की ओर उत्तल है, तथापि भूकंपनीयता इस विवर्तनिक (टेक्टोनिक) भ्रंश के सतही ट्रेस के निकट नहीं है जैसा कि पूर्वी और पश्चिमी दिशाओं में पाया गया है। ऊंचाई के आस-पास हाइपोसेंटर्स भी नहान प्रवाह के स्थानीय क्षेत्र के लिए ~5 कि.मी. गहराई से अधिक गहरे हैं। इस नेटवर्क तथा उत्तर पश्चिम हिमालय के अन्य स्टेशनों (केन्द्रों) के निरंतर आंकड़ों को उप-सतही विन्यास की जांच के लिए भूकंपीय टोमोग्राफी का निष्पादन करने के लिए मिलाया गया है।

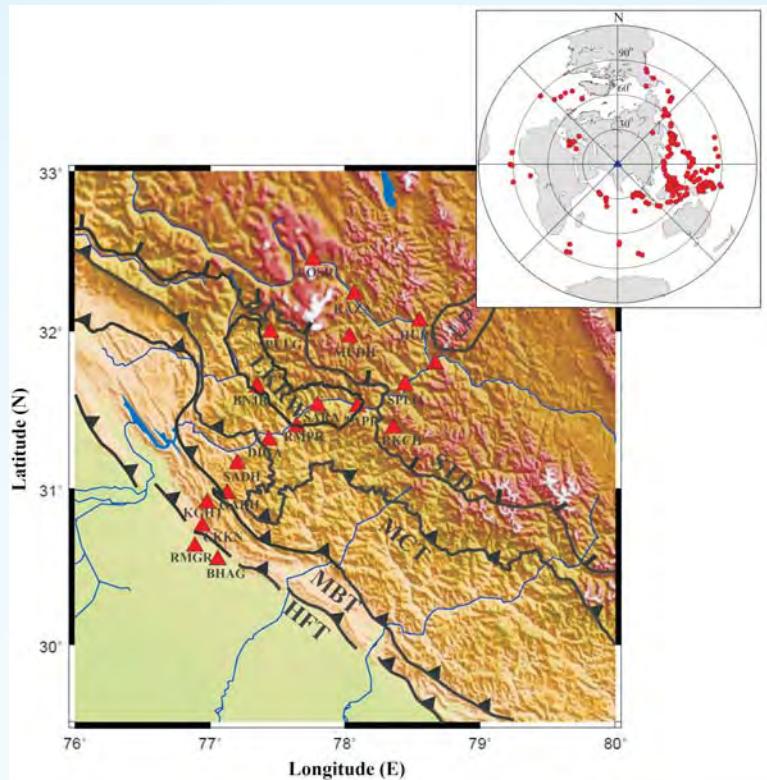
भूकंपीय केन्द्रों गरुड़गंगा (जीयूआर), उत्तरकाशी (यूटीके) और ठिहरी (टीईएच) भूकंपीय केन्द्रों के भूकंपीय आंकड़े भ्रंश-मैदान साल्यूशन (एपीएस) का निर्धारण करने के लिए एकत्रित, प्रसंस्कृत और विश्लेषित किए जाते हैं। ≥ 3.0 तीव्रता की भूकंपीय घटनाओं को इस उद्देश्य के लिए उपयोग में लाया जाता है ताकि इसमें पी-तरंग फर्स्ट मोशन एराइवल्स की अधिकतम संख्या मौजूद हो। उत्तर की ओर वर्ष 2013-15 के लिए डब्ल्यूआईएचजी के किन्नौर भूकंपीय नेटवर्क द्वारा अभिलेखित भूकंप की घटनाओं को भी इन स्थानों में बेहतर सटीकता के लिए जोड़ा गया है। इसके अतिरिक्त, यूएसजीएस द्वारा निर्धारित संवेग (मोमेंट) टेंसर सॉल्यूशनों को भी इस कार्य में जोड़ा गया है। भ्रंश मैदान समाधानों के प्रहार (स्ट्राइन), नमन (डिप) और अवनमन (रेक) से संबंधित भूकंपीय घटनाओं के दबाव (पी) और तनाव (टी) कुठारों को उनके निमज्जनों के साथ निर्धारित किया जाता है। इसके अतिरिक्त, हिमालय के इस भाग में अधिकतम (०१) और न्यूनतम (०३) क्रंप्रेसनल अक्ष इन्वर्सन अध्ययन भी संचालित किए जाते हैं। किन्नौर क्षेत्र में पिछले अध्ययन के निरंतरन में किन्नौर क्षेत्र के दक्षिणी भाग में भूकंपीय घटनाओं के हाइपोसेंट्रल मानदंडों का विश्लेषण भी एफपीएस प्राप्त करने हेतु किया जाता है। परिणाम स्वरूप, एफपीएस की संख्या के एमसीटी के निकट इस दक्षिणी भाग में स्ट्रेस पद्धति का निर्धारण किया जाता है। इस भाग में स्ट्रेस टेन्सर इन्वर्सन परिणाम किन्नौर क्षेत्र के लिए पूर्वी-पश्चिमी ट्रेंडिंग एक्सटेंशनल स्ट्रेस रिजीम की तुलना में कम्प्रेसनल स्ट्रेस रिजीम दर्शाते हैं। उत्तराखण्ड के चमोली जिले में 1 अप्रैल, 2015 को पीपलकोटी के पूर्वी दक्षिण पूर्व में 10 कि.मी. की गहराई पर 4.9 तीव्रता का एक भूकंप आया। यह घटना, जिसे डब्ल्यूआईएचजी भूकंपीय नेटवर्क के किन्नौर तथा गढ़वाल नेटवर्कों द्वारा विस्तृत रूप से अभिलेखित किया गया, का आगे के अध्ययन के लिए विश्लेषण और प्रसंस्करण किया जा रहा है।

सतलज नदी घाटी खंड, हिमाचल प्रदेश के नीचे मुख्य हिमालय प्रणोद और मोहो की ज्यामिति

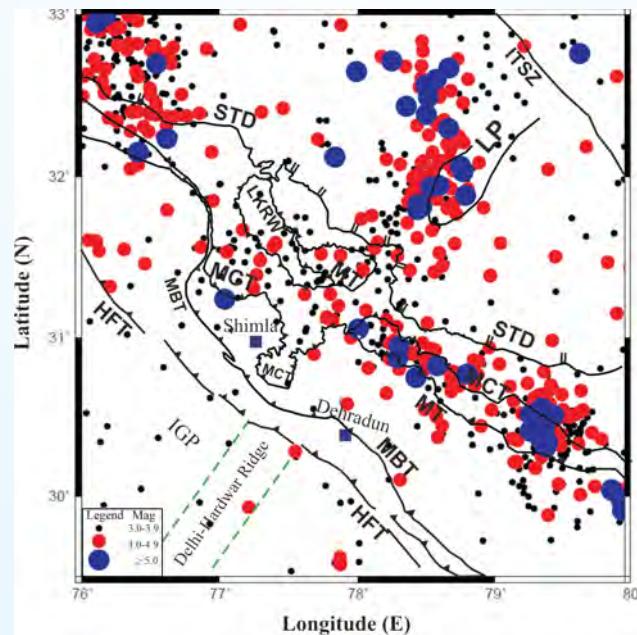
सतलज नदी घाटी, हिमाचल प्रदेश में तथा इसके आस-पास स्थित 18 ब्रॉडबैण्ड सिज्मोग्राफ केन्द्रों द्वारा अभिलेकित टेलीसिज्मिक आंकड़ों के लिए रिसिवर कार्य (फक्शन) विश्लेषण प्रणाली का उपयोग किया गया। रिसिवर फंक्शन आंकड़ों को प्रत्येक रिकार्डिंग केन्द्र पर राशीकृत किया गया और अपरूपण

तरंग संवेग मॉडलों को प्राप्त करने के लिए व्युत्क्रम (इन्वर्सन्स) संचालित किए गए। भूकंप वैज्ञानिक केन्द्र एचएफटी और टीईच के बीच की भू-विवर्तनिक इकाइयों को शामिल करते हैं। अध्ययन से संकेत मिलता है कि उप हिमालय और उच्चतर हिमालय के बीच उत्तर-पश्चिम की ओर फ्लैट-रैम्प-फ्लैट ज्यामिति की तुलना में एमएचटी के कम झुकाव है जैसा कि नेपाल हिमालय और गढ़वाल हिमालय में होने की जानकारी दी गई है। इसके विपरीत टीईच की ओर दक्षिण तिब्बती डिटैचमेन्ट (एसटीडी) से एमएचटी की गहराई में बड़ा परिवर्तन देखा गया है। एमएचटी की गहराई उप हिमालय में ~15 कि.मी. से उच्चतर हिमालय में ~22 कि.मी. तक अलग-अलग है जबकि इसमें टीईच के नीचे एसटीडी के निकट ~25 कि.मी. से ~40 कि.मी. तक की वृद्धि हुई है। इनवर्टेड शीयर वेव संवेग मॉडल एचएफटी के निकट केन्द्रों पर ~46 कि.मी. घने क्रस्ट को प्रदर्शित करते हैं और टीईच के नीचे क्रस्टल की सघनता ~60 कि.मी. तक बढ़ जाती है। शीयर वेव संवेग मॉडल एचएफटी के निकट केन्द्रों पर सबसे ऊपर की तरफ 3–4 कि.मी. घने क्रस्ट में अत्यंत कम संवेग (~0.7–1.2 कि.मी./एस) का अनुमान लगाया गया है जो कि एचएफटी के भारतीय गांगेय मैदान के दक्षिण के अवसादी कॉलम का संकेत देता है। टीईच के नीचे एक प्रमुख इन्ट्रा क्रस्टल निम्न संवेग वाली परत (आईसी-एलवीएल) का पता चला है और मध्य-क्रस्टल गहराई पर 4–8 प्रतिशत आंशिक रूप से पिघलने और/अथवा ऐक्वियस फ्लूड का अनुमान लगाया गया है। आईसी-एलवीएल उच्चतर हिमालय के नीचे महत्वपूर्ण रूप से कम है तथा लार्जी-कुलू-रामपुर विन्डो के दक्षिण में नगण्य है।

एमएचटी की ज्यामिती हिमालयी भूकंपीय पटटी (एचएचबी), एक संकीर्ण क्षेत्र, जो उत्तरी लघु हिमालय और दक्षिणी उच्चतर हिमालय तक फैला हुआ है, में भूकंप के खतरे का लक्षण वर्णन करने और बड़े भूकंपों के एकत्रण को समझने के लिए आवश्यक है। चूंकि एसएमबी में भूकंपनीयता एमएचटी में रैम्प विन्यास के साथ बहुत रूप से सह-संबंधित है, 1964–अगस्त, 2015 के दौरान घटित स्थानीय भूकंपों ($M \geq 3.0$) के स्थानिक वितरण का सतलज नदी घाटी और इसके आस-पास अध्ययन किया गया और इस अवधि के लिए स्थानीय भूकंपों की हाइपोसेंट्रल जानकारी अंतर्राष्ट्रीय भूकंप वैज्ञानिक केन्द्र (आईएससी) (www.isc.ac.uk) की पुस्तक सूची से प्राप्त की गई है। सामान्यतः उत्तर पश्चिम हिमालय में छाटी और हल्की तीव्रता के भूकंप एचएसबी तक सीमित हैं। वर्तमान अध्ययन क्षेत्र में निकटकेन्द्रों की स्थानिक वितरण पद्धति तीन सुपरिभाषित आधात पृथक्करण पद्धतियों के आस-पास, नामतः 1905 के बड़े कांगड़ा भूकंप का क्षेत्र, कांगड़ा-चम्बा क्षेत्र, सतलज नदी घाटी क्षेत्र और गढ़वाल हिमालय क्षेत्र को प्रदर्शित करता है (चित्र ५)। एचएसबी में बड़ी और हल्की, दोनों प्रकार की तीव्रता के भूकंप की अनुपस्थिति में सुस्पष्ट हैं जो शिमला क्षेत्र को शामिल करते हुए सतलज नदी घाटी के दक्षिणी भाग से संबंधित है। एचएसबी का यह खंड दिल्ली-हरिद्वार रिज के



चित्र 5: प्रमुख विवर्तनिक (टेक्टोनिक) विशिष्टताओं के साथ उत्तर पश्चिम हिमालय का स्थलाकृतिक (टोपोग्राफिक) मानचित्र : (1) हिमालयी अग्रप्रणोद (SFT), (2) मुख्य सीमा प्रणाल (MBT), (3) मुख्य केंद्रीयप्रणाल (MCT), (4) दक्षिण तिब्बती विभेदन (STD), (5) लर्जी-कुलु-रामपुर गवास (विंडो) (LKRW), (6) लिओ पारगिल (LP) गुबद, (7) वैकिता थ्रस्ट (VT), (8) मूनसियारी थ्रस्ट (MT)। लाल त्रिकोण वर्तमान अध्ययन में प्रयुक्त भूकंपीय अध्ययनों को दर्शाते हैं जबकि नीला त्रिकोण हजारिका एवं अन्य (2014) द्वारा प्रयुक्त केंद्रों को दर्शाते हैं। सबसे ऊपर दाहिने कोने में इनसेट में पी-तरंग को प्राप्त करने वाले टेलीसिस्मिक भूकंपों (लाल रंग के वृत्तों में) के वितरण को दर्शाया गया है।



चित्र 6: उत्तर पश्चिम हिमालय में 1964–2015 की अवधि के लिए भूकंपों का वितरण ($M \geq 3.0$) (स्रोत : आईएससी सारणी) क्षेत्र में विद्यमान प्रमुख विवर्तनिक विशिष्टताओं के संबंध में दर्शाया गया है। विवर्तनिक विशिष्टताएं चित्र 5 में किए गए उल्लेख के समान ही हैं। ITSZ इंडस त्वंसंग्पो सुचर क्षेत्र का प्रतिनिधित्व करता है। भारतीय-गांगेय मैदानों (आईजीपी) में दिल्ली-हरिद्वार रिज को अरोड़ा एट एल. (2012) का अनुसरण कर रेखाकिंत लाइनों में चिन्हित किया गया है। लाल रंग से तारांकित चिन्ह 1905 के कांगड़ा भूकंप (एम 8.0) को दर्शाता है।

प्र.क्षे.वि.-1 : हिमालय तथा समीपवर्ती पर्वतों का भूगतिकीय उद्भवन

पश्चिम और 1905 के कांगड़ा भूकंप (एम 8.0) के क्षतिग्रस्त क्षेत्र के पूर्व में स्थित हैं (चित्र 6)। भूकंपनीयता की अनुपस्थिति ढलान वाली संरचना की अनुपस्थिति से सह संबंधित है जहां अभिलवन के अधीन (अंडर-थ्रस्टिंग) दिल्ली-हरिद्वार पर्वत श्रेणी (रिज) के साथ अंतक्रिया करता है।

प्र.क्षे.वि. 1.2

उत्तर पश्चिम हिमालय और उत्तरी सीमांत हिमालय विन्यास में उत्थान अथवा अवतलन तथा गुरुत्वाकर्षी संभावित ऊर्जा परिवर्तन : उपग्रह जियोडेसी / ग्रेवीमिट्री तथा सिज्मोलॉजी का उपयोग करते हुए एकरूपता में क्रस्ट-मेंटल घनत्व

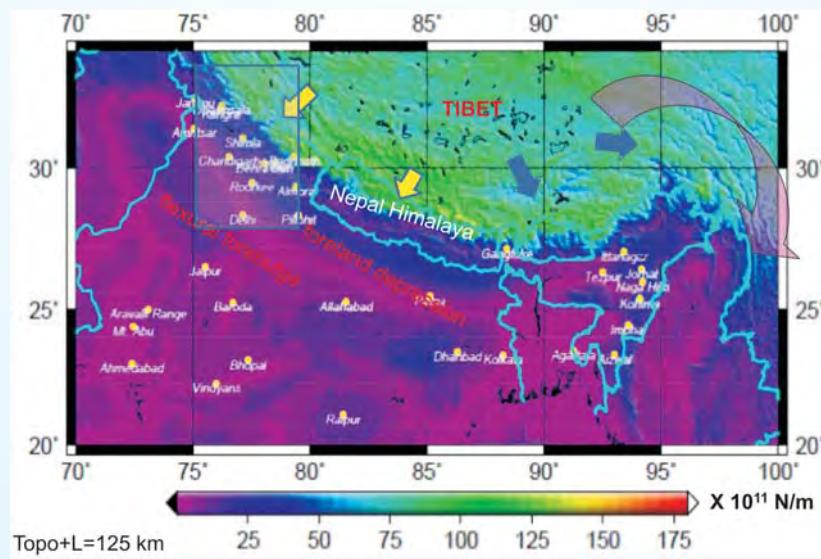
(एस. राजेश, सुशील कुमार और वी. श्रीराम)

हम उत्तर पश्चिम हिमालय में देहरादून और कांगड़ा री-इंट्रेंट्स में अग्र प्रणोदों में जीपीएस मापनों के माध्यम से निगरानी करते रहे हैं और आंकड़ों का प्रसंस्करण आईटीआरएफ 08 संदर्भ फ्रेम में पच्चीस आईजीएस केन्द्रों के साथ नियंत्रित कर किया गया है। हमारे परिणाम यह प्रदर्शित करते हैं कि नहान प्रवाही (सेलिएन्ट) किसी सतही विरूपण को नहीं दर्शा रहा है, यद्यपि यह दक्षिण पूर्व की ओर झुकाव दर्शाता है। एचएफटी के ऐसे विरूपण की तीव्रता देहरादून री-इंट्रेट की ओर बढ़ती है। सामान्य रूप से दक्षिण पूर्व की ओर एलसीके2 केन्द्र के संबंध में आधार रेखा की लंबाई के छोटे होने की दर बढ़ती है। इससे संकेत मिलता है कि नहान प्रवाह के पूर्व से दक्षिण पूर्व की ओर एचएफटी की गतिविधि आर्क के आसपास विद्यमान है। देहरादून और एचएफटी के दक्षिण के बीच आधार रेखा के कम होने की दर अथाह रूप से कम है जो लगभग 0.06 मिमी./वर्ष है। एचएफटी से

देहरादून री-इंट्रेट के पार एमसीटी के उत्तर संवेग आंकड़े की आगे की ओर मॉडलिंग समग्र रूप से 16 मिमी. प्रति वर्ष का छोटा होना दर्शाता है। नहान प्रवाह से पश्चिम अग्रवर्ती संवेग मुख्य रूप से कांगड़ा री-इंट्रेट के दक्षिण-पश्चिम की ओर मुख्य रूप से झुकते हैं। इस प्रकार नहान झुकाव दक्षिणी प्लेट सीमा भ्रंश की सतही गतिविधि में संवेग विभाजन का कार्य करता है।

हम उप-हिमालयी क्षेत्र में एचएफटी के वृतांश के आसपास प्रेक्षित जीपीएस की व्याख्या गुरुत्वाकर्षी संभावित ऊर्जा (जीपीएल) के द्वारा प्रवलित रेडियल मास फ्लो के आधार पर करते हैं और इसे चित्र 7 में दर्शाया गया है। एक पतले लिथोस्फेरिक लिथोस्फीयर को मानते हुए समग्र स्तम्भाकार उर्ध्वाधर बल घटक समाकलन स्थलाकृति के प्रभाव और क्रस्ट लिथोस्फेरिक प्रभावों के अनुसार विभाजित हुआ। इस समाकलन का समाधान सतत क्रस्टल घनत्व के साथ स्थलाकृतिक प्रभाव की विश्लेषणात्मक व्याख्या प्राप्त करने के लिए कर लिया गया। समाकलन समीकरण का समाधान करने के लिए दो परत वाले एक क्रस्ट-मेन्टल मिश्रित लिथोस्फेरिक घनत्व कार्य को परिभाषित किया गया। हमने स्थलाकृति ओर क्रस्टल सघनता के मामले में एसआरटीएम (3 आर्कसेक) और क्रस्ट 1.0 मॉडल का उपयोग किया। हमने 125 किमी. की लिथोस्फेरिक सघनता का अनुमान करते हुए जीपीई के लिथोस्फेरिक भाग के संगठन के लिए इंजीएम 08 मॉडल का उपयोग किया। स्थलाकृतिक भाग को शामिल करने पर जीपीई में 125×10^{11} एन/एम से अधिक की वृद्धि हुई।

सामान्य रूप से ऊपरी हिमालय क्षेत्र में समग्र रूप से उच्च जीपीई प्रेक्षित किया गया है। उप-हिमालयी क्षेत्र में जीपीई का टोपो ओर लिथोस्फेरिक घटक 15×10^{11} एन/एम है जिसमें



चित्र 7: हिमालय-तिब्बत क्षेत्र में गुरुत्वाकर्षी संभावित ऊर्जा वितरण (स्थलाकृति और 125 किमी. की सघनता वाले लिथोस्फीयर सहित) संघटन के आगे की ओर क्षेत्रीय रेडियल मास फ्लो दर्शाता है।

जीपीई द्वारा चालित रेडियल प्रवाह में वृतांश के आसपास और वृतांश संवेग घटकों के अनुलम्ब दोनों शामिल हैं।

हमने नहान प्रवाह और कांगड़ा तथा देहरादून री-इंट्रेंट्स के वृतांश घटक के पार जीपीई में परिवर्तनों पर विचार किया। देहरादून री-इंट्रेंट में समग्र रूप से जीपीई परिवर्तन एनबीटी क्षेत्र तक 2×10^{12} एन/एम से कम है और उसके बाद उच्चतर हिमालय की ओर 6×10^{12} एन/एम में तेजी से बदल जाता है। हमने यह मानते हुए कि क्रस्ट के किसी दिए हुए स्ट्रेच के कुल लंबाई के पार संपूर्ण ब्लॉक विरूपित हो जाएगा, पूरे प्रोफाइल की लंबाई जीपीई अनुपात का भी परिकलन किया। वृतांश के पार जीपीई अनुपात ब्लॉक की समग्र लंबाई पर कार्यरत क्षितिजाकार तनाव के समकक्ष है और इसकी तीव्रता दक्षिण में एचएफटी से 2 से लेके 14 एमएन/एम² से उत्तर में उच्चतर हिमालय के एमसीटी तक अलग-अलग है। देहरादून री-इंट्रेंट में एचएफटी इस संदर्भ में 4:21 एमएन/एम² के क्षितिजाकार तनाव का अनुभव कर रहा है और इसमें एमसीटी और एमबीटी के 23 एमएन/एम² तक बढ़ रहा है। इसी प्रकार कांगड़ा री-इंट्रेंट में एचएफटी ओर ज्वालामुखी प्रणोद के बीच क्षितिजाकार तनाव घटक देहरादून री-इंट्रेंट की तुलना में दोगुनी अधिक तीव्रता का है। हमारा विश्लेषण यह प्रदर्शित करता है कि युक्तिसंगत रूप से कांगड़ा एचएफटी उत्तर पश्चिम हिमालय में एचएफटी के सर्वाधिक तनावपूर्ण भागों में से एक है।

हमने देहरादून घाटी में स्थल के प्रभावों का अध्ययन किया और एमबीटी के निकट इसकी स्थलाकृतिक सीमा ऊंची है, जहां स्थल का प्रभाव नदीय (फ्लूवीयल) अपर्दन द्वारा और डीपोजीसन तथा स्थलाकृतिक ढलान अस्थिरता द्वारा क्रमशः नियंत्रित होता है। परिणाम एमबीटी के निकट उपरी मृदा के स्थलवर्धन विशिष्टता के दोहरे मॉडल वितरण को प्रदर्शित करते हैं जहां अनोटवी दोहरी पीक रेजोनेंट आवृत्यां (1.11 और 1.38 हर्ट्ज) और वर्धन कारक (1.69 और 1.51) प्रेक्षित किए गए हैं। यह दर्शाता है कि एमबीटी के निकट अपरदन स्थलाकृतिक ढलान अस्थिरता के कारण महत्वपूर्ण है। हमने गतिमान अपरूपण स्ट्रेन का भी अध्ययन किया। परिणाम यह दर्शाते हैं कि घाटी में प्रभावी अपरूपण स्ट्रेन है जो 20 से 30 मिल्ली स्ट्रेन के बड़ी तीव्रता वाली भूकंप के लघु एवं दीर्घकालिक घटना के अंतराल का स्ट्रांग मोशन स्थितियों के अंतर्गत कोमल मृदा की सुनम्यता का मापक है। यह द्रवीकृत होने वाली सुनम्यता सीमा (10 मिल्ली स्ट्रेन) से भी उच्च है। इसके अतिरिक्त घाटी में विभिन्न बोरहोल स्थलों पर विभिन्न स्ट्रांग मोशन स्थितियों के अंतर्गत गहराई के साथ शीर्ष सुनम्यता स्ट्रेन का अनुमानन 0.01% के आरंभिक शीर्यर स्ट्रेन की तुलना में अधिक है जो इस बात पर बल देती है कि देहरादून घाटी में कोमल मिट्टी द्रवीकरण के लिए प्रवणशील है।

प्र.क्षे.वि. 1.3

शिलांग पठार, उत्तर पूर्वी भारत के टेक्टोनिक्स

(स्वज्ञामीता सी वैदेस्वरन)

शिलांग पठार की उत्तरी सीमा को जियोमॉरफिक सूचकांकों के जी आईएस आधारित अध्ययन जैसे:- अक्षांशीय प्रौफाईल विश्लेषण द्वारा समर्थित स्थलाकृतिक विघटन, स्ट्रीम लंबाई ग्रेडियेंट इंडेक्स (SL), घाटी के तल की चौड़ाई से घाटी की उंचाई का अनुपात (V_r), स्टीपनेस इंडेक्स (K_s) किए गए। कुल्सी घाटी में परिणामों से संकेत मिलता है कि उर्ध्वप्रवाह घाटी निम्न प्रवाह क्षेत्र की तुलना में अधिक टैक्टोना-डाइनेमिक है। चंदूबी झील वहां स्थित है जहां नदी ब्रह्मपुत्र कछार में प्रवेश करती है और यह कुल्सी नदी के एक पुराने, चौड़े वैलिओ-चैनल के अवशेष को दर्शाती है। इस झील, जो समय के साथ आकार में छोटी होती जा रही है, में पुराने ढूबे हुए पेड़ों के तने भी हैं जिससे नमूने एकत्र किए गए। इन नमूनों का उपयोग रेडियोकार्बन तिथि निर्धारण हेतु किया गया। परिणाम झील, क्षेत्र में 160 ± 50 ई., 970 ± 50 ई., 1190 ± 80 ई., और 1520 ± 30 ई., के वर्षों में जल प्लावन की घटनाएं दर्शाते हैं। 1972 से 2003 तक का लैंडसैट उपग्रह डेटा नदी के एक खंड में आप्रवासन को प्रदर्शित करता है, जो कुल्सी पेलियो-चैनल के अंतिम तट (स्ट्रेंड) को प्रदर्शित करता है जो 1991-92 के आसपास परित्यक्त पाया गया था। यह नदी उस क्षेत्र में 1980 और 1990 के बीच उच्च जल प्रवाह के कारण सिफ्ट हो गई। इस क्षेत्र की जियोमोरफोलॉजी यह प्रदर्शित करती है कि चंदूबी झील, एक पेलियोचैनल का प्रतिनिधित्व करती है जो कई बार जल प्लावित हुई जैसा कि पेड़ के तने के नमूनों की होलोसीन तारीखों से स्पष्ट होता है जो यह इन अनुमानों को झुठलाता है कि झील का निर्माण 1897 के भूकंप के द्वारा हुआ था।

प्र.क्षे.वि. 1.4

श्योक सीवन और काराकोरम भ्रंश क्षेत्र के चट्टानों का विवर्तनिक उद्भवन और तिब्बत उत्थापन के साथ उनका संबंध

(कौशिक सेन और बरुन के मुख्यर्जी)

हमने सिंधु सीवन क्षेत्र के पास उपसी के निकट लद्दाख बैथेलिथ में उपस्थित एक मिगमेटाइड्स बॉडी का आउटक्रॉप-स्केल, पेट्रो- ग्राफिकल और भूरासायनिक विश्लेषण किया है। चूंकि लद्दाख मैग्मेटिक आक्र का निरूपण और रीमोबीलाइजेसन भारतीय पट्टी और लद्दाख आक्र के बीच संघट्टन के परिणामस्वरूप हुआ होगा, यह मैग्मेटाइटिस बॉडी अत्यंत महत्वपूर्ण है क्योंकि आशिक पिघलन (और स्रोत का लक्षण वर्णन) का समय महाद्वीपीय संघट्टन के समय निर्धारण के साथ-साथ भारतीय महाद्वीपीय सीमा तथा लद्दाख मैग्मेटिक आक्र से पदार्थ के संभावित जमाव के संबंध में जानकारी उपलब्ध कराएगा। इस मैग्मेटिक क्षेत्र का आरंभिक

यू-पीबी जियोक्रोनोलॉजी विश्लेषण ~60 एमए और ~50 एमए के बाय-मोडल आयु वितरण को प्रदर्शित करता है। इस परिणाम से यह संकेत प्राप्त होगा कि लद्दाख बैथेलिथ ~60 एमए पर क्रिस्टलीकृत हुआ और ~50 एमए पर पुनः गतिशील हुआ, जो भारतीय महाद्वीप का ~60 एमए मैग्मेटिक आक्र के साथ सहवर्धन का समय है। इस मैग्मेसाइट्स पर हमारे चल रहे जियोक्रोनोलॉजिकल विश्लेषण और अंतर्दृष्टि से भारत-यूरेसियन कालीसोनल (संघटनात्मक) क्षेत्र के पास संघटन, सहवर्धन और संघटन के बाद (पोस्ट-कॉलीसन) सघनता / अंडरथरसिंग की पूरी जानकारी मिलेगी।

प्र.क्षे.वि. 1.5

काराकोरम क्षेत्र के साथ-साथ पश्चिमी लद्दाख के ऑफियोलिटिक चट्टानों का तरल उद्भवन और निर्माण स्थितियाँ

(एच.के. सचान और संतोष कुमार राय, आदित्य खर्या, सौरभ सिंघल)

निदर, त्सो-मोरारी और नूबा घाटी में क्षेत्र कार्य किए गए और अल्ट्रामैफिक चट्टानों एकलोजाइट, एल्बीटाईट और ज्वालामुखियों के नमूने एकत्र किए गए। पेट्रोग्राफी और अल्ट्रामैफिक चट्टानों के खनिज रासायन आंकड़े का सृजन किया गया। अल्ट्रामैफिक चट्टान ऑलीवाइन, ऑर्थोपाय-रोक्सिन, क्लाइनोपायराक्सिन और सीआर-स्पाइनेल से बने हैं। अल्ट्रामैफिक चट्टानों के एकस आरएफ विश्लेषण भी थर्मोडायनेमिक मॉडलिंग करने हेतु संचालित किए गए। आंकड़ों की आगे की व्याख्या प्रगति पर है। हमने यू-पीबी डेटिंग के लिए जिरकॉन्स को एकलोजाइट चट्टान से अलग किया। नूबा ज्वालामुखी का प्रमुख तथा ट्रेस ऐलीमेंट विश्लेषण पूरा कर लिया गया है।

ट्रांस-हिमालय क्षेत्र में भारतीय भू-क्षेत्र के अंतर्गत लद्दाख क्षेत्र की न्यूबा घाटी में एल्बीटाईट के नए प्रकटीकरण को पैनामिक के पहले (विश पोड में, क्षेत्र का स्थानीय नाम) $34^{\circ}44'46''$ उत्तर तथा $77^{\circ}33'8''$ पूर्व में पहली बार मान्यता मिली। एल्बीटाईट का प्रलेखीकरण और संपूर्ण चट्टान भूरसायन (अर्थात् मेजर, ट्रेस और आरईई) द्वारा किया गया है। इस अध्ययन में अल्बीटाईट में 80–90% अल्बाइट और एम्फीबोल शामिल हैं। जबकि एपेटाइट, जिरकॉन और इल्मिनाइट सहायक खनिजों के रूप में उपस्थित हैं। संपूर्ण चट्टान का संरचनागत संबंध और भूरसायनिक आंकड़े इसके आग्नेय मूल का समर्थन करते हैं। एल्बीटाईट में लगभग 5–6 पीपीएम यू और टीएच हैं जो संभवतः यू-आरईई खनिजीकरण के परपोषी हो सकते हैं।

पश्चिमी हिमालय में ब्लुस्किस्ट की सबसे अच्छी प्राप्ति लद्दाख में सापी-शेरगोल ऑफियोलिटिक मेलांगे की है। इस यूनिट में मेटासेडीमेंट्स की सहायक इंटरबेडिंग के साथ मैफिक सामग्री की प्रचुरता है। अत्यन्त नए लावसोनाइट

ब्लुस्किस्ट-फेसिज के एकत्रण से स्पष्ट होती है। हमने लावसोनाइट ब्लुस्किस्ट-फैसिज मेटासेडीमेंट्स का पेट्रोलॉजीकल अन्वेषण किया है। हमारे परिणाम दर्शाते हैं कि—
(i) सापी-शेरगोल ब्लुस्किस्ट में एक अल्प-तापीय ग्रेडिएंट के पास शीर्ष स्थितियों में ca 470° सें. और 19 kbar का क्रमशः तापमान और दबाव के साथ शीत सबडक्शन का इतिहास पाया गया है। इसके अतिरिक्त, अध्ययन किए गए लिथोलॉजीज में लावसोनाइट को संरक्षित रखने के उद्देश्य से उत्खनन के साथ उल्लेखनीय शीत भी जुड़ी होगी अर्थात् निम्न तापीय ग्रेडिएंट्स के पास ($8\text{--}9^{\circ}$ सें./किमी.) परिणामी पी-टी मार्ग घड़ी की दिशा में एक हैयरपिन लूप पाया गया है। अनुमानित क्षेत्र प्रणाली के अनुकूल है। इसके अतिरिक्त अनुमानित शीर्ष पी-टी स्थितियाँ मोटे तौर पर सहवर्धी जड़ों (वेडजेज) में उत्खनित मेटासेडीमेंट्स के लिए थर्मो रासायनिक मॉडलों द्वारा पूर्वानुमानित अधिकतम पी-टी अनुमानों के और विश्व व्यापी ब्लूसिस्ट सहवर्धी जटिलताओं की प्राकृतिक उपस्थिति द्वारा अभिलेखित अधिकतम पी-टी स्थितियों के अनुरूप हैं।

प्र.क्षे.वि. 1.6

उच्चतर हिमालयी क्रिस्टेलाइन में मेटामोर्फिज्म, मिग्माटाइजेशन और मैग्मेटिज्म: ल्यूकोग्रेनाइट ग्रेनाइट पिघलन उत्पादन और अभिस्थापन पर भूरसायनिक एवं भूकालक्रम संबंधी नियंत्रण

(पी.के. मुखर्जी और सौरभ सिंघल)

संस्थान में इष्टतम कार्य प्रदर्शन करने के लिए लेजर एबलेशन मल्टी-क्लेक्टर आईसीपीएमएस (एलए-एमसी-आईसीपी-एमएस) की सुलभतापूर्वक संस्थापना की गई। मानक साधनों का उपयोग कर किए गए परीक्षणों से संतोषजनक परिणाम प्राप्त हुए और कभी-कभी तो निष्कर्ष समाधान प्रणाली में समुचित तालमेल को अपनाकर यू-पीबी जिरकॉन जिओक्रोनोलॉजी अनुप्रयोग को मानकीकृत किया गया और 8 नमूनों से लगभग 150 जिरकॉन दानों का विश्लेषण $20 \mu\text{m}$ के स्थल आकार पर किया गया। एमसीटी के पार एलएचएस तथा एमसीटी क्षेत्र (बैजनाथ/मुनशियारी Fm.) की तुलना में एचएचसी की विशिष्टता को परिभाषित करने में काल के संबंधों के कुछ रोचक रुझान प्राप्त हुए। नए भूकालक्रमिक आंकड़ों से किए गए कुछ प्रमुख प्रेक्षण निम्नलिखित हैं:

- लघु हिमालय श्रृंखला (एलएचएस): बेरीनाग क्वार्टजाइट से जिरकॉन प्राचीन आक्रियन (~2600 एमए) के पुराने (कोर्स) भागों के साथ परिवर्तनशील उम्र प्रदर्शित करते हैं, जबकि रिस्स तथा कुछ कोर समूहों पेतियोप्रोटिरोजोइक के पास ~1800 एमए का काल प्रदर्शित करते हैं तथा अपेक्षाकृत नए जिरकॉन्स विशिष्ट रूप से नहीं पाए गए।
- एमसीटी क्षेत्र/लघु हिमालय क्रिस्टेलाइन/मुनशियारी/बैजनाथ: उम्र की पीबी-नुकसान से चिन्हित हैं। 1945 ± 13

एमए तथा 1850 ± 8 एमए के दो ऊपरी अवरोध के साथ विशिष्ट डिस्कार्डिया रुझान प्रेक्षित किए गए। इन दोनों रुझानों में 27.9 ± 8.2 एमए का लगभग समान अवरोध है। ऊपरी अवरोध काल मैग्मेटिक जिरकॉन युग को दर्शाता है जबकि 28 एमए का निचला अवरोध काल एक बड़ी तापीय घटना को दर्शाता है और सभी प्रकार की संभावनाएं यही हैं कि यह एमसीटी के निकट शीर्ष विवर्तनिक गतिविधि को दर्शाता है।

- एचएचसी—जोशीमठ फार्मेशन (एमसीटी की लटकती दीवार) पर: यहां निओप्रोटिरोजोदक (871 ± 18 एमए और 1043 ± 26 एमए) मैग्मेटिक जिरकॉन्स की पहली उपस्थिति का पता चलता है। पुराने जिरकॉन्स अधिकांशतया ऊपरी अवरोध काल 1900 ± 18 एमए दर्शाते हैं इसके साथ लघु पुरा—आक्रियन (2648 ± 8 एमए) भी प्रेक्षित किया गया है।
- सुराईथोटा फार्मेशन (एचएचसी): तीन विभिन्न गिरकॉन आबाद की पहचान की गई है। विशिष्ट निओप्रोटिरोजोइक घटक (871 ± 7 एमए) की आबादी सबसे अधिक है। पुराने दो घटक पेलिओप्रोटिरोजोइक (1850 एमए) और कुछ पुराने आक्रियन (2600 एमए) के हैं।

उपरोक्त परिणामों से यह संकेत मिलता है कि कई लोगों द्वारा एमसीटी के रूप में माना जाने वाला वैक्रितप्रणोद वास्तव में एक भूभाग की सीमा का विरोधाभासी डेर्रीटल जिरकॉन काल और विशिष्टता के साथ प्रतिनिधित्व करता है। यह अहमद एट.अल. (2000, जीएसए बुल) के कार्य की भी अभिपुष्टि करता है जिसने वैक्रितप्रणोद के पार एक अलग एन-डी आइसोटोपिक उपस्थिति का पता लगाया और वास्तव में यह सही एमसीटी है। इसके अलावा एचएफ आइसोटोपिक फिंगर—प्रिंटिंग अध्ययन प्रगति पर हैं, और उपरोक्त जिरकॉन भूकालक्रमिक आंकड़ों को साथ मिलाकर एचएचसी की प्रकृति और उद्गम स्थान के बारे में और अधिक बेहतर जानकारी प्राप्त होती है।

प्र.क्षे.वि. 1.7

हिमाचल उत्तर पश्चिम हिमालय और पूर्वी सिंटेक्सियल पट्टी, पूर्वोत्तर भारत में हिमालयी ऑरोजेनिक पट्टी का भूरासायनिक एवं विवर्तनिक उद्भवन

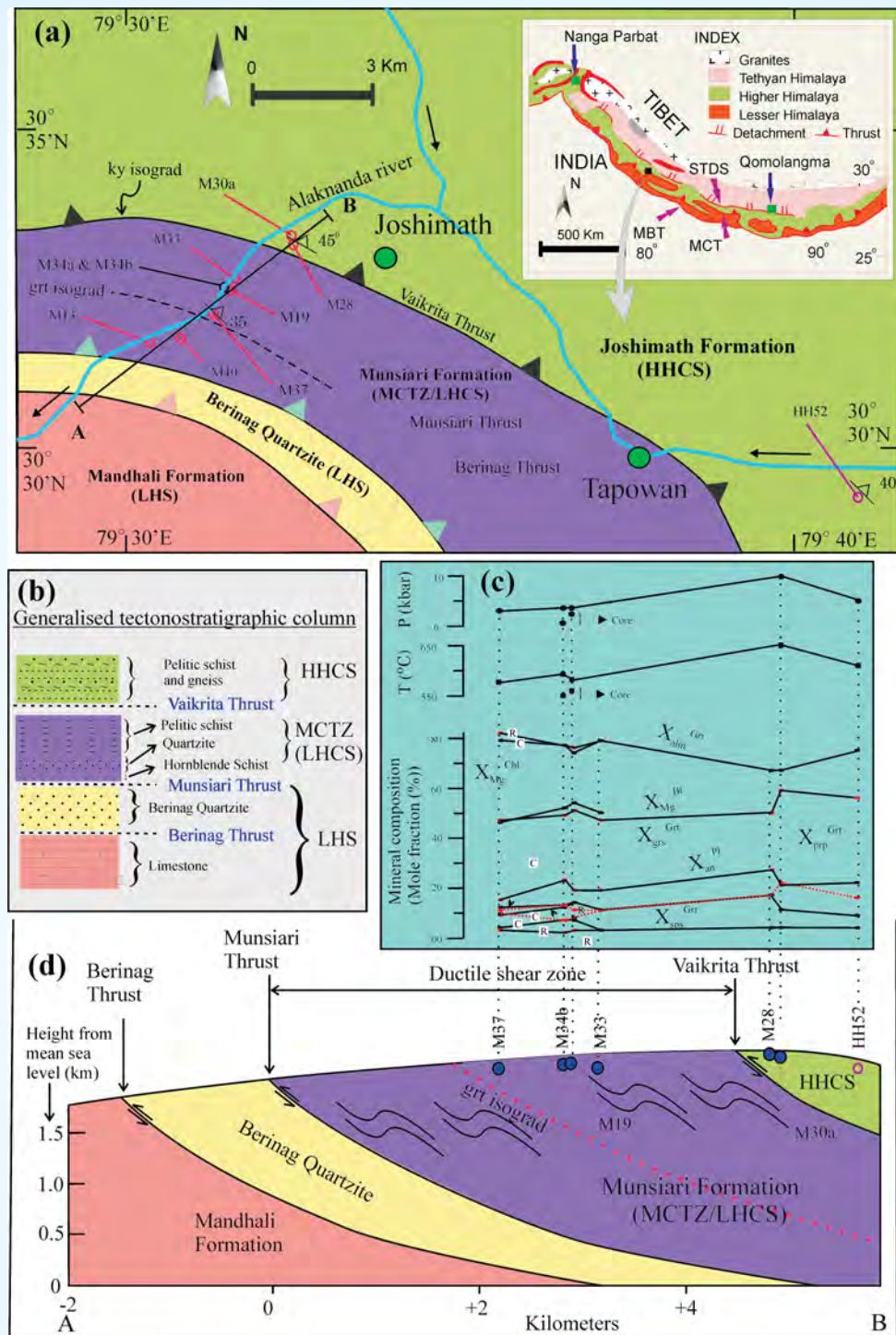
(एस.एस. ठाकुर, ए.के. सिंह, डी.आर. राव और राजेश शर्मा)

उत्तर पश्चिम हिमालय

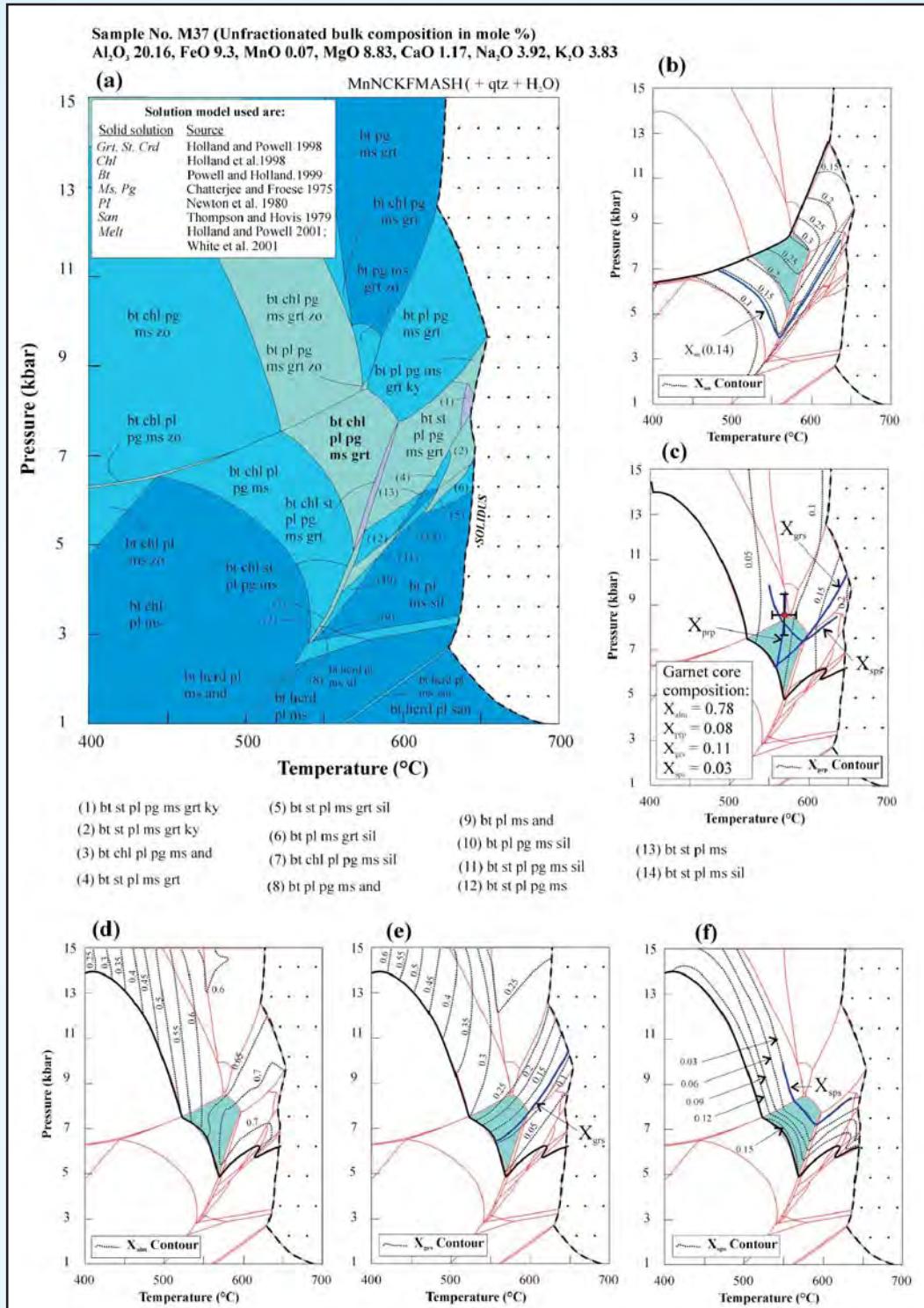
हिमाचल प्रदेश के लाहौल—स्पीति क्षेत्र में दो—अभ्रक ग्रेनाइट पिंड, निचले पेलियोजोइक काल का जस्पा ग्रेनाइट निम्न श्रेणी हैमन्ता चट्टान समूह में प्रवेश कर गया है। ग्रेनाइट में सामान्य रूप से प्रेक्षित खनिज एकत्रण सहायक ईपी. एपी और ओपेक के साथ एमएस—बीटी—पीएल—माइक्रोक्लाइन क्वार्ट्ज है। टेथियन हिमालय श्रृंखला के हैमंता ग्रुप के चट्टान खनिज एकत्रण, जैसे—एमएस—बीटी—पीएल—क्यूटीजेड—आईएलएम—टीटीएन, जी

आरटी—एमएस—बीटी—ईपी—पीएमएस—बीटी—ईपी—पीएल—क्यूटीजेड और एमएस—बीटी—पीएल क्यूटीजेड और एमएस—बीटी—ईपी—पीएल क्यूटीजेड से बने हैं। गर्नेट, जो कि संपर्क क्षेत्र में विकसित पाया गया है, का विश्लेषण यह दर्शाता है कि वे 35–44 एमओएल % की श्रेणी में अंतिम सदस्य संरचना के साथ ग्रोसुलर से स्पेस्सारटीन से समृद्ध हैं। ग्रोसुलर का 35.44 एमओएल% स्पेसारटीन का 23–26 एमओएल % अल्मानडीन का 30–38 एमओएल % और पायरोप का 1–2 एमओएल % है। बायोटाइट Mg से समृद्ध है जिसमें X_{Mg} की मात्रा 0.55 से 0.60 की श्रेणी में है। जिओथर्मोमीट्रिक परिकलन मेटामोर्फिक तापमान को $\sim 450^{\circ}\text{सें}$. दर्शाते हैं। जस्पा ग्रेनाइट और इसके भीतर उपस्थित अंतःक्षेत्रों पर अध्ययनों की शुरुआत उद्भवन में भाग लेने वाले तरल की तुलना करने तथा पी—टी को नियंत्रित करने हेतु की गई है। यह पाया गया है कि ग्रेनाइटों में उपस्थित तरल अंतर्वेशन अन्तःक्षेत्रों की तुलना में प्रचुर मात्रा में हैं यद्यपि वे छोटे हैं। अध्ययन में दो विभिन्न प्रकार के तरल अन्तर्वेशन दर्शाएं गए हैं: तरल समृद्ध खारे जलीय अन्तर्वेशन 80 से 90 मात्रा % तक प्राथमिक हैं जो हमारे प्रारंभिक अध्ययनों से ग्रेनाइट फार्मेशन के बाद के चरण का संकेत देता है। पॉलीफेज हेलाइट वाले अन्तर्वेशन असामान्य हैं। अन्य हैं CO_2 , तथा साथ में विद्यमान रहने वाले $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$ अन्तर्वेशन जिसकी पुष्टि माइक्रो रामन स्पेक्ट्रोस्कोपी द्वारा भी की गई है जो कलस्टर्स में रहते हैं और कभी—कभी फैले हुए होते हैं। उनकी उपस्थिति के आधार पर इन अन्तर्वेशनों को पोर्स्ट—ग्रेनाइट मेटामोर्फिज्म के रूप में माना गया है। अन्तःक्षेत्रों में भी CO_2 और साथ रहने वाले $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$ अन्तर्वेशन शामिल हैं। ग्रेनाइट में तरल अन्तर्वेशन यह संकेत देता है कि ग्रेनाइट क्रिस्टेलाइजेशन के दौरान जल समृद्ध खारे तरल मौजूद थे। जिओथर्मोमीट्रिक के आंकड़ों तथा तरल अन्तर्वेशन आंकड़ों की आगे व्याख्या और विश्लेषण प्रगति पर है।

मैफिक जिनोलिथ्स पर अध्ययन किए गए हैं, जो सतलज घाटी, उत्तर पश्चिम हिमालय के निचले पेलियोजोइक किन्नौर कैलाश ग्रेनाइट (केकेजी) में छिटपुट रूप से मौजूद हैं। इन जिनोलिथ्स में एम्फीबोल्स सामान्य घटक खनिज हैं। इन मैफिक जिनोलिथ्स में ओपीएक्स—सीपी एक्स—एचबीएल—पीएल \pm क्यूटीजेड के खनिज एकत्रण हैं। एम्फीबोल्स (कुमिगटोनाइट और हार्नब्लेंड) तथा कोरोना के साथ गर्नेट्स सीपीएक्स और ओपी एक्स के आस—पास पाए गए हैं। प्रतिस्थापन प्रणाली के आधार पर हार्नब्लेंड के पी—टी परिकलन यह दर्शाते हैं कि अध्ययन क्षेत्र के एम्फीबोल्स तापमान और दवाब श्रेणियों में क्रमशः $550\text{--}650^{\circ}\text{सें}0$ और $3.0\text{--}7.5$ के बारे के साथ संतुलित हैं। संचालित किए गए अध्ययनों से यह पता चला है कि मैफिक जिनोलिथ्स में रेट्रोग्रेड हार्नब्लेंड का निर्माण भूभाग के शीतन के दौरान हुआ। पी—टी मार्ग यह दर्शाता है कि हार्नब्लेंड में रेट्रोग्रेड पी—टी ट्रेजेकट्री हुई थी। इसके अतिरिक्त, मैफिक जिनोलिथ्स के भूरासायनिक अध्ययनों की प्रक्रिया शुरू की गई है और इसके परिणाम प्रकाशन हेतु परिचालित किए गए हैं।



चित्र 8: (ए) अलकनन्दा घाटी के भूगर्भीय मानआकृति को वाल्डिया (1980) तथा क्लेरियर एट एल. (2009) के बाद परिमार्जित किया गया है। कायनाइट आइसोग्रेड वैकृतिप्रणोद के सदृश है और एचएचसीएस की शुरुआत का द्योतक है। नमूने वाले स्थान लाल गोलों में चिह्नित किए गए हैं। इनसेट में हिमालयी आर्गेनिक बेल्ट (बी) अध्ययन क्षेत्र के टैक्टेनोस्टाटिग्राफिक कालमः (सी) एमसीटीजेड के पार दबाव, तापमान और खनिज परिवर्तनशीलता की स्थानिक रूप रेखा। आइसोलेथ थर्मोबैरोमेट्री के पी-टी परिणाम गार्नेट कोर संरचना के लिए पृथक्कृत बिन्दुओं के रूप में तथा गार्नेट रिम संरचनाओं के लिए बिन्दुओं को जोड़ती हुई रेखा के रूप में दर्शाया गया है। खनिज संगठनात्मक प्लाट में उसी खनिज के विभिन्न नमूनों को रेखा द्वारा मिलाया गया है गार्नेट के दोनों कोर (सी) तथा रिम (आर) संरचनाओं: (डी) क-ख रेखा के पास क्रास सेक्शन को (ए) में दर्शाया गया है। शब्द संक्षेप: HHCS=हाइयर हिमालयन क्रिस्टलाइन सिक्वेंस; LHS=लेसर हिमालयन सिक्वेंस; LHCS=लेसर हिमालयन क्रिस्टलाइन सिक्वेंस; MCTZ=मेन सेंट्रलप्रणोद जोन।



प्रै.क्षे.वि.-1 : हिमालय तथा समीपवर्ती पर्वतों का भूगतिकीय उद्भवन

चित्र 9: एमसीटीजेड सैम्पल एम 37 के अविखंडित चट्टान पुंज संरचना के लिए $a_{\text{H}_2\text{O}} = 1$ पर एमएमएनसी के एफएमएएसएच प्रणाली ($+ \text{atz} + \text{H}_2\text{O}$) में स्यूडोसैक्शन। (ए) सॉलिडस के नीचे विभिन्न खनिज एकत्रणों की स्थिरता के क्षेत्र दर्शाएं गए हैं। स्यूडोसैक्शन के परिकलन में प्रयुक्त सॉल्फूशन मॉडल इनसेट में दिए गए हैं; (बी) प्लेजिओक्लेज में X_{an} के आइसोप्लेथ्स; (सी-एफ) गार्नेट में क्रमशः $X_{\text{ppr}}, X_{\text{alm}}, X_{\text{grs}}$ and X_{sps} के आइसोप्लेथ्स। घनी बैगनी रेखा मापी गई गार्नेट संरचना को प्रदर्शित करती है। चट्टान में $\text{grt}-\text{bt}-\text{chl}-\text{pl}-\text{ms}-\text{qtz}$ एकत्रण (बी)-(एफ) में आच्छादित किए गए हैं। (सी) में मापी गई गार्नेट कोर संरचना से संबंधित $X_{\text{ppr}}, X_{\text{grs}}$ and X_{sps} के संरचनात्मक आइसोप्लेथ्स जो उपरोक्त खनिज एकत्रण के स्थायित्व क्षेत्र के भीतर त्रिकोण का निर्माण करते हैं, को आलेखित किया गया है। मल्टी-इक्वलीब्रिया थर्मोबोरोमिट्री से पी-टी परिणाम भी त्रुटि-बार के साथ आलेखित किए गए हैं।

वर्ष के दौरान एमसीटी जेड के टैकटोनोमेटामोर्फिक उद्भवन और एचएचसीएस के साथ इसके संबंधों को समझने के लिए अलकनन्दा घाटी के एमसीटी क्षेत्र के अध्ययन कार्य भी संचालित किए गए। मुख्य क्रस्टलप्रणोद (एमसीटी) एवं उच्चतर हिमालय क्रिस्टेलाइन शृंखला (एचएचसीएस) के बीच बढ़ते हुए वैन्यासिक स्तर के साथ संप्रक्र के पार व्युत्क्रमित मेटामोर्फिक क्षेत्र ग्रेडिएन्ट में निरंतर वृद्धि हो रही है (चित्र 8) जो स्थापित है (ठाकुर एवं अन्य: 2015 खनिज विज्ञान और पेट्रोलोजी में योगदान)। मुख्य केन्द्रीय प्रणोद को कायनाइट, रासायनिक रूप से समर्गीय गार्नेट तथा यादृच्छिक अन्तर्वेशन ट्रेलों वाले गार्नर के प्रथम प्रकटीकरण के आधार पर पारिभाषित किया गया है। मैन सेंट्रलप्रणोद जोन (एमसीटी) के मेटामोर्फिक उद्भव को समझने के लिए पी-टी स्यूडोसेक्शन माडलिंग दृष्टिकोण का उपयोग किया गया है जो यह संकेत देता है कि पीक मेटामोर्फिक पी-टी स्थिति 6.3–7.5 के बार और 550–582° सें० की श्रेणी में है (चित्र 9)। उत्तर पूर्वी हिमालय (सियोम घाटी, नंदिनी एवं ठाकुर, 2011), उत्तर पश्चिम हिमालय की सतलज घाटी (कैडिक एट एल. 2007) और उत्तर पश्चिम हिमालय में अलकनन्दा घाटी में एमसीटीजेड चट्टानों के मेटामोर्फिक इतिहास का तुलनात्मक अध्ययन जटिल टैकटोनो-मेटामोर्फिक उद्भव को दर्शाता है जो एक क्षेत्र से दूसरे क्षेत्र में अलग-अलग है। उत्तर पूर्वी हिमालय में एमसीटीजेड क्लाक वाइज पी-टी मार्ग के साथ सिल्लीमेनाइट-केफेल्डस्पार ग्रेड का अनुभव होता है (नंदिनी एवं ठाकुर, 2011) जबकि सतलज घाटी, उत्तर पश्चिम हिमालय में एलएचसीएस क्लाक वाइज पी-टी मार्ग के साथ सिल्लीमेनाइट ग्रेड मेटामोर्फिज्म का अनुभव हुआ है (कैडिक एवं अन्य, 2007)। इसके विपरीत अलकनन्दा घाटी, उत्तर पश्चिम हिमालय में एमसीटीजेड गार्नेट ग्रेड प्रोग्रेड मेटामोर्फिज्म का अनुभव हुआ है (ठाकुर एवं अन्य, 2015, खनिज विज्ञान और पेट्रोलोजी में योगदान)।

उत्तर-पूर्व हिमालय

भारत-म्यनमार ओरोगेनिक पट्टी, उत्तर पूर्वी भारत का नागालैंड-मणिपुर ओफियोलाइट्स (एनएमओ) टिथियन ओफियोलाइट्स का एक भाग है और इसे सिंधु-त्सांगपो सीवन ओफियोलाइट्स का दक्षिण की ओर विस्तार माना गया है जबकि दूसरे इसे एक पृथक ओफियोलिटिक संजाति मानते हैं। हमने पूर्वी सिंटेक्सियल पट्टी में दृष्टिगोचर टिडिंग-टयूटिंग ऑफियोलाइट्स की तुलना करने के उद्देश्य से एनएमओ के भूरासायनिक एवं पेट्रोलोजीकल अध्ययन किए। एनएमओ लघु पोडीफॉर्म क्रोमाइट्स के साथ-साथ पेरिडोटाइट्स, एकत्रित मैफिक-अलट्रामैफिक शृंखला, फेल्सिव अतिक्रमणों, समुद्री पेलानिक सेडीमेंट्स से बने हैं। तथापि, शीटेड डाइक्स, जो ओफियोलाइट्स के एक महत्वपूर्ण घटक माने जाते हैं, एनएमओ में अनुपस्थित हैं। पेरिडोटाइट्स और भूरासायनिक अध्ययन अलग मूल दर्शाते हैं।

अध्ययनों से यह ज्ञात होता है कि पेरिडोटाइट्स की सीआर संख्या [$\text{Cr} = \text{Cr}/(\text{Cr} + \text{Al})$] 0.14 से 0.29 Mg की श्रेणी में, Mg संख्या [$\text{Mg} = \text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe}^{2+})$] 0.71-0.76 की श्रेणी में है, ये HREE से MREE ($\text{Smn/Ybn} = 0.285-0.460$) से LREE ($\text{Lan/Smn} = 0.721-2.201$) में आंशिक वृद्धि के साथ REE संकेन्द्रणों में क्रमिक कमी दर्शाते हैं। अनुमानित संतुलन तापमान 971 से 1156° सें० तक है। ऑलीवाइन-स्पाइनल संतुलन एवं Cr-स्पाइनल रसायन आंकड़ों से संकेत मिलता है कि ये विवर्तनिकपेरिडोटाइट्स बैसाल्टिक पिघलन के सीमित निष्कर्षण के बाद अवशिष्ट (रेसिड्युल) प्रावरक (मेंटल) हैं और आंशिक पिघलन की कम मात्रा (<15%) का अनुभव किया गया है। इसके विपरीत, पायरोक्सीनाइट्स सीआर संख्या को 0.27-0.48 की श्रेणी में, एमजी सं० को 0.44-0.53 की श्रेणी में तथा ये लगभग फ्लैट एमआरईई से एचआरईई ($\text{Sm}_n/\text{Yb}_n = 0.622-0.756$) और अवक्षयित एलआरईई ($\text{La}_n/\text{Sm}_n = 0.380-0.759$) दर्शाते हैं। इन चट्टानों में, अनुमानित संतुलन तापमान 890 से 931°सें० तक है। इन पायरोक्सीनाइट्स में उनकी जिओथर्मामिट्री के संयोजन के साथ आत्यंतिक मैग्नेशियन ओपी एक्स सीपी एक्स की उपस्थिति यह संकेत देता है कि, उनका निर्माण उच्च दाब और तापमान में बैसाल्टिक पिघलन से मैग्मेटिक प्रभाजन के बाद गहन रूप से उत्पन्न संचलन के रूप में हुआ।

क्षेत्र एवं पेट्रोग्राफीकल प्रमाणों के साथ भूरासायनिक आंकड़े यह संकेत देते हैं कि टैकटोनाइट पेरियोडाइट्स तथा संचित पायरोक्सीनाइट्स, दोनों अनिवार्य रूप से स्वाइनल बियरिंग हैं तथा किसी प्रकार के प्लेगियोक्लाज से मुक्त हैं, जिससे यह संकेत मिलता है कि उनका अभ्युदय मध्य-सागरीय रिज विवर्तनिक सेटिंग में प्लेजिओक्लाज की स्थायित्व सीमा से आगे मेंटल में किसी गहरे स्रोत से हुआ है। हमारी परिकल्पना है कि एनएमओ में मेंटल खंड आरंभ में समुद्रतल में सृजित हुआ जो भारतीय प्लेट की पूर्वी सीमा के क्षेत्र पर फैल गया जो उस समय स्यामार प्लेट के साथ अपनी विघटन एवं घटने (सबडक्शन) की प्रक्रिया के दौरान भारतीय प्लेट की महाद्वीपीय सीमा पर प्रणोदित हो गया (सिंह एवं अन्य 2016, जिओलॉजीकल जार्नल)।

प्रै.क्षे.वि. 1.8

उत्तर पश्चिम हिमालय में खनिजीकरण और धात्विकी-मैग्मेटिक एवं खनिजीकरण की प्रक्रिया में जटिल द्रवों की भूमिका पर बल

(राजेश शमा)

सल्फाइड खनिज वाले स्थानों, नामत: सिरमौर जिले (हिमाचल प्रदेश) में अम्बा खाला ($30^{\circ}64'14''\text{N}$, $78^{\circ}07'45''\text{E}$), और चामरी (हिमाचल प्रदेश), और उत्तराखण्ड में टोंसे नदी घाटी में अमरियार गाद ($30^{\circ}57'37''\text{N}$, $77^{\circ}55'16''\text{E}$) में क्षेत्र कार्य किए गए हैं। खनिजीकरण अपरूपण क्षेत्र में स्थित हैं। अम्बा

काला का सल्फाइड खनिजीकरण स्लेटों एवं फाइलाइट्स से समृद्ध है और वहां सहायक चैलकोपायराइट की प्रचुरता है। यह खनिजीकरण अक्षीय मैदानों में शिराप्रस्तर में पाया गया है (चित्र 10)। संरचनाएं सल्फाइड खनिजों द्वारा दरारों को भरना तथा गेलेना द्वारा चैलकोपायराइट का प्रतिस्थापन दर्शाती हैं। तीनों नमूनों का $\delta^{34}\text{S}$ 11.1 से 11.4 तक अलग-अलग है जो स्पष्ट रूप से मैग्मेटिक सल्फर को इंगित नहीं करता है और एस्कोट और/अथवा कुल्लू के सल्फाइटों के $\delta^{34}\text{S}$ मानों से तुलना योग्य नहीं हैं। गेंग्यू क्वार्ट्ज में तीन प्रकार के अन्तर्वेशन बायफेज एकवस, एकवस-कार्बोनिक तथा मोनोफेज निम्न घनत्व कार्बनिक द्रव से भरे हुए हैं। अमटीयार गाद में अयस्क एकत्रण पायराइट, गेलेना, स्फालेराइट और लघु चैलकोपायराइट से बना है। गेलेना क्लीवेज मैदानों को दर्शाता है जो निक्षेपण के बाद विरूपण का संकेत देता है। अयस्क संरचनाएं गेलेना एवं स्फालेराइट के पारस्परिक बदलाव और चैलकोपायराइट एवं स्फालेराइट के बीच एक्ससाल्यूशन के साथ जटिल हैं। एक हाइड्रोथर्मल प्रकृति सामान्यतया स्पष्ट है, तथापि, अयस्क रसायन और माइक्रोथर्मोमिट्री पर जारी आगे के अध्ययन कार्य इन सल्फाइडों की उत्पत्ति को समझने में सहायक होंगे।

बेराइट हिमाचल प्रदेश के सिरमौर जिले के विभिन्न स्थानों, में जो निओप्रोट्रोजोइक नागथाट सिलिकिकलास्टिक चट्टानों से संबंधित हैं, में पाया जाता है। हाल ही में एक खनिजीकृत स्थान कफोटा, हिमाचल प्रदेश के निकट भी क्षेत्र कार्य संचालित किया गया। शिराप्रस्तर, लैंटीकल्स और बेराइट के पॉकेट सूक्ष्मदर्शीय रूप से दो प्रकार के दाने दर्शाते हैं, (i) बेराइट के मूल निक्षेपण का प्रतिनिधित्व करने वाले बेराइट पोरफायरो-क्लास्ट, और (ii) पोरफाइरोक्लास्ट्स के पुनर्वीकरण (रिक्रिस्टेलाइजेशन) के बाद निर्मित परिष्कृत पालीक्रिस्टेलाइन समूह। बेराइट्स के फेब्रिक एवं द्रव अन्तर्वेशन अध्ययन भी किए



चित्र 10: अम्बा खाला क्षेत्र में S2 स्किस्टोसिसी के पास उपस्थित क्वार्ट्ज शिराप्रस्तर में गेलेना खनिजीकरण।

गए। अध्ययनों से संकेत मिलता है कि बेराइट दानों में द्रव अन्तर्वेशन क्षारीय जल युक्त (एकवीयस) अभिरूपित पोरफाइरोक्लास्ट्स में टाइप-1 एकवीयस अन्तर्वेशन आरंभिक बेराइट निक्षेपण का सबसे पहले प्रतिनिधित्व करते हैं। ये अन्तर्वेशन 3.71 से 11.9 डब्ल्यूटी % समतुल्य NaCl तक की क्षारीयता के साथ 112 से 208° सेंटीमीटर पर समरूपी हो जाते हैं। उनकी T_h बनाम क्षारीयतासे बेराइट विरूपण में प्राथमिक बेराइट निर्माण चरण के दौरान दो द्रवों के मिश्रण का निष्कर्ष निकलता है जिसमें से एक बेसिनलब्राइन हो सकता है। दानों के 3 बैंडिंग तथा बेराइट की ग्रेन्यूलेशन पद्धति सहित विरूपण विशिष्टताएं यह संकेत देती हैं कि बेराइट विरूपण विवर्तन से जुड़ा है। द्रव अन्तर्वेशन आंकड़े से एक आंशिक द्रव पुनर्संतुलन का परिणाम प्राप्त होता है। विशिष्ट संरचनाएं तथा पुर्णसंतुलित (री-इविलीप्रेटेड) टाइप 4 द्रव अन्तर्वेशन तथा विभिन्न आइसोकार्स की स्थिति यह प्रमाणित करती है कि बेराइट विरूपण और रिक्रिस्टेलाइजेशन हिमालयी विवर्तनिकी और खननसे संबंधित हैं।

प्र.क्षे.वि.-2 : भारतीय मानसून-विवर्तनिक पारस्परिक-क्रिया तथा हिमालय का उत्खनन

प्र.क्षे.वि. 2.1

शुष्क हिमालय में तलछट का निर्माण और अवसादीकरणः पद्धतियां, समय सीमा और ट्रांस-इंटरफेरेन्स में पुराजलवायु
(प्रदीप श्रीवास्तव, कौशिक सेन और अनिल कुमार)

नए पेलिओफ्लड निष्केपों से सिन्धु नदी (लद्दाख, उत्तर पश्चिम हिमालय), अलकनन्दा-मंदाकिनी नदियां (गढ़वाल हिमालय) और ब्रह्मपुत्र नदी (पूर्वोत्तर हिमालय) से पूर्व में आई बाढ़ की घटनाओं, जो रेत-गाद युगमें, सामूहिक रेत पटियों और जैविक मलबों के प्रवाह से लक्षण वर्णित हैं, से विकसित प्रकाशीय रूप से उत्प्रेरित प्रदीप्ति (ओएलएल) तथा ^{14}C डेटिंग तकनीकों द्वारा स्थापित पेलि-ओफ्लड निष्केपों के कालक्रम से निम्नलिखित संकेत मिलते हैंः

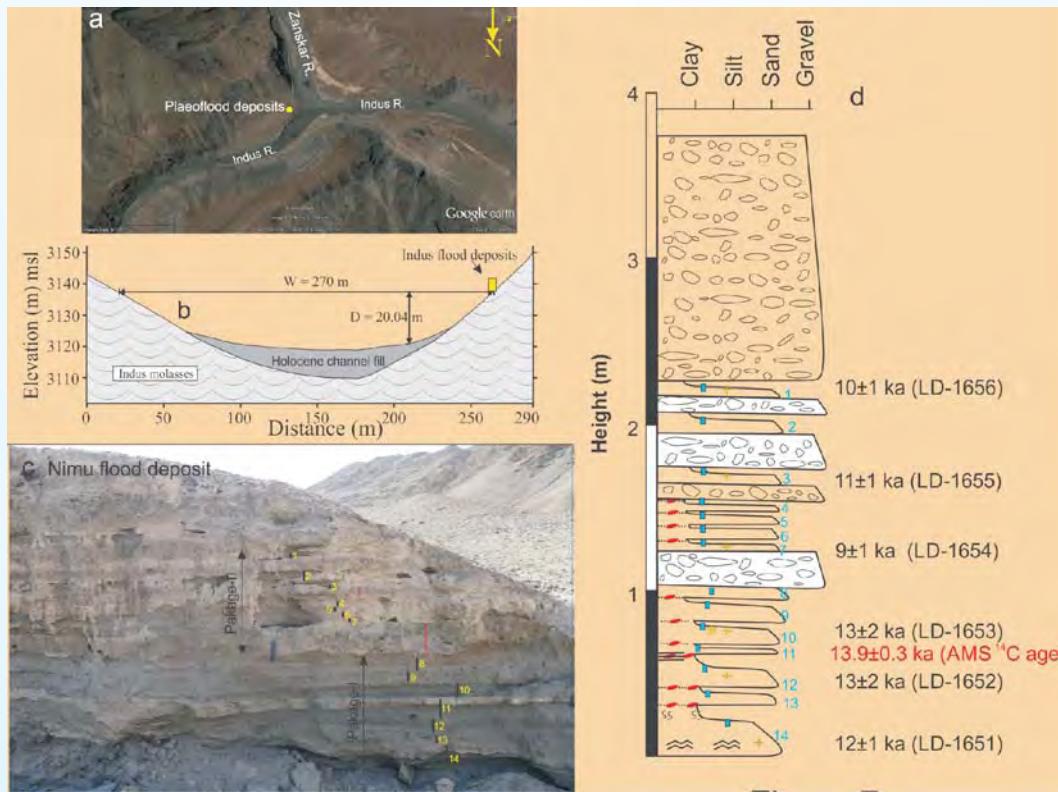
- अलकनन्दा-मंदाकिनी नदियों में नम तथा ऊष्ण मध्य ऊष्ण चरण (एमडब्ल्यूपी) के दौरान भीषण बाढ़ आई; पेलिओफ्लड निष्केपों से प्राप्त पोलन (पराग), जो मन्दाकिनी नदी के हेडवाटर्स (उच्चजल) में स्थित है, द्वारा भी गर्म पसन्द करने वाला पेड़ और दलदली टैक्सा की उपस्थिति दर्शाई गई;
- सिन्धु नदी में पोस्ट-ग्लेशियल जलवायीय चरण के दौरान कम से कम 14 बाढ़ की बड़ी घटनाएं हुईं, जब बाढ़ के प्रवाह

संभावित रूप से आधुनिक बाढ़ की तीव्रता से अधिक थीं (चित्र 11); और

- ब्रह्मपुत्र नदी में 8–6 केए के बीच की एक बड़ी बाढ़ (मेगाफ्लड) की घटना हुई।

बाढ़ के तलछटों की चम्बकीय प्रवणता यह संकेत देती है कि सिन्धु नदी में 14 में से 10 बाढ़ की घटनाएं लद्दाख बैथेटिथ को सुखाते हुए आवाह क्षेत्रों (कैचमेंट्स) में से आरी हुई जिससे हिमनदीय झील के प्रस्फोटन (जीएलओएफएस) तथा / अथवा यौगिकीय बाढ़ तीव्रताओं में भूखलन झील प्रस्फोटन (एलएल ओएफएस) की सीमित भूमिका का संकेत मिलता है। सामूहिक रूप से हमारे नए आंकड़े संकेत देते हैं कि हिमालय में बाढ़ ज्यादातर ऊष्ण तथा नम जलवायु चरणों के दौरान आती हैं। इसके अलावा प्रमाण इस धारणा का समर्थन करता है कि भारतीय ग्रीष्मकालीन मानसून फ्रं� पोस्ट ग्लेशियल कलाइ-मेटिक आप्टीक के दौरान लद्दाख में प्रवेश कर गया होगा।

जंस्कार और सिन्धु नदियों में पेलिओफ्लड्स के दो नए खंडों पर अध्ययन कार्य प्रगति पर हैं।



चित्र 11: नीमू में पेलिओफ्लड और उनका कालक्रम।

प्र.क्षे.वि. 2.2

हिमाचल प्रदेश के मोहांद एंटीकलाइन और धर्मशाला समूह से जीवाश्म का पता लगाना (आरएसी द्वारा अनुमोदित एक संशोधित परियोजना)

(बी.एन. तिवारी)

- हिमालय के शिवालिक और धर्मशाला क्षितिजों से मायोसीन टैक्सा तथा कच्छ, पश्चिमी भारत से प्राप्त किए जा रहे टैक्सा एक समान हैं; ये प्रादेशिक टैक्सा विशाल जैव प्रान्त (बायोप्रोविन्स) के रहने लायक थे जो फोलियोभक्षी जानवरों को पोषित करने में सक्षम था। स्तनधारी जीवों के दुर्लभ तथा छिटपुट उपरिथियों पर आधारित पूर्व के अध्ययन के बावजूद यह संकेत देते हैं कि आरंभिक और वैसाल मध्य मायोसीन प्रादेशिक स्तनधारी जीव इस क्षेत्र में रहते थे लेकिन नई खोजों से जीवाश्म रजिस्टर का विस्तार उत्तर मायोसीन तक टैक्सा के साथ हुआ, जैसे— हिप्पारियन, पैराकल्यूस्टोकोरस सेलिनस और टैट्राकोंडोन इडिकस जो कुछ स्थानों, जैसे—टापर और पसुदा में पाए गए हैं।
- हिप्पारियोनाइन दंतीय अवशेष शिवालिक मायोसीन एकत्रणों के प्रतीकात्मक घटक हैं और अब इन्हें मध्य कच्छ, गुजरात के मायोसीन क्षितिजों से भी जाना जाता है। इन आप्रवासी विलुप्त घोड़ों का उत्तरी अमेरिका में आविर्भाव हुआ और मायोसीन में मार्ग खुल जाने के साथ ही प्राचीन विश्व में आए। भारत में वे उप—हिमालयी शिवालिक समूह संस्तर से अच्छी तरह ज्ञात हैं; कच्छ के गैर—शिवालिक संस्तर से उनके अभिलेख महत्वपूर्ण हैं क्योंकि यह शिवालिक एवं कच्छ गैर—समुद्री अग्रभूमि और तटवर्ती घाटियों की स्ट्रैटीग्राफीज से संबंधित हैं।
- जम्मू एवं कश्मीर तथा हिमाचल प्रदेश से बाहरी पश्चिमी हिमालयी आरंभिक मायोसीन प्रारंभिक जीवाश्मों का कई दलों द्वारा अध्ययन किया गया है क्योंकि (i) जानकारियां अधिक सुगम्य हैं, और (ii) एक नियम के रूप में जीवाश्म एकत्रणों को विकसित करने में थोक मैक्रिरेशन तकनीकों का अनुप्रयोग किया जा सकता है। बाहरी पश्चिमी हिमालय में कांगड़ा घाटी में धर्मशाला समूह की जानकारियों में पेलिओन्टोलाजीकल अध्ययनों पर हमारे द्वारा दिए गए बल के फलस्वरूप बहुत बड़ी संख्या में माइक्रोस्कोपिक साइप्रानाइड मछली फेरिनील्स, चारा गायरागोनाइट्स, ऑस्ट्राकोड्स आदि के अलावा डाइनोथियर एवं मगरमच्छों सहित बड़े जानवरों के दन्त अवशेष मिल हैं।

प्र.क्षे.वि. 2.3

एलोजेनिक प्रबलन पर नदी की अभिक्रिया और लेट-क्वाटरनरी लैंडस्केप उद्भवन : पंजाब री—एन्ड्रैन्ट

(एन. सुरेश और रोहताश कुमार)

सतलज घाटी में कगारों के सभी 6 स्तरों (T1-T6) की पहचान ओगली (एमबीटी के उत्तर) तथा रोपड़ (एमबीटी के दक्षिण) के बीच की गई। लिथो—सेक्शनों का सूजन किया गया और

क्रोनो—स्ट्रैटीग्राफी की स्थापना करने हेतु प्रतिनिधि लिथो—यूनिट्स से ओएसएल नमूनों का विश्लेषण किया गया। मापे गए लिथो—सेक्शन यह दर्शाते हैं कि सामान्य रूप से लिथो—यूनिट्स में बजरी और रेत की प्रधानता है, लेकिन प्राचीनतम और सबसे ऊपर के कगार (T6) पर मध्यम से लेकर अत्यन्त मोटे रेतीले फेसीज की प्रमुखता है। एमबीटी के उत्तर में सबसे ऊपर का कगार विस्तृत रूप से बाली, औट और ओगली क्षेत्रों के आस—पास विकसित हुआ है। कगार निक्षेपात्मक सेडीमेट्री शृंखला में मध्यम से मोटे विशाल रेत की घनी शृंखला (~70 मी.) की प्रधानता है जो स्थानीय रूप से फेंट ट्रफ क्रॉस—स्ट्रैटीफायड तथा समानान्तर रूप से लेमिनेटेड है, और स्थानीय रूप से 20 से 50 सेमी. घने लेकुस्ट्राइन फेसीज से संबद्ध है। एक्सआरडी द्वारा बल्क खनिजविज्ञान क्वार्ट्ज की प्रमुखता दर्शाता है जिसके बाद फेल्डस्पार, कैल्साइट और मृदा खनिज (इलाइट एवं क्रोलाइट) का स्थान है। क्वाटेजाइट बाली बंजरी बहुत कम या अनुपरिधित है। ये सभी यही संकेत देते हैं कि उनका निर्माण ग्रेनाइट जिनेसिस की भौतिक, विदरिंग से हुआ जो विशेषतौर पर उत्तर में प्रदर्शित हुआ है। प्रकाशीय रूप से अभिप्रैरित प्रदीप्ति (ओएसएल) कालक्रम से संकेत मिलता है कि घनी रेतीली शृंखला 69 ± 10 ka और 49 ± 6 ka के बीच निक्षेपित हुई। इसी प्रकार की घनी रेतीली शृंखला उप—हिमालय की बाहरी सीमा, हिमालयी अग्रवर्तीप्रणोद के निकट सतलज घाटी के पेलिओ—एक्जिस्ट में भी पाई गई है। ये रेतीले फेसीज परिष्कृत से मध्यम दानों वाले बहुमंजिले हैं तथा आंतरिक रूप से निम्न कोणीय ट्रफ—स्ट्रैटीफिकेशन एवं समानान्तर लेमिनेशन से बने हैं। क्वार्ट्ज ओएसएल युग संकेत देते हैं कि वे 70 ± 5 ka और 50 ± 4 ka के बीच निक्षेपित हुए थे। घने रेतीले फेसीज का निक्षेपण जो सैकड़ों किलोमीटर तक पता चला है, से संकेत मिलता है कि तलछटों का निर्माण लेट क्वाटरनरी अवधि में अपेक्षाकृत स्थायी रिथ्टि में हुआ था जब उत्तरी हिमालय कैचमेंट में ग्रेनाइट का विस्तृत अपक्षयण और तेजी से उत्थनन हुआ। घाटी में 70 और 49 ka के बीच इसके परिवहन के परिणामस्वरूप विस्तृत अधिवृद्धि हुई और /अथवा यह चरम जलवायु संबंधी घटनाओं को दर्शाता है।

तथापि, एमबीटी की लटकती दीवार की उत्तरवर्ती निचली वेदिकाओं में बजरी के समान लक्षणों वाले फेसीज की प्रधानता है जो सहायित मैट्रिक्स से खंडित (क्लास्टर), लचर तरीके से छेदे हुए, ऊपर की ओर परिष्कृत और खपरैली हैं। उनमें क्वार्ट्जाइट, ग्रेनाइट ग्निसिस, ज्वालामुखी और /अथवा स्लेट के टुकड़े शामिल हैं। इस स्थान से अपेक्षाकृत अपरिपक्व वेदिकाएं जो लगभग 27 ± 5 ka और 2.5 ± 0.7 ka पर बनी हैं, भी प्रलेखित की गई। उप—हिमालय में ग्रेवल फेसीज की लगभग 45 ka घनी शृंखला जो हिमालयी अग्रवर्तीप्रणोद के निकट घने रेतीले यूनिटों पर सीधे टिकी हुई हैं, भी प्रलेखित की गई हैं। तथापि, निचले उप—हिमालय में एमबीटी के ठीक दक्षिण में 45 ± 7 ka के बाद बनी एक वेदिका सतह की पहचान की गई। इसके अतिरिक्त, 26 ka, 11 ka और 6 ka के करीब बनी तीन अल्पवयस्क वेदिकाएं भी सुविकसित पाई गईं।

अधिवृद्धि की प्रमुख अवधियां क्वाटरनरी शीत चरण के अनुरूप थीं और अपेक्षाकृत उष्ण चरणों में निचले तलछट की आपूर्ति की अवधियों के साथ विच्छेदित थी। जलवायु संबंधी परिवर्तन जल और तलछट की आपूर्ति को नियंत्रित करता है जो संभवतः नदी की अभिक्रिया के तुल्यकालिक है। घाटी में झारने का उष्णीर्णन और तलछटीकरण की अनुपस्थिति तलछट की कम आपूर्ति शक्ति के साथ तथापि, झारने की अपेक्षाकृत उच्च संकेत करती हैं जैसाकि पूर्व में उल्लेख किया गया है रेतीली फेरीज चौड़ी घाटियों में पाई गई हैं और विनाशकारी बाढ़ के दौरान कंकड़ के भार चैनल में विद्यमान रहते हैं जबकि रेत का भार बाढ़ के मैदानों में जमा रहता है। दूसरी ओर, बाहरी हिमालय में रेतीले फेरीज व्यापक चैनल क्षेत्र पर नदी की प्रवणता में कमी के साथ पर्वत के अग्र भाग पर निष्केपित था।

इन अध्ययनों से संकेत मिलता है कि उत्तर प्लेस्टोसीन प्रमुख चरम घटनाएं उनके विकास के लिए जिम्मेदार थीं। लगभग 45 ka ग्रेवाल फेरीज की घनी श्रृंखला के निष्केपण को हिमालय में बनाए गए लगभग 45 ka प्रमुख विवर्तनिक घटना के साथ सह संबंधित किया जा सकता है। रिपोर्ट किए गए वर्धित मानसून चरणों (29-23 ka और <10 ka) में लगभग 26 ka और 11 ka निष्केपण के दो रूपान्तरण चरण घटित हुए और इसलिए जलवायु परिवर्तन से सह संबंधित हैं। तलछटों का 11 और 6 ka बीच गैर-निष्केपण लंबे समय तक उत्कीर्ण चरण का संकेत देते हैं और पर्वत के ढलानों में कम अपरदनी उत्पादों के समजन में हैं क्योंकि आर्द्ध अंतर-हिमनदीय अवधि के दौरान वनस्पतिकरण में हुई है। इन सोपान निष्केपों की रेट्रीग्राफी कालक्रम के साथ प्रगति पर है और इससे क्वाटरनरी विवर्तनिक विरूपणों और जलवायु परिवर्तनों से संबंधित उद्भवन के इतिहास के संबंध में जानकारी मिलेगी।

प्र.क्षे.वि. 2.4

लद्दाख, उत्तर-पश्चिमी हिमालय और सिंधु-गांगेय मेदान, भारत में उत्तर-क्वाटरनरी पुरा-मानसून अध्ययन

(नरेन्द्र कुमार मीणा, सुदीपा सरकार, अनिल के. गुप्ता और एम. प्रकाशम्)

यह परियोजना उत्तर-पश्चिम हिमालयी क्षेत्र और गंगा के मैदान, भारत से उच्च वियोजन पुरा जलवायु संबंधी अभिलेखों के पुनर्निर्माण से संबंधित है। इसके अतिरिक्त लद्दाख हिमालय क्षेत्र में पुरा जलवायु संबंधी आंकड़ों की कमी है, और इस लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए रिपोर्ट किए जा रहे वर्ष के दौरान निम्नलिखित कार्य किए जा रहे हैं।

त्सो-मोरीरी लेक के केन्द्रीय भागों (कोर्स) के लिए एक मल्टी-प्रॉक्सी डेटा सेट विकसित किया गया है। डब्ल्यूआईएचजी, देहरादून में लेजर कण आकार विश्लेषक (एलपीएसए) का उपयोग कर नीचे की गहराई के दाने के आकार की भिन्नता और जलवायु नियंत्रण का अध्ययन करने के लिए ~3 मीटर केझील के केन्द्रीय भागों से 75 नमूनों के दाने के आकार के विश्लेषण किए गए हैं। गहराई के नीचे प्रमुख ऑक्साइडों और

अवशेष तत्वों के वितरणों और परिवर्तनों का अध्ययन करने के लिए डब्ल्यूआईएचजी, देहरादून में एक्स आरएफ का उपयोग कर झील के तल के नीचे लगभग 1.5 मीटर के केन्द्रीय भागों से 22 नमूनों से थोक तलछट विश्लेषण किया गया। त्सो-मोरीरी लेक के केन्द्रीय भागों के ~3 मीटर नीचे कले खनिज विज्ञान का अध्ययन करने के उद्देश्य से डब्ल्यूआईएचजी, में 34 कले स्लाइडों पर एक्स आरडी विश्लेषण किया गया। मानक नयाचार को अपनाते हुए लेक के तलछटों के भीतर कूटबद्ध (एनकोडेड) जलवायु संबंधी सिग्नेचरों को समझने के लिए त्सो-मोरीरी लेक के 31 नमूनों के लिए जैविक फास्फोरस (ओपी) तथा अजैविक फास्फोरस (आईपी) के निष्कर्षण किए गए। सृजित किए गए ऑकड़े उत्तर पश्चिम हिमालय में पुरा जलवायु संबंधी परिवर्तनों के ~1700 वर्षों के दौरान पेलियो फ्लेड अभिलेखों की रोचक घटनाओं का पता चलता है। इन अभिलेखों से भारतीय ग्रीष्म मानसून (आईएसएम) और वेस्टरलाइज की भूमिका को भी समझा जा सकता है।

हिमालय के मध्य-देशान्तरीय क्षेत्र से जलवायु, तलछटी-करण, और प्रदूषण आदि के पुनर्निर्माण के लिए रेवलसर झील के केन्द्रीय भागों का विश्लेषण किया गया है। नीचे की गहराई में दाने के आकार में परिवर्तन और जलवायु नियंत्रण का अध्ययन करने के लिए डब्ल्यूआईएचजी में एलपीएसए द्वारा ~5 मीटर लेक के केन्द्रीय भागों से 62 नमूनों के दाने के आकार का विश्लेषण किया गया है। यह भी पाया गया है कि रेवलसर लेक में अन्य उत्तर-पश्चिम हिमालयी झीलों की तुलना में विगत ~50 वर्षों के दौरान तलछटीकरण की उच्चतर दर है। दूसरी ओर भूरासायनिक अध्ययनों से भी पिछले ~50 वर्षों के दौरान कम से लेकर हल्के भारी धातु प्रदूषण के संकेत मिले हैं।

गंगा के मैदान के पुरा जलवायु संबंधी पुनर्निर्माण के लिए रामनगर, वाराणसी में गंगा नदी प्रपात खंड के लगभग ~8 मीटर का अध्ययन किया गया। पिछले वर्षों के दौरान एक मल्टी-प्रॉक्सी डेटा सेट (दाने के आकार और चुम्बकीय चानिज विज्ञान) पहले ही सृजित किए जा चुके हैं जबकि प्रमुख ऑक्साइडों और अवशेष तत्वों पर ऑकड़ों का सृजनरिपोर्ट किए जा रहे वर्ष के दौरान किया जा रहा है। इस कार्य के तथ्यों से अंतर्विरामी नम चरणों के साथ लेट क्वाटरनरी के दौरान एक क्रमिक रूप से सूखी जलवायु संबंधी स्थिति का संकेत मिलता है।

प्र.क्षे.वि. 2.5

पश्चिमी हिमालय में जलवायु परिवर्तनशीलता और ट्रीलाइन गतिकी

(पी.एस. नेगी और जयेन्द्र सिंह)

ट्रीलाइन गतिकी, डेन्ड्रोक्रोनोलॉजिकल अध्ययन तथा एरोसोलों की मॉनिटरिंग से संबंधित विभिन्न उद्देश्यों को पूरा करने के लिए 30 दिनों का क्षेत्र कार्य संचालित किया गया गया है। उच्च हिमालयी क्षेत्र में प्रिस्टाइन स्थलों में एरोसोल्स अर्थात् ब्लैक कार्बन (BC) और CO₂ संकेन्द्रण का अनुश्रवण करने के

उद्देश्य से एथेलोमीटरों और CO_2 सेंसरों के दो सेट प्राप्त किए गए। गहन क्षेत्र अन्वेषण के बाद यंत्रों की संस्थापना करने के लिए उपयुक्त स्थान की पहचान की गई है और यंत्रों का एक सेट गंगा घाटी (चित्र 12 ए-डी) में चीरबासा के निकट 3600 मीटर एएसएल पर सफलतापूर्वक संस्थापित किया गया है और तदनुसार इसका अनुश्रवण प्रगति पर है। यंत्र परीक्षण चरण के दौरान ब्लैक कार्बन का संकेन्द्रण 36 से 1311 एनजी/घनमीटर (20.10.15), 03 से 346 एनजी/घन मीटर (21.10.15) और 0.0 से 16एनजी/घन मीटर (22.10.15) की जानकारी दी गई। बीसी का असामान्य उच्च मान इस प्रकार के प्रिस्टाइन स्थल के लिए आश्चर्यजनक है और इसका श्रेय विभिन्न पर्यटकों द्वारा एलपीजी/मिट्टी का तेल तथा जलावन की लकड़ी के उपयोग को दिया जाता है, और बीसी का मान पर्यटकों के न आने के मौसम के दौरान इतना ऊंचा नहीं हो सकता है और इसकी आगे मॉनिटरिंग करके जांच किए जाने की आवश्यकता है।

मंदाकिनी घाटी में ट्रीलाइन के उगने हेतु सघन सैम्पलिंग कार्य संचालित करने के उद्देश्य से क्षेत्र कार्य किया गया है। पूर्व के 26 ट्रीलाइन बिन्दुओं के साथ ट्रीलाइन अक्षांश का वर्तमान औसत वर्ष 1962 से 10 मी./वर्ष की दर पर ट्रीलाइन की वृद्धि 3453.33 मीटर एएसएल है। वर्तमानक्षेत्र कार्य से दो और ट्रीलाइन नमूनों के बिन्दु 3510 मीटर और 3450 मीटर एएसएल पर रिपोर्ट किए गए हैं। ट्रीलाइन की सबसे अधिक

ऊंचाई कुछ शीत/बर्फ क्षेत्र रोधी पादप प्रजातियों, जैसे—बेतुला पुटलिस, सोरबस एक्सूपेरिया और रोडेन्ड्रन कोम्पेनुलेट में पाई जाती है। ट्रीलाइन/इकोटोन क्षेत्र की प्रमुख पादप संरचना से रिपोर्ट की गई अन्य प्रजातियां व्हेरकस सेमीकार्पोलिया क्यू फ्लोरीबन्डा, एबीज स्पेक्टाबिलिस, ज्यूनीपेरस स्पामाटा, जूनीपेरस इन्डीका हैं। ट्रीलाइन में निरंतर वृद्धि जलवायु परिवर्तन की जटिलता विशेषकर अल्पाइन पारिस्थितिकी प्रणाली में हिम क्षेत्र/हिम अवक्षेपण में निरंतर गिरावट का परिचायक है। मंदाकिनी घाटी में कुछ प्रमुख स्थानों, जैसे—गौरीकुंड, रामबाड़ा और केदारनाथ का भी अन्वेषण जिओमोर्फोलाजीकल परिवर्तनों विशेष रूप से वर्ष 2013 में केदारनाथ में आई आपदा के दौरान लैंडस्केप और वन संबंधी परिवर्तनों को समझने के लिए किए गए।

डेन्ड्रोक्रोनोलॉजीकल अध्ययन संचालित करने के उद्देश्य से दीन गाद घाटी (टीला कैंप) क्षेत्र के विभिन्न स्थानों में पुरा जलवायु अध्ययनों के लिए 3 कोनीफर तथा 4 डेसीडुअस प्रजातियों के लिए लगभग 300 वृक्ष कोरों को एकत्र किया गया। दो कोनीफर प्रजातियों की वलय—चौड़ाई 0.001 मिलिमीटर की सटीकता के साथ मापी गई और एबीज के 41 वृक्ष कोरों तथा स्पूस के 32 वृक्ष कोरों के लिए कैलेंडर वर्ष के स्तर पर प्रत्येक वृद्धि वलय का सफलतापूर्वक तिथि—निर्धारण किया गया। एक डेसीडुअस प्रजाति के 18 वृक्ष कोरों की वलय—चौड़ाई भी मापी गई और वलयों की



आकृति 12: (ए) सौर पैनल के पीछे इन्सुलेटेड एथेलोमीटर, (बी) सौर पैनल द्वारा आच्छादित एथेलोमीटर, (सी) पृष्ठभूमि में भागीरथी की चोटियों के साथ प्रेक्षण स्थल, और (डी) चीरबासा के निकट ट्रीलाइन 3,752 मीटर एएसएल।

वृद्धि का तिथि-निर्धारण प्रक्रियाधीन है। इन दो कोनीफर प्रजातियों के वृक्ष-वलय कालक्रम आगे के डेंट्रोजलवायु संबंधी अध्ययनों के लिए तैयार किए गए। इसके अतिरिक्त, दो कोनीफर प्रजातियों के वार्षिक वृद्धि वलय स्थायी आइसोटोप विश्लेषणों के लिए पृथक किए गए। डेसीडुअस प्रजाति के 11 वृक्ष कोरों की वलय-चौड़ाई भी मापी गई और उनके निर्माण के कैलेंडर वर्ष के स्तर पर तिथि-निर्धारण किया गया। भागीरथी घाटी और चोरावारी हिमनद घाटी से एकत्रित बेतुला युटिलिस नमूनों की वलय-चौड़ाई का मापन प्रक्रियाधीन है।

प्र.क्षे.वि. 2.6

उत्तर-पश्चिम हिमालय में अपक्षयन एवं अपदहन प्रक्रियाओं के अनुरेखन के रूप में भूरासायनिक और आइसोटोपिक अध्ययन

(संतोष के. राय, एस.के. बरतरया, अनिल के. गुप्ता और ए.के. एल. अस्थाना)

लद्दाख क्षेत्र को शामिल करते हुए सिंधु नदी के जल में नमूनों में मापे गए प्रमुख आयन, स्थायी आइसोटोप ($\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$) और सिलिका से यह प्रदर्शित होता है कि इन नदियों में क्षारीयता सिलिकेट अपक्षयण से जुड़ी है। तथापि, $[\text{HCO}_3 + \text{SO}_4]$ का $[\text{Ca} + \text{Mg}]$ के साथ सह-परिवर्तन यह संकेत देता है कि इन नदियों में क्षारीयता H_2SO_4 द्वारा मध्यस्थता के कारण अथवा हेलाइट्स के द्रवीकरण के कारण सिलिकेट के अपक्षयण से उत्पन्न हुई होगी। इस प्रकार यह माना जाता है कि सिलिकेट अपक्षयण इन नदियों में क्षारीयता उत्पन्न करने हेतु एक प्रमुख प्रणाली के रूप में कार्य करता है। इस प्रेक्षण को इस तथ्य से भी समर्थन मिलता है कि सिंधु घाटी में सिलिकेट्स (ग्रेनाइट्स, निसेस, स्टिकस्ट्रेस आदि) मुख्य रूप से खनिज जिनमें क्वार्ट्ज, प्लेगियोक्लेज, अल्काली फेल्डस्पार, बायोटाइट और मस्कोवाइट शामिल हैं, से बना है और इनका द्रवीकरण विलयन के रूप में सिलिका और क्षारीयता को एक साथ उत्पन्न कर सकता है। इन परिणामों की इसलिए पुष्टि होती है क्योंकि सिंधु नदी इंडो-त्सांगपो सीवन क्षेत्र से होकर बहती है जो विवर्तनिक गतिविधि और अत्यंत विखंडित/अपरूपित चट्टानों से अभिलक्षित हैं जो अपक्षयण के प्रति प्रवणशील हैं। यह कार्य सिंधु जल ग्रहण क्षेत्र में सिलिकेट अपक्षयण के सत्य होने का आभास देता है जो H_2SO_4 के माध्यम से हो सकता है।

रामगंगा घाटी के भूमि विन्यास विकास पर किए गए विश्लेषणत्मक अध्ययनों में गढ़वाल हिमालय, उत्तराखण्ड में इसके जल ग्रहण क्षेत्र का मात्रात्मक विश्लेषण शामिल है। रामगंगा घाटी के जल निकासी के मानदंडों (रेखिक, हवाई और रिलीफ) में इसके उद्गम बिन्दु, दुधटोलीधर चोटी से कालागढ़ तक, जहां रामगंगा मैदानों में प्रवेश करती है, को शामिल किया गया है। भू-भाग पर आकृतिक (मोर्फोलाजीकल) विशेषताओं का प्रभाव इस क्षेत्र की अपवाहन (झेनेज) घाटी द्वारा परिलक्षित होता है।

प्र.क्षे.वि. 2.7

हिमालय तथा समीपवर्ती क्षेत्रों से उच्च वियोजन पुराजलवायु संबंधी अभिलेख

(अनिल के. गुप्ता, जयेन्द्र सिंह, संतोष के. राय और सुमनलता रावत)

होलोसीन अवधि के दौरान वानस्पतिक संरचना तथा भारतीय ग्रीष्मकालीन मानसून की पुनर्संरचना करने के उद्देश्य से गंगा घाटी से चार तलछटों के केन्द्रीय भागों (कोर) तथा पिंडर घाटी, गढ़वाल हिमालय से दो पेतिओलेक प्रोफाइल एकत्र किए गए हैं और मल्टी-प्रोक्सी अभिलेख (पोलन, दाने के आकार, ज्वलन से नुकसान, एवं स्थायी कार्बन आइसोटोप) तैयार करने हेतु उनका विश्लेषण किया जा रहा है। इसके अतिरिक्त, किन्नौर क्षेत्र, हिमाचल प्रदेश से पीनसवालचाइना की वलय-चौड़ाई का कालक्रम भी तैयार किया गया और वलय-चौड़ाई कालक्रम के जलवायु संकेत की पहचान पिछले जलवायु अभिलेखों को आगे फिर से तैयार करने हेतु की गई। इसके अलावा, दो कोनीफर प्रजाति (सेङ्ग्रेस डिओडा एवं पीनस गेरारडीना) के 100 वृक्ष कोरों का प्रसंस्करण किया गया और वृक्षों की वलय-चौड़ाई की वार्षिक वृद्धि का मापन आगे के जलवायु परिवर्तन संबंधी अध्ययनों के लिए किया जा रहा है।

प्र.क्षे.वि. 2.8

हिमालयी क्षेत्रों से उच्च वियोजन स्पेलिओथेम अभिलेखों तथा गंगा के मैदानी झीलों से तलछट अभिलेखों का उपयोग कर MIS-3 से क्वाटरनरी अवधि के दौरान भारतीय मानसून की परिवर्तनशीलता का अध्ययन

(सोम दत्त, अनिल कुमार, अनिल के. गुप्ता, सुमन लता रावत और सौरभ सिंघल)

उत्तर क्वाटरनरी के दौरान भारतीय उप-महाद्वीप में भारतीय ग्रीष्म-कालीन मानसून (आईएसएम) की परिवर्तनशीलता की पुनर्संरचना करने के उद्देश्य से पूर्वोत्तर हिमालय से एकत्रित कुछ स्पेलिओथेम्स की सब-सैम्प्लिंग की गई है। मावम्लुह गुफा, मेघालय से एक स्पेलिओथेम एमडब्ल्यूएस-1 के परिणाम 33500 तथा 32500 वर्ष बी.पी. के बीच एक सशक्त नम चरण तथा उसके बाद 26000 से 23500 वर्ष बी.पी. तक एक दुर्बल/शुष्क चरण का संकेत देते हैं। आईएसएम का दुर्बलतम चरण 17000 तथा 15000 वर्ष बी.पी. के बीच है। ये रिकार्ड यह भी संकेत देते हैं कि बौलिंग-एलेरेंड तथा आरंभिक होलोसीन अवधियों के दौरान आईएसएम की क्षमता में आकस्मिक वृद्धि हुई और हेनरिक तथा अपरिक्व ड्रायास शीत घटनाओं के दौरान कमज़ोर पड़ गया।

रवेलसर लेक (मंडी, हिमाचल प्रदेश) के तलछटी कोर के कालक्रम द्वारा 15 एमएस ¹⁴सी अवधियां विकसित की गई हैं। दाने के आकार में परिवर्तन शीलता के आरंभिक परिणामों से 2900, 1750 और 1250 वर्ष बी.पी. के आस-पास लेक के जलग्रहण क्षेत्र में अत्यन्त उच्च कटाव का पता चलता है जिससे बाढ़ की भीषण घटनाओं का संकेत मिलता है।

प्र.क्षे.वि.-३ : भूकंप पूर्वानुमान अध्ययन तथा भूमि पर खतरे का मूल्यांकन

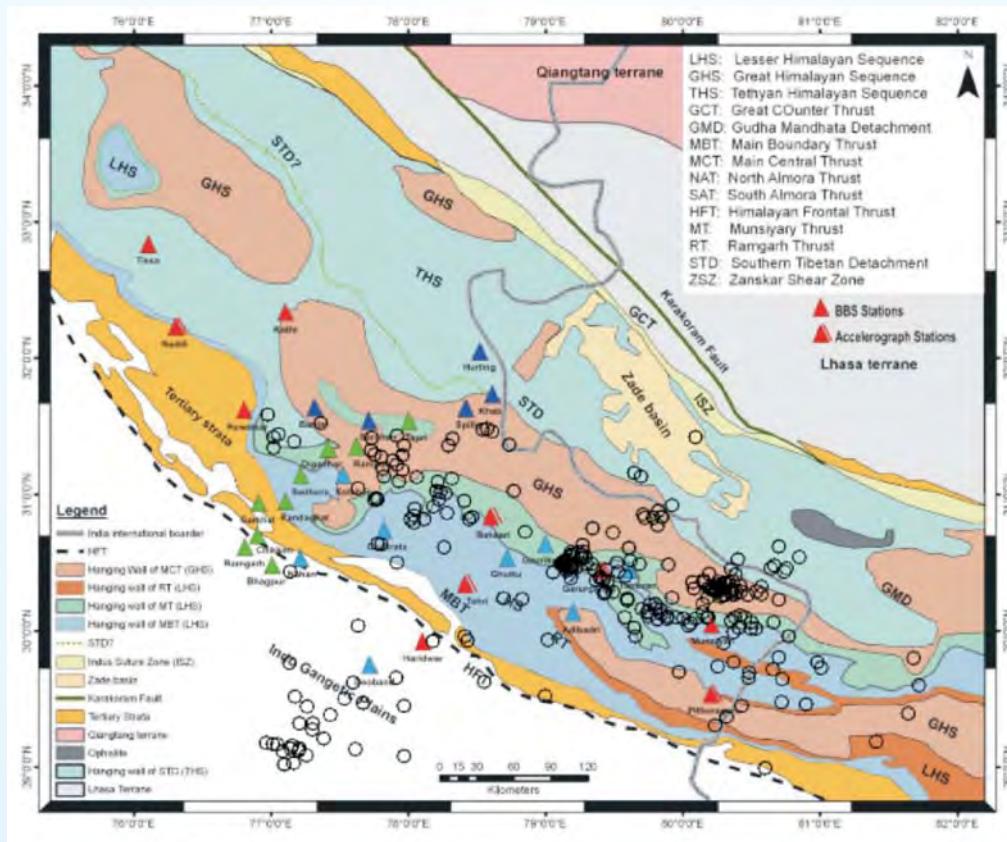
प्र.क्षे.वि.-३.१

पूर्वोत्तर हिमालय के लद्दाख, किन्नौर, कांगड़ा और गढ़वाल—कुमांऊ क्षेत्रों से भूकंप वैज्ञानिक, भूकंप विवर्तनिक और उपसतह संबंधी अध्ययन तथा भूकंप के खतरे का मूल्यांकन

(सुशील कुमार, अजय पॉल, दिलीप कुमार यादव और देवाजीत हजारिका)

भारत-एशिया पटिटियों (प्लेट्स) के बीच निरंतर टकराव (संघट्टन) से उत्पन्न होने वाले खिंचाव हिमालयी आक्र के आस-पास कई बड़े भूकंपों से स्पष्ट होते हैं। पूर्वोत्तर हिमालय में क्रस्टल ब्लॉकों का खिचावों को निरंतर एकत्रित/अपक्षण करने हेतु समंजनों तथा प्रबलन के कारण छोटे भूकंप होते हैं। भूकंप के स्रोत की प्रक्रियाओं की जानकारी तथा मध्यम लक्षण वर्णन भूकंपीय खतरों के आकलन, उपशमन और न्यूनीकरण हेतु आधारिक साधन उपलब्ध कराते हैं। इन उद्देश्यों को प्राप्त करने की दिशा में पूर्वोत्तर हिमालय में भूकंप वैज्ञानिक केन्द्रों का

एक क्षेत्रीय नेटवर्क प्रचालित सिज्मोग्राम (चित्र 13) अन्य भूगर्भभौतिक उपकरणों के साथ प्रचालित किए गए। इन नेटवर्कों द्वारा निरंतर आधार पर आंकड़े प्राप्त और विश्लेषित किए जा रहे हैं। हिमालय के गढ़वाल—कुमांऊ क्षेत्रों में अप्रैल, 2015 तथा मार्च, 2016 की अवधि के दौरान घटित भूकंपों की घटनाओं का विश्लेषण स्पेशियोटेम्पोरल परिवर्तनों, स्रोत प्रणालियों, स्रोत मानदंडों, अपरूपण तरंग बिखराव, (SWS) गुणों, 1D एवं 3D संवेग संरचना, खिंचाव ऊर्जा बजट और खिंचाव अभियुक्तीकरण को समझने हेतु किया गया। उदगम केन्द्र के स्थान का मानआकृति यह संकेत देता है कि मुनशियारी प्रणोद, जो मुख्य केन्द्रीय प्रणोद के दक्षिण में स्थित है, अधिक सक्रिय है। भूकंपों की तरंग निर्माण मॉडलिंग से भ्रंश प्लेन पर विसर्पण वितरण के मूल्यांकन से यह पाया गया है कि बड़े विसर्पण क्षेत्रों में भ्रंश तल के कुल क्षेत्र की तुलना में एक बहुत छोटा भाग शामिल है। कुछ भ्रंश तल विविध कठोरताएं (एसपिरीटीज) दर्शाती हैं और निकटस्थ प्रणोद पर संकेन्द्रण होता है।

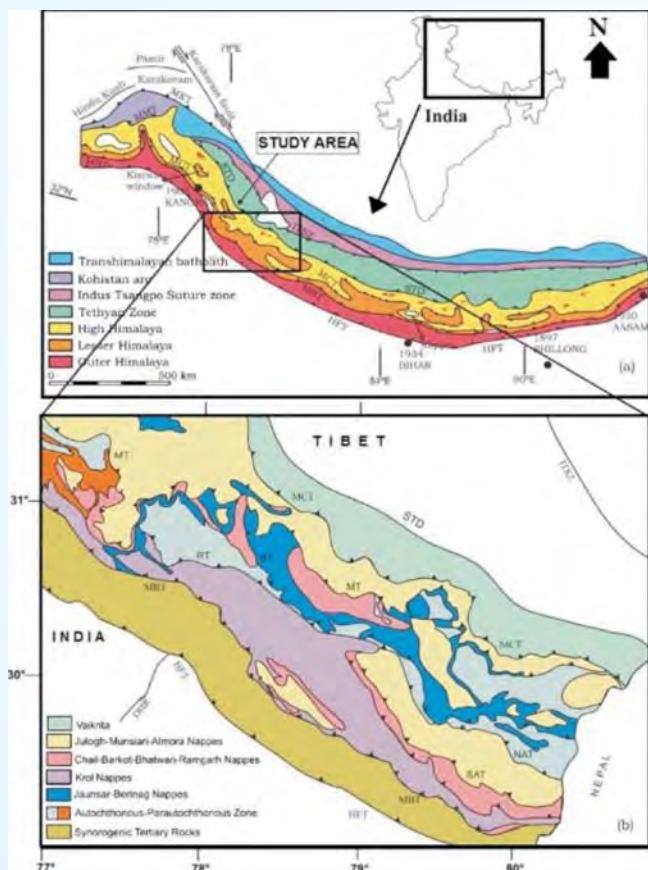


चित्र 13: ब्राड बैंड सिज्मोग्राफ एवं एक्सीलरोग्राफ स्थल त्रिकोणों में दर्शाए गए हैं और वर्ष 2015-16 के दौरान आए स्थानीय भूकंप के उदगम केन्द्र के स्थल पूर्वोत्तर हिमालय के सिस्मोटेक्टोनिक मानआकृति पर काले वृत्तों से दर्शाए गए हैं।

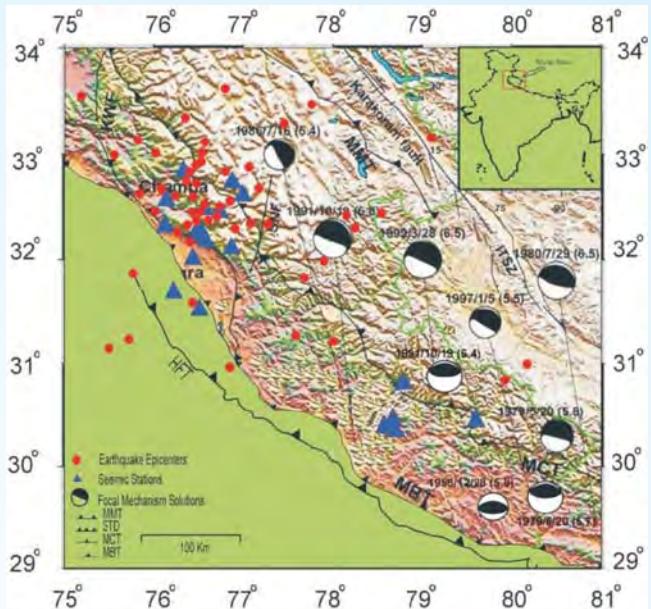
उत्तर पश्चिमी हिमालय में कोडा तरंगों की तनूकरन विशिष्टताएं

वर्ष 2004–2006 के दौरान उत्तर पश्चिम हिमालय से विभिन्न केन्द्रों पर 82 भूकंपों के डिजिटल सिज्मोग्राम आंकड़े (चित्र 14) रिपोर्ट किए गए और उनका इस क्षेत्र में भूकंपनीयकोडा तरंगों की तनूकरन विशिष्टताओं का अध्ययन करने के लिए विश्लेषण किया गया। हमने एकल आइसोट्रोपिक स्वैटरिंग मॉडल का उपयोग करके कोडा Q_c का अध्ययन करने हेतु <240 किमी. की हाइपोसेंट्रल दूरी तथा 1.2–4.9 की तीव्रता श्रेणी के स्थानीय भूकंपों से 132 भूकंपीय प्रेक्षणों का उपयोग किया (चित्र 15) ये भूकंप डब्ल्यूआईएचजी द्वारा उत्तर पश्चिमी हिमालय में स्थापित 20 अस्थायी भूकंपीय केन्द्रों (चित्र 15) रिपोर्ट किए गए। Q_c मान 10 केन्द्रीय आवृत्तियों: 1.5, 3, 5, 7, 9, 12, 16, 20, 24 और 28 हर्ट्ज पर 10, 20, 30, 40, 50 और 60 सेकेंडों के आरंभिक अंतराल समय तथा 10, 20, 30, 40 और 50 एसके के

प्र. क्षे.वि.-3 : भूकंप पूर्वानुमान अध्ययन तथा भूमि पर खतरे का मूल्यांकन



चित्र 14: (ए) हिमालय का सरलीकृत मान आकृति। (बी) वालदिया के बाद अध्ययन क्षेत्र का मान आकृति संशोधित किया गया (1980)। शब्द संक्षेप: काले बिन्दु—चार बड़े भूकंपों के स्थल, एमकेटी—मुख्य काराकोरम प्रणोद, एमएमटी—मुख्य मेन्टलप्रणोद, आईएसजेड—सिंधु त्सांगपो सीवन क्षेत्र, एसटीडी—दक्षिणी तिब्बती वियोजन, एमसीटी—मुख्य केन्द्रीयप्रणोद, एमएटी—उत्तरी अल्मोड़ा प्रणोद, बीटी—बेरी नाग प्रणोद, एमटी—मुन्सीयारी प्रणोद, आरटी—रामगढ़ प्रणोद, बीएचआर—दिल्ली हरिद्वार ब्रीज।



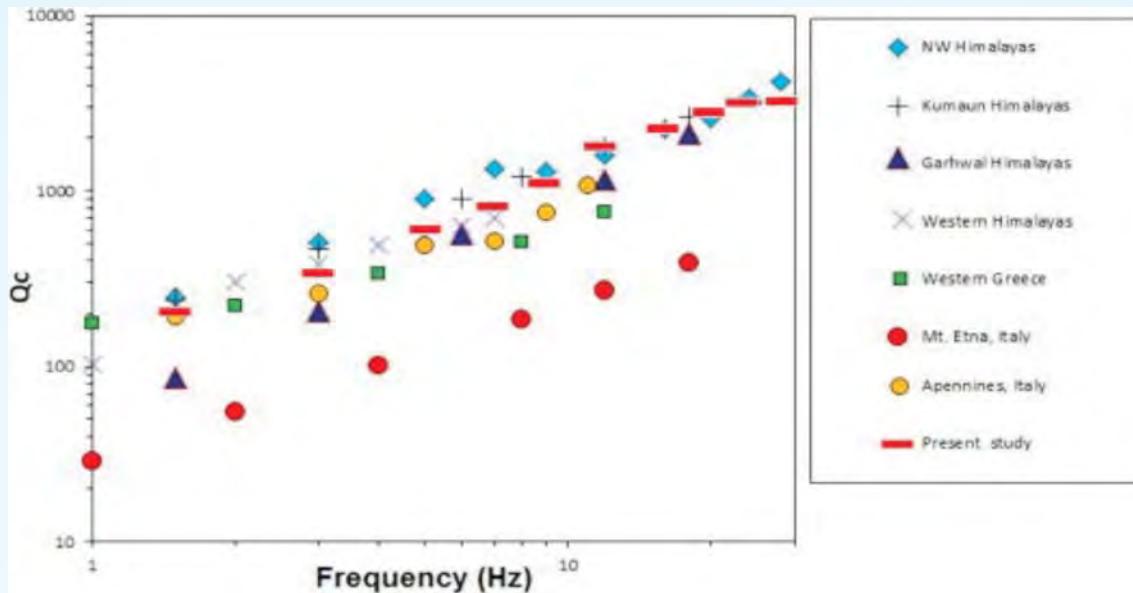
चित्र 15: केन्द्र (स्टेशन) के स्थानों को नीले ट्रिकोण से दर्शाया गया है और अध्ययन में उपयोग की गई घटनाएं लाल वृत्तों में दर्शायी गई हैं। एचएफटी एमबीटी, एमसीटी, एमटीडी और एमएमटी क्रमसः: हिमालयी फ्रन्टल प्रणोद, मुख्य सीमा प्रणोद, मुख्य केन्द्रीय प्रणोद, दक्षिणी तिब्बती वियोजन और मुख्य मेन्टलप्रणोद के शब्द संक्षेप हैं। चित्र में कुछ बड़े भूकंपों की मुख्य प्रणालियों को भी दर्शाया गया है, और घटनाओं की तारीख और तीव्रता किनारे के गोले के ऊपर दर्शाए गए हैं। (इस आकृति के शीर्षक में रंगों के संदर्भ में व्याख्या के लिए पाठक इस लेख के वेब संस्करण का संदर्भ लें)।

कोडा विंडो—लंबाईयों का उपयोग कर अनुमानित किए गए। Q_c आवृत्ति पर निर्भर शक्ति के नियम, $Q_c = Q_0 f^a$ के अनुरूप है। 10-एस कोडा विंडो लंबाई के साथ 10 सेकेंड के व्यपगत समय के लिए $Q_c = 47.42 f^{1.012}$ और 50 एस कोडा विंडो लंबाई के साथ 50 सेकेंड के व्यपगत समय के लिए $Q_c = 204.1 f^{0.934}$ । $Q_c Q_0$ (Q_c 1 हर्ट्ज पर) 10 सेकेंड के व्यपगत समय और 10 एस की विंडो लंबाई के लिए ~ 47 से 50 से. के व्यपगत समय और 50 से. की विंडो लंबाई के लिए ~ 204 तक अलग—अलग था। इस क्षेत्र के अध्ययन के लिए उपयुक्त औसत आवृत्ति निर्भरता शक्ति नियम $Q_c = 116.716 f^{0.9943}$ दिया जा सकता है। आवृत्ति निर्भरता नियम का घातांक नियम 1.08 से 0.9 तक था, जो विश्व के अन्य भूकंपीय एवं निवर्तनिक रूप से सक्रिय और विजातीय क्षेत्रों में प्राप्त मानों के साथ सुमेलित होता है (चित्र 16)। वर्तमान अध्ययन क्षेत्र में Q_c व्यपगत समय आवृत्ति दोनों दृष्टि से बढ़ता है अर्थात् तनूकरन घटता है क्योंकि गुणवत्ता कारक तनूकरन के विपरीत अनुपात में है। कम Q_c मान अथवा अपेक्षाकृत कम आवृत्तियों पर उच्च अनूकरन और उच्च Q_c मान अथवा उच्चतर आवृत्तियों पर कम तनूकरन हमारे अध्ययन क्षेत्र में गहराई बढ़ने के साथ विषमता के घटने का संकेत देता है।

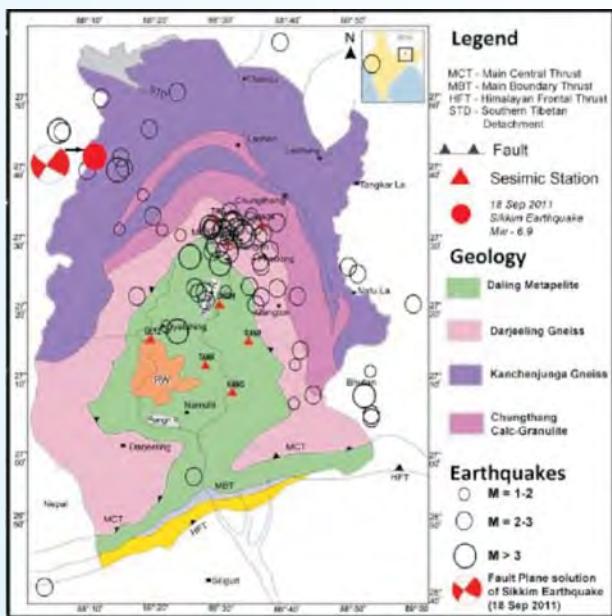
18 सितम्बर, 2011 को सिक्किम में आया भूकंप

18 सितंबर, 2011 के सिक्किम, भारत के भीषण भूकंप (Mw: 6.9) के स्रोत क्षेत्र के आसपास की भूकंपीय तरंग ऊर्जा के

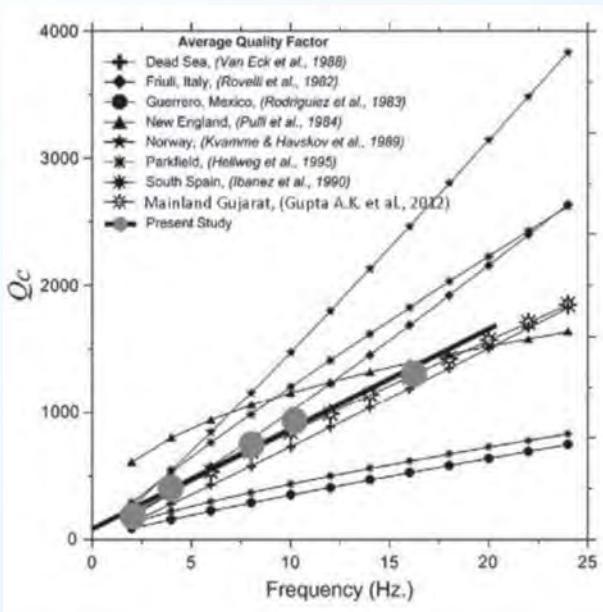
तनुकरन की विशिष्टताओं का अनुमान कोडा तरंगों के विश्लेषण का उपयोग करके किया गया है। भूकंप के बाद आने वाले कुल 105 झटकों की घटनाओं (आकृति-17) का चयन किया गया है



चित्र 16: अध्ययन के परिणामों की विश्व के विभिन्न क्षेत्रों से किए गए अनुमानों के साथ तुलना। आंकड़ों के संदर्भ: उत्तर पश्चिम हिमालय (गुप्ता एवं अन्य 2012); पश्चिमी हिमालय (मुखोपाध्याय एवं रजिस्टरयागी 2007); पश्चिमी ग्रीस (त्सेलेनरिस 1998); माउंट एटना, इटली (पिज्जा एवं अन्य 1995); सिक्किम हिमालय (हजारिका एवं अन्य 2013); ऐजेनाइन्स, इटली (वियानको एवं अन्य 2002); और इस अध्ययन के लिए मेथ एमएल स्रोत (एलटी = 50, डब्ल्यूएल = 30) देखें।



चित्र 17: सिक्किम हिमालय, भारत का विवर्तनिक मानआकृति जिसमें 8 ब्रॉड बैंड भूकंपीय स्टेशनों को (लाल त्रिकोणों से चिह्नित), भूकंप के बाद आने वाले झटकों की 105 घटनाओं (खुले काले वृत्तों से चिह्नित आकार तीव्रता के अनुसार बदला गया है) का इस अध्ययन में उपयोग किया गया है, क्षेत्र का भू-विज्ञान और 2011 के सिक्किम के भूकंप के उद्गम स्रिति को इसके भ्रंश तल विलयन के साथ दर्शाया गया है। विभिन्न विवर्तनिक सीमाओं जैसे एमसीटी, एमबीटी, एचएफटी और एसटीटी को भी चिह्नित किया गया है। बगल की आकृति में सिक्किम क्षेत्र, भारत के Q_c मानों की तुलना विश्व स्तर के मौजूदा तनुकरन अध्ययनों के साथ की गई है।



और S—तरंग के यात्रा समय के दुगुने से आरंभ करते हुए 25 से 50 सेकेंड तक 5 व्यपगत—समय विन्डोज का उत्पादन कर 2—16 हर्टज तक की श्रेणियों की केन्द्रीय आवृत्तियों पर Q_c के अनुमान हेतु उनका विश्लेषण किया गया है। प्राप्त किए गए औसत Q_c मान आवृत्ति पर निर्भर हैं जिससे यह संकेत मिलता है कि यह क्षेत्र विवर्तनिक और भूकंपीय रूप से अत्यधिक अवरुद्ध है। परिणाम यह दर्शाते हैं कि सिक्किम क्षेत्र का सभी आवृत्तियों पर Q_c मान पूर्वोत्तर भारत के समीपवर्ती क्षेत्रों तथा भारत के अन्य भागों के लिए रिपोर्ट किए गए Q_c मानों की तुलना में सबसे कम Q_c मान है (चित्र 17)। इस अध्ययन में प्राप्त किए गए Q_c मान संबंधित क्षेत्र में तीव्र भूमिगत गतियों की अनुकृति द्वारा भूकंपीय खतरे के विश्लेषण के लिए भी महत्वपूर्ण है।

प्र.क्षे.वि.—3.2

विभिन्न भूगर्भ भौतिक दृष्टिकोण के माध्यम से हिमालय में भूकंप पूर्वानुमान अध्ययन

(नरेश कुमार, गौतम रावत और पी.के.आर. गौतम)

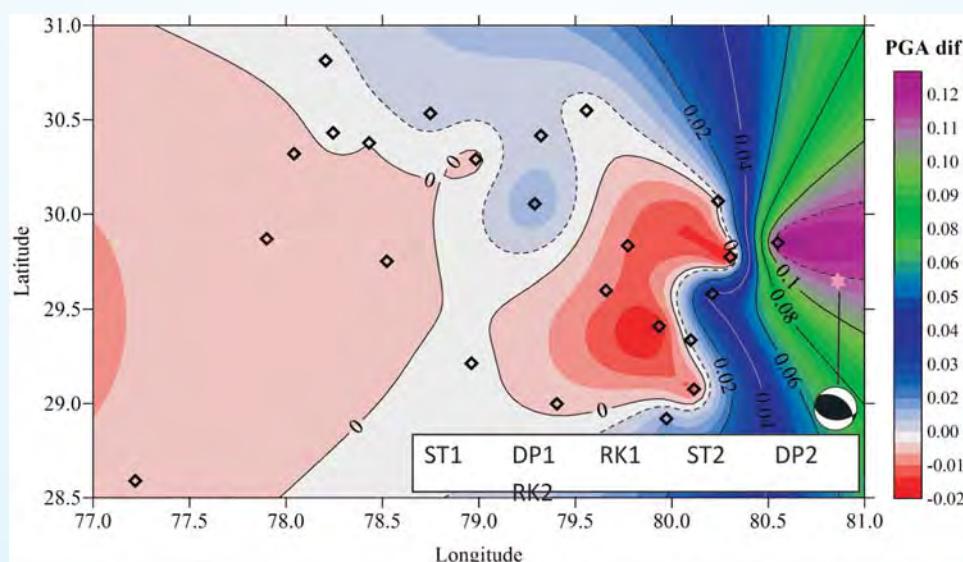
पूर्वानुमान संबंधी परिवर्तन और भूकंप के खतरे

घुट्टू गढ़वाल हिमालय में विविध मानदंडों वाली वेधशाला (मल्टी—पैरामिट्रिक ऑब्जर्वेटरी) में पृथकी की सतह के एक स्थल पर तथा उप—सतह पर भी 68 मीटर गहरे बोरहोल में मापन का विभिन्न भूगर्भ भौतिक क्षेत्र की निरंतर रिकार्डिंग की जाती है। सभी समय श्रृंखला से जलीय परिवर्तनों, वायुमंडलीय प्रभावों तथा बाहरी प्रादेशिक हस्तक्षेपों के उच्च प्रभावों के साथ एक मौसमी परिवर्तन की जानकारी मिलती है। हम इन प्रभावों को दूर करने तथा चल रही स्थानीय क्षेत्रीय भूकंपनीयता से संबंधित असामान्य परिवर्तनों की खोज करने के लिए पृष्ठभूमि के

शोर—गुल को दूर करने हेतु भी और अधिक प्रयास कर रहे हैं। विश्लेषण मुख्य रूप से उद्गम केन्द्र से 200 किमी की दूरी के भीतर हल्के और उच्चतर तीव्रता वाले भूकंप ($M>=4.0$) के घटित होने से संबंधित असामान्य व्यवहार पर केन्द्रित है। तथापि, बड़े आकार की भूकंप की घटनाओं के लिए उद्गम केन्द्र की दूरी बढ़ जाती है जिसमें इस वर्ष 25 अप्रैल, 2015 को नेपाल में आए $Mw7.8$ तीव्रता के भूकंप से संबंधित एक विस्तृत अध्ययन किया गया है। इस घटना से जुड़े सह—भूकंपीय परिवर्तनों का भी मूल्यांकन किया गया है।

विभिन्न समय श्रृंखला में असामान्य परिवर्तनों का लक्षण—वर्णन करने के लिए भूकंपनीयता के क्षेत्रीय पहलूओं, भूकंप के स्रोत के व्यवहारों, भू—विवर्तनिक पहलूओं और सीज्मोजीनेसिस 0028 के स्रोतों को समझना भी महत्वपूर्ण है। घुट्टू तथा अन्य स्थानीय केन्द्रों के स्ट्रांग मोशन आंकड़ों को पश्चिमी नेपाल क्षेत्र के $M5.7$ तीव्रता वाले भूकंप से प्रेक्षणों के आधार पर इस क्षेत्र के भूकंपीय खतरे का मूल्यांकन करने के लिए एकत्रित किया गया है। एसजी का उपयोग करते हुए जीपीएस आंकड़े और गुरुतव मापन का तुलनात्मक अध्ययन भी किया गया है। विभिन्न स्थलों के स्ट्रांग मोशन रिकार्ड भूकंपीय ऊर्जा तनूकरन व्यवहार को समझने के लिए महत्वपूर्ण है।

अत्यधिक तीव्रता और उच्चतर आकार के भूकंप के घटित होने के कारण सृजित आंकड़ों का विश्लेषण करना अत्यावश्यक है। इस परिपेक्ष्य में हमारे द्वारा पश्चिमी नेपाल के भूकंप में 4 अप्रैल, 2011 को गढ़वाल हिमालय में $M5.7$ तीव्रता के भूकंप के दौरान रिकार्ड किए गए स्ट्रांग मोशन आंकड़ों का अध्ययन किया गया। 24 स्ट्रांग मोशन एक्सीलरोग्राफ स्टेशनों के सघन स्थानीय नेटवर्क द्वारा अभिलेखित आंकड़े का उपयोग शीर्ष भूमि त्वरण (पीजीए) के क्षितिजाकार एवं उर्ध्वाधर घटकों का अनुमान



चित्र 18: विशिष्ट दूरी पर प्राप्त तनूकरन विशिष्टता वक्र से अभिलेखित पीजीए मानों के विचलन को उर्ध्वाधर घटक आंकड़े के लिए आलोखित किया गया है। तारांकन (स्टार) उद्गम केन्द्र स्थल को दर्शाता है, यूएसजीएस के फोकल मेकेनिज्म सेल्यूशन को आलोखित किया गया है और इसके मानदंडों का भी उल्लेख किया गया है।

करने और तनूकरन विशिष्टता का अनुमान करने में किया जाता है। मध्य हिमालय क्षेत्र के भूकंपीय खतरे के परिदृश्य पर इसके प्रभाव को बहतर रूप से समझने के लिए ये परिणाम रोचक हैं। H/V अनुपात के आधार पर सशक्त भूकंपीय तरंगों के तनूकरन के रूझान को दो मॉडल (बायमोडल) वाला पाया गया, 100–200 किमी. तक निकट की दूरी के लिए एक रूझान जबकि दूसरा रूझान क्षेत्रीय दूरियों के अनुरूप पाया गया है। इन दो भिन्न पीजीए रूझानों का क्षेत्र की प्रमुख विवर्तनिकी एवं वैन्यासिक व्यवस्था पर गहरा प्रभाव है। वर्तमान परिणाम हिमालय के लिए भूकंपीय खतरे का मूल्यांकन करने के लिए ग्राउंड मोशन मॉडल की संकल्पना में सुधार ला सकते हैं। विश्लेषण यह रेखांकित करता है कि विषम क्षेत्र जहां भूगर्भीय और विवर्तनिक कारकों में प्रचंड अंतर है, में स्रोत ज्यामिति में अधिकतम विचलन हो सकता है (चित्र 18)। इसलिए, स्ट्रांग मोशन का प्रभाव यदि बड़े भूकंपों के लिए स्रोत प्रणाली पर निर्भर करते हुए बदलता है तो इसके विभिन्न भूगर्भ-भौतिक मानदंडों में असामान्य परिवर्तनों पर भी परिणाम हो सकते हैं।

सिज्मो-इलेक्ट्रोमैग्नेटिक

वर्ष 2010 के दौरान वर्ष के प्रथमार्ध में एमपीजीओ घुट्टू से 150 किमी. के दायरे के भीतर $M>3.5$ तीव्रता का भूकंप आया (सारणी-1 और चित्र 19)। अतः इसे एमपीजीओ के विभिन्न मानदंडों की सर्वीक्षा करने का सर्वोत्तम समय समझा गया जिन पर अनुसंधानकर्ताओं द्वारा भूकंप पूर्वानुमानों के रूप में विचार किया गया और विश्वभर में जानकारी दी गई इस अध्ययन का किसी खास भूकंप के इन व्यापक रूप से बताए गए मानदंडों के एक के बाद एक संबंध स्थापित करने की कठिनाई के अभाव में भूकंपीय प्रक्रियाओं के उद्भवन को समझने में अपना अलग महत्व है। ध्रुवीकरण अनुपात तथा भिन्नात्मक (आंशिक) आयाम से भूकंप की प्रक्रिया को SOC प्रणाली के रूप में देखा गया है। आरंभ में वर्ष के प्रथमार्ध और उत्तरार्ध में परिवर्तनों को दर्शाने के लिए 1 जनवरी, 2010 से 31 दिसंबर, 2010 तक स्थानीय मध्य रात्रि 7.00–8.00 बजे (UT) के दैनिक यूएलएफ आंकड़ों का उपयोग किया गया। बाद में इन परिवर्तनों की पुष्टि करने के लिए अध्ययन को बढ़ाकर मई, 2009 से मई, 2011 तक कर दिया गया।



चित्र 19: सारणी-1 में सूचीबद्ध भूकंपों का स्थल मानचित्र।

ध्रुवीकरण अनुपात के स्थानीय परिवर्तन से पृष्ठभूमि भू-चुम्बकीय परिवर्तनों पर सिज्मो-चुम्बकीय विक्षेपों की उपस्थिति के अधिरक्षण का निष्कर्ष प्राप्त होता है। भिन्नात्मक आयाम की परिवर्तनशीलता यह संकेत देती है कि वर्ष के उत्तरार्ध के औसत भिन्नात्मक आयाम की तुलना में वर्ष के प्रथमार्ध के औसत भिन्नात्मक आयाम में वृद्धि हुई है और भूकंपों के पहले भिन्नात्मक आयाम में क्रमिक वृद्धि हुई है। यह देखने के उद्देश्य से कि यह विशिष्टता आवधिक नहीं है दो वर्षों (जून, 2009 से मई, 2011) की अवधि के भिन्नात्मक आयामों की परिवर्तनशीलता चित्र 20 में दर्शाई गई है।

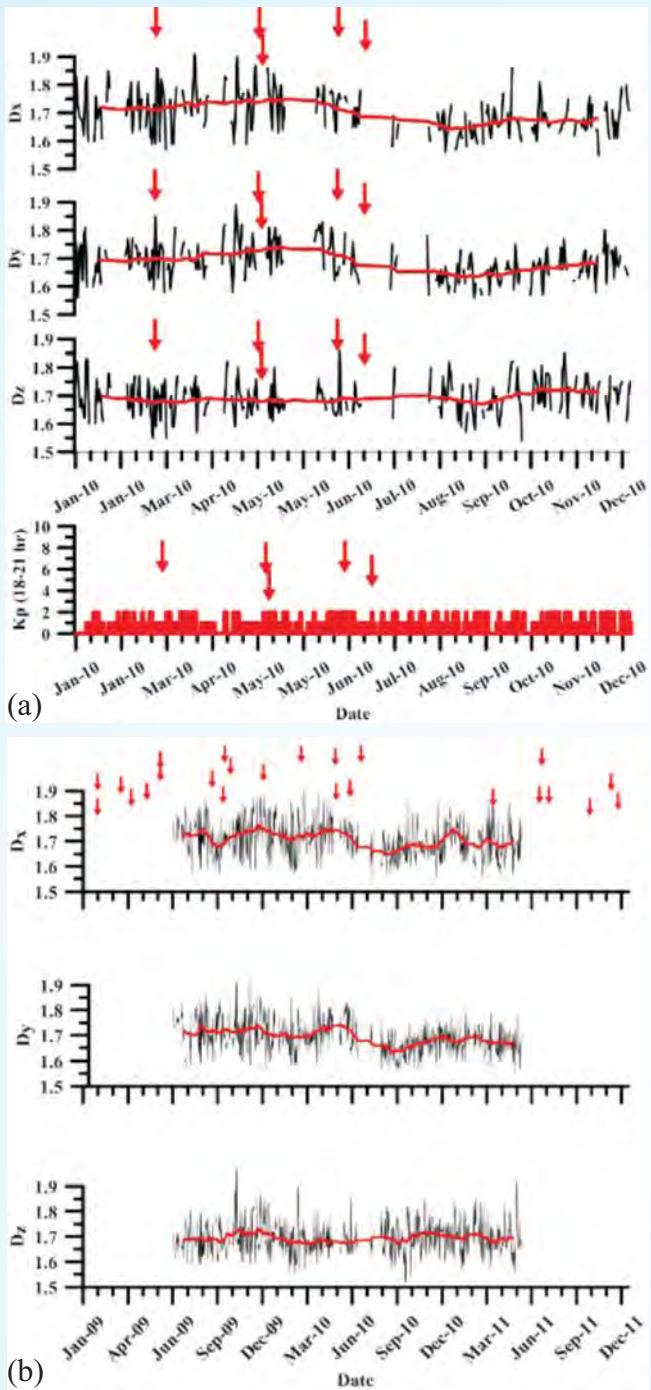
जीपीएस अध्ययनों का उपयोग करते हुए विवर्तनिक (क्रस्टल) विरुपण

यूरेशियन प्लेट के नीचे भारतीय विवर्तनिक प्लेट के भीतर के प्रणोदन (अंडर-थ्रस्टिंग) के परिणामस्वरूप क्रमिक रूप से चल रही विवर्तनिक गतिविधि एक निरंतर खिंचाव उत्पन्न करती है

सारणी-1: एमपीजीओ घुट्टू वेधशाला के 150 किमी. के दायरे के अंदर आए भूकंपों की सूची।

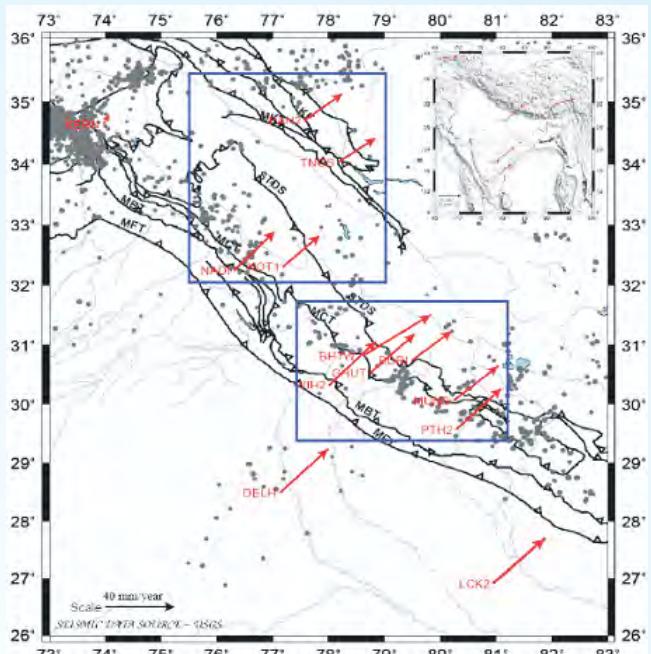
क्रम. सं.	दिनांक दिन	जूलियन दिन	समय (UTC)	अक्षांश	देशान्तर	गमीरता (किमी.)	परिमाण	उदगम केन्द्र दूरी (किमी.)	निर्माण क्षेत्र रेडियस (किमी.)
1.	22.02.2010	53	17:23:43	30.0°N	80.1°E	02	4.7	143.29	104.95
2.	01.05.2010	121	22:36:25	29.9°N	80.1°E	10	4.6	148.27	95.06
3.	03.05.2010	123	17:15:08	30.4°N	78.4°E	08	3.5	35.65	31.99
4.	22.06.2010	173	23:14:08	29.6°N	79.7°E	18	4.7	138.67	104.95
5.	10.07.2010	191	03:16:20	29.9°N	79.6°E	10	4.1	108.33	57.94

प्र. क्षे. वि.-3 : भूकंप पूर्वानुमान अध्ययन तथा भूमि पर खतरे का मूल्यांकन



चित्र 20: (ए) वर्ष 2010 के दौरान केपी <3 वाले दिनों के लिए भिन्नात्मक आयाम परिवर्तनशीलता। लाल तीर के निशान एमपीजीओ, घुटटू से 150 किमी. के दायरे के अंदर आए भूकंप को दर्शाते हैं। (बी) जून, 2009 से मई, 2011 तक भिन्नात्मक आयाम परिवर्तन-शीलता। लाल तीर के निशान एमपीजीओ, घुटटू से 150 किमी. के दायरे के अंदर आए भूकंप को दर्शाते हैं।

जो हिमालय और उसके आस-पास के क्षेत्रों में भूकंपीय खतरे के लिए जिम्मेदार है। इन भूकंपीय गतिविधियों का कारण



चित्र 21: उत्तर-पश्चिम हिमालय में संवेग पट्टी।

फिसलन की कमी हो सकता है जहां भारतीय और यूरेशियन महाद्वीपीय प्लेटें अंतर-भूकंपीय अवधियों के दौरान बंद रहती हैं। ज्योड़ीय मापण हिमालय के नीचे इंटरलॉकिंग क्षेत्रों के वितरण और क्रमिक रूप से फिसल रहे क्षेत्रों की विवेचना करने में सहायक हो सकते हैं। हिमालय में भूकंप पूर्वानुमान और चल रहे विरूपण का अध्ययन करने के उद्देश्य से हमारे द्वारा विभिन्न भू-भौतिक प्रयासों का उपयोग किया जा रहा है और जीपीएस उन घटकों में से एक है। परियोजना के लक्ष्य को प्राप्त करने में तथा हिमालय में खिंचाव की पद्धति को अनुमानित करने में जीपीएस घटक के योगदान हेतु हमने हिमालय के विभिन्न भागों में स्थायी जीपीएस स्टेशनों का एक नेटवर्क स्थापित किया है। इन स्टेशनों से एक साथ 1 सेकेंड और 30 सेकेंड के सैंपलिंग अंतराल के आंकड़े निरंतर आधार पर प्राप्त किए जा रहे हैं। चूंकि विवर्तनिक विरूपण प्लेट सीमा विविधता के लिए मुख्य चिन्ता का विषय है पूर्व में कर्मियों द्वारा यह प्रेक्षित किया गया कि हिमालय के पास एक उपसरण क्षेत्र का निर्माण हो रहा है। हम हिमालयी भूकंपीयता पर प्रादेशिक भूमिगत जल (टीडब्ल्यूएस) के प्रभाव को देखने की दिशा में भी कार्य कर रहे हैं जिसके लिए हमने भूकंपीयता, जीपीएस और टीडब्ल्यूएस आंकड़ों को एक साथ जोड़ दिया है। उत्तर-पश्चिम हिमालय के जीपीएस संवेग वाहकों को ~ 8 वर्ष (2006 से 2014) के स्थानीय जीपीएस आंकड़ों का उपयोग कर प्राप्त किया गया है जिन्हें चित्र 21 में दर्शाया गया है। अध्ययन में विरूपण के दो क्षेत्रों (आयतों से आच्छादित) को रेखांकित किया गया है जहां गढ़वाल हिमालय के दक्षिण-पूर्व में अध्ययन क्षेत्र में विरूपण समीपवर्ती उत्तर-पश्चिम भाग की तुलना में ज्यादा है।

प्र.क्षे.वि.-3.3

उत्तराखण्ड और हिमाचल हिमालय में हिमालयी अग्रवर्ती प्रणोद एवं मुख्य केन्द्रीय प्रणोद क्षेत्रों के अंतर्गत सक्रिय विवर्तनिक और पुराभूकंप वैज्ञानिक अध्ययन

(जी. फिलिप और एन. सुरेश)

लोगार भ्रंश के पार खाई का उत्खनन

उत्तर पश्चिमी कुमाऊं उप-हिमालय में लोगार गांव में स्थित लोगार भ्रंश उर्ध्वाधर रूप से क्वाटरनरी जलोढ़ प्रसार से विस्थापित है और हल्के स्ट्राइक स्लिप घटक के साथ एक सामान्य भ्रंश माना जाता है। जिओमोर्फिक विशिष्टताएं, जैसे-सहायक नदियों के परिव्यक्त मार्ग लोगार में भ्रंश-पूर्व परिदृश्य का संकेत देती हैं। पुराभूकंपकीय अन्वेषण के लिए लोगार भ्रंश के कगार के पार बैरासारी गांव में एक खाई उत्खनन सर्वेक्षण संचालित किया गया। खाई में विभिन्न इकाईयों का वितरण भ्रंश के तत्काल बाद तलछट के निष्केपण का संकेत देता है। प्रसार के दक्षिणी दिशा में ऊपर की सतह के साथ-साथ खाई के तल की इकाई से एकत्रित नमूने ओएसएल काल को ~20 ka के रूप में दर्शाते हैं जो भ्रंश के पूर्व प्रसार के ऊपरी उम्र का संकेत देता है तथा खाई में इकाईयों का भ्रंश के बाद तेजी से निष्केपण का संकेत देता है।

लोगार वृहत प्रसार के क्वाटरनरी भ्रंश का एमबीटी के साथ मिलना लोगार गाद पुल पर प्रदर्शित होता है। नदीय खण्ड में लोगार भ्रंश के पास अत्यंत जोड़ युक्त, अपरुपित और विखंडित तृतीयक चट्टानों प्रदर्शित होना हाल की विवर्तनिक गतिविधि की पुष्टि करता है। लोगार भ्रंश के दक्षिण की ओर ऊपर की भू-आकृति जो हिमालयी वृहत प्रगोद से भी मेल खाती है, और इसालए एमबीटी के पास उत्तर-पूर्वी विवर्तनिक गतिविधि का संकेत देती है। इसके साथ ही भ्रंश की प्रकृति, क्वाटरनरी भ्रंश की लंबाई और बेसमेंट की चट्टानों का अपरुपण इस क्षेत्र में भूकंप से जुड़ी विवर्तनिक गतिविधि के साथ इसके आनुवांशिक संबंध का संकेत देता है। अपेक्षाकृत छोटे लोगार भ्रंश की मानआकृतिण योग्य लंबाई (~9.5 किमी.) यह संकेत देती है कि यह बड़े भूकंप ($Mw>8$) को उत्पन्न करने के लिए पर्याप्त लंबी नहीं थी और बड़ी तीव्रता के हिमालयी भूकंपों के दौरान दरार को जगह देने हेतु बनी कई द्वितीयक हैंगिंग वाल विच्चासों में से एक हो सकती है। एमबीटी के निकट विवर्तनिक गतिविधि उप-हिमालयी क्षेत्र में अत्यंत भूकंपीय क्षमता की पुष्टि करती है, और इस घनी आबादी वाले पर्वतीय क्षेत्र के और अधिक सघन रूप से पुराभूकंपों का अध्ययन करने की आवश्यकता को व्यक्त करती है। पुराभूकंप वैज्ञानिक अन्वेषणों पर आधारित बड़ी तीव्रता के विभिन्न पुराभूकंपों, जिन्होंने एमबीटी के पास सतही दरार उत्पन्न किया है, से संकेत मिलता है कि एमबीटी के पास पूर्व में घटित भूकंप की घटनाओं से भी अधिक तीव्रता वाले भूकंपों की घटनाएं अत्यंत संभावित हैं।

भाऊवाला भ्रंश के पार खाई का उत्खनन

भाऊवाला भ्रंश मध्य दून घाटी में स्थित प्रमुख पूर्वी-पश्चिमी दिशा की ओर अभिमुख भ्रंशों में से एक है। क्वाटरनरी इन प्रसार में भ्रंश की पहचान पूर्व में कर्मियों द्वारा उपग्रह छवियों पर की गई थी। आगे के क्षेत्र कार्यों के आधार पर हमने भाऊवाला के निकट अवक्रमित भ्रंश के टुकड़े का पता लगाया है। भ्रंश की प्रकृति तथा पुराभूकंप के साथ इसके संबंध को समझने के उद्देश्य से भाऊवाला भ्रंश के पार एक खाई उत्खनन सर्वेक्षण किया गया है। तथापि, खाई (30x5x5 मी) से भ्रंश के तल का पता नहीं चल सका क्योंकि भूमि उपलब्धता की सीमाओं के कारण आगे उत्खनन करना संभव नहीं था। इसके बावजूद अभिदर्शित खाई से भ्रंश की घटना के कारण हुए स्पष्ट विरुपण संबंधी विशिष्टताओं का पता चलता है। जबकि अध्ययन अभी प्रगति पर है इस भ्रंश, जो उत्तर पश्चिमी हिमालय में एमबीटी के निकट स्थित है, को बड़े भूकंपों के बाद भ्रंशों के विभिन्न पुनर्संक्रिय होने का परिणाम माना जाता है।

काला अम्ब, दून घाटी और यमुना पार क्षेत्रों के निकट एचएफटी पर भूगर्भ भौतिक सर्वेक्षण

भूवेधक राडार (जीपीआर) और विद्युत प्रतिरोधकता टोमोग्राफी (इआरटी) सर्वेक्षण उत्तर पश्चिमी सीमान्तर और उप-हिमालय में तीन विभिन्न सक्रिय भ्रंश प्रणालियों के आस-पास किए गए।

नदी तल के पास प्राप्त एक 50 मीटर जीपीआर प्रोफाइल काला अम्ब के निकट एचएफटी क्षेत्र के विस्थापन के कारण सृजित दो बड़ी लीथोलॉजिकल सीमा को स्पष्ट रूप से अलग करती है। 2 मीटर की स्पेसिंग के साथ निष्पादित विद्युत प्रतिरोधकता प्रोफाइलों द्वारा उत्तर से दक्षिण की ओर एक सामान्य पार्श्वक वृद्धि को दर्शाती है जो लगभग 16 मीटर की छिछली गहराई तक सीमित है। प्रतिरोधकता में उर्ध्वाधर एवं पार्श्वक दोनों प्रकार के परिवर्तनों को दर्शाने वाले वेनर विन्यास उत्तर की ओर नमनशील निम्नकोणीय भ्रंशों की प्रोफाइल प्रदर्शित करते हैं।

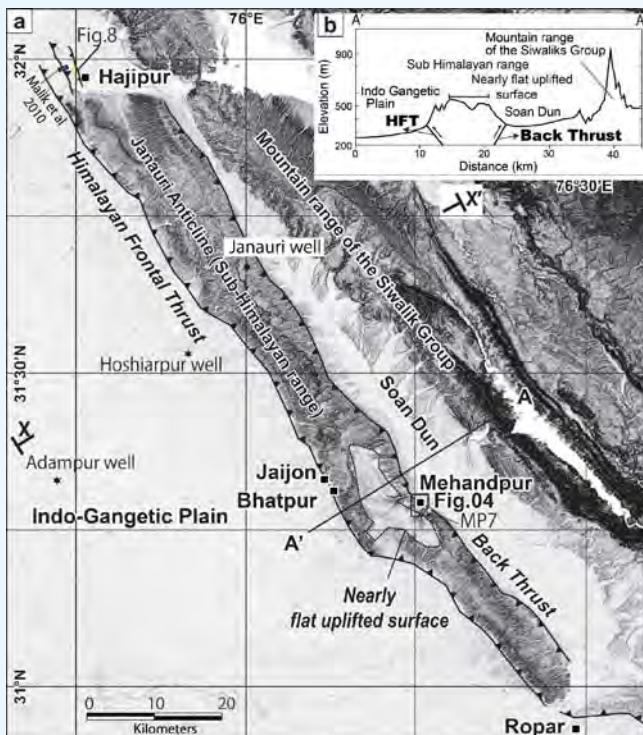
दून घाटी में भाऊवाला भ्रंश और डोंगा भ्रंश तथा उत्तर पश्चिम दून घाटी के यमुनापार क्षेत्र में भरली भ्रंश के पार भी भू-भौतिक सर्वेक्षण किए गए हैं। भ्रंश की कतरन के आस-पास प्राप्त जीपीआर प्रोफाइलों की गहराई एंटीना की आवृत्ति एवं उप-सतही मृदा की स्थिति पर निर्भर करते हुए 3 से लेकर 10 मीटर तक है। 200 / 600 मेगाहर्ट्ज की दोहरी आवृत्ति वाले एंटीना से 5 मीटर तक की वेधन गहराई के साथ उच्च वियोजन उप-सतही आकृति प्राप्त हुई है। जीपीआर क्षेत्र सभी प्रोफाइलों, विशेषकर भाऊवाला और काला अम्ब में परिवर्तनशील गहराई की विशिष्टता एक महत्वपूर्ण झुकाव दर्शाता है। भू-भौतिक प्रणालियों का उपयोग करते हुए उप-सतही विवर्तनिक विशिष्टताओं के चित्रण से हमारे सतही प्रेक्षणों की परिपुष्टि होती है और इससे हमें अध्ययन क्षेत्रों में सक्रिय भ्रंश प्रणालियों की स्थापना करने के लिए भूगर्भीय एवं भू-भौतिक साधनों को एकीकृत करने में सहायता मिलनी चाहिए।

प्र.क्षे.वि.-3.4

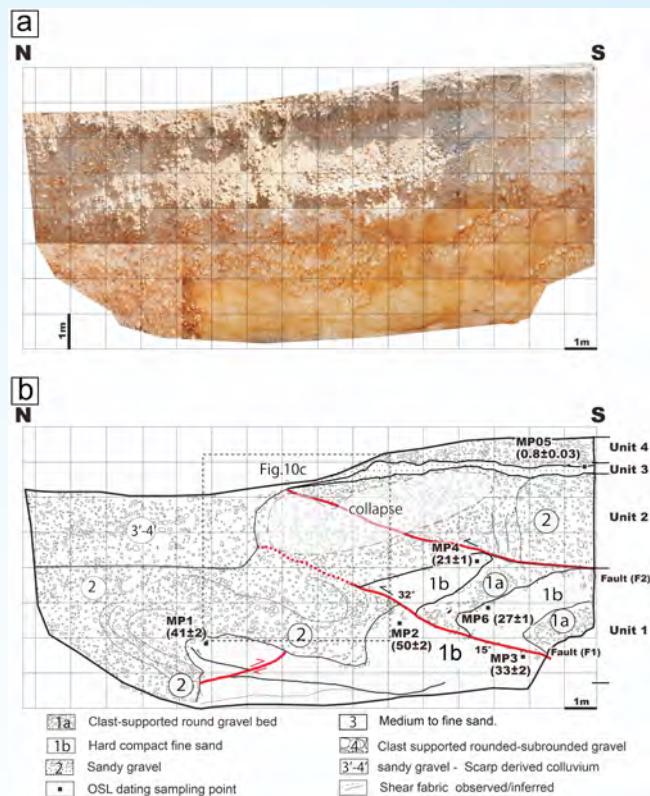
हिमालयी अग्रवर्ती प्रणोद के आस-पास भूकंपीय दरारों का समय निर्धारण, आकार और पार्श्विक विस्तार (टीएसएलईआर-एचएफटी)

(आर. जयनगरोड़ापेरुमल और प्रदीप श्रीवास्तव)

हिमाचल हिमालय की उप-हिमालयी श्रृंखला में मेहंदपुर की जनौरी पहाड़ी की उत्तरी सीमा के पाश्वप्रणोद पर ($31^{\circ}18'11.37''$ उत्तर, $76^{\circ}18'31.47''$ पूर्व) पुराभूकंपीय अतिक्रमण के परिणाम प्रस्तुत किए गए हैं (चित्र 22 और 23)। सक्रिय

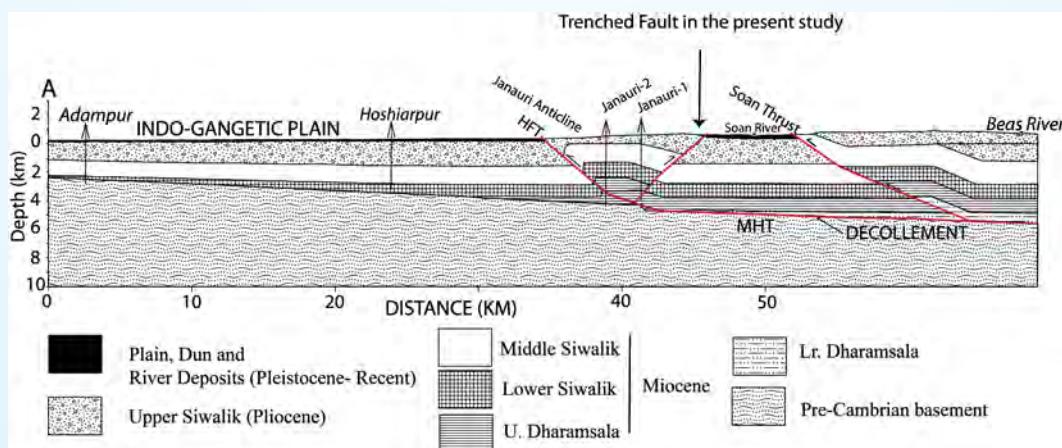


चित्र 22: सोआं दून के साथ अग्र एवं पाश्वप्रणोद से धिरे जनौरी एंटीक्लाइन को दर्शाता एसआरटीएम।



चित्र 24: (ग) मेहंदपुर की पूर्वी दीवार के ट्रेंच लॉग का फोटोमोजाइक (बी) प्रतिपादित भूर्भीय सीमाएं एवं भ्रंश, ओएसएल तिथि-निर्धारण प्रतिदर्श एवं माध्य काल (केए)।

पाश्वप्रणोद (बैक प्रणोद) से ज्ञात होता है कि अंतिम घटना 0.8 ± 0.03 केए एजीओ के बाद (अर्थात् 1200 ई के बाद) घटित हुई। एफ 1 भ्रंश के निकट ~1 मीटर की न्यूनतम फिसलन के साथ अंतिम भूकंप की उम्र और पाश्वप्रणोद पर एकल कॉलवियम की उपस्थिति हिमालयी अग्रवर्तीप्रणोद प्रणाली के भातपुर अग्रप्रणोद पर पूर्व में प्रलेखित एक भूकंप की घटना से लगभग मिलती जुलती है (चित्र 24)। जनौली एंटीक्लाइन के



आकृति-23: अग्र एवं पाश्वप्रणोद से लगे जनौरी एंटीक्लाइन को दर्शाता x-x' (चित्र 22 में दर्शाया गया स्थल) के पास स्थित भूर्भीय अनुप्रस्थ काट।

उत्तरी छोर पर उत्तर की ओर अहने वाली नदी घाटियों के कई क्षेत्रों के आस-पास पाश्वप्रणोद पर विस्थापन के कारण उथित एवं विकृत नदीय कगार संरक्षित हैं। वर्तमान उत्थापन और वर्तमान नदी ग्रेड के उत्थापन के अंतर को विभाजित कर परिकलित की गई दीर्घकालिक ऊर्ध्वाधर उत्थापन दर 1.08 ± 0.08 मिमी/वर्ष है। क्षेत्र में प्राप्त प्रमाण अग्र तथा पाश्व प्रणोदों के सक्रिय होने तथा एक साथ निर्मित होने का संकेत देते हैं किन्तु विस्थापन प्रासांगिक घटना है जिससे यह पता चलता है कि पाश्वप्रणोद का विकास या तो अग्रप्रणोद के बन्द हो जाने या अग्रप्रणोद के आस-पास भूकंप की घटना की तीव्रता के फलस्वरूप बड़ी मात्रा में उत्पन्न भ्रंश के सरकाव को समायोजित करने के कारण होता है। इसके अतिरिक्त, पाश्वप्रणोद का उपयोग अग्रप्रणोद के पास घटित अंतिम घटना के काल का अनुमान करने हेतु एक अप्रत्यक्ष प्रणाली के रूप में किया जा सकता है।

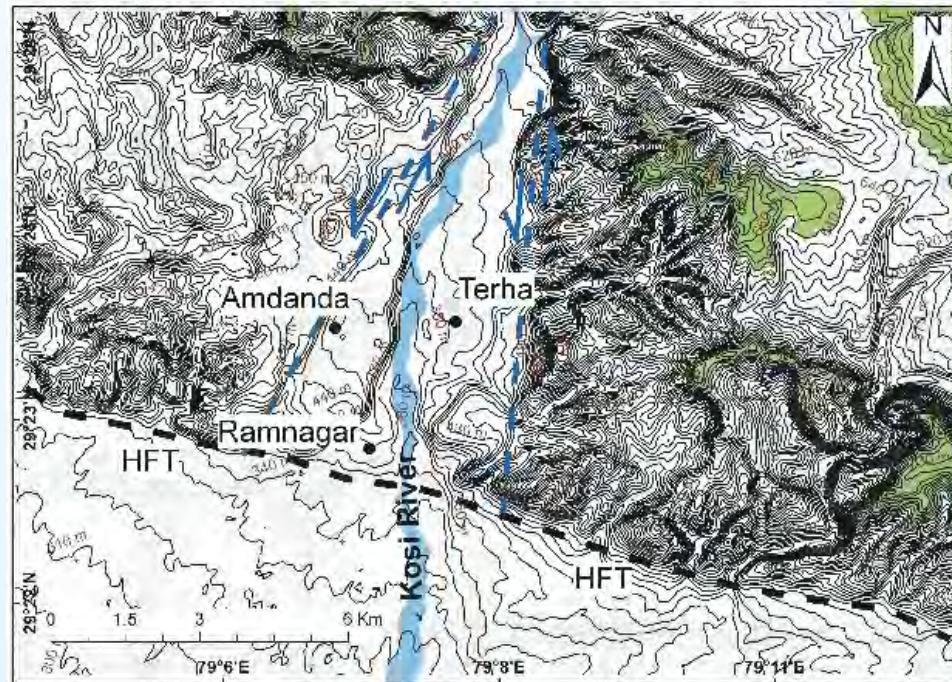
प्र.क्षे.वि.-3.5

कुमाऊं हिमालय में कोसी और काली नदियों के बीच हिमालयी अग्रवर्ती पट्टी का मोर्फो-विवर्तनिक उद्भवन (ख्यांगसिंग लुरि)

कोसी घाटी दक्षिणी अल्मोड़ाप्रणोद (एसएटी) की तलशिला से नीचे की ओर हिमालयी अग्रवर्ती क्षेत्रों (एचएफटी), जहाँ कोसी नदी गांगेय मैदान में प्रवेश करने हेतु बाहर आती है, तक की

संरचना की दृष्टि से एक विविधता पूर्ण भू-आकृतिक रूप—रेखा को प्रदर्शित करती है। मोर्फो विवर्तनिक रूप से कुमाऊं उप-हिमालय स्थित रामनगर क्षेत्र चार स्तर के कगारों से वर्णित है (चित्र 25)। कगार (T_4) 415 ए एमएसएल पर, T_3 390 ए एमएसएल पर, T_2 365 ए एमएसएल पर; T_1 350 ए एमएसएल पर और वर्तमान नदीतल (T_0) 347 ए एम एस एल पर। T_4 आनत ऊपरी शिवालिक एकत्रण पर नदीकृत निक्षेप के साथ एक स्तरीकृत वेदिका है और स्तरीकृत तलशिला की विस्तृत अभिनति के एक भाग का निर्माण करती है। एच एफ टी क्षेत्र में तलशिलाओं में विवर्तनिक बनावट के संकेत कई प्रतिलोम तथा सामान्य भ्रंशों से मिलते हैं। प्रतिलोम भ्रंश एच एफ टी की ओर झुके हुए हैं। लटकती दीवार में उत्तर पश्चिम से उत्तर की ओर हल्की झुकी तलशिलाएं एच एफ टी की निचली दीवार में दक्षिण पूर्व की ओर झुक जाती हैं। रामनगर और गरजिया के बीच घाटी बहुत चौड़ी है और यह अमदंडा—तेरहा खंड पर सर्वधिक चौड़ी हो जाती है जहाँ घाटी की ऊंचाई लगभग 3.5 किलोमीटर मापी गई है। आगे ऊपर की ओर घाटी गरजिया के उत्तर पश्चिम में बहुत संकरी हो जाती है जहाँ इसकी चौड़ाई लगभग 140 मीटर मापी गई है। एच एफ टी लगभग पूर्व—पश्चिम की ओर चल रहे कगार तथा वेदिकाओं के दो से तीन स्तरों से सीमांकित हैं जिससे भू-भाग के आस-पास उत्थापन का संकेत मिलता है जोप्रणोद को इंगित करता है।

मुख्य सीमाप्रणोद (एमबीटी) क्षेत्र में उखालडंगा में कोसी नदी खंड के पास ऊपरी धारा में, उखालडंगा के ठीक उत्तर में



चित्र 25: रामनगर क्षेत्र का डी ई एम हिमालयी अग्रवर्तीप्रणोद (एचएफटी) में निकट रूप से अंतरित रूप—रेखाओं से स्पष्ट होता है। एचएफटी के पास उत्थापन के परिणामस्वरूप अमदंडा—तेरहा में चौड़ी घाटी रामनगर में संकरी बन जाती है।

विकसित ~30 मीटर चौड़ी कोसी नदी के मार्ग में घाटी एमबीटी की लटकती दीवार में लगभग 1300 मीटर चौड़े गाद के मैदान का रूप ले लेती है। उन्नयनात्मक रूप से भूमि-संरचनाओं का विस्तृत विकास, जैसे-कगार और फैलाव प्रेक्षित किए गए हैं। घाटी की रूप रेखा में बसेला-बावा क्षेत्र में कगार के निष्कर्षण के समय तथा ऊपर की ओर जब कोसी नदी उखालडंगा होकर बह रही होती है, उस समय कोसी नदी की अपेक्षाकृत चौड़ी घाटी का संकेत मिलता है। बसेला में कगार वर्तमान नदी तल से लगभग 129 मीटर ऊपर है जहां घाटी गहरे दर्दे के ऊर्ध्वाधर है और इसे स्तरीकृत कगार के रूप में प्रेक्षित किया गया है। उखालडंगा पुरानी कोसी नदी प्रणाली के शेषांश में अवस्थित है जो 140 मीटर चौड़ी हवा के दरार को प्रदर्शित करता है। भू-भाग के पुनर्विकास के फलस्वरूप तलशिलाओं एवं ऊपर की ओर स्थित तलछटों का उत्कीर्णन हुआ है जिससे अतिप्रवण से ऊर्ध्वाधर घाटी का विकास हुआ है और कोसी नदी की प्रवाह में बदलाव हुआ है। उखालडंगा में कगारों के चार विस्तृत स्तर पाए गए हैं – 630 ए एम एस एल पर T_4 , 610 ए एम एस एल पर T_3 , 596 ए एम एस एल पर T_2 , 585 ए एम एस एल पर T_1 , और 580 ए एम एस एल पर T_0 । पुराने कगार T_4 और T_3 अर्ध से लेकर पूर्ण गोलाकार रोडों तथा नदीय शिलाखंडों से बने हैं और भू-स्खलन से कोणीय चट्टान के टुकड़ों एवं ढालों का निर्माण हुआ है। T_2 एक स्तरीकृत कगार (तलशिला फाइलाइट की बनी है) है और इस पर 2 से 3 मीटर घने नदीय निष्केप देखे जा सकते हैं जो स्तरीकरण को दर्शाता है। सबसे नया कगार मुख्य रूप से मध्यम आकार के दानेदार रेत से बना है; निचले शिवालिक की काली शिलाओं द्वारा जहां निचली दीवार के ऊपरी भाग का निर्माण किया गया है। वहां दबावों को प्रेक्षित किया गया है। उखालडंगा-डबारा में एमबीटी क्षेत्र की लटकती दीवार विशाल फैन निष्केप से लक्षण वर्णित होती हैं। गांवचिल्ली गधेरा में प्राप्त फैन निष्केप उत्तर की ओर हल्का ($1-2^\circ$) झुकाव प्रदर्शित करता है जबकि नीचे की ओर नया कगार निष्केप उत्तर की ओर लगभग $5-7^\circ$ तक झुका हुआ है। अमारी में नई सड़क कटाव खंड में एमबीटी के पास भू-स्खलन के मलवों पर पूर्व-तृतीयक चट्टानों का प्रणोदन पाया गया है। इस क्षेत्र में एमबीटी के पार ढाल में अचानक परिवर्तन के प्रेक्षित किया गया है। एमबीटी के पार तैयार की गई ढाल प्रोफाइल भी इसी तरह के प्रमाणों का संकेत देती है। इसी प्रकार के प्रेक्षण (वाल्डिया, 1998) पाटकोट-अमारी क्षेत्र से भी किए गए हैं। ढिकाला प्रणोद, जो शिवालिक के भीतर एक अंतर रूपात्मकप्रणोद है। नव विवर्तनिक रूप से सक्रिय है जैसाकि, कोटबाग क्षेत्र में स्यात सतह के उत्थापन से संकेत मिलता है। भ्रंश-कगार उत्तर परिचम-दक्षिण पूर्व की ओर प्रवृत्त है और कगार की लंबाई लगभग 50 मीटर है तथा इसे रुड़की और सेल्सिया के बीच सबसे अच्छे तरीके से प्रेक्षित किया गया है। हिमालयी अग्रवर्तीप्रणोद (एचएफटी) की निचली दीवार के नीचे दक्षिणी अल्मोड़ाप्रणोद की लटकती दीवार से कोसी नदी की प्रवाह अनुलम्ब रूप रेखा। एसएटी, एमबीटी और एचएफटी पर

अनुलम्ब प्रोफाइल के निकट नुमाइशी बिन्दु प्रेक्षित किए गए हैं। धारा की लम्बाई के अनुपात (एसएल) के सूचकांक का एमबीटी और एचएफटी में उच्च मान पाया गया है। एमबीटी एवं एचएफटी पर प्रवणता सूचकांक (केएस) का भी उच्च मान है और अवतल (θ) मान 0.723 है।

प्र.क्षे.वि.-3.6

उत्तराखण्ड एवं हिमाचल हिमालय के चुनिन्दा अनुप्रस्थों में चट्टानों की शैलभौतिकीय विशेषताओं का भूइंजीनियरी अध्ययन

(विक्रम गुप्ता)

वर्ष 2015-16 के दौरान सक्रिय भूस्खलनों की क्षेत्र आधारित वस्तु सूची प्राप्त करने के लिए सतलुज घाटी, यमुना घाटी और मंदाकिनी घाटी में क्षेत्र कार्य किया गया। सतलुज घाटी की भूस्खलन वस्तुसूची तैयार कर ली गई है और 1993 और 2006 की पिछली वस्तुसूची से उसकी तुलना भी की गई है। यह देखा गया है कि घाटी में भूस्खलनों की स्थानिक व्याप्ति और आवृत्ति में भारी वृद्धि हुई है। भूस्खलनों में यह स्थानिक वृद्धि मुख्य रूप से (i) पवारी भूस्खलन क्षेत्र और (ii) मूरांग-पूह अनुभाग के बीच के क्षेत्र तक सीमित है। इस क्षेत्र का इसकी भूआकृतिवैज्ञानिक परिरिथ्ति, भूउपयोग पैटर्न, एंथ्रोपोजेनिक एवं पर्यावर्णिक कारकों में बदलाव के साथ-साथ चट्टानों एवं मृदा के भूतकनीकी लक्षणवर्णन की प्राप्ति हेतु सविस्तार अध्ययन किया गया।

पवारी भूस्खलन क्षेत्र

पवारी भूस्खलन क्षेत्र ($31^{\circ}33'20''$ उत्तर; $78^{\circ}16'49''$ पूर्व) एक पुराना एवं जीर्ण भूस्खलन है और संभवतः 1962 के पहले से सक्रिय है। यह भूस्खलन क्षेत्र रणनीतिक महत्व का है क्योंकि (i) किन्नौर जिले के मुख्यालय रिकांग विओ सहित कोठी, कश्मीर, खावांगी, तोलांगी, बोकटू जैसे अनेक गांव भूस्खलन क्षेत्र के बीचोंबीच अवस्थित हैं जबकि युवरांगी, काल्पा, पुटका डोंगरी और मेवाड़ डोंगरी भूस्खलन के शीर्ष भाग में अवस्थित हैं और (ii) भूस्खलन का निचला हिस्सा (दो पोर्सन) राष्ट्रीय राजमार्ग (एनएच-05) से होकर गुजरता है जो इस क्षेत्र में रह रहे लोगों की जीवन रेखा है। भूस्खलन सभी नगर क्षेत्रों के साथ-साथ राष्ट्रीय राजमार्ग के लिए खतरा पैदा कर रहा है। 2004-2014 के दौरान दर्ज की गई भूस्खलन विफलन घटनाओं को नीचे सारणी में चित्रित किया गया है जो इसकी आवृत्ति में, खासकर 2009 के बाद, वृद्धि का संकेत देती है।

इस भूस्खलन ढलान की स्थिरता का मूल्यांकन करने तथा इसके भावी व्यवहार को समझने के लिए शीयर स्ट्रेंथ रिडक्शन तकनीक के साथ प्लेन स्ट्रेन फाइनाइट एलीमेंट मॉडलिंग का निष्पादन फेज² (वर्सन 6.0) सॉफ्टवेयर का प्रयोग करके दो ढलान अनुभागों पर स्थिर एवं स्यूडो-स्टेटिक परिस्थितियों में

Years	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
No. of slope failure events	8	11	4	6	7	5	10	23	6	31	28

किया गया है। अनुभागों का इस प्रकार चयन किया गया था कि पहला अनुभाग (भूस्खलन क्षेत्र के उत्तरी भाग में स्थित) केवल शैल संहति की रूपरेखा प्रस्तुत करे और दूसरे अनुभाग (भूस्खलन क्षेत्र के मध्य भाग में स्थित) में शैल संहति मलबे से आच्छादित हो। मॉडलों में शैल संहति के लिए जनरलाइज़ेशन होक ब्राउन (जीएचबी) विफलन मानदण्ड तथा मलबे के लिए मोर-कोलंब (एम-सी) विफलन मानदण्ड लागू किए गए। परिणाम यह दर्शाते हैं कि भूस्खलन के मध्य भाग में अन्य हिस्सों के मुकाबले अधिक विस्थापन होता है। आगे और भी विस्थापन देखा गया है जो दोनों ही अनुभागों – भूस्खलन के निचले हिस्से तथा समुद्र तल से 2000 और 2200 मी. की ऊंचाई सीमा तक सीमित है। इन मॉडलिंग परिणामों की खंडित अथवा उभरी पुश्ता दीवारों तथा झुके वृक्षों के साथ क्षेत्र में भलीभांति अभिपुष्टि की गई है। इसके लिए उपर्युक्त अवस्थितियों/ऊंचाइयों में समुचित उपशमन उपायों की जरूरत है।

मूरांग-पूह अनुभाग

राष्ट्रीय राजमार्ग 05 के साथ लगभग 20 किमी. लंबे विस्तार को घेरे हुए मूरांग-पूह अनुभाग में, आज के जलवायु परिवर्तन में, अपेक्षाकृति अधिक वर्षा हुई जबकि इसी क्षेत्र में पिछले वर्ष सूखे की स्थिति थी। इस प्रकार इस अनुभाग की ढलानें जो इससे पूर्व शुष्क एवं स्थिर थीं, क्षेत्र में वर्षा की शुरुआत के साथ सरकने लगीं। आगे, यह भी अनुमान है कि इस क्षेत्र की ढलानों का सरकना तब तक जारी रहेगा जब तक कि ढलानों के विप्रांति कोण का अनुरक्षण न कर दिया जाए। इस प्रकार मूरांग-पूह क्षेत्र में संकेंद्रित भूस्खलन मुख्यतः वर्षा द्वारा उत्पन्न है मुख्यतः जलवायु पैटर्न में बदलाव से संबंधित है।

प्र.क्षे.वि.-4: जैवविविधता-पर्यावरण संयोजन

प्र.क्षे.वि.- 4.1

माइक्रोबायोटा एवं माइक्रोबायोटिक प्रक्रियाओं के अध्ययन तथा पुरा-पर्यावरण एवं वैश्विक जैव घटनाओं के साथ उद्भावनात्मक रुझान की दृष्टि से उनकी व्याख्या सहित कार्बोनेट पट्टी (बेल्ट), लघु हिमालय की निओप्रोटेरो जोड़क-आरंभिक कैम्ब्रियन शृंखला का भूजैववैज्ञानिक अध्ययन

(मीरा तिवारी और संतोष के राय)

एडियाकरन (ब्लैनी के पिंक कार्बोनेट का आधार) से लेकर आरंभिक कैम्ब्रियन (टाल समूह) की समयावधि को शामिल करते हुए भारत में लघु हिमालय में क्रोल पट्टी (बेल्ट) उत्तर-पूर्व में सोलन, हिमाचल प्रदेश से दक्षिण-पूर्व में नैनीताल, उत्तराखण्ड तक अभिनितियों (सिनकलाइन्स) की एक शृंखला के रूप में घटित होती है। इस पट्टी का बायोस्ट्राटिग्राफिक विभाजन रेडियो मीट्रिक सीमाओं तथा विश्वसनीय बायोस्ट्राटिग्राफिक माक्ररों की अनुपस्थिति जैसी कमियों के कारण बाधित हुआ है। इस पट्टी के विभिन्न लियोस्ट्राटीग्राफिक विभाजन से कई पुराजैव वैज्ञानिक इकाइयों, नामतः साइनोबैकटीरिया, शैवाल, एक्रीटाकर्स ट्रेस जीवाशमों और स्पंज जीवाशमों का पता चलता है। एडियाकरन निक्षेपों के वैश्विक सह-संबंध के लिए महत्वपूर्ण बायोस्ट्राटीग्राफिक उपकरणों के रूप में बड़े एकेंथोमोर्फिक एक्रीटाकर्स (एलएए) का उपयोग किया जाता है। हाल ही में कुमायूं लघु हिमालय के नैनीताल सिनकलाइन में अभिदर्शित इन्फ्राक्रोल निर्माण के चर्ट नाड्यूलों से सुसंरक्षित एकेंथोमोर्फिक एक्रीटाकर्स जिनकी पहचान त्यांजुशेनिया स्पिनोसा, टी. पोलिसिफोनिया और पेपील्लोमेस्नाना कॉम्पटा के रूप में की गई है, की खोज की गई। दक्षिणी चीन में डोशेन्टुओ निर्माण के निक्षेप तथा क्रोत ग्रुप के बायोस्ट्राटीग्राफिक सहसंबंध से संकेत मिलता है कि इन्फ्राक्रोल निक्षेप त्यांजुशानिया की प्रधानता वाले डोशेन्टुओ निचले क्षेत्र के साथ सह संबंध योग्य हैं। एडियाकरन अवधि से एलए के होने के बारे में दक्षिणी चीन, ऑस्ट्रेलिया, पूर्वी यूरोपीय मंच, साइबेरिया, भारत और स्वालबार्ड सहित पूरे विश्वस्तर पर जानकारी मिलती है। फेसिज नियंत्रण, टेफोनोमिक प्रवृत्ति और टैक्सोनोमिक समस्याओं के कारण सीमाओं के बावजूद कुछ सु-प्रलेखित एवं वैश्विक रूप से वितरित बड़े एकेंथोमोर्फिक एक्रीटाकर्स बायोस्ट्राटीग्राफिक उप-विभाजन और एडियाकरन स्ट्राटा के वैश्विक सह-संबंध के लिए संभावित साधन साबित हुए हैं, वर्तमान में उपलब्ध प्रमाण से संकेत मिलता है कि एकेंथोमोर्फिक एक्रीटाकर्स निचले-मध्य एज्याकेरान स्ट्राटीग्राफिक सहसंबंध में सर्वाधिक उपयोगी हैं। अनुप्रस्थ त्यांजुशेनिया स्पिनोसा वाले यांग्त्जी क्षेत्र

की भाँति इन्फ्राक्रोल निर्माण कैप कार्बोनेट के कुछेक मीटर के ऊपर के अंदर तथा क्रोल 'ए' फार्मेशन के ठीक नीचे घटित होता है।

त्यांजुशेनिया और इसी प्रकार की प्रगतियां टी. स्पिनोसा का बहुत एकेंथोमोर्फस लक्षण वर्णन आशिक (वेसिकल) लक्षणों (स्कल्पर्चर्स) (यिन तथा लि, 1978) के बिना अत्यन्त पतली बेलनाकार प्रक्रियाओं द्वारा होता है। वेन वेवेरन एवं अन्य (1993) द्वारा सुझाया गया कि त्यांजुशेनिया की स्पाइनी बाहरी भित्ती प्लैकटिक कोपोड अंडों की बाहरी भित्ती के साथ तुलनीय हैं जिससे स्वरूप की एक पैलेजिक प्रकृति का संकेत मिलता है, जबकि ये संरचनाएं पशुओं में पाए जाने वाले अंडों और भ्रूणों के समान हैं (जिआओ एंड नॉल, 2000; यिन एवं अन्य, 2004, 2007)। इन्फ्राक्रोल निर्माण के चर्ट प्रतिदर्शों के पतले भाग की जांच से त्यांजुशेनिया के वर्चस्व का पता चलता है और इस विचार का समर्थन करता है कि एकेंथोमोर्फिक एक्रीटाकर्स एडियाकेरान अवधि के क्षेत्रीय और वैश्विक सह-संबंध के एक सशक्त माध्यम हैं। प्राप्त किया गया बायोटा भारत से आरंभिक एडियाकरन एकेंथोमोर्फिक एक्रीटाक्र का एक महत्वपूर्ण संकलन है।

स्ट्राटिग्राफिक समानताएं तथा इसी प्रकार के जीवाशम रिकॉर्ड जिन्हें पिछले कार्यकर्ताओं (जिआंग, 2014; लिओ एवं अन्य 2013, 2014; शुक्ला एवं तिवारी, 2014; तिवारी एवं नॉल, 1994; तिवारी एवं पंत, 2004) द्वारा नोट किया गया था, से निओ-प्राटिरोजोइक काल के दौरान दक्षिणी चीन और भारत के बीच पुराभौगोलिक संबंध का संकेत मिलता है। वर्तमान अध्ययन में एकेंथोमोर्फिक एक्रीटाकर्स के स्वतंत्र प्रमाण का उपयोग पुराभौगोलिक पुनर्निर्माणों के लिए प्रॉक्सी के रूप में किया गया है। इन्फ्राक्रोल निर्माण से त्यांजुशेनिया स्पिनोसा की रिपोर्ट से पता चलता है कि यह फॉसिलिफेरस अनुप्रस्थ दक्षिणी चीन के निचले डाउशांतुओ निर्माण (मेम्बर II) के समकालीन है।

जीनस पेपील्लोमेस्नाना कोम्पटा जो 63518 एमए से पुराने एफएडी के साथ क्रायोजेनियन युग में उत्पन्न हुआ (विडाल एवं मोकजीड्लोस्का, 1995) और यह चीन के डाउशांतुओ फार्मेशन में भी उपस्थित है। जिरकॉन यू-पीबी दाउशांतुओ निर्माण में इंटर बेडेड एस बेड्स के युग का है, से 635.2 ± 0.6 एमए और 551.1 ± 0.7 एमए के बीच के काल का परिणाम प्राप्त हुआ है (कॉन्डोन एवं अन्य, 2005)। इसले इन्फ्राक्रोल निर्माण उसी काल शृंखला के बराबर है। संरक्षण की प्रणाली में समानता से भी उसी प्रकार की पुरा-पर्यावरणिक स्थितियों का संकेत मिलता है जो स्नोबाल पृथ्वी अवधि के ठीक बाद मेटाजोन्स के उद्भव और आरंभिक विविधीकरण के उपयुक्त था। फार्म त्यांजुशेनिया

स्पिनोसा की प्रचुरता से संकेत मिलता है कि या तो यह प्रजाति बहुत अधिक संख्या में थी अथवा अन्य स्वरूपों की तुलना में अवक्रमण के अधिक प्रतिरोधी है। वर्तमान अभिलेख (रिकॉर्ड) फाइलोजेनेटिक विविधता और आरंभिक मल्टीसेल्युलर युकेरायोट्स के उद्भव को समझने के लिए अत्यन्त महत्वपूर्ण है। एडियाकरन और कैम्ब्रियन के जीवाश्म अभिलेख के संबंध का अध्ययन उस समय व्याप्त अनुकूल स्थितियों, जिनके कारण जीवन का कैम्ब्रियन प्रस्फोटन हुआ, को समझने के लिए एक साथ अध्ययन करना अपेक्षित है। प्राप्त किए गए एडियाकरन एक्रिटार्क्स बायोजोनेशन स्कीम और पुराभूगोल के निर्माण हेतु संभावित स्वतंत्र प्रमाण साबित हुए हैं।

प्र.क्षे.वि.-4.2

वैश्विक घटनाक्रम की स्ट्राटिग्राफी के परिप्रेक्ष्य में हिमालय के निचले पेलिओजोइक अनुक्रमों की बायो-इवेंट स्ट्राटीग्राफी

(एस.के. पारचा)

जांस्कर क्षेत्र के पेलिओजोइक अनुक्रम की स्ट्रेटोग्राफी

जांस्कर घाटी लदाख हिमालय के दक्षिणी भाग में स्थित है और भूर्गभैज्ञानिक रूप से यह स्पीति घाटी के उत्तर-पश्चिमी विस्तार का प्रतिनिधित्व करती है। जांस्कर घाटी प्रोटिरोजोइक से लेकर मेसोजोइक काल तक की एक श्रृंखला शामिल है। यह संघटन (कोलीजन) के पहले एवं बाद के इतिहास का एक समृद्ध भंडार उपलब्ध कराती है जो प्रोटिरोजोइक से इओसीन तक की समय अवधि में फैले तलछटी (सेडीमेंट्री) श्रृंखलाओं में संरक्षित है। उच्चतर हिमालयी क्रिस्टलाइन तथा सभी सेडीमेंट्री श्रृंखलाएं जांस्कर घाटी में विद्यमान हैं। टेथियन सेडीमेंट्री श्रृंखला निष्क्रिय महाद्वीपीय सीमा में विक्षेपित थे। जांस्कर घाटी में पंजाल ट्रैप्स भी संरक्षित हैं जो पहली सेडीमेंट्री श्रृंखला हैं जो परमियन रिफिटंग का अनुसरण करती है, जो निष्क्रिय भारतीय सीमा के क्रमागत सब्सिडाइजिंग के अंतर्गत कुलुंग फार्मेशन से संबंधित छिछले जल वाले ऐरिनेसियस, एर्गलेसियस तथा बायोक्लास्टिक चट्टानों का परिचायक है। वर्तमान अध्ययन कार्य जांस्कर घाटी के पेलिओजोइक अनुक्रम पर संकेन्द्रित थे, कैम्ब्रियन से परमियन तक के अनुक्रमों का विस्तृत अध्ययन किया गया। यहाँ पेलिओजोइक अनुक्रम लिथो-स्ट्राटीग्राफिक रूप से फे फार्मेशन, कर्शा फार्मेशन, कुर्गियाख फार्मेशन, थापले फार्मेशन, मुथ फार्मेशन एवं लिपाक और पो फार्मेशन का प्रतिनिधित्व करता है। विभिन्न वर्गों के प्राणिसमूहों का एकत्रण किया गया और उसका विस्तृत अध्ययन प्रगति पर है।

कंजम ला फार्मेशन के निचले कैम्ब्रियन अनुक्रम का भूरासायनिक अध्ययन

कंजाम ला फार्मेशन के निचले कैम्ब्रियन अनुक्रम में तलछटी श्रृंखला में भूरासायनिक अध्ययन किए गए हैं। अध्ययनों से पता

चला है कि सिलिकिलास्टिक तहछट (सेडीमेंट) मुख्य रूप से (क्ले) जैसे खनिजों से समृद्ध हैं और Co तथा Zn का Al_2O_3 , तथा K_2O का एक सकारात्मक सह-संबंध पाया गया है जो यह संकेत देता है कि Co और Zn क्ले खनिजों के अधिशोषित संघटक हैं। Ce/Ce* तथा Eu/Eu* के बीच सकारात्मक सह-संबंध आरईई संकेन्द्रणों पर डायजिनेसिस प्रक्रिया के प्रभाव के उच्च होने का संकेत मिलता है। $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ बनाम $\text{SiO}_2/\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ बनाम $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ प्लाट्स से यह संकेत मिलता है कि निचले कैम्ब्रियन अनुक्रम (सक्सेशन) के तलछट सक्रिय महाद्वीपीय उपान्त (मार्जिन) से निष्क्रिय महाद्वीपीय उपान्त के आस-पास जमा थे और क्वार्टजोज तलछटीय प्रोविनेस से और कुछ हद तक फेल्सिक इग्नियस प्राविनेस से प्राप्त किए गए थे। रासायनिक अपक्षयण मूल्यांकन (सीआईए और सीआईडब्ल्यू) से स्रोत चट्टान के प्रबल अपक्षयण का पता चला है और गर्म तथा आर्द्र स्थितियों में जलवायु परिवर्तन को भी प्रदर्शित करता है। Ni/Co तथा U/Th प्लाट संपूर्ण अनुक्रम के दौरान अच्छी तरह से ऑक्सीजनेटेड निक्षेपात्मक पर्यावरण और जैविक उत्पादकता का संकेत मिलता है। पारचा और पांडेय (2011) द्वारा भी सिलिकिलास्टिक चट्टानों से बताए गए जीवाश्म समुच्चयन अवशेष की उपस्थिति में निचले कैम्ब्रियन के डायरेसोबिक से एरोबिक निक्षेपात्मक परिवेश का संकेत दिया गया है।

स्पीति घाटी से कैम्ब्रियन अनुक्रम के प्राणिसमूहों का समुच्चयन

स्पीति घाटी टेथीज हिमालय में सुसंरक्षित कैम्ब्रियन अनुक्रमों को अभिदर्शित (एक्सपोज) करती है। वर्तमान अध्ययन मध्य कैम्ब्रियन अनुक्रम से प्राप्त टिलोबाइट एसेम्बलेज की जानकारी पर संकेन्द्रित है। मध्य कैम्ब्रियन, स्पीति घाटी, विशेषकर, पाराहियो घाटी में सर्वाधिक विस्तीर्ण फॉसिलीफेरस अनुक्रम है। इस अनुक्रम में ट्रिलोबाइट कैम्ब्रियन श्रृंखला 3 के अनौपचारिक चरण-5 से लेकर श्रृंखला-3 के गुजांगियान चरण तक फैला है। स्पीति घाटी का मध्य कैम्ब्रियन प्राणिसमूह मोटे तौर पर चीन के प्राणिसमूह, विशेषकर, पैगेशिया, कनमिनगेसपीस और ऑरिक्टोसिक्लेस की उपस्थिति के कारण सह-संबंधित है। जबकि इसी प्रकार की संरचनाओं के साथ-साथ अन्य संरचनाएं आस्ट्रेलिया, अमरीका और कजाकिस्तान के साथ पैगेशिया, ऑस्पीडिस्कस और ऑरिक्टोसिक्लेस और पीटाइकोपेरिया की उपस्थिति तथा ईरान के साथ हुँडवारेला की उपस्थिति से सह-संबंधित हैं। ऑरिक्टोसिक्लेस इंडिकेस मुख्य अंतर्राष्ट्रीय माक्र प्रजातियों में से एक है। वर्तमान में आरिक्टोफेलस इंडिकेस (रीड) के एफएडी को वैश्विक चरण-5 के आधार (चूंकि अपी तक अक्षित या गुमनाम है) को परिभाषित करने के प्रस्तावित मानकों में से एक माना जाता है। प्राणियों से संबंधित अध्ययनों से संकेत मिलता है कि सामान्य स्तर पर विभिन्न वर्गों से प्राप्त प्राणि-जगत के विश्वव्यापी होने की संभावना है, जो गहरे से छिछले जल परिवेश का प्रतिनिधित्व करते हुए यह



चित्र 26: चंद्रताल खंड के आरंभिक कैम्ब्रियन अनुक्रम से जीवाश्म अवशेष। A a, पेलियोफाइक्स आईएसपी A b और B प्लेनोलाइट्स आईएसपी। C एवं D a, स्कोलिथोस आईएसपी। D b एवं F, बिल (बर्र)। G-H, घर्षण चिन्ह। I-K माइक्रोबायल रूप से प्रबलित विन्यास।

संकेत देता है कि मध्य कैम्ब्रियन के दौरान स्पीति घाटी धीरे-धीरे छिछली हो रही थी। ट्रिलोबाइट प्राणिसमूह के रिकॉर्ड से पता चलता है कि कुछेक प्रजातियों के अपवाद को छोड़कर हिमालयी ट्रिलोबाइट प्राणि—समूह का एक बड़ा वर्ग चीन, ऑस्ट्रेलिया और ईरान के साथ अपना संबंध दर्शाता है।

माइक्रोबायल रूप से प्रबलित तलछटी (सेडीमेंट्री) संरचना और अवशेष जीवाश्म

स्पीति घाटी में माइक्रोबायल रूप से प्रबलित अवसादी संरचनाएं ट्रेस जीवाश्मों के साथ फाइन ग्रेन्ड सैंडस्टोन पाए गए। ट्रेस

जीवाश्मों के साथ माइक्रोबायल मैट विन्यासों की उपस्थिति से बायोटा और आरंभिक जीवन के बीच अन्योन्यक्रिया को समझने में सहायता मिलती है। माइक्रोबायल रूप से प्रबलित तलछटी विन्यास अधिकांशतः तलछटों की भौतिक गतिकि के साथ माइक्रोबायल मैट्स की अन्तःक्रिया द्वारा छिछले समुद्री परिवेशों में निर्मित होते हैं। वे यह प्रदर्शित करते हैं कि निक्षेपण फोटिक क्षेत्र (जोन) के अंतर्गत हुआ है। ये विन्यास एक नियमित अथवा अनियमित पद्धति का प्रदर्शन करते हैं और इनकी एक विशिष्ट मोर्फलॉजी होती है जो निक्षेपात्मक परिवेश में परिवर्तनों को प्रदर्शित करते हैं। इसके अतिरिक्त, आरंभिक कैम्ब्रियन अनुक्रम के आरंभिक भाग में माइक्रोबायल रूप से प्रबलि अवसादी

विन्यासों की उपस्थिति को उस समय के दौरान चरने वाले जीवों की अनुपस्थिति के लिए उत्तरदायी माना गया है।

दूसरी ओर स्पीति घाटी में आरंभिक कैम्ब्रियन अनुक्रम के विभिन्न भागों से जानकारी प्राप्त जीवाश्म अवशेष का विविध समुच्चयन अल्पकालिक पुरापर्यावरण एवं पुरा पारिस्थितिकीय स्थितियों को स्पष्ट करने में उपयोगी है। चंद्र ताल खण्ड (चित्र 26) में संरक्षित आरंभिक प्रीकैम्ब्रियन बैथिक पेलियो समुदाय आर्थोपॉड्स, एनेलिड एवं पॉलीसेइट्स की प्रधानता को दर्शाता है, सभी सिद्धांत रूप में तलछटों के अंदर सिद्धांत रूप से रह रहे हैं जो एनरोबिक से एरोबिक स्थिति में परिवर्तन और एण्डोबैथिक, कोमल शरीर वाले, निक्षेप फीडरों को एपिबैथिक ग्रेजर्स में परिवर्तन का संकेत देता है। अवशेष जीवाश्म एकत्रण यह संकेत देता है कि कंजम ला फार्मेशन गहरे से छिछले कगार जमाव में निक्षेपित हुआ था। इस प्रकार चंद्रताल खण्ड में क्रुजियाना आइकनोफेसीज की उपस्थिति निम्न से उच्च ऊर्जा परिवेश को प्रदर्शित करती है, जबकि फाइन ग्रेंड सैंडस्टोन में उपस्थित माइक्रोबियल प्रबलित विन्यास यह प्रदर्शित करता है कि तलछटों का निक्षेपण फोटिक क्षेत्र के भीतर छिछली समुद्री स्थितियों में हुआ है।

प्र.क्षे.वि.—4.3

असम—अराकान घाटी, पूर्वोत्तर भारत के पेलिओजीन एवं निओजीन फोरामिनीफेरल बायोस्ट्राटीग्राफी, अपरदर और पुराजलवायु परिवर्तन

(कपेशा लोखो)

सूक्ष्म जीवाश्मों की प्राप्ति के लिए नागालैंड और मणिपुर के क्रिटेशियस से मायोसीन अवसादी चट्टान अनुक्रमों से चट्टानों से नमूने एकत्रित किए गए। सूक्ष्म जीवाश्मों की प्राप्ति के लिए लगभग 150 चट्टानों के नमूनों का प्रसंस्करण किया गया और सूक्ष्म जीवाश्मों की पिकिंग, एसईएम माइक्रोफोटोग्राफी, प्राप्त किए गए जीवाश्मों की पहचान और विवरण संबंधी कार्य भी प्रयोगशाला में किए गए।

भारत—म्यांमार सीवन (स्युचर) क्षेत्र, पूर्वोत्तर भारत से क्रिटेशियस और तृतीयक माइक्रोजीवाश्मों, इक्नोजीवाश्मों तथा जीवाश्म पत्तियों का अध्ययन उनकी बायोस्ट्राटीग्राफी, पुरा—परिवेश एवं पुरा—भौगोलिक संबंध में अध्ययन जारी है। क्षेत्र कार्य के क्रम में माइक्रोजीवाश्मों, इक्नोजीवाश्मों तथा जीवाश्म पत्तियों की खोज के दौरान नागा पहाड़ियों के बरैल समूह से इनके प्राप्त होने के संबंध में संकेत पाये गए। प्राप्त किए गए जीवाश्मों की पहचान और विवरण पुरा—जलवायीय एवं पुरा—भौगोलिक सेटिंग के पुनःनिर्माण के लिए किया गया है। मणिपुर के दिशांग समूह, भारत—म्यांमार क्षेत्र से पेलियोजीन फॉरमिनीफेरा की प्राप्ति बायोस्ट्रेटीग्राफी और पुरा—जलवायीय पुनःनिर्माण की दृष्टि से महत्वपूर्ण है। अभी तक फॉरमिनीफेरल बायोस्ट्रेटीग्राफी आंकड़ों का बहुत कम अभिलेख और अध्ययन

किया गया है। आरंभिक इतिहास को समझने के लिए सशक्त स्ट्रेटीग्राफिक सह—संबंध अनिवार्य हैं। फॉरमिनीफेरा में उनकी विशिष्ट बनावट (मॉर्कोलॉजी), विविधता तेजी से विकसित होने अत्यंत प्रचुरता, वैश्विक रूप से वितरित तथा उच्च संरक्षण क्षमता होने के कारण बायोस्ट्रेटीग्राफी के लिए कई आदर्श विशिष्टताएं हैं। इसलिए उनका उपयोग समुद्री तलछटों की बायोस्ट्रेटीग्राफी के लिए विस्तृत रूप से किया जाता है।

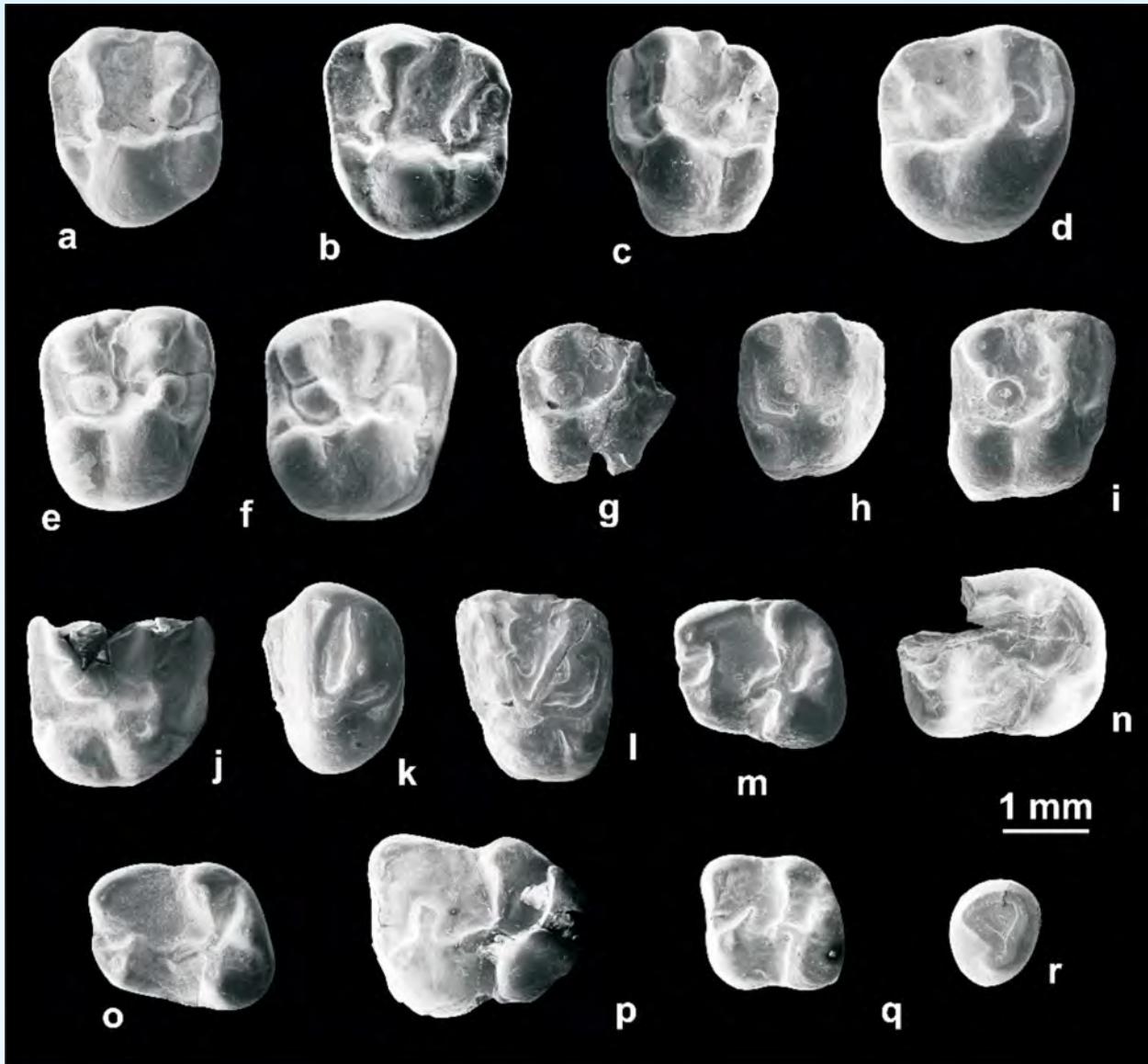
प्र.क्षे.वि.—4.4

भारत—एशिया संघटन और प्राणि जगत के विसराव के संबंध में उत्तर—पश्चिम उप हिमालय तथा पश्चिमी भारत से आरंभिक तृतीयक अनुक्रमों के बायोटिक, खनिज वैज्ञानिक और भू रासायनिक खोज

(के. कुमार)

हिमालयी तथा प्रायद्वीपीय खंडों से योसीन रीढ़युक्त प्राणियों और उनके पुरा—भौगोलिक प्रभावों का अध्ययन जारी रहा। वर्ष के दौरान जिन जीवाश्मों पर बल दिया गया उनमें स्तनपायी जीवों के बीच मूषक, क्रियोडॉन्ट्स तथा टेपीरॉयड्स और सरीसृप के बीच सर्प शामिल हैं।

उत्तर—पूर्व उप हिमालय में हिमाचल प्रदेश में सुबाथू निर्माण के टाइप एरिया के निचले—मध्य भाग से ऊपरी गाल पर दाँतों के आधार पर दो नए आरंभिक योसीन मूषक सुबाथुमिस सोलैनोरियस जेन. ईटी एसपी. एनओवी. तथा सुबाथुमिस ग्लोबुलस जेन. ईटी एसपी. एनओवी. और तीन अन्य (बिरबैलोमिस सीएफ. सोन्डारी, बिरबैलोमिस एसपी., सीएफ. चौपेटीमिस एसपी.) अभिलेखित किए गए हैं। नए मूषकों के दाँत उन रूपात्मक विशिष्टताओं को प्रदर्शित करते हैं जो एकीकृत केटेनोडेक्टीलॉयट परिवार छेपेटीमाइड (यूओ माइड सहित) के अत्यंत समान हैं जो कि सुबाथू विन्यास (चित्र 27) के ऊपरी भाग (मध्य यूसिन) से एकत्रण में भी दर्शाया गया है। संबंधित निचले गाल पर दाँत अनन्तिम रूप से अनिर्धारित 3 चौपेटीमिड्स से संदर्भित हैं। नए सुबाथू मूषक अपेक्षाकृत भारतीय उप महाद्वीप से आरंभिक योसीन एकत्रणों में पूर्व में किए गए अभिलेख की तुलना में अपेक्षाकृत युवा हैं और कालक्रम के अनुसार से पश्चिमी प्रायद्वीपीय भारत तथा उत्तर—पश्चिमी भारत और पाकिस्तान से मध्य योसीन चौपेटीमिड्स से आरंभिक योसीन एलूरावाइन्स के बीच के हैं। वे संकेत देते हैं कि चौपेटीमिड्स वाईप्रेशियन के दौरान उप हिमालयी क्षेत्र में उत्पन्न हुए जो कि पहले की मान्यता से पूर्व है। उप महाद्वीप से इसके साथ—साथ युवा मूषक एकत्रणों में एलूरावाइन्स की अनुपस्थिति से यह प्रतीत होता है कि एलूरावाइन्स (आइसोरोमाइड) आरंभिक योसीन में प्रायद्वीपीय भारत में अपनी उपस्थिति के बाद बहुत थोड़े समय के भीतर घरेलू चौपेटीमाइड्स द्वारा प्रतिस्थापित कर लिए गए हैं। तीन या उससे अधिक चौपेटीमाइड्स का आरंभिक योसीन सुबाथू एकत्रण में सह—उपस्थिति आरंभिक और मध्य योसीन के दौरान

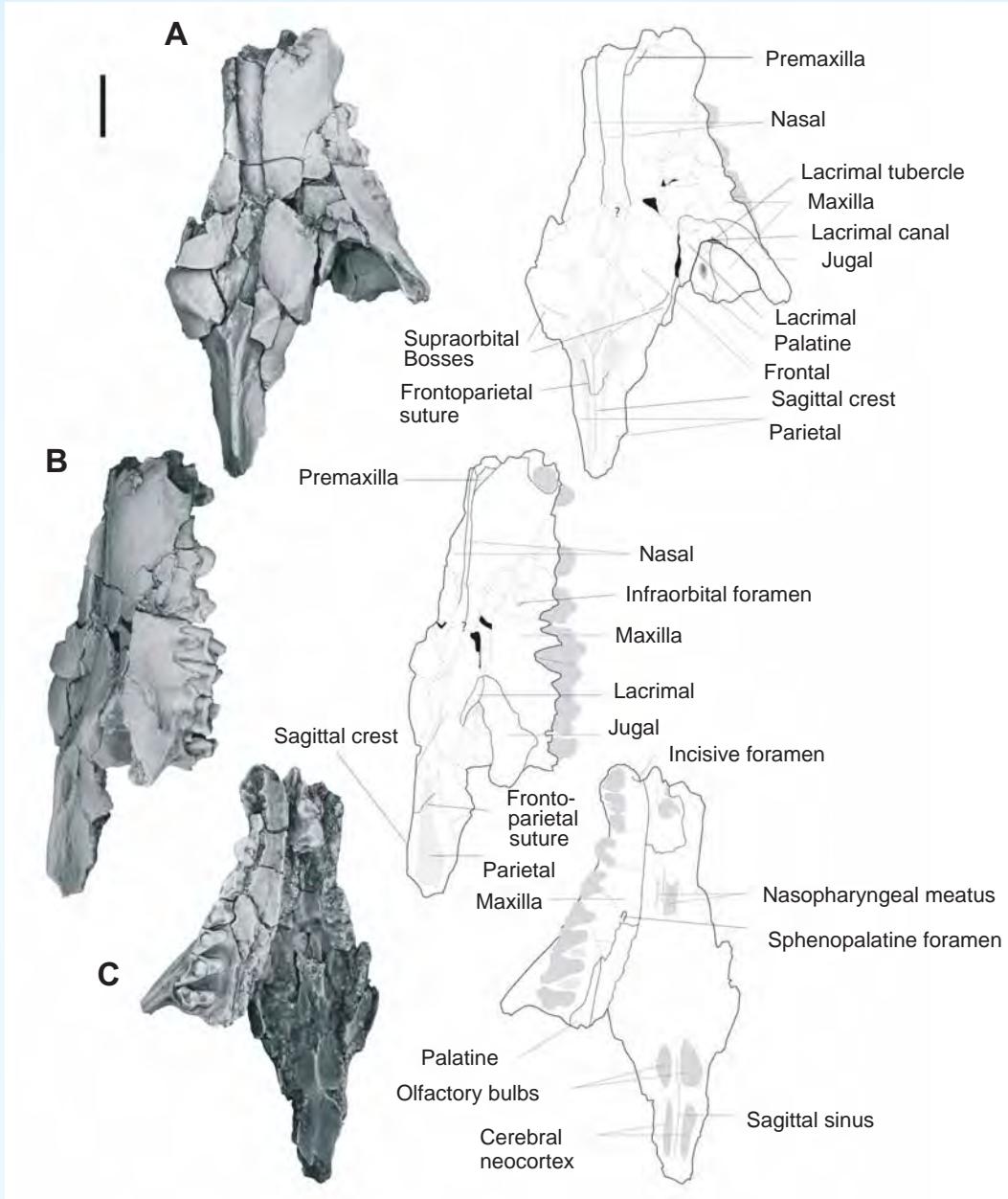


प्र.क्षे.वि.-4: जैवविविधता-पर्यावरण संयोजन

चित्र: 27: आरंभिक इयोसिन पुराने सुबाथु लाल पट्टियों, सुबाथु विन्यास के निचले मध्य भाग, सुबाथु हिमाचल प्रदेश से चेपीटीमाइल मूषकों के गालों के पृथक्कृत दंत। मापन रेखाएं 1 मि.मी।। ए-सी का प्रतिनिधित्व करती हैं: सुबाथुमिस सोलेनोरियस जेन. एट. स्प. एनओवी, (क,ग) सी.एफ. पेट्रोकोस्लोविया एसपी इन्डेट 1(बी) अल्पवयस्क सुबाथु लाल पट्टियों का, बांए एम 1-2, बांए एम2; ग. दाएं एम1, को उलटा किया गया; घरु सुबाथुमिस ग्लोबुलस जेन. एट. एस. पी. एन. ओ. वी., दाएं एम2; ड-च, विरबलोमिस सी एफ सॉडारी (ड) विरबलोमिस सॉडारी की तुलना (च) अल्प वयस्क सुबाथु लाल पट्टियों के साथ की गई ई दाएं एम1: एफ, बाएं एम1-2, विपर्यित किया गया; जी-जे: विरबलोमिस एसपी. जी, दाएं पी4; एच, बाएं एम1-2, को विपर्यित किया गया; आइ, दाएं एम2; जे, दाएं एम1-2; के, एल: सी.एफ. चेपाटीमिस एसपी. के, बायें पी4: 1, बाएं एम1; एम-एन: चेपाटीमाइड इन्डेट. 1 मी, बाएं एम1; एन, द्वारा एम3 को आंशिक रूप से क्षतिग्रस्त किया गया, जिसे विपर्यित किया गया; ओ-पी चेपाटीमाइड इन्डेट. 2 ओ, बाएं एम1; पी, बाएं एम3; क्यू: चेपाटीमाइड इन्डेट 3 बाएं एम2; आर: रोडेंशिया इन्डेट पी3।

उनके आरंभिक विकिरण और वर्चस्व का संकेत देती है। मूषकों का यह अभिलेख सुबाथु विन्यास के अपेक्षाकृत पुराने स्तरों में अन्य छोटे सरीसृप के अवशेष को प्राप्त करने की संभावना को जन्म देता है, जो कि प्रायद्वीपीय भारत, यूरोप और उत्तरी अमेरिका के आरंभिक योसीन प्राणियों के साथ संबंधों को समझने के लिए महत्वपूर्ण होगा (ज. अर्थसिस्टम साइंस, 2015)।

आरंभिक इओसीन हिभानडोन्टीड इंडोहेंडोनरोई के नए जीवाश्मों को पहले ज्ञात रोस्ट्रम, ऊपरी दन्तविन्यास और पोस्टक्रेनिया सहित कैम्बे शेल विन्यास (पश्चिमी भारत) से वर्णित किया गया जिससे प्रजाति के बारे में हमारी जानकारी और इसके कार्यात्मक मोर्फोलॉजी एवं संबंधों के बारे में जानकारी में पर्याप्त वृद्धि हुई है (चित्र 28 एवं 29)। क्रेनियोडेन्टल मोर्फोलॉजी से संकेत मिलात है कि आईएओई का

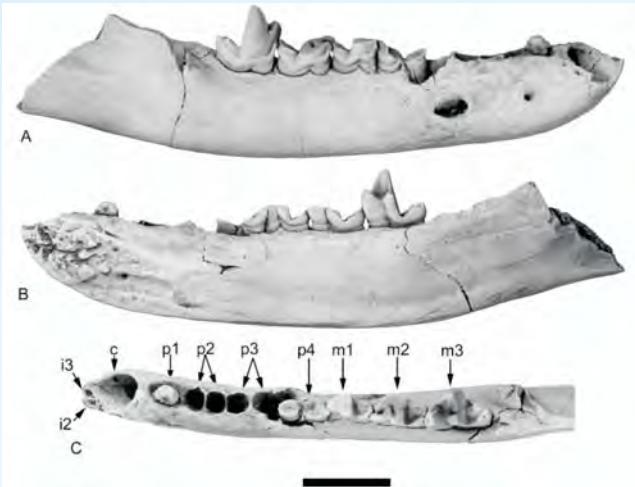


चित्र 28: इन्डोहैनोडॉन राओर्ड का कपाल। पूर्णतः सटीक पी2-एम3, सी तथा पीआई अल्वीओली के साथ चित्र (बायें) तथा व्याख्यात्मक आरेख (दायें) और बायें पी1 में ए, डोर्सस, बी पाश्विक, सी वेंट्रल दृश्य। स्केलबार 10 मि.मी. के।

प्र.क्षे.वि.-4: जैवविविधता-पर्यावरण संयोजन

रीढ़ विहीन सामग्री के साथ-साथ शिकार की जाने वाली प्रजाति के मांस सहित विस्तृत आहार था। पोस्ट-क्रेनियल मोर्फोलॉजी मोटे तौर पर अन्य आरंभिक हेनोडॉन्टिड्स के समान ही है और एक वृक्षारोही गति का संकेत देता है। दंतीय मोर्फोलॉजी से संकेत मिलता है कि आई. राओर्ड अन्य दक्षिण एशियाई हेनोडॉन्टिड्स के साथ समान विशिष्टताओं के साथ निकटमत रूप से सम्बन्धित हैं जिनमें मजबूत रीढ़ (सिंगुला), संकीर्ण प्रीमोसर्स और एक घटा हुआ पी4 प्रोटोकॉन शामिल हैं। हेनोजेन्टिडे का सर्वाधिक विस्तृत फाइलोजेनेटिक विश्लेषण उस तारीख को किया गया जो इस सम्बन्ध को परिपुष्ट करता है

लेकिन दक्षिण एशियाई हेनोडॉन्टिड्स को उस समूह का स्तम्भ के रूप में पाया गया है जिसमें अधिकांश अफ्रीकी हेनोटोइड्स शामिल हैं। हिनाडॉन्टिडे के अंतर्गत इस तथा अन्य उच्चतर स्तर के सम्बन्धों के तथापि कमजोर रूप से समर्थन मिला है, और पर्याप्त रूप से सम्बन्धों के विभिन्न वैकल्पिक कल्पनाएं महत्वपूर्ण रूप से कम अपर्याप्त नहीं माना गया है जो सशक्त चरित्र द्वंद को प्रदर्शित करता है। इस द्वंद में योगदान देने वाले कारकों में इओसीन दौरान विभिन्न महादेशों पर अधिकांश रूप से हेनोडॉन्टिड प्राणियों का पृथक्करण, मांसाहारी दन्तजीवियों का कैनलीकरण एवं सरलीकरण, तथा महत्वपूर्ण हिनोडॉन्टिड



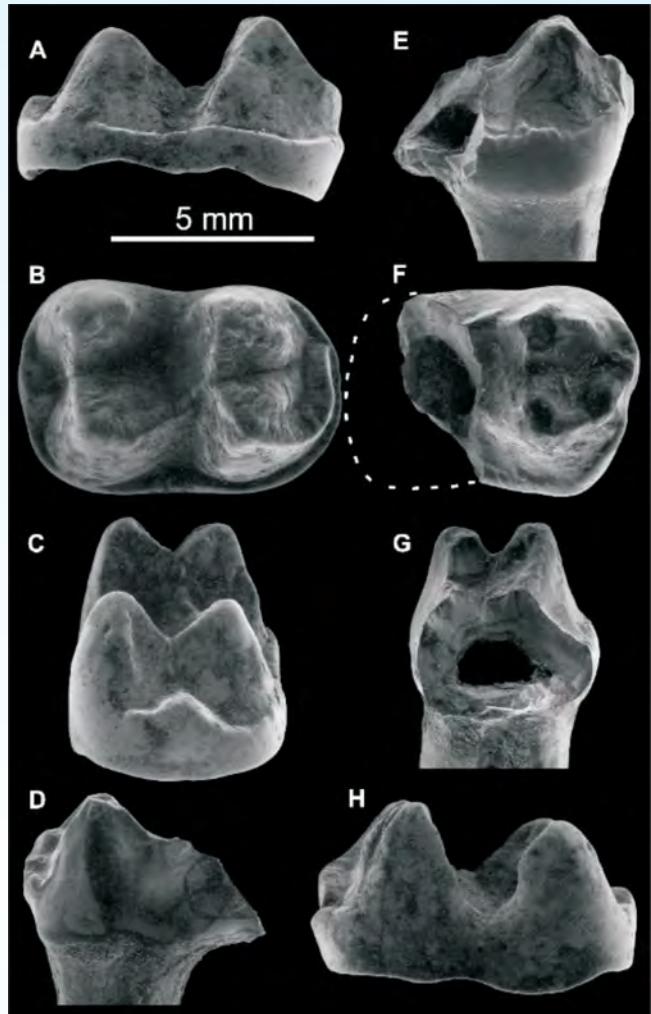
चित्र 29: इन्डोहेनोडॉन राओई का दंतीय एवं निचला दन्तोदमेद। दायें पी४-एम३ के साथ डेन्ट्री, पी१ का ज़ु़ और आई२, आई३, सी और पी२-३ ए में ब्यूकल, बी, लिंगवल तथा सी, ऑक्ल्यूसल दृश्य। स्केलबार दस मि.मी. के बराबर।

प्र.क्षे.वि.-4: जैवविविधता-पर्यावरण संयोजन

समूओं के लिए गैर-दन्तीय सामग्री का अभाव शामिल हैं। नई फाइलोजेनी समूह के लिए एक अफ्रीकी अथवा एक एशियाई मूल के साथ सुसंगत है (ज. वर्टिब्रेट पेलिओन्टीलॉजी, 2015)।

पश्चिमी भारत के कैम्ब्रियन विन्यास (सी. 54.5 एमए) से प्राप्त पहले आंरभिक इओसिन टैपीरोमोर्फ पैरिसोडेविटाप्स के जीवाशम नए वंश एवं प्रजाति, वेस्टेनोलोपस होपब्रकी को आवंटित किए गए। वे पैराफाइलोस्टिक "आइसेकटीसोफिडे" के प्रतीकात्मक प्लेशियोमोर्फिक गुणों, जैसे छोटे आकार एवं कमजोर लोफोडॉन्टी को प्रदर्शित करते हैं (चित्र 30)। तथापि कमजोर हाइपोकोन्थीड एवं पैरासोफीड, तथा टैलोनीड के लिंगवल छिद्र हिलेलीटाइड जो सर्वादिक पुरातन टैपीराइड परिवार हैं, में पाए जाते हैं। बी. होलब्कूकी, जेन. ऐट एसपी. एनओवी. सर्वाधिक प्राचीन एवं पुरातन टैपीराइड हो सकता है जो यह संकेत देता है कि कम से कम टैपीराइड पैरिसोडेविट्स का जन्म भारत में हुआ। हाल के रोज एट अस, (2014) द्वारा वास्तव से कैम्ब्रियर्स की आधारिक स्थिति पर आधारित पैरिसोडेविट्स के लिए भारतीय मूल का प्रस्ताव किया गया है जो क्रोज एवं मास (1990) द्वारा मूल रूप से प्रस्तावित भारत की कल्पना को पुनः प्रचलित करता है। हेलालेटिड वैश्टेनोलोफस भारत में सुरितर आदिम पैरिसोडेविट्स की उपस्थिति का संकेत देता है और इसकी उम्र तथा प्लेसीमोर्फिक मोर्फोलॉजी यह संकेत देता है कि टैपीरोडिया का सम्भवतः भारत में उदय हुआ (पेलियोवर्टीब्राटा, 2015)।

पश्चिमी भारत के पेलियोसीन- इओसीन भागों में संचालित क्षेत्रीय कार्य के दौरान कैम्ब्रियर्स प्राइमेट्स मूषक तथा सॉपों सहित कई महत्वपूर्ण जीवाशम अवशेष भी एकत्र किये गए।



चित्र 30: वास्तव माइन, भारत के आंरभिक इयोसिन से वैस्तोलोफस होस्कलकी नोव. जेन. ऐट एसपी. दायीं ओर A-C, H: लेबियस (ए) में m1, ऑक्ल्यूसस (बी), डिस्टस (सी), तथा लिंगवल (एच) दृश्य AF-G: दायीं ओर लेबियस (ई) में खंडित पी४, ऑक्ल्यूसस (एफ), डिस्टस (जी) और लिंगवल (डी) दृश्य।

प्र.क्षे.वि.-4.5

प्रवसन (माइग्रेशन) इतिहास तथा हिमालयी उत्थान के संदर्भ में नियोजिन शिवालिक समूह (उत्तर पश्चिमी हिमालय) के कशेरुकी (रीढ़दार) प्राणी जगत का अध्ययन (आर.के. सहगल)

प्रवसन इतिहास तथा हिमालयी उत्थान के संदर्भ में नियोजिन शिवालिक समूह (उत्तर पश्चिम हिमालय) के मेरुदंडीय प्राणियों से सम्बन्धित अध्ययनों को जारी रखा गया। उधमपुर क्षेत्र के निचले शिवालिक तथा चंडीगढ़ के निकट ऊपरी शिवालिक से क्षेत्र-कारह्य के दौरान एकत्रित कीचड़युक्त प्रस्तर (मडस्टोन) के नमूनों का माइक्रोवर्टीब्रेट क्षमता के लिये नरम (टूर्बल) किया गया (लगभग 400 कि.ग्रा.)। ऊपरी शिवालिक उप समूह के

पिंजौर विन्या से पटियालीराव खंड से चन्डीगढ़ के निकट कुछेक महत्वपूर्ण मूषक और उदरपाद (रॉकस्ट्रोपॉड्स) प्राप्त किये गए। ये मूषक जीवाशम म्यूरिड परिवार से सम्बन्धित हैं जबकि नमूनों की जातिगत और विशिष्ट पहचान को अभी अंतिम रूप दिया जाना है। उधमपुर क्षेत्र के निचले विश्वालिक उपसमूह के छिन्जी विन्यास से छोटे आकार के जीवाशम वाले मूषकों का चित्रण किया गया (क्वाटरनरी इन्टरनेशनल, 2012), और हाल के क्षेत्र कार्य के दौरान निकटवर्ती क्षेत्रों से माइक्रोवर्टीब्रेट संभावनाओं के लिए नये नमूने एकत्र किये गए। नरम (मैकीरेशन) करने पर इससे कृषिटाइड एवं म्यूरिने परिवारों से सम्बन्धित मूषकों के कुछ दन्त विन्यास प्राप्त हुए। इसके अतिरिक्त, एक पृथक मोलर शिवालिकेक्स सिमोन्सी (प्राइमेट) मी पाया गया। इस सामग्री का विस्तृत अध्ययन प्रक्रियाधीन है। म्यूरी विन्यास के विभिन्न स्थानों से भी नमूनों को माइक्रोवर्टीब्रेट संभावनाओं के लिए प्रसंस्कृत किया गया लेकिन कोई महत्वपूर्ण जीवाशम नहीं पाया गया।

सेनोजोयिक प्राणी जगत के प्रवसन और हिमालय के उत्थान से संबंधित विस्तृत अध्ययन किए गए। बाहरी हिमालय में सेनोजोयिक अनुक्रम समूक्री तथा महाद्वीपीय सुबाथू समूह (पेलियोसीन—मध्य इयोसिन) महाद्वीपीय धर्मशाला अथवा म्यूरी समूह (ऑलिगो—मायोसिन) तथा ताजे जल वाले शिवालिक समूह मध्य मायोसिन— मध्य प्लीस्टोसीन का प्रतिनिधित्व करते हैं। लद्दाख हिमालय के इन्टर मोन्टेन, निक्षेप, जिसे लद्दाख मोलासे समूह (ऑलिगो—मायोसिन) कहा जाता है, द्वारा भी

महत्वपूर्ण स्तनपायी जन्तु पाये गये। इसके अतिरिक्त, छितरवारा फार्मेसन (ऑलिगो—मायोसिन) से सम्बन्धित बगटी प्राणी तथा मंचार विन्यास (मध्य से ऊपरी मायोसिन) से पाये जाने वाले जन्तु पाकिस्तान में अच्छी तरह जाने जाते हैं और ये हिमालय से काफी दूर सिन्ध प्रान्त में रहते हैं। भारत—पाकिस्तान क्षेत्र के सिनोजोयिक अनुक्रमों का स्टैटीग्राफीक सह सम्बन्ध सारणी-1 में दिया गया है।

सेनोजोयिक स्तनपायी विसरन पद्धतियाँ प्रदर्शित करती हैं कि अपने विकास के आरंभिक चरण में हिमालय अपने विस्तार के आसपास जन्तुओं के प्रवसन के लिए तत्काल अवरोध नहीं था। हिमालय के दोनों ओर सुबाथू समूह, बुगटी जन्तु (ऑलिगो—मायोसिन), कारगिल जन्तु (ऑलिगो—मायोसिन) और म्यूरी समूह के जन्तुओं (ऑलिगो—मायोसिन) के विस्तार के दौरान कई स्थलीय जातियों का उदय हुआ। इस अध्ययन के लिए स्तनपायी जातियों (जेनेरा) की समानता की मात्रा को ध्यान में रखा गया। शिवालिक समूह के अपघटन के दौरान हिमालय द्वारा अपने विस्तार के आसपास प्राणियों के प्रवसन के लिए डरावह अवरोध के रूप में कार्य करने लगा। निचले शिवालिक उपसमूह (18–10 एमए) के स्तनपायी एकत्रण मध्य एशियाई स्थानों के साथ प्राणियों के लिए अच्छे सम्बन्ध प्रदर्शित करते हैं। नगरी विन्यास (10–8 एमए) के समय हिमालय में एक पर्याप्त ऊँचाई आ गई जो भारत और मध्य एशिया के बीच अवरोध के रूप में कार्य करने लगा और दोनों भूमि समूहों के

सारणी 2: भारत पाकिस्तान क्षेत्र के सिनोजोयिक अनुक्रमों का स्टैटीग्राफी सह सम्बन्ध।

AGE	PAKISTAN		INDIA	
	Ladakh	Foreland basin		
Pleistocene	Upper Siwalik Subgroup	Boulder Conglomerate Formation Pinjor Formation Tatrot Formation		Boulder Conglomerate Formation
Pliocene			Upper Siwalik Subgroup	Pinjor Formation Tatrot Formation
Miocene	Upper Middle Siwalik Subgroup Lower Siwalik Subgroup	Dhok Pathan Formation Nagri Formation Chinji Formation Kamlial Formation	Manchar Group	Middle Siwalik Subgroup Lower Siwalik Subgroup
Oligocene	Lower	Murree Group Bugti Fauna (Chitarwata Formation)	Kargil Formation (Ladakh Molasse Group)	Nurpur Local Fauna (=Dhok Pathan Fauna) Haritalyangar Local Faunas (=Nagri and Dhok Pathan faunas) -Rannagar Local Fauna (=Chinji Fauna)
Eocene	Upper Middle Lower	Kuldana Formation (Ganda Kas Fauna) Mami Khel Formation (Banda Daud Shah Fauna)		Subathu Group having Kalakot Fauna

बीच जन्तुओं का प्रवसन लगभग बन्द हो गया। हिमालय के ऊपर उठने के साथ ही भारतीय उपमहाद्वीप में मानसून सम्बन्धी स्थितियाँ आरंभ हो गईं।

दक्षिणी गंगा के मैदानों की धासन नदी के विलफ खंड से एकत्रित एक जीवाश्मीकृत हाथी के कपाल के नमूने पर एक पूरा ऑन्टोसॉजिक तथा क्रोनोलॉजिक (कालक्रमिक) कार्य संचालित किया गया (नमूना एकत्रण डॉ. प्रदीप श्रीवास्तव एवं उनके दल के सौजन्य से)। दंतीय मोर्फलॉजी एवं कपाल की कपालीय विशिष्टताओं की तुलना भारतीय उपमहाद्वीप के एलिफास की ज्ञात प्रजाति के साथ की गई। यद्यपि यह एलिफास नेमेडिफास के साथ अत्यंत निकट समानता प्रदर्शित करता है किन्तु एक अलग नमूना होने के कारण इसकी विशिष्ट पहचान निश्चितता के साथ नहीं की जा सकती। इसलिए यह प्रजाति अनन्तिम रूप से E. cf. नेमेडेसिकस के रूप में संदर्भित

की गई। प्रकाशीय रूप से प्रबलित प्रदीप्ति काल इस तथ्य को ~56 ka बीपी पर रखते हैं। यह गंगा के मैदान से E. cf. नेमेडिकस का पहला कालक्रमानुसार सुनियंत्रित रिपोर्ट है।

ग्राम— नाड़ा, पंचुकला (हरियाणा) के निकट उद्घाटित फॉसिलीकरेस पिंजौर विन्यास के एक भाग के रूप में पहली बार स्थिर आरसोटॉपिक अध्ययन, कार्बन और ऑक्सीजन के साथ मिलाकर पेलियोऑटोलोजिकल अध्ययन किए गए। ये विश्लेषण पेडोजेनिक नाड्यूल (मृदा कार्बोनेट) और जीवाश्मीकृत गैस्ट्रोपॉड सेल्स पर किए गए। पेडोजेनिक नाड्यूल एवं गैस्ट्रोपॉड शेलों, दोनों से $\delta^{13}\text{C}$ मान उस समय उक्त क्षेत्र में C₄ वनस्पतिकरण की प्रधानता का स्पष्ट संकेत मिलता है जबकि, $\delta^{13}\text{C}$ मान सामान्य रूप से उष्ण और आर्द्ध जलवायु स्थितियों की निरंतरता का संकेत करते हैं।

प्र.क्षे.वि.-5: हिमालयी हिमनदः भारतीय मानसून परिवर्तनशीलता तथा गंगा द्रोणी में जलवैज्ञानिक बदलावों में उनकी भूमिका

प्र.क्षे.वि.-5.1

डोकरियानी एवं चोड़ाबारी हिमनद, गढ़वाल हिमालय का संहति संतुलन तथा प्रोथ उच्चावचन अध्ययन

(डी. पी. डोभाल)

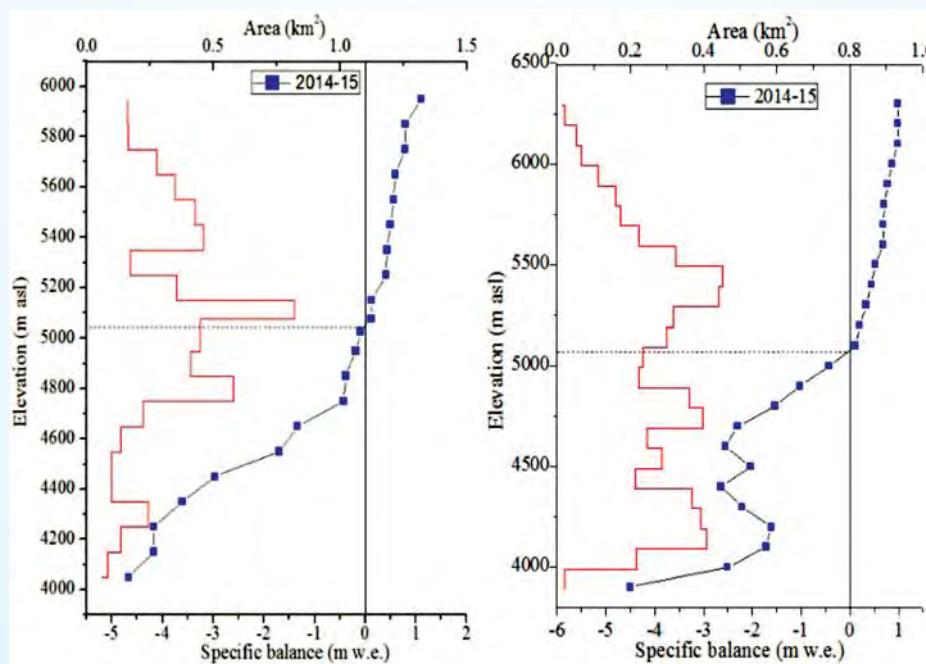
हिमालयी हिमनदों पर जारी दीर्घावधि हिमनद मॉनीटरन कार्यक्रम के अंतर्गत अक्टूबर 2014 से, अक्टूबर 2015 की अवधि के लिए डोकरियानी और चोड़ाबारी हिमनदों के संहति संतुलन, प्रोथ प्रतिगमन एवं मौसम वैज्ञानिक प्रेक्षण किए गए थे। CFG परियोजना कर्मचारियों की सहायता से एकत्र किए गए फील्ड डेटा को संगठित एवं विश्लेषित किया गया और जिसका सारांश नीचे दिया गया है :

संहति संतुलन

डोकरियानी हिमनद के संहति संतुलन के लिए अपवर्तन/संचय खूंटों को अक्टूबर 2014 में लगाया गया तथा 14 नवंबर 2014 से 15 जून 2015 की अवधि के सर्दी के महीने के शुद्ध संतुलन का आकलन करने के लिए जून के पहले सप्ताह में उनका मॉनीटरन किया गया। संचय क्षेत्र की कई अवस्थितियों में हिम एवं बर्फ घनत्व मापन किए गए। इन अपवर्तन खूंटों का मापन 15 दिन के अंतराल पर अपवर्तन मौसम (अक्टूबर 2015 तक) की समाप्ति तक किया गया तथा मासिक एवं कुल ग्रीष्म गलन

की गणना की गई। संचय क्षेत्र की कई अवस्थितियों में हिम गहराई एवं हिम गर्तों की जाँच करके शुद्ध शीतकालीन संचय का मापन किया गया। खूंटों के मापन से प्राप्त डेटा का इस्तेमाल बजट वर्ष 2014-15 (चित्र 31) के शुद्ध वार्षिक संहति संतुलन की अंतिम गणना हेतु किया गया। परिणामों से यह पता चला है कि अध्ययन की अवधि के दौरान प्रोथ के निकट 3900 मी. एवं 4000 मी. की ऊंचाइयों पर अधिकतम गलन (4.70 mw.e.) दर्ज की गई जबकि संतुलन रेखा / हिमरेखा के निकट 5000-5100 मी. की ऊंचाई पर न्यूनतम (0.01 mw.e.) गलन पाई गई। वर्ष 2014-15 के लिए शुद्ध वार्षिक संतुलन (-) 0.24 mw.e. के विशिष्ट संतुलन के साथ (-) $1.52 \times 10^6 \text{ m}^3$ परिभाषित किया गया। समुद्रतल से 5050 मी. की ऊंचाई पर संतुलन रेखा ऊंचाई चिन्हित की गई और संहति संतुलन बजट वर्ष 2014-15 के लिए परिकलित AAR 0.60 था।

चोड़ाबारी हिमनद के संहति संतुलन के मापन हेतु अक्टूबर 2014 के अपवर्तन रेखा की मध्य रेखा के साथ 12 अपवर्तन खूंटे गाड़े गए तथा पूरे अपवर्तन क्षेत्र में खूंटों का नेटवर्क सुदृढ़ करने के लिए स्टीम ड्रिल मशीन की मदद से 24 खूंटे जून 2015 में भी लगाए गए। संचय क्षेत्र में हिमगर्तों एवं हिम गहराई की जाँच करके संचय मापन किया गया। अपवर्तन खूंटों एवं हिमगर्त मापन के आधार पर शुद्ध वार्षिक अपवर्तन एवं संचय की गणना की जाती है (चित्र 31)। परिणाम (-) 0.63 mw.e. के विशिष्ट संतुलन के



चित्र 31: संहति संतुलन बजट 2014-15 के लिए डोकरियानी (बाएं) और चोड़ाबारी (दाएं) हिमनदों की संहति संतुलन प्रवणता (ऊंचाई बनाम विशिष्ट संहति संतुलन)।

प्र.क्षे.वि.-5: हिमालयी हिमनदः भारतीय मानसून परिवर्तनशीलता तथा
गंगा द्रोणी में जलवैज्ञानिक बदलावों में उनकी भूमिका

सारणी 3: बजट वर्ष 2014-15 के दौरान हिमनदों के मॉनीटरन के संहति संतुलन एवं प्रोथ अपसर्पण का सारांश।

हिमनद	नेट सन्तुलन ($10^6 \text{ m}^3 \text{ w.e.}$)	आपेक्षिक संहति संतुलन (m w.e.)	ELA (m asl)	AAR	प्रोथ निवर्तन (m)	प्रोथ स्थिति (m asl)
डोकरियानी	-1.52	-0.24	5,050	0.60	17	3,955
चोड़ाबारी	-4.15	-0.63	5,030	0.45	-	-

साथ नकारात्मक संहति संतुलन दर्शाते हैं। संतुलन रेखा 5030 मी. की ऊंचाई पर वित्रित की गई और बजट वर्ष 2014-15 के लिए AAR 0.45 परिकलित किया गया (सारणी 3)।

इस अध्ययन से पता चला है कि दोनों ही हिमनदों में नकारात्मक संहति संतुलन का रुझान है लेकिन इस अवधि के शुद्ध संहति क्षति की मात्रा पिछले वर्षों के मुकाबले कम है। यह भी पाया गया है कि दर्ज की गई समग्र गलन उच्चतर शीतकालीन संचय जिसने हिमनद की सतह के अनावरण में देरी की, के कारण पिछले वर्ष के मुकाबले कम है। इसके अलावा, ग्रीष्म मानसून काफी प्रबल था जो हिमनदीय स्रोतों के ऊंचाई वाले स्थानों में संचयन को बढ़ा देता है।

प्रोथ अपसर्पण

डोकरियानी हिमनद के प्रोथ को हिमनद अग्र भाग के दोनों तरफ निर्मित स्थाई सर्वेक्षण बिंदुओं के संदर्भ में जीपीएस द्वारा मॉनीटर किया गया। वर्ष 2014-15 (अक्टूबर 2014 से अक्टूबर 2015 तक) के लिए कुल अग्रवर्ती प्रतिगमन 17 मी. निर्धारित किया गया जो पिछले साल (21 मी.) के मुकाबले कम है। अध्ययन से पता चला कि डोकरियानी हिमनद का प्रोथ अलग-अलग दरों से लगातार प्रतिगमन कर रहा है। हिमनद प्रोथ का प्रगामी प्रतिगमन यह संकेत देता है कि मलबा आरुङ्गन के कारण इसके आकार एवं स्थिति में काफी बदलाव आया है। डोकरियानी हिमनद का प्रोथ गहरा एवं संकरा तथा चारों ओर से विशाल एवं ऊर्ध्वाधर पार्श्विक हिमोढ़ों से आबद्ध है। बिखरे तलछटों एवं भुरभुरी प्रकृति के कारण वे सदैव घाटी में मलबा प्रवाह के प्रति अतिसंवेदनशील होते हैं। हर वर्ष अलग-अलग

प्रेक्षित प्रतिगमन दर का कारण पार्श्विक हिमोढ़ों से मलबे का अचानक प्रवाह हो सकता है जो हिमनद के अग्रवर्ती क्षेत्र को बुरी तरह प्रभावित करता है अथवा हिमनद में और उसके आसपास मलबे का ढेर इकट्ठा कर देता है जिसके परिणामस्वरूप प्रोथ प्रतिगमन की प्रक्रिया में या तो तेजी आती है अथवा मंद पड़ जाती है। हिमालय के अन्य हिमनदों में भी ऐसी प्रक्रियाओं की रिपोर्ट प्राप्त हुई है। स्थाई संदर्भ बिंदुओं की अनुपलब्धता और क्षेत्र में झील फटने से आई अचानक बाढ़ के कारण वहां पहुंचने में जोखिम के चलते चोड़ाबारी हिमनद के प्रोथ अपसर्पण को मॉनीटर नहीं किया गया है।

संतुलन रेखा ऊंचाई (ईएलए) तथा पुरातापमान का पुनर्निर्माण

हिमनदीय संतुलन रेखा ऊंचाई हिमनद की वह स्थिति है जहां संहति संचय, संहति क्षति के बराबर होती है। यह जलवायु के प्रति अत्यंत संवेदनशील होती है ताकि हिमनद के सकारात्मक अथवा नकारात्मक संतुलन के पुनर्निर्माण हेतु इसका उपयोग एक जलवायु प्रतिनिधि के रूप में किया जा सके। यह लंबाई, क्षेत्रफल, परिमाण की क्षति जैसे अन्य हिमनदीय गुणधर्मों की तुलना में जलवायु संवेदनशीलता का प्रत्यक्ष मापन करती है और इसमें त्रुटियां कम होती हैं। ईएलए एवं संचय क्षेत्र अनुपात का प्रयोग करके डोकरियानी हिमनद के संहति संतुलन रुझान का मूल्यांकन/पुनःनिर्माण करने का प्रयास किया गया है। यह अध्ययन इस अवधारणा पर आधारित है कि हिमनद का संचय क्षेत्र नियत अनुपात का है और इसमें संहति संतुलन प्रवणता का ध्यान रखा जाता है। संचय क्षेत्र अनुपात का आकलन 'टर्मिनस टू हेड वॉल रेसियो (टीएचएआर)' पद्धति से किया जाता है जिसमें यह माना

सारणी 4: AAR, THAR एवं संबंधित तापमान क्षय का प्रयोग करके संतुलन रेखा ऊंचाई का पुनःनिर्माण।

स्थेज	टर्मिनस	हेड	प्रोथ से	AAR	AAR THAR	THAR	THAR औसत	औसत	औसत std	ΔELA तापमान	क्षय(°C)
	(m asl)	(m asl)	दूरी(km)	(0.56)	(0.72)	(0.4)	(0.5)	(0.6)	AAR	THAR	(m asl)
स्थेज I	2831	6400	8.3	4120	3760	4259	4616	4972	3940	4616	4278 478 210 0.96
स्थेज II	3200	6400	4.5	4370	3980	4480	4800	5120	4175	4800	4488 442 224 1.03
स्थेज III	3445	6400	1.7	4700	4300	4627	4923	5218	4500	4923	4711 299 150 0.69
स्थेज IV	3646	6400	1.6	4520	4880	4748	5023	5298	4700	5023	4862 228 124 0.57
स्थेज V	3733	6400	1.5	4790	5020	4800	5067	5333	4905	5067	4986 114 114 0.53
आज के दिन	4000	6400	0	4920	5080	4960	5200	5440	5000	5200	5100 141 N/A N/A

जाता है कि टर्मिनस की ऊँचाई और हिमनद के शीर्ष के बीच किसी स्थिर अनुपात द्वारा हिमनद का अनुमान लगाया जा सकता है। प्रत्येक हिमनदीय चरणों में ईएलए और संचय क्षेत्र अनुपात का मापन किया गया, पहचान की गई और हिमनदीय परिवेश में मानचित्रण किया गया। आगे, अलग-अलग चरणों के लिए टर्मिनस स्थिति, भित्ति शीर्ष एवं वर्तमान प्रोथ स्थिति से दूर का मापन किया गया और अलग-अलग पद्धतियों से संचय क्षेत्र अनुपात की गणना की गई। डोकरियानी हिमनद की छास दर से व्युत्पन्न प्रत्यक्ष तापमान पुनःनिर्माण सहित पुनःनिर्मित संतुलन रेखा ऊँचाई तथा प्रत्येक हिमनदीय चरण के लिए परिमाण से जुड़ी क्षति को सारणी 4 में दिया गया है। संतुलन रेखा ऊँचाई के पुनर्निर्माण हेतु 0.56 और 0.72 का AAR लागू किया गया है तथा त्रुटि कम करने के लिए 0.5 एवं 0.6 THAR मानों का प्रयोग किया गया है और आज के हिमनद के पुनर्निर्माणों की जाँच की गई है। डोकरियानी हिमनद के संहति संतुलन रुझान के पुनर्निर्माण तथा चरण 1 से आज तक हिम संहति की क्षति का भी अध्ययन जारी है।

प्र.क्षे.वि.-5.2

हिमनदित इलाकों में संभाव्य खतरों का मूल्यांकन : इसके कारण और परिणाम

(विक्रम गुप्ता, डी.पी. डोभाल और स्वपनमिता सी. वैदेश्वरन)

गंगोत्री आवाह क्षेत्र, शीतकालीन हिम रेखा के समुद्र तल से लगभग 2200 मी. की ऊँचाई तक नीचे आ जाने के कारण एक अत्यंत हिमनदित इलाका है। 2200 मी. एवं 4000 मी. के बीच घाटी की संरचना असंहत हिमान्य पदार्थों से हुई है और खासकर गर्मियों के दौरान मानसूनी वर्षा के साथ हिम/बर्फ गलन अपने चरम पर होती है, यह चट्टानों के गिरने, मलब प्रवाह एवं बाढ़ जैसे कई जोखिमों का स्रोत है। इसी प्रकार, समुद्र तल से 4000 मी. से अधिक ऊँचाई का क्षेत्र ~10–15 प्रतिशत स्थाई हिमाच्छादन के साथ अत्यधिक हिमाच्छादित होता है एवं घाटी में अनेक हिमनद झीलें विकसित हो जाती हैं। विभिन्न जोखिमों का मूल्यांकन करने के लिए भूस्खलनों, उनके पथ के साथ-साथ विभिन्न व्यापक संचलन गतिविधियों की वस्तु सूची तैयार की गई है। वर्ष के दौरान असफलता की आशंका वाली झीलों की पहचान उपग्रह छवियों की मदद से की गई। यह पाया गया कि कुल 135 झीलों में से केवल पाँच झीलें हिमोढ़ों से सुरक्षित हैं (सारणी 1)। तथापि, आकार में छोटी होने के कारण उनकी जोखिम संभाव्यता सीमित है लेकिन समय के साथ उनके व्यवहारगत बदलाव का मॉनीटरन किया जाना जरुरी है।

प्र.क्षे.वि.-5.3

हिमालयी झरनों का जलभूविज्ञान

(एस. के. बरतरया और एस.के. राय)

टिहरी जलाशय के आसपास किए गए भूजलवैज्ञानिक अध्ययनों से पता चलता है कि भूगर्भ जल मुख्यतः अविवर के

विसंयोजित निकायों में पाया जाता है तथा शैल निर्माणों की द्वितीयक सरंध्रता तथा पारगम्यता के माध्यम से उपलब्ध होता है। अध्ययन क्षेत्र में तीन भूजलवैज्ञानिक इकाइयों को शामिल किया जा सकता है (i) भंग कठोर चट्टानें (ii) नदीय एवं कोल्यूवियन निक्षेप तथा (iii) कार्स्ट अविवर।

भंग-संधि एवं रेखाएं जल अंतःस्पंदन एवं उसके आगे संचलन हेतु सरल नालियों के रूप में कार्य करते हैं। मानसूनी वर्षा इलाके में अविवरों के लिए प्रमुख पुनरावेशन घटना है। अधिकतर झरनों में मानसून वर्षा की फुहार शुरू होने के साथ निस्सरण बढ़ जाता है और मानसून बाद मौसम में इसमें कमी आ जाती है। अध्ययन क्षेत्र में तीन प्रकार के झरनों की प्रमुखता है :

- भंग संधि संबंधी झरने
- कोल्यूवियन झरने एवं रिसाव
- सम्पर्क झरने

विस्तृत अध्ययन के लिए 21 झरनों का चुनाव किया गया। पुराने भूस्खलन निक्षेप सरंध्र एवं पारगम्य होने के कारण अच्छी मात्रा में पानी रोके रखते हैं और अच्छे स्थानीय अविवर सावित होते हैं। झरनों का जलआरेख वर्षा पैटर्न के साथ आवधिक तालमेल दर्शाता है। मानसून महीनों में झरनों से निस्सरण आमतौर पर अधिक होता है और एक शीर्ष मान प्राप्त करता है। कुछ झरने बहुत कम वर्षा के बावजूद मानसून पूर्व महीनों में अच्छा निस्सरण दर्शाते हैं जो अन्तर्निहित निर्माण की उच्च भंडारण प्रकृति का संकेत देता है। झरनों के औसत वार्षिक निस्सरण की तुलना करने पर यह पाया गया है कि भंग संधि संबंधी झरने कोल्यूवियल किरम के झरनों (औसत 10 LPM) की तुलना में अधिक जल पैदा (औसत 17 LPM) करते हैं। भंग संधि संबंधी झरने का औसत निस्सरण 13.8 LPM से 20.51 LPM के बीच जबकि कोल्यूवियल झरना निस्सरण न्यूनतम 1.9 LPM से अधिकतम 18.6 LPM के बीच रहता है।

चार संभाव्य क्षेत्रों को दर्शाता एक भूगर्भजल पूर्वेक्षण मानचित्र तैयार किया गया, (i) उच्च (ii) मध्यम (iii) निम्न एवं (iv) अति निम्न। उच्च संभाव्यता वाले क्षेत्र भागीरथी एवं भिलांगना घाटी में लगभग 1.7 प्रतिशत क्षेत्र समाहित करते हैं। नदी वेदिकाओं की मौजूदगी इस क्षेत्र की विशेषता है जो आमतौर पर जलाशय किनारे के बिल्कुल सन्निकट होती है। इस क्षेत्र में भूगर्भजल पाए जाने की संभाव्यता लगभग 70–120 LPM है। मध्यम संभावना क्षेत्र में दो भूआकृतिक इकाइयाँ हैं जो कछारी प्रसार एवं कोल्यूवियल निक्षेप हैं और क्रमशः 0.3 और 3 प्रतिशत क्षेत्र समाहित करते हैं। कछारी प्रसारों में लगभग 50–70 LPM भूगर्भ जल की संभावना होती है जबकि कोल्यूवियल निक्षेपों से लगभग 20–70 LPM निस्सरण की उम्मीद की जाती है। निम्न संभाव्यता क्षेत्र का गठन अवशिष्ट पहाड़ियों से हुआ है जो अध्ययन क्षेत्र में अधिकतम क्षेत्र (87 प्रतिशत) समाहित करती है। इस क्षेत्र में पुनरावेशन परिस्थितियाँ निम्न हैं और भूगर्भ जल की अनुमानित संभाव्यता

प्र.क्षे.वि.-5: हिमालयी हिमनद : भारतीय मानसून परिवर्तनशीलता तथा गंगा द्राशीलक बदलावों में जलवैज्ञानिक अवधिकारी

लगभग 5–20 LPM है। चौथा क्षेत्र है अति निम्न संभावना क्षेत्र और भूआकृतिक इकाई निरावरणीय पहाड़ियाँ इसकी विशेषता है। यह अध्ययन क्षेत्र का 8 प्रतिशत समाहित करता है तथा पूरे अध्ययन क्षेत्र में छोटे छोटे पॉकेटों में वितरित है। इस क्षेत्र की जल संभावना अति निम्न—लगभग 5–10 LPM है और इसलिए यह भूगर्भ जल दोहन हेतु उपयुक्त नहीं है।

जल रसायनिकी के अध्ययन एवं जलगुणवत्ता की जाँच के लिए झरनों एवं जलाशयों से जल के नमूने लिए गए। अध्ययन क्षेत्र के झरना जल में बायकार्बोनेट की प्रधानता है जिसकी सीमा 14.6 से 372 मिग्रा./लीटर के बीच है। रासायनिक विश्लेषण के परिणाम प्रमुख घनायनों $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$ तथा $\text{HCO}_3 > \text{Cl} > \text{SO}_4 > \text{NO}_3 > \text{Br} > \text{PO}_4$ के क्रमे ऋणायनों की प्रचुरता दर्शाते हैं। जलाशय जल नमूनों की तुलना में भूगर्भ जल में अपेक्षाकृत उच्चतर आयनिक संकेत्रण जल के अक्वीफर पदार्थ के साथ लंबे समय तक संपर्क का संकेत देता है। अध्ययन क्षेत्र में चट्टानों की अपक्षय प्रक्रिया झरना जल में आयनों के प्रमुख स्रोतों के लिए जिम्मेदार है। विश्लेषित किए गए सभी रासायनिक प्राचल BIS (IS 0500:2012) की वांछनीय सीमा के भीतर हैं। झरना नमूनों में कुल कोलीफार्म एवं इकोली भिन्नता क्रमशः <1 से 1011 और <1 से 206 है। झरना जल में कोलीफार्म बैकटीरिया की मौजूदगी मलजल के प्रवेश को दर्शाता है।

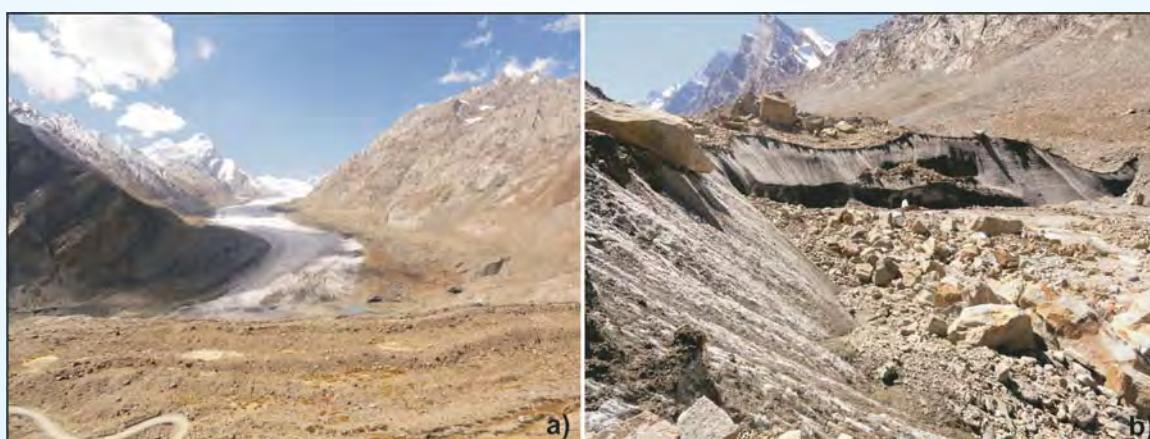
प्र.क्षे.वि.—5.4

पेन्सीलुंगमा एवं दुरुंग—द्रंग हिमनद, लद्दाख, पश्चिम हिमालय, भारत का हिमनद सतह बदलाव एवं उच्चावचन

(मनीष मेहता, अपर्ण शुक्ला और विनीत कुमार)

लद्दाख, पश्चिम हिमालय, भारत के दो हिमनदों नामतः सुरु नदी धाटी में पेन्सीलुंगमा (18 वर्ग किमी.) तथा जंसकार नदी धाटी में दुरुंग—द्रंग का चयन दीर्घावधि हिमनद वैज्ञानिक

अध्ययनों (चित्र 32) हेतु किया गया है। प्रारंभिक अध्ययन उपग्रह डेटा, मानचित्रों एवं जमीन आधारित मापनो पर आधारित है जिनका इस्तेमाल हिमनदों के प्रोथ प्रतिगमन, खाली किए गए क्षेत्र तथा संतुलन रेखा ऊंचाई (इएएलए) में बदलाव प्राप्त करने हेतु किया गया है। इस अध्ययन से पता चला है कि दुरुंग—द्रंग एवं पेन्सीलुंगमा हिमनदों में क्रमशः $15 \pm 1.6 \text{ ma}^{-1}$ एवं $7 \pm 0.6 \text{ ma}^{-1}$ की औसत दर से $\sim 707 \pm 75$ मी. तथा $\sim 336 \pm 36$ मी. प्रतिगमन हुआ। 1966 से 2014 के बीच दुरुंग—द्रंग हिमनद में ~16 प्रतिशत (~14 वर्ग किमी.) की जबकि पेन्सीलुंगमा हिमनद के कुल सतह क्षेत्रफल में ~20 प्रतिशत (~4 वर्ग किमी.) की कमी आई। इसी अवधि में दुरुंग—द्रंग हिमनद का अग्रवर्ती क्षेत्र 0.036 वर्ग किमी. और पेन्सीलुंगमा हिमनद का अग्रवर्ती क्षेत्र 0.14 वर्ग किमी. खाली हुआ। तथापि, 1977 से 1980 के बीच दुरुंग—द्रंग हिमनद के दाएं भाग में 52 ma^{-1} की दर से ~155 मी. की वृद्धि हुई जबकि बांए भाग में केवल 4 मी. का प्रतिगमन हुआ। हिमनद की यह तीव्र वृद्धि एक प्रवाह परिघटना जैसी प्रतीत होती है। इसी प्रकार, 1971 से 1977 के बीच पेन्सीलुंगमा हिमनद में 1.4 ma^{-1} की औसत दर से मात्र 8 मी. का प्रतिगमन हुआ जो धीमा प्रतिगमन अथवा अर्ध—स्थिर दशा दर्शाता है। 1966 से 2014 के बीच दुरुंग—द्रंग हिमनद के लिए अनुमानित ईएलए वृद्धि $\sim 96 \pm 45$ मी. जबकि पेन्सीलुंगमा हिमनद के लिए $\sim 70 \pm 50$ मी. थी। यह अध्ययन यह भी दर्शाता है कि इन घाटियों के हिमनदों का संचय क्षेत्र एवं अपवर्तन क्षेत्र हिमालय के अन्य हिमनदों के मुकाबले छोटा है। दुरुंग—द्रंग एवं पेन्सीलुंगमा हिमनदों का मौजूदा क्षेत्र संचय अनुपात क्रमशः ~ 0.37 और ~ 0.31 है। मौजूदा निष्कर्ष यह दर्शाता है कि इस इलाके के हिमनदों के अपवर्तन तथा संचय क्षेत्रों में भारी कमी आई है। हिमनद की बढ़ी हुई प्रतिगमन दर संभवतः वैश्विक जलवायु परिवर्तन का प्रत्यक्ष परिणाम है। दुरुंग—द्रंग एवं पेन्सीलुंगमा हिमनदों का प्रोथ पर समय क्रमशः 4121 मी. एवं 4674 मी. पर स्थित है।



चित्र 32: दुरुंग—द्रंग एवं पेन्सीलुंगमा हिमनदों के क्षेत्र फोटोग्राफ (ए) दुरुंग—द्रंग हिमनद का विहंगम दृश्य (बी) पेन्सीलुंगमा हिमनद के प्रोथ पर हिमभित्ति।

प्रायोजित शोध-परियोजनाएँ

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा प्रायोजित परियोजनाएँ घुटटू गढ़वाल हिमालय में भूकंप पूर्व संकेत शोध हेतु बहु-प्राचली भूभौतिकी वेधशाला

(नरेश कुमार, गौतम रावत, देवाजीत हजारिका और पी.के.आर.
गौतम)

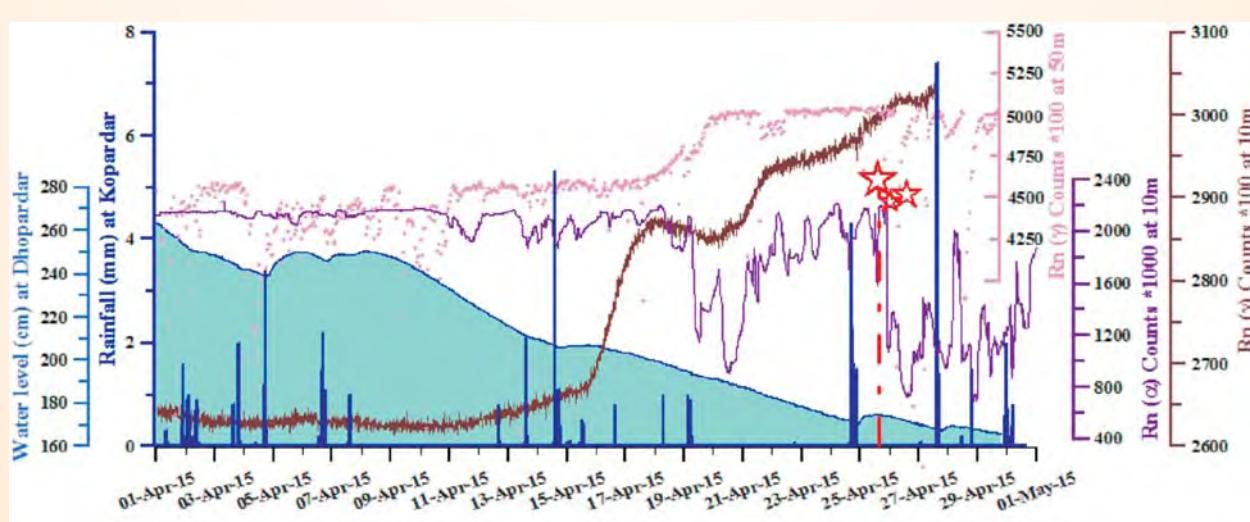
नेपाल हिमालय के मध्य भाग में 25 अप्रैल 2015 को 06:11:26.27 (यूटीसी) बजे एक विनाशकारी भूकंप (तीव्रता 7.8) आया जो पृथ्वी की सतह से 15 किमी. की गहराई पर अवस्थित था। इसने नेपाल एवं आसपास के इलाके को बुरी तरह प्रभावित किया जिसमें जान-माल का भारी नुकसान हुआ। इसके अधिकेंद्र में बाद में भी कई झटके महसूस किए गए। इनमें सबसे प्रबल झटका 7.3 तीव्रता का था जो 12 मई, 2015 को महसूस किया गया। बहुप्राचली भूभौतिकी वेधशाला (एमपीजीओ), घुटटू गढ़वाल हिमालय, इस भूकंप के अधिकेंद्र के पश्चिम में 636 किमी. की दूरी पर है। यह वेधशाला वायुमंडलीय प्रेक्षण सहित रेडान, भूकंपीय, चुंबकीय, गुरुत्व, जीपीएस के एक साथ प्रभावित बहु भूभौतिकीय उपकरणों से सुसज्जित है।

नेपाल भूकंप 2015 के दौरान, रेडान, वर्षा जल एवं भूगर्भ जल का मानीटरन

अपैल 2015 के दौरान रेडान डेटा की सतर्क संवीक्षा से इस प्रबल भूकंप से जुड़े विशिष्ट अनियंत्रित बदलावों का पता चला। भूकंप की उत्पत्ति के पूरी तरह मान्य विस्तार-विसरण मॉडल के आधार पर भूकंप निर्माण एवं उपरिथित अवधि के दौरान पर्फर्टी में रेडान निर्गम में भिन्नता हो सकती है। चित्र 33, अप्रैल 2015 के

दौरान मृदा रेडान, भूगर्भ जल रेडान, वर्षा और जल स्तर की अल्पकालिक भिन्नता दर्शाती है। नेपाल भूकंप के 10 दिन पहले 16 अप्रैल को 06:45 (यूटीसी) बजे मृदा रेडान का संकेद्रण (ब्राउन सॉलिड लाइन) में अचानक वृद्धि शुरू हो गई जो 28 अप्रैल तक जारी रही। प्रारंभ में यह वृद्धि आकस्मिक थी लेकिन 22 अप्रैल के बाद भूकंप पूर्व, भूकंप के समय और भूकंप के बाद 28 अप्रैल तक की अवधि के दौरान इसमें लगातार वृद्धि होती रही (दुर्भाग्यवश, 28 अप्रैल को रेडान प्रोब खराब हो गया और उपकरण की मरम्मत होने तक डेटा में अंतराल है। इस अवधि में, वर्षा एवं भूगर्भ जल स्तरों में बदलाव नगण्य है और इसलिए अल्पावधि के दौरान प्रेक्षित महत्वपूर्ण बदलाव यह दर्शाते हैं कि ये बदलाव व्यापक तौर पर मौसम वैज्ञानिक प्राचल में मामूली बदलाव के साथ भूकंप आने के कारण हैं।

गामा प्रोब के प्रयोग से 50 मीटर की गहराई (गुलाबी बिंदु) में मापित भूगर्भ जल रेडान की ही तरह प्रबल भूकंप पूर्व, अस्थायी बदलाव दर्शाता है। अल्फा प्रोब के प्रयोग से मृदा में रेडान मापन का भी उपयोग किया जाता है जो भूकंप पूर्व, भूकंप के दौरान तथा बाद में (सॉलिड पर्पल लाइन) व्यापक बदलाव दर्शाता है। इसलिए, इन सभी डेटासेटों में अप्रगती बदलाव और बाद में सह एवं पश्च भूकंपीय बदलाव अंकित होते हैं। नेपाल भूकंप के तुरंत बाद रेडान संकेद्रण में अचानक गिरावट आ गई और तब आधार से निचले स्तर में शिपट के साथ भारी घट-बढ़ प्रेक्षित की गई। इन बदलावों को वर्षा, भूगर्भ जल स्तर एवं अन्य मौसम वैज्ञानिक प्रभावों के साथ शायद ही जोड़ा जा सकता है।



चित्र 33: अलग-अलग समय श्रंखलाओं का अनवरत अभिलेख। गामा प्रोब के (गुलाबी बिंदु) माध्यम से गामा प्रोब (ब्राउन सॉलिड लाइन), अल्फा प्रोब (सॉलिड पर्पल लाइन) एवं भूगर्भ जल रेडान का प्रयोग करके मृदा रेडान की भिन्नता। 68 मी. गहरे बोर होल में वर्षा (नीली रेखाएँ) एवं जल स्तर अभिलेख भी दर्शाएँ गए हैं।

नेपाल भूकंप 2015 के दौरान चुंबकीय क्षेत्र बदलावों का मॉनीटरिंग

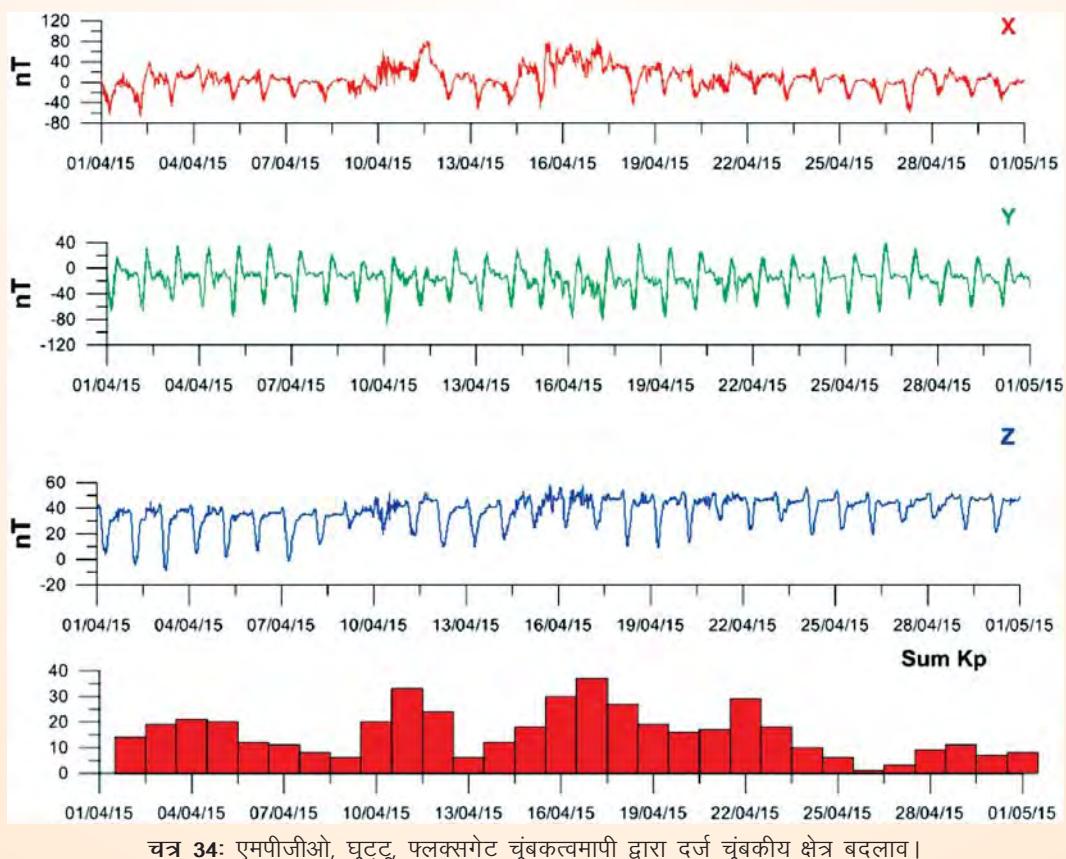
अप्रैल 2015 माह में दर्ज किए गए त्रिघटकी चुंबकीय क्षेत्र बदलावों को चित्र 34 में दर्शाया गया है। चुंबकीय क्षेत्र बदलावों में दैनिक परिवर्तन स्पष्ट रूप से देखे गए। क्षैतिज उत्तर घटक (एक्स-घटक) में 10 से 16 अप्रैल 2015 तक आन्तरायिक उच्च आवृत्ति बदलाव है। इन बदलावों की उच्च आवृत्ति के कारण इन्हें विद्युत गतिविधि से जोड़ा जा सकता है। वर्षों पर, कुल Kp भिन्नता काफी ऊँची है जो सौर आयनमंडलीय धारा प्रणाली के मुख्य योगदान के सूचित करता है। इतना ही नहीं, नेपाल भूकंप का मुख्य शॉक (झटका) वेधशाला से 636 किमी. दूर है।

यह देखने के लिए कि नेपाल भूकंप में कोई विवर्तनिक चुंबकीय लक्षण मौजूद है अथवा नहीं, इस डेटा की आंशिक विमा एवं ध्रुवण अनुपात भिन्नता (चित्र 35) का आगे और विश्लेषण किया गया। चित्र 35 में लाल ऊर्ध्वाधर रेखाओं का निचला आलेख 01 जनवरी, 2015 से 30 अप्रैल, 2015 तक के दैनिक कुल Kp मानों को दर्शाता है। ऊपरी तीन पैनलों में रंगीन आलेख, हर घंटे के मानों से एक दिन के औसत हिंगुची आंशिक विभा को दर्शाता है। जैसा कि यह स्पष्ट रूप से देखा जा सकता है कि दो क्षैतिज घटकों की आंशिक विमा के विकास में अपेक्षाकृत लंबी अवधि लगती है जिसे इसी अवधि के बढ़ते हुए Kp मानों से जोड़ा जा सकता है। चित्र 35 में काली ठोस रेखाएं

(पैमाना बांझ तरफ दिया गया है) शीर्ष से तल तक Z/x, Z/y और Z/H अनुपात दर्शाती है। Z/H ऊर्ध्वाधर से कुल क्षैतिज घटक के ध्रुवण अनुपात को दर्शाता है। ध्रुवण अनुपात निकट स्थल की उपस्थिति को दर्शाता है। पूरे तीन महीनों का ध्रुवण अनुपात 1 से नीचे रहा जो यह संकेत देता है कि इन तीन महीनों में, जहाँ ऊर्ध्वाधर क्षेत्र की क्षैतिज क्षेत्र पर प्रधानता रही है, कोई अवधि नहीं है अर्थात् घुट्टू में निकट चुंबकीय क्षेत्र भिन्नता की अनुपस्थिति देखी गई। इस प्रकार निष्कर्ष यह है कि चुंबकीय क्षेत्र बाधाओं में कोई अग्रगामी लक्षण नहीं है। अप्रैल महीने की आंशिक विमा का अल्पकालिक विकास एवं ध्रुवण अनुपात (चित्र 36) भी नेपाल के अप्रैल 2015 के भूकंप के लिए अग्रगामी (संकेतक) प्रवृत्ति के किसी विवर्तनिक चुंबकीय क्षेत्र का कोई संकेत नहीं प्राप्त होता है।

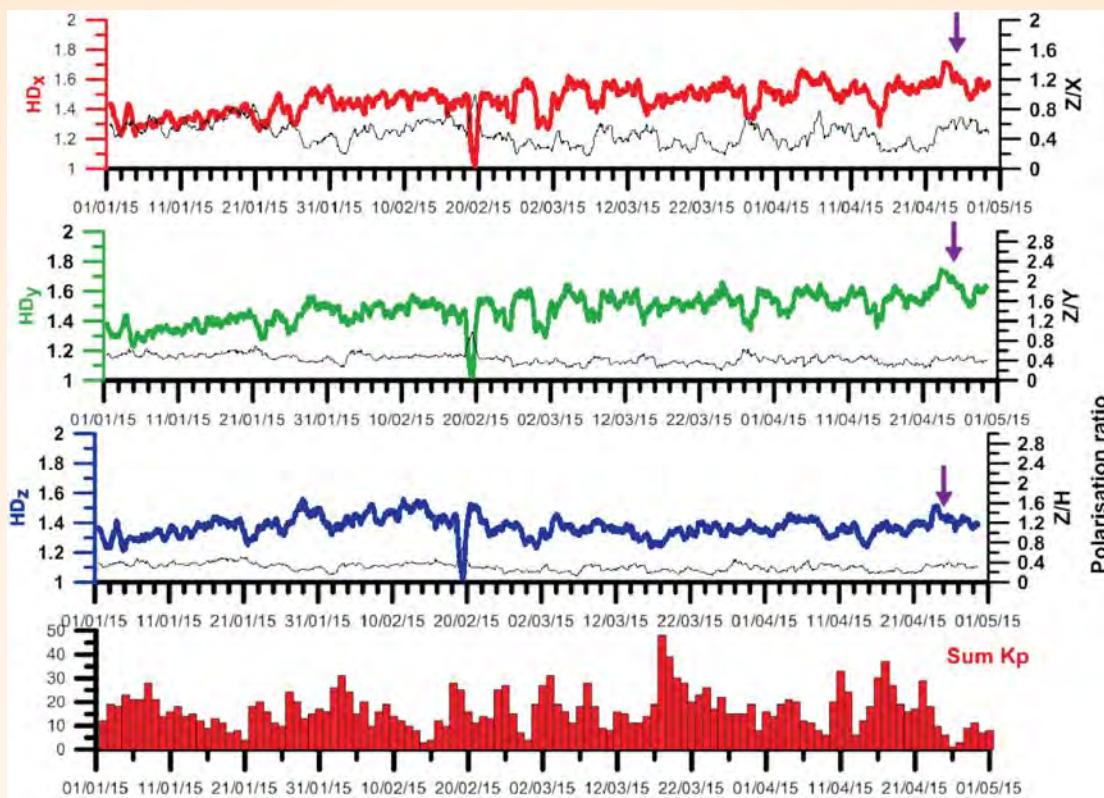
प्रबल स्थानीय भूकंप घटनाओं का मापन

रिपोर्टर्धीन अवधि के दौरान एमपीजीओ, घुट्टू (सारणी 5, चित्र 37) में प्रचालित त्वरण आलेख केंद्र द्वारा 11 प्रबल गति भूकंप दर्ज किए गए। इन 11 भूकंपों में से 8 उत्तराखण्ड एवं हिमाचल प्रदेश के स्थानीय (अधिकेंद्रीय दूरी अधिकांशतः ~200 किमी. के भीतर) भूकंप हैं जबकि 3, नेपाल के 2015 के मुख्य भूकंप (Mw 7.8) तथा उसके बाद के झटके हैं। सभी भूकंपों के शीर्ष स्थल त्वरण मानों (पीजीए) का आकलन किया गया जो 0.31 से ~6.6 मिग्रा. के बीच थे। तीव्रता तथा अधिकेंद्रीय दूरी के साथ पीजीए

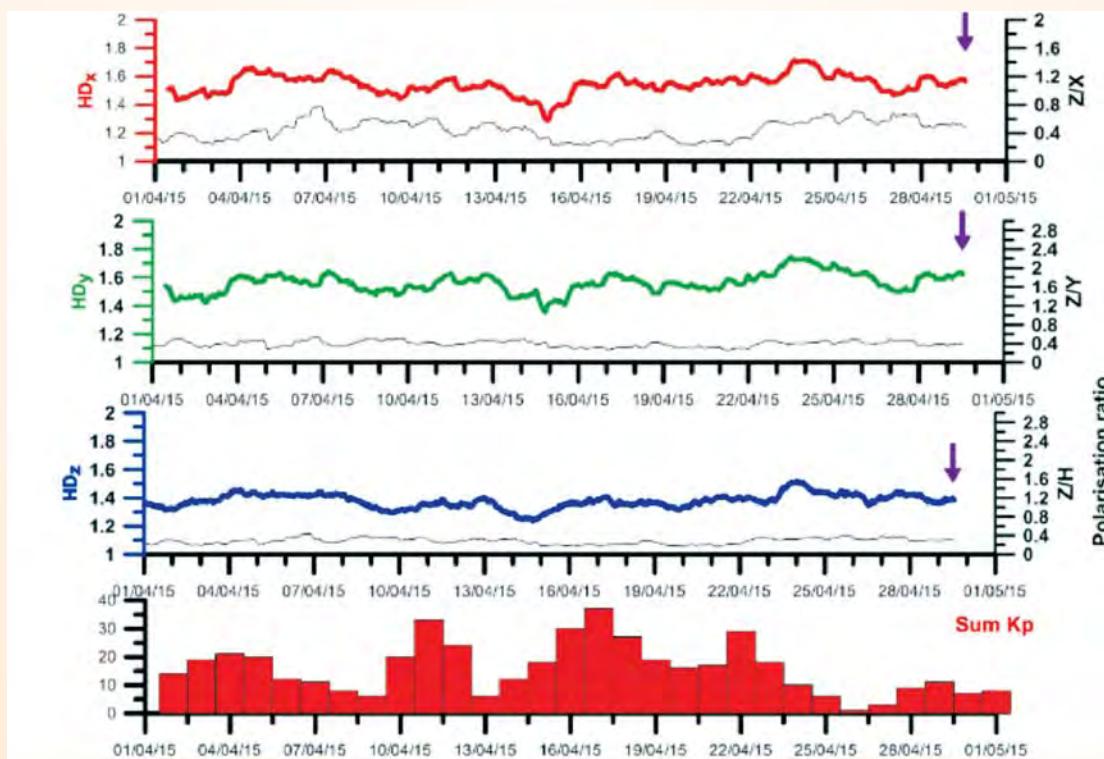


चित्र 34: एमपीजीओ, घुट्टू, फलक्सगेट चुंबकत्वमापी द्वारा दर्ज चुंबकीय क्षेत्र बदलाव।

वार्षिक प्रतिवेदन 2015–16



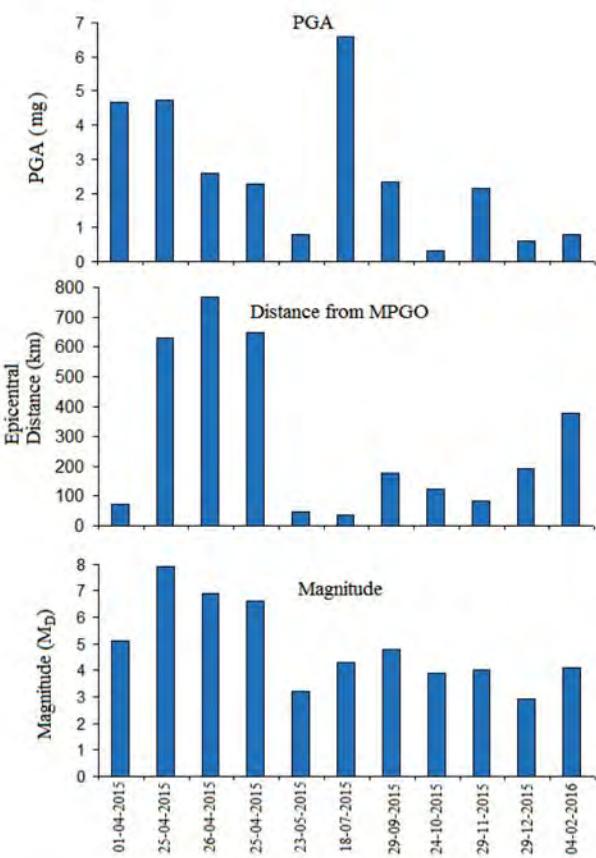
चित्र 35: 1 जनवरी 2015 से 30 अप्रैल 2015 की अवधि का आंशिक विमा का विकास एवं ध्रुवण अनुपात।



चित्र 36: माह अप्रैल 2015 का आंशिक विमा का विकास एवं ध्रुवण अनुपात।

सारणी 5: अधिकेंद्रीय दूरी एवं अनुमानित पीजीए मानों सहित एमपीजीओ घुट्टू के त्वरण आलेख केंद्र द्वारा दर्ज भूकंप के अवकेंद्रीय प्राचल।

DD/MM/YY	IME(UT)	TIME(IST)	अक्षांश	देशांतर	गहराई	परिमाण	दूरी	पीजीए	क्षेत्र
01-04-2015	21:23:54	02:53:54	30.2	79.4	10	5.1	73.184958	4.68	चमोली
25-04-2015	06:11:25	11:41:25	28.1	84.6	10	7.9	629.00936	4.73	नेपाल
26-04-2015	07:09:08	12:39:08	27.6	85.9	10	6.9	768.15628	2.58	नेपाल
25-04-2015	06:45:20	12:15:20	28.1	84.8	10	6.6	646.56553	2.27	नेपाल
23-05-2015	11:53:57	17:23:57	30.4	79.2	10	3.2	46.397143	0.78	चमोली
18-07-2015	23:48:07	05:18:07	30.5	79.1	13	4.3	34.646794	6.6	उत्तराखण्ड
29-09-2015	09:27:17	14:57:17	29.7	80.3	33	4.8	176.15792	2.34	जिला-पिथोरागढ़
24-10-2015	04:35:00	10:05:00	30.3	80	20	3.9	123.50071	0.31	जिला-पिथोरागढ़
29-11-2015	02:47:38	08:17:38	30.6	79.6	10	4	82.707313	2.13	चमोली, उत्तराखण्ड
29-12-2015	15:50:22	21:20:22	32.2	79.3	10	2.9	193.15646	0.59	चमोली, उत्तराखण्ड
04-02-2016	07:10:27	12:40:27	32.7	75.7	10	4.1	375.58234	0.8	हि.प., ज. एवं क. बार्डर क्षेत्र



चित्र 37: अधिकेंद्रीय दूरी के साथ अनुमानित पीजीए मानों के बदलाव तथा 11 भूकंपों की तीव्रता दर्शाता आलेख। भूकंप आने की तारीख को X-धूरी के निचले पैनल में दर्शाया गया है।

मानों में बदलाव का पता लगाने के लिए भूकंपों की तीव्रता तथा अधिकेंद्रीय दूरियों सहित पीजीए मानों को आलेखित किया गया। यद्यपि भूकंप की तीव्रता बढ़ने के साथ पीजीए मानों में भी वृद्धि होती है फिर भी व्यापक रूप से यह अधिकेंद्रीय दूरी पर

निर्भर करता है। इस अवधि के दौरान 4.3 तीव्रता के एक भूकंप का सर्वोच्च पीजीए मान (6.6 मिग्रा.) प्रेक्षित किया गया। यह भूकंप ~34 किमी. की अधिकेंद्रीय दूरी सहित एमपीजीओ घुट्टू से सबसे नजदीक था। इस अवधि के दौरान प्राप्त यह पीजीए मान, पीजीए मानों के जारी केटलॉग के लिए एक इनपुट होगा जिसका अंतिम रूप से उपयोग एमपीजीओ घुट्टू में तथा उसके आसपास पीजीए मान के निर्माण हेतु किया जाएगा।

भूपृष्ठीय विरुपण का जीपीएस मापन

चूंकि एमसीटी के समीप उच्चतर भूकंपनीयता देखी जा रही है, एमपीजीओ की स्थापना ऊंचे हिमालय में एमसीटी के ठीक दक्षिण तरफ की गई है। हम भूकंप अग्रगामी एवं भूपृष्ठीय विरुपण अध्ययन के प्रयोजनार्थ बहु-भूमौतिकीय उपकरणों के साथ सतत प्रेक्षण हेतु जीपीएस केंद्र का प्रचालन कर रहे हैं। एमपीजीओ के आसपास विरुपण पैटर्न के व्यवहार की छानबीन करने के लिए हमने आईटीएफआर 08 संदर्भ ढांचे में जीएएमआइटी सॉफ्टवेयर के नवीनतम वर्जन के साथ जीपीएस केंद्र घुट्टू के पाँच वर्षों के अंकड़े का विश्लेषण किया। इसके परिणाम समय एवं वेग क्षेत्र सहित क्षैतिज एवं ऊर्ध्वाधर विरुपण भिन्नता के रूप में 95 प्रतिशत विश्वसनीय पाए गए। चार स्थानीय नेटवर्कों के अंकड़ों के संसाधन के दौरान हमने आईजीएस जीपीएस केंद्रों का भी अंकड़ा शामिल किया, एलएचएजेड उनमें से एक है। इस अध्ययन में हमने घुट्टू केंद्र 'घट' (जीएचयूटी) के विरुपण का आकलन आईजीएस केंद्र 'एलएचएजेड' से किया। तुलनात्मक विश्लेषण 'घट' एवं एलएचएजेड की बीच क्रमशः ~15 किमी./प्रति वर्ष और ~23 किमी./प्रति वर्ष की दर से अभिसरण का संकेत देता है। इस प्रयास में हमने भूकंप के स्ट्रेन रेडियस के भीतर अथवा बाहर रहने की दोनों स्थितियों में भूकंप के बाद एवं भूकंप के दौरान 'घट' की समय ऋण्खला में असंगत बदलावों की भी जांच की है और आए हुए भूकंप के साथ ऐसे बदलावों के किसी भी संबंध का पता लगाने की कोशिश की। इस प्रयोजनार्थ हमने 4.5 से 5.7

तीव्रता वाले 7 स्थानीय भूकंपों पर विचार किया जिनका चयन डोब्रोवोल्स्की एवं अन्य (1979) द्वारा दिए गए स्ट्रेन रेडियस समीकरण के आधार पर किया गया। इस विश्लेषण में हमने ऐसे महत्वपूर्ण प्राचलों का पता लगाया जो जीपीएस समय ऋण्खला में असंगत व्यवहार के लिए जिम्मेदार हैं।

**पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा प्रायोजित परियोजनाएं
गढ़वाल हिमालय एवं निकटस्थ शिमला के पर्वतीय
इलाके में सक्रिय भ्रंशों का भूकंपनीयता मॉनीटरन एवं
मूल्यांकन**

(अजय पॉल)

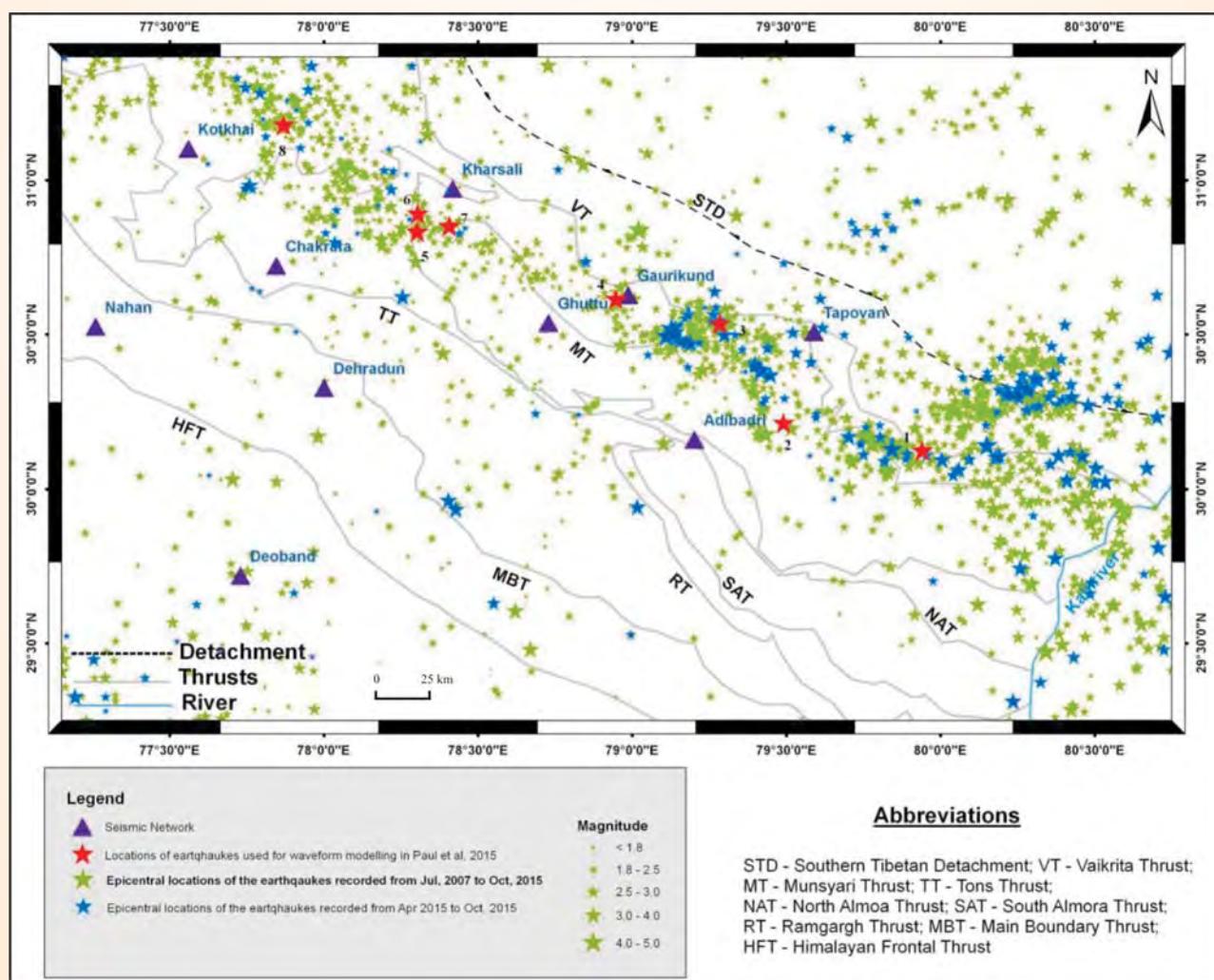
गढ़वाल इलाके का भूकंपनीयता मॉनीटरन

यह परियोजना, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा पूर्व में प्रायोजित “गढ़वाल हिमालय में भूकंपीय संकट अध्ययन हेतु वीएसएटी से

जुड़ा भूकंपीय नेटवर्क^८ नामक परियोजना की जिम्मेदारी संभालती है जिसमें जून/जुलाई 2007 में 9 ब्रॉडबैंड भूकंपआलेखी का एक भूकंपीय नेटवर्क स्थापित किया गया। प्रत्येक केंद्र उच्च गतिकी सीमा (>138 dB) के ट्रिलियम-240 (ब्रॉडबैंड) भूकंपमापी और टॉरस डेटा अर्जन प्रणाली (डीएएस) से सुसज्जित है। सभी केंद्रों से प्राप्त आंकड़ों का विश्लेषण देहरादून स्थित केंद्रीय अभिलेखन केंद्र (सीआरएस) में किया जाता है। उत्तराखण्ड में 5, हिमाचल प्रदेश में 3 और उत्तर प्रदेश में एक सुदूर केंद्र स्थित है (चित्र 38)।

नेटवर्क द्वारा अधिष्ठापन समय अर्थात जुलाई 2007 से कुल 33251 घटनाएं दर्ज की गई हैं। इसमें 5297 स्थानीय घटनाएं, 15698 क्षेत्रीय घटनाएं तथा 12256 दूरभूकंपीय घटनाएं आँकी गई हैं जिसमें स्थानीय (560), क्षेत्रीय (2822) और दूरभूकंपीय (1540) घटनाएं शामिल हैं। सीजॉन सॉफ्टवेयर का प्रयोग करके अवकेंद्रीय प्राचलों का मूल्यांकन किया गया है। अधिकेंद्र

प्रायोजित शोध-परियोजनाएं



चित्र 38: भूकंपीय नेटवर्क द्वारा जुलाई 2007 से अक्टूबर 2015 के बीच क्षेत्र के विवर्तनिक नक्शे पर दर्ज (वाल्डिया 1980 के बाद से संशोधित) भूकंपों की अधिकेंद्रीय अवस्थिति तथा पॉल एवं अन्य, 2015 (सारणी 6 में सूचीबद्ध) में वेबफार्म मॉडलिंग में प्रयुक्त घटनाएं (1 से 8)।

अवस्थिति मानचित्र (चित्र 38) यह दर्शाता है कि भूकंप एमसीटी के दक्षिण में एक संकरे इलाके में आ रहे हैं। इनकी तीव्रता 1.8 से 5.1 के बीच है तथा अधिकतर घटनाएं 25 किमी. की गहराई के भीतर स्थित हैं।

मूर्मेंट टेन्सरों की तीव्रता, भूकंपीय मूर्मेंट एवं इसोला कार्यक्रम का प्रयोग करके आघात, झुकाव एवं अवनमन जैसे स्रोत भ्रंश कार्यविधि की प्राप्ति हेतु मूर्मेंट टेन्सरों का हल निकालने के लिए >4.0 तीव्रता के भूकंपों का प्रयोग किया गया है। परिणाम यह दर्शाते हैं कि >4.0 तीव्रता वाले अधिकतर भूकंपों में प्रणोद प्रक्रिया होती है। परिणाम यह भी दर्शाते हैं कि इस इलाके के भूकंप समूहों की अवस्थिति $10-20^{\circ}$ झुकाव कोण सहित वियोजन में मध्य भूपर्फटीय ढलान संरचना से मेल खाती है जो दक्षिण में भूकंपीय रूप से सक्रिय वियोजन तथा उत्तर में भूकंपीय रूप से स्लिपिंग वियोजन को जोड़ती है (गढ़वाल हिमालय)।

ज्यामितीय विकिरण सिद्धांत तथा ग्रीन्स फंक्शन उपागम का प्रयोग करके आठ भूकंपों (सारणी 6, चित्र 38) के स्रोत भ्रंशों पर स्लिप विषमांगताओं का मूल्यांकन किया गया है। यह पाया गया है कि भूकंप स्रोतों में एक से अधिक खुरदुरेपन होते हैं। भ्रंश सतह के कुल क्षेत्र के मुकाबले स्लिप कारक क्षेत्र छोटा होता है।

गढ़वाल इलाके की ऊपरी भूपर्फटीय एनिसोट्रापी को समझने के लिए गढ़वाल हिमालय के चमोली इलाके के

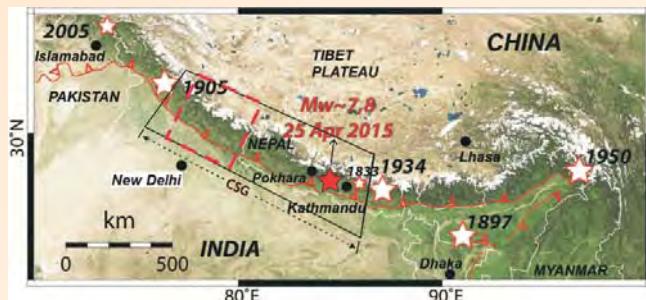
नजदीक नवंबर 2014 से जुलाई 2015 की अवधि में $M_L > 2.2$ की घटनाओं के लिए शीयर वेव स्पिलिटिंग (एसडब्ल्यूएस) मापन भी किए गए हैं। एसडब्ल्यूएस मापनों के विश्लेषण के दौरान विलंब समय (t) में एक महत्वपूर्ण अस्थाई बदलाव देखा गया है जो घुट्टू भूकंपीय केंद्र में 1 अप्रैल 2015 का 21:23:55 बजे (यूटीसी) को चमोली इलाके में $M_L 4.9$ की मध्यम तीव्रता वाले भूकंप से संबंधित है। जीटीयू केंद्र पर एसडब्ल्यूएस मापनों में बदलाव के प्रारंभिक प्रेक्षण भूकंप आने से पहले विलंब समय में वृद्धि दर्शाते हैं और समय के साथ यह धीरे-धीरे घटता जाता है। यह तरीका, मध्यम से बड़े भूकंप आने से पहले क्रैक ज्यामिति तथा इलाके में स्ट्रेस निर्माण में बदलावों के मॉनीटरन में सहायक है।

नेपाल का भूकंप

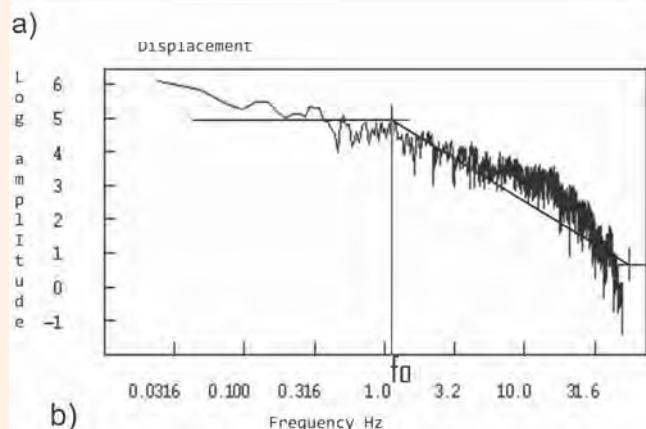
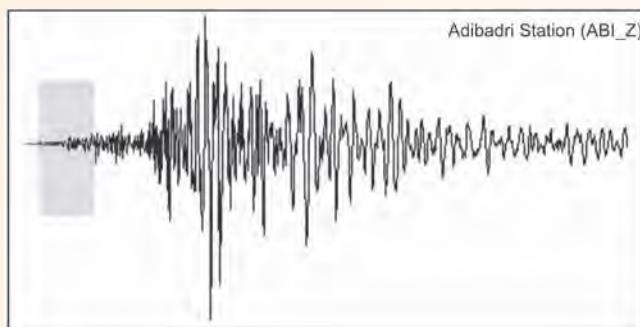
25 अप्रैल 2015 को 7.8 तीव्रता का भारी भूकंप आया। इसका अधिकेंद्र मध्य नेपाल में था (चित्र 39)। मुख्य झटके का अधिकेंद्र राजधानी काठमांडू के नजदीक लामजांग इलाके से लगभग 50 मील दूर था जिससे उत्तरी भारत में भी झटके महसूस किए गए। गढ़वाल रिथिट ब्रॉडबैंड नेटवर्क ने मुख्य झटके एवं (चित्र 40) और अगले दो दिनों में 45 आफ्टरशॉक्स $M > 4.5$ दर्ज किया। इनमें 6.6 और 6.7 तीव्रता के 2 बड़े झटके भी शामिल थे। 12 मई 2015 को $Mw 7.3$ तीव्रता का एक और भूकंप मुख्य झटके के पूर्वी क्षेत्र में आया। इसकी स्रोत प्रक्रिया मुख्य झटके जैसी ही थी। स्रोत प्राचल अध्ययन एवं उसके निहितार्थ पर कार्य शुरू किया गया है।

सारणी 6: वेवफार्म मॉडलिंग से प्राप्त स्रोत भ्रंश का व्यौरा (पॉल एवं अन्य, 2015)।

क्र. भूकंप पैरामीटर	इवेंट 1	इवेंट 2	इवेंट 3	इवेंट 4	इवेंट 5	इवेंट 6	इवेंट 7	इवेंट 8
1 तारीख 10/07/10	22/02/10	2006/11	06/04/13	22/07/07	09/02/12	27/11/12	28/05/10	
2 उत्पत्ति के समय (UTC)	03:16:20	17.23.46	06:27:17	22:29:31	23:02:13	19:17:30	12:15:15	07:25:00
3 अक्षांश (N)	30.213	30.123	30.535	30.615	30.833	30.892	30.852	31.18
4 देशान्तर (E)	79.492	79.942	79.285	78.948	78.304	78.306	78.408	77.871
5 गहराई (km)	4	10	7	15	9	15	15	6
6 RMS	0.3	0.37	0.43	0.22	0.15	0.26	0.35	0.2
7 परिमाण	4.1	4.2	4.9	4.2	4.9	4.5	4.3	4.3
8 फाल्ट प्रकार	थ्रस्ट	सामान्य	स्ट्राइक	थ्रस्ट	थ्रस्ट	सामान्य	थ्रस्ट	थ्रस्ट
9 स्ट्राइक	360	180	179	20	60	180	99	20
10 परिमाण	60	50	62	40	50	20	40	20
11 रैक	90	-90	-11	90	59	-90	90	90
12 स्लिप कोण	85	95	141	91	121	101	81	41
13 औसत स्लिप (सेमी)	18	33	22	20	40	23	14	25
14 अधिकतम स्लिप (सेमी)	175	175	140	165	195	175	175	175
15 चित्र में दिखाये स्टेशन (3&4)	आदिबद्री	आदिबद्री	चक्राता	कोठी	चक्राता	चक्राता	कोठी	चक्राता
16 फाल्ट की लंबाई (किमी)	13	13	11	13	13	13	13	13
17 फाल्ट की चौड़ाई (किमी)	6	11	5	7	9	12.5	9	9
18 $T_{S.P}$ [देखे गए (स.)]	9 से.	10 से.	15 से.	18 से.	6.5 से.	8 से.	13.5 से.	8 से.
19 दूरन	7.5 से.	12 से.	10 से.	17 से.	7 से.	7 से.	13.7 से.	8.3 से.



चित्र 39: नेपाल भूकंप के साथ-साथ 4 बड़े भूकंपों—1897 शिलांग, 1905 कांगड़ा, 1934 विहार—नेपाल सीमा और 1950 असम भूकंप की अधिकेंद्रीय अवस्थिति तथा बड़े भूकंप (1905 और 1934 के बीच) के केंद्रीय भूकंपीय अंतराल का क्षेत्र (सीएसजी) की अवस्थिति। लाल बिंदु वाले बॉक्स नेटवर्क क्षेत्र (सपकोटा एवं अन्य, 2013 के बाद मानचित्र को संशोधित किया गया) दर्शाते हैं।



चित्र 40: भूकंपीय केंद्र, आदिबद्री में दर्ज किया गया 25 अप्रैल, 2015 के 7.8 तीव्रता के नेपाल भूकंप के ऊर्ध्वाधर घटक का वेवफार्म तथा इसका स्पेक्ट्रम।

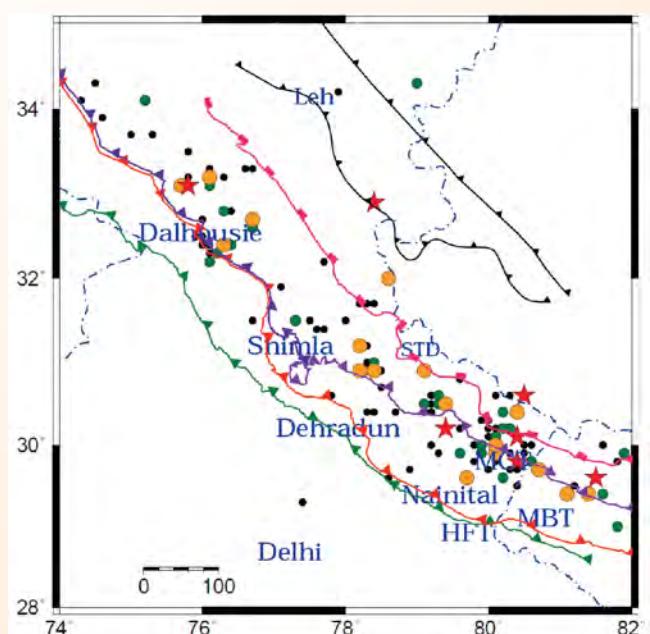
डब्ल्यूआईएचजी-इसरो / आईआईआरएस परियोजना उत्तर पश्चिम हिमालय में भूगतिकी एवं भूकंपनीयता अन्वेषण

(जी. फिलिप, अजय पॉल, एस. राजेश, एन. सुरेश, आर. जयगोंडापेरुमल, डी.के. यादव, नरेश कुमार, देवजीत हजारिका, पी.के.आर. गौतम— वाडिया भूविज्ञान संस्थान, देहरादून और पी.के. चंपति रे और सुरेश कनौजिया—आईआईआरएस, देहरा दून से)

अन्तराल क्षेत्रों में वर्तमान भूकंपनीयता का मॉनीटरिंग

उत्तर पश्चिम हिमालय इलाके की भूकंपीय सूची के संकलन के साथ कार्य शुरू किया गया। 3.0 से अधिक तीव्रता की घटनाओं की उत्तर पश्चिम हिमालय की भूकंपीय सक्रियता आईएमडी की वेबसाइट से प्राप्त की जाती है। 2006–2014 के बीच आने वाले 3.0 से 5.8 तीव्रता (अधिकेंद्र चित्र 41 में दर्शाए गए हैं) के कुल 144 भूकंपों के आंकड़े एकत्र किए गए हैं। इन घटनाओं की अवस्थिति को सुधारने के लिए संबंधित भूकंप के वेवफार्म डेटा का निष्कर्षण गरुणगंगा (चमोली जिला) भूकंपीय केंद्र में शुरू किया गया है। इन घटनाओं का अधिकेंद्र मुख्यतः मुख्य केंद्रीय प्रणोद के इर्द-गिर्द केंद्रित है और अधिकतर अधिकेंद्र इस विवरणिक रेखा के उत्तर में स्थित हैं। ये घटनाएं उच्च हिमालयी भूकंपीय पटटी में संकेंद्रित हैं जहाँ विगत भूकंपनीयता का घनत्व ऊंचा है। कई घटनाओं में मुख्य रूप से गहराई अवस्थिति में भारी त्रुटियाँ हैं और ये जैसे तैसे नियन्त्रित हैं। प्रायः सभी घटनाएं 35 किमी. की फोकल गहराई के साथ ऊपरी भूपृष्ठ पर अवस्थित हैं। आईएमडी की सूची में अधिकतम घटनाओं को 10 किमी. की गहराई पर निर्धारित किया गया है जो डिफॉल्ट गहराई अवस्थिति हो सकती है। इस संस्थान के केंद्रों के नेटवर्क से प्राप्त वेवफार्म डेटा के समावेश से अवस्थितियों में सुधार आएगा। उत्तर पश्चिम हिमालयी इलाके में भूकंप की विगत घटनाएं (सारणी 7) यह संकेत देती है कि यहाँ 6.0 तीव्रता के भूकंप बार-बार आए थे।

वर्ष 1905 में कांगड़ा तथा 1934 के विहार—नेपाल में आए 2 बड़े भूकंपों के बीच के इलाके को और अधिक सटीकता के साथ मॉनीटर करना जरुरी है क्योंकि यह पाया गया है कि इस



चित्र 41: 2006 से 2014 की अवधि की भूकंपीय घटनाओं ($M \geq 3.0$) का वितरण। काले, हरे और नारंगी बिंदु 3.0–4.0, 4.1–4.5, 4.6–5.0 तक की तीव्रता तथा लाल तारक 5.1–6.0 तीव्रता को दर्शाते हैं।

सारणी 7 गढ़वाल और कुमाऊँ इलाके में $M>6.0$ तीव्रता के भूकंप।

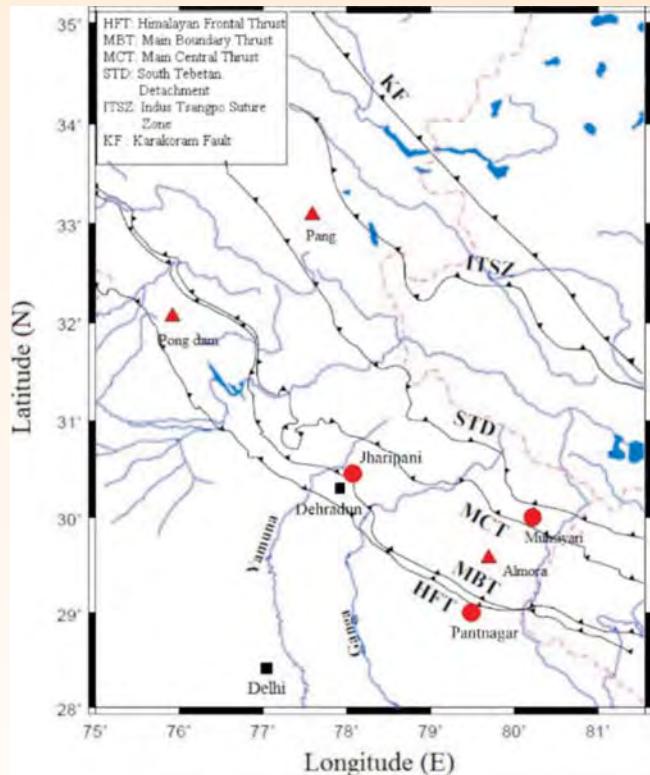
	तारीख	परिमाण	अक्षांश °N	देशांतर °E
सितंबर	1, 1803	8.0	30.3	78.8
मई	26, 1816	6.5	30.9	79.0
जून	6, 1902	6.0	31.0	79.0
जुलाई	27, 1926	6.0	30.4	80.4
अक्टूबर	8, 1927	6.0	30.5	80.5
मार्च	5, 1935	6.0	29.7	80.2
जून	4, 1945	6.5	30.0	80.0
दिसंबर	28, 1958	6.2	29.5	80.0
दिसंबर	31, 1958	6.0	30.1	80.7
सितंबर	26, 1964	6.2	29.6	80.9
जून	27, 1966	6.0	29.6	80.9
अक्टूबर	19, 1991	6.6	30.75	78.86
मार्च	19, 1999	6.8	30.01	79.42

इलाके में भारी स्थितिज ऊर्जा संचित है जो बड़े भूकंप का कारण बन सकती है। 25 अप्रैल 2015 को आए 7.8 तीव्रता के भूकंप के 1934 के बाद के इस अंतराल की कुछ भरपाई कर दी है किंतु अभी भी तथाकथित भूकंपीय अंतराल काफी व्यापक है।

प्रारंभिक विश्लेषण के आधार पर, उत्तर पश्चिम उत्तराखण्ड इलाके की भूकंपनीयता की अवस्थिति सुधारने के लिए अपेक्षित अच्छी दिगंशी व्याप्ति प्राप्त करने हेतु चार नए केंद्रों 7 अल्मोड़ा, मुनिस्यारी, पांग डैम और पांगी (चित्र 42) की योजना और प्रस्ताव है। उत्तर पश्चिम हिमालय में वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान के मौजूदा नेटवर्क को ध्यान में रखते हुए इन अवस्थितियों को चिह्नित किया गया था। भूकंपीय मॉनीटरन क्षमता को आगे और बढ़ाने के लिए वरीयतः दो नई अवस्थितियों (झड़ी पानी और पंतनगर में) की जरूरत है तथा आवश्यकता होने पर दूसरे चरण में एक और अवस्थिति (मुनिस्यारी में) शुरू की जाएगी (चित्र 42)। इन पांचों केंद्रों के अधिष्ठापन से वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान के मौजूदा नेटवर्क के साथ एक अच्छी दिगंश व्याप्ति प्राप्त होगी।

टीईसी का प्रयोग करके विरुपण मॉनीटरन, स्ट्रेन मॉडलिंग तथा भूकंप पूर्व संकेत अध्ययन

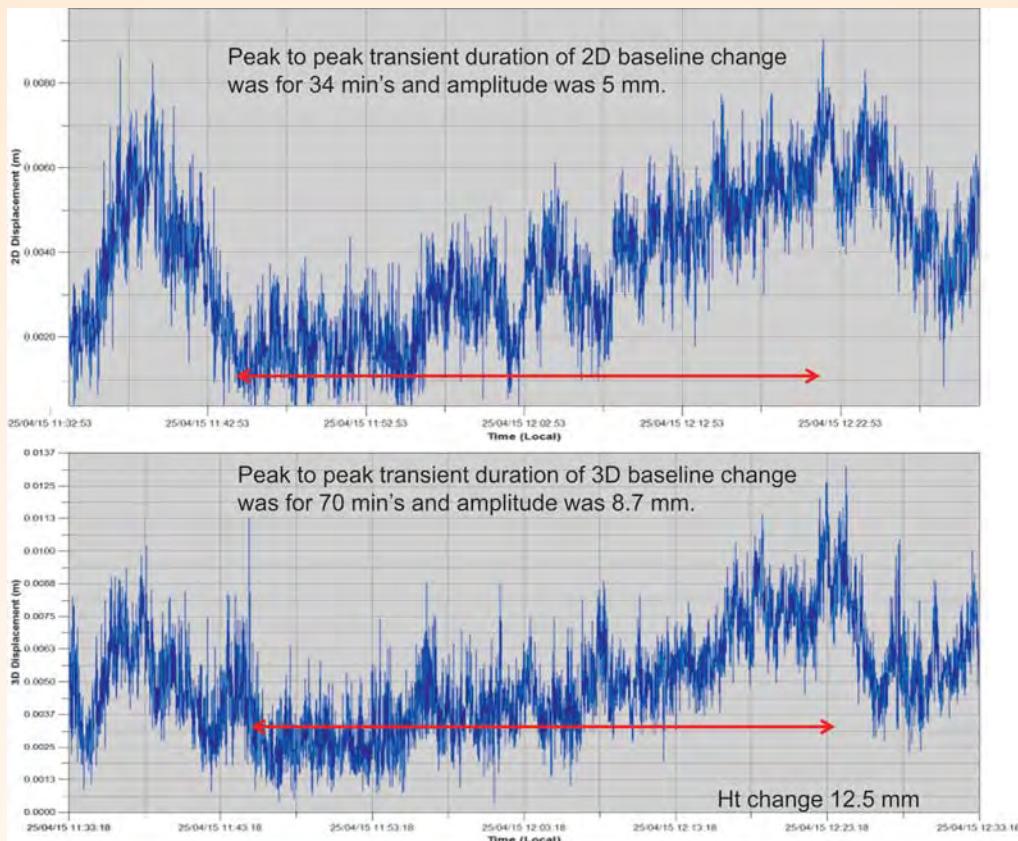
इस कार्यक्रम का एक लक्ष्य भूपृष्ठीय विरुपण मॉनीटरन के लिए एक स्थायी जीएनएस डेटा अर्जन प्रणाली की स्थापना करना था। मसूरी के रास्ते में लगभग 1900 मीटर की ऊंचाई पर झड़ीपानी स्थित ओक ग्रोव स्कूल में एक साइट का चयन मुख्य सीमा प्रणोद (एमबीटी) के उत्तर में मौजूद अंतराल को भरने के इरादे से किया गया है। गंगा विदारण भ्रंश के पूरब में हिमालयी अग्रभाग प्रणोद की जारी शुद्धगतिकी को समझने के लिए पंतनगर स्थित पंतनगर विश्वविद्यालय परिसर में स्थायी जीएनएस प्रणाली स्थापित करने हेतु एक अन्य साइट का चयन किया गया है। डब्ल्यूआईएचजी द्वारा प्राप्त मौजूदा



चित्र 42: पहले चरण (लाल वृत्त) और दूसरे चरण में (त्रिकोण) अधिष्ठापित किए जाने वाले भूकंपीय केंद्रों की अवस्थिति को दर्शाता मानचित्र।

जीपीएस डेटा का विश्लेषण किया गया है। इससे समूचे प्लेट सीमा प्रणोदों में से कुछ अनुप्रस्थों की पहचान में मदद मिली है। प्रमुख प्रेक्षणों में से एक यह था कि प्रणोद प्रणालियों के जीपीएस मापित वेग सदिशों में फ्रंटल एचएफटी से लेकर एमसीटी तक दिगंश संबंधी बदलाव मौजूद हैं। इस प्रकार समग्र रूप से प्रणोद प्रणालियों के साथ ब्लॉक वाइज रोटेशन को समझने के लिए डेटा अर्जन में अच्छी हवाई व्याप्ति जरूरी है। फिर भी, साध्यता पर विचार करके सभी ढांचों में से एकाधिक अनुप्रस्थ लेकर एक नेटवर्क बनाया जा सकता है। आज की तारीख में, गढ़वाल इलाके में एक अनुप्रस्थ (ट्रांसेसेट) प्रस्तावित है।

दिनांक 25 अप्रैल, 2015 के 7.8 तीव्रता वाले गोरखा (नेपाल) भूकंप ने हमें ऐसे बड़े भूकंप की 1 हर्टज की ऊच्च नमूना गति के प्रति जीपीएस अनुक्रिया को समझने का अवसर प्रदान किया। डब्ल्यूआईएचजी, देहरा दून के आंकड़ों का हमारा प्रारंभिक संसाधन किसी रिथर ऑफसेट के बजाए सभी तीनों घटकों में इसकी स्थिति में अस्थायी ऑफसेट दर्शाता है। नेपाल गोरखा भूकंप के समय के दौरान एक एंटिना जोड़े के बीच द्विआयामी बेसलाइन बदलाव 5 मिमी। अस्थाई ऑफसेट दर्शाता है जो लगभग 34 मिनट तक रहा (चित्र 43)। एंटिना जोड़े के बीच कोई स्थायी ऑफसेट नहीं था क्योंकि यह केंद्र गोरखा भूकंप के अधिकेंद्र से लगभग 90 किमी दूर है। दूरी के अलावा,



चित्र 43: देहरा दून में प्रेक्षित द्विआयामी और त्रिआयामी अस्थायी विस्थापन असंगतियां दर्शाती हैं जिसके बाद 25 अप्रैल का 7.8 तीव्रता का गोरखा भूकंप आया।

थ्रैश दरार की दिशा भी, किसी पर्याप्त स्थायी ऑफसेट प्राप्त करने के लिए महत्वपूर्ण है। दरार की दिशा मध्य नेपाल के लामजुङ जिले में अधिकेंद्रीय अवस्थिति से लगभग 160 कि.मी. की लम्बाई पर दक्षिण पूर्व की ओर थी। लगभग 8.7 कि.मी. का स्थायी त्रिआयामी बेसलाइन लम्बाई बदलाव, जो 1 घंटे से अधिक समय तक रहा (चित्र 43)।

अग्रगामी शोध के प्रयोजनार्थ, टीईसी असंगतियों को समझना हमारा एक लक्ष्य था। हमने इस इलाके में पूर्व में आए कुछ महत्वपूर्ण भूकंपों की पहचान की ओर पाया कि शूच्य के नजदीक अथवा अत्यंत क्षीण टीईसी पूर्व संकेत प्राप्त करने के बजाए सामान्यतया, दैनिक संकेत भिन्नता महत्वपूर्ण है। एक सैद्धांतिक अध्ययन के आधार पर यह पाया गया कि केवल जीपीएस 'एल' बैंड संकेतों का प्रयोग करके भूकंप-पूर्व, भूकंपसह एवं भूकंप पश्च परिदृश्य के प्रति अयनमंडलीय अनुक्रिया की पहचान नहीं की जा सकती। चूंकि 'एल' बैंड अयनमंडलीय परतों में केवल 30 टीईसीयू तक का ही नमूना ले सकता है जबकि केयू अथवा केए बैंड के साथ ऐसा नहीं है। सामान्यतया तुगतामापी मिशन ऐसे बैंडों का प्रयोग करते हैं इसलिए अस्पष्ट अग्रगामी संकेत प्राप्त करने के लिए जीपीएस 'एल' बैंड संकेत के आगे-पीछे ऐसे मिशन डेटा की तलाश की जरुरत है।

उच्च विभेदन ईओ डेटा का प्रयोग करके सक्रिय भ्रंश मानवित्रण तथा भूभौतिकीय अन्वेषण

इस घटक का मुख्य उद्देश्य उत्तराखण्ड एवं हिमाचल प्रदेश की भौगोलिक सीमाओं के भीतर एचएफटी और एमसीटी के बीच उत्तर पश्चिम हिमालय में सक्रिय भ्रशों तथा पुराभूकंप दरारों का मानवित्रण करना है। यह आवश्यक रूप से भूकंपपूर्व संकेतों को समझने तथा अध्ययन क्षेत्र में भूकंपीय संकट मूल्यांकन के लिए है। विवर्तनिक रूप से सक्रिय हिमालय में भूकंपीय संकट का मूल्यांकन अत्यंत महत्वपूर्ण है। क्योंकि भूकंप, हिमालय की इस विशाल पर्वत प्रणाली में रहने वाले लोगों की सुरक्षा को लगातार खतरा पैदा करते हैं। अब यह व्यापक रूप से स्वीकार किया जाता है कि 80 प्रतिशत से अधिक भूकंप, सक्रिय भ्रशों के कारण आते हैं। इसे ध्यान में रखते हुए, इस अध्ययन में हमने पूर्व शोधकर्ताओं द्वारा पहचानी गई कुछ भ्रंश प्रणालियों के मानवित्रण हेतु दून घाटी का चयन किया है।

भाऊवाला भ्रंश जो कि मुख्य दून घाटी के मध्य भाग में एक पूर्व-पश्चिम भ्रंश है, के अस्तित्व को समझने के लिए ग्राउंड पेनीट्रेटिंग राडारों का प्रयोग किया गया है। अवक्रमित कगार के चित्रण में स्थल साक्ष्य बहुत ही स्पष्ट हैं। इन भ्रंश प्रणालियों को



चित्र 44: उत्तर पश्चिम दून घाटी की गूगल अर्थ छवि जिसमें सक्रिय भ्रंशों एवं भूभौतिकीय सर्वेक्षण की अवस्थितियों को दर्शाया गया है।

मुख्य दूर प्रसार (फैन) में विस्तारित करने के लिए भी प्रयास किए गए हैं। तथापि, कृषीय व्यवहारों में गहन बदलावों ने दोनों तरफ भ्रंशों के अंतर्वेशन के दायरे को सीमित कर दिया है। 50 और 100 मेगाहर्टज के एंटिना में उपस्तही विशेषताएं दर्शाई हैं तथापि उन्हें भाऊवाला के एक्सप्रेशन को अलग से चित्रित करने में कम ही उपयोगी पाया गया है।

उपग्रह छवियों में भाऊवाला भ्रंश के समानान्तर बरवा में एक अन्य भ्रंश प्रणाली की पहचान की गई है (चित्र 44)। अभी तक इस भ्रंश प्रणाली के अस्तित्व पर कोई विस्तृत अध्ययन नहीं किया गया है। इसलिए उत्तर पश्चिम दून घाटी में ऐसी भ्रंश प्रणाली के अस्तित्व के सत्यापन के लिए जीपीआर तैनात किया गया। सर्वेक्षण दर्शाता है कि वहाँ लिथोयूनिटों का उपस्तह विस्थापन मौजूद है जो भ्रंश के अस्तित्व का संकेत देता है। हम इसकी अभिवृत्ति एवं अस्तित्व की पुष्टि करने के लिए उपयुक्त खाई अवस्थितियों एवं उत्खननों की पहचान के अलावा वैद्युत प्रतिरोधकता जैसे पूरक भूभौतिकीय तरीके अपनाने की योजना बना रहे हैं।

प्रबल आधात विसर्पण घटक युक्त भरली भ्रंश प्रणाली एक अन्य सक्रिय भ्रंश है जो उत्तर पश्चिम-दक्षिण पूर्व अभिमुखी एमबीटी को अलग करता है। इसलिए इस नई भ्रंश प्रणाली ने प्री-टर्शियरी लिथोयूनिटों को विशिष्ट शटर रिंजों एवं अवनमन तालाबों से प्रकट भरली में विस्थापित कर दिया है। ऐसा माना जाता है कि यह भ्रंश प्रणाली चाँदपुर फाइलाइट (प्री-टर्शियरी) को विस्थापित कर रही है और भ्रंश की वर्तमान अवस्थिति स्खलित सामग्री की मोटी परत से ढंक गया है जो प्री-टर्शियरी के दक्षिणी ढलानों से संबंधित है। यद्यपि जीपीआर की स्थल अपेक्षाएं संतोषजनक नहीं हैं, हमने भ्रंश प्रणाली साबित करने के लिए प्रारंभिक सर्वेक्षण किया है।

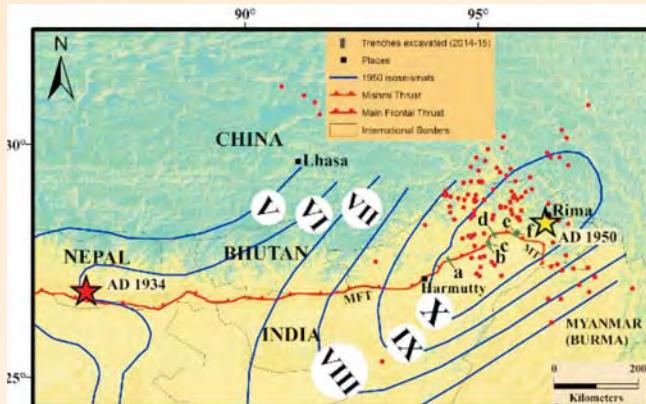
उपस्तह के अश्मवैज्ञानिक वितरण को समझने के लिए वैद्युत प्रतिरोधकता सर्वेक्षण भी किए गए हैं। इलेक्ट्रोड पोल-डायपोल, डायपोल-डायपोल तथा इलैक्ट्रोड के लंबरगर एवं वेनर व्यवस्था की विभिन्न सरणियाँ क्षेत्र में लगाई गई हैं। अश्मवैज्ञानिक इकाइयों का उनकी वैद्युत प्रतिरोधकता के आधार पर चित्रण किया जा सकता है। तथापि, भ्रंश का कोई स्पष्ट प्रकटीकरण नहीं था जिसे भाऊवाला भ्रंश प्रोफाइल में चित्रित किया जाता। यह अध्ययन जारी है और ऐसी योजना है कि आने वाले दिनों में भूवैज्ञानिक एवं भूभौतिकीय तकनीकों को प्रयोग करके सक्रिय भ्रंशों की इन्वेंट्री बनाई जाए जिसे, जहाँ भी खाई उत्खनन सर्वेक्षण संभव हो, संपूरित भी किया जाएगा।

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा प्रायोजित परियोजना

भारत के हिमालयी अगवर्ती प्रणोद के साथ चतुर्थयुगीन लैंडफार्म विकास: महाद्वीपीय अभिसारी प्लेट सीमा के साथ तनाव अवमुक्ति पैटर्न की जानकारी

(आर. जयगांडाप्रेमल और प्रदीप श्रीवास्तव)

हिमालयी भूकंप के पुराभूकंपीय इतिहास एवं पुनरावृत्ति अंतराल को समझने तथा दीर्घावधि अपलिफ्ट दर के निर्धारण के लिए दो महीने का क्षेत्र कार्य किया गया। अरुणांचल हिमालय के पासी घाट, निगलोक और हेमी बस्ती खाइयों से चार फोटो-मोजेक लाग्स (चित्र 45)। इन खाइयों से लगभग 48 चारकोल नमूनों का काल निर्धारण किया गया। विस्थापित स्तरित शैल वैज्ञानिक इकाइयों के साथ-साथ रेडियो कार्बन अवस्था 17वीं एवं 20वीं सदी में बड़े भूकंपों के आने का संकेत देती हैं। तथापि बाद की घटनाओं के परिणाम ¹³⁷Cs फॉलआउट आइसोटोप, एलओआई, ग्रेन आकार विश्लेषण के प्रयोग से बाधित हो रहे हैं और जिसका कार्य प्रगति पर है।



चित्र 45: एडी 1950 असम भूकंप का सम्भूकंपीय मानचित्र जिसमें खाई की अवस्थिति के साथ-साथ बाद में आए झटकों को (लाल बिंदु) तथा 'एफ' के माध्यम से 'ए' वर्ष के साथ हरी-काली ठोस रेखाओं में दर्शाया गया है (ए, हरी बरसी; बी-सी, निगलोक टी1 एवं टी2; डी, पासी घाट; ई-एफ, रोइंग पाक्र खाई)। इस खाई को पहले वर्ष के दौरान प्रिसेट परियोजना में खोदा गया। टिप्पणी : हमारी सभी खाइयों की अवस्थिति एडी 1950 असम भूकंप के अधिकतम क्षतिग्रस्त इलाके में पड़ती है। एमएफटी, मुख्य अग्रभाग प्रणोद या एचएफटी, हिमालयी अग्रवर्ती प्रणोद।

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय परियोजना

पंजाब उप-हिमालय में रावी नदी निर्गम क्षेत्र के आसपास सुरीन मस्तगढ़ अपनत एवं संबद्ध संरचनाओं की नवसक्रिय विवर्तनिकी : कश्मीर भूकंपीय अंतराल इलाके की भूकंप विवर्तनिकी के लिए निहितार्थ

(आर. जयगांडापेरुमल, वी.सी. ठाकुर और एन. सुरेश)

अध्ययन क्षेत्र एवं निकटस्थ क्षेत्रों के प्रकाशित मानचित्रों को अंकीय फार्मेट में संकलित किया गया। अलग-अलग छवियों (30 डीईएम कार्टोरेट इमेजरी आदि) छवियों का प्रयोग करके हमने रावी और चक्की घाटियों में सक्रिय भ्रंशों के साथ-साथ विच्छेदित वेदिकाओं/प्रसारों/सतहों तथा सक्रिय भ्रंश कगारों का मानचित्रण किया। मई और जून 2015 के महीनों में क्षेत्र कार्य किया गया जिसमें संरचनात्मक डेटा एवं अश्ववैज्ञानिक सीमा का क्रमबद्ध रूप से मानचित्रण किया गया। जहाँ भी वेदिकाएं पाई गई उनका मानचित्रण उच्च विभेदन सर्वेक्षण उपकरणों का प्रयोग करके किया गया ताकि यह पता लगाया जा सके कि भूआकृतिक सतहों अंतर्निहित ढलवां आधार शैलों के अनुरूप हैं अथवा नहीं। विच्छेदित अथवा परित्यक्त वेदिका सतहों के शीर्ष पर गड़ा बनाकर रावी और चक्की खाद नदी घाटी अनुभागों से ओएसएल नमूने एकत्र किए गए। एसएमए से जुड़े रॉक स्ट्रेन अथवा बल्क स्ट्रेन को समझने के लिए एंटीक्लाइन के शुद्धगतिक इतिहास का अनुमान करने हेतु चुंबकीय फैब्रिक अध्ययन के लिए अभिमुखी ब्लॉक नमूने एकत्र किए गए। एंटीक्लाइन के फोरलिंब, हिंग एवं बैक लिंब से एमएस नमूने एकत्र किए गए। चूंकि उपग्रह डेटा में

एंटीक्लाइन के अग्रभाग इलाके में कोई कगार नहीं पाई गई, इलाके में कगारों की तलाश में इस क्षेत्र की कड़ाई से जांच की गई। व्यास नदी के पूर्व में हमारे प्रारंभिक क्षेत्र अध्ययन से पता चलता है कि एमएफटी, एचएफटी से लगे अन्य खंड के प्रतिकूल आपातकालिक नहीं हैं।

परियोजना

सरल / आल्टिका अल्टीमीटर से उच्च विभेदन भूआभ / गुरुत्व के माध्यम से भारतीय प्लेट का भूगतिकीय विकास

(एस. राजेश और टी.जे. मजूमदार, एसएसी/इसरो)

यह परियोजना पूरी हो चुकी है तथा इस आशय की रिपोर्ट परियोजना निदेशक, प्रमुख, एएसडी / एओएसजी / ईपीएसए / एसएसी को प्रस्तुत की गई है। जीडीआर संसाधित करने के बाद उच्च विभेदन डेटा प्राप्त किया गया है। तथापि, पथ के आर-पार का विभेदन कम था तथा उसे जेसान-3 जैसे अन्य फालो-ऑन मिशन के साथ एकीकृत करने की जरूरत है। भविष्य में, अन्य विदेशी मिशनों के साथ-साथ सरल (एसएआरएएल) को और अधिक साइकिल जीडीआर डेटा सहित इस तरह आमंत्रित करने के लिए नई परियोजना प्रस्तुत की जाएगी ताकि विभंजन (फ्रैक्चर) क्षेत्र मानचित्रण आदि के लिए उच्च विभेदन भूगतिकी अध्ययनों हेतु अन्तर-पथ घनत्व बढ़ाया जा सके। नई परियोजना में उच्च नमूना दर डेटा के साथ संसाधन भी शुरू किया जाएगा। इस वेवफार्म के लिए आंकड़ा संसाधन पद्धति पर विचार किया जाएगा।

भारत—नार्वे सहयोगात्मक परियोजना

भारतीय उपमहाद्वीप पर भूकंप संकट एवं जोखिम न्यूनीकरण—भूकंप सुरक्षित पर्यावरण की ओर

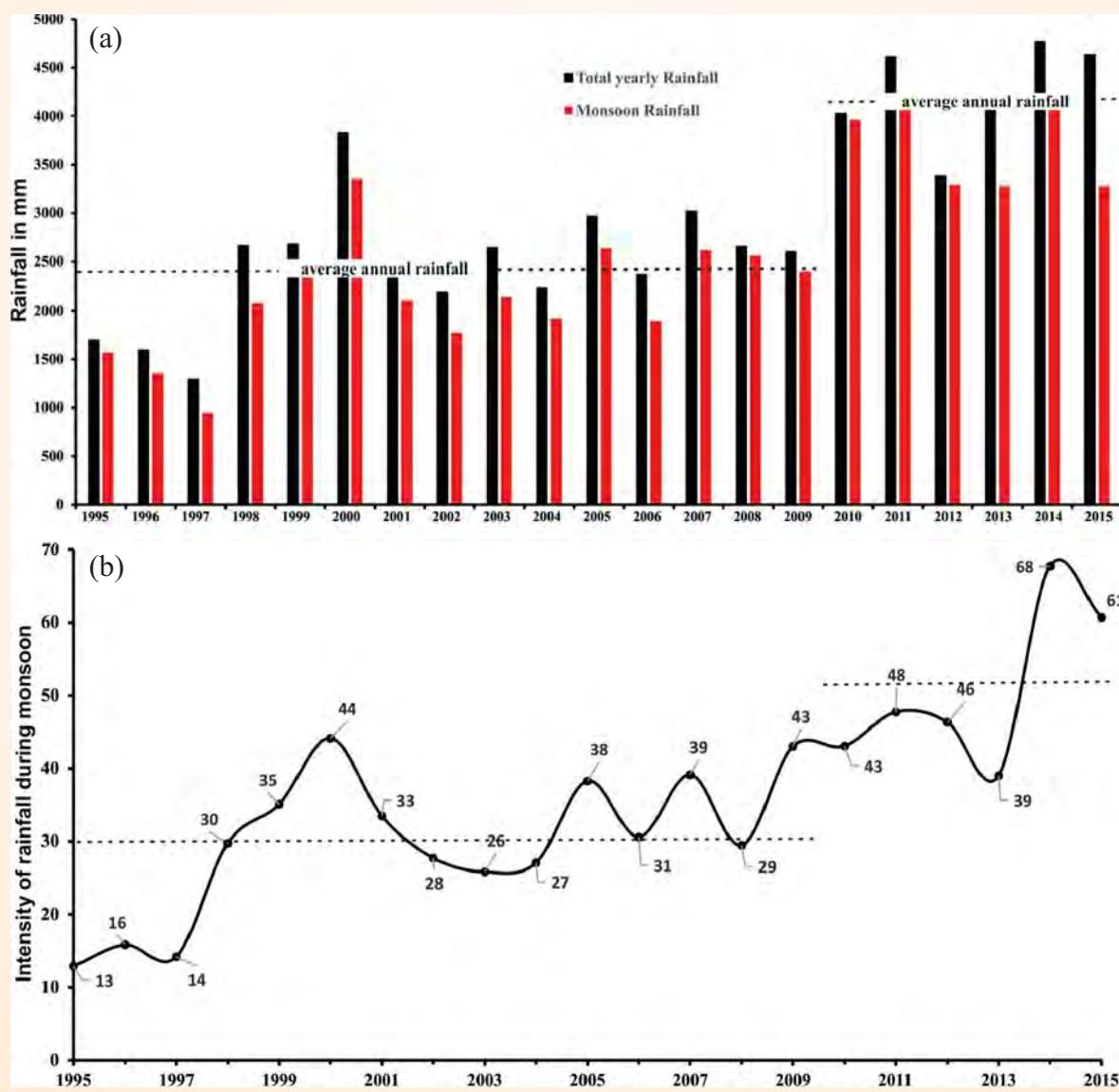
(विक्रम गुप्ता)

यह एक संयुक्त सहयोगात्मक परियोजना है जिसमें नोरसर, नार्वे एवं एनजीआई नार्वे, भूटान भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण, आईआईटी, रुड़की, सी-मैक्स बंगलौर, असम इंजीनियरी कॉलेज, गोहाटी तथा वाडिया हिमालय भूवैज्ञान संस्थान, देहरादून जैसी संस्थाएं शामिल हैं। इस परियोजना के अंतर्गत वाडिया हिमालय भूवैज्ञान संस्थान ने पर्वतीय क्षेत्रों, खासकर मसूरी और नैनीताल (उत्तराखण्ड) नगर क्षेत्र में भूकंप जोखिम एवं क्षति मूल्यांकन के साथ-साथ कांगड़ा और चंबा (हिमाचल प्रदेश) के बीच भूकंपीय संकट संभाव्यता के अध्ययन की योजना बनाई थी।

वर्ष के दौरान 2015 में नैनीताल नगर क्षेत्र की शेर-का-डंडा पहाड़ी पर हुए भू-स्खलनों का अध्ययन किया गया और साथ ही मसूरी नगर क्षेत्र का भूस्खलन प्रवणता मानचित्र भी तैयार किया गया। अध्ययन में शामिल भूस्खलन



चित्र 46: ए और बी एवरेस्ट होटल और इंडिया होटल के बीच संकरे गलियारे के बीच से ढलान का बहकर मालरोड पर जमा हो गए मलबे को दर्शा रही हैं।



चित्र 47: (ए) 1995–2015 के दौरान नैनीताल नगर क्षेत्र की कुल वार्षिक वर्षा तथा मानसून मौसम (जून–सितम्बर) के दौरान वर्षा, (बी) 1995–2015 के दौरान मानसून अवधि में वर्षा की गहनता (कुल वर्षा / बारिश के दिनों की संख्या)।

मलबे का प्रवाह है जो 5 जुलाई 2015 को भारी वर्षा के बाद शाम 3 से 7 बजे के बीच शेर-का-डंडा पहाड़ी के दक्षिण पश्चिमी ढलान पर घटित हुआ। इस भूस्खलन से बिरला विद्या मंदिर विद्यालय को कस्बे की माल रोड से जोड़ने वाला संकरा संपर्क मार्ग क्षतिग्रस्त हो गया था। भारी बारिश के कारण बेडरॉक पर जमा मलबे का ढेर बह गया और बेडरॉक अनावृत हो गया। ढलान का मलबा बहकर झील की ओर आ गया। चूंकि पहाड़ी से बहकर आने वाले पानी के बहने के लिए समुचित ड्रेनेज नहीं है और ढलान के निचले हिस्से में व्यापारिक गतिविधियाँ होती हैं, मलबा एवरेस्ट होटल और इंडिया होटल नामक दो इमारतों के बीच लगभग 2 मीटर चौड़े संकरे गलियारे से होकर बहता है और माल रोड पर जमा हो जाता है (चित्र 46ए-बी)। ऐसा अनुमान लगाया गया है कि लगभग 1,500 घनमीटर मलबा सड़क पर जमा हुआ है और इसका कुछ हिस्सा झील में चला गया है। वर्षा का आंकड़ा यह संकेत देता है कि वर्ष 2015 में 1995–2015 के दौरान दूसरी सबसे भारी बारिश दर्ज की गई है (4,641 मिमी.) जिसका 71 प्रतिशत मानसून मौसम के दौरान हुआ है (आकृति 47)। यद्यपि भूस्खलन वाले दिन केवल 5 मिमी. वर्षा दर्ज की गई थी लेकिन पिछले दिनों 1–4 जुलाई, के दौरान 416 मिमी. वर्षा हुई थी जिसमें से 300 मिमी. वर्षा 01 जुलाई 2015 को हुई थी। इस प्रकार सभी ढलानें संतुप्त हो चुकी थीं।

यह देखा गया है कि शहरी क्षेत्र में वर्षा के पैटर्न में, खासकर 2009 के बाद काफी बदलाव आया है (चित्र 47)। औसत वार्षिक वर्षा, मानसून के दौरान अर्थात् प्रतिवर्ष जून–सितम्बर के दौरान औसत वर्ष तथा मानसून के दौरान वर्षा की तीव्रता में 2010–2015 cf. 1995–2009 के दौरान 73 प्रतिशत गुणक के साथ वृद्धि हुई है। इसका क्षेत्र में ढलान स्थिरता पर भारी प्रभाव पड़ता है क्योंकि जो ढलानें किसी खास कोण पर स्थित होती हैं, क्षेत्र में लंबे समय तक व्याप्त किसी विशिष्ट जलवायु परिस्थिति में स्थानान्तरित हो जाती है और अब एक नए जलवायीय परिवेश में अपने को समायोजित करने के लिए संचलन कर रही है। ऐसी उम्मीद है कि बढ़ी हुई बारिश के पैटर्न, ढलानों द्वारा स्थिरता का कोण प्राप्त करने तक क्षेत्र में भूस्खलन की ओर अधिक घटनाएँ होंगी।

मसूरी नगर क्षेत्र का भी भूस्खलन प्रवणता मानचित्र तैयार किया गया है जिसमें आवृत्ति अनुपात और साक्ष्य मॉडलिंग पद्धतियों को एकीकृत किया गया है। इसके लिए उच्च विभेदन उपग्रह डेटा का प्रयोग करके 10 विष्यक मानचित्र / उद्भवन कारण मानचित्र तैयार किए गए तथा प्रत्येक उद्भवन कारक के साक्ष्य भार के अंतर्गत द्विसंयोजी सांख्यिकीय उपागम लागू किया गया। सभी मानचित्र आक्र जीआईएस में तैयार किए गए। यह देखा गया है कि क्षेत्र वेदिका निक्षेपों, पुराने भूस्खलन निक्षेपों एवं सड़क के कटानों के साथ भूस्खलनों की आशंका अधिक है।

विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग परियोजना

हिमनद विज्ञान केंद्र

(अनिल के. गुप्ता, डी.पी. डोभाल, इंदिरा काराकोटी, राकेश भांबरी, अमित कुमार, अक्षय वर्मा, रीत कमल तिवारी, आर.एस. अहलवालिया, समीर तिवारी और निलेन्दु सिंह)

हिमनद विज्ञान केंद्र, जलवायु परिवर्तन के मुकाबले हिमनद स्वास्थ्य एवं गतिक प्रक्रिया में बदलावों का मूल्यांकन करने तथा उन्हें समझने के लिए हिमालय में दीर्घावधि हिमनद मॉनीटरन नेटवर्क को सुदृढ़ करने तत्परता से संलग्न है। वर्तमान में उत्तराखण्ड के ऊपरी गंगा आवाह क्षेत्र में 4 हिमनदों नामतः डोकरियानी, चोड़ाबारी, दूनागिरि एवं गंगोत्री का मॉनीटरन एवं विकास पूर्ण फ्लैगशिप शोध केंद्रों के रूप में किया जा रहा है। इस अवधि के दौरान हिमाचल हिमालय के एक हिस्से में कुछ हिमनदों को भी मॉनीटर करने का प्रयास किया गया है और अध्ययन की शुरुआत समस्थानिक तकनीक का प्रयोग करके हिमाच्छादन मूल्यांकन एवं नदी निस्सरण में उनके योगदान के साथ की गई। यह जून 2015 में हिमाचल प्रदेश के लाहौल और स्फीति जिले में ऊपरी चंद्रा नदी में क्षेत्र कार्य किया गया है। रीयल टाइम डेटा संग्रह के लिए यंत्रीकरण नेटवर्क को सुदृढ़ बनाने के ध्येय से क्रमशः डोकरियानी और चोड़ाबारी हिमनद आवाह क्षेत्रों में एथेलोमीटर (काला कार्बन) और पोर्टेबल एडब्ल्यूएस अधिष्ठापित किए गए हैं। हिमनद गतिकी, स्नाउट पलकचुएशन, मौसम विज्ञान, हिमनदीय जलविज्ञान एवं तलहट अंतरण, मेल्ट वॉटर केमिस्ट्री, हिमनद गलन के समस्थानिक लक्षण वर्णन, वर्षण (हिम एवं वर्षा) तथा हिमनदीय भूआकृतिक विज्ञान सुदूर संवेदन पर उच्च गुणवत्ता का समय ऋण्खला डेटा सृजित करने के लिए 2015 की गर्मी (मई से अक्तूबर) के दौरान गहन क्षेत्र कार्य किया गया। इस अवधि में संग्रहीत डेटा का संकलन एवं विश्लेषण किया गया। इन–सूट मापनों के अलावा, सुदूर संवेदन तकनीकों का प्रयोग करके हिमनद सतह बदलाव, हिमाच्छादन मूल्यांकन एवं हिमनद झील इन्वेंट्री पर भी अध्ययन किया गया है। परियोजना की प्रमुख उपलब्धियों को संक्षेप में नीचे दिया गया है :

जीपीआर प्रोफाइलिंग

परियोजना का एक मुख्य उद्देश्य, हिमनद के कुल परिमाण का मूल्यांकन करने के लिए हिमालयी हिमनदों की हिमनद बर्फ की मोटाई का आकलन करना है। डोकरियानी हिमनद एक ऐसा हिमनद है जहाँ 12.5 मेगाहर्टज केंद्रीय आवृत्ति एवं 2 मी. स्टेप आकार के साथ पल्स एको IV (EKKO IV) संवेदक का प्रयोग करके 1995 में बर्फ की मोटाई मापी गई। जीपीआर द्वारा मापित हिमनद बर्फ की मोटाई 15 से 120 मी. की बीच थी तथा संगणित हिमनद बर्फ का कुल परिमाण $283.6 \times 10^6 \text{ मी}^3$ था। 1995–2015 के बीच (20 वर्ष) डोकरियानी हिमनद के द्रव्यमान एवं आयतन में बदलावों के मूल्यांकन हेतु जीपीआर सर्वेक्षण द्वारा बर्फ की मोटाई के आकलन का प्रयास किया गया है। इस अध्ययन में



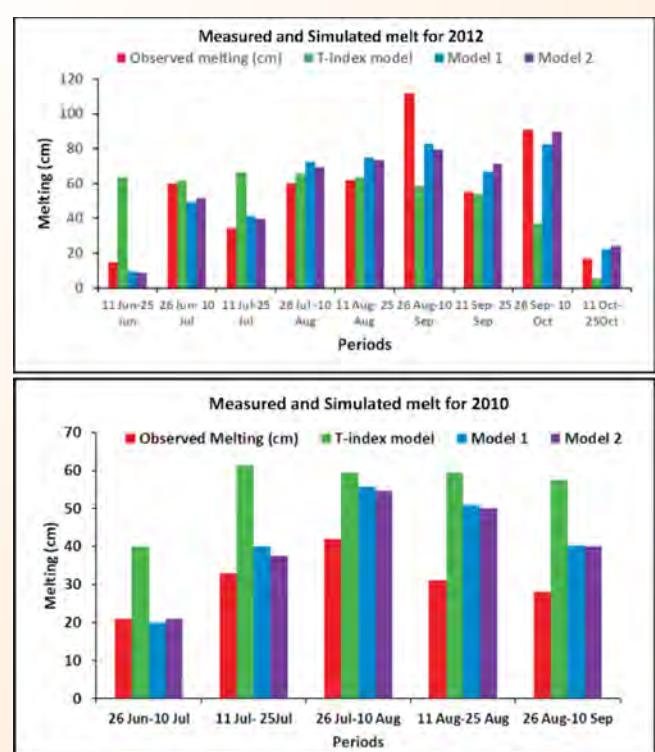
चित्र 48: डोकरियानी हिमनद में अपवर्तन क्षेत्र के ऊपर देशांतरीय एवं क्रास जीपीआर प्रोफाइलें।

प्रायोजित शोध-परियोजनाएँ

हिमनद के अपवर्तन क्षेत्र (चित्र 48) में स्टेप आकार 4 मी. युक्त निम्न आवृत्ति एंटिना (12.5 और 25 मेगाहर्टज) एवं एक देशांतरीय (मध्य रेखा के साथ) तथा 4 क्रास प्रोफाइलों का इस्तेमाल किया गया है। संग्रहीत डेटा का विश्लेषण 'एको-व्यू' सॉफ्टवेयर का प्रयोग करके किया गया। प्रोफाइलों से प्राप्त प्रारंभिक परिणाम हिमनद के अपवर्तन क्षेत्र में काफी विरलन दर्शाते हैं। यह भी देखा गया है कि मौजूद हिमनद स्नाउट 3985 मी. की ऊँचाई पर अवस्थित हैं तथा इसकी मोटाई लगभग 25–30 मी. अनुमानित है।

हिमनद गलन

सतह गलन की संवेदनशीलता एवं वार्षिक द्रव्यमान संतुलन पर इसके प्रभाव की जाँच के लिए सतह गलन बदलावों एवं मौसम वैज्ञानिक प्राचलों के बीच संबंधों को समझने हेतु एक अध्ययन किया गया है जिसमें तापमान, वर्षण, सापेक्षिक आर्द्धता, पवन गति एवं शुद्ध विकिरण जैसे मौसम वैज्ञानिक प्राचलों को समाविष्ट करते हुए दो वर्धित तापमान सूचकांक मॉडलों का प्रयोग किया गया है। इस अध्ययन के लिए चोड़ाबारी हिमनद में 10 जुलाई से 10 सितम्बर 2010 तथा 10 जून से 25 अक्टूबर के दौरान दर्ज मौसम डेटा का उपयोग किया गया है। मॉडलित सतह गलन का वैधीकरण इसी अवधि के दौरान कुछ अपवर्तन पर्णों में मापित बिंदु सतह गलन के मुकाबले किया गया है। विकसित मॉडलों के निष्पादन का मूल्यांकन मौलिक तापमान सूचकांक मॉडल के साथ तुलना करके किया गया है और विभिन्न दक्षता मानदण्डों के माध्यम से निर्धारण किया गया है। परिणाम (चित्र 49) यह संकेत देते हैं कि प्रस्तावित मॉडल सतह गलन अनुकरण में पर्याप्त सुधार लाते हैं। इसके बाद परिणाम



चित्र 49: चोड़ाबारी हिमनद के अपवर्तन क्षेत्र में प्रेक्षित एवं अनुरूपित हिमनद बर्फ सतह गलन (2012 एवं 2010)।

महत्वपूर्ण सुधार प्रदान करता है तथा ऊर्जा संतुलन मॉडल का एक विकल्प प्रस्तुत करता है।

मौसम वैज्ञानिक प्रेक्षण

स्थानीय मौसम में भिन्नता के कारण हुए बदलावों एवं हिमनद स्वास्थ्य पर उसके दुष्प्रभावों के निर्धारण हेतु हिमालयी हिमनदों का मॉनीटरन महत्वपूर्ण है। पिछले दशकों में भारतीय हिमालय के ऊंचाई वाले क्षेत्रों में पारंपरिक विधि से कुछ मौसम वैज्ञानिक प्रेक्षण किए गए हैं जो केवल गर्मी की अवधि तक ही सीमित रहे हैं। यह ज्ञात है कि खराब सुगम्यता, ऊबड़-खाबड़ भूभाग एवं दुष्कर मौसम परिस्थितियाँ उपकरणों के अधिष्ठापन एवं जलवायुवीय अभिलेखों के नियमित मॉनीटरन को अत्यधिक कठिन बना देती है। साथ ही, कुछ हिमनदों को छोड़कर, वर्षण पैटर्न, तापमान एवं अन्य मौसम वैज्ञानिक प्राचलों की जानकारी

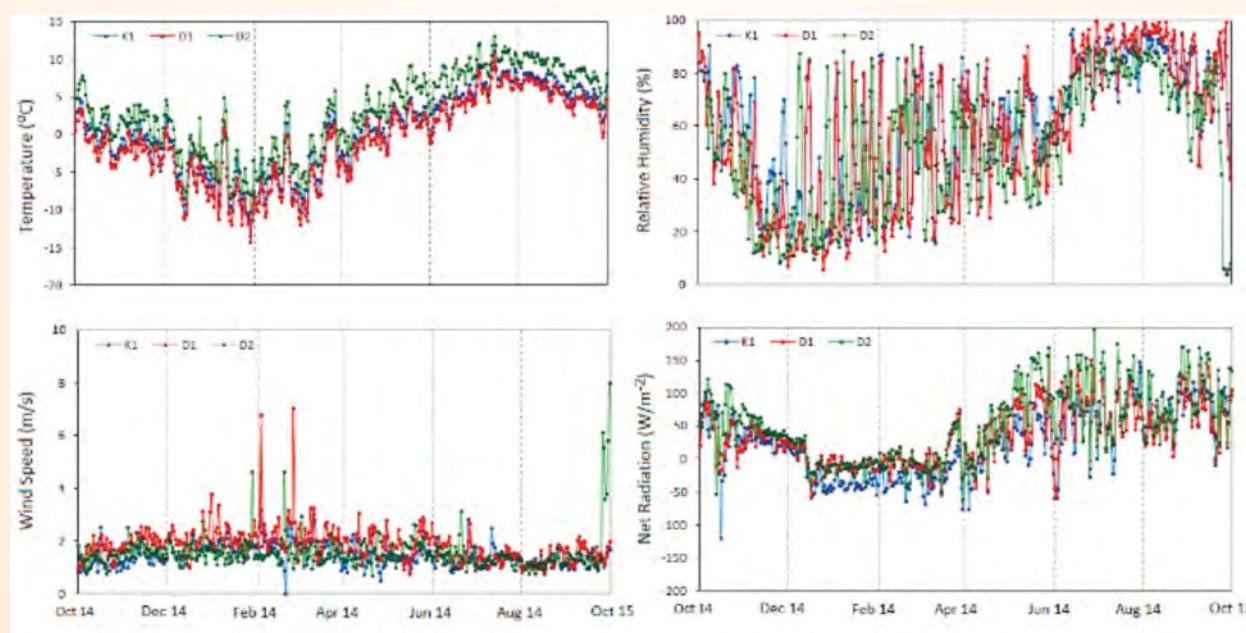
का अभाव है। जलवायुवीय परिघटना पर ऐसी सूचनाओं के अभाव के कारण ऊंचाई वाले इलाकों में गलन एवं अन्य प्रवाह सृजन प्रक्रियाओं की पूरी जानकारी नहीं है। इस अध्ययन में, अक्टूबर 2014 से सितम्बर 2015 तक के प्रेक्षित अभिलेखों का प्रयोग करके चोड़ाबारी हिमनद, अलकनन्द घाटी, गढ़वाल हिमालय एवं डोकरियानी हिमनद, भागीरथी घाटी गढ़वाल हिमालय का व्यापक मौसम वैज्ञानिक विश्लेषण किया गया है। स्वचालित मौसम केंद्र नेटवर्क के माध्यम से मौसमवैज्ञानिक डेटा (वायु तापमान, सापेक्षिक आर्द्रता, पवनगति, शुद्धविकिरण, हिमपात एवं वर्षा) संग्रहीत किया गया (सारणी 8; चित्र 50 एवं 51)।

वर्ष 2009 एवं 2010 के लैंडसेट टीएमएस उपग्रह डेटा (अर्थ एक्सप्लोरर साइट से प्राप्त) का प्रयोग करके चोड़ाबारी हिमनद द्वाणी (ऊंचाई सीमा ~3799–6893 मी स.त.ज.) एवं द्वाणी क्षेत्र

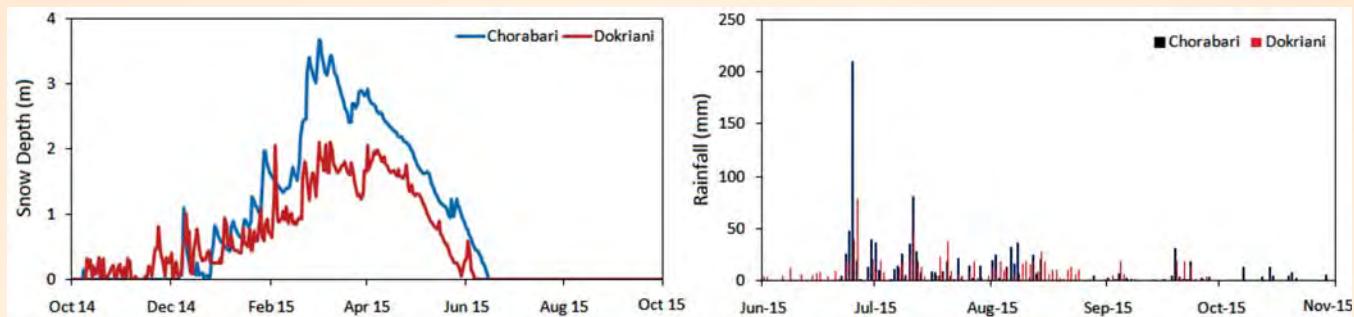
सारणी 8: मौसमवैज्ञानिक प्राचलों का मौसमी औसत।

तत्व	सर्दी (अक्टूबर–अप्रैल)			गर्मी (मई–सितंबर)		
	K1*	D1#	D2#	K1*	D1#	D2#
	(4270 m a.s.l.)	(4364 m a.s.l.)	(3763 m a.s.l.)	(4270 m a.s.l.)	(4364 m a.s.l.)	(3763 m a.s.l.)
तापमान ($^{\circ}\text{C}$)	-3.2	-4.3	-0.6	5.2	4	8.1
सापेक्षिक आर्द्रता (%)	49	44	42	78	77	68
हवा की गति (m s^{-1})	1.6	2	1.5	1.3	1.5	1.4
नेट विकिरण (W m^{-2})	-6	11	18	64	69	95
प्रिसीपिटेशन (mm)	1875 [*]	1654 [*]	-	1052 [†]	-	938 [†]

* चोड़ाबारी ग्लेशियर पर एडब्ल्यूएस # डोकरियानी ग्लेशियर पर एडब्ल्यूएस ^{*} बर्फबारी | [†] वर्षा



चित्र 50: 1 अक्टूबर, 2014 से 30 सितम्बर, 2015 के दौरान चोड़ाबारी हिमनद (समुद्र तल से 4270 मी. ऊंचाई) के हिमनद शिविर स्थल (के1) तथा डोकरियानी हिमनद के उन्नत आधार शिविर स्थल (डी1–4364 मी. स.त.ज.) एवं आधार शिविर स्थल (डी2–3763 मी. स.त.ज.) में प्रेक्षित दैनिक औसत तापमान, औसत सापेक्षिक आर्द्रता, औसत पवन गति और औसत शुद्ध विकिरण।



चित्र 51: चोड़ाबारी हिमनद के उन्नत आधार शिविर स्थल (डी1, 4364 मी. स.त.ज.) में दैनिक औसत हिम गहराई तथा प्रेक्षित कुल वर्षा।

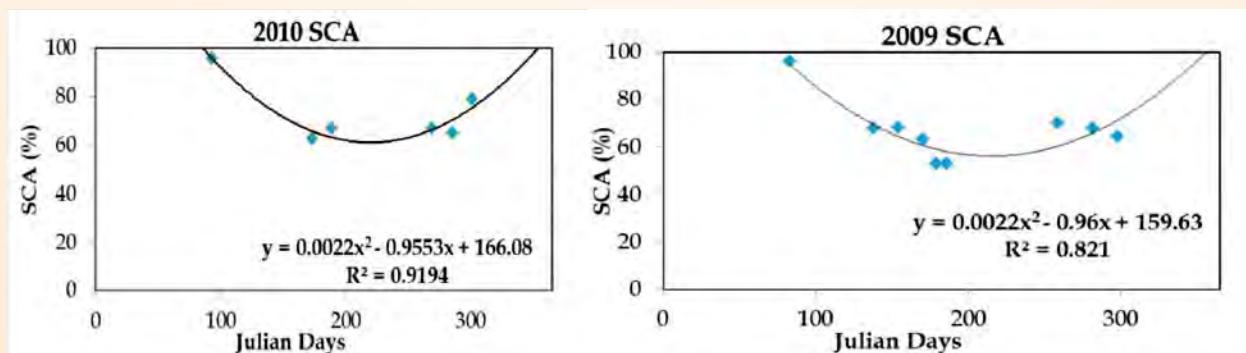
17.8 वर्ग मी.) के अलग—अलग ऊंचाई क्षेत्रों गर्मी के महीनों के दौरान हिमाच्छादन एवं परिवर्तनशीलता मूल्यांकन किया गया। परिणाम यह दर्शाते हैं कि सर्दी के महीनों में लगभग 97 प्रतिशत आवाह क्षेत्र बर्फ से ढंका रहा है जबकि गर्मी के अंत तक ~46 प्रतिशत बचा रहता है। उसके बाद अलग—अलग ऊंचाई क्षेत्रों का रिक्तीकरण वक्र तैयार करने के लिए प्रत्येक ऊंचाई क्षेत्र के व्यतीत समय का एससीए आलेखित किया जाता है। अधिक एवं कम ऊंचाई क्षेत्रों के बीच एससीए में भारी परिवर्तनशीलता ($Cv=0.03$ से 1.98) पाई गई (चित्र 52)। कम ऊंचाई क्षेत्रों (समुद्रतल से 5000 मी. से कम) के मुकाबले अधिक ऊंचाइयों में यह काफी कम है (समुद्रतल से 5500 मी. से अधिक) जो यह दर्शाता है कि गर्मी के महीनों में एससीए के रिक्तीकरण में ज्यादा तेजी से गलन हुई।

हिमनद की सतह पर बर्फ का वेग एक ऐसा महत्वपूर्ण प्राचल है जो हिमनद गतिकी का निर्धारण करता है। यदि हिमनद के ऊपरी क्षेत्र (संचय क्षेत्र) में सतह बर्फ का वेग अधिक है तो हिमनद के निचले क्षेत्र में अधिक बर्फ लाई जाती है, जहाँ यह तेजी से पिघलती है। सतह बर्फ का वेग कई कारकों पर निर्भर करता है जैसे कि हिमनद घाटी का भूआकृतिक विज्ञान, हिम भार, दिक्षिणीय, ढलान एवं मलबा आवरण। इस अध्ययन में हमने हिमाचल प्रदेश एवं जम्मू कश्मीर हिमालय के 190 हिमनदों के सतह बर्फ के वेग की गणना के लिए अलग—अलग तारीखों की नवीनतम लैंडसेट 8 उपग्रह छवियों का प्रयोग किया है। ईएनवीआई सॉफ्टवेयर के COSI-Corr-an एड-ऑन

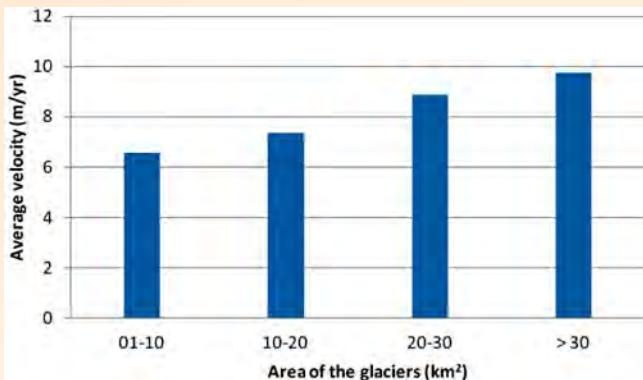
मॉड्यूल का प्रयोग करके हिमनदीय वेग के आकलन हेतु मानक प्रक्रिया का प्रयोग किया गया है। एसआरटीएम 90 m वैशिक डीईएम का प्रयोग करके हिमनद सतह के भू-आकृतिमापीय प्राचल प्राप्त किए गए हैं। यह देखा गया है कि हिमनद की ढलान एक ऐसा मुख्य कारक है जिस पर वेग निर्भर करता है अर्थात ढलान जितनी अधिक होगी, वेग उतना ही अधिक होगा और उसी के अनुरूप हिमनद द्वारा अधिक परिमाण में बर्फ अपवर्तन क्षेत्र में लाई जाती है। हिमनद के ऊपर तथा टर्मिनस पर हिमाच्छादन भी बर्फ के प्रवाह को सीमित करके हिमनद के वेग को प्रभावित करता है। इस प्रकार ये प्रेक्षण (चित्र 53) यह संकेत देते हैं कि हिमनद का भूआकृतिविज्ञान एवं भू-आकृतिमिति का हिमनद सतह हिम वेग पर पर्याप्त नियन्त्रण रहता है।

केदारनाथ की अचानक बाढ़ की समस्थानिक विशेषताएं

जून 2013 के मध्य में उत्तराखण्ड में रुद्रप्रयाग की केदारनाथ घाटी में भयंकर बाढ़ आई जिसमें भारी संख्या में लोग मारे गए तथा संपत्ति एवं पशुधन की क्षति हुई। इस अध्ययन में, केदारनाथ घाटी में अचानक आई भयंकर बाढ़ को समझने के लिए समस्थान उपागम ($\delta^{18}\text{O}$ एवं δD) का प्रयोग किया गया है। मंदाकिनी नदी के समस्थानिक लक्षणों के विश्लेषण के लिए श्री केदारनाथ मंदिर के ऊपर एक प्रतिचयन स्थल की स्थापना की गई और नदी जल, हिम/हिमनद गलन जल तथा वर्षा के नमूनों का संग्रह 24 मई 2013 से शुरू किया गया जो 16 जून

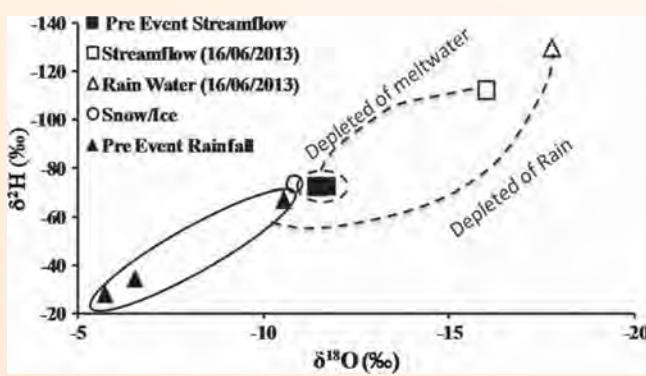


चित्र 52: चोड़ाबारी हिमनद आवाह क्षेत्र में हिमाच्छादन मूल्यांकन एवं परिवर्तनशीलता।



चित्र 53: औसत वेग और हिमनद क्षेत्र की तुलना को दर्शाता आलेख। ध्यान दें कि, हिमनद क्षेत्र बढ़ने के साथ हिमनद का औसत वेग भी बढ़ता है।

2013 तक जारी रहा। 16 जून की बारिश एवं नदी प्रवाह सहित कुद नमूने समुचित लेबलों सहित अच्छी हालत में थे जिन्हें क्षेत्र दल द्वारा अचानक बाढ़ के बाद घाटी में थोड़ी संचार व्यवस्था स्थापित हो जाने के बाद विश्लेशण हेतु लाया गया था। वर्षा, हिम/हिमनद गलन जल तथा मंदाकिनी नदी जल के समस्थानिक संकेतों को मापा गया तथा इनका इस्तेमाल बाढ़ वाले दिन वर्षा से व्युत्पन्न अपवाह एवं हिम/हिमनद गलन अपवाह के योगदान का आकलन करने हेतु किया गया। परिणाम यह संकेत देते हैं कि मंदाकिनी नदी में बाढ़ के दौरान नदी जल का समस्थानिक लक्षण -15.97 प्रतिशत जबकि बाढ़ के पहले नदी का औसत समस्थानिक लक्षण -10.39 प्रतिशत था (चित्र 54)। चूंकि नदी प्रवाह में केवल दो घटकों—वर्षा से व्युत्पन्न अपवाह एवं हिम/हिमनद गलन अपवाह का योगदान था अतः केदारनाथ घाटी में घटनापूर्व (अचानक बाढ़) एवं घटना के समय के लिए द्विघटकीय मिश्रित मॉडल का प्रयोग किया गया। द्विघटकीय मिश्रित मॉडल का प्रयोग करके श्री केदारनाथ मंदिर, मध्य हिमालय, भारत के चारों ओर मंदाकिनी नदी में अचानक बाढ़ के दौरान वर्षा व्युत्पन्न अपवाह का योगदान 78 प्रतिशत तथा हिम/हिमनद गलन अपवाह का योगदान 22 प्रतिशत पाया गया।



चित्र 54: अचानक बाढ़ एवं घटना पूर्व (बाढ़) तूफानों के दौरान वर्षा, हिम एवं नदी प्रवाह जल का समस्थानिक लक्षण।

परियोजना

कास्मोजेनिक रेडियो न्यूक्लाइडों (^{10}Be और ^{26}Al) का प्रयोग करके लाहौल एवं स्पीति हिमालय में पुराजलवायुवीय तथा भूदृश्य इतिहास का पुनर्सृजन (अर्चना बोहरा)

कालानुक्रमिक नियंत्रण के अभाव के कारण हिमालय में विलंबित चतुर्थयुगीन हिमाच्छादन सुपरिभाशित नहीं है। हिमनदों का प्रसार एवं संकुचन तथा उनके घटित होने का समय निर्धारण ऐसे प्राचल हैं जो विगत जलवायु परिवर्तनों को समझने तथा हिमनदीय भूदृश्यों के विकास में भविश्यसूचक भविश्यवादी मॉडलों के विकास हेतु बेशकीमती सूचना प्राप्त करने के लिए महत्वपूर्ण है। इस अध्ययन में लाहौल एवं स्पीति की 3 प्रमुख हिमाच्छादित घाटियों (i) सोनापानी, (ii) चतारू घाटी और (iii) लोसार को शामिल किया गया गया है जो खोसकर से काजा की तरफ एक दूसरे के निकट स्थित हैं। इन हिमाच्छादित घाटियों के भू-निर्देशांक $N-32^{\circ}59'N$ अक्षांश और $76^{\circ}46'E-78^{\circ}41'E$ देशान्तर के बीच पड़ते हैं और समुद्र तल से 3,070 से 6,400 मीटर की ऊंचाई के साथ $\sim 13,833$ वर्ग किमी का क्षेत्रफल समाहित करते हैं।

कुल मिलियन वर्षों के विगत हिमाच्छादन इतिहास को समझने के लिए 2014-15 के दौरान इन हिमाच्छादित घाटियों से सतह एक्सपोजर डेटिंग के लिए (^{10}Be और ^{26}Al) हिमोढ़ नमूने एकत्र किए गए। इन अवरिस्थितियों से कुल 26 हिमोढ़ नमूने एकत्र किए गए। इनमें से 14 नमूने पीसे गए तथा रासायनिक विश्लेशण हेतु 80-120 जलरंगों के टुकड़े किए गए। मैग्नेटिक सैपरेटर का इस्तेमाल करके रिवर्स स्लोप के साथ 1.2 एंपीयर करेंट पर स्फटिक पृथक्करण किया गया। दानों पर मौजूद होने की स्थिति में सतह अंतर्वेशों को दूर करने के लिए उन्हें 2 प्रतिशत एचएफ से उपचारित किया गया। सांद्र एचएफ का इस्तेमाल करके नमूना डाइजेशन किया गया और इसके बाद फ्लोराइड कंप्लेक्स को पूरी तरह दूर करने के लिए सांद्र HNO_3 का भभका दिया गया। नमूनों को पहले ऋणायन कॉलम तथा बाद में धनापन कॉलम से गुजारा गया। एक धनायन कॉलम में 1.2N HCl के साथ हलका करके अंततः 45 मिली. वॉयल में बेरिलियम एकत्र किया गया। Be(OH)_3 के रूप में अवक्षेपित किया गया। बाद में Be(OH)_2 को 8 घंटे तक 900°C पर गर्म करके BeO में रूपांतरित किया गया। एक्सेलेरेटर मॉस स्पेक्ट्रोमेट्री (एएमएस) में विश्लेशण से पहले कैथोड नलिकाओं में 1:1 अनुपात में BeO चूर्ण तथा Nb चूर्ण लोड किया जाता है। तीनों हिमाच्छादित घाटियों से नमूनों का रासायनिक पृथक्करण आईएसएसइआर, कोलकाता तथा आईयूएसी, नई दिल्ली में किया गया और पहले से तैयार लक्षित नमूने (कैथोड नलिका) का ^{10}Be विश्लेशण हेतु मापन अब एएमएस का प्रयोग करके आईयूएसी नई दिल्ली में किया जाएगा।

डीएसटी युवा वैज्ञानिक परियोजना पिंडारी हिमनद में सूक्ष्म मौसमवैज्ञानिक मापन एवं मॉडलिंग प्रयोग

(निलेन्दु सिंह)

हिमालय का अपना विलक्षण ऊर्जा जल अभिवाह एवं संतुलन व्यवहार है और साथ ही हिमालय के हिमनदों के ऊर्जा जल विनिमय पर अध्ययन भी बहुत कम हुआ है। इसलिए सबसे तेजी से प्रतिगमन कर रहे, मध्यतुंगतीय पश्चिम हिमालयी हिमनद 'पिंडारी' में अपने तरह का पहला सूक्ष्म मौसमवैज्ञानिक अध्ययन करने का प्रस्ताव है। सतत ऊर्जा एवं द्रव्यमान विनिमय प्रक्रियाओं को समझना इस अध्ययन का उद्देश्य होगा। हिमनदीय सतह ऊर्जा एवं द्रव्यमान विनिमय प्रक्रियाओं का लक्षणवर्णन, गलन चालित धारा प्रवाह, शीर्ष/चरम प्रवाह का पूर्वानुमान कर सकता है और गलन मॉडलों के अस्थाई उपशमन में सुधार आएगा। सूक्ष्म मौसमवैज्ञानिक प्रोफाइलिंग अध्ययनों से वायुमंडलीय सीमा परत संरचना के विश्लेषण में मदद मिलेगी जो जलवायु हिमनद वनस्पति अनुक्रियाओं की बेहतर समझ एवं व्यापक परिप्रेक्ष्य में फीडबैक में सहायक होगी।

इस केंद्र में विकिरण एवं ऊर्जा जल संतुलन घटकों के सतत एवं स्वचालित मापन हेतु निम्नलिखित संवेदकों का सेट है: (1) चार घटक नेट रेडियोमीटर (2) दो गहराइयों में मृदा ऊष्मा अभिवाह प्लेट (3) त्रि-ऊंचाई वायुतापमान— पवन गति एवं दिशा के लिए सापेक्ष आर्द्रता मापक एवं एनेमोमीटर (4) त्रि-गहराई मृदा तापमापी (5) वर्षा प्रमापी (6) पैन वाष्पीकरण मापक और (7) मृदा नमी संवेदक। 30 चैनलों वाला एक डेटा लॉगर प्रति सेकंड डेटा दर्ज करता है जिसका 15 मिनट का औसत निकाला जाता है और लॉगर में भंडारित किया जाता है।

परियोजना राष्ट्रीय भूतकनीकी सुविधा (एनजीएफ)

(अनिल के. गुप्ता, राजेश शर्मा, बी. वेंकटेष्वरलू और रुचिका टंडन)

ढलान के व्यवहार के अध्ययन तथा अतिभार की गहराई के मूल्यांकन हेतु टॉंस घाटी के डंगेल भूस्खलन में नवंबर 2015 के दौरान क्षेत्र कार्य किया गया। प्रयोगशाला में उनके भूतकनीकी गुणधर्मों के निर्धारण हेतु क्षेत्र से चट्टान एवं मृदा नमूने लिए गए। विभिन्न भूतकनीकी प्राचलों को समझने के लिए आज की तारीख तक मृदा के भूतकनीकी गुणधर्मों एवं शैल खंडों से अभ्यंतर नमूनों का कार्य पूरा कर लिया गया है। रिपोर्टधीन वर्श के नवंबर माह में सुरभि भूस्खलन, मसूरी में क्षेत्र कार्य भी किया गया है। पुराने भूस्खलन क्षेत्र के निकटस्थ एक नई कगार के विकास को क्षेत्र में पहचाना गया है। सुरभि भूस्खलन क्षेत्र में सड़क की तीनों पटिटयों के साथ जीपीआर प्रचालित किया गया

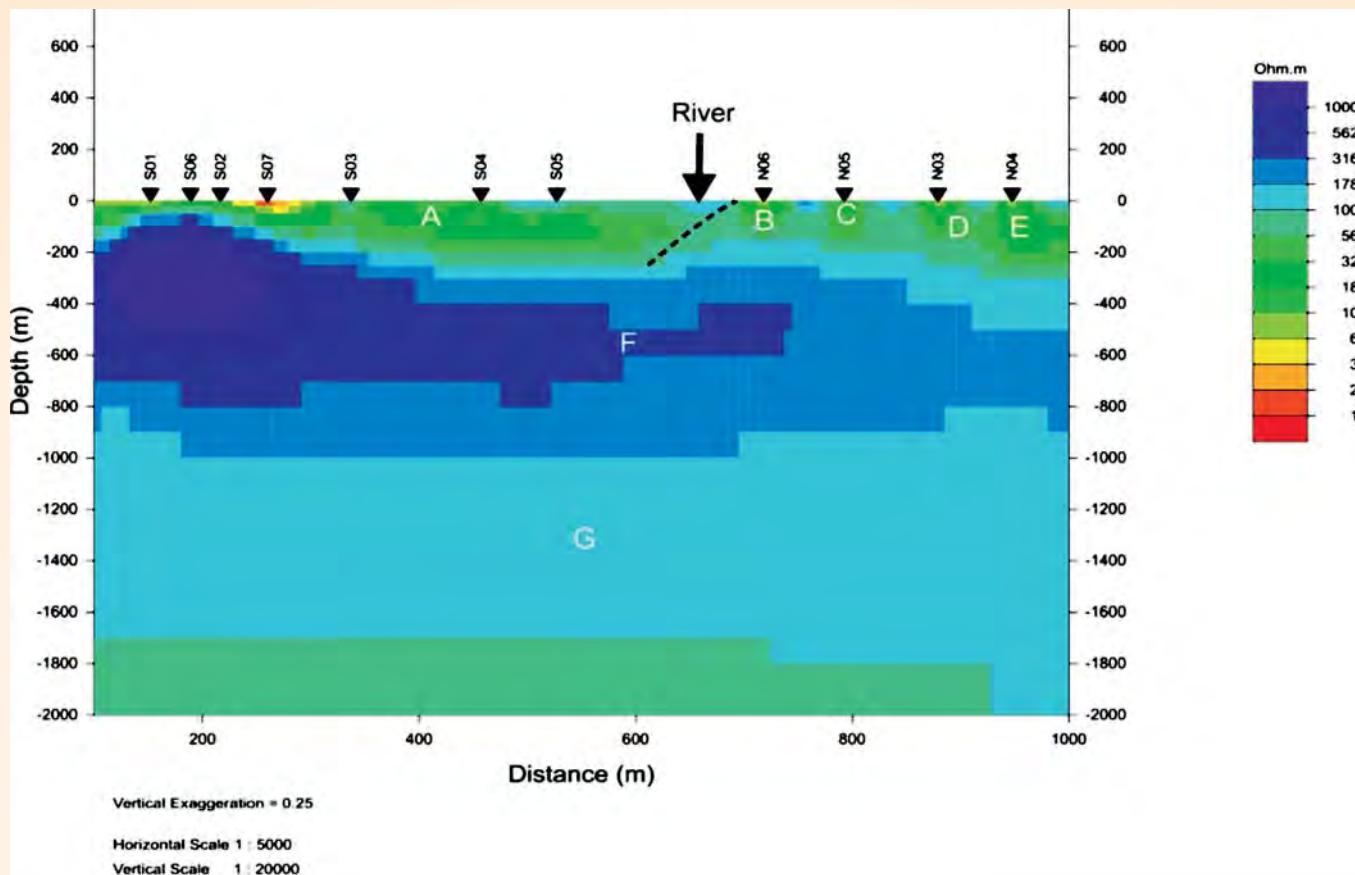
और प्रोफाइल में अवतन के लक्षण दर्शाए। संख्यात्मक मॉडलिंग एवं नई कगार के साथ सुरक्षा कारक की खोजबीन हेतु प्रयोगशाला डेटा भी सृजित किया गया।

भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण के 20 अधिकारियों के लिए राष्ट्रीय भूतकनीकी सुविधा के परिसर में जून 2015 में 'शैल गतिकी तथा इंजीनियरी भूवैज्ञान' पर एक दिवसीय प्रशिक्षण आयोजित किया गया। पूर्वाह्न सत्र में व्याख्यान दिए गए उसके बाद अपराह्न सत्र में विभिन्न मृदा/शैल परीक्षण उपकरणों का डेमो दिया गया। नार्वे के भूतकनीकी संस्थान (एनजीआई) के वैज्ञानिकों एवं डीएसटी के अधिकारियों के बीच अप्रैल से अक्टूबर माह के बीच कई बैठकें आयोजित की गईं। इसका प्रयोजन था एनजीएफ और एनजीआई के बीच सहयोग को सुदृढ़ करना तथा हिमालयी भूस्खलनों पर शोध कार्यक्रम की शुरुआत करना। एनजीएफ की कार्यक्रम परामर्शी समिति की बैठक 27-12-2015 को हुई जिसमें डॉ. राजेश शर्मा, परियोजना निदेशक ने एनजीएफ की गतिविधियों की प्रगति प्रस्तुत की। कुल चार ग्रीष्म प्रशिक्षुओं ने जून-जुलाई माह में एनजीएफ में दो महीने का शोध प्रबंध कार्य पूरा किया। उनके प्रशिक्षण में इंजीनियरी भूवैज्ञान, जीपीआर के अनुप्रयोग एवं हिमालयी इलाके में भूस्खलन शामिल था।

इंडो-आईएसओआर, आइसलैंड-एनजीआई, नार्वे सहयोगात्मक परियोजना
भूतापीय ऊर्जा के उपयोग हेतु अग्रगामी परियोजना का प्रवर्तन

(एस. के. बरतरया, गौतम रावत और एस. के. राय)

चुमथांग भूतापीय क्षेत्र उत्तर पश्चिम हिमालय के पूर्वी लद्दाख इलाके की सिंधु घाटी में अवस्थित है और इसे पूर्गा-चुमथांग भूतापीय क्षेत्र का हिस्सा माना जाता है। इस इलाके में भूतापीय ऊर्जा के नियम टर्म विकास के लिए अत्यंत संभावनाशील क्षेत्र माना जाता है। चुमथांग का गर्म झारना क्षेत्र इंड्स सुचर जोन के उत्तर की ओर अवस्थित है। भूतापीय स्रोत की गहराई और ज्यामिति जानने के लिए चुमथांग क्षेत्र के एमटी डेटा एकत्र किया गया है। डेटा से पहली नजर में ही स्पष्ट हो जाता है कि चालक क्षेत्र नदी के ठीक नीचे से ही शुरू हो जाता है और उत्तर की ओर झुकना शुरू कर देता है। चित्र 55 में 'ए' से लेकर 'ई' अक्षरों से चिह्नित आकृतियाँ निम्न प्रतिरोधी आकृति के रूप में चित्रित की गई हैं जो चुमथांग क्षेत्र में कदाचारी आवरण है। इनमें मुख्यतः ताजा मलबा, एवोलियन रेत, नद-हिमनदीय हिमोढ़ होते हैं। जैसा कि मॉडल से प्रेक्षित किया गया है, इस आच्छादन की मोटाई पूर्वोत्तर की तरफ अधिक है और इस निक्षेप की गहराई लगभग 200 मीटर है। इस आच्छादन की प्रतिरोधकता 10-30 ohm-m की सीमा में है जो यह दर्शाती है कि ये निक्षेप जल संतुप्त हैं। निम्न प्रतिरोधी विशेषता के रूप में चित्रित इस आच्छादन की महत्वपूर्ण विशेषता यह है कि नदी के दक्षिणी ओर



चित्र 55: चुमथांग भूतापीय क्षेत्र का भूवैद्युत मॉडल (टी एम मॉडल)।

यह आच्छादन अटूट है और स्थल SO_3 के नीचे एक स्थान पर खंडित है जबकि नदी के उत्तरी तरह ये निश्चेप पॉकेट्स में हैं और ग्रेनाइट चट्टानों के अन्तर्वेद से परिसीमित हैं (अर्थात् जो चित्र 55 में 'बी' से 'इ' तक चित्रित है)। शायद गर्म नालियाँ इन पॉकेटों की सीमाओं से होकर ऊपर की तरफ जा रही हैं और इसलिए अधिकांश भूतापीय विगोपन नदी के उत्तर की ओर दिखाई पड़ता है। 'एफ' और 'जी' आकृतियाँ (चित्र 55) प्रतिरोधी आकृतियाँ हैं जिसमें 'एफ' 'जी' से अधिक प्रतिरोधी है तथा विभिन्न अवस्थाओं की ग्रेनाइट चट्टानों को दर्शाती हैं।

युवा वैज्ञानिक परियोजना

दूनागिरि हिमनद, घौली गंगा द्रोणी, गढ़वाल हिमालय से जल जलवायुवीय अनुक्रिया एवं हिमनद गलन अपवाह का समस्थानिक लक्षणवर्णन

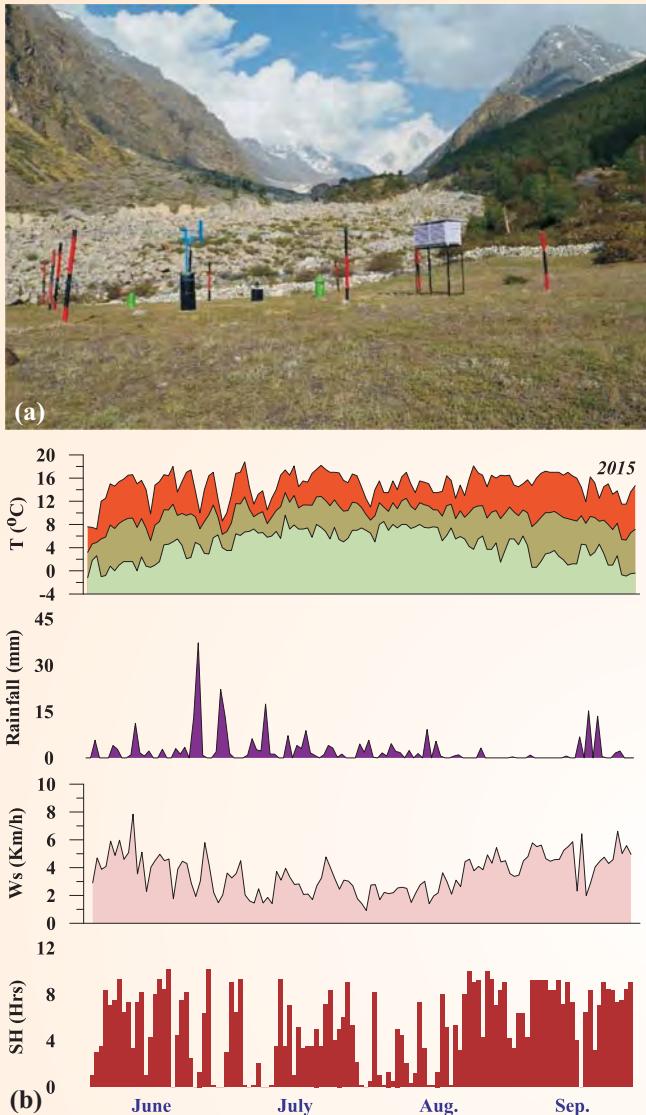
(अमित कुमार)

दूनागिरि हिमनद ($30^{\circ} 33' 20''$ एन, $79^{\circ} 53' 36''$ ई) जो कि एक उत्तरमुखी हिमनद है, उत्तराखण्ड के चमोली जिले में घौलीगंगा नदी द्रोणी में स्थित है। इसका चयन जलवैज्ञानिक, मौसम-वैज्ञानिक समस्थानिक अध्ययनों हेतु किया गया है। यह 2.56 वर्ग किमी क्षेत्र में फेला है तथा इसकी लम्बाई लगभग 5.54

किमी तथा ऊंचाई शीर्ष पर 5,100 तथा हिमनद के अंत में 4,200 मी. है।

मौसम वैज्ञानिक प्रेक्षण एवं विश्लेषण

हिमनद टर्मिनी से लगभग 500 मी. अनुवाह में एक पारंपरिक मौसमवैज्ञानिक वेधशाला स्थापित की गई और लगातार मौसमवैज्ञानिक प्रेक्षण किए गए। वेधशाला में तापमान (न्यूनतम, अधिकतम, शुष्क, नम बल्ब), सोपक्षिक आर्द्रता, वर्षा एवं पवन वेग जैसे प्राचल दर्ज किए गए (चित्र 56ए)। 2015 के अलग अलग महीनों—जून, जुलाई, अगस्त और सितम्बर में क्रमशः 92.5, 103.7, 46.6 और 41.5 मिमी. दैनिक वर्षण दर्ज किया गया। कुल वार्षिक वर्षा, 284.0 मिमी. प्रेक्षित की गई। घाटी में अधिकतम वर्षा जुलाई और उसके बाद जून में दर्ज की गई। वर्ष का दैनिक वर्षा वितरण आकृति 56बी में दर्शाया गया है। वायु का तापमान कि हिमनद की गलन दर के आकलन के लिए सर्वाधिक महत्वपूर्ण मौसमवैज्ञानिक चर है। जून, जुलाई, अगस्त और सितम्बर महीनों में औसत मासिक अधिकतम एवं न्यूनतम वायु तापमान का पैटर्न क्रमशः 14.1, 15.3, 14.8 और 15.1 तथा 2.3, 6.4, 6.5 एवं 2.4°C प्रेक्षित किया गया। अपवर्तन मौसम 2015 का औसत मासिक तापमान क्रमशः 8.2, 10.8, 10.6 एवं



चित्र 56: (ए) मौसम वैज्ञानिक वैधशाला की अवस्थिति और (बी) दूनागिरि हिमनद टर्मिनी के नजदीक एकत्र मौसम वैज्ञानिक डेटा का वितरण।

8.8 डिग्री सें. प्रेक्षित किया गया। सामान्यतया जून के महीने से तापमान बढ़ना शुरू हो जाता है और सितम्बर से उसमें गिरावट आती है। समूचे गलन मौसम का प्रेक्षित अधिकतम, न्यूनतम एवं औसत तापमान क्रमशः 14.8, 4.4 और 9.6°C है। आगे, न्यूनतम वायु तापमान में दैनिक परिवर्तनशीलता, अधिकतम तापमान के मुकाबले कम है। अधिक ऊंचाई वाले इलाकों में पवन, नमी के आवागमन, बादलों के निर्माण एवं वर्षण तथा हिमनदों के गलने में महत्वपूर्ण भूमिका अदा करती है। जून से सितम्बर में दैनिक औसत पवन गति क्रमशः 4.1, 2.8, 2.9 और 4.6 किमी./घंटा थी तथा पूरे मौसम के लिए औसत पवन गति 3.6 किमी./घंटा पाई गई। स्वचालित उपकरणों का प्रयोग करके कुल प्रेक्षण चौबीसों घंटे किए गए। सनसाइन रिकार्डों का इस्तेमाल पूरे दिनभर के दौरान कुल धूप के घंटों की गणना के लिए किया जाता है।

2015 में गलन अवधि के महीनों— जून, जुलाई, अगस्त और सितम्बर में अलग—अलग महीनों का कुल मासिक धूप घंटों का मान क्रमशः 153.6, 122.95, 125.25 और 214.3 घंटा था। जून, जुलाई, अगस्त और सितम्बर महीनों में क्रमशः 10.15, 9.30, 10.0 और 9.15 घंटे अधिकतम चमकीली धूप प्रेक्षित की गई। इस प्रकार जून और उसके बाद अगस्त के महीनों में अधिकतम औसत मासिक चमकीली धूप घंटे प्रेक्षित किए गए।

जलवैज्ञानिक प्रेक्षण एवं विश्लेशण

दूनागिरि हिमनद के प्रोथ (स्नाउट) के नजदीक नदी के पास एक प्रमापी एवं निस्सरण स्थल स्थापित किया गया है (चित्र 57)। जलस्तर डेटा के मापन के लिए एक स्वचालित जल स्तर रिकार्डर, नदी तट के नजदीक कृत्रिम कुंए पर अधिष्ठापित किया गया था। प्रेक्षित प्रमाप एवं संबंधित निस्सरण डेटा का विश्लेशण करते हुए प्रमापन स्थल के लिए एक स्टेज-डिस्चार्ज संबंध विकसित किया गया। अपवर्तन मौसम 2015 के लिए एक विशिष्ट स्टेज-डिस्चार्ज संबंध विकसित किया गया (चित्र 58)। अपवर्तन मौसम के प्रत्येक महीने के दैनिक औसत मानों से मासिक औसत मानों की गणना की गई तथा जून, जुलाई, अगस्त और सितम्बर के लिए औसत मासिक मान क्रमशः 2.4, 8.6, 5.5, और 2.6 m³/s, है औसत मासिक निस्सरण 4.9 m³/s प्रेक्षित किया गया। अध्ययन अवधि के दौरान जून, जुलाई, अगस्त और सितम्बर में औसत मासिक निलंबित सांद्रता क्रमशः 1168.1, 1290.5, 1208.2 और 961.5 मिग्रा./लीटर थी जो गलन औसत में बदलाव दर्शाती है। अध्ययन अवधि के दौरान इन्ही महीनों का औसत मासिक कुल निलंबित भार 262.5, 988.7, 588.4 और 211.8 टन था। निस्सरण एवं तलछट सांद्रता तथा भार के दैनिक वितरण को चित्र 59 में दिया गया है।

निस्सरण मापन स्थल पर प्रत्येक घटक (वर्षा और हिम) के समस्थानिक विश्लेशण के लिए 2014–2015 की गर्मियों के दौरान वर्षा, हिम, बर्फ एवं निस्सरण के भी नमूने एकत्र किए गए। इसके अलावा गलन जल निस्सरण का जलवैज्ञान एवं जल रासायनविज्ञान, नदी प्रवाह घटकों (pH, ईसी एवं तापमान) के भौतिक गुणधर्मों का मापन, हिमाच्छादन मूल्यांकन, हिमनदीय संकट तथा भूआकृतिवैज्ञानिक अध्ययन भी बांगनी हिमनद पर शुरू किए गए हैं। इस प्रकार के विश्लेशण के लिए आसानी से उपलब्ध लैंडसेट एवं आस्टर छवियों का प्रयोग किया गया है।

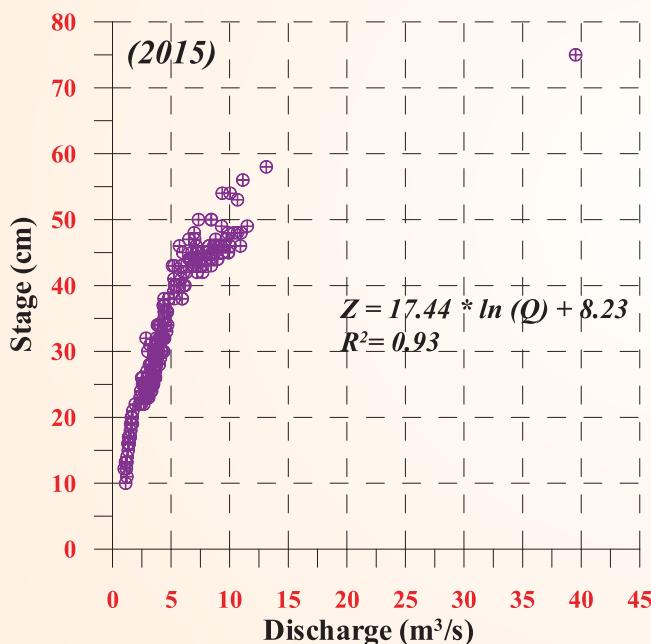
एसईआरबी प्रायोजित डीएसटी परियोजना एडब्ल्यूआईएफएस डेटा का प्रयोग करके गंगोत्री के फेसीज का मानचित्रण : एक उच्च विभेदन उपागम

(अर्पण शुक्ला और एम.के. अरोड़ा)

हिमनद फेसीज/घटकों का मानचित्रण बहुत ही रुचिकर विषय है और हिमनद स्वास्थ्य, हिमनद टर्मिनस की पहचान, हिमरेखा गतिकी की समझ और संहति संतुलन अध्ययनों आदि के प्रसंकेतक के रूप में जलवैज्ञानिक मॉडलिंग, हिमनद संबंधी

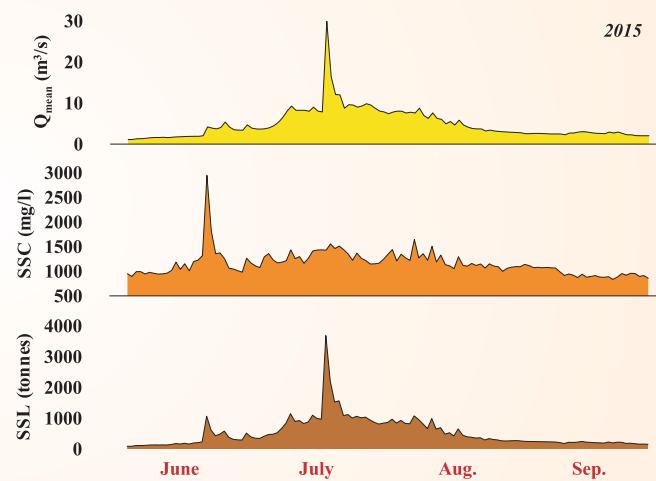


चित्र 57: दूनागिरि हिमनद टर्मिनी के नजदीक अलग-अलग समय अंतरालों पर निस्सरण प्रमाणी साइट की अवस्थितियाँ।



चित्र 58: अपवर्तन मौसम 2015 के लिए दूनागिरि हिमनदी की हिम जल घारा का मूल्य निर्धारण वक्र।

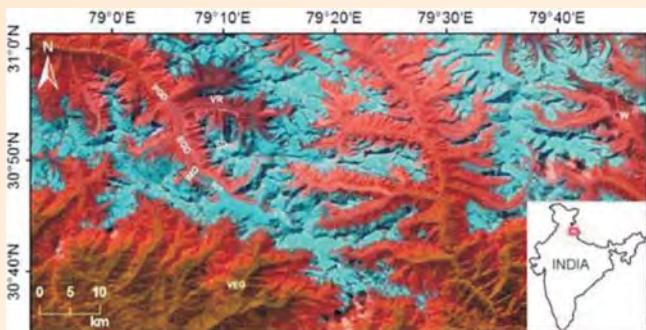
जोखिम अध्ययनों जैसे विभिन्न कारणों से हिमनद वैज्ञानिक अध्ययनों के लिए समीचीन है। प्रस्तावित अध्ययन का मुख्य फोकस दोहरा है – (i) विभिन्न पैमाना कारकों पर लागू करके संतुलित विभेदन एडब्ल्यूआईएफएस के प्रयोग से गंगोत्री विघटन के बड़े पैमाने के हिमनद फेसीज मानचित्र तैयार करने के लिए उच्च विभेदन उपागम की उपयोगिता की जाँच करना और (ii) आवर्ती बदलावों के मॉनीटरन को आसान बनाने के लिए गंगोत्री हिमनद के सहायक हिमनदों सहित विस्तारित क्षेत्र



चित्र 59: दूनागिरि हिमनद टर्मिनी के नजदीक दैनिक निस्सरण, निलंबित तलछट सांद्रण एवं भार का वितरण।

के ऊपर विकसित तकनीक को लागू करना। चित्र 60 में अध्ययन क्षेत्र के अवस्थिति मानचित्र को दर्शाया गया है।

गंगोत्री एवं निकटस्थ हिमनदों पर मौजूदा फेसीज के उप-चित्र अवयव मानचित्रण से संबंधित प्रस्ताव के पहले लक्ष्य को पूरा करने के संबंध में भारतीय सर्वेक्षण विभाग की टोपोशीटों के साथ अध्ययन क्षेत्र के 6 एडब्ल्यूआईएफएस आनबोर्ड रिसोर्स सेट-1 दृश्य (अर्जन तारीख : नवंबर 22, 2005; अक्टूबर 5, 2006; नवंबर 7, 2008; नवंबर 30, 2010; नवंबर 30, 2011; नवंबर 23, 2014) एवं एक LISS IV दृश्य आनबोर्ड रिसोर्स सेट-2 (नवंबर 2, 2014) प्राप्त किए गए थे। इस कार्य के लिए अध्ययन क्षेत्र का आस्टर जीडीईएम वर्जन 2 भी प्राप्त किया गया। इन उपग्रह छवियों का चयन उनकी उपलब्धता तथा



चित्र 60: अध्यापन में शामिल गंगोत्री हिमनद एवं आसपास के हिमनदों को दर्शाने वाला अवस्थिति मानचित्र।

न्यूनतम हिम एवं बादल आच्छादन के आधार पर किया गया था। एक प्रारंभिक कदम के रूप में हमारे अध्ययन क्षेत्र के हिस्सों को समाहित करने वाली सभी टोपोशीटों का भूसंदर्भन किया गया। इसके बाद भूसंदर्भित इन स्थलाकृतिक मानचित्रों को मौजूद करके उसके साथ उच्च विभेदन LISS IV छवि (5.8 मी.) को रजिस्टर किया गया। तदनन्तर, प्रत्येक छवि के लिए 20–25 भू-नियंत्रण बिंदुओं का प्रयोग करके 0.0003–0.0019 के बीच आरएमएसई के द्वितीय क्रम बहुपदीय रूपांतरण के प्रयोग से LISS IV एवं एडब्ल्यूआईएफएस (56 मी.) छवियों को एक दूसरे के साथ सह-पंजीकृत किया गया। 05 अक्टूबर, 2006 की एडब्ल्यूआईएफएस छवि एवं LISS IV छवियों को रेडियोमैट्रिक प्रभावों के लिए संयोजित किया गया तथा डीएन मानों से भौतिक इकाइयों में परिवर्तित (रिफ्लेक्टेंस) किया गया (मिश्रा एवं अन्य, 2012)।

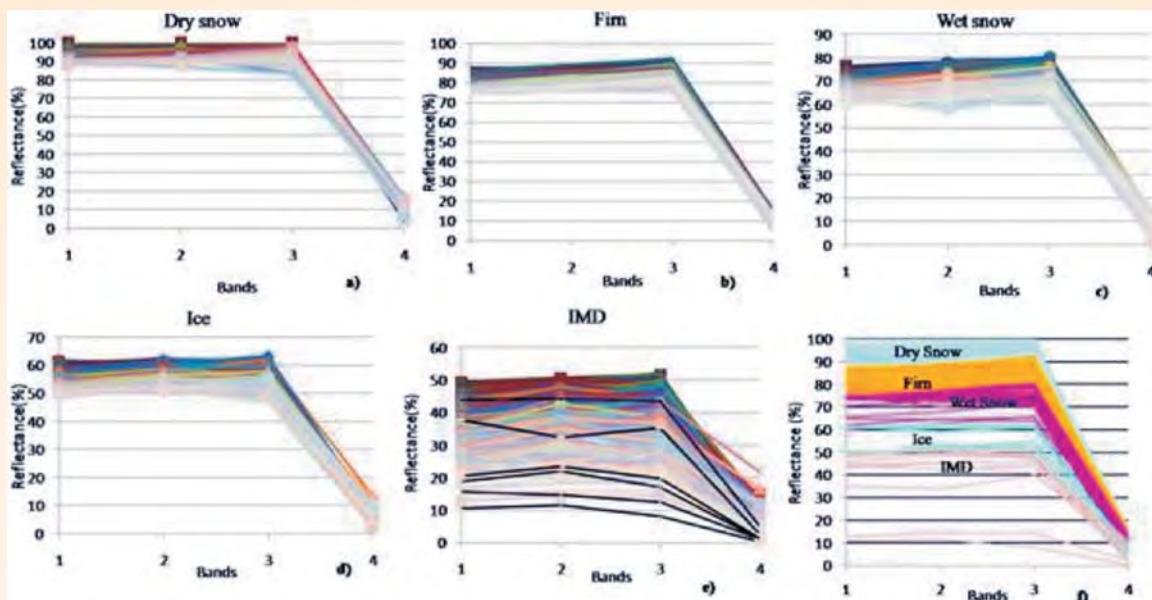
लिट्रेचर (शुक्ला एवं युसुफ, 2016; अलिफू एवं अन्य, 2015; शुक्ला एवं अन्य, 2010; हॉल, 2008; विंथर, 1993) में विभिन्न हिमनदीय फेसीज की रिपोर्ट की गई है और हमारे अध्ययन क्षेत्र में उनकी पहचान के लिए स्पेक्ट्रल प्रोफाइल विश्लेषण (फेसीज स्पेक्ट्रा का निकट अंतराल विश्लेषण) किया गया। इस अध्ययन में फेसीज को हिम/बर्फ फेसीज एवं अन्य फेसीज के रूप में वर्गीकृत किया गया है। इन हिमनदों पर मौजूद फेसीज की समुचित पहचान तथा यह पता लगाने के लिए कि उपचित्र अवयव वर्गीकरण की प्रक्रिया में कौन सी आनुषंगिक परतें इनपुट के रूप में इस्तेमाल की जा सकती हैं। दृश्य के ऊपर सुवितरित कुछ प्रतिनिधि हिमनदों (गंगोत्री हिमनद सहित) के साथ एवं आर पार एडब्ल्यूआईएफएस की अपरिपक्व एवं दिनांक 5 अक्टूबर, 2016 की रिफ्लेक्टेंस छवियों पर इन दोनों श्रेणियों की फेसीज की स्पेक्ट्रल प्रोफाइलिंग की गई।

एडब्ल्यूआईएफएस संवेदक के उच्च रेडियोमैट्रिक विभेदन के कारण हमने इन हिमनदों पर मौजूद पाँच अलग-अलग हिम/बर्फ फेसीज नामतः शुष्क हिम, फर्न, गीली हिम, बर्फ, बर्फ मिश्रित मलबा (आईएमडी) की पहचान की जैसा कि चित्र 61 में दर्शाया गया है। इन फेसीज की रिफ्लेक्टेंस सीमाओं को क्षेत्र

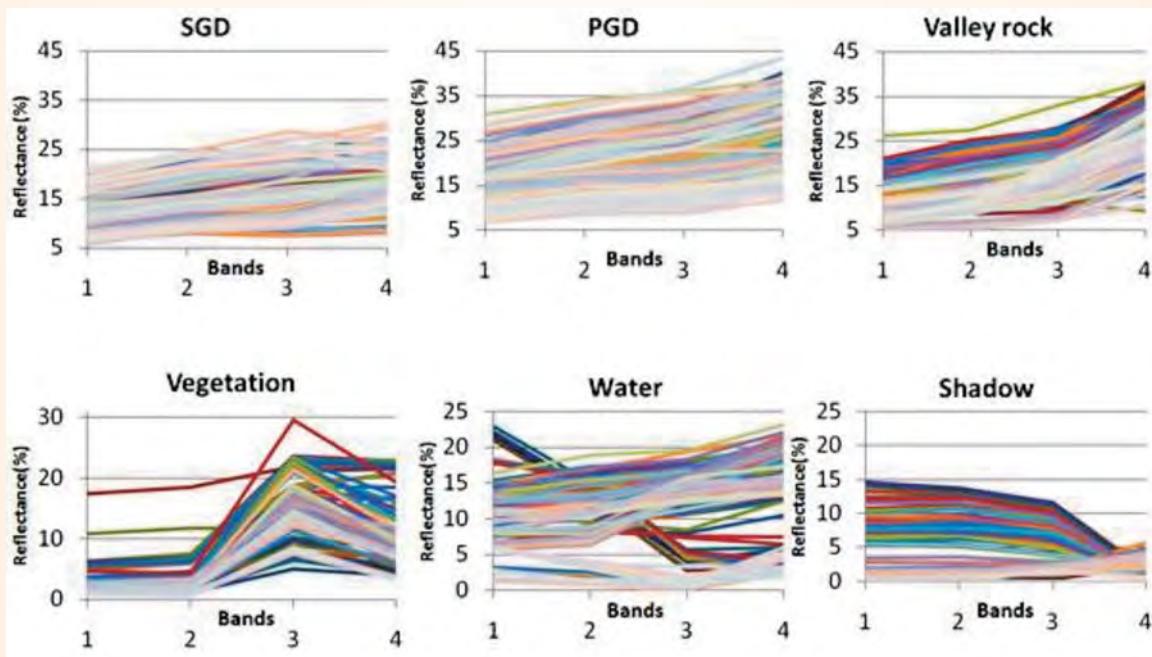
आधारित हिम-बर्फ स्पेक्ट्रा तथा विभिन्न स्पेक्ट्रल बैंडों पर उनकी संवेदनशीलता के आधार पर परिभाषित किया गया (भारद्वाज एवं अन्य, 2015; डोसियर एवं पेटर, 2004; गुप्ता एवं अन्य 2004; फिलिप एवं रविन्द्रन 1998; हॉल एवं अन्य, 1992; ओ ब्रायन एवं मुनिस, 1975)। हिमवदरों एवं छायाओं की मौजूदगी संचय फेसीज के रिफ्लेक्टेंस को इस हद तक कम कर देती है कि यह अपवर्तन फेसीज का स्पेक्ट्रा देता है जैसा कि चित्र 61–ई में उदाहरण सहित दर्शाया गया है। यह गलत वर्गीकरण से बचने के लिए आनुषंगित डेटा के समावेशन की जरूरत को स्पष्ट करता है।

दूसरी श्रेणी में, इस अध्ययन क्षेत्र में अधि-हिमनदीय मलबा (एसजीडी), परिहिमनदीय मलबा (पीजीडी) घाटी-चट्टान, वनस्पति, छाया एवं जल जैसी फेसीज की पहचान की गई है। जैसा कि चित्र 62 से स्पष्ट है, एसजीडी, पीजीडी एवं घाटी-चट्टान के बीच काफी मात्रा में स्पेक्ट्रल ओवरलैप हैं जिसके कारण केवल बहुस्पेक्ट्रल डेटा का प्रयोग करके इन वर्गों का पृथक्करण कठिन है। इसके अलावा कुछ जलीय प्रोफाइलें एसजीडी/पीजीडी/घाटी-चट्टान के सदृश होती हैं जबकि कुछ छाया के साथ मेल खाती हैं। तथापि, गहन एवं स्वच्छ जलराशियों से प्राप्त स्पेक्ट्रल लक्षण अलग-अलग हैं। इसलिए हिमनद फेसीज के बेहतर लक्षण के लिए ढलान-पहलु, एनडीएसआई, स्नोग्रेन-साईज इंडिसेज, चमक तापमान जैसी आनुषंगिक परतों का इस्तेमाल किया गया (अलिफू एवं अन्य 2015; पॉल एवं अन्य 2013, 2014; शुक्ला एवं अन्य 2010 ए; रिकोविरेन्यू एवं विलियम्स 2012; केसरी एवं अन्य 2009; डोसियर 1989)। सिद्धांत रूप में हम ऊंचाई, ढलान, एनडीएसआई, ग्रेन-आकार, प्रदीपन, चमक तापमान आदि जैसे अतिरिक्त गुणों के आधार पर सभी हिमनद फेसीज का वर्गीकरण करने का प्रयास कर रहे हैं क्योंकि इन प्राचलों में बदलाव को हिमनद की सतह पर मौजूद फेसीज में बदलाव से जोड़ा जा सकता है (नेगी एवं अन्य, 2008; डोसियर, 1989; हॉल एवं अन्य, 1989)।

सर्वाधिक उपयुक्त उपचित्र अवयव वर्गीकारक का पता लगाने के लिए इन सभी प्रेक्षित-फेसीज के लिए प्रशिक्षण क्षेत्रों का चयन किया गया तथा कृत्रिम न्यूरल नेटवर्क (ANNs), सपोर्ट वेक्टर मशीन (SVMs) एवं स्पेक्ट्रल एंगिल मैपर (SAMs) जैसे विभिन्न ऐलोरिदम का प्रयोग करके उप-चित्र अवयव वर्गीकरण चलाया गया। वर्गीकृत मानचित्रों के दृश्य निर्विचन से पता लगा है कि एनएन एवं SAM के मुकाबले एसवीएम बेहतर परिणाम देने में समर्थ है। इसलिए उपचित्र अवयव वर्गीकरण करने के लिए वरियतः एसवीएम का इस्तेमाल किया जाएगा। तथापि उप-चित्र अवयव वर्गीकारक के समुचित चयन हेतु मात्रात्मक आकलन/परिशुद्धता मूल्यांकन किए जाने की जरूरत है।



चित्र 61: (ए—एफ) अध्ययन क्षेत्र में पहचानी गई विभिन्न हिम—बर्फ फेसीज की स्पेक्ट्रल प्रोफाइलें। नोट: आकृति 2 ई में खाली प्रोफाइलों में संचय फेसीज से स्पेक्ट्रा का प्रतिनिधित्व करती हैं जो हिमविदरों एवं छायाओं की उपस्थिति कारण अपवर्तन फेसीज की स्पेक्ट्रा जैसी लगती हैं।



चित्र 62: अध्ययन क्षेत्र में पहचाने गए अन्य फेसीज का औसत स्पेक्ट्रल रिफ्लेक्टेंस (प्रतिशत)।

डीएसटी—एसईआरसी फास्ट्रैक परियोजना
मणिपुर ओफियोलाइट कार्प्लेक्स, भारत—म्यांमार पर्वतीय पट्टी पूर्वोत्तर भारत के प्रावरण अनुक्रम एवं संचय का खनिजीकरण और पेट्रोजिनेसिस

(ए. कृष्णकांत सिंह)

थोलिटिक एमओआरबी (टाइप-I) और ओआईबी (टाइप-II) मैफिक वॉल्केनिक्स के सहअस्तित्व की रिपोर्ट मणिपुर

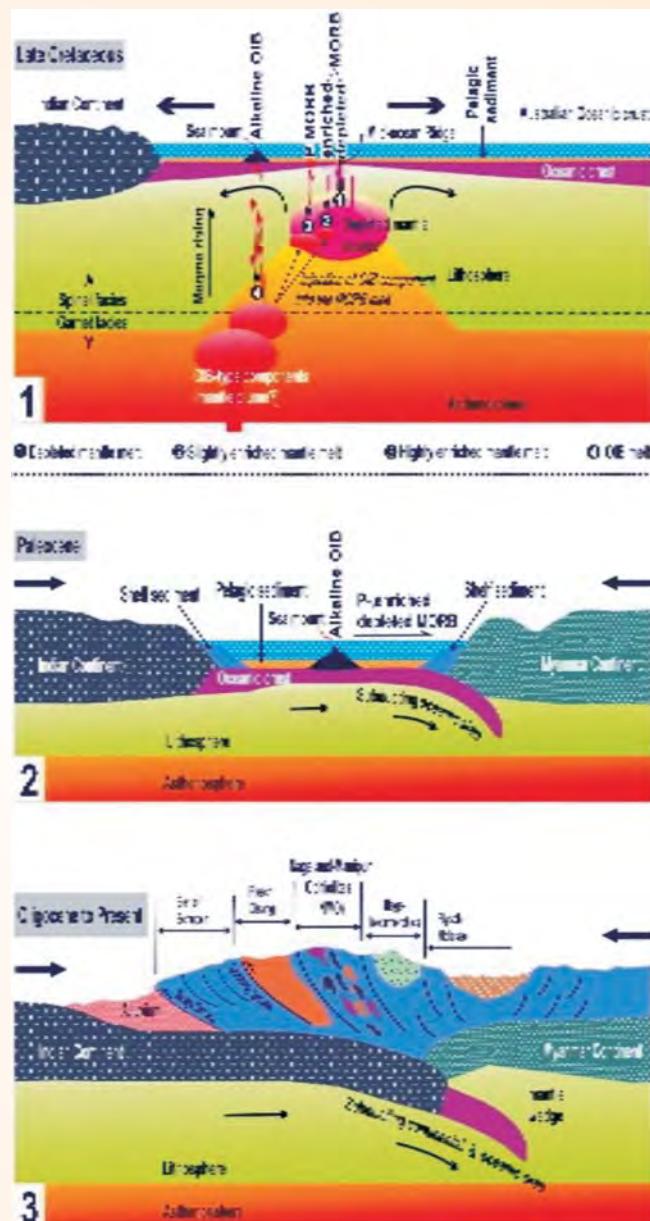
ओफियोलाइट कार्प्लेक्स, भारत—म्यांमार पर्वतीय पट्टी, पूर्वोत्तर भारत से प्राप्त हुई है। टाइप-I में तुलनात्मक रूप से निम्न TiO_2 सांद्रण (0.6–1.6 wt प्रतिशत) है जो प्रायः निःशेष एलआरईईज [$(La/Sm)_N=0.62-1.03$] सहित सपाट आरईई पैटर्न दर्शाता है। तथापि, एमओआरबी समूह में कुछ नमूने एलआरईई [$(La/Sm)_N=2.83-2.95$] में संवृद्धि दर्शाते हैं। जो पी-एमओआरबी का विशिष्ट मिश्रण है। दूसरी ओर, टाइप-II अपने एचआरईई [$(La/Sm)_N=2.27-3.44$, $(Sm/Yb)_N=2.56-3.29$]

के मुकाबले अति संवर्धित एलआरईई पैटर्न के साथ TiO_2 (1.7–3.5 wt प्रतिशत) के उच्च सांद्रण द्वारा लक्षणवर्णित है। इसका निहितार्थ यह है कि दो से अधिक मैग्मा स्रोत निःशेष एमओआरबी प्रावरण से लेकर पर्याप्त रूप से संवर्धित ओआईबी स्रोत तक शामिल रहते हैं। पेट्रोजेनेटिक मॉडलिंग यह संकेत देती है कि स्पिनेल स्टेबिलिटी फेसीज जोन (उथली गहराई) के भीतर निःशेष प्रावरण की 20 प्रतिशत आंशिक गलन एमओआरबी थालिटीज के सृजन के लिए जिम्मेदार हैं तथा गारनेट फेसीज जोन (अधिक गहराई) में संवर्धित प्रावरण अथवा प्लम मेटेरियल का 5–10 प्रतिशत आंशिक गलन अल्कलाइन ओआईबी टाइप के उत्पादन के लिए जिम्मेदार है।

अलग-अलग रूप में संवर्धित एमओआरबी तथा पी-एमओआरबी नमूनों के भूरासायनिक लक्षण आगे निःशेष एन-एमओआरबी एवं संवर्धित ओआईबी गलन के मिश्रण के संभावित परिदृश्य का संकेत देते हैं। इसलिए यह संभावना है कि एमओसी की मैफिक वोल्केनिक्स, समुद्र तल उत्तर क्षेत्र में निःशेष ऊपरी प्रावरण के आंशिक गलन द्वारा सृजित एमओआरबी के रूप में और संवर्धित प्रावरण अथवा प्लम क्षेत्र के आंशिक गलन द्वारा फैल रही धुरी के आसपास उद्भेदित रासायनिक रूप से विषमांगी प्रावरण स्रोतों से व्युत्पन्न है। म्यांमार प्लेट के भीतर भारतीय प्लेट के लंबे उपशमन तथा बाद में टकराने के कारण बाद में वे भारत-म्यांमार पर्वतीय पट्टी के साथ उत्क्षेप महासागर भूपृष्ठ के रूप में जुड़ गए होंगे। इस प्रकार यह माना जाता है कि एनएमओ का मैफिक भूपृष्ठीय हिस्सा मध्यसागरीय प्रसार विवर्तनिक विन्यास पर एक तंत्र के रूप में निर्मित हुआ होगा तथा फैल रही धुरी के निकट प्लम स्रोत पर स्थित प्लेट सीमाउन्ट वोल्केनिजम के भीतर दूसरे तंत्र के रूप में बाद के चरण के अति उपशमन विवर्तनिक प्रक्रिया शुरू होने के पहले निर्मित हुआ होगा। विभिन्न विन्यासों में गठित मैफिक वोल्केनिक्स के सहअस्तित्व की यह प्रकृति अनेक टेथयान आफियोलाइट्स में भी रिपोर्ट की गई थी। जुरासिक अर्ली क्रिटेशियस के दौरान भारी विभ्रंश-संवहन कार्यकलाप का दौर था जिसमें भारत-म्यांमार-अंदमान (आईएमए) एवं सिकुलेह लघुद्वीपों के आस्ट्रेलियाई सीमांत से पृथक्करण को बढ़ावा दिया। इस घटना के बाद विशाल भारतीय महाद्वीप, हाल के क्रिटेशियस के दौरान आस्ट्रेलियाई महाद्वीप से अलग हो गया। पहले के शोधकर्ताओं द्वारा भारतीय प्लेट के पूर्वी सीमांत में विप्रश्च कार्यकलाप एवं नवीनतम सेंटोनियन/प्रारंभिक कैपेनियन से पूर्व भारतीय महाद्वीप के आस्ट्रेलिया महाद्वीप से अलग होने का भी विचार व्यक्त किया गया था।

इस प्रकार एमओसी के निम्न TiO_2 सांद्रण युक्त थोलेटिक एमओआरबी की उत्पत्ति, हाल के क्रिटेशियस अवधि के दौरान जब भारतीय प्लेट आस्ट्रेलिया की प्लेट से अलग हो रही थी, उथली गहराई में निःशेष ऊपरी प्रावरण के आंशिक गलन द्वारा फैल रही धुरी पर हुई होगी। साथ ही साथ पी-एमओआरबी का निर्माण निःशेष गलन के रूप में हुआ होगा और यह ओआईबी (टाइप-II) द्वारा लगातार समृद्ध हुआ जो एक गहरे स्रोत/प्लम

स्रोत से आया। टाइप-II, फैल रही धुरी के नजदीक प्लेट सीमाउन्ट के भीतर उद्भेदित हुआ होगा। एमओआरबी के विकास एवं एमओसी की ओआईबी मैफिक वोल्केनिक्स की संभावित विवर्तनिक विकास को दर्शाते हुए एक 2डी मॉडल चित्र 63ए-सी में दर्शाया गया है। ऊपरी प्रावरण के निम्न कोटि



चित्र 63: मणिपुर ओफियोलाइट कांप्लेक्स, आईएमओबी, पूर्वोत्तर भारत के मैफिक वोल्केनिक्स की विवर्तनिक चुंबकीय उत्पत्ति को दर्शाते मॉडल। मॉडल (1) हाल के क्रिटेशियस के दौरान आस्ट्रेलियाई प्लेट से अलग होते समय भारतीय प्लेट के पूर्वी सीमांत पर एमओआरबी एवं ओआईबी मैफिक लावा सृजित करने वाले संभावित उपसतह प्रावरण को दर्शाते हुए द्विआयामी मॉडल (2) भारतीय प्लेट के म्यांमार प्लेट के भीतर सबडक्शन प्रक्रिया के दौरान महासागरीय खपत को दर्शाता कार्टून (3) अल्पनूतन से वर्तमान तक एमओसी का सक्षिप्त विवर्तनिक ढांचा।

आंशिक गलन एवं क्रिटेशियस अवधि के दौरान फैल रहे रिज पर नए महासागर द्रोणी के निर्माण का एमओआरबी टाइप मैफिक एकटूसिव, इंद्रुसिव एवं एमओसी के अवशेष पेरिडोटाइट के भूरासायन विज्ञान द्वारा भी समर्थन किया गया है। एनएमओ सेनगुप्ता एवं अन्य (1989) से असिताश्म के Ti आधारित वर्गीकरण के अनुसार इसकी उत्पत्ति 2 अलग-अलग विन्यासों से होने की संभावना व्यक्त की गई है—फेलता हुआ रिज एवं प्लम वातावरण। पुरानूतन के दौरान आईएमए ब्लॉक, हिंद महासागर के विकसित रूपांतरित भ्रंशों के कारण, लगातार दक्षिणावर्त धूम रहा था। बाद में भारतीय महाद्वीप का पूर्वोत्तर किनारा, मियो-पुरानूतन के दौन आईएमए के पश्चिमोत्तर किनारे से टकराया। टकराहट की इस प्रक्रिया के कारण, एनएमओ भारतीय आधार पर आब्दकट एवं आईएमओबी के साथ संरक्षित हो गया।

डीएसटी—एसईआरबी परियोजना

अरुणाचल प्रदेश के पूर्वी हिमालयी सिंटैक्सिस के लेसर हिमालयी पट्टी के आरपार माइलोनिटिक क्षेत्र के विकास की भूगतिकी

(आर.के. विक्रमादित्य सिंह)

अरुणाचल प्रदेश की लोहित एवं दिबांग घाटियों में मार्च—अप्रैल 2015 में खेत्र कार्य किया गया है। इस इलाकों से इकट्ठी की गई लेसर हिमालयी ग्रेनाइटें क्वार्ट्ज, के-फील्डस्पार, प्लेगियोक्लेज, मस्कोवाइट तथा बायोटाइट के साथ—साथ जिरकान एवं एपेटाइट जैसे खनिजों की बनी हैं। भूरासायनिक एवं शैलवैज्ञानिक अध्ययन यह संकेत देते हैं कि एलएचजी तलछटीय स्रोत से व्युत्पन्न हैं। उनके उच्च ग्राम अणुक अनुपात मानों Al, O₃/CaO+Na₂O+K₂O जो 0.37–6.39 की सीमा में नार्मेटिव कोरंडम सहित 1.00 से 1.72 की सीमा में है, से यह स्पष्ट संकेत प्राप्त होता है कि ये चट्टाने पैराल्युमिनस प्रकृति की हैं। आगे, बायोटाइट की रासायनिक संरचना FeO'/MgO अनुपात दर्शाती है जो 3.21 से 5.11 की सीमा में है और संरचना में सिडरो फाइलाइट है जो विशिष्ट रूप से पैराल्युमिनस एस-टाइप सुट के निकट है। एलएचजी में क्वार्ट्ज एवं फेल्डस्पार की सूक्ष्म संरचनात्मक विशेषताएं संकेत देती हैं कि इन चट्टानों में विरुपण के बाद के चरण के दौरान शैलों लेवल ब्रिटिल विरुपण द्वारा सुपरइंपोज्ड डीप लेवल डक्टाइल विरुपण हुआ।

एसईआरबी द्वारा प्रायोजित परियोजना

फिजन ट्रैक तापकालानुक्रम का प्रयोग करके काराकोरम भ्रंश क्षेत्र का उत्खनन इतिहास

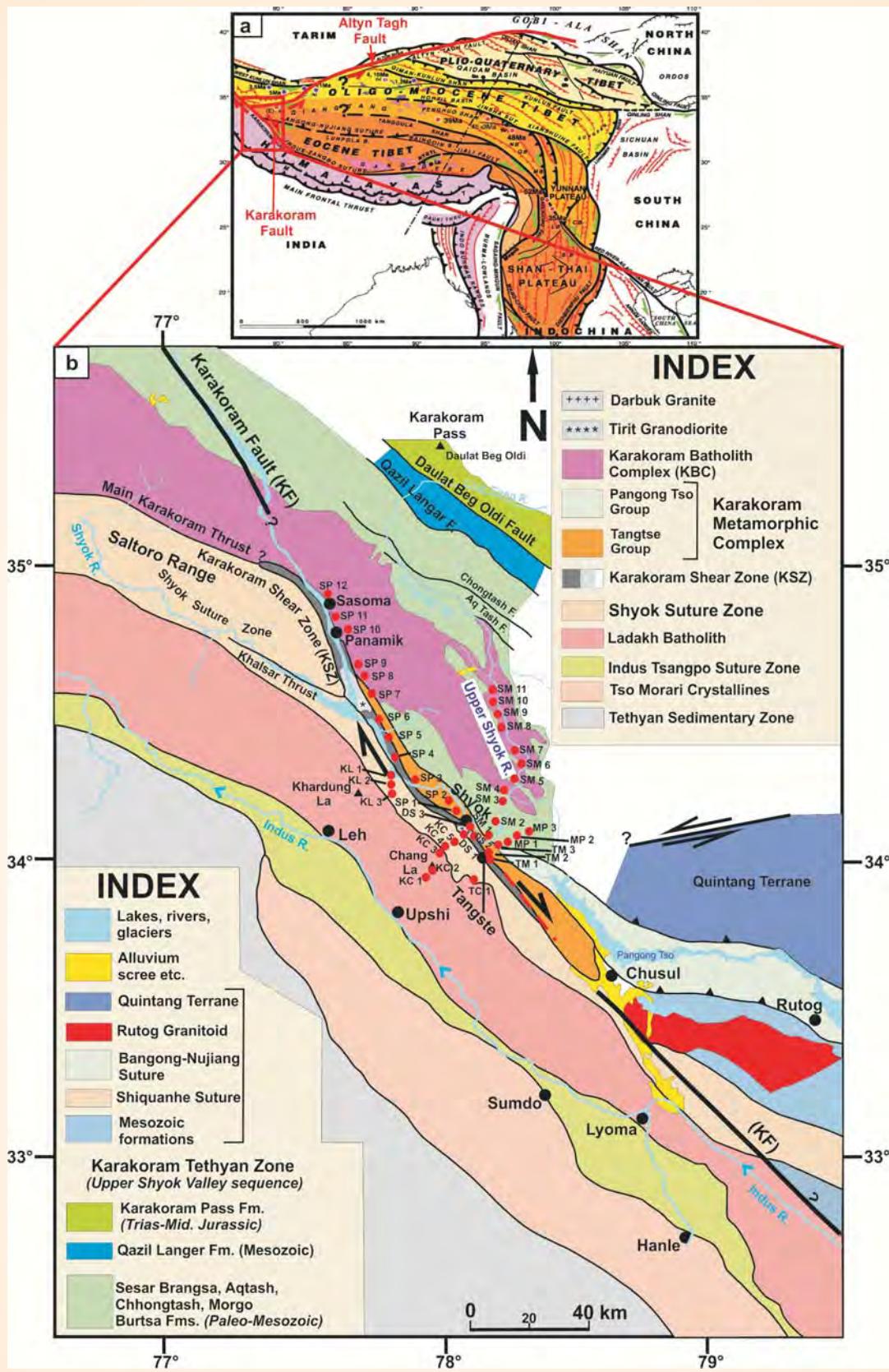
(विकास)

इस परियोजना का उद्देश्य काराकोरम भ्रंश क्षेत्र के उत्खनन इतिहास का प्रलेखन करना है। अध्ययन क्षेत्र, अलग-अलग

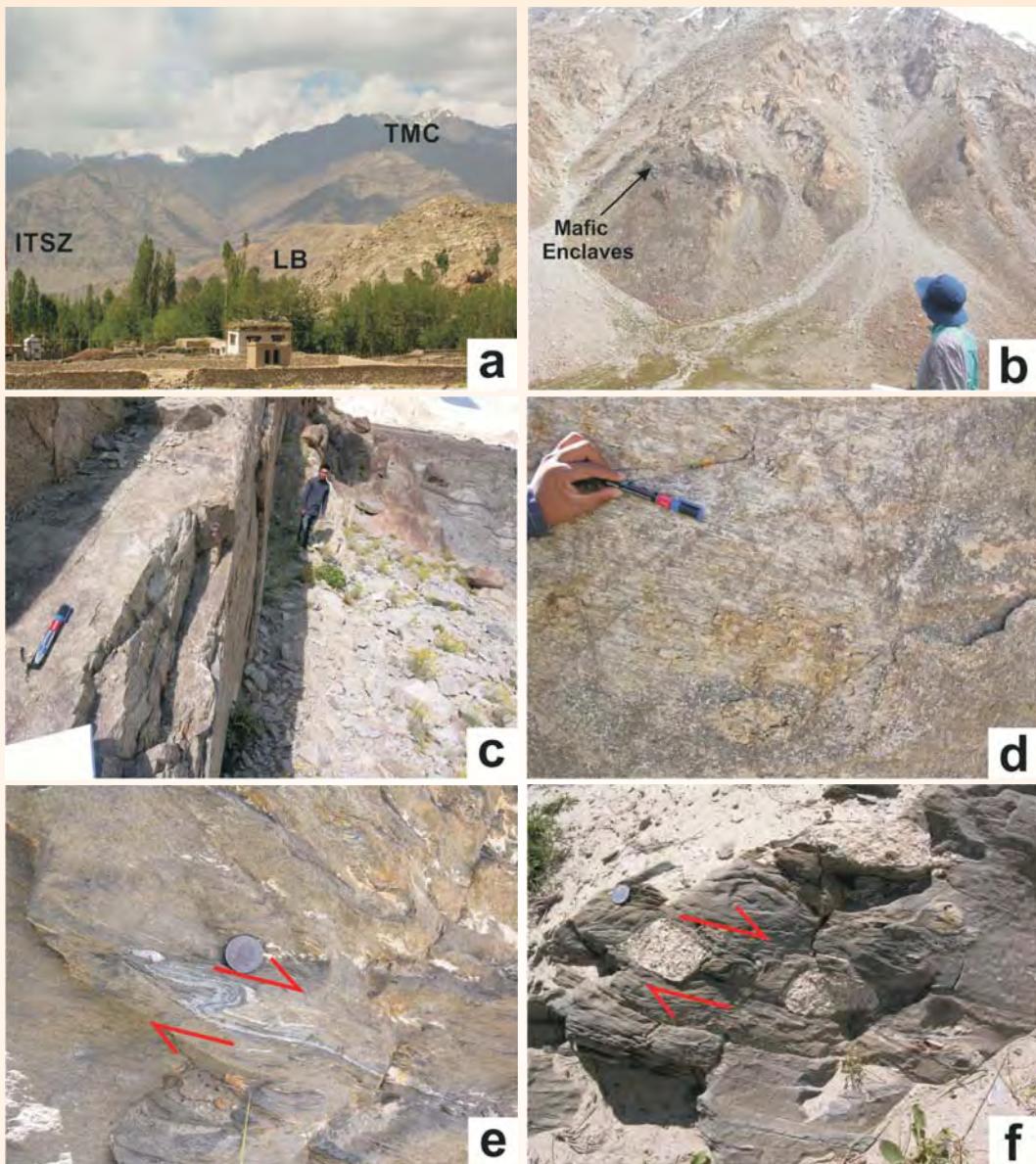
अश्म विवर्तनिक इकाइयों नामतः कराकोरम शीयर जोन, कराकोरम बेथोलिथ एवं कराकोरम मेटामार्फिक कांलेक्स से बने पूर्वी कराकोरम, पश्चिमोत्तर भारत में स्थित है (चित्र 64)। ये चट्टानें दक्षिण एशियाई प्लेट के सीमान्त को निरुपित करती हैं और श्योक सुचर जोन के उत्तर में स्थित हैं। अश्मवैज्ञानिक रूप से एसएसजेड, पेरिडोटाइट, गेबरो, वोल्केनिक्स, कांगलोमेरेट, शेल, डायोराइट एवं ग्रेनोडायोराइट अविरुपित चट्टानों से बना है। एसएसजेड के दक्षिण में लद्दाख बेथोलिथ है जो मध्यम दानेदार ग्रेनाइट—ग्रेनोडायोराइट अविरुपित चट्टानों से घिरे हैं तथा इसमें यदा—कदा अभिमुख प्लेगियोक्लेज, हार्नब्लैंड और बायोटाइट खनिज अल्पांश हैं। दक्षिण में लद्दाख बेथोलिथ, इंडस सांगपो सुचर जोन के इंडस फार्मेशन के सु—संस्तरित तलछटीय अनुक्रम से युक्त भ्रंश संप्रक के बिल्कुल पास में है (चित्र 65 ऐ)। लद्दाख बेथोलिथ की हल्की रंगीन ग्रेनाइट चट्टानों के भीतर गहरे मैफिक एन्कलेव भी देखे जा सकते हैं (चित्र 65बी)।

काराकोरम भ्रंश क्षेत्र

एसएसजेड के उत्तर में प्रत्यस्थीय रूप से विरुपित तीव्र माइलोनाइटाइज्ड ग्रेनाइटिक जिनेसिस स्लेटों का 1–5 किमी का एक संकरा क्षेत्र देखा गया है जो काराकोरम भ्रंश क्षेत्र को निरुपित करता है (चित्र 64)। काराकोरम भ्रंश क्षेत्र के प्रत्यस्थीय रूप से विरुपित चट्टाने, अध्ययन क्षेत्र के तैंगसे—मुगलिब, क्षेत्र, डर्बक—श्योन क्षेत्र और नुब्रा घाटी क्षेत्र में अनुदैर्घ्य के साथ देखी गई हैं। यह भ्रंश अघम के नजदीक दो भागों में बंट जाता है : तैंगसे स्ट्रैंड एवं मुगलिब स्ट्रैंड (चित्र 64)। तैंगसे—चिलाम सड़क (अवस्थिती टीएम1, आकृति 64) पर तैंगसे मानेस्ट्री 500 मी. के निकट चांगला से पांगोग त्सो सड़क अनुप्रस्थ की ओर बढ़ते समय माइलोनिटाइज्ड चट्टानें, अतिप्रवण ऊर्ध्वाधर शल्कनों (चित्र 65सी) एवं दक्षिण पार्श्वक प्रतिबल मानदंडों के साथ लगभग क्षैतिज तनन रेखांकणों द्वारा लक्षणवर्णित है (चित्र 65डी)। ये माइलोनाइट्स काराकोरम भ्रंश क्षेत्र जैसी ही दिशा एवं गति दर्शाती हैं। निर्माण के बाद माइलोनाइट्स के किसी बड़े झुकाव की कोई व्याप्त विशेषता क्षेत्र में मौजूद नहीं है क्योंकि माइलोनाइट्स के दक्षिण में अविरुपित मैसिव तैंगसे ग्रेनाइटें अनावृत्त हैं। इसलिए ऐसी व्याख्या की जाती है कि ये माइलोनाइट्स काराकोरम भ्रंश के उत्खनित गहरे हिस्से के अनुरूप केसजेड का निर्माण करती है। क्षैतिज तनन रेखांकण, सामान्यतया, केएसजेड के भीतर ऊर्ध्वाधर शल्कनों मैदानों पर 11° से अधिकतम 39° उत्तर पश्चिम की ओर निर्मित हो रही हैं। फील्ड के दौरान सूक्ष्म संरचनात्मक अध्ययन हेतु अनुकूलित नमूने लिए गए। सूक्ष्म संरचनात्मक अध्ययन के लिए एक्सजेड और वाईजेड के साथ पतले अनुभाग तैयार किए गए हैं। लगभग ऊर्ध्वाधर शल्कों के भीतर अंतःशल्क मोड़, शीयर जोन में एसायमेट्रिक बाउंडिंग, डेक्सट्रल राइट लेट्रल केएफ का संकेत देती है (चित्र 65डी, इ)। ऊर्ध्वाधर शल्कन मैदानों पर इसी प्रकार के क्षैतिज रेखांकण मुगलिब एवं श्योक गांव के निकट



चित्र 64: (ए) हिमालय तिब्बत पर्वतीय पट्टी के संदर्भ में अध्ययन क्षेत्र की अवस्थिति। (बी) फिजन ट्रैक तापकालानुक्रमीय अध्ययनों के लिए नमूना अवस्थितियों (लाल बिंदु) सहित भूवैज्ञानिक मानचित्र (जैन एवं सिंह 2009 के बाद)।



प्राचोर्जित शोध-परियोजनाएँ

चित्र 65: (ए) लद्दाख बेथोलिथ (एलबी) की विशाल अल्पविकसित ग्रेनाइट चट्टानों का अपावरण, आईटीएसजेड और त्सो-मोरारी क्रिस्टलाइन के सुपरस्तरित इंडस फार्मेशन को दर्शाया गया है। उपशी के निकट भ्रंश के साथ एलबी, आईटीएसजेड द्वारा आच्छादित हैं। फोटोग्राफ, दक्षिण की ओर देखते हुए सक्ति गांव से लिए गए हैं, (बी) एसएसजेड के गहरे रंग के मैफिक इन्कलेव त्सोलतक के निकट हल्के रंग की एलबी चट्टानों के भीतर अंतर्विष्ट हैं, (सी) ऊर्ध्वाधर शल्कनों को दर्शाते माइलोनाइट्स, (डी) केएफ क्षेत्र में लगभग क्षैतिज रेखांकण देखे गए हैं, (इ) गति के डेक्सट्रल सेंस को दर्शाते लगभग ऊर्ध्वाधर ऐक्सियल प्लेन के साथ अंतःशल्कीय मोड़, (एफ) केएफ क्षेत्र के भीतर डेक्सट्रल स्लिप का प्रतिनिधित्व करती साइमेट्रिक बाउडिनिं।

देखे गए हैं। अधम और रोंगड़ो गांव जो कि अपदलित क्षेत्र हैं के नजदीक केएफ के साथ अपरुपण की प्रतिनिधि के रूप में फाइलाईट्स एवं प्लेन्टे देखी गई हैं। ये आकृतियाँ नुब्रा घाटी में अनुदैर्घ्य के साथ विस्तारित होती हैं जो केएफ की मौजूदगी की पुष्टि करता है।

इस क्षेत्र में अपरुपण एवं रूपांतरण की सीमा को परिभाषित करने वाले रूपांतारिक डोमेन तैंग्से मुगलिब तथा पांगोग क्षेत्र में

पाए गए हैं तथा इन्हें तैंग्से समूह तथा पोंगोंग त्से समूह (पीटीजी) कहा जाता है। तैंग्से समूह – केएफ जोन की दो स्ट्रैड के बीच स्थित है। केएफ के सक्रियकरण के कारण गहन प्रतिबल तापन एवं आंशिक गलने ने तैंग्से एवं मुगलिब के बीच एक पूर्णतः मिग्मीटाइज्ड क्षेत्र का सृजन किया है। चट्टानें ग्रेनाइटिक जिनेसिस, लार्ज ल्यूकोक्रेटिक डाइकों द्वारा अंतर्विष्ट एंफियाबोलाइट की बनी हैं। शल्कन प्लने के समानान्तर एवं मुख्य शल्कन को आड़े करने वाली ल्यूकोक्रेटिक डाइकों इस

इलाके में देखी गई है। पीटीजी, मुगलिब स्ट्रैंड के उत्तर में जबकि मुगलिब-लुकुंग-फोब्रांग सड़क अनुप्रस्थ के साथ अनावृत हैं। ये चट्टानें एंफीबोलाइट, स्लेट एवं मार्बल एवं स्तरित चट्टान के एकान्तर बैंडों से बनी हैं।

इस वर्ष के दौरान एपेटाइट एवं जिरकान फिजन ट्रैक तापकालानुक्रमीय अध्ययन हेतु संरचनात्मक डेटा एकत्र करने के लिए चांगला-तैंगसे -पेंगान त्सो, डार्बुक-श्योक और श्योक-पैनामिक-ससोमा अनुप्रस्थों में क्षेत्र कार्य किया गया (चित्र 64)। कुल 80 नमूने एकत्र किए गए। पहले चरण में, फिजन ट्रैक काल निर्धारण हेतु चांगला-डार्बुक-श्योग, तैंगसे-मुगलिब और श्योग-मुरगो (ऊपरी श्योक) अनुभागों से 64 नमूनों को विश्लेषण किया गया (चित्र 64)। अपेटाइट और जिरकान के अच्छी गुणवत्ता के दानों के नमूनों का संदर्भ एवं धुलाई, चुंबकीय अवरोध पृथक्करण, भारी तरल पृथक्करण एवं चुनने का कार्य पूरा किया गया। तथापि फिजन ट्रैक काल निर्धारण अध्ययन जारी है।

परियोजना

बिरमानिया द्वोणी, राजस्थान का पुराजीवविज्ञान एवं लघु हिमालय की क्रोल-ताल पट्टी के साथ इसका सह संबंध

(रजिता शुक्ला)

पश्चिमी राजस्थान में जैसलमेर के पास थार रेगिस्तान में अवस्थित अंडाकार, मोटे तौर पर उत्तर दक्षिण में फेली बिरमानिया द्वोणी इस जारी परियोजना का अध्ययन क्षेत्र है। इसे मारवाड़ द्वोणी का एक वियुक्त अवशेष माना जाता है। इसके नीचे मलानी आग्नेय चट्टानें हैं (780–680 Ma) तथा ऊपरी हिस्सा लाथी निर्माण (जुरासिक) द्वारा आच्छादित है। यह सिलिकामय, कार्बोनेट एवं फास्फोराइट फेर्सीज के ~900 मी. मोटे अनुक्रम से बना है। बिरमानिया द्वोणी की तलछाटीय चट्टानों व्यापक तौर पर दो फार्मेशन में समूहित किया जाता है – मध्यम से मोटी सिलिकामय चट्टानों से बना निचला रांधा फार्मेशन तथा ऊपरी बिरमानिया फार्मेशन। क्षेत्र के बालू से भरे होने के कारण इन दोनों के बीच संप्रक्रमित दिखाई नहीं पड़ता। बिरमानिया फार्मेशन निचले हिस्से में हलके से गहरे भूरे, रेजीनमय बैंडों, लेसों सहित चूनेदार हैं तथा चूनेदार चट्टानों के भीतर चर्ट के बड़े पिंड अंतर्निहित हैं। बिरमानिया फार्मेशन का ऊपरी हिस्सा चूनेदार एवं सिलिका युक्त है। चूनेदार बलुआ पत्थर एवं स्लेट के साथ-साथ फास्फोराइट के गहरे बैंड पाए जाते हैं।

इस द्वोणी में किए गए कार्बन समस्थानिक अध्ययन यह प्रकट करते हैं कि (माहेश्वरी एवं अन्य, 2007) पैटर्न, सुस्थापित वैशिक प्रीकैंब्रियन-कैंब्रियन समस्थानिक वक्रों जैसे ही हैं। इसलिए इस द्वोणी के लिए एक एडियाकरण अर्ली कैंब्रियन युग समनुदेशित किया गया जिसे अनफोसिलीफेरस माना गया था। बिरमानिया फार्मेशन के फॉस्फेट संस्तरों से वेंगानिया इक्विजिटा की हाल की खोज द्वोणी की फोसिलीफेरस प्रकृति को दर्शाती है

और फार्मेशन के लिए एक एडियाकरण युग का संकेत देती है। वर्तमान अध्ययन के दौरान बिरमानिया फार्मेशन के निचले हिस्से में स्यानोबैकटीरियल एवं शैवालीय तंतुमय स्वरूपों का एक संग्रह दर्ज किया गया है। इन अभिलेखों के परिणामस्वरूप बिरमानिया द्वोणी की आयु का पुनर्निर्धारण किया जा रहा है।

रंधा एवं बिरमानिया फार्मेशन तथा क्रोल समूह के चर्टों, कार्बोनेटों, फॉस्फोराइट्स एवं सिलिकलास्टिक्स का शैल आलेखीय एवं भूरासायनिक विश्लेषण भी किया जा रहा है। इससे चट्टानों की निश्चित पहचान, निक्षेपी पर्यावरण की समझ तथा जैवस्तरित शैल विन्यास सह संबंध हेतु इन दोनों द्वोणियों की तुलना में मदद मिलेगी।

डीएसटी द्वारा प्रायोजित युवा वैज्ञानिक परियोजना

स्पीति द्वोणी, टेथिस हिमालय में पिन सेक्शन का जैवस्तरितभौलविज्ञान एवं ऊपरी कैंब्रियन-निचले आर्डोविसियन वंशक्रम का निक्षेपी इतिहास

(शिवानी पाण्डेय)

पिन घाटी के आर्डोविसियन से डिवानियन वंशक्रम से नमूने एकत्र किए गए। जिसमें से, विभिन्न सूक्ष्म जीवाश्म समूहों के अध्ययन के लिए आर्डोविसियन सेक्शन के नमूनों का विश्लेषण किया गया। आर्डोविसियन तलछाटी वंशक्रम कार्बोनेट प्लेटफार्म फेर्सीज का अभिलक्षक है। सूक्ष्मदर्शी अध्ययन, ब्रायोजोन्स एवं अन्य अज्ञात सूक्ष्मप्राणिजात के साथ-साथ चूनेदार शैवाल के प्रचुर संचय की जानकारी देते हैं। इनके बीच व्यापक रूप से फेले स्वरूप हैं— हरित चूनेदार शैवाल तथा ब्रायोजोन्स। शैवाल समूहों में मुख्य रूप से डेसीकलेडेल्स होते हैं जो प्रायः असंख्य आर्डोविसियन-सिलुरियन वंशक्रमों के थे। चूनेदार शैवाल, समुद्री कार्बोनेट इकाइयों में अपेक्षाकृत सामान्य जैव घटक हैं और शैल निर्माण में महत्वपूर्ण भूमिका अदा करते हैं तथा आर्डोविसियन अवधि में शैलभित्ति संशिलष्टों के महत्वपूर्ण घटक हैं। ये नितलस्थ समुद्री क्लोरोफाइट समूह अवतट चरण के उथले हिस्से का संकेत देते हैं और अनुक्रम के निक्षेपी पर्यावरण को परिभाषित करने के लिए महत्वपूर्ण प्राचल का निर्माण करते हैं। संभवतः उनकी सापेक्ष प्रचुरता अधःस्तर एवं निक्षेप दर द्वारा नियंत्रित थी। चूनेदार शैवाल अवशेष आर्डोविसियन कार्बोनेट संशिलष्टों के विभिन्न फेर्सीज में व्यापक रूप से फैले हैं और पुरापर्यावरण के बारे में उपयोगी जानकारी प्रदान करते हैं जो अन्य जीवजात एवं निक्षेपी संरचनाओं पर आधारित निर्वचनों की पुष्टि कर सकते हैं। वर्मिपोरेला एवं डेसीपोरेला कार्बोनेट फेर्सीज में प्रायः पाए जाने वाले डेसीकलेडिसियन शैवाल हैं। प्रायः इनके साथ मोनिलीफेरेला भी पाए जाते हैं। ब्रायोजोन्स की विभिन्न प्रजातियों को क्लोरोपोरेला, साइकोट्रिपा, डिक्रेयी, एरिडोट्राइपा, इनसिग्निया, ट्रेमेटोपारा आदि के रूप में पहचाना गया है। टेथिस हिमालय से प्रतिवेदित प्रारंभिक ब्रायोजान प्राणिजात लेट आर्डोविसियन युग का संकेत देते हैं लेकिन हाल के अध्ययन दर्शाते हैं कि वे लेट सिल्युरियन युग तक जा सकते हैं।

डीएसटी द्वारा प्रायोजित युवा वैज्ञानिक परियोजना उत्तर पश्चिम हिमालय से प्रारंभिक मध्यनूतन गैरसमुद्री जीवाशमों का महत्व के सापेक्ष पूर्वी कच्छ, भारत से उनका रिकार्ड

(अनुसूया भण्डारी)

कच्छ के इलाके में 15 दिवसीय विस्तृत क्षेत्र कार्य किया गया। क्षेत्र अध्ययनों ने दर्शाया कि क्षेत्र में पासुदा और तापर नामक केवल दो अस्थिमय संस्तर अवस्थित हैं जहाँ से संग्रह किया गया और अनेक वे अनुभाग जहाँ से हमने प्राणिजात अवशेष एकत्र किए गए उन्हें तापर 1, 2, 3 इलाकों का नाम दिया गया। क्षेत्र से प्राप्त प्राणिजात (चित्र 66) में अनेक प्रकार के स्तनपायी शामिल हैं जैसे कि हिपेरियन, प्रोबोसिडियन, ट्रेंगुलिड्स, स्यूड्स एवं बड़े स्तनपायी जीवों की हड्डियाँ।

हिमालयी एवं भारतीय कवच क्षेत्र के मध्यनूतन स्तनपायी

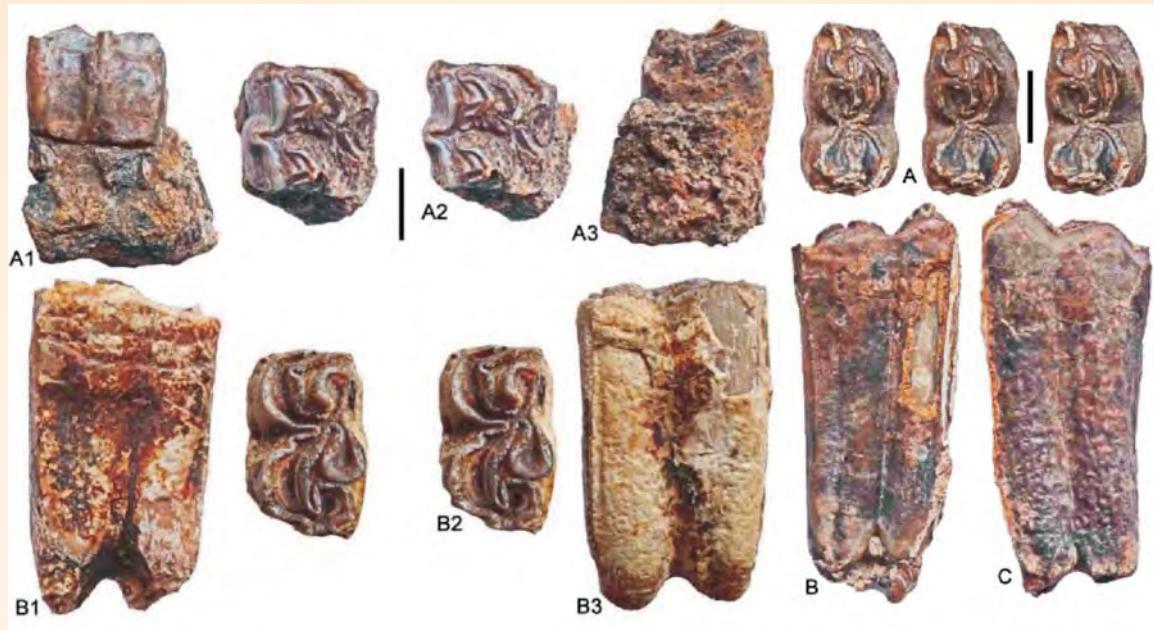
भारत में पूर्व शिवालिक स्तनपायी जीवों की जानकारी धर्मशाला तथा उत्तर पश्चिम हिमालय में हिमालय पार लद्दाख मोलेस समूह से लेकर पश्चिमी भारत में कच्छ के समवयस्क पर्वतों में जीवाशमीय अन्वेषणों के जारी चरण के माध्यम से हुई है। लगातार प्रयासों के फलस्वरूप होड़साहिबिया के रूप में ज्ञात धर्मशाला समूह के गहरे भूरे फेसीज से >1000 किंग्रा. के बड़े नमूनों को भिगाकर नरम बनाने के बाद एक एकाकी कृत्तक प्रीमोलर प्राप्त किया गया। यद्यपि मोलर अपर्याप्त, क्राउन विवरण दर्शाता है लेकिन इसकी विभाएं सुस्पष्ट हैं जिसके फलस्वरूप इसे होड़साहिबिया को हस्तांतरित किया गया।

पाकिस्तान के बुगती इलाके से कृत्तक अभिलेखों के अलावा प्राचीन सुबाथू समव्यस्क मुर्गी, एवं नए शिवालिक संस्तरण एवं अन्य महत्वपूर्ण संस्तरों एवं इलाकों से जीवाशम कृत्तकों के अध्ययन हमारे वर्तमान अध्ययन के लिए समुचित पृष्ठभूमि प्रदान करते हैं। धर्मशाला समूह से प्राप्त यह कृत्तक छोटी किंतु महत्वपूर्ण जीवाशमीय शुरुआत है। यद्यपि यह क्राउन आकारिकी के अभाव के कारण जीवाशमीय पहलुओं के बारे में हमारी उम्मीदों से कम है।

भारतीय कवच के मध्यनूतन स्तनपायी प्रमुखता से स्थलीय जीवाशम हैं जिन्हें मध्य कच्छ में पासुदा और तापर में गहन क्षेत्र कार्यों के माध्यम से हाल ही में जोड़ा गया है। गुजरात रिथत खड़ी नदी फार्मेशन से 8 स्थलीय स्तनपायी प्रजातियों का वर्णन किया गया। कुछ मध्यनूतन तत्वों सहित मध्यनूतन स्तनपाइयों के इस खजाने में अफ्रीका की विदेशी प्रजातियाँ भी शामिल हैं जो जैवभौगोलिक अंतर्दृष्टि, खासकर अरबियन लैंडमास से होकर अफ्रीका और यूरोपियन के बीच स्थलीय मार्ग खोलने के संबंध में, प्रदान करती हैं। पुराभूगोल के परिप्रेक्ष्य में डिनोथीरियम महत्वपूर्ण है क्योंकि धर्मशाला के साथ कच्छ समूह से इसका प्रारंभिक मध्यनूतन अभिलेख भारतीय एवं अफ्रीकी भूसंहतियों के जुड़ाव का संकेत देता है। हिपेरियन एकाकी दांत के साथ-साथ कच्छ में तापर के नजदीक कंचकोरस एवं टेट्राकोनोडॉन के अभिलेख इलाके में मध्यनूतन तलछटों की उपरिथिति दर्ज करते हैं। हिपेरियन इकिवड्स (संसु लेटो) क्षेत्र में खुले इलाके की संभावित मौजूदगी का संकेत देते हैं (चित्र 67)।



चित्र 66: कच्छ में जीवाशम स्थलों को दर्शाते फील्ड फोटोग्राफ्स।



चित्र 67: कच्छ से इकिवड दांत (ए१-ए३; बी१-बी३), और इकिवड दाहिने निचले दांत (ए-सी)।

भारतीय बाह्य हिमालय एवं पूर्वी कच्छ से मध्यनूतन जैव घटनाएं

भारत में गहन जीवाश्मीय अध्ययनों के माध्यम से बाहरी पश्चिमी हिमालय में कांगड़ा घाटी (धर्मशाला समूह) और मोहंड (शिवालिक समूह) तथा पूर्वी कच्छ में पासूदा (खड़ी नदी फार्मेशन) से स्तनपायी अभिलेख में मध्यनूतन जैव घटनाएं, हमारी जानकारी में आई हैं। ये मध्यनूतन जैव घटनाएं समवयस्क हैं अथवा एमएमसीओ नामक इपो लक्षणवर्णन जलवायु घटना का अनुसरण करती है जो आज के वैशिवक तापन का एक कौतूहल पैदा करने वाला भूवैज्ञानिक तुल्यरूप है। कांगड़ा घाटी (पश्चिमी हिमालय) में धर्मशाला तथा पश्चिमी

कच्छ के प्रारंभिक मध्यनूतन स्तरों के अफ्रीकी निवासी डीनोथेरियम के सुस्पष्ट जीवाश्म अवशेष पुरा भौगोलिक महत्व की एक जैव घटना का संकेत देते हैं। इस विकिरण से जुड़ा प्लाजिबल कॉजल एबायोटिक ट्रिगर है— गलनक्रांतिक समुद्रस्तर का नीचा होना। इसी प्रकार, पैरापोडेमास, जो कि प्रोग्नोमिस (शिवालिक मूल का) का एक विकासात्मक परिणाम है, का भूमध्यसागरीय इलाके से अप्रवास, क्रमशः निकटरथ भूमध्यसागरीय एवं भारतीय उपमहाद्वीप के गैर समुद्री जीवाश्म समूहों से जैव घटनाओं की यह व्याख्या उन सूक्ष्म पहलुओं को प्रकाश में लाता है जो अन्यथा अज्ञात ही रह जाते हैं।

शोध प्रकाशन

प्रकाशित लेख

1. आचार्य, एस.एस., पाणिग्रही, एम.के., गुप्ता, ए.के. एवं त्रिपाठी, एस. 2015: रिस्पांस ऑफ ट्रेस मेटल रेडॉक्स प्रॉक्सीज इन कांटीनेंटल शेल्फ एनवायरनमेंट: ईस्टर्न अरेबियन सी सिनेरियो। कांटीनेंटल शेल्फ रिसर्च, 106, 70-84।
2. आचार्य, एस.एस., पाणिग्रही, एम.के., कुरियन, जे., गुप्ता, ए.के. एवं त्रिपाठी, एस. 2016: स्पेसिएशन ऑफ फॉर्स्फोरस इन द कांटीनेंटल शेल्फ सेडिमेंट्स इन द ईस्टर्न अरेबियन सी। कांटीनेंटल शेल्फ रिसर्च, 115, 65-75।
3. अग्रवाल, एस., श्रीवास्तव, पी., मीणा, एन.के., रॉय, एस., भूषण, आर., मिश्रा, डी.के. एवं गुप्ता, ए.के. 2015: स्टेबिल ($\delta^{13}\text{C}$ और $\delta^{15}\text{M}$) आइसोटोप्स एंड मैग्नेटिक ससेप्टीबिलिटी रिकार्ड ऑफ लेट होलासीन क्लाइमेट चेंज फ्रॉम ए लेक प्रोफाइल ऑफ दा नार्थईस्ट हिमालय। जर्नल ऑफ जियोलॉजिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया, 86, 696-705।
4. अस्थाना, ए.के.एल., गुप्ता, ए.के., ल्यूरी, के., बरतरया, एस. के., रॉय, एस.के. एवं तिवारी, एस.के. 2015: ए क्वांटीटेटिव एनालिसिस ऑफ द रामगंगा ड्रेनेज बेसिन एंड स्ट्रक्चरल कंट्रोल ऑफ ड्रेनेज पैटर्न इन द फॉल्ट जोन्स, उत्तराखण्ड। जर्नल ऑफ जियोलॉजिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया, 86(1), 9-22।
5. भाकुनी, एस.एस. एवं ल्यूरी, के. 2016: नार्मल फॉल्ट्स नियर टॉप ऑफ फुटवॉल ऑफ रामगढ़ थ्रस्ट एलांग कोसी रिवर वैली, कुमाऊं लैसर हिमालय। करंट साइंस, 110(4), 640-648।
6. भंडारी, ए., पिकफोर्ड, एम. एवं तिवारी, बी.एन. 2015: बेसल लेट मियोसीन मैमल फौना फ्रॉम सेंट्रल कच्छ। मुचनेर जियोवीसेनचपलीच एभानदलूजेन, 43(ए), 1-40।
7. बोहरा, ए., 2016: एप्लीकेशन्स ऑफ CRN डेटिंग टेक्नीक विद रेफरंस टू इंडियन हिमालय: ए काम्पीलेशन। हिमालयन जियोलॉजी, 37(1), 54-66।
8. बोहरा, ए. एवं कोटलिया, बी.एस. 2015: टेक्टोनो-क्लाइमेट सिग्नेचर ड्यूरिंग द लेट क्वाटर्नरी इन द युनाम बेसिन, बारालाचा पास (अपर लाहुल वैली, इंडिया), डिराइव्ड फ्रॉम मल्टी-प्राक्सी रिकार्ड्स। क्वाटर्नरी इंटरनेशनल, 371, 111-121।
9. चौधरी, एस., शुक्ला, यू.के., सुंद्रियाल, वाई.पी., श्रीवास्तव, पी. एवं जलाल, पूनम 2015: फार्मेशन ऑफ पेलियोवेलीज

इन द सेंट्रल हिमालय ड्यूरिंग द वैली एग्रेडेशन। क्वाटर्नरी इंटरनेशनल, 371, 254-267।

10. दास, एस., मुखर्जी, बी.के., बासु, ए.आर. एवं सेन, के. 2015: पेरीडॉटिटिक मिनरल्स ऑफ द निडार ओफियो- लाइट इन द एनडब्ल्यू हिमालय : सोर्स्ड फ्राम द डेथ ऑफ मेंटल ट्रांजीशन जोन एंड एबव। जियोलॉजिकल सोसाइटी ऑफ लंदन, 412, 271-286।
11. डोसेटो, ए., विगिर, एन., जोन्स-बोयू, आर., मोफत, आई., सिंह, टी. एवं श्रीवास्तव, पी. 2015: रैपिड रिस्पांस ऑफ सिलिकेट वैदरिंग रेट्स टू क्लाइमेट चेंज इन द हिमालय। जियोकेमिकल पर्सपेक्टिवस लैटर्स, 1, 10-19।
12. दत्त, एस., गुप्ता, ए.के., किलीमेंस, एस.सी., चेंग, एच., सिंह, आर.के., कठैत, जी. एवं एडवार्ड्स, आर.एल. 2015: एबरप्ट चेंजेस इन इंडियन समर मॉनसून स्ट्रेंथ ड्यूरिंग 33,800 टू 5500 इयर्स बी.पी। जियोफिजीकल रिसर्च लैटर्स, 42(13), 5526-5532।
13. गांगूली, एस., तिवारी, एस., भान, यू., मित्तल, एस. एवं रॉय, एस. 2015: मेलिंग ऑफ सी आइस इनएक्सप्लीकेबल फॉर रीसेंट ग्लोबल इयूस्टेटिक सी लेवेल राइज। जर्नल ऑफ अर्थ साइंस एंड क्लाइमेट चेंज, 6, 245।
14. गुप्ता, ए.के., युवराजा, ए., प्रकाशम, एम., किलीमेंस, एस.सी. एवं वेलु, ए. 2015: इवोल्यूशन ऑफ द साउथ एशियन मॉनसून विंड सिस्टम रिंस द लेट मिडिल मियोसीन। पेलियोज्योग्राफी, पेलियोक्लाइमेटोलॉजी, पेलियो-इकोलॉजी, 438, 160-167।
15. गुप्ता, एस. एवं कुमार, के. 2015: अरली इयोसीन रोडेंट्स (मेलिंग) फ्रॉम द सुबाथू फारमेंशन ऑफ टाइप एरिया (हिमाचल प्रदेश), एनडब्ल्यू सब-हिमालय, इंडिया: पेलियाबायोज्योग्राफिक इंस्लीकेशंस। जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस, 124(6), 1201-1221।
16. गुप्ता, वी. एवं शर्मा, रुचिका 2015: काइनोमेटिक रॉकफॉल हैजार्ड एसेसमेंट एलांग ए ट्रांस्पोर्टेशन कॉरिडोर इन द अपर अलकनंदा वैली, गढ़वाल हिमालय, इंडिया। बुलेटिन ऑफ इंजीनियरिंग जियोलॉजी एंड एनवायरनमेंट, 74(2), 315-326।
17. गुप्ता, वी., भसीन, आर., काइनिया, ए., टंडन, रुचिका एस. एवं वेंकटेशवरलू, बी. 2016: लैंडस्लाइड हैजार्ड इन द नैनीताल टाउनशिप, कुमाऊं हिमालय, इंडिया - द केस ऑफ सितम्बर 2014 लैंडस्लाइड इन नैनीताल, कुमाऊं हिमालय। नैचुरल हैजार्ड्स, 80(2), 863-877।

18. गुप्ता, वी., नौटियाल, हेमलता, कुमार, वी., जमीर, आई. एवं टंडन, रुचिका एस. 2016: लैंडस्लाइड हैजार्ड्स एराउन्ड उत्तरकाशी टाउनशिप, गढ़वाल हिमालय आफ्टर द ट्रैजिक फ्लैश फ्लॅड इन जून 2013 | नैचुरल हैजार्ड्स, 80(3), 1689–1707 |
19. इनसांग, डब्ल्यू, चौधरी, एस. एवं फुकन, एस. 2016: एसर्टनिंग द नियोटेक्टोनिक एकटीविटीज इन द सदर्न पार्ट ऑफ शिलांग प्लेट्यू थू जियोमॉरफिक पैरामीटर्स एंड रिमोट सेंसिंग डेटा | करंट साइंस, 110(1), 91–98 |
20. कारगेल, जे.एस., लियोनार्द, जी.जे., शुगर, डी.एच., हरिताश्य, यू.के., बेविंगटन, ए., फील्डिंग, ई.जे., फुजिता के गीरटसेमा, एम., माइल्स, इ.एस., स्टैनर, जे., एंडरसन, ई., बाजराचार्य, एस., बाउदेन, जी.डब्ल्यू., ब्रीयसर्स, डी.एफ., बायर्स, ए., कालिंस, बी., धीतल., एम.आर., डोनेलन, ए., लिमिंग, डबलू.डब्ल्यू., इवन्स, टी.एल., गेयी., एम.एल., ग्लासकोइ, एम.टी., ग्रीन, डी., गुरुग, डी.आर., हाइजेंक, आर., हिलबोर्न, ए., हुडनट, के., हायूक, सी., इमरजील, जे., जिबसन, आर., कॉब, ए., खनाल, एन.आर., किर्चबौम, डी., कराइजेनब्रिंक, पी.डी.ए., लामसल, डी., साईन, लियू मिंगयांग, एल., मैककिन्नी, डी., नाहिरनिक, एन.के., जाउटोंग, नान, ओझा, एस., ओलसनहोलर, जे., पेंटर, टी. एच., पलीजेंटस, एम., केसी, प्रतिमा, यॉन, क्यू., रूप, बी.एच., रिजमी, डी., राउंस, डी.आर.सकाई, ए., डोंगहुई, एस., शिया, जे.एम., श्रेष्ठा, ए.बी., शुक्ला, ए., स्टम, डी., कोजी, एम., वोस, के., जिन, वांग, वेहस, बी., वोल्फ, डी., लिजोंग, डबलू., जायोजुन, वाई., योडर, एम.आर., यंग, एन. 2015: जियोमॉरफिक एंड जियोलॉजिक कंट्रोल्स ऑफ जियोहैजार्ड्स इंड्यूस्ट्री बाई नेपालस 2015 गोरखा अर्थक्वेक | साइंस मैगजीन, 351 (6269), सी8353 18पी |
21. केसरवानी, के., डोभाल, डी.पी., दुर्गापाल, ए. एवं मेहता, एम. 2015: प्रिवेलिंग मीटियोरोलॉजिकल कंडीशंस एंड क्लाउड कवर एसटीमेशन ड्यूरिंग द एबलेशन सीजन ऑफ द चौड़बाडी ग्लेशियर, सेंट्रल हिमालय, इंडिया | हिमालयन जियोलॉजी, 36(2), 134–142 |
22. कुमार, एन., एवं खंडेलवाल, डी.डी. 2015: स्ट्रांग मोसन डेटा ऐनालिसिस ऑफ द 4 अप्रैल 2011 वेस्टर्न नेपाल अर्थक्वेक (एम. 5.7) एंड इट्स इम्पलीकेशंस टू द सेसमिक हैजार्ड इन द सेंट्रल हिमालय | करंट साइंस, 109(10), 1822–1830.
23. कुमार, सुशील, सिंह, प्रियंवदा, सिंह, पितम, बिसवाल, एस. एवं पारिजा, एम.पी. 2016: फ्रीक्वेंसी डिपेन्डेंट अटीनुएशन कैरेक्टरिस्टिक्स ऑफ कोडा वेबस इन द नार्थवेस्टर्न हिमालय (इंडिया) रीजन। जर्नल ऑफ एशियन अर्थ साइंसेज, 117, 337–345 |
24. ल्यूरी, के., भाकूनी, एस.एस. एवं कोठयारी, जी.सी. 2015: ड्रेनेज रिस्पांस टू एक्टिव टेक्टोनिक्स एंड इवॉल्यूशन ऑफ टेक्टोनिक जियोमॉर्फोलॉजी एक्रास द हिमालयन फ्रंटल थ्रस्ट, कुमाऊं हिमालय | जियोमॉर्फोलॉजी, 239, 58–72 |
25. मुंडेपी, ए.के., गेलियाना—मेरीनो, जे.जे., अस्थाना, ए.के.एल. एवं रोजा—सिंटास, एस. 2015: स्वायल कैरैक्टरिस्टिक्स इन दून वैली (नार्थवेस्ट हिमालय, इंडिया) बाई इनवर्जन ऑफ एच/वी स्पेक्ट्रल रेसियोज फ्रॉम एम्बिएंट न्वाइज मेजरमेंट्स। स्वाइल डाइनेमिक्स एंड अर्थक्वेक इंजीनियरिंग, 77, 309–320.
26. नंदा, ए.सी. एवं सहगल, आर.के. 2015: अपलिफ्ट —डेनुडेशन ऑफ हिमालय : एविडेंस फ्रॉम सेनोज्वाइक मैमेलियन फौनाज. इन: शिवालिक मैमेलियन फौनाज ऑफ द हिमालयन फुटहिल्स: विद रेफरेंस टू बायोक्रोनोलॉजी, लिंकेज्स एंड माइग्रेशन (चैप्टर 9), डब्ल्यूआईएचजी मोनोग्राफ सिरीज, नं. 2, 143–153 |
27. नेगी, एस. एस., पॉल, ए., जोशी, ए. एवं कमल 2015: बॉडी वेव क्रस्टल एटीन्युएशन कैरैक्टरिस्टिक्स इन द गढ़वाल हिमालय, इंडिया। प्योर एंड एप्लाइड जियोफिजिक्स, 172(6), 1451–1469 |
28. ओलसन, आर., भसीन, आर.के., रागनरसन, ए., रिचर, बी., सिंह, बी., बरतरया, एस.के., रॉय, एस.के. एवं रावत, जी. 2015: पाइलट प्रोजेक्ट स्टडी फॉर यूटिलाइजेशन ऑफ जियोथर्मल एनर्जी इन नार्थ—वेस्टर्न हिमालय। इन: प्रोसीडिंग्स वर्ल्ड जियोथर्मल कांग्रेस, 2015 मेलबोर्न, ऑस्ट्रेलिया, 19–25 अप्रैल 2015, 8पी |
29. पारचा एस. के. एवं पांडे एस. 2016: ट्रेस फॉसिल्स एंड माइक्रोबियली इंड्यूस्ट्री सेडीमेंट्री स्ट्रक्चर फ्रॉम द अर्ली कैम्ब्रियन सक्सेसन ऑफ चंद्रातल स्पीति बेसिन, टेथिस हिमालय। जर्नल ऑफ पेलियेंटोलॉजिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया, 60, 21–26 |
30. परिजा, एम., कुमार, सुशील, बिसवाल एस., कुमार, एन. एवं मिश्रा, एस. 2016: ए प्रीलिमिनरी वन—डाइमेंशनल क्रस्टल वेलोसिटी मॉडल फॉर हिमाचल प्रदेश, इंडिया। जर्नल ऑफ सिमोलॉजी, 20, 305–318 |
31. पॉल, ए., प्रस्थ, ए. एवं सिंह, आर. 2015 : स्लिप हेटरोजेनेटीज इवेल्यूएटेड फॉर अर्थक्वेक्स M>4.0 यूजिंग वेवफार्म मॉडलिंग इन द गढ़वाल रीजन ऑफ सेंट्रल सेसिक गैप इन नार्थवेस्ट हिमालय, इंडिया। हिमालयन जियोलॉजी, 36(2), 153–160.
32. प्रताप, बी., डोभाल, डी.पी., भाष्वरी, आर., मेहता, एम. एवं तिवारी, वी.सी. 2016: फॉर डैकेड्स ऑफ ग्लेशियर मॉस बैलेंस ऑबजर्वेशंस इन द इंडियन हिमालय: ए रिव्यू।

- जर्नल ऑफ रीजनल इनवायरमेंटल चैंज, 16(3), 643–658।
33. रॉय, एस.के., तिवारी, एस.के., बरतर्या, एस.के. एवं गुप्ता, ए. के. 2015: जियोथर्मल सिस्टम्स इन द नार्थवेस्ट हिमालय। करंट साइंस, 108(9), 1597–1599।
34. रॉय, एस.के., तिवारी, एस.के., खरया, ए., नेगी, मंजू एवं गुप्ता, ए.के. 2015: ए लेजर बेर्स्ड फ्लूओरिनेशन (BrF_5) सिस्टम फॉर द एक्सट्रैक्शन ऑफ ऑक्सीजन (O_2) फ्रॉम सिलिकेट रॉक्स ऑफ हिमालय एंड $\delta^{18}\text{O}$ मेजरमेंट्स: मैथड एस्टेबलिशमेंट एंड इम्पलीकेशंस। एमएपीएएन, 30(3), 221–230।
35. राजेश, एस. एवं मजूमदार, टी.जे. 2015: सेटेलाइट डेराइव्ड ज्योइड फॉर द एस्टीमेशन ऑफ लिथोस्फेरिक कूलिंग एंड बेसल हीट फ्लक्स एनोमलीज ओवर द नार्दन इंडियन ओसन लिथोस्फियर। जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस (स्प्रिंगर), 124(8), 1677–1691।
36. राजेश, एस., मजूमदार, टी.जे. एवं कृष्णा, के.एस. 2015: लिथोस्फेरिक स्ट्रैचिंग एंड द लांग वेवलेन्थ फ्री—एयर ग्रेविटी एनोमलीज ऑफ द ईस्टर्न कंटीनेंटल मार्जिन ऑफ इंडिया एंड द 85° ई. रिज, बे ऑफ बंगाल। इंडियन जर्नल ऑफ जियो—मेरीन साइंसेस, 44(6), 1–12।
37. राणा, आर.एस., कुमार, के., जैक, एस., सोल, एफ., रोज, के.डी., मिशियेन, पी., सिंह, एल., साहनी, ए. एवं स्मिथ, टी. 2015: क्रेनियोडेंटल एंड पोस्टक्रेनियल मोरफोलॉजी ऑफ इंडोहेनोडॉन रोई फ्रॉम द अर्ली इयोसीन ऑफ इंडिया, एंड इट्स इम्पलीकेशंस फॉर इकोलॉजी, फाइलोजेनी, एंड बायोज्योग्राफी ऑफ हायनोडोनिटिड मैमल्स। जर्नल ऑफ वर्टिब्रेट पेलियेंटोलॉजी, 35(5), इ965308, 22पी।
38. रावत, एस., गुप्ता, ए.के., सनगोडे, एस.जे., श्रीवास्तव, पी. एवं नैनवाल, एच.सी. 2015: लेट प्लीस्टोसीन—होलोसीन वेजीटेशन और इंडियन समर मॉनसून रिकार्ड फ्रॉम द लाहौल, नार्थवेस्ट हिमालय, इंडिया। क्वाटर्नरी साइंस रिव्यूज, 114, 167–181।
39. रावत, एस., गुप्ता, ए.के., श्रीवास्तव, पी., सनगोडे, एस.जे. एंड नैनवाल, एच.सी. 2015: ए 13,000 इयर रिकार्ड ऑफ एनवायरनमेंटल मैग्नेटिक वेरियेशंस इन द लेक एंड पीट डिपॉजिट्स फ्राम चन्द्रा वैली, लाहौल : इम्पलीकेशंस टू होलोसीन मॉनसूनल वेरियेबिलिटी इन द एनडब्ल्यू हिमालय। पेलियोज्योग्राफी पेलियोक्लाइमेटोलॉजी पेलियोइकोलॉजी, 440, 116–127।
40. सामंता, एस., दलाई, टी.के., पट्टनायक, जे.के., रॉय, एस. के. एवं मजूमदार, ए. 2015: डिसॉल्व्ड इनऑर्गेनिक कार्बन (डीआईसी) एंड इट्स $\delta^{13}\text{C}$ इन द गंगा (हूगली) रिवर
- एस्च्युयरी, इंडिया: एविडेंस ऑफ डीआईसी जेनेरेशन वाया ऑर्गेनिक कार्बन डिग्रेडेशन एंड कार्बोनेट डिसॉल्यूशन। जियोचिमिका एट कॉस्मोचिमिका एक्टा, 165, 2340–2355।
41. सरकार, एस., प्रकाशम, एम., बैनर्जी, यू.एस., भूषन, आर., मीना, एन.के. एवं गौरी, पी.के. 2016: रैपिड सेडिमेंटेशन हिस्ट्री ऑफ रिवाल्सर लेक, लेसर हिमालय, इंडिया ड्यूरिंग द लास्ट फिफ्टी इयर्स—एस्टीमेटेड यूजिंग ^{137}Cs एंड ^{210}Pb डेटिंग टेक्नीक्स: ए कंपैरेटिव स्टडी विद अदर नाथ—वेर्स्टर्न हिमालयन लेक्स। हिमालयन जियोलॉजी, 37(1), 1–7।
42. सेन, के., चौधरी, आर. एवं पीफैन्डर, जे. 2015: ^{40}Ar — ^{39}Ar ऐज कॉन्स्ट्रैट ऑन डिफॉरमेशन एंड ब्रिटिल—डक्टाइल ट्रांजीशन ऑफ द मेन सेंट्रल थ्रस्ट एंड द साउथ तिबेतन डिटैचमेंट जोन फ्रॉम धौलीगंगा वैली, गढ़वाल हिमालय। इंडिया जर्नल ऑफ जियोडॉयनेमिक्स, 88, 1–13।
43. शुक्ला, ए. एवं अली, आई. 2016: ए हायरारकिकल नॉलेज बेर्स्ड क्लासीफिकेशन फॉर ग्लेशियर टैरेन मैपिंग – ए केस स्टडी फ्रॉम कोलाहोई ग्लेशियर। एनाल्स ऑफ ग्लेसियोलॉजी 57(71), 1–10।
44. सिंह, डी.एस., गुप्ता, ए.के., सानगोडे, एस.जे., क्लेमेंस, एस. सी., प्रकाशम, एम., श्रीवास्तव, पी. एवं प्रजापति, एस.के. 2015: मल्टीप्रॉक्सी रिकार्ड ऑफ मॉनसून वेरिएबिलिटी फ्रॉम द गंगा प्लेन ड्यूरिंग 400–1200 ए.डी.। क्वाटर्नरी इंटरनेशनल, 371, 157–163।
45. सिंह, एच., प्रसाद, एम., कुमार, के. एवं सिंह, एस.के. 2015: अर्ली इयोसीन मेक्रोफ्लोरा एंड एसोसिएटेड पेलिनोफॉसिल्स फ्रॉम द कैंबे शेल फार्मेशन, वेर्स्टर्न इंडिया: फाइटोज्योग्राफिक एंड पेलियोक्लाइमेटिक इंप्लीकेशंस। पेलियोवर्ल्ड, 24(4), 293–323।
46. सिंह, आई.बी., साहनी, ए., जैन, ए.के., उपाध्याय आर., पारचा, एस.के., परमार, वी., अग्रवाल, के.के., शुक्ला, एस., कुमार, एस., सिंह, एम.पी., अहमद, एस., जिज्ञासु, डी.के., आर्या, आर., एवं पांडे, एस. 2015 : पोस्ट इंडिया—एशिया कोलीजन सेडीमेंटेशन (इंडस बेसिन) इन लद्दाख, इंडिया: इम्पलीकेशंस फॉर द इवोल्यूशन ऑफ द नार्दन मार्जिन ऑफ इंडियन प्लेट। जर्नल ऑफ पेलियेंटोलॉजिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया, 60(2), 97–142।
47. सिंह, एन., पटेल, एन.आर., सिंह, जे., राजा, पी., सोनी, पी. एवं परिहार, जे.एस. 2016: कार्बन एक्सचेंज इन सम इनवेसिव स्पेसीज इन द हिमालयन फुटहिल्स। ट्रोपिकल इकोलॉजी, 57(2), 263–270।
48. स्मिथ, टी., सोल, एफ., मिशियेन, पी., राणा, आर.एस., कुमार, के., साहनी, ए. एवं रोज, के.डी. 2015: फर्स्ट अर्ली

- इयोसीन टैपिरॉइड फ्रॉम इंडिया एंड इट्स इम्पलीकेशन फॉर द पेलियोबायो—ज्योग्राफिक ओरिजिन ऑफ पेरिसो—डेक्टाइल्स | पेलियोवर्टीब्रेटा, 39(2), e5.
49. सुंदियाल, वाई.पी., शुक्ला, ए.डी., राणा, एन., जयन गांडापेरुमल, आर., श्रीवास्तव, पी., चम्पाल, एल.एस., सती, एस.पी. एवं जुयाल, एन. 2015: टैरेन रिस्पांस टू द एक्सट्रीम रेनफॉल ईवेंट ऑफ जून 2013: एविडेंस फ्रॉम द अलकनंदा एंड मंदाकिनी रिवर वैलीज, गढ़वाल हिमालय, इंडिया | एपिसोड्स, 38, 179–188।
 50. टंडन, रुचिका एस. एवं गुप्ता, वी. 2015: एस्टीमेशन ऑफ स्ट्रैथ कैरेक्टरिस्टिक्स ऑफ डिफ्रेंट हिमालयन रॉक्स फ्राम स्केमिड हैमर रीबाउंड, प्वाइंट लोड इंडेक्स एंड कंप्रेशनल वेव विलोसिटी। बुलेटिन ऑफ इंजीनियरिंग जियोलॉजी एंड एनवायरमेंट, 74(2), 521–533।
 51. टंडन, रुचिका एस., गुप्ता, वी. एवं सेन, के.के. 2015: सेसमिक प्रॉपर्टीज ऑफ नैचुरली डिफार्मड क्वार्टजाइट्स ऑफ द अलकनंदा वैली, गढ़वाल हिमालय, इंडिया। जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस, 124(6), 1159–1175।
 52. ठाकुर, वी.सी. एवं जयनगोंडापेरुमल, आर. 2015: सिस्मोजेनिक एविटव फॉल्ट जोन बिटवीन 2005 कश्मीर एंड 1905 कांगड़ा अर्थक्वेक मीजोसिस्मल रीजन्स एंड अर्थक्वेक हैजार्ड इन ईस्टर्न कश्मीर सेसमिक गैप। करंट साइंस, 109(3), 610–617।
 53. तिवारी, एस.के., सिंह, राज के., सिंह, जे., गुप्ता, ए.के., बरतरया, एस.के. एवं रॉय, एस.के. 2015: इम्पैक्ट ऑफ लाइमस्टोन माइनिंग एक्टीविटीज ऑन मेजर आयन जियोकैमिस्ट्री ऑफ क्रेम मारखीडोप वॉटर, मेघालय, इंडिया। हिमालयन जियोलॉजी, 36(1) 74–80।
 54. यादव, ए.के., यादव, आर.आर., मिश्रा, के.जी., सिंह, जे. एवं सिंह, डी. 2015: ट्री रिक एविडेंस ऑफ लेट समर वार्मिंग इन सिक्किम, नार्थईस्ट इंडिया। क्वार्टर्नरी इंटरनेशनल, 371, 175–180।
 55. शोधपत्र: प्रेस में/स्वीकृत/पुनरीक्षण के अधीन/संसूचित
 56. अहलूवालिया, आर.एस., रॉय, एस.पी., गुप्ता, ए.के. डोभाल, डी.पी., तिवारी, आर.के., गर्ग, पी.के. एवं केशरवानी, के. : दुवार्डस द अंडरस्टैंडिंग ऑफ द फ्लैश फलड थ्रू आइसोटोप एप्रोच इन केदारनाथ वैली इन जून 2013, सेंट्रल हिमालय, इंडिया। नैचुरल हैजार्डस (प्रेस में)।
 57. बरतरया, एस.के., ठाकुर, डी. एवं चौबे, वी.एम. : इफेक्ट्स ऑफ एक्वीफर कैरेक्टरिस्टिक्स ऑन ²²²Rn कंसेन्ट्रेशन इन ग्राउंडवॉटर ऑफ द एनडब्ल्यू हिमालयन रीजन। ग्राउंड वॉटर (संसूचित)।
 58. भाकुनी एस.एस., फिलिप, जी. एवं सुरेश, एन. : एनालिसिस ऑफ स्ट्रैक्चरल एलीमेंट्स एक्रॉस नालागढ़ लोब, एनडब्ल्यू हिमालय: इम्पलीकेशन टू थ्रस्टिंग एक्रॉस टेक्टोनिक एज ऑफ एनडब्ल्यू लिंब ऑफ नहान सेलियेंट, हिमाचल प्रदेश। इंटरनेशनल जर्नल ऑफ अर्थ साइंसेज (पुनरीक्षण के अधीन)।
 59. भाम्बरी, आर., मेहता, एम., डोभाल डी.पी., गुप्ता ए.के., प्रताप, बी., केसरवानी के. एवं वर्मा ए. : डिवास्टेशन इन द केदारनाथ (मंदाकिनी) वैली, गढ़वाल हिमालय ड्यूरिंग 16–17 जून, 2013: ए रिमोट सेंसिंग एंड ग्राउंड बेर्स्ड एसेसमेंट। नैचुरल हैजार्डस, (प्रेस में)।
 60. चौहान, दिनेश एस., शर्मा, राजेश एवं रॉव, डी.आर. : लेजुलाइट फ्रॉम ए न्यू ॲकरेंस नियर मेन सेंट्रल थर्स्ट इन कुमाऊं हिमालय, इंडिया: फल्यूड इंक्लूजन, ईपीएम एंड रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी फोकसिंग लेजुलाइट इन हाई टेक्टोनाइज्ड जोन। मिनरलोजिकल मेंगेजीन (संसूचित)।
 61. चौहान, पी., चौनियाल, डी.डी., सिंह, एन. एवं तिवारी, आर. के. : क्वांटीटेटिव जियोमोरफोमेट्रिक एंड लैंड कवर बेर्स्ड माइक्रो वॉटरशेड प्रायोरिटाइजेशन इन द टोस रिवर बेसिन ऑफ द लेसर हिमालय। एनवायरनमेंटल अर्थ साइंसेज (प्रेस में)।
 62. चौहान, पी., सिंह, निलेंदु, चौनियाल, डी.डी., अहलूवालिया, राजीव एवं सिंघल, मोहित : डिफ्रेन्शियल बिहेवियर ऑफ ए लेसर हिमालयन वॉटरशेड इन एक्सट्रीम रेनफॉल रेजीम्स। जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस (संसूचित)।
 63. चौहान, वी., खण्डेलवाल, डी.डी. एवं कुमार, एन. : ए कंपेरेटिव स्टडी ऑफ ग्रेविटी एंड क्रस्टल डिफारमेशन डेटा थ्रू सुपर कंडक्टिंग ग्रेवीमीटर एंड जीपीएस इन द नार्थ–वेस्ट हिमालयन रीजन। एपीसोड्स (स्वीकृत)।
 64. गौतम, पी.के.आर., कुमार, एन. एवं डबराल, सी.पी. : कंटीन्यूअस जीपीएस टाइम सीरीज एनालिसिस ऑफ एमपीजीओ घुटटू सेंट्रल हिमालय, इंडिया। जर्नल ऑफ जियोसाइंसेज (पुनरीक्षण के अधीन)।
 65. गौतम, पी.के.आर., अरोड़ा, एस., कनौजिया, एस., सिंह, अंजलि, गोस्वामी, ए. एवं चंपति, पी.के. : कंपेरेटिव इवॉल्यूशन ऑफ ग्राउंड वॉटर स्टोरेज यूजिंग ग्रेस–जीपीएस डेटा इन हाइली अरबनाइज्ड रीजन इन उत्तर प्रदेश, इंडिया। एसडब्ल्यूआरएम (पुनरीक्षण के अधीन)।
 66. धोष, आर., सेहगल, आर.के., श्रीवास्तव, पी., शुक्ला, यू.के., नंदा, ए.सी. एवं सिंह, डी.एस. : डिस्कवरी ऑफ एलीफॉज सीएफ. नेमेडिक्स फ्रॉम द लेट प्लीस्टोसीन स्ट्रेटा ऑफ मार्जिनल गंगा प्लेन। जर्नल ऑफ जियोलॉजिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया (प्रेस में)।

12. ग्रोप्पो, सी., रोल्फो, एफ., सचान, एच. के. एंड रॉय, एस. के.: पेट्रोलॉजी ऑफ ब्ल्यूचिस्ट फ्रॉम द वेस्टर्न हिमालय (लद्दाख, एनडब्ल्यू इंडिया): एक्सप्लोरिंग द कांपलेक्स बिहेवियर ऑफ ए लॉसोनाइट-बियरिंग सिस्टम इन ए पेलियो-एक्रिसनरी सेटिंग। लिथोज (प्रेस में)।
13. गुप्ता, वी., भसीन, आर., केनिया, ए.एम., कुमार, विपिन, ए. एस., टंडन, रुचिका एस. एवं पाट्ट, थॉमस : फाइनाइट एलीमेंट एनालिसिस ऑफ फेल्ड स्लोप बाई शियर स्ट्रेंथ रिडक्शन टेक्नीक: ए केस स्टडी फॉर सुरभि रिसॉर्ट लैंडस्लाइड, मसूरी टाउनशिप, गढ़वाल हिमालय। जियोमेटिक्स, नैचुरल हैजार्ड्स एंड रिस्क (प्रेस में)।
14. गुप्ता, वी., जमीर, आई., कुमार, वी. एवं देवी, एम. : जियोमैकेनिकल कैरेक्टराइजेशन ऑफ रसोप्स फॉर असेसिंग रॉकफाल हैजार्ड्स बिटवीन जानकी चट्टी एंड यमनोत्री टेम्पल, यमुना वैली, हायर हिमालय, इंडिया। इंजीनियरिंग जियोलॉजी (संसूचित)।
15. गुप्ता, वी., टंडन आर.एस., वैंकटेश्वरलू, वी., भसीन, आर.के. एवं केनिया ए.एम. : एक्सिलरेटेड मॉस मूवमेंट एक्टीविटीज ड्यूटी इंक्रीज्ड रेनफॉल इन द नैनीताल टाउनशिप, कुमाऊं लेसर हिमालय, इंडिया। करंट साइंस (संसूचित)।
16. हजारिका, डी., पॉल, अर्पिता, वाधवन, मोनिका, कुमार, एन. एवं सेन, के. : सिस्मोटेक्टोनिक्स ऑफ द ट्रांस-हिमालय, ईस्टर्न लद्दाख, इंडिया: कांस्ट्रैन्ट्स फ्राम मोमेंट टेंसर सॉल्यूशंस ऑफ लोकल अर्थक्वेक डेटा। टेक्टोनोफिजिक्स (पुनरीक्षण के अधीन)।
17. हजारिका, डी., वाधवन, मोनिका, पॉल, अर्पिता एवं कुमार, एन. : ज्योमेट्री ऑफ द मेन हिमालयन थ्रस्ट एंड मोटो बिनीथ सतलज वैली, नॉर्थवेस्ट हिमालय: कांस्ट्रैन्ट्स फ्राम रिसीवर फंक्शन एनालिसिस। जर्नल ऑफ जियोफिजिक्ल रिसर्च (पुनरीक्षण के अधीन)।
18. इस्मांग, डब्ल्यू., चौधरी, एस. एवं फुकन, एस. : मॉरफोडायनेमिक्स ऑफ द कुलसी रिवर बैंसिन इन नार्थ शिलांग प्लेटू एक्जीविटिंग एविडेंसेस ऑफ एपिसोडिक इनअनडेशन एंड चैनल माइग्रेशन इन द लेट होलोसीन इपोक। क्वार्टरी इंटरनेशनल (संसूचित)।
19. जयनगोंडापेरुमल, आर., कुम्हारा, वाई., ठाकुर, वी.सी., दुबे, एस., कुमार, अनिल, श्रीवास्तव, पी., दुबे, ए.के. एवं जोविक, वी. : ग्रेट अर्थक्वेक सरफेस रजर्स एलांग बैकथर्स्ट ऑफ द जनौरी एंटीक्लाइन, एनडब्ल्यू हिमालय। जेर्झीएस (प्रेस में)।
20. काराकोटी, आई., केसरवानी, के., मेहता, एम. एवं डोभाल, डी.पी. : एक्सटेंडेड टी-इन्डैक्स मॉडल्स फॉर ग्लेशियर सर्फेश मेलिंग: ए केस स्टडी फ्रॉम चोराबाड़ी ग्लेशियर,
21. सेंट्रल हिमालय। थियोरेटिकल एंड एप्लाइट क्लाइमेटो-लॉजी (स्प्रिंगर) (प्रेस में)।
22. कराकोटी, आई., केसरवानी, के., मेहता, एम. एवं डोभाल, डी.पी. : मॉडलिंग ऑफ मेटरोलॉजिकल पैरामीटर्स फॉर द चोराबाड़ी ग्लेशियर वैली, सेंट्रल हिमालय, इंडिया। करंट साइंस (संसूचित)।
23. केसरवानी, के., डोभाल, डी.पी., दुर्गापाल, ए., मेहता, एम. एवं कराकोटी, आई. : सरफेस एनर्जी बैलेंस एंड मॉस फ्लक्युएशन ऑन द डिब्रीज-कर्वर्ड एबलेशन जोन ऑफ चोराबाड़ी ग्लेशियर, सेंट्रल हिमालय, इंडिया। एनल्स ऑफ ग्लेशियोलॉजी (संसूचित)।
24. खरया, ए., सचान, एच.के., तिवारी, एस.के., सिंघल, एस., सिंह, पी. चन्द्रा, रॉय, एस.के., कुमार, सुशील, मेहता, एम. एवं गौतम, पी.के.आर. : न्यू ऑकरेस ऑफ एलबीटाइट फ्राम नुब्रा वैली, लद्दाख: कैरेक्टराइजेशन फ्राम मिनरलोजी एंड होल रॉक जियोकैमिस्ट्री। करंट साइंस (संसूचित)।
25. कोठ्यारी, जी. सी. एवं ल्यूरी के. : लेट क्वार्टर्नरी टेक्टोनिक्स एंड फ्लूवियल एप्रेडेशन इन मानसून डॉमिनेटेड सरयू रिवर वैली: सेंट्रल कुमाऊं हिमालय। जियोमार्फोलॉजी (पुनरीक्षण के अधीन)।
26. कुमार, ए., श्रीवास्तव, पी. एवं मीणा, एन.के. : लेट प्लीस्टोसीन एओलियन एक्टिविटी इन द कोल्ड डेजर्ट ऑफ लद्दाख: ए रिकार्ड फ्राम सैंड रैम्प्स। क्वार्टर्नरी इंटरनेशनल (स्वीकृत)।
27. कुमार, अमित, गोखले, ए.ए. शुक्ला, टी. एवं डोभाल, डी.पी. : हाइड्रोक्लाइमेटिक इंफ्लूएंस ऑन पार्टिकल साइज डिस्ट्रीब्युशन ऑफ सर्पेंडेड सेडीमेंट्स इवेक्वेटेड फ्राम द डिब्रीज कर्वर्ड चोराबाड़ी ग्लेशियर, अपर मंदाकिनी कैचमेंट, सेंट्रल हिमालय। जियोमार्फोलॉजी (संसूचित)।
28. कुमार, अमित, वर्मा, ए., गोखले, ए.ए., मिश्रा, ए., सुंद्रियाल, शिपिका एवं डोभाल, डी.पी. : गवर्निंग हाइड्रो मेट्रोलोजिकल प्रॉसेस एट डिब्रीज-कर्वर्ड हिमालयन ग्लेशियर: ए केस स्टडी फ्राम डाटा स्कर्स रीजन ऑफ इंडियन हिमालय। हाइड्रोलोजिकल साइंसेज जर्नल (संसूचित)।
29. कुमार, वी., गुप्ता, वी. एवं जमीर, आई. : हैजार्ड इवैल्युएशन ऑफ प्रोग्रेसिव पावरी लैंडस्लाइड जोन, सतलुज वैली, हायर हिमालय, इंडिया। नैचुरल हैजार्ड (संसूचित)।

30. कुमार, एन., चौहान, वी., धामोधरन, एस., रावत, जी., हजारिका, डी. एवं गौतम, पी.के.आर. : प्रोमिनेंट प्रिकर्सरी सिगनेचर्स ऑबजरव्ड इन स्वाइल एंड वॉटर रेडॉन डेटा एट एमपीजीओ, घुट्टू फॉर एमडब्ल्यू 7.8 नेपाल अर्थक्वेक। करंट साइंस (पुनरीक्षण के अधीन)।
31. कुमार, पी., जोशी, ए. एवं कुमार, सुशील : डिटर्मिनेशन ऑफ साइट इफैक्ट एंड एनलास्टिक अटीच्युएशन एट कांठमाङ्डु, नेपाल हिमालय रीजन एंड इट्स यूज इन एस्टीमेशन ऑफ सोर्स पैरामीटर्स ऑफ 25 अप्रैल 2015 नेपाल अर्थक्वेक $Mw=7.8$ एंड इट्स आफटर शॉक्स इंक्लूडिंग द 12 मई 2015 $Mw=7.3$ ईवेंट। क्वाटर्नरी इंटरनेशनल (संसूचित)।
32. कुमार, सुशील, शेखर, सी., बिस्वाल, सुभाशमिता, परीजा, एम.पी. एवं चबक, एस.के. : फ्रेक्टल एनालिसिस ऑफ आप्टरशॉक सीक्वेंस ऑफ द 2015 नेपाल अर्थक्वेक ($Mw=7.8$) : ए वैवलेट – बेस्ड एप्रोच। घ्योर एंड एपलाइड जियोफिजिक्स (संसूचित)।
33. कुमार, सशील : एप्लीकेशन ऑफ द एच/वी स्पेक्ट्रल रेसियो टेक्नीक यूजिंग द न्याइज डेटा टू एस्टीमेट द साइट रिस्पांस कैरेक्टरिस्टिक्स ऑफ ग्राड मोसन इन सिकिकम रीजन, इंडिया। जर्नल ऑफ सिसमोलॉजी (संसूचित)।
34. कुमार, सुशील : सेसमिक कोडा एटिच्युएशन आफटर द $Mw=6.9$ सिकिकम (इंडिया) अर्थक्वेक ऑफ 18 सितम्बर 2011। बुलेटिन ऑफ सिस्मोलोजिकल सोसाइटी ऑफ अमेरिका (पुनरीक्षण के अधीन)।
35. लोखो, के., सिंह, बी.पी., विशो, के. एवं इजुंग, ओ.सी. : इक्नोफैब्रिक एनालिसिस ऑफ द लायजांग फार्मेशन (ओलिगोसीन) बेरेल ग्रुप ऑफ नागालैंड, नार्थईस्ट इंडिया: पैलियाएनवायरनमेंटल सिग्नीफिकेंस। एकटा जियोलोजिका सिनिका (संसूचित)।
36. लोखो, के., श्रीवास्तव, जी. एवं मेहरोत्रा, आर.सी. : प्लांट रिमेंस फ्राम द पेलियोजीन सेडीमेंट्स ऑफ इंडो-स्यांमार सुचर जोन एंड देयर बायोज्योग्राफिक सिग्नीफिकेंस। करंट साइंस (संसूचित)।
37. ल्यूरी, के., भाकुनी, एस.एस., कोठारी, जी.सी., त्रिपाठी, के. एवं पंत, पी.डी. : क्वाटर्नरी एक्सटेंसनल एंड कंप्रेशनल टेक्टोनिक्स रिवील्ड फ्राम क्वाटर्नरी लैंडफार्मस एलांग कोसी रिवर वैली, आउटर कुमाऊं लेसर हिमालय, उत्तराखण्ड। इंटरनेशनल जर्नल ऑफ अर्थ साइंसेज (ज्योल रुंडस्च), (प्रेस में)।
38. ल्यूरी, के., भाकुनी, एस.एस., कोठारी, जी.सी., एवं सुरेश, एन. : टेक्टोनिक लैंडफार्मस एज जियोमॉर्फिक एविडेंसेस
39. ऑफ क्वाटर्नरी डिफारमेशन एक्रास द हिमालयन फ्रंटल थ्रस्ट, कुमाऊं हिमालय। जीट्सक्रिप्ट फर जियोमार्फोलॉजी (संसूचित)।
40. ल्यूरी, के., एवं भाकुनी, एस.एस. : सॉफ्ट सेडीमेंट डिफार्मेशन स्ट्रक्चर्स इन मिडिल शिवालिक रॉक्स नियर साउथ ऑफ मेन बाउंड्री थ्रस्ट ऑफ एसई कुमाऊं सब-हिमालय, नैनीताल डिस्ट्रिक्ट, उत्तराखण्ड। हिमालयन जियोलॉजी (संसूचित)।
41. मीना, एन.के., प्रकाशम, एम., सरकार, एस., दिवाटे, पी., भूषन, आर. एवं बेनर्जी, यू. एस. : लास्ट फाइव डेकेड हैवी मैटल पॉल्यूशन रिकार्ड्स इन द रिवाल्सर लेक, हिमाचल प्रदेश, इंडिया। एनवायरनमेंटल अर्थ साइंसेस (संसूचित)।
42. मृणालिनी, डी.आर.के., भाकुनी, एस.एस., बोरा, पी.के., फुकन, एम.आर. एवं दुराह, आर. : टेक्टोनिक फोर्सिंग ऑफ ड्रेनेज्स एंड जियोमॉर्फिक फीचर्स डेवेलप्ड एक्रास हिमालयन माउंटेन फ्रंटल पार्ट ऑफ वेस्टर्न लिंब ऑफ सियांग एंटीफार्म, अरुणाचल हिमालय। एनवायरनमेंटल अर्थ साइंसेस (प्रेस में)।
43. मुंडेपी, ए.के. एवं राजेश, एस. : माइक्रो-ट्रेमर इंड्यूर्ड ग्रेविटी एंड सेस्मिक रिस्पांस स्पेक्ट्रा ऑफ हिमालय एंड द इंडो-गैंगेटिक प्लेन। नैचुरल हैजार्ड्स (स्प्रिंगर) (पुनरीक्षण के अधीन)।
44. नेगी, पी.एस. : सिग्नीफिकेंस ऑफ वेस्टर्न डिस्टर्बेंसेस (एक्सट्रा-ट्रॉपिकल स्टार्म्स) टू स्नो-प्रेसीपिटेशन एंड फिमलाइन एलटीट्यूड्स इन द वेस्टर्न हिमालय इन ग्लोबल एंड प्लेनेटरी चेंज (पुनरीक्षण के अधीन)।
45. परीदा, बी.आर. ओझनम, बी., पाठक, पी. एवं सिंह, निलेंदु : सेटेलाइट बेस्ड रेनफाल एस्टीमेट्स फॉर एनालाइजिंग एक्सट्रीम ईवेंट्स : ए केस स्टडी फ्राम उत्तराखण्ड, इंडिया। हाइड्रोलोजिकल साइंसेज (संसूचित)।
46. पेबम, जे., अदलखा, वी., जैन, ए.के., पटेल, आर.सी., लाल, एन. एवं सिंह, एस. : टेक्टोनिक कंट्राल ओवर इरोजन एंड इवॉल्यूशन ऑफ लैंडस्केप इन अरुणाचल हिमालय। जियोलॉजी (संसूचित)।
47. फिलिप, जी., सुरेश, एन. एवं जनगोडापेरुमल, आर. : स्ट्रेन रिलीज इन नार्मल फॉलिंग इन द हैंगिंग वाल ऑफ हिमालयन मेगा थ्रस्ट: एक्टिविटी एलांग द मेन बाउंड्री थ्रस्ट

- एट लोगर गैड इन द नार्थवेस्टर्न सब-हिमालय, इंडिया। क्वाटर्नरी इंटरनेशनल (संसूचित)।
48. प्रभाकर, एन., भट्टाचार्य, ए. एवं मुखर्जी, पी.के. : द ओरिजिन ऑफ क्लोरोटोइड- 3-माइका स्थिरोमार्फ ग्रोथ इन स्टॉरोलाइट-मस्कोवाइट सिस्ट, बांग्रीपोसी (ईस्टर्न इंडिया)। जर्नल ऑफ मेटामार्फिक जियोलॉजी (स्वीकृत)।
49. राजा, पी., सिंह, निलेंदु, रेनिवास, सी.वी., सिंघल, मोहित, सिंह, महाराज एवं चौहान, पंकज : एनालाइजिंग वॉटर एनर्जी एक्सचेंज डायनेमिक्स इन द थार डेजर्ट। क्लाइमेट डॉयनेमिक्स (संसूचित)।
50. राजा, पी., श्रीनिवास, सी.वी., हरी प्रसाद, के.बी.आर.आर. एवं सिंह, निलेंदु : लैंड सरफेस प्रोसेसेस सिमुलेशन ओवर थार डेजर्ट इन नार्थवेस्ट इंडिया। प्योर एंड एप्लाइड जियोफिजिक्स (प्रेस में)।
51. राजेश, एस., मुंडेपी, ए.के. एवं कुमार, एन. : क्वांटीफाइंग द साइट एम्पलीफिकेशन एंड लिक्वीफैक्शन ऑफ क्वाटर्नरी डिपॉजिट्स इन द देहरादून वैली नियर द मेन बाउंड्री थ्रस्ट इन द नार्थवेस्ट हिमालय, इंडिया। क्वाटर्नरी इंटरनेशनल (संसूचित)।
52. रावत, जी., चौहान, वी., एवं धामोधरन, एस. : फ्रैक्टल डाइमेशन वेरियेबिलिटी इन द यूएलएफ मैग्नेटिक फील्ड विद रेफरेंस टू लोकल अर्थक्वेक्स एट एमपीजीओ, घुट्टू जियोमेट्रिक्स। नैचुरल हैजार्ड्स एंड रिस्क (प्रेस में)।
53. शर्मा, एस., बरतारया, एस. के. एवं मार, वी.एस. : पोस्ट ग्लेसियल लैंडफोर्म इवोल्यूशन इन द मिडिल सतलुज रिवर वैली, इंडिया: इप्लीकेशंस टूवार्ड्स अंडरस्टैंडिंग द क्लाइमेट टैक्टोनिक कपलिंग। जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस (स्वीकृत)।
54. शर्मा, एस., चांद, पी., बिष्ट, पी., शुक्ला, ए.डी., बरतारया, एस.के. सुंद्रियाल, वाइ.पी. एवं जुयाल, एन. : एस्सरटेनिंग द रोल ऑफ इंडियन समर मानसून्स एंड मिड-लैटीट्यूड वेस्टरलाइज इन झाइविंग द ग्लेशिएशन इन सर्चू प्लेन, जंसकार हिमालय ड्यूरिंग द लेट क्वाटर्नरी। जर्नल ऑफ क्वाटर्नरी साइंस (पुनरीक्षण के अधीन)।
55. शर्मा, एस., मार, वी.एस. एवं बरतारया, एस.के. : रोल ऑफ प्री-एग्जिस्टिंग वैली टोपोग्राफी इन द पोस्ट ग्लेसियल प्लूवियल लैंडफोर्म इवोल्यूशन इन द मिडिल सतलुज वैली, वेस्टर्न हिमालय, इंडिया। क्वाटर्नरी इंटरनेशनल (संसूचित)।
56. शुक्ला, ए. एवं काजी, वी.वाई. : इवोल्यूशन ऑफ मल्टीसोर्स डेटा फॉर ग्लेशियर टैरेन मैपिंग: ए न्यूरल नेट एप्रोच। जियोकार्टो इंटरनेशनल (प्रेस में)।
57. शुक्ला, ए. एवं कादिर, जे. : डिफ्रैंशियल रिस्पांस ऑफ ग्लेशियर्स विद वेरिंग डिब्रीज कवर एक्सटेंट्स: एविडेंसेस फ्राम चेंजिंग ग्लेशियर पैरामीटर्स। इंटरनेशनल जर्नल ऑफ रिमोट सेन्सिंग (प्रेस में)।
58. सिंह, ए.के., नायक, आर., खोजेनकुमार, एस., सुब्रहमण्यम, के.एस. वी., ठाकुर, एस.एस. सिंह, आर.के.वी. एवं सत्यनारायण, एम. : जेनेटिक एंड टेक्टोनिक इम्पलीकेशंस ऑफ क्यूमुलेट पाइरोजेनिटीज एण्ड टेक्टोनिक पेरीडॉटाइट्स फ्राम द नागालैंड-मणिपुर ओफियोलाइट्स, नार्थईस्ट इंडिया: कांस्ट्रैंट्स फ्राम द मिनरलोजिकल एवं जियोकैमिकल कैरेक्टरैस्टिक्स। ज्योलाजितिकल जर्नल (प्रेस में)।
59. सिंह, निलेंदु, परीदा, वी.आर., चौहान, पंकज, गुप्ता, ए.के., तिवारी, आर.के. एवं सोनी, प्रफुल्ला : रेसपिरेटरी फ्लक्सेस एंड नेट कार्बन एक्सचेंज इन एनर्जी लिमिटेड वेस्टर्न हिमालयन कोनीफर इकोसिस्टम। जेजीआर-बायोजियोसाइंसेस (संसूचित)।
60. श्रीवास्तव, पी., कुमार, ए., चौधरी, एस., मीना, एन.के., रावत, एस., सुंद्रियाल, वाई.पी., कुमार, एन., जयनगोड़ा-पेरुमल, आर., बिष्ट, पी., शर्मा, डी., जुयाल, एन., वासन आर. जे. एवं जिक्लर, ए : रिकार्ड्स ऑफ पेलियो फलड़स इन हिमालय। जियोमार्फोलॉजी (संसूचित)।
61. ठाकुर, एस.एस., पटेल, एस.सी. एवं सिंह, ए.के. : ए पी-टी स्थूडोसैक्सन माडलिंग एप्रोच टू अंडरस्टैंड मेटामर्फिक इवोल्यूशन ऑफ द मेन सेंट्रल थ्रस्ट जोन इन द अलकनंदा वैली, एनडब्ल्यू हिमालय। कंट्रीब्यूशन टू मिनरलोजी एंड पेट्रोलॉजी (प्रेस में)।
62. ठाकुर, वी.सी. एवं जयनगोड़ापेरुमल, आर. : सिस्मो-टेक्टोनिक वेरियेशन बिटवीन सेंट्रल एंड नार्थवेस्ट हिमालय: इम्पलीकेशन फ्राम मेजर टू जायन्ट अर्थक्वेक्स हैजार्ड। जर्नल आफ एशियन अर्थ साइंसेज (पुनरीक्षण के अधीन)।
63. तिवारी, एस.के., बरतारया, एस.के., रॉय, एस.के., गुप्ता, ए.के. एवं अस्थाना, ए.के.एल. : आइसोटोपिक एंड जियो-कैमिकल सटडीज ऑफ ग्राउंड वॉटर फ्राम रामगंगा एंड मिडिल गंगा प्लेन: इम्पलीकेशन टू पॉल्यूशन एंड मैटल कनटैमिनेशन। एनवायरनमेंटल अर्थ साइंस (पुनरीक्षण के अधीन)।
64. तिवारी, एस. के., राय, एस.के., बरतारया, एस.के., गुप्ता, ए.के. एवं नेगी, मंजू : स्टेबिल आइसोटोप्स ($\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$, δD , $\delta^{18}\text{O}$) एंड जियोकैमिकल कैरेक्टरिस्टिक्स ऑफ जियोथर्मल स्प्रिंग्स ऑफ लद्दाख एंड हिमाचल (इंडिया): ऐविडेंस फॉर CO_2 डिस्चार्ज इन नार्थवेस्ट हिमालय। जियाथर्मिक्स (पुनरीक्षण के अधीन)।

65. तिवारी, एस.के., सुद्रिंयाल, सिपिका, कुमार, अमित, गुप्ता, ए.के. एवं यादव, जयराम : इवोल्यूशन ऑफ हाइड्रो-जियोकैमिकल प्रोसेसेस एंड सॉल्यूट सोर्सेस स्टडी ऑफ डोकरियानी (बामक) ग्लेशियर मेल्टवॉटर, उत्तराखण्ड हिमालय, इंडिया | क्वार्टर्नी इंटरनेशनल (संसूचित)।
66. यादव, डी.के., हजारिका, डी एवं कुमार, एन. : सिस्मीसिटी एंड स्ट्रैस इन्वर्जन स्टडी इन द कांगड़ा-चंबा रीजन ऑफ नार्थ-वेस्ट हिमालय | नैचुरल हैजार्ड्स (प्रेस में)।
67. यादव, ए.के., ब्रॉनिंग, ए., सिंह, जे. एवं यादव, आर.आर. : बोरियल स्प्रिंग प्रेसीपिटेशन वेरियेबिलिटी इन द कोल्ड एरिड वेस्टर्न हिमालय ड्यूरिंग द लास्ट मिलेनियम, रीजनल लिंकेजेस, एंड सोशियो-इकोनॉमिक इम्प्लीकेशंस। क्वार्टर्नी साइंस रिव्यूज (संसूचित)।

तकनीकी रिपोर्ट

1. भकुनी, एस.एस. 2015: ए रिपोर्ट ऑन जियोलॉजिकल एंड बायोइंजीनियरिंग इंवेस्टीगेशन ऑफ सुखताल एरिया ऑफ नैनीताल, उत्तराखण्ड, इंडिया, सबमिटिड टू इरीगेशन डिपार्टमेंट, उत्तराखण्ड।
2. सिंह, निलेंदु एवं सिंह, जोईता 2016: द रिपोर्ट ऑफ पार्टीसिपेशन इन द वक्रशाप “इकोसिस्टम कार्बन/वॉटर साइकिलिंग रिसर्च इन द चेंजिंग क्लाइमेट”, 23–25 अप्रैल, एनआईईएस, सुकुबा, जापान, एशिया फ्लक्स न्यूजलैटर, मार्च 2016, इसू नं 39।
3. बरतारया, एस. के. एवं गुप्ता वी. 2015: जियोलॉजिकल सर्वे रिपोर्ट ऑन द क्रीपिंग ऑफ स्लोप्स इन द कैलाखान मिल एरिया, नैनीताल, सबमिटिड टू एमईएस, रानीखेत, 21पी।
4. रावत, जी. एवं बरतारया, एस. के. 2015: रिपोर्ट ऑन एएमटी स्टडीज ऑन चुमथांग जियोथर्मल फील्ड एज पार्ट ऑफ इंडो –नार्वे प्रोजेक्ट ऑन यूटिलाइजेशन ऑफ

जियोथर्मल एनर्जी, सबमिटिड टू डीएसटी गवरनमेंट ऑफ इंडिया एंड एनजीआई, नार्वे 12पी।

5. गुप्ता, वी. एलांग विद मेंबर्स द एक्सपर्ट टीम ड्रान फ्राम वेरियस आरगेनाईजेशंस. 2015: रिपोर्ट टाइटिल्ड “लैंडस्टाइड एसेसमेंट एंड टेक्निकल सपोर्ट टू नेपाल”, सबमिटिड टू द नेशनल डिसास्टर मैनेजमेंट अथॉरिटी (एनडीएमए), नई दिल्ली।
6. गुप्ता, वी. एलांग विद मेंबर्स आफ द ज्वांइट एक्सपर्ट कमेटी ड्रान फ्राम वेरियस आरगेनाईजेशंस. 2015: रिपोर्ट ऑन कोलेटरल डैमेजेस ऑन द सेलेक्टेड रिम एरिया विलेजेस ड्यू टू द फिलिंग एंड ड्राडाउन ऑफ द टिहरी रिजरवायर, सबमिटिड टू द गवर्नमेंट ऑफ उत्तराखण्ड।

संस्थान के विशेष प्रकाशन

1. भाकुनी, एस.एस., सेन,के., ठाकुर, एस.एस., रावत, जी., मुखर्जी, पी.के. एवं तिवारी, मीरा 2015: एक्सकर्सन गाइड : ऋषिकेश-जोशीमठ-मलारी ट्रांजेक्ट. स्पेशल पब्लिकेशन नं. 4 (30वाँ एचकेटी)। वाडिया इंस्टीट्यूट ऑफ हिमालयन जियोलॉजी, देहरादून, 48पी।
2. भाम्बरी, आर., मेहता, एम., डोभाल, डी. पी. एंड गुप्ता, ए. के. 2015: ग्लेशियर लेक इंवेंट्री ऑफ उत्तराखण्ड। स्पेशल पब्लिकेशन, वाडिया इंस्टीट्यूट ऑफ हिमालयन जियोलॉजी, देहरादून, 78पी।
3. जयागोडापेरुमल, आर., ठाकुर, वी. सी. एवं तिवारी, मीरा 2015: एक्सकर्सन गाइड: हिमालयन फ्रंटल फोल्ड्स- थ्रस्ट बेल्ट्स. स्पेशल पब्लिकेशन नं. 3 (30वाँ एचकेटी)। वाडिया इंस्टीट्यूट ऑफ हिमालयन जियोलॉजी, देहरादून, 13पी।
4. 30वाँ हिमालयन-काराकोरम-तिब्बत वर्कशॉप, देहरादून, इंडिया, अक्तूबर 6–8, 2015, एब्स्ट्रैक्ट वॉल्यूम, 324पी.

समिनार/संगोष्ठी/कार्यशाला का आयोजन

30वीं हिमालयी—काराकोरम—तिब्बत कार्यशाला (HKT) (अक्टूबर 5–12, 2015)

वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान को अपने देहरादून स्थित परिसर में 6 से 8 अक्टूबर 2015 तक 30वीं हिमालयी—काराकोरम—तिब्बत कार्यशाला (HKT) आयोजित करने का गौरव प्राप्त हुआ जिसे इससे पहले विश्व भर के कई विकसित देशों में आयोजित किया गया था। इस कार्यशाला का उद्देश्य अलग—अलग विषयों पर किए गए अधुनातन कार्य को समाहित करना; मौजूदा अंतरालों को पहचानना, उन अंतरालों पर बहस एवं चर्चा करना, और अंततः कार्यशाला के अंत में भावी अध्ययनों के लिए उपयुक्त कार्ययोजना के साथ आगे आना है। तीन दिवसीय सम्मेलन की तकनीकी कार्यवाहियों का उद्घाटन 6 अक्टूबर 2015 को उत्तराखण्ड के राज्यपाल महामहिम श्री

कृष्णकांत पाल द्वारा किया गया। इस कार्यशाला में पूरे विश्व के अग्रणी एवं युवा शोधकर्ताओं ने भाग लिया। सम्मेलन में 46 विदेशी प्रतिभागियों सहित कुल 264 प्रतिभागियों ने अपने शोध कार्यों की प्रस्तुति दी। इसमें स्टैनफोर्ड यूनिवर्सिटी, अमेरिका; यूनिवर्सिटी ऑफ पोट्सडाम, जर्मनी; यूनिवर्सिटी ऑफ क्वीन्सलैंड, आस्ट्रेलिया; न्यू मैक्रिस्को स्टेट यूनिवर्सिटी, अमेरिका; नगोय यूनिवर्सिटी, जापान; युनिवर्सिटी जोजेफ फोरियर, ग्रेनोबिल फ्रांस; युनिवर्सिटी ऑफ टोरिनो, इटली; युनिवर्सिटी ऑफ चिकागो, अमेरिका; यूनिवर्सिटी ऑफ बर्न, स्विटजरलैंड; क्योटो यूनिवर्सिटी, जापान; जैसे वैश्विक रूप से मान्यता प्राप्त कुछ विश्वविद्यालयों के साथ—साथ भारत के आईआईटीज, प्रतिष्ठित विश्वविद्यालयों एवं शोध संगठनों के अग्रणी कार्यकर्ता शामिल हैं।



30वीं हिमालयी—काराकोरम—तिब्बत कार्यशाला के उद्घाटन के दौरान मुख्य अतिथि उत्तराखण्ड के राज्यपाल महामहिम श्री कृष्णकांत पाल। कार्यशाला का शुभारंभ राष्ट्रगान एवं सरस्वती वंदना के साथ हुआ। महामहिम राज्यपाल कार्यशाला के प्रतिभागियों एवं अन्य अतिथियों को संबोधित कर रहे हैं।



समिनार/संगोष्ठी/कार्यशाला का आयोजन

प्रो. अनिल के. गुप्ता, निदेशक, वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान आयोजन समिति के अध्यक्ष थे और डॉ. राजेश शर्मा कार्यशाला के संयोजक थे। इस 30वीं कार्यशाला में कुल 9 विषयक सत्र थे जिनमें (i) हिमालय—काराकोरम—तिब्बत का विकास (ii) तरल—चट्टान अंतःक्रिया (iii) जलवायु परिवर्तन (iv) विवर्तनिकी (v) भूकंप पूर्व संकेत अध्ययन (vi) पर्वतीय पटियों का भूभौतिकीय अध्ययन (vii) जैव एवं तलछटीय अभिलेख और (viii) प्राकृतिक संसाधनों, प्राकृतिक जोखिमों एवं उनके सामाजिक निहितार्थों से संबोधित नवीनतम विकासों पर अत्यंत लाभकारी विचारविमर्श हुआ। इस कार्यशाला में

हाल ही में 25 अप्रैल 2015 को आई आपदा—नेपाल भूकंप पर विशेष सत्र आयोजित करके इस पर विशेष रुचि दर्शाई गई। इस तीन दिवसीय कार्यशाला में कुल मिलाकर लगभग 18 आधार वक्ताओं ने 65 अन्य मौखिक प्रस्तुतियों के साथ—साथ अपने शोध पत्र प्रस्तुत किए और लगभग 185 पोस्टर प्रस्तुतियां दी गई। तकनीकी सत्रों का समापन 8 अक्टूबर 2015 को समाप्त समारोह के साथ हुआ। माननीय केंद्रीय विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्री तथा पृथ्वी विज्ञान मंत्री श्री वाई. एस. चौधरी इस अवसर पर मुख्य अतिथि के रूप में उपस्थित थे।



समापन समारोह के दौरान श्री भगत सिंह कोशियारी, संसद सदस्य राज्यसभा के साथ मुख्य अधिकारी माननीय मंत्री विज्ञान और प्रौद्योगिकी तथा पृथ्वी विज्ञान राज्य मंत्री श्री वाई.एस. चौधरी। माननीय मंत्री ने संस्थान के संग्रहालय का भी दौरा किया।

5 अक्टूबर 2015 को प्रतिभागियों को मोहंड—मसूरी अनुभाग में एक दिन के कार्यशाला पूर्व क्षेत्र भ्रमण पर ले जाया गया। इस आयोजन के एक अंग के रूप में कार्यशाला के बाद ऋषिकेश—जोशीमठ—मलारी क्षेत्र में 9 से 12 अक्टूबर 2015 तक

चार दिवसीय क्षेत्र भ्रमण का आयोजन किया गया। इस आयोजन में लगभग 24 विदेशी प्रतिनिधि तथा 13 भारतीय प्रतिनिधियों ने भाग लिया।



30वें हिमालय—काराकोरम—तिब्बत—2015 के भारतीय एवं विदेशी प्रतिनिधि कार्यशाला के बाद ऋषिकेश—जोशीमठ—मलारी क्षेत्र में क्षेत्र भ्रमण में भाग लेते हुए।

भारत नार्वे परियोजना: प्रारंभिक बैठक (अप्रैल 24-15, 2015)

भारत नार्वे परियोजना की एक प्रारंभिक बैठक देहरा दून स्थित राष्ट्रीय भूतकनीकी सुविधा में 24-25 अप्रैल 2015 को आयोजित की गई जिसका समन्वय डॉ. विक्रम गुप्ता ने किया। नार्वे भूतकनीकी संस्थान, ओसलो (नार्वे) से डॉ. आर.के. भसीन और डॉ. फ्रोड सैंडर्सन; केंद्रीय वैज्ञानिक यंत्रीकरण संगठन से डॉ. एस.के. मित्तल; एचएनबी गढ़वाल विश्व-

विद्यालय, श्रीनगर, उत्तराखण्ड से प्रो. वाई. पी. सुंद्रियाल; विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग से डॉ. भूप सिंह और वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान, देहरा दून से डॉ. राजेश शर्मा और विक्रम गुप्ता सहित राष्ट्रीय भूतकनीकी सुविधा में कार्यरत वैज्ञानिकों ने इस बैठक में भाग लिया। बैठक में सभी प्रतिभागियों द्वारा प्रस्तुतियां दी गई और भावी शोध कार्य हेतु कार्ययोजना बनाई गई।

पुरस्कार एवं सम्मान

- डॉ. टी.एन. जौहर, मैसूर विश्वविद्यालय मैसूर में 3 से 7 जनवरी 2016 तक आयोजित 103वें भारतीय विज्ञान कांग्रेस में पृथ्वी प्रणाली विज्ञान सत्र के अध्यक्ष थे।
- डॉ. पी.के. मुखर्जी, डॉ. पी.पी. खन्ना और डॉ. एन.के. सैनी ने जियो स्टैंडर्ड्स एवं जियो एनालिटिकल रिसर्च में प्रकाशित उनके शोध पत्र 'रैपिड डिटर्मिनेशन ऑफ ट्रेस एंड अलट्रा ट्रेस लेवल एलीमेंट्स इन डाइवर्स सिलिकेट रॉक्स इन प्रेरस्ड पाउडर पैलेट टारगेट्स बाई एलए-आईसीपी-एमएस यूजिंग ए मैट्रिक्स इंडिपेंडेंट प्रोटोकॉल' के लिए 'सर्वश्रेष्ठ शोध पत्र पुरस्कार 2015' प्राप्त किया।
- डॉ. नरेश कुमार 'हिमालय सक्रिय विवर्तनिकी' पर चतुर्थ अंतरराष्ट्रीय जर्नल के विशेषांक के अतिथि संपादक हैं। वे इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरेटिकल फिजिक्स, इटली के नियमित एसोसिएट भी हैं।
- डॉ. सुशील कुमार, सिंगापुर में 2 से 7 अगस्त 2015 तक आयोजित अंतरराष्ट्रीय कार्यशाला एओजीएस-2015 में 'एशियाई इलाके में सक्रिय विवर्तनिकी की समझ एवं बड़े भूकंपों का सृजन' विषय पर नामित संयोजक एवं सत्राध्यक्ष थे।

विदेश दौरे

- डॉ. निलेंदु ने 23 से 25 अप्रैल 2015 के दौरान 'परिवर्तनशील जलवायु में पारिस्थितिकी तंत्र कार्बन/जल चक्रण शोध' पर एक कार्यशाला में भाग लेने तथा अपने कार्य की प्रस्तुति देने के लिए सुकुबा, जापान का दौरा किया।
- डॉ. विक्रमादित्य सिंह ने 6 मई से 5 नवम्बर 2015 तक छ: महीने के लिए पोस्ट डॉक्टोरल अध्येता के रूप में नेशनल ताइवान यूनिवर्सिटी, ताइपी, ताइवान का दौरा किया।
- डॉ. विक्रम गुप्ता ने नेपाल भूकंप के बाद भूस्खलन परिदृश्य का आकलन करने तथा नेपाल को तकनीकी सहायता पर विचार विमर्श करने के लिए राष्ट्रीय आपदा उपशमन प्राधिकरण नई दिल्ली के विशेषज्ञ दल के सदस्य के रूप में 3 से 7 जून 2015 तक नेपाल का दौरा किया।
- डॉ. अपर्णा शुक्ला ने 26 से 31 जुलाई 2015 के दौरान 'अंतरराष्ट्रीय भूविज्ञान एवं सुदूर संवेदन संगोष्ठी (आईजीएआरएस-2015)' में भाग लेने तथा अपने कार्य की प्रस्तुति देने के लिए मिलान, इटली का दौरा किया।
- डॉ. सुमन लता रावत ने 25 जुलाई से 2 अगस्त 2015 के दौरान 'जलवायु परिवर्तन, प्राकृतिक जोखिम एवं सभ्यता पर चतुर्थ युगीन परिप्रेक्ष्य' पर XIX INQUA कांग्रेस में भाग लेने तथा अपने कार्य की प्रस्तुति देने के लिए नागोया, जापान का दौरा किया।
- डॉ. सुशील कुमार ने 2 से 7 अगस्त 2015 के दौरान अंतरराष्ट्रीय 'एओजीएस-2015' में भाग लेने तथा अपने कार्य की प्रस्तुति देने के लिए सिंगापुर का दौरा किया।
- डॉ. अर्चना बोरा ने 4 से 7 अगस्त 2015 के दौरान '13वीं इंटरनेशनल पेलियालिम्नोलॉजी सिम्पोजियम (आईपीएस-2015)' में भाग लेने तथा अपने कार्य की प्रस्तुति देने के लिए लेनज्ञाऊ युनिवर्सिटी, चीन का दौरा किया।
- डॉ. संतोष के रॉय ने 19 से 30 अक्टूबर 2015 के दौरान थर्मो फिशर ब्रेमेन में 'नेप्च्यून प्लस (एलए-एमसी-आईसीपीएमएस)' पर प्रशिक्षण हेतु जर्मनी का दौरा किया।
- डॉ. ए.के. सिंह ने 24 अक्टूबर से 8 नवम्बर 2015 के दौरान आमंत्रित व्याख्यान देने तथा प्रयोगशाला भ्रमण के लिए नेशनल ताइवान यूनिवर्सिटी, ताइवान का दौरा किया।
- श्री प्रकाशम एम. ने 16 से 24 नवम्बर 2015 के दौरान 'डिकेडल क्लाइमेट वेरियेबिलिटी एंड प्रेडिकटेबिलिटी: चैलेंज एंड अपॉरचुनिटी' पर आयोजित अंतरराष्ट्रीय कार्यशाला में भाग लेने तथा अपने कार्य की प्रस्तुति देने के लिए ट्राइस्टी, इटली का दौरा किया।
- डॉ. अक्षय वर्मा ने 14 से 18 दिसम्बर 2015 के दौरान आईसीआईएमओडी, नेपाल और प्यूचर वॉटर, नीदरलैंड्स द्वारा 'एसपीएचवाई मॉडल का प्रयोग करके हिमनद-जलवैज्ञानिक मॉडलिंग' पर आयोजित द्वितीय क्षेत्रीय प्रशिक्षण में भाग लेने के लिए आईसीआई, एमओडी, काठमांडु, नेपाल का दौरा किया।

पी.एच.डी शोध-प्रबंध

विद्यार्थी का नाम	पर्यवेक्षक	शोध-प्रबंध का शीर्षक	विश्वविद्यालय	प्रदान/प्रस्तुत
लीना कामरा	डा. वी.एम. चौबे प्रोफे. आर.सी. रमोला	गढ़वाल हिमालय में भूकंप पूर्व संकेतों के रूप में रेडॉन एवं अन्य संबद्ध प्राचलों का अध्ययन।	एचएनबी गढ़वाल विश्वविद्यालय, श्रीनगर	प्रदान की गई
मंयक जोशी	डा. वी.सी. ठाकुर डा. वाई.पी. सुद्रियाल	चंबा क्षेत्र, पश्चिमी हिमाचल प्रदेश, उत्तर पश्चिम हिमालय में रावी नदी के संरचनात्मक विकास में जलवायु विवर्तनिक अंतःक्रिया।	एचएनबी गढ़वाल विश्वविद्यालय, श्रीनगर	प्रदान की गई
कौशिक सेन	डा. बी.के. मुखर्जी	जिल्डॉट ओफियोलाइटिक मिलेंज, इंडससुचर जौन, उत्तर पश्चिम हिमालय भारत का निर्माण एवं विवर्तनिक विकास।	यूनिवर्सिटी ऑफ पेट्रोलियम एंड एनर्जी स्टडीज, देहरादून	प्रदान की गई
समीर कुमार तिवारी	डा. एस.के. बरतरया डा. एस.के. राय	उत्तर पश्चिम हिमालय, भारत के भूतापीय झारनों का समस्थानिक एवं भूरासायनिक अध्ययन: मेटाफोरिक Co_2 के स्रोत एवं डिगैसिंग के निहितार्थ।	यूनिवर्सिटी ऑफ पेट्रोलियम एंड एनर्जी स्टडीज, देहरादून	प्रदान की गई
भानु प्रताप	डॉ. डी.पी. डोभाल डॉ. वी.सी. तिवारी	डोकरियानी हिमनद, मध्य हिमालय का द्रव्यमान संतुलन : चोड़ाबाड़ी हिमनद,	यूनिवर्सिटी ऑफ पेट्रोलियम एंड एनर्जी स्टडीज, देहरादून	प्रदान की गई
कपिल केसरवानी	डॉ. डी.पी. डोभाल डॉ. आलोक दुर्गपाल	हिमालयी हिमनद का ऊर्जा संतुलन एवं द्रव्यमान उच्चावचन: जलवायु उच्चावचन एवं मलबा आवरण की अनुक्रिया में एक मॉडल।	कुमाऊं विश्वविद्यालय, नैनीताल	प्रस्तुत की गई
स्मिता गुप्ता	डॉ. किशोर कुमार प्रो. आर.एस. राना	पीईटीएम एवं भारत एशिया टक्कर के संदर्भ में उत्तर पश्चिम उप हिमालय के सुबाथू अनुक्रमण का पेलियोआन्टो-लॉजिकल एवं भूरासायनिक अध्ययन।	एचएनबी गढ़वाल विश्वविद्यालय, श्रीनगर	प्रस्तुत की गई
माला भट्ट	डॉ. एस.के. बरतरया	क्षेत्र के भूपर्यावरण पर टिहरी बाध के प्रभाव के विशेष संदर्भ के साथ टिहरी, बांध गढ़वाल हिमालय, उत्तराखण्ड के आसपास जल भूवैज्ञानिक अध्ययन।	एचएनबी गढ़वाल विश्वविद्यालय, श्रीनगर	प्रस्तुत की गई

सेमिनारों/संगोष्ठियों/कार्यशालाओं/बैठकों/प्रशिक्षण पाठ्यक्रमों में भागीदारी

23 से 24 अप्रैल 2015 के दौरान लखनऊ में ‘भारतीय उपमहाद्वीप के पुरानूतन’ पर राष्ट्रीय सम्मेलन।

प्रतिभागी : कपेसा लोखो

5 से 7 मई 2015 के दौरान एनजीआरआई हैदराबाद में ‘पीएमसी बैठक’ में जारी परियोजना प्रस्तुति।

प्रतिभागी : आर. जयनगांडापेरुमल

29 से 30 जून 2015 के दौरान वीएफएसटीआर विश्वविद्यालय, वाडलामुडी, गुंटूर जिला, आंध्र प्रदेश में एसइआरबी—डीएसटी बैठक में जारी परियोजना प्रस्तुति।

प्रतिभागी : अर्चना बोरा

2 से 3 जुलाई, 2015 के दौरान नई दिल्ली में ‘भारतीय हिमालयी क्षेत्र में सुभेद्यता, खतरे एवं संकट तथा अनुकूलन’ पर वैज्ञानिक विनियम कार्यशाला।

प्रतिभागी : डॉ.पी. डोभाल

13 से 17 जुलाई 2015 के दौरान राष्ट्रीय अंटाक्रिटिक एवं महासागर शोध केंद्र (एनसीएओआर) गोवा में ‘अंटाक्रिटिक पृथ्वी विज्ञान (आईएसएईएस 2015) पर XII—अंतरराष्ट्रीय संगोष्ठी’।

प्रतिभागी : कपिल केसरवानी

28 जुलाई 2015 को नई दिल्ली में केंद्रीय जल आयोग द्वारा ‘हिमनद झील प्रस्फोटन का प्रबंधन’ पर कार्यशाला का आयोजन।

प्रतिभागी : राकेश भास्करी

4 अगस्त 2015 को होटल पेसीफिक, देहरादून में ‘क्षेत्रीय बहुपण्धरी हिमालयी धारणीय विकास मंच (एचएसडीएफ)’ पर कार्यशाला।

प्रतिभागी : डॉ.पी. डोभाल

10 से 12 अगस्त 2015 के दौरान नई दिल्ली में ‘भारतीय हिमालयी जलवायु अनुकूलन कार्यक्रम (आईएससीएपी) चरण II आयोजना’ पर कार्यशाला।

प्रतिभागी : डॉ.पी. डोभाल

9 से 10 सितम्बर 2015 के दौरान दिल्ली विश्वविद्यालय दिल्ली में ‘प्रथम हिमालयी निर्वाचिका सभा—2015’ पर कार्यशाला।

प्रतिभागी : डॉ.पी. डोभाल

28 से 30 सितम्बर 2015 के दौरान उत्तराखण्ड प्रशासन अकादमी, नैनीताल में ‘भूकंप प्रतिरोधी निर्माण प्रौद्योगिकी’ पर कार्यशाला।

प्रतिभागी : दिलीप के. यादव

29 से 30 सितम्बर 2015 के दौरान पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय, नई दिल्ली में ‘पीएसी बैठक’ में जारी परियोजना प्रस्तुति।

प्रतिभागी : आर. जयनगांडापेरुमल

6 से 8 अक्टूबर 2015 के दौरान वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान में 30वीं हिमालय—कराकोरम—तिब्बत कार्यशाला।

प्रतिभागी : संस्थान के वैज्ञानिक एवं शोध छात्र

6 से 8 नवम्बर 2015 के दौरान इंडिया हैबिटेट सेंटर, नई दिल्ली में ‘हिमालय में वैशिक पर्यावर्णिक बदलाव : विवाद, प्रभाव एवं भविष्य’ पर अंतरराष्ट्रीय सम्मेलन।

प्रतिभागी : राकेश भास्करी

16 से 17 नवम्बर 2015 के दौरान एनआईएच, रुड़की में ‘जल संसाधनों में बदलाव तथा हिमालयी द्रोणियों में अनुकूलन विकल्प’ पर अंतरराष्ट्रीय कार्यशाला।

प्रतिभागी: डॉ.पी. डोभाल

20 से 24 नवम्बर 2015 के दौरान नई दिल्ली में ‘XXIII – अंतरराष्ट्रीय चरागाह सम्मेलन (आईजीसी)’।

प्रतिभागी : निलेदु सिंह

29 नवम्बर 2015 को काशीपुर में ‘पर्यावर्णिक प्रदूषण’ पर सम्मेलन।

प्रतिभागी : पी.एस. नेगी

3 से 4 दिसम्बर 2015 के दौरान जीएसआई, उत्तरी क्षेत्र, लखनऊ में ‘36वाँ आईजीसी : भूविज्ञान में प्रगति हेतु एक अनूठा अवसर’ पर मस्तिष्क उत्प्रेरक सत्र।

प्रतिभागी : डॉ.पी. डोभाल

4 से 8 दिसम्बर 2015 के दौरान भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, दिल्ली में ‘इंडिया इंटरनेशनल साइंस फेस्टिवल (आईआई एसएफ 2015)’।

प्रतिभागी : राजेश शर्मा, एस.के. पारचा, अजय पौल, एम. प्रकाशम एवं छवि पांडेय

8 से 9 दिसम्बर 2015 के दौरान रुड़की में 'राष्ट्रीय जल विज्ञान संस्थान की तकनीकी कार्यसमूह की बैठक'।

प्रतिभागी : एस.के. बरतारया

14 से 15 दिसम्बर 2015 के दौरान इंदिरा पर्यावरण भवन में 'भारत – आईसीआईएमओडी सप्ताह'।

प्रतिभागी : डी.पी. डोभाल

14 से 15 दिसम्बर 2015 को आईयूएसी, नई दिल्ली में 'नेशनल जियोक्रोनोलॉजी सेंटर' पर कार्यशाला।

प्रतिभागी : पी.के. मुखर्जी

18 से 20 दिसम्बर 2015 के दौरान परास्नातक भूविज्ञान विभाग, औरंगाबाद विज्ञान संस्थान में 'माइक्रोपेलियोन्टोलॉजी एंड स्ट्रेटीग्राफी (आईसीएमएस–2015)' पर XXV भारतीय संवाद।

प्रतिभागी : मीरा तिवारी, एस.के. पारचा एवं रजिता शुक्ला

22 से 24 दिसम्बर 2015 के दौरान इलाहाबाद विश्वविद्यालय, इलाहाबाद में 'भौतिक विज्ञानों में हालिया रुझान' पर आयोजित अंतरराष्ट्रीय भौतिक विज्ञान अकादमी (सीओएनआईएपीएस–XVIII) का 18वाँ अंतरराष्ट्रीय सम्मेलन।

प्रतिभागी : नरेश कुमार

3 से 7 जनवरी, 2016 के दौरान मैसूर विश्वविद्यालय, मैसूर में '103वाँ भारतीय विज्ञान कांग्रेस'

प्रतिभागी : राजेश शर्मा, बी.एन. तिवारी, एस.के. पारचा, गौतम रावत, मनीष मेहता एवं अनुसुया भण्डारी

12 से 14 जनवरी 2016 को पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय, भारत सरकार, नई दिल्ली में 'हिमालयी चाप की भूगतिकी : 15 अप्रैल 2015 के गोरखा नेपाल भूकंप से जानकारी का अध्यतनीकरण' पर कार्यशाला।

प्रतिभागी : गौतम रावत एवं आर. जयनगरोड़ापेरुमल

3 से 4 फरवरी 2016 के दौरान राष्ट्रीय सुदूर संवेदन केंद्र हैदराबाद में 'यूजर इंटरेक्शन मीट (यूआईएम –2016)'।

प्रतिभागी : जी. फिलिप

10 से 12 फरवरी 2016 के दौरान यूकॉस्ट देहरा दून में '10वाँ उत्तराखण्ड राज्य विज्ञान और प्रौद्योगिकी कांग्रेस (यूएसएसटीसी 2015–16)'।

प्रतिभागी : ए.के. गुप्ता एवं एस.के. पारचा

18 से 19 फरवरी 2016 के दौरान नई दिल्ली में जीएसआई की '55वीं केंद्रीय भूवैज्ञानिक कार्यक्रम बोर्ड बैठक'।

प्रतिभागी : राजेश शर्मा

4 मार्च, 2016 को भारतीय सुदूर संवेदन, देहरा दून में 'उच्च विभेदन भूस्खलन मानचित्रण आवश्यकताएं' पर मस्तिष्क उत्प्रेरक कार्यशाला।

प्रतिभागी : जी. फिलिप, एस. के. बरतारया एवं विक्रम गुप्ता

4 से 6 मार्च, 2016 के दौरान विज्ञान भवन नई दिल्ली में 'वैश्विक पर्यावर्णिक मुद्दे' पर अंतरराष्ट्रीय कार्यशाला।

प्रतिभागी : पी.एस. नेरी

10 से 11 मार्च, 2016 के दौरान रुड़की में 'राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान की तकनीकी कार्यसमूह की बैठक'।

प्रतिभागी : एस.के. बरतारया

10 से 11 मार्च 2016 के दौरान नई दिल्ली में राष्ट्रीय धारणीय हिमालयी पारिस्थितिकी तंत्र मिशन (एनएमएसएचई) के अंतर्गत 'हिमालयी इलाके के राज्यों की परामर्श कार्यशाला–2016'।

प्रतिभागी : एस.के. बरतारया एवं विक्रम गुप्ता

संस्थान के वैज्ञानिकों द्वारा व्याख्यान

संस्थान के वैज्ञानिकों द्वारा व्याख्यान

वैज्ञानिक का नाम	स्थान	दिनांक	विषय
विक्रम गुप्ता	एनजीएफ, देहरादून	24.04.2015	सुरभि लैंडस्लाइड—रीविजिटेड
सुशील कुमार	भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी, नई दिल्ली	25.04.2015	नेपाल भूकंप एवं उत्तराखण्ड में भूकंप का खतरा
विक्रम गुप्ता	सिविल सर्विस इंस्टीट्यूट, देहरादून	29.04.2015	उत्तराखण्ड हिमालय के लिए वर्षा अवसीमा स्थापित करने की ओर
संतोष के. रौय	राजकीय इंटर कॉलेज, जयपुर, वाराणसी	30.04.2015	प्रधानमंत्री द्वारा अंगीकृत जयपुर गांव में गंगा नदी
आर. जयनगौड़ा—पेरुमल	कुमाऊं विश्वविद्यालय, नैनीताल	02.05.2015	गढ़वाल एवं कुमाऊं हिमालय के सक्रिय भ्रंश
पी.एस. नेगी	वेलहम स्कूल, देहरादून	16.05.2015	हिमालयी पारिस्थितिकी तंत्र
विक्रम गुप्ता	एनजीएफ, देहरादून	18.06.2015	i) हिमालय में भूस्खलन एवं विभिन्न भूतकनीकी मुद्दे ii) हिमालय में भूस्खलन न्यूनीकरण हेतु भूतकनीकी मुद्दे
एस.एस. ठाकुर	कुमाऊं विश्वविद्यालय, नैनीताल	18-26.06.2015	एम.एससी छात्रों के लिए रूपांतरिक पाठ्यक्रम पर अतिथि संकाय के रूप में अनेक व्याख्यान दिए
विक्रम गुप्ता	होटल कारनेगी, नई दिल्ली	03.07.2015	भारतीय हिमालय में सामान्य संकट परिदृश्य
अर्पना शुक्ला	एसएएसई, चंडीगढ़	06.07.2015	i) डिजिटल छवि जानकारी निकासी बर्फ कवर मानचित्रण के लिए तकनीक ii) मलबे से ढके ग्लेशियरों के मानचित्रण उपग्रह छवि संसाधन के उपयोग की तकनीक
रीत कमल तिवारी	एसएएसई, चंडीगढ़	07.07.2015	हिमनद सतह हिमवेग आकलन एवं हिमनद गतिकी
संतोष के. रौय	लाल बहादुर शास्त्री राष्ट्रीय प्रशासन अकादमी, मसूरी	06.08.2015	विकास में जलवायु परिवर्तन की मेनस्ट्रीमिंग
पी.के. मुखर्जी	भारतीय पुरातत्व सर्वेक्षण, देहरादून	19.08.2015	भवनों के पत्थरों के अपक्षय पर खनिज वैज्ञानिक एवं संरचनात्मक नियंत्रण
राकेश भास्करी	गुरु नानक खालसा कॉलेज, करनाल	23.08.2015	हिमनद अध्ययनों में भूस्थानिक प्रौद्योगिकी का अनुप्रयोग
डी.पी. डोभाल	लाल बहादुर शास्त्री राष्ट्रीय प्रशासन अकादमी, मसूरी	24.08.2015	जलवायु परिवर्तन, हिमालय में हिमनद एवं हिमनद झीलें: एक अवलोकन

एस.एस. ठाकुर	कुमाऊं विश्वविद्यालय, नैनीताल	26-28.08.2015	एम.एससी छात्रों को खनिज विज्ञान पर व्याख्यान दिया
पी.एस. नेगी	काशीपुर, उत्तराखण्ड	27.08.2015	हिमालय में पर्यावरण अनुकूल उद्योग
डी.पी. डोभाल	एफआरआई, देहरादून	09.10.2015	जलवायु परिवर्तन एवं हिमालयी हिमनदों की दशा, चुनौतियां एवं तथ्य
सुशील कुमार	सीओईआर, रुड़की	04.11.2015	उत्तर पश्चिम हिमालय, भारत में भूकंप संकट एवं जोखिम
सुशील कुमार	देहरादून सचिवालय	01.12.2015	उत्तराखण्ड राज्य के लिए भूकंप पूर्वसंकेत संबंधी सूचना
जी. फिलिप	भारत सुदूर संवेदन संस्थान, देहरादून	02.12.2015	सक्रिय विवर्तनिक अध्ययनों के लिए भूस्थानिक तकनीकें
विक्रम गुप्ता	इंडिया हैबिटेट सेंटर, नई दिल्ली	02.12.2015	मसूरी और नैनीताल, उत्तराखण्ड हिमालय के पर्वतीय नगर क्षेत्रों में भूस्खलन संकट परिदृश्य
संतोष के. रॉय	वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान, देहरादून	04.12.2015	मॉस स्पेक्ट्रोमेट्री (एमसी-आईसीपीएमएस): भूविज्ञानों में यंत्रीकरण एवं संभावनाओं की तलाश
प्रदीप श्रीवास्तव	अमृता विश्वविद्यालय, कोल्लम, केरल	12.12.2015	भूस्खलन : हिमालय से एक परिप्रेक्ष्य
नरेश कुमार	इलाहाबाद विश्वविद्यालय, इलाहाबाद	24.12.2015	उत्तर पश्चिम हिमालय के किन्नौर इलाके की भूपृष्ठीय संवेग संरचना एवं भूकंप विवर्तनिकी: सूक्ष्म भूकंप गतिविधि पर आधारित नई बाधाएं
प्रदीप श्रीवास्तव	एचएनबी गढ़वाल विश्वविद्यालय, श्रीनगर में आईएनएसपीआरई कैम्प	25.12.2015	कान्टीनेंटल ड्रिफ्ट, प्लेट टेक्टोनिक्स एवं हिमालय का बिल्ड-अप
राजेश शर्मा	103वाँ भारतीय विज्ञान कांग्रेस	06.01.2016	हिमालयी तलछटीय अनुक्रमों में ट्रैप्ड द्रोणीय तरल एवं निहितार्थ
एस.के. बरतारया	आईसीएफआरई, एफआरआई, देहरादून	01.02.2016	हिमालय में आपदा प्रबंधन के भूवैज्ञानिक पहलू
डी.पी. डोभाल	आईसीएफआरई, एफआरआई,	09.02.2016	हिमनदों पर जलवायु परिवर्तन का प्रभाव-प्रेक्षण एवं तथ्य
प्रदीप श्रीवास्तव	बीरबल साहनी पुस्तकालय संस्थान, लखनऊ	24.02.2016	गढ़वाल हिमालय से शतवर्षीय पैमाने का जलवायु अभिलेख
विक्रम गुप्ता	एचएनबी गढ़वाल विश्वविद्यालय, श्रीनगर	27.02.2016	मंदाकिनी घाटी, गढ़वाल हिमालय में भूस्खलन संकट

जी. फिलिप	भारत सुदूर संवेदन संस्थान, देहरादून	08.03.2016	सक्रिय भ्रंशों के अध्ययन में भूस्थानिक तकनीकें
विक्रम गुप्ता	यूनिवर्सिटी ऑफ पेट्रोलियम एंड एनर्जी स्टडीज, देहरादून	12.03.2016	'विभिन्न भूतकनीकी मुद्दे एवं इंजीनियरी भूविज्ञान' पर व्याख्यानों की शृंखला
आर. जयनगोड़ा—पेरुमल	एनजीआरआई, हैदराबाद	28.03.2016	भारत के हिमालयी अग्रभाग प्रणोद के साथ का सक्रिय भ्रंश मानचित्रण एवं उसका लक्षण वर्णन: इनसाइट टू द पैटर्न्स ऑफ स्ट्रेन रिलीज एलांग ए कन्टीनेंटल कन्वर्जेंट प्लेट बाउंड्रिंग।
सुशील कुमार	तिब्बती होम्स स्कूल, हैप्पी वैली, मसूरी	31.03.2016	उत्तराखण्ड में आपदाएं एवं उनकी प्रबंधन कार्यनीतियां

सदस्यता

- शर्मा राजेश : सदस्य, वैज्ञानिक समिति 'VI एशियन करंट रिसर्च ऑन फ्लूड इन्चलूजंस', आईआईटी, मुंबई।
- मुखर्जी, पी.के. : सदस्य, तकनीकी समिति: नेशनल जियोक्रोनोलॉजी सेंटर, आइयूजीएस, नई दिल्ली।
- कुमार, सुशील : सदस्य, सिस्मोलॉजिकल सोसाइटी ऑफ अमेरिका (एसएसए), कैलीफोर्निया।
सदस्य, जापान जियोसाइंस यूनियन टोकियो, जापान।
सदस्य, इंडियन सोसाइटी ऑफ अर्थक्वेक टेक्नोलॉजी, आइआईआर, रुड़की।
सदस्य, अमेरिकन जियोफिजिकल यूनियन, कैलीफोर्निया।
- डोभाल, डी.पी. : सदस्य, 'हिमनद विज्ञान, जलवायु परिवर्तन एवं सामाजिक मुद्दे' पर विशेषज्ञ समिति, भारत में 36वाँ अंतर्राष्ट्रीय भूवैज्ञानिक कांग्रेस (आईजीसी-2020)।
सदस्य, कार्यक्रम परामर्शदात्री समिति (पीएसी), एसईआरबी, डीएसटी नई दिल्ली के अधीन पृथ्वी एवं पर्यावरणिक विज्ञान।
- गुप्ता, विक्रम : सदस्य, राष्ट्रीय हरित अधिकरण (एनजीटी)-शिमला (हिमाचल प्रदेश) में निर्माण कार्यकलापों की देखरेख के लिए।
- शुक्ला, अर्पना : सदस्य, नेशनल ग्रीन ट्रिब्यूनल (एनजीटी) शिमला, हिमाचल प्रदेश में निर्माण गतिविधियों को देखने के लिए।
- प्रकाशम, एम. : सदस्य, अमेरिकन जियोफिजिकल यूनियन, कैलीफोर्निया।

प्रकाशन एवं प्रलेखन

इस वर्ष प्रकाशन एवं प्रलेखन अनुभाग ने निम्नलिखित प्रकाशन निकाले :

- 'हिमालय भूविज्ञान' वॉल्यूम 36 (2) एवं 37 (1)
- संस्थान का वर्ष 2014-15 का वार्षिक प्रतिवेदन हिंदी और अंग्रेजी दोनों भाषाओं में
- हिंदी पत्रिका 'अशिमका' वॉल्यूम 21
- न्यूजलैटर 'भूगर्भवाणी' खण्ड 5(1-4) और 'दृष्टिकोण' वॉल्यूम 4।
- पुस्तकें (i) 'ग्लेशियर लेक इच्चेंट्री ऑफ उत्तराखण्ड' और (ii) 'शिवालिक मैमेलियन फौनाज ऑफ द फुटहिल्स विद रेफरेंस टू बायोक्रोनोलॉजी, लिंकेजेस एंड माइग्रेशन' (लेखक डॉ. ए. सी. नन्दा)।
- 30वें हिमालय-कराकोरम-तिब्बल कार्यशाला का सारांश वॉल्यूम।
- फील्ड एक्सकर्शन गाइड्स: (i) 'हिमालयन फ्रंटल फॉल्ड्स-थ्रस्ट बेल्ट्स', और (ii) 'ऋषिकेश-जोशीमठ-मलारी ट्रांजेक्ट (गढ़वाल हिमालय)'।

इसके अतिरिक्त प्रमाण पत्रों आदि के मुद्रण के कार्य का भी

जिम्मा लिया गया। यह अनुभाग संस्थान के वैज्ञानिकों, शोध छात्रों एवं अन्य कर्मचारियों को मुद्रण एवं क्रमवीक्षण की तकनीकी सहायता सेवाएं भी प्रदान करता है। यह अनुभाग विनियम कार्यक्रम के अंतर्गत व्यक्तियों, संस्थाओं, आजीवन सदस्य ग्राहकों, पुस्तक अभिकरणों, राष्ट्रीय पुस्तकालयों, अनुक्रमण अभिकरणों को प्रकाशनों के प्रसार कार्य में तथा प्रकाशनों की विक्री एवं लेखाओं के अनुरक्षण में भी संलग्न था।

हिमालय जियोलॉजी (जरनल)वेबसाइट <http://www.himgeology.com> के ऑन-लाइन इन्क्वायरी, ऑन-लाइन प्रीपेड ग्राहक शुल्क आर्डर तथा ऑन-लाइन हस्तालिपि प्रस्तुति सुविधा जैसे प्रकायों की जिम्मेदारी भी प्रकाशन एवं प्रलेखन अनुभाग संभालता है। जरनल की समस्त सूचनाएं; विषय-वस्तु तथा सारांशों सहित इस वेबसाइट पर अद्यतन हैं। 'हिमालयन जियोलॉजी' थॉमस रॉयटर्स (यू.एस), स्कोपस (SCOPUS) (एल्सेवियर नीदरलैंड्स) तथा इंडियन साइटेशन इंडेक्स (ICI) नई दिल्ली में सूचीबद्ध हैं। आजीवन सदस्य ग्राहक योजना (एलटीएसएस) हिमालय भूविज्ञान (जरनल) के लिए सदस्यता के अंतर्गत 10 नए सदस्यों का पंजीकरण हुआ; इससे कुल पंजीकरण संख्या बढ़कर 451 तक पहुंच गई।

पुस्तकालय

वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान का पुस्तकालय अपने तरह का एक विशिष्ट पुस्तकालय है जिसमें हिमालय के विशेष संदर्भ में पर्वत निर्माण प्रक्रिया, भूवैज्ञानिक एवं भूभौतिकीय परिघटना पर पुस्तकों, मोनोग्राफ, जर्नल, ई-पुस्तकों एवं अन्य का बेहतरीन संकलन मौजूद है। पुस्तकालय में उपलब्ध पुस्तकों का संग्रह एवं इसके द्वारा प्रदत्त सेवाएं इस पुस्तकालय को पृथक् विज्ञान के क्षेत्र में श्रेष्ठ पुस्तकालयों में एक बनाते हैं। यह पुस्तकालय वैज्ञानिकों एवं शोधकर्ताओं को उनके अतिविशिष्ट

कार्यकलापों के प्रयास में हमेशा ही एक सर्वश्रेष्ठ अभिगम सहायता सिद्ध हुआ है। देश भर के विशेषज्ञ एवं पेशेवर, पुस्तकालय में उपलब्ध विशिष्ट एवं दुर्लभ संग्रहों एवं अन्य सेवाओं का लाभ उठाने के लिए यहां आते रहते हैं।

पुस्तकालय द्वारा 84 विदेशी एवं 44 भारतीय जर्नल मंगवाए गए। रिपोर्टधीन अवधि के दौरान कुल 89 संदर्भ पुस्तकें खरीदीं गईं एवं 13 पुस्तकें अनुदान के रूप में प्राप्त हुईं। पुस्तकालय



संस्थान के पुस्तकालय का एक सिंहावलोकन

द्वारा 1966 से 1996 तक का 'जर्नल ऑफ पेट्रोलॉजी' का बैक फाइल संग्रह भी खरीदा गया और साथ ही साथ 'स्पेशल पब्लिकेशंस ऑफ जियोलॉजिकल सोसाइटी ऑफ लंदन संख्या 301 (2008) से 400 (2014)' के भी बैक फाइल संग्रह खरीदे गए।

वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान के पास संस्थान के प्रणोद क्षेत्रों पर विभिन्न प्रकाशकों एवं विद्वत् समाजों से सुविचारित तरीके से चुनी गई 6000 से अधिक ई-पुस्तकें हैं। वर्ष 2014-15 के दौरान मौजूदा संग्रह को अद्यतन किया गया और कुछ नई ई-पुस्तक संग्रह खरीदे गए जिसमें 2015 के दौरान प्रकाशित स्ट्रिंगर्स पृथ्वी एवं पर्यावरण विज्ञान संग्रह की 850 ई-पुस्तकें; विलीज पृथ्वी एवं पर्यावरण विज्ञान संग्रह से 51

शीर्षक; श्रृंखला शीर्षकों सहित पृथ्वी एवं ग्रहीय विज्ञान ई-पुस्तकों से 2013-14 के दौरान प्रकाशित पुस्तकों के शीर्षक तथा 16 शीर्षकों वाले एजीयू प्रकाशनों के अभिलेख सहित कुछ नई ई-पुस्तकें शामिल हैं।

पुस्तकालय में पुस्तकालय प्रयोक्ताओं के लिए ई-पुस्तकों तथा जर्नल को एक्सेस करने तथा इंटरनेट सर्फिंग के लिए, तथा वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान पुस्तकालय द्वारा लिए गए या एन के आर सी के माध्यम से उपलब्ध ई-रिसोर्सिज़ को अभिगम करने के लिए कम्प्यूटरों का एक लघु केंद्र विद्यमान है। हमें ऐसे अनेक प्रकाशकों तक ऑनलाइन अभिगम प्राप्त है जो संस्थान द्वारा अभिदत्त जर्नलों के अलावा 400 से अधिक जर्नलों, शीर्षकों का योगदान करते हैं।

एस.पी. नौटियाल संग्रहालय

प्रोफेसर एस. पी. नौटियाल के नाम पर नामकृत वाडिया संस्थान का यह संग्रहालय राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय आगंतुकों के आकर्षण का मुख्य केंद्र है। इस वर्ष के दौरान भारत के विभिन्न भागों तथा अमेरिका, नार्वे, इटली, कनाडा, फ्रांस, यूनाइटेड किंगडम, आस्ट्रेलिया, जर्मनी, जापान, स्विटजरलैंड, आस्ट्रिया और रुस जैसे अन्य देशों से 2000 से अधिक लोगों ने संग्रहालय का दौरान किया। आगंतुकों में विभिन्न विद्यालयों, विश्वविद्यालयों, कॉलेजों और अन्य संस्थाओं से भारी संख्या में छात्र शामिल हैं। इसके अतिरिक्त सेना और आइटीबीपी कैडेट्स तथा सामान्य जनता और पर्यटकों ने भी संग्रहालय का दौरा किया। काफी संख्या में छात्र भी भूकंप एवं भूविज्ञान संबंधी विषयों पर अपने संबंधित विद्यालय परियोजनाओं के लिए संग्रहालय में आए। वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान के लॉन में अपशिष्ट सामग्रियों से बनाए गए जिराफ की विलुप्तप्राय

जाति का एक मॉडल प्रदर्शन हेतु रखा गया है। यह मॉडल न केवल जिराफ की विलुप्तप्राय प्रजाति के बारे में रोचक एवं महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करता है बल्कि पर्यावरण को बचाने का संदेश भी देता है। यह प्रदर्शनी सामान्य जनता के साथ-साथ संस्थान का दौरा करने वाले पदधारियों के आकर्षण का केंद्र रही जिन्होंने इसकी प्रशंसा की।

'राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी दिवस', 'संरथापना दिवस', 'संरथापक दिवस', और 'राष्ट्रीय विज्ञान दिवस' के दौरान 'खुला दिवस' मनाया गया जिसमें संग्रहालय को आगंतुकों के लिए खुला रखा जाता है। इन खुले दिवसों का प्रिंट मीडिया के माध्यम से व्यापक प्रचार-प्रसार किया जाता है जिसके फलस्वरूप इन अवसरों पर भारी संख्या में लोगों ने म्यूजियम का दौरा किया। संस्थान के कार्यकलापों के बारे में महत्वपूर्ण सूचना से युक्त विवरणिकाओं का आगंतुकों को निःशुल्क वितरण किया जाता है।



संस्थान के संग्रहालय का आंशिक दृष्ट

तकनीकी सेवाएँ

विश्लेषणात्मक सेवाएं

विभिन्न उपकरणों जैसे कि एक्सआरएफ, आईसीपी-एमएस, एसइएम-ईडीएक्स, एक्सआरडी, ओएसएल, एलए-एमसी-आईसीपीएमएस (Zircon geochronology), स्टेबल आइसोटोप मॉस स्पेक्ट्रोमीटर तथा ईपीएमए द्वारा विश्लेषित नमूनों की संख्या नीचे सारणी में दी गई है।

साधन	विश्लेषण नमूने		
	वाहिभूसं प्रयोक्ता	बाहर के प्रयोक्ता	कुल
एक्स आर एफ	629	898	1527
आईसीपी-एमएस	645	603	1248
एसइएम-ईडीएक्स	393	563	956
एक्सआरडी	632	188	820
ओएसएल	74	18	92
एलए-एमसी-आईसीपीएमएस (Zircon geochronology)	293	0	293
स्टेबल आइसोटोप मॉस स्पेक्ट्रोमीटर	1314	640	1954
ईपीएमए	53	23	76 [#]
पेलियोमेग्नेटिक लैब:			
AFD & Spinner Magnetometer	630	-	650
Magnetic Susceptibility Meter	630	-	630
Impulse Magnetizer	188	-	108
Anhydritic Remanent Magnetizer	630	-	650
Kappa bridge (KLY-3S)	630	630	296

ईपीएमए में विरल अनुभागों का विश्लेषण किया गया जिसमें विभिन्न खनिजों का विश्लेषण तथा अलग-अलग खनिज दानों के विभिन्न भागों से बिंदु विश्लेषण की भारी संख्या लेते हुए विश्लेषण शामिल है।

फोटोग्राफी अनुभाग

वर्ष के दौरान स्थापना दिवस, संस्थापक दिवस, राष्ट्रीय विज्ञान दिवस, राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी दिवस, नव वर्ष दिवस, सेमिनार/संगोष्ठी (एचकेटी 2015), सांस्कृतिक कार्यक्रम तथा

संस्थान के कर्मचारियों के सेवानिवृत्ति समारोह सहित विभिन्न समारोहों को कवर करने के लिए लगभग 5800 अंकीय फोटोग्राफ लिए गए। इसके अलावा शैल एवं जीवाशम नमूनों के लगभग 700 फोटोग्राफ लिए गए। लगभग 300 अंकीय छवियों का रंगीन मुद्रण बाजार से कराया गया। चूंकि अधिकांश वैज्ञानिकों को क्षेत्र एवं प्रयोगशाला में इस्तेमाल हेतु कैमरा स्थाई रूप से जारी किया गया है इसलिए वर्ष के दौरान कोई भी नया कैमरा / लैंस अथवा कोई अन्य फोटोग्राफी सामग्री नहीं खरीदी गई। शेष वैज्ञानिकों एवं शोध छात्रों को आवश्यकतानुसार पूल से कैमरा प्रदान किया जाता है।

आरेखण अनुभाग

संस्थान का आरेखण अनुभाग प्रायोजित शोध परियोजनाओं सहित संस्थान के वैज्ञानिकों की मानचित्रण संबंधी आवश्यकताओं को पूरा करता है। रिपोर्टर्डीन वर्ष के दौरान इस अनुभाग ने संस्थान के वैज्ञानिकों तथा शोधार्थियों को 32 भूवैज्ञानिक/संरचनात्मक मानचित्र/भूआकृतिक मानचित्र/भूकंपी आरेख उपलब्ध करवाए। इसके अतिरिक्त 14 स्थलाकृतिक शीटों/वायवी फोटो मानचित्रों की ट्रेसिंग उपलब्ध करवाई गई तथा नौ भूवैज्ञानिक स्तंभ तैयार किए गए। इस अनुभाग ने संस्थान के विभिन्न समारोहों तथा गतिविधियों के दौरान नाम लेबल तथा थिमैटिक शीर्षक तैयार किए जिनमें संस्थान के कर्मचारियों के फोटो पहचान पत्रों पर लिखने का कार्य भी शामिल है।

नमूना संसाधन प्रयोगशाला

नमूना संसाधन प्रयोगशाला ने संस्थान के वैज्ञानिकों तथा शोधार्थियों की आवश्यकताओं के अनुरूप तनु/माइक्रोप्रोव/पालिशकृत खंड उपलब्ध करावाए। रिपोर्टर्डीन वर्ष के दौरान इस प्रयोगशाला ने विभिन्न प्रयोक्ताओं को सूक्ष्मदर्शी, तरल समावेशन तथा एपमा अध्ययनों के निष्पादन के लिए 1047 तनु तथा पालिशकृत खंड उपलब्ध करावाए। इस प्रयोगशाला में 1449 शैल नमूनों को संदर्भित/चूर्णित किया गया ताकि आईसीपीएमएस, एक्सआरएफ तथा एक्सआरडी विधियों द्वारा प्रमुख, अनुरेख तथा आरई विश्लेषण निष्पादित किए जा सकें।

समारोह

प्रौद्योगिकी दिवस

11 मई 2015 को संस्थान में प्रौद्योगिकी दिवस मनाया गया। इस अवसर पर सेवानिवृत्त वाइस एडमिरल रमन पुरी, पी.वी.एस.एम., ए.वी.एस.एम., वी.एस.एम. ने 'मेक इंन इंडिया में प्रौद्योगिकी-प्रतिरक्षा क्षेत्र' विषय पर प्रौद्योगिकी दिवस व्याख्यान दिया।



सेवानिवृत्त एडमिरल रमन पुरी 'प्रौद्योगिकी दिवस' व्याख्यान देते हुए

स्थापना दिवस

संस्थान ने 29 जून 2015 को 47वाँ स्थापना दिवस मनाया। प्रो. वी.के. जैन, कुलपति, दून विश्वविद्यालय मुख्य अतिथि थे और उन्होंने 'जलवायु परिवर्तन—एक अवलोकन' विषय पर स्थापना दिवस व्याख्यान दिया। इस अवसर पर संस्थान के वैज्ञानिकों



प्रोफेसर वी.के. जैन डॉ. पी.पी. खन्ना और डॉ. एन.के. सैनी को संस्थान का सर्वश्रेष्ठ शोधपत्र पुरस्कार देते हुए

द्वारा प्रकाशित सर्वश्रेष्ठ शोधपत्रों के साथ—साथ विभिन्न श्रेणियों में संस्थान के सर्वश्रेष्ठ कार्यनिष्ठादकों को पुरस्कार वितरित किए गए। सर्वश्रेष्ठ शोधलेख का पुरस्कार डॉ. पी.के. मुखर्जी, डॉ. पी.पी. खन्ना और डॉ. एन.के. सैनी को जियो स्टैंडडेस एंड जियो एनालिटिकल रिसर्च में प्रकाशित उनके शोधलेख 'रैपिड डिटर्मिनेशन ऑफ ट्रेस एंड अलट्रा-ट्रेस लेवल एलीमेंट्स इन डाइवर्स सिलिकेट रॉक्स इन प्रेरूड पाउडर पैलेट टारगेट्स बाई एलए—आईसीपी—एमएस यूजिंग ए मैट्रिक्स इंडेपेन्डेंट प्रोटोकाल' के लिए प्रदान किया गया।

प्रो. एम. पी. सिंह इस अवसर पर विशिष्ट अतिथि के रूप में मौजूद थे जिन्होंने स्वर्गीय प्रो. आर. सी. मिश्रा के सम्मान में गठित 'भूविज्ञान में प्रो. आर. सी. मिश्रा स्वर्ण पदक' का प्रथम पुरस्कार प्रदान किया। यह पुरस्कार 35 वर्ष से कम आयु के युवा वैज्ञानिकों को प्रतिवर्ष दिया जाता है। बीएसआईपी, लखनऊ के डॉ. गौरव श्रीवास्तव इस पुरस्कार के प्रथम प्राप्तकर्ता थे जिन्होंने इसे प्रो. एम.पी. सिंह से प्राप्त किया।

संस्थान का 'सर्वश्रेष्ठ कार्यनिष्ठादक पुरस्कार' भी प्रो. वी.के. जैन, प्रो. एम.पी. सिंह और निदेशक द्वारा श्री रविंद्र सिंह, श्री तजेंद्र आहूजा, श्री रामबीर कौशिक, श्री बी.एस. राणा, श्री नवनीत कुमार, श्री राकेश कुमार, श्री एस.के. थपलियाल, श्री राजेन्द्र प्रकाश, श्री तीर्थराज राम, कु. शालिनी नेगी, श्री राहुल शर्मा, श्री कुलवंत सिंह मनराल, श्री गिरीश चन्द्र सिंह, श्री संतु दास, श्री हरी सिंह चौहान, श्री प्रीतम सिंह, श्री आर.एस. नेगी, श्री एम.एस. रावत, श्री दीपक तिवारी, श्री राजेश यादव, श्री सोहन सिंह, श्री विजय सिंह, श्रीमती कमला देवी, श्री एस.के. गुप्ता, श्री चेत राम, श्री प्रीतम सिंह पंवार, श्री रमेश चंद्र राणा, श्री दिनश सिंह और श्री हरी किशन को दिया गया।



डॉ. गौरव श्रीवास्तव 'भूविज्ञान में प्रो. आर.सी. मिश्रा, स्वर्ण पदक' प्राप्त करते हुए

स्वतंत्रता दिवस

संस्थान में 15 अगस्त, 2015 को स्वतंत्रता दिवस मनाया गया। ध्वजा रोहण के बाद संस्थान के निदेशक प्रो. डॉ. ए.के. गुप्ता ने औपचारिक भाषण दिया। इस अवसर पर खेलकूद तथा संस्थान के कर्मचारियों एवं उनके बच्चों के लिए चित्रकला प्रतियोगिता एवं खेलकूद जैसे कार्यक्रम आयोजित किए गए। विभिन्न आयोजनों के विजेताओं को पुरस्कार वितरित किए गए।



स्वतंत्रता दिवस समारोह की पूर्व संध्या पर खेलकूद प्रतियोगिताओं में भाग लेते हुए बच्चे

समारोह

डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम वर्षगांठ

संस्थान में 15 अक्टूबर, 2015 को डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम का 84वाँ वर्षगांठ समारोह आयोजित किया गया। इस अवसर पर प्रो. महावीर प्रसाद, कुलपति, उत्तराखण्ड संस्कृत विश्वविद्यालय, हरिद्वार ने 'जनरल आश्पेक्ट्स ऑफ लाइफ विद स्पेशल रेफरेंस टू डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम' पर एक व्याख्यान दिया। संस्थान के वैज्ञानिकों एवं शोध छात्रों ने भी डॉ. कलाम के बारे में अपने विचार व्यक्त किए। इस अवसर पर एक प्रश्नोत्तरी (डॉ. कलाम पर) भी आयोजित की गई।



प्रोफेसर महावीर प्रसाद, डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम की 84वीं वर्षगांठ पर व्याख्यान देते हुए।

संस्थापक दिवस

संस्थान ने डी.एन. वाडिया की वर्षगांठ के सम्मान में 23 अक्टूबर, 2015 को 'संस्थापक दिवस' मनाया। इस दिन की यादगार में 27 जनवरी 2016 को 'संस्थापक दिवस व्याख्यान' आयोजित किया गया। प्रो. किशनलाल, अध्यक्ष 'द एसोसिएशन ऑफ अकादमीज एंड सोसाइटीज ऑफ साइंस इन एशिया (एएएसएसए) और पूर्व निदेशक, एनपीएल, नई दिल्ली ने 'क्रिस्टल्सः फ्राम नेचर्स उम्ब टू मोस्ट एडवांस्ड एप्लीकेशन' विषय पर व्याख्यान दिया।



प्रो. किशन लाल 'संस्थापक दिवस व्याख्यान' देते हुए।

गणतंत्र दिवस

संस्थान में 26 जनवरी, 2016 को गणतंत्र दिवस मनाया गया। प्रो. अनिल के. गुप्ता, निदेशक ने ध्वजारोहण किया। इस अवसर पर संस्थान के कर्मचारियों एवं उनके बच्चों के लिए विभिन्न खेलकूद एवं सांस्कृतिक कार्यक्रम आयोजित किए गए। विभिन्न आयोजनों के विजेताओं को पुरस्कार वितरित किए गए।



प्रो. अनिल के. गुप्ता, निदेशक, खेलकूद प्रतियोगिताओं के विजेताओं को पुरस्कार वितरित करते हुए।

राष्ट्रीय विज्ञान दिवस

संस्थान में राष्ट्रीय विज्ञान दिवस समारोह के एक अंग के रूप में फरवरी के अंतिम सप्ताह में विज्ञान सप्ताह मनाया गया। विद्यालय के छात्रों तथा संस्थान के कर्मचारियों के लिए विभिन्न कार्यकलाप आयोजित किए गए। विज्ञान—प्रश्नोत्तरी तथा हिंदी निबंध प्रतियोगिता में भाग लेने के लिए देहरादून के विभिन्न शैक्षिक संस्थानों को आमंत्रित किया गया था। इनके अतिरिक्त हिंदी तथा अंग्रेजी नारा प्रतियोगिता का भी आयोजन किया गया जिसमें वैज्ञानिकों, स्टॉफ तथा शोध अध्येताओं ने भाग लिया। प्रतिभागियों को प्रोत्साहित करने के लिए उन्हें प्रमाण—पत्र तथा प्रतीक स्वरूप नकद पुरस्कारों से सम्मानिक किया गया।

डॉ. राजेन्द्र डोभाल, महानिदेशक, उत्तराखण्ड विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी, उत्तराखण्ड राष्ट्रीय विज्ञान दिवस के अवसर पर मुख्य अतिथि के रूप में मौजूद थे और उन्होंने 'विज्ञान, हमारी साझा शक्ति' विषय पर आमंत्रित 'राष्ट्रीय विज्ञान दिवस व्याख्यान' दिया। व्याख्यान के दौरान विभिन्न विद्यालयों से भारी संख्या में छात्र, सामान्य आगन्तुक एवं संस्थान के कर्मचारी उपस्थित थे। इस अवसर पर विज्ञान प्रश्नोत्तरी तथा हिंदी निबंध प्रतियोगिताओं के विजेताओं को मुख्य अतिथि द्वारा पुरस्कार भी वितरित किए गए।



मुख्य अतिथि डॉ. राजेन्द्र डोभाल 'राष्ट्रीय विज्ञान दिवस' पर विभिन्न आयोजनों के विजेताओं को पुरस्कार वितरित करते हुए

संस्थान ने राष्ट्रीय विज्ञान दिवस 29 फरवरी, 2016 को 'खुला दिवस' रखा। इस दिन संस्थान की सभी प्रयोगशालाओं को छात्रों तथा जनसामान्य के लिए खुला रखा गया। संस्थान की प्रयोगशालाओं को देखने बड़ी संख्या में देहरा दून क्षेत्र के विद्यालयों तथा महाविद्यालयों के छात्र तथा जनसामान्य यहाँ आए। संस्थान के वैज्ञानिकों, तकनीकी कर्मचारियों तथा शोध—अध्येताओं ने आने वालों को विभिन्न वैज्ञानिक उपकरणों तथा उनके प्रयोगों के बारे में विस्तार से समझाया। संस्थान के संग्रहालय को दर्शकों के लिए खुला रखा गया, जिसमें हिमालयी हिमनदों, भूकंपों, भूस्खलनों, जीवन की उत्पत्ति, ज्वालामुखियों, शैलों, खनिजों आदि से सम्बद्ध) विभिन्न प्रदर्शों को रखा गया।

संस्थान के अन्य कार्यकलाप

- संस्थान द्वारा आईआईटी—दिल्ली, नई दिल्ली में 4 से 8 दिसम्बर, 2015 तक आयोजित 'इंडिया इंटरनेशनल साइंस फॉर्सिटवल मेंगा साइंस एक्जीवीशन' में प्रतिभागिता की गई तथा प्रदर्श प्रदर्शित किए गए।
- संस्थान ने अपने कर्मचारियों के लिए अपने परिसर के भीतर फॉर्टिस—एक्कार्टस हास्पिटल, देहरादून द्वारा 17 जुलाई, 2015 को 'निःशुल्क हृदय जांच शिविर तथा 19 अगस्त 2015 को दृष्टि आई क्लीनिक देहरा दून द्वारा 'निःशुल्क नेत्र जांच शिविर' का आयोजन किया।
- संस्थान के लगभग 150 कर्मचारियों एवं शोध छात्रों ने 2 अक्टूबर 2015 को देहरा दून में 'खच्छता अभियान' में भाग लिया तथा सड़कों एवं नालों की सफाई की और जनरल महादेव सिंह रोड पर 15 से अधिक बिंदुओं से कूड़ा एकत्र किया।
- संस्थान ने मैसूर विश्वविद्यालय में 3 से 7 जनवरी 2016 तक आयोजित '103वें भारतीय विज्ञान कांग्रेस (प्राइड ऑफ इंडिया एक्स्पो)' में भाग लिया और अपने प्रदर्शों को प्रदर्शित किया।
- संस्थान ने 10 से 12 फरवरी 2016 के दौरान 12वें उत्तराखण्ड राज्य विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी प्रदर्शनी में भाग लिया और अपने प्रदर्शों को प्रदर्शित किया।
- संस्थान ने 5 से 6 मार्च 2016 तक राजभवन उत्तराखण्ड में आयोजित बसंतोत्सव में में भाग लिया और अपने प्रदर्शों को प्रदर्शित किया।



संस्थान के कर्मचारियों के लिए संस्थान के परिसर में फॉर्टिस—एक्कार्टस हास्पिटल, देहरा दून द्वारा निःशुल्क हृदय जांच शिविर

संस्थान में पथारे विशिष्ट अतिथि-गण

- डॉ. किशन कांत पॉल, महामहिम राज्यपाल उत्तराखण्ड, उत्तराखण्ड
- श्री वाई. एस. चौधरी, माननीय विज्ञान और प्रौद्योगिकी तथा पृथ्वी विज्ञान राज्य मंत्री
- वाइस एडमिरल (सेवानिवृत्त) रमन पुरी
- प्रो. कृष्णलाल, अध्यक्ष 'एसोसिएशन ऑफ अकादमीज एंड सोसाइटीज ऑफ साइंस इन एशिया (एएसएसए)' तथा पूर्व निदेशक, एनपीएल, नई दिल्ली।
- युनिवर्सिटी ऑफ चिकागो, यूएसए से प्रो. डेविड राउले
- युनिवर्सिटी ग्रेनोबल फ्रांस से प्रो. जूलिया डी. सिगोयर
- युनिवर्सिटी ऑफ पॉटसडम, जर्मनी से प्रो. पैट्रिक ओ. ब्रायन
- स्टैनफोर्ड युनिवर्सिटी, यूएसए से प्रो. सिमॉन क्लेम्पेरर
- युनिवर्सिटी ऑफ मिसौरी, यूएसए से प्रो. टीना नियामी
- युनिवर्सिटी ऑफ क्वींसलैंड, आस्ट्रेलिया से प्रो. जोनाथन एचेशन
- युनिवर्सिटी ऑफ टोरिनो, इटनी से प्रो. रोडोल्फो कैरोसी
- क्योटो युनिवर्सिटी, जापान से प्रो. हरुतका सकाई
- युनिवर्सिटी ऑफ लौसेन, स्विटजरलैंड से प्रो. जीन-लुक एपार्ड

हिन्दी के कार्यान्वयन की स्थिति

हिंदी भाषा को सरकारी कार्य एवं दैनिक जीवन में बढ़ावा देने के लिए संस्थान द्वारा 14 से 28 सितम्बर, 2015 के दौरान हिंदी पखवाड़ा मनाया गया। हिंदी पखवाड़े का उद्घाटन भाषण डॉ. राजेन्द्र डोभाल, महानिदेशक, यूकास्ट देहरादून ने दिया। उन्होंने अपने व्याख्यान 'हिंदी भाषा के माध्यम से विज्ञान का बहिर्प्रसार' के आवश्यकता पर बल दिया। पखवाड़े के दौरान स्कूली छात्रों के लिए निबंध लेखन एवं वाद-विवाद तथा संस्थान के कर्मचारियों के लिए स्वरचित काव्यपाठ तथा निबंध प्रतियोगिताएं आयोजित की गई। डॉ. एस.के. रॉय, डॉ. समीर तिवारी, श्री राजकिशोर एवं श्री हरीशचंद्रा जैसे संस्थान के कर्मचारियों ने द्विसाप्ताहिक कार्यक्रम में भी हिंदी भाषा में विशिष्ट व्याख्यान दिए। पखवाड़े के समापन सत्र के दौरान डॉ. सविता, निदेशक, एफआरआई एवं कुलपति एफआरआई मानित



प्रो.वी. के. एस. दवे हिंदी व्याख्यान देते हुए



हिंदी पखवाड़े के उद्घाटन के दौरान मुख्य अतिथि डॉ. राजेन्द्र डोभाल का स्वागत करते हुए प्रो. अनिल के. गुप्ता, निदेशक

हिंदी के कार्यान्वयन की स्थिति



डॉ. सविता हिंदी व्याख्यान देते हुए

विश्वविद्यालय मुख्य अतिथि के रूप में मौजूद थीं जिन्होंने हिंदी भाषा के प्रयोग पर व्याख्यान दिया। समारोह के दौरान विशिष्ट अतिथि के रूप में मौजूद आईआईटी रुड़की के पूर्व प्रो. डॉ. वी. के. एस. दवे ने व्याख्यान दिया जिसमें उन्होंने 'हिंदी भाषा के शुद्ध प्रयोग' की आवश्यकता पर बल दिया। स्कूली छात्रों एवं संस्थान के कर्मचारियों के बीच विभिन्न प्रतियोगिताओं के विजेताओं को पुरस्कार वितरित किए गए।

रिपोर्टरीन वर्ष के दौरान हिंदी के उत्तरारोत्तर प्रयोग के लिए प्रयत्न जारी रखे गए। संस्थान के वैज्ञानिकों तथा कर्मचारियों को बारंबार राजभाषा के संवैधानिक प्रावधानों तथा विभिन्न आदेशों से अवगत करवाया गया ताकि उनमें रोजमर्रा के कामों में हिंदी के अधिकाधिक प्रयोग के प्रति जागरूकता में वृद्धि हो। हिंदी के प्रगामी प्रयोग को बढ़ावा देने के लिए विभिन्न प्रोत्साहन योजनाएं लागू की गई। सामान्य आदेश, परिपत्र तथा सूचनाएं आदि हिंदी तथा अंग्रेजी में जारी किए गए। समय-समय पर भारत सरकार से हिंदी के प्रयोग के संबंध में प्राप्त आदेशों/निर्णयों को संस्थान के सभी सम्बद्ध अधिकारियों में अनुपालन हेतु परिचालित किया गया। संस्थान का वार्षिक प्रतिवेदन वर्ष 2014-15 अंग्रेजी तथा हिंदी में प्रकाशित किया। संस्थान के 47वें स्थापना दिवस, 29 जून, 2015 के अवसर पर हिंदी-पत्रिका 'अशिका' वोल्यूम 21 का विमोचन किया गया। संस्थान के पुस्तकालय में हिंदी पुस्तकों का एक अच्छा संग्रह है जिससे संस्थान के कर्मचारियों में हिंदी के प्रचार-प्रसार के कार्य को बढ़ावा मिलता है रिपोर्टरीन अवधि के दौरान इस हिंदी पुस्तक संग्रह में कुल 23 पुस्तकें जोड़ी गईं। इस खंड में विविध विषयों पर विख्यात लेखकों द्वारा लिखित कविताओं, नाटक, सहित्य, लघु कहानियों तथा उपन्यासों का 3000 पुस्तकों का संग्रह है।

विविध विवरण

1. अनुसूचित जाति/अनुसूचित जनजाति के कर्मचारियों के लिए आरक्षण/रियायतें

विभिन्न वर्गों के पदों के लिए भारत सरकार द्वारा जारी आरक्षण के आदेशों का पालन किया जाता है।

2. कार्मिक मामलों का मानीटरन

संस्थान के कर्मचारियों के कार्मिक मामलों का समय-समय पर निदेशक/शासी निकाय द्वारा नियुक्त की गई समितियों के माध्यम से मानीटरन किया जाता है।

3. कर्मचारियों की शिकायतों के निवारण की क्रियाविधि

कर्मचारियों की शिकायतों के निवारण के लिए चार वरिष्ठ वैज्ञानिकों/अधिकारियों की एक शिकायत निवारण समिति गठित की गई हैं इस वर्ष के दौरान शिकायत निवारण समिति को किसी भी कर्मचारी की शिकायत के संबंध में कोई आवेदन प्राप्त नहीं हुआ।

4. कल्याण कार्य

संस्थान ने अपने कर्मचारियों के लाभ के लिए अनेक कल्याणकारी उपाय किए हैं। कर्मचारियों को भवन निर्माण अग्रिम, वाहन अग्रिम, त्यौहार अग्रिम आदि दिए जाते हैं। संस्थान के कर्मचारियों द्वारा एक वेतनभोगी सहकारी समिति भी चलाई जा रही है जो सदस्यों को आवश्यकता पड़ने पर ऋण प्रदान करती है। यह संस्थान कर्मचारियों के फायदे के लिए कैन्टीन भी चलाता है। एक कल्याणकारी गतिविधि के रूप में संस्थान अपने कर्मचारियों को मनोरंजन सुविधाएं भी प्रदान करता है।

5. कार्यस्थल पर महिला कर्मचारियों के यौन उत्पीड़न की शिकायतों के निवारण की क्रियाविधि

संस्थान में कार्यस्थल पर महिला कर्मचारियों के यौन उत्पीड़न की शिकायतों की जाँच करने के लिए एक अलग समिति गठित की गई हैं इस समिति में छः सदस्य हैं। समिति की अध्यक्ष तथा अन्य दो सदस्य भी महिला अधिकारी हैं जिनमें एक अधिकारी, भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण की महिला अधिकारी हैं। वर्ष 2015-2016 के दौरान समिति को कार्यस्थल पर महिला कर्मचारियों के यौन उत्पीड़न की कोई शिकायत नहीं मिली।

6. सतर्कता मामलों की स्थिति

वर्ष 2015-2016 के दौरान संस्थान के किसी कर्मचारी के विरुद्ध सतर्कता का कोई भी मामला न तो लम्बित है न ही विचारित है।

7. सूचना का अधिकार (RTI) मामलों की सूचना

सूचना का अधिकार अधिनियम, 2005 के अंतर्गत सूचना मांगने के दो आवेदन तथा एक अपील पिछले वर्ष 2014-2015 से आगे ले जाए गए।

वर्ष 2015-16 के दौरान सूचना के अधिकार मामलों का सूचना-विवरण निम्नानुसार है:

विवरण	01.04.2015 को अधिशेष वर्ष	वर्ष 2015-16 के दौरान प्राप्त मामले	अन्य लोक-अधिकारियों को स्थानांतरित किए गए मामलों की संख्या	निर्णय जिनमें निवेदन/अपील अस्वीकार कर दिए गए	निर्णय निवेदन/अपील स्वीकार किए गए
1	2	3	4	5	6
सूचना के लिए निवेदन	02	21*	शून्य	शून्य	19
प्रथम अपील		शून्य	शून्य	शून्य	शून्य

*सूचना का अधिकार अधिनियम 2005 के अन्तर्गत दो आवेदन अगले वित्त वर्ष 2016-17 में आगे ले जाए गए।

8. कर्मचारियों की स्वीकृत संख्या (वर्ग-वार)

समूह/वर्ग	वैज्ञानिक	तकनीकी	प्रशासनिक	आनुवंशिक	कुल
क	63	.	2	.	65
ख	.	4	14	.	18
ग	.	63	22	40	125
कुल	63	67	38	40	208

9. वर्ष 2015-2016 के लिए संस्वीकृत तथा विमोचित हुई बजट अनुदान राशि

योजना	:	रु. 2,950.00	लाख
योजनोत्तर	:	रु. 50.00	लाख
कुल	:	रु. 3,000.00	लाख

संस्थान के कर्मचारीगण (01.04.2016 को)

वैज्ञानिक स्टॉफ़

1. प्रो. अनिल कुमार गुप्ता
2. डॉ. रोहताश कुमार
3. डॉ. पी.पी. खन्ना
4. डॉ. (श्रीमति) मीरा तिवारी
5. डॉ. एन.के. सैनी
6. डॉ. रफीकुल इस्लाम
7. डॉ. एस.के. घोष
8. डॉ. किशोर कुमार
9. डॉ. राजेश शर्मा
10. डॉ. जी. फिलिप
11. डॉ. बी.एन. तिवारी
12. डॉ. डी.आर. राव
13. डॉ. पी.के. मुखर्जी
14. डॉ. केसर सिंह
15. डॉ. एस.के. बरतराय
16. डॉ. टी.एन.जौहर
17. डॉ. एस.के. परचा
18. डॉ. एच.के. सचान
19. डॉ. सुशील कुमार
20. डॉ. ए.के. महाजन
21. डॉ. डी.पी. डोभाल
22. डॉ. विक्रम गुप्ता
23. डॉ. सुरेश एन.
24. डॉ. प्रदीप श्रीवास्तव
25. श्री. बी. श्रीराम
26. डॉ. अजय पॉल
27. डॉ. एस.एस. भाकुनी
28. डॉ. पी.एस. नेगी
29. डॉ. ए.के.एल. अस्थाना
30. डॉ. आर.जे. पेरुमल
31. डॉ. ए.के. सिंह
32. डॉ. (श्रीमति) कपेशा लोखो
33. डॉ. के.एस. ल्यूरी
34. डॉ. गौतम रावत
35. डॉ. आर.के. सहगल
36. डॉ. जयेन्द्र सिंह
37. डॉ. बी.के. मुखर्जी
38. डॉ. संतोष कुमार रॉय
39. डॉ. राजेश एस.
40. डॉ. नरेश कुमार
41. डॉ. (श्रीमति) स्वर्जनिता चौधरी
42. डॉ. देवाजीत हजारिका
43. डॉ. नरेन्द्र कुमार मीणा
44. डॉ. दिलीप कुमार यादव
45. डॉ. पी.के.आर. गौतम
46. डॉ. कौशिक सेन
47. डॉ. एस.एस. ठाकुर
48. डॉ. मनीष मेहता
49. डॉ. (श्रीमति) अपर्णा शुक्ला
50. डॉ. सुरीपा सरकार
51. श्री. एम. प्रकाशम

- निदेशक
- वैज्ञानिक "जी" (सेवानिवृत्त-31.07.15)
- वैज्ञानिक "जी" (सेवानिवृत्त-31.07.15)
- वैज्ञानिक "जी"
- वैज्ञानिक "जी" (सेवानिवृत्त-31.07.15)
- वैज्ञानिक "जी" (सेवानिवृत्त-30.04.15)
- वैज्ञानिक "जी" (सेवानिवृत्त-30.06.15)
- वैज्ञानिक "जी"
- वैज्ञानिक "एफ"
- वैज्ञानिक "एफ" (सेवानिवृत्त-30.11.15)
- वैज्ञानिक "एफ"
- वैज्ञानिक "एफ"
- वैज्ञानिक "एफ"
- वैज्ञानिक "ई"
- वैज्ञानिक "ई" (लियन पर)
- वैज्ञानिक "ई" (प्रतिनियुक्ति पर)
- वैज्ञानिक "ई"
- वैज्ञानिक "ई"
- वैज्ञानिक "ई"
- वैज्ञानिक "ई"
- वैज्ञानिक "डी"
- वैज्ञानिक "सी"
- वैज्ञानिक "बी"
- वैज्ञानिक "बी"

52. डॉ. विकास

53. श्री. सोम दत्त
54. श्री. अनिल कुमार
55. श्री. सौरभ सिंधल
56. डॉ. नरेन्द्र कुमार
57. श्री. विनीत कुमार
58. डॉ. अदित्य खरया
59. डॉ. परमजीत सिंह
60. डॉ. (कु.) सुमनलता रावत
61. डॉ. इन्दु शेखर
62. डॉ. (श्रीमति) छवि पंत पाण्डेय
63. डॉ. प्रवीन कुमार

वैज्ञानिक "बी"

- वैज्ञानिक "बी"
- वैज्ञानिक "बी"
- वैज्ञानिक "बी"
- वैज्ञानिक "बी"
- वैज्ञानिक "बी"
- वैज्ञानिक "बी"
- वैज्ञानिक "बी"
- वैज्ञानिक "बी"
- वैज्ञानिक "बी"
- वैज्ञानिक "बी"
- वैज्ञानिक "बी"

तकनीकी स्टॉफ़

1. श्री सर्झद अहमद
2. श्री बी.बी. शर्मा
3. श्री एम.एम.एस. रावत
4. श्री संजीव कुमार ड्बराल
5. श्री चन्द्रशेखर
6. श्री समय सिंह
7. श्री एस.सी. कोठियाल
8. श्री एच.सी. पाण्डे
9. श्री रविन्द्र सिंह
10. श्री राकेश कुमार
11. श्री एन.के. जुयाल
12. श्री सी.बी. शर्मा
13. श्री टी.के. आहुजा
14. श्री एस.एस. भण्डारी
15. श्री रामबीर कौशिक
16. श्री ज्ञान प्रकाश
17. श्री भरत सिंह राणा
18. डा. जितेन्द्र भट्ट
19. श्री पंकज चौहान
20. श्री लोकेश्वर वशिष्ठ
21. डा. एस.के. चबाक
22. श्री आर.एम. शर्मा
23. श्री सी.पी. डबराल
24. श्री एस.के. थपलियाल
25. श्री शिव प्रसाद बहुगुणा
26. श्री शशीधर प्रसाद बलोदी
27. श्री राजेन्द्र प्रकाश
28. श्री ऐ.के. गुप्ता
29. श्री तीर्थराज
30. श्री बलराम सिंह
31. श्री नन्दराम
32. श्रीमति सरिता
33. श्री राकेश कुमार
34. कु. साक्षी मौर्य
35. कु. दिशा विश्वेन्द्र
36. श्री अभिमन्यु यादव
37. श्री प्रतीक नेगी
38. श्री राहुल लोध

वरि. पुस्तकालयाध्यक्ष

वरि. तक. अधिकारी(सेवानिवृत्त-30.06.15)

वरि. तकनीकी अधिकारी

वरि. तकनीकी अधिकारी

वरि. तकनीकी अधिकारी

वरि. तकनीकी अधिकारी

तकनीकी अधिकारी

तकनीकी अधिकारी

सहायक अभियन्ता

कनि. तकनीकी अधिकारी

पुस्तकालयाध्यक्ष

सहा. प्रकाशन एवं प्रलेखन अधिकारी

सहा. प्रकाशन एवं प्रलेखन अधिकारी

पुस्तकालयाध्यक्ष

वरि. तकनीकी अधिकारी

वरि. तक. अधिकारी (प्रतिनियुक्ति पर)

वरि. प्रयोगशाला तकनीशियन

वरि. प्रयोगशाला तकनीशियन

वरि. प्रयोगशाला तकनीशियन

वरि. प्रयोगशाला सहायक

वरि. विद्युतकार-सह-पंप-प्रचालक

विद्युतकार-सह-पंप-प्रचालक

तकनीकी सहायक

तकनीकी सहायक

तकनीकी सहायक

तकनीकी सहायक

तकनीकी सहायक

तकनीकी सहायक (प्रतिनियुक्ति पर)

क्लाकार-सह-प्रतिरूपक

प्रयोगशाला सहायक

39. श्री नैनदास
40. श्री नवनीत कुमार
41. श्री बी.बी. सरन्
42. श्री तरुण जैन
43. श्री पंकज सेमवाल
44. श्री शेखरानंदन
45. श्री संतुदास
46. श्री पुनीत कुमार
47. श्री राम किशोर
48. श्री अन्न्या प्रसाद
49. श्री मधुसूदन
50. श्री हरि सिंह चौहान
51. श्री रविलाल
52. श्री प्रीतम सिंह
53. श्रीमति रमा पंत
54. श्री आर.एस. नेगी
55. श्री रमेश चंद्र
56. श्री खुशी राम
57. श्री टीकम सिंह
58. श्री भरोशानन्द
59. श्री बी.बी. पांथरी
60. श्री एम.एस. रावत
61. श्री संजीव कुमार
62. श्री दीपक तिवारी
63. श्री अंजय कुमार उपाध्याय
64. कु. संगीता बोरा
65. श्री दीपक कुमार
66. कु. अंजलि

प्रशासनिक स्टॉफ

1. श्री दिनेश चन्द्र
2. श्री पंकज कुमार
3. श्री हरीश चन्द्र
4. श्री ए.एस. नेगी
5. श्रीमति मंजू पंत
6. श्री मानस कुमार बिस्वास
7. श्री हुकुम सिंह
8. श्रीमति शारदा सहगल
9. श्रीमति शामलता कौशिक
10. श्रीमति राजविन्द्र कौर नागपाल
11. श्री एम.सी. शर्मा
12. श्री एस.के. क्षेत्री
13. श्री विनोद सिंह रावत
14. श्री राहुल शर्मा
15. कु. शालिनी नेगी
16. कु. रिचा कुकरेजा
17. श्री एस.के. श्रीवास्तव
18. श्रीमति प्रभा खरबदा
19. श्री आर.सी. आर्या
20. श्रीमति कल्पना चंदेल
21. श्रीमति अनिता चौधरी
22. श्री शिव सिंह नेगी

- प्रयोगशाला सहायक
- प्रारूपकार
- प्रारूपकार
- प्रारूपकार
- सेवशन कटर (सेवानिवृत्त–31.05.2015)
- सेवशन कटर
- सेवशन कटर
- क्षेत्र–सह–प्रयो.–परिचर
- क्षेत्र–सह–प्रयो.–परिचर
- क्षेत्र–सह–प्रयो.–परिचर
- क्षेत्र–सह–प्रयो.–परिचर
- क्षेत्र–सह–प्रयो.–परिचर
- क्षेत्र परिचर
- क्षेत्र–सह–प्रयो.–परिचर
- क्षेत्र–सह–प्रयो.–परिचर
- क्षेत्र परिचर
- क्षेत्र परिचर
- क्षेत्र–सह–प्रयो.–परिचर
- क्षेत्र–सह–प्रयो.–परिचर
- क्षेत्र–सह–प्रयो.–परिचर
- क्षेत्र–सह–प्रयो.–परिचर
- क्षेत्र–सह–प्रयो.–परिचर
- क्षेत्र–सह–प्रयो.–परिचर

- रजिस्ट्रार (सेवानिवृत्त–30.09.2015)
रजिस्ट्रार (ज्वाइन–01.10.2015)
वित्त एवं लेखा अधिकारी
प्रशासनिक अधिकारी
सहा.वित्त एवं लेखा अधिकारी
भण्डार एवं कंय अधिकारी
कार्यालय अधीक्षक
लेखाकार (स्सेवानिवृत्त–31.12.15)
सहायक (हिन्दी)
आशुलिपिक
सहायक
सहायक
सहायक
आशुलिपिक
आशुलिपिक
प्रवर श्रेणी लिपिक
प्रवर श्रेणी लिपिक
प्रवर श्रेणी लिपिक
प्रवर श्रेणी लिपिक
प्रवर श्रेणी लिपिक

23. श्रीमति नीलम चबाक
24. श्रीमति सीमा जुयाल
25. श्रीमति सुमन नंदा
26. श्री कुलवंत मनराल
27. श्री विजयराम भटट्
28. श्री राजीव यादव
29. श्री गिरीश चंद्र सिंह
30. श्री दीपक जखगोला
31. कु. रचना
32. श्री दिनेश कुमार सिंह

सहायक स्टॉफ

1. श्री सोहन सिंह
2. श्री श्याम सिंह
3. श्री चैतराम
4. श्रीमति कर्मना देवी
5. श्रीमति देवेश्वरी रावत
6. श्री एस.क. गुप्ता
7. श्रीमति ओमवती
8. श्री जीवनलाल
9. श्री सुरेन्द्र सिंह
10. श्री प्रीतम
11. श्री रमेश चन्द्र राणा
12. श्री पंकज कुमार
13. श्री आशिष राणा
14. श्री हरीश कुमार वर्मा
15. श्री दिनेश प्रसाद सकलानी
16. श्री सुनील कुमार
17. श्री महेन्द्र सिंह
18. श्री रोहलू राम
19. श्री एच.एस. मनराल
20. श्री जी.डी. शर्मा
21. श्री सत्यनारायण
22. श्री रमेश
23. श्री हरी किशन

संविदा स्टॉफ

1. श्री नीरज भटट्
2. श्री धनवीर सिंह शाह
3. श्रीमति मेघा शर्मा
4. श्री रैजोदीन चौधरी
5. श्री राजेश यादव
6. श्री भूपेन्द्र सिंह
7. श्री मनमोहन
8. श्री विजय सिंह
9. श्री रुद्रा क्षेत्री
10. श्री लक्ष्मण सिंह भण्डारी
11. श्री प्रदीप कुमार
12. श्री कालीदास
13. श्री उमेद सिंह
14. श्री सैंग बैम कच्च

- प्रवर श्रेणी लिपिक
प्रवर श्रेणी लिपिक
प्रवर श्रेणी लिपिक
प्रवर श्रेणी लिपिक
अवर श्रेणी लिपिक

- चालक
चालक
परिचर (मृत्यु–17.09.2015)
परिचर
एम.टी.एस.
एम.टी.एस.
एम.टी.एस.
अतिथि–गृह–परिचर
अतिथि–गृह–परिचर
चौकीदार
चौकीदार
चौकीदार
माली
सफाईवाला
सफाईवाला

संस्थान के शासी निकाय/अनुसंधान सलाहकार समिति/वित्त समिति/ भवन समिति के सदस्यगण

शासी निकाय
(2015-16 के दौरान)

क्रमं	नाम	पता	पद
1.	प्रोफे. एस.के. टंडन	ब्लाक-ए, हाउस नं. 566-सी सुशांत लोक, फेस-। गुडगांव-1220096	अध्यक्ष
2.	सचिव, डी.एस.टी. के प्रतिनिधि	विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग, टैक्नोलॉजी भवन, नया महरौली मार्ग नई दिल्ली-110016	सदस्य
3.	प्रोफे. एम.पी. सिंह	124, चांद गंज एक्स्टेंशन (सीएन-7 सैक्टर-बी के सामने), अलीगंज लखनऊ-226024 (उत्तर प्रदेश)	सदस्य
4.	डॉ. यू.सी. मोहन्ती	स्कूल ऑफ पृथ्वी, महासागर और जलवायु विज्ञान भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान-भुवनेश्वर के भुवनेश्वर- 751007	सदस्य
5.	प्रोफे. डी.सी. श्रीवास्तव	प्रमुख, भौम-विज्ञान विभाग भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान-रुड़की रुड़की-247667	सदस्य
6.	डॉ राजेश कुमार श्रीवास्तव	विज्ञान संकायक भूविज्ञान विभाग बनारस हिंदू विश्वविद्यालय (बीएचयू) वाराणसी- 221005 (उत्तर प्रदेश)	सदस्य
7.	डॉ डी.एस. रमेश	निदेशक भारतीय भूचुम्बकत्व संस्थान लॉट नं 5, सेक्टर 18 , न्यू पनवेल नवी मुंबई 410218 (महाराष्ट्र)	सदस्य
8.	डॉ राजीव निगम	मुख्य वैज्ञानिक सीएसआईआर- राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान संस्थान गोवा-403004	सदस्य
9.	श्री जे.बी. महापात्रा	संयुक्त सचिव एवं वित्तीय सलाहकार, विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग, टैक्नोलॉजी भवन, नया महरौली मार्ग, नई दिल्ली-110016	सदस्य
10.	प्रोफे. अनिल के. गुप्ता	निदेशक वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान, 33, जनरल महादेव सिंह मार्ग, देहरादून-248001	सदस्य-सचिव
11.	श्री पंकज कुमार	रजिस्ट्रार वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान, 33, जनरल महादेव सिंह मार्ग, देहरादून-248001	असदस्य-सहायक सचिव

अनुसंधान सलाहकार समिति
(2015-16 के दौरान)

क्र.सं.	नाम	पता	पद
1.	प्रोफे. डी.सी. श्रीवास्तव	प्रमुख, भौम—विज्ञान विभाग भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान—रुड़की रुड़की—247667	अध्यक्ष
2.	डॉ. एस. सिन्हा रॉय	(भूतपूर्व—उप महा.निदेशक जी एस आई) बिरला वैज्ञानिक अनुसंधान संस्थान स्टेच्यू सर्किल जयपुर—302001	सदस्य
3.	प्रोफे. कुसाल राजेन्द्रन	भौम—विज्ञान केन्द्र भारतीय विज्ञान संस्थान बैंगलौर—560012	सदस्य
4.	प्रोफे. एम. जयानंदा	भूविज्ञान विभाग उन्नत अध्ययन के लिए केंद्र दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली —110007	सदस्य
5.	डॉ. आर.एस. दत्तात्रेयम	निदेशक, भूकंप विज्ञान डिवीजन, आई एम डी नई दिल्ली—110003	सदस्य
6.	डॉ. वी.एम. तिवारी	वैज्ञानिक राष्ट्रीय भूभौतिकी अनुसंधान संस्थान उपल रोड, हैदराबाद—500007	सदस्य
7.	डॉ. जे.आर. कयाल	73—बी, ठाकुर पुकुर रोड कोलकाता—700063	सदस्य
8.	प्रोफे. एम.के. पाणिग्रही	भूविज्ञान तथा भूभौतिकी विभाग भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान—खड़गपुर खड़गपुर—721302	सदस्य
9.	प्रोफे. एस. त्रिपाठी	उप—निदेशक तथा अध्यक्ष पृथ्वी, महासागर तथा जलवायु विज्ञान स्कूल, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, भुवनेश्वर ए—2702 तोसाली भवन सत्य विहार भुवनेश्वर—7510007	सदस्य
10.	प्रोफे. आर.पी. तिवारी	डीन इंजीनियरी तथा प्रौद्योगिकी स्कूल मिजोरम विश्वविद्यालय आयजवाल—796009	सदस्य
11	प्रो सुनील कुमार सिंह	भूविज्ञान डिवीजन भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला नवरंगपुरा , अहमदाबाद — 380009	सदस्य

वार्षिक प्रतिवेदन 2015–16

क्र.सं.	नाम	पता	पद
12.	डॉ. स्नेहमणि	संयुक्त निदेशक हिम तथा हिमनद घाव अध्ययन स्थापना हिम परिसर, सैकटर–37ए चंडीगढ़–160036	सदस्य
13.	प्रोफे. अनिल के. गुप्ता	निदेशक वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान 33, जनरल महादेव सिंह मार्ग, देहरादून–248001	सदस्य
14.	डॉ. एस.के. पारचा	वैज्ञानिक–एफ वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान, 33, जनरल महादेव सिंह मार्ग, देहरादून–248001	सदस्य–सचिव

वित्त समिति

(2015–16 के दौरान)

क्र.सं.	नाम	पता	पद
1.	प्रोफे. एम.पी. सिंह	124, चांद गंज एक्स्टेंशन (सीएन–7 सैकटर–बी के सामने), अलीगंज लखनऊ–226024 (उत्तर प्रदेश)	अध्यक्ष
2.	प्रोफे. अनिल के. गुप्ता	निदेशक वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान 33, जनरल महादेव सिंह मार्ग, देहरादून–248001	सदस्य
3.	श्री जे.बी. महापात्रा	संयुक्त सचिव एवं वित्तीय सलाहकार, विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग, टैक्नोलॉजी भवन, नया महरौली मार्ग, नई दिल्ली–110016	सदस्य
4.	श्री पंकज कुमार	रजिस्ट्रार वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान, 33, जनरल महादेव सिंह मार्ग, देहरादून–248001	सदस्य
5.	श्री हरीश चन्द्र	वित्त एवं लेखा अधिकारी वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान, 33 जनरल महादेव सिंह मार्ग, देहरादून–248001	सदस्य–सचिव

भवन समिति
(2015-16 के दौरान)

क्रसं.	नाम	पता	पद
1.	प्रोफे. अनिल के. गुप्ता	निदेशक वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान 33, जनरल महादेव सिंह मार्ग देहरादून 248001	अध्यक्ष
2.	श्री जे.बी. महापात्रा	संयुक्त सचिव एवं वित्तीय सलाहकार, विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग, टैक्नोलॉजी भवन, नया महरौली मार्ग, नई दिल्ली-110016	सदस्य
3.	डॉ. राजेश शर्मा	वैज्ञानिक-डी वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान 33, जनरल महादेव सिंह मार्ग देहरादून-248001	सदस्य
4.	ओएनजीसी के प्रतिनिधि	तेल भवन ऑयल एंड नेचुरल गैस कारपोरेशन देहरादून 248001	सदस्य
5.	भारतीय सर्वेक्षण के प्रतिनिधि	सर्वेयर जनरल का कार्यालय भारतीय सर्वेक्षण, हाथीबड़कला देहरादून-248001	सदस्य
6.	श्री पंकज कुमार	रजिस्ट्रार वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान, 33, जनरल महादेव सिंह मार्ग, देहरादून-248001	सदस्य
7.	श्री सी.बी. शर्मा	सहायक अभियन्ता वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान 33 जनरल महादेव सिंह मार्ग देहरादून-248001	सदस्य-सचिव

लेखा-विवरण



वित्तीय विवरण पर समेकित लेखा-परीक्षक रिपोर्ट

शासी निकाय के सदस्य
वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान
33, जी.एम.एस. मार्ग, देहरादून, उत्तराखण्ड

हमने वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान, 33 जनरल महादेव सिंह मार्ग, देहरादून के, 31 मार्च 2016 को समाप्त वर्ष के संलग्न वित्तीय विवरण पर समेकित लेखा-परीक्षा की है जिसमें तुलन-पत्र, आय-व्यय लेखा, प्राप्तियाँ एवं भुगतान लेखा तथा महत्वपूर्ण लेखा नीतियों का संक्षिप्त विवरण शामिल है।

संस्थान की सोसायटी का प्रबन्धन, इन वित्तीय विवरणों की, कानून के अनुरूप तैयारी के लिए ज़िम्मेदार है। इस ज़िम्मेदारी में, वित्तीय विवरणों की तैयारी तथा प्रस्तुति से संगत आन्तरिक नियन्त्रण का अभिकल्पन, कार्यान्वयन तथा रख-रखाव शामिल हैं जिनमें सही तथा उचित मत प्रस्तुत किए गए हैं तथा ये तथ्यात्मक गलतबयानी से मुक्त हैं, उनका कारण चाहे त्रुटि हो या धोखेबाजी।

हमारी ज़िम्मेदारी, लेखा-परीक्षण के आधार पर इन वित्तीय विवरणों पर अपने विचार प्रकट करने की है। हमने अपने लेखा परीक्षा का निष्पादन, भारतीय चार्टरिट लेखाकार संस्थान द्वारा जारी लेखा-परीक्षा के मानकों के अनुरूप किया है। उन मानकों की माँग होती है कि हम नीतिपरक अपेक्षाओं का अनुपालन करें तथा लेखा-परीक्षा की योजना एवं निष्पादन इस बात का उचित आश्वासन प्राप्त करने के बाद ही करें कि वित्तीय विवरण तथ्यात्मक गलतबयानी से मुक्त हैं या नहीं।

लेखा परीक्षा में, वित्तीय विवरणों में दी गई राशियों तथा खुलासों के बारे में लेखा-परीक्षा साक्ष्य प्राप्त करने की कार्यविधियों का निष्पादन शामिल है। चयन की गई कार्यविधियाँ लेखा-परीक्षक के विवेक पर निर्भर करती हैं, जिनमें धोखे या त्रुटि के कारण, वित्तीय विवरणों की तथ्यात्मक ग़्लतबयानी के जोखिम का आंकलन भी शामिल हैं। उन आकलनों का जोखिम उठाने में, लेखा-परीक्षक; सोसायटी की वित्तीय विवरणों की तैयारी तथा उनकी उचित प्रस्तुति से संगत आन्तरिक नियन्त्रण पर विचार करता है ताकि उन परिस्थितियों के मद्देनज़र उपयुक्त लेखा-परीक्षा कार्यविधियों का अभिकल्पन किया जा सके। लेखा परीक्षा में; प्रयुक्त लेखाकरण नीतियों की उपयुक्तता का तथा प्रबंधन द्वारा किए गए लेखाकरण आंकलनों के औचित्य का मूल्यांकन करने के साथ-साथ वित्तीय विवरणों के समग्र प्रस्तुतिकरण का मूल्यांकन भी शामिल है।

हमारा विश्वास है कि हमने जिन लेखा परीक्षा साक्षों को प्राप्त किया है, वे हमारे लेखा-परीक्षा मत का आधार प्रदान करने के लिए पर्याप्त तथा उपयुक्त हैं।

हमारे विचार से तथा हमारी पूर्ण जानकारी के अनुसार, तथा हमें दिए गए स्पष्टीकरणों के अनुसार, ये वित्तीय विवरण, अधिनियम की अपेक्षाओं के अनुसार सभी तथ्यपरक जानकारियाँ प्रदान करते हैं तथा संलग्नक-“1” में दी गई हमारी टिप्पणियों के मद्देनज़र, भारत में सामान्यतः स्वीकृत लेखाकरण सिद्धान्तों के समनुरूप सही तथा उचित मत प्रदान करते हैं :

- क) 31 मार्च, 2016 के, सोसायटी के मामलों के तुलन-पत्र के संबंध में;
- ख) उसी तिथि को समाप्त वर्ष के घाटे के, आय तथा व्यय लेखा के मामले में; तथाक)
- ग) उसी तिथि को समाप्त वर्ष के प्राप्तियाँ तथा भुगतान लेखा के मामले में, कैश-फ्लो (नकद-प्रवाह) के संबंध में।

**कृते प्रणय सेठ तथा एसोसिएट्स
चार्टरित लेखाकार**

हृ

चा.ले. प्रणय सेठ

एफ.सी.ए., डी आई एस ए (आई सी ए आई)

एफ.आर.एन. : 013929C

एम.सं. : 407943

दिनांक : 29 सितम्बर, 2016

स्थान : देहरादून

समेकित वित्तीय विवरण लेखा-परीक्षा रिपोर्टका संलग्नक- ।

वित्तीय वर्ष 2015-2016 के लेखा परीक्षण के दौरान निम्नलिखित टिप्पणियों को नोट कर लिया गया । सभी टिप्पणियों पर प्रबंधन के साथ चर्चा की गयी तथा प्रबंधन की टिप्पणियाँ तथा स्पष्टीकरण भी प्राप्त किये गये ।

क्र.सं.	चार्टरित लेखाकारों की टिप्पणियाँ/लेखा-प्रेक्षण	संस्थान द्वारा दिए गए जवाब तथा की गई कार्रवाई
1.	निवेश पर प्रोद्भूत ब्याज को छोड़कर, संस्थान रोकड़ आधार पर लेखा-विवरण रख रहा है, जो भारत में अपनाई गई सामान्यतः स्वीकृत लेखा नीतियों के अनुरूप नहीं है तथा भारतीय चार्टरित लेखाकार संस्थान द्वारा जारी लेखा मानक 1 लेखा नीतियों का खुलासा के अनुरूप नहीं है। वित्त मंत्रालय द्वारा 01.04.2001 से केन्द्रीय स्वायत्तशासी निकायों के लिए अनिवार्य बनाया गया वित्तीय विवरणों का “एकरूप लेखा फार्मेंट” जिसे संस्थान द्वारा भी अपनाया गया है, वह लेखा की प्रोद्भवन पद्धति की संस्तुति करता है।	संस्थान को भारत सरकार से सहायता-अनुदान राशि प्राप्त होती है जो संस्थान द्वारा प्रस्तुत भावी व्यय के प्रक्षेपण के आधार पर दी जाती है। तथापि प्रक्षेपित राशि के समक्ष दर्शाई गई पर्याप्त निधि प्राप्त नहीं हो रही है। इसलिए रिपोर्टधीन वर्ष के दौरान प्रतिवेदित हुए वास्तविक वित्तीय संचालनों के लिए नकद आधार पर लेखा का रख-रखाव किया जा रहा है। सामान्य भविष्य निधि/पेंशन के लिए निधि में से निवेश पर ब्याज को, प्रोद्भवन आधार पर लिया जाता है।
2.	इस संस्थान ने भारतीय चार्टरित लेखाकार संस्थान द्वारा जारी, लेखा मानक 15 “कर्मचारियों के हितों” के अनुरूप कर्मचारियों के सेवानिवृत्ति लाभों के लिए चालू दायित्वों को दर्ज नहीं किया है।	चूँकि वास्तविक आवश्यकता के लिए तथा कैश आधार पर लेखा का रख-रखाव किया जा रहा है, सेवानिवृत्ति लाभों के कारण हुए दायित्वों के लिए प्रावधान नहीं किया गया है।
3.	निश्चित परिसम्पत्तियों के संबंध में आन्तरिक नियंत्रण का सुदृढ़ीकरण आवश्यक है। निम्नांकित प्रेक्षण किए गए :	अनुपालन के लिए नोट कर लिया गया है। 31 मार्च 2016 तक संस्थान की अचल संपत्तियों के भौतिक सत्यापन का कार्य प्रगति पर है और लेखा-परीक्षा के अवलोकन पर की गई कार्रवाई के साथ-साथ रिपोर्ट अगले लेखा-परीक्षा में प्रस्तुत कर दी जायेगी ।
4.	यह संस्थान आयकर अधिनियम 1961 में विनिर्दिष्ट दरों के अनुरूप हासित मूल्य पद्धति के आधार पर निश्चित परिसम्पत्तियों पर मूल्य हास लगाने की नीति को अपना रहा है, तथापि निम्नलिखित प्रेक्षण किए गए हैं : क) 31 मार्च, 2016 को समाप्त अर्धवर्ष के लिए क्रय की गई परिसम्पत्तियों पर छ: माह की अपेक्षापूर्ण वर्ष मूल्य-हास लगाया गया है। प्रबंधन के अनुसार यही नीति पिछले वित्तीय वर्ष में भी अपनाई गई थी। ख) पुस्तकों का मूल्य हास; शोध-संस्थानों पर लागू डब्ल्यू.डी.वी. आधार के अनुरूप 60% प्रतिवर्ष के स्थान पर 15% प्रतिवर्ष की दर पर लगाया गया है।	लेखा-परीक्षा के प्रेक्षण को अनुपालन के लिए नोट कर लिया गया है।
5.	संस्थान ने स्टाफ तथा पार्टीयों को दिए गए बकाया की अवधि का संकेत देते हुए अग्रिमों का द्विभाजन नहीं किया है जिसमें वे परियोजनाएँ भी शामिल हैं जहाँ धनराशि का कोई लेन-देन नहीं हो रहा है। पार्टी कर्जदारों की ₹1,29,288/- की राशि तथा स्टाफ कर्जदारों की ₹ 22,832/- की राशि पिछले काफी समय से बकाया है। वे अग्रिम जिनकी यथासमय बसूली नहीं की जा सकी है उन्हें सक्षम प्राधिकारी के अनुमोदन से बट्टे-खाते में डाल दिया जाना चाहिए। ₹11,634.00 को पार्टी कर्जदारों तथा ₹ 32,729/- की राशि स्टाफ कर्जदारों में जमा-बाकी के रूप में दर्शाया गया है, जिसे नोडीय क्रियाविधि का अनुसरण कर रखीद (प्राप्तियों) में लिया जाना चाहिए। ₹17,570/- का अग्रिम भुगतान जो मै0 एयरपोर्ट हैडलिंग को दिया गया है को भी समायोजित करने की आवश्यकता है।	संस्थान ने स्टाफ तथा पार्टीयों को निर्गत पुराने बकाया अग्रिमों का निपटान करने के लिए भरसक प्रयत्न किए। चालू वित वर्ष के दौरान स्टाफ को निर्गत अग्रिमों के अधिकांश बकाया को समायोजित किया गया। हालांकि कुछ वर्षों से पार्टीयों को निर्गत बकाया अग्रिमों का निपटान नहीं किया जा सका। इन बकायों के निपटान के लिए प्रक्रिया विचाराधीन है।

6.	<p>यह देखा गया है कि धनराशि, प्रशिक्षण कार्यशाला कार्यक्रम (लद्धाख) ₹ 2,19,905.00, वार्षिक सम्मेलन (आई जी यू 2009) ₹ 41,275.00, डब्ल्यू.आई.एच.जी.-आई जी.यू. कार्यशाला 2013 ₹ 3,32,048.00, एच.के.टी.-2015 कार्यशाला ₹ 16,854.00 संस्थान अनुदान से उपयोग किया गया है और जिसको संस्थान खाते में वर्तमान दायित्व के रूप में दिखाया गया है। यह सुझाव दिया है कि उधार ली गई राशि को तत्काल ठीक किया जा सकता है यह सुझाव दिया है कि उधार ली गई राशि को तत्काल वसूल किया जाये।</p>	<p>प्रशिक्षण, कार्यशाला तथा अन्य अल्पकालिक कार्यक्रमों आदि के आयोजन के लिए, अन्य अनुदाता अभिकरण द्वारा उपलब्ध करवाई जाने वाली निधि बहुत विरले ही अग्रिम रूप में प्राप्त होती है। प्रस्तावित गतिविधियों के सफल आयोजन के लिए आवश्यक धन रिफ़डेबल आधार पर संस्थान अनुदान से खर्च कर रहे हैं अन्यथा, धन कार्यक्रम के पूर्ण होने के बाद मिलता है। सभी एजेंसियों जिनकी ओर से कार्यशाला/प्रशिक्षण कार्यक्रमों के आयोजन किये गये, संस्थान द्वारा किए गए अतिरिक्त व्यय को रिलीज करने के लिये फिर से अनुरोध किया जाएगा।</p>
7.	<p>यह देखा गया है संस्थान भारत सरकार खरीद नियमों के अनुरूप ई-टेंडरिंग प्रक्रिया का पालन नहीं कर रहा है। यह सिफारिश की जाती है कि इस प्रक्रिया को अपनाया जाना चाहिए।</p>	<p>संस्थान ने पहले से ही माल की खरीद के लिए ई-टेंडरिंग के लिए प्रक्रिया शुरू कर दी है और इस प्रक्रिया को बहुत जल्द ही कार्यात्मक बनाया जाएगा।</p>
8.	<p>लेखा परीक्षा के दौरान यह देखा गया है की बैंक समाधान विवरण में 31-3-2016 को जो बकाया प्रविष्टियां हैं को या तो वापस लिया जाना चाहिए या दोबारा सत्यापित चेक सम्बद्ध को जारी किये जाए।</p>	<p>लेखा परीक्षा द्वारा सुझाए बैंक समाधान विवरण में बकाया प्रविष्टियों को संशोधित किया जाएगा।</p>
9.	<p>यह देखा गया है कि संस्थान वित्तीय लेखा जोखा को बनाने के लिए FOXPRO डेटाबेस क्लिपपर संकलन द्वारा तैयार किये गये साफ्टवेयर का उपयोग कर रहा है जो भारी संहिताकरण प्रक्रिया पर आधारित है और जिसमें Window आधारित सत्यापन प्रणाली नहीं है। यह साफ्टवेयर वर्तमान परिदृश्य में उपयोग में हाल ही में उपलब्ध लेखा साफ्टवेयर के साथ तुलना में अप्रचलित है। संस्थान के खातों को बनाए रखने के लिए यह सुझाव दिया है कि एक साफ्टवेयर है जो अधिक सरल और संस्थान की जरूरत के अनुसार सभी खाता खंड में काम कर रहे कर्मचारियों के लिए अनुकूल हो को विकसित किया जाये और कर्मचारियों को प्रशिक्षण दिया जाए। संस्थान के प्रबंधन को तत्काल कार्रवाई करने की जरूरत है।</p>	<p>यह संस्थान द्वारा भी महसूस किया गया है की खातों के रख-रखाव के लिए सबसे लोकप्रिय और उपलब्ध साफ्टवेयर को उपयोग में लाया जाना चाहिए। इसका एक भाग अर्थात पे-रोल प्रबंधन के लिए संस्थान की जरूरत के अनुसार विशेष रूप से डिजाइन और अनुकूलित एक साफ्टवेयर बनाया गया है। और यह साफ्टवेयर पूरी तरह से काम कर रहा है और जैसा कि लेखा परीक्षा ने सुझाव दिया है संस्थान के वित्तीय लेखांकन के लिए भी एक और अधिक उपयोगकर्ता अनुकूलित साफ्टवेयर में परिवर्तित किया जाएगा। आवश्यक कार्रवाई पहले से ही इस दिशा में शुरू कर दी गयी है।</p>
10.	<p>पेंशनरों के लिए चिकित्सा योजना में योगदान पेंशन निधि खाते में होना चाहिए जबकि वास्तविक व्यय के भुगतान संस्थान के खाते से हो रहा है यह सिफारिश की जाती है की व्यय का भुगतान पेंशन निधि खाते से किया जाना चाहिए।</p>	<p>यह एक नीतिगत मामला है, जो शासी निकाय के अंतर्गत आता है और निकाय की अगली बैठक में इस पर विचार किया जाएगा और उसका परिणाम अगले लेखा-परीक्षा में दिखाया जाएगा।</p>
11.	<p>₹ 3,00,000/- की राशि NGF परियोजना में मैप्रोग्रसिव मशीन टूल्स से प्राप्त की गयी है जो वर्तमान दायित्व राशि खातों में दिखाई गयी है अतः यह राशि सही शीर्ष में दर्ज की जानी चाहिए।</p>	<p>चालू वित्त वर्ष के दौरान लेखा-परीक्षा का अवलोकन अनुपालन के लिए नोट कर लिया गया है।</p>
12.	<p>₹ 45,00,000/- रुपये की राशि अस्थायी ऋण के रूप में पेंशन निधि के खातों में ग्लेश्योलॉजी परियोजना से उधार ली गयी है। आज तक उक राशि वापस नहीं की गई है, इसलिए यह सुझाव दिया जात है कि वापसी के लिए तत्काल कार्रवाई शुरू की जाए।</p>	<p>राशि पहले से ही चालू वित्त वर्ष में वापस कर दी गई है।</p>

13.	लेखा परीक्षा के दौरान यह पाया गया है की ₹1,427.00 सेवा कर परामर्श गतिविधियों पर देय है जो सरकार के खाते में जमा नहीं किया गया है।	सेवा कर चालू वित्त वर्ष में सरकार के खाते में जमा किया जा रहा है।
14.	डॉ आर. जयनगौड़ापेरुमल से संबंधित ₹ 83,519.00 की राशि छुट्टी वेतन तथा पेंशन अंशदान के रूप में में संस्थान ने प्राप्त की जिसे फुटकर लेनदारों के तहत बुकिंग के बजाय, पेंशन निधि खाते में स्थानांतरित कर दिया जाना चाहिए था। अपेक्षित आवश्यक धन के हस्तांतरण के लिए आवश्यक कार्रवाई की जानी है।	छुट्टी वेतन पेंशन अंशदान राशि चालू वित्त वर्ष के दौरान सम्बद्ध निधि में हस्तन्तरित कर दी गई है।
15.	वित्तीय वर्ष 2015-16 के दौरान 01.07.2008 से 31.07.2015 की अवधि के लिए सेवा कर के रूप में ₹ 3,55,043.00 की राशि यूनियन बैंक वाडिया शाखा से प्राप्त की गयी और सरकार के खाते में भुगतान किया गया। सर्विस टैक्स की अवधि को ध्यान में रखते हुए कर अधिकारी उक्त राशि जमा करने में देरी के लिए स्पष्टीकरण की मांग प्रस्तुत कर सकते हैं। प्रबंधन इसे नोट करे।	बैंक के अधिकारियों के साथ यह एक लंबे समय से लंबित मुद्दा था बाद में बैंक अधिकारियों के साथ विचार-विमर्श और कई बार स्मरण के बाद 01.07.2008 से 31.7.2015 अवधि के लिए सेवा कर प्राप्त हुआ और तदनुसार सरकार के खाते में जमा किया गया। भविष्य में सम्बद्ध विभाग द्वारा मामले में किसी भी प्रकार की मांग आने पर उपयोगकर्ता द्वारा भुगतान किया जाएगा।
16.	आयकर अधिनियम की धारा 195(6) में प्रमाण पत्र 15CA और 15CB का प्रावधान है। 15CA और 15CB घोषणा के रूप में भुगतान, कर के दायरे में एक अनिवासी नहीं एक कंपनी होने के लिए या एक विदेशी कंपनी के लिए प्रस्तुत किया जाना चाहिए। यह देखा गया है कि विदेशी मुद्रा में कई भुगतान संस्थान द्वारा किए गए हैं। हालांकि संस्थान द्वारा इन सौदों में आय कर कानून के तहत प्रस्तुत उपरोक्त फार्म 15CA या 15CB सबमिट नहीं किया गया। डिफाल्ट करने के लिए संस्थान के ऊपर आयकर अधिनियम की धारा 195(6) में पेनालिटी आरोपित हो सकती है।	अवलोकन भविष्य में अनुपालन के लिए नोट कर लिया गया है।
17.	यह प्रेक्षित किया गया है कि वित्तीय विवरणों में ऐसी अनेक परियोजनाएँ देखने में आई हैं जिनमें लम्बे समय से कोई लेन-देन नहीं हुआ है। अतः प्रबन्धन को सुझाव दिया जाता है कि उनमें अन्तिम निपटान के लिए उपयुक्त कार्यवाही की जाये।	अभिकरणों से बकाया राशि की वसूली/मंजूरी के प्रयास किए गए। हालांकि अन्तिम निपटान के लिए इस मामले में आगे कार्यवाही की जाएगी।
18.	प्रबन्धन ने पहली बार लेखा के वित्तीय विवरणों के समेकन की प्रक्रिया अपनाई है तथा इसलिए वित्त वर्ष 2014-2015 से; जहाँ भी आवश्यक था, चालू वर्ष के साथ-साथ पिछले वर्ष की राशि को पुनर्संमूहित/पुनर्निर्धारित किया गया है।	लेखा के वार्षिक विवरण का अब समेकन कर दिया गया है तथा उसे, तदनुसार संशोधित कर दिया गया है।
	लेखा परीक्षण के दौरान सहयोग देने के लिए कर्मचारियों तथा प्रबंधन के हम आभारी है। कृते प्रणय सेठ तथा एसेसिएट्स चार्टरित लेखाकार हॉ चा.ले. प्रणय सेठ एफ.सी.ए., डी आई एस ए (आई सी ए आई) दिनांक : 29 सितम्बर, 2016 स्थान : देहरादून	हॉ (हरीश चन्द्र) वित्त एवं लेखा अधिकारी हॉ (प्रोफे. अनिल के. गुप्ता) निदेशक

वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान, देहरादून

समेकित तुलन-पत्र

(31 मार्च 2016 की तिथि के अनुसार)

(राशि रुपयों में)

विवरण	अनुसूची	चालू वर्ष	पिछला वर्ष
दायित्व			
संग्रह/पूँजीनिधि	1	868,945,053	871,123,215
आरक्षित तथा अधिशेष	2	—	—
चिन्हित/अक्षय निधि	3	2,415,919	1,305,537
आरक्षित कर्ज़ तथा उधार	4	—	—
अनारक्षित कर्ज़ तथा उधार	5	—	—
आस्थगित साख दायित्व	6	—	—
चालू दायित्व तथा उपबंध	7	6,473,879	7,904,981
कुल योग		877,834,851	880,333,733
परिसम्पत्तियाँ			
निश्चित परिसम्पत्तियाँ	8	430,622,962	407,423,746
चिन्हित/अक्षय निधि में			
से निवेश	9	43,314	39,930
निवेश अन्य	10	—	—
चालू परिसम्पत्तियाँ, ऋण तथा अग्रिम	11	447,168,575	472,870,057
कुल योग		877,834,851	880,333,733
महत्वपूर्ण लेखा नीतियाँ	37		
प्रासंगिक देयता तथा लेखा विवरण पर टिप्पणियाँ	38		

लेखा परीक्षक रिपोर्ट

“इसी तिथि की हमारी संलग्न अलग रिपोर्ट के अनुसार”

कृते प्रणय सेठ तथा एसोसिएट्स

चार्टरित लेखाकार

हॉ

चा.ले. प्रणय सेठ

एफ.सी.ए., डी आई एस ए (आई सी ए आई)

हॉ
(हरीश चन्द्र)
वित्त एवं लेखा अधिकारी

हॉ
(पंकज कुमार)
रजिस्ट्रार

हॉ
(प्रोफे. अनिल के. गुप्ता)
निदेशक

दिनांक : 29 सितम्बर, 2016

स्थान : देहरादून

**वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान, देहरादून
समेकित आय-व्यय लेखा
(31 मार्च 2016 को समाप्त अवधि के लिए)**

(राशि रुपयों में)

क्र.सं. विवरण	अनुसूची	चालू वर्ष	पिछला वर्ष
(क) आय			
बिक्री/सेवाओं से आय	12	-	-
अनुदान/आर्थिक सहायता	13	267,777,046	274,324,820
शुल्क/अभिदान	14	10,000	19,000
निवेश से आय	15	903,834	953,779
रॉयलटी, प्रकाशन आदि से आय	16	51,969	45,950
अर्जित ब्याज	17	32,005,220	33,808,879
अन्य आय	18	5,638,108	6,095,998
स्टॉक में वृद्धि/कमी (माल तथा डब्ल्यू आई पी)	19	-	-
कुल (अ)		306,386,177	315,248,426
(ख) व्यय			
स्थापना व्यय	20	225,912,901	201,707,647
अन्य शोध तथा प्रशासनिक व्यय	21	50,071,841	56,690,147
अनुदान/आर्थिक सहायता आदि पर व्यय	22	-	-
ब्याज/बैंक शुल्क	23	8,591,579	9,465,469
मूल्य छास लेखा	8	71,493,925	68,682,202
तैयार माल/डब्ल्यू.आई.पी. तथा			
प्रकाशन के स्टॉक में वृद्धि/कमी	A-2	(119,398)	37,052
परिसम्पत्तियों की बिक्री में घाटा	A-19	(35,501)	(369)
कुल (ब)		355,915,347	336,582,148
आय से अधिक व्यय के कारण अधिशेष/(घाटा) अतिव्यय (अ-ब)		(49,529,170)	(21,333,722)
विशेष आरक्षित निधि में स्थानान्तरित (विशेष विवरण दें)		-	-
सामान्य आरक्षित निधि में/से स्थानान्तरित		-	-
शेष, अधिशेष/(घाटा) होने के कारण संग्रह निधि में ले जाया गया	(49,529,170)		(21,333,722)

लेखा परीक्षक रिपोर्ट

“इसी तिथि की हमारी संलग्न अलग रिपोर्ट के अनुसार”

कृते प्रणय सेठ तथा एसोसिएट्स

चार्टरित लेखाकार

हूँ

चा.ले. प्रणय सेठ

एफ.सी.ए., डी आई एस ए (आई सी ए आई)

हूँ

(हरीश चन्द्र)

वित्त एवं लेखा अधिकारी

हूँ

(पंकज कुमार)

रजिस्ट्रार

हूँ

(प्रोफे. अनिल के. गुप्ता)

निदेशक

दिनांक : 29 सितम्बर, 2016

स्थान : देहरादून

वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान, देहरादून

समेकित प्राप्तियाँ तथा भुगतान लेखा

(31 मार्च 2016 को समाप्त वर्ष के लिए)

(राशि रुपयों में)

विवरण	अनुसूची	चालू वर्ष	पिछला वर्ष
प्राप्तियाँ			
आदि शेष	24	152,983,668	133,488,332
सहायता अनुदान	26	344,652,028	362,941,431
सहायता अनुदान/अन्य प्राप्तियाँ (चिन्हित)	27	764,000	906,195
ऋण तथा अग्रिम	28	181,615,351	185,575,015
ऋण तथा अग्रिम (चिन्हित)	31	36,500	40,000
शुल्क/अभिदान	14	10,000	19,000
निवेश से आय	15	903,834	953,779
रॉयल्टी प्रकाशन आदि से आय	16	51,969	45,950
अर्जित ब्याज	17	17,539,929	14,543,721
अन्य आय	18	5,638,108	6,095,998
निवेश (एल/सी अतिरिक्त राशि)	34	158,724,485	96,442,110
		862,919,872	801,051,531
भुगतान			
स्थापना व्यय	20	225,912,901	201,707,647
अन्य प्रशासनिक व्यय	21	50,071,841	56,690,147
अनुदान/आर्थिक सहायता आदि के व्यय	22	-	-
ब्याज/बैंक शुल्क	23	3,826	6,624
ऋण तथा अग्रदाय	29	170,817,538	217,842,506
ऋण तथा अग्रदाय (चिन्हित)	32	36,500	43,041
निवेश (एल/सी अतिरिक्त राशि)	35	102,719,383	74,430,241
निश्चित परिसम्पत्तियाँ	36	94,657,640	96,415,645
चिन्हित निधि खर्च	33	692,002	634,453
वापिस की नई सहायता अनुदान राशि (चिन्हित)	30	362,990	297,559
वर्ष के अन्त में शेष	25	217,645,252	152,983,668
		862,919,872	801,051,531

लेखा परीक्षक रिपोर्ट

“इसी तिथि की हमारी संलग्न अलग रिपोर्ट के अनुसार”

कृते प्रणय सेठ तथा एसोसिएट्स

चार्टरित लेखाकार

ह०

चा.ले. प्रणय सेठ

एफ.सी.ए., डी आई एस ए (आई सी ए आई)

ह०
(हरीश चन्द्र)
वित्त एवं लेखा अधिकारी

ह०
(पंकज कुमार)
रजिस्ट्रार

ह०
(प्रोफे. अनिल के. गुप्ता)
निदेशक

दिनांक : 29 सितम्बर, 2016

स्थान : देहरादून

वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान
33, जन. महादेव सिंह मार्ग, देहरादून

31 मार्च 2016 को समाप्त वर्ष के समेकित लेखा का अंश निर्मित करने वाली अनुसूची

अनुसूची-37 : महत्वपूर्ण लेखा नीतियाँ

1. लेखा परम्परा

ये लेखा विवरण इतिवृत्तीय लागत परम्परा (जब तक अन्यथा वर्णित न हो) के आधार पर तथा आवधिक जमा पर प्रोद्भूत ब्याज को छोड़कर, लेखा की रोकड़ पद्धति के आधार पर तैयार किया गया है।

2. निवेश

“दीर्घावधिक निवेशों” के रूप में वर्गीकृत निवेशों को लागत पर रखा गया है।

3. निश्चित परिसम्पत्तियाँ

- क) वित्त मंत्रालय द्वारा दि. 01.04.2001 से केन्द्रीय स्वायत्तशासी निकायों के लिए अनिवार्य बनाए गए “वित्तीय विवरणों के एकरूप लेखाकरण फार्मेट” में की गई संस्तुतियों के अनुसार निश्चित परिसम्पत्तियों को निवल खाता मूल्य पर वर्णित किया गया है।
- ख) निश्चित परिसम्पत्तियों में किए गए योगों को, अर्जन से सम्बद्ध प्रासंगिक तथा प्रत्यक्ष व्ययों, माल-भाड़ा, शुल्क तथा कर सहित, अर्जन की लागत पर लिया गया है।

4. मूल्य-हास

- क) आय-कर अधिनियम, 1961 में विनिर्दिष्ट दरों के अनुरूप हासित मूल्य पद्धति के आधार पर मूल्य-हास का प्रावधान किया गया है।
- ख) जब किसी परिसम्पत्ति को अमान्य कर दिया जाता है या बेचा जाता है या हटा दिया जाता है तो प्रारंभिक लागत को सकल ब्लॉक में से घटा दिया जाता है, डब्ल्यू डी वी को डब्ल्यू डी वी ब्लॉक से घटा दिया जाता है तथा हटाए जाने की तिथि तक परिसम्पत्ति के संचित मूल्य हास को, सम्बद्ध ब्लॉक के संचित मूल्य हास में से घटा दिया जाता है।
- ग) वर्ष के दौरान निश्चित परिसम्पत्तियों में जोड़ें/घटा के सम्बन्ध में, मूल्य हास को पूर्ण वार्षिक आधार पर विचारा जाता है।

5. विविध व्यय

आस्थगित राजस्व व्यय, यदि कोई हो तो उसे प्राप्त करने के वर्ष से 5 वर्ष की अवधि की समाप्ति पर बट्टे-खाते में डाल दिया जाएगा।

6. बिक्री तथा सेवाओं का लेखाकरण

संस्थान द्वारा जो परामर्शक सेवाएं, उपलब्ध करवाई जाती हैं उनका लेखा निवल सेवाओं के आधार पर रखा जाता है।

7. सरकारी अनुदान/आर्थिक सहायता

- क) पूँजीगत खर्च के लिए हुए अंशदान की प्रकृति के सरकारी अनुदानों को तथा राजस्व खर्च के लिए हुए अंशदान की प्रकृति के सरकारी अनुदानों को आय-व्यय लेखा में हस्तान्तरित कर दिया जाता है तथा अधिशेष या घाटे को, सभी व्यय घटाने के बाद पूँजीगत/संग्रह निधि में हस्तान्तरित कर दिया जाता है।
- ख) चिन्हित/अक्षय निधि के लिए हुए अनुदानों को सीधे ही सम्बद्ध निधि खाते में हस्तान्तरित कर दिया जाता है।
- ग) सरकारी अनुदानों/आर्थिक सहायता का प्राप्ति (उगाही) के आधार पर हिसाब रखा जाता है।

हॉ
(हरीश चन्द्र)
वित्त एवं लेखा अधिकारी

हॉ
(पंकज कुमार)
रजिस्ट्रार

हॉ
(प्रोफे. अनिल के. गुप्ता)
निदेशक

दिनांक : 29 सितम्बर, 2016

स्थान : देहरादून

वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान

33, जन. महादेव सिंह मार्ग, देहरादून

31 मार्च 2016 को समाप्त वर्ष के समेकित लेखा का अंश निर्मित करने वाली अनुसूची

अनुसूची-38 : प्रासंगिक देयता तथा लेखा-विवरण पर टिप्पणियां

1. प्रासंगिक देयता

(राशि रूपयों में)

क) उस ऐन्टी (तत्व) के समक्ष दावे जिन्हें ऋण के रूप में अभिस्वीकृत नहीं किया गया है	-शून्य-
ख) निर्मांकित के संबंध में :	
i) ऐन्टी के लिए/द्वारा दी गई बैंक गारंटी	-शून्य-
ii) ऐन्टी के लिए बैंक द्वारा खोला गया साख-पत्र	-शून्य-
iii) बैंकों के पास बट्टागत हुंडियाँ	-शून्य-
ग) निर्मांकित के संबंध में विवादग्रस्त मांगें	
i) आय-कर	5,836,245
ii) बिक्री-कर	-शून्य-
iii) नगरपालिका-कर	-शून्य-
घ) आदेशों के निष्पादन न होने पर पार्टियों के दावों के संबंध में परन्तु ऐन्टी द्वारा विवादित	-शून्य-

2. पूँजी व्यवहार

पूँजी लेखा पर, निष्पादन से शेष रहे (ठेके) तथा प्रावधान न करवाए गए ठेके, का अनुमानित मूल्य

(अग्रिमों का निवल)

क) भवन निर्माण	-शून्य-
ख) अन्य परिसम्पत्तियाँ	-शून्य-

3. पट्टा बाध्यता

प्लांट तथा मशीनरी के लिए वित्त पट्टा राजीनामों के अन्तर्गत जमाबंदी हेतु भावी बाध्यता

की राशि रूपये -शून्य-

4. चालू परिसम्पत्तियाँ, ऋण तथा अग्रिम

संस्थान के विचार में, कारोबार के साधारण क्रम में, चालू परिसम्पत्तियों, ऋणों तथा अग्रिमों का, वसूली मूल्य है जो कम से कम, तुलन-पत्र में दर्शाई गई कुल राशि के बराबर है।

5. कराधान

आयकर अधिनियम 1961 के अन्तर्गत संस्थान की कोई, कर योग्य आय न होने की दृष्टि से, आयकर के लिए कोई प्रावधान किया जाना आवश्यक नहीं समझा गया।

6. विदेशी मुद्रा लेन-देन

क) सी.आई.एफ. के आधार पर, आयातों का परिकलित मूल्य

i) तैयार माल का क्रय	-शून्य-
ii) कच्चा माल तथा घटक (मार्गस्थ सहित)	-शून्य-
iii) पूँजीगत वस्तुएं	-शून्य-
iv) भंडार मर्दें, स्पेयर्स तथा उपभोज्य सामान	-शून्य-

छ) विदेशी मुद्रा में व्यय		
i) यात्रा (विदेश में संगोष्ठी/सम्मेलन में भाग लेने हेतु)	-शून्य-	
ii) विदेशी मुद्रा में वित्तीय संस्थाओं/बैंकों को प्रेषणाधन तथा ब्याज का भुगतान	-शून्य-	
iii) अन्य व्यय		
बिक्री पर कमीशन	-शून्य-	
विधिक तथा व्यावसायिक व्यय	-शून्य-	
विविध व्यय	-शून्य-	
ग) कमाई		
i) एफ.ओ.बी. आधार पर निर्यात का मूल्य	-शून्य-	
ii) अनुदान (परियोजनाओं हेतु)	-शून्य-	

7. वित्त वर्ष 2015-16 के दौरान लेखा-परीक्षकों को किए गए भुगतान निम्नानुसार हैं :
- लेखा परीक्षकों को पारिश्रमिक
- | | |
|--------------------------------|----------|
| i) लेखा परीक्षकों की हैसियत से | 29,070/- |
| कराधान मामले | -शून्य- |
| प्रबंधन सेवाओं हेतु | -शून्य- |
| प्रमाणीकरण हेतु | 5,700/- |
| ii) अन्य | -शून्य- |
8. निम्नांकित के लिए पृथक वित्तीय विवरण तैयार किए गए हैं।
- क) वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान।
- ख) अंशदायी/सामान्य भविष्य-निधि।
- ग) पेंशन निधि।
- घ) अन्य अभिकरणों द्वारा प्रायोजित परियोजनाओं के समेकित वित्तीय विवरण।
- ड.) अन्य अभिकरणों द्वारा प्रायोजित परियोजनाएँ।
9. पिछले वर्ष के तदनुरूप अंकों को जहाँ भी आवश्यकता थी, पुनर्स्मूहित/पुनर्निधारित किया गया है।
10. संलग्न अनुसूचियाँ तथा संलग्नकों को 31 मार्च 2016 को समाप्त वर्ष के तुलन पत्र तथा 31 मार्च 2016 के आय-व्यय लेखा तथा प्राप्तियाँ एवं भुगतान के साथ संलग्न किया गया है तथा वे इनके अधिन अंग हैं।

हॉ
(हरीश चन्द्र)
वित्त एवं लेखा अधिकारी

हॉ
(पंकज कुमार)
रजिस्ट्रार

हॉ
(प्रोफे. अनिल के. गुप्ता)
निदेशक

दिनांक : 29 सितम्बर, 2016

स्थान : देहरादून

WADIA INSTITUTE OF HIMALAYAN GEOLOGY, DEHRA DUN

PUBLICATIONS AVAILABLE FOR SALE

HIMALAYAN GEOLOGY

(These volumes are the Proceedings of the Annual Seminars on Himalayan Geology organized by the Institute)

		(in Rs)	(in US \$)
Volume 1	(1971)	130.00	26.00
Volume 2*	(1972)	50.00	-
Volume 3*	(1973)	70.00	-
Volume 4*	(1974)	115.00	50.00
Volume 5	(1975)	90.00	50.00
Volume 6	(1976)	110.00	50.00
Volume 7	(1977)	110.00	50.00
Volume 8(1)	(1978)	180.00	50.00
Volume 8(2)	(1978)	150.00	45.00
Volume 9(1)	(1979)	125.00	35.00
Volume 9(2)	(1979)	140.00	45.00
Volume 10	(1980)	160.00	35.00
Volume 11	(1981)	300.00	60.00
Volume 12	(1982)	235.00	47.00
Volume 13*	(1989)	1000.00	100.00
Volume 14*	(1993) (in Hindi)	600.00	-
Volume 15*	(1994)	750.00	
(Available from M/s Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, Bombay, Kolkata)			
Volume 16*	(1999)	1000.00	100.00

Journal of Himalayan Geology

(A bi-annual Journal : published from 1990 to 1995)

		Annual Subscription (in Rs)	(in US \$)
	Institutional	500.00	50.00
	Individual	100.00	25.00
Volume 1*	(1990)		
Volume 2	(1991)		
Volume 3	(1992)		
Volume 4*	(1993)		
Volume 5	(1994)		
Volume 6*	(1995)		

HIMALAYAN GEOLOGY

(A bi-annual Journal incorporating Journal of Himalayan Geology)

Volume 17 (1996)	Annual Subscription:	(in Rs)	(in US \$)
	Institutional	500.00	50.00
	Individual	100.00	25.00
Revised Annual Subscription:			
	Institutional	750.00	50.00
	Individual	100.00	25.00
Volume 18 (1997) to Volume 27 (2006)*			
Volume 28 (2007) to Volume 29 (2008)			
Volume 30 (2009) to Volume 32 (2011)*			
Volume 33 (2012)			
Volume 34 (2013) to Volume 36 (2015)*			
Volume 37 (2016)		Institutional	750.00
		Individual	100.00

OTHER PUBLICATIONS

Geology of Kumaun Lesser Himalaya, 1980 (by K.S. Valdiya)	Rs. 180.00 US \$ 50.00
Geology of Indus Suture Zone of Ladakh, 1983 (by V.C.Thakur & K.K. Sharma)	Rs. 205.00 US \$ 40.00
Bibliography on Himalayan Geology, 1975-85	Rs. 100.00 US \$ 30.00
Geological Map of Western Himalaya, 1992 (by V.C. Thakur & B.S. Rawat)	Rs. 200.00 US \$ 15.00
Excursion Guide :The Siwalik Foreland Basin (Dehra Dun-Nahan Sector), (WIHG Spl. Publ. 1,1991) (by Rohtash Kumar and Others)	Rs. 45.00 US \$ 8.00
Excursion Guide : The Himalayan Foreland Basin (Jammu -Kalakot-Udhampur Sector) (WIHG Spl Publ.2,1999) (by A.C. Nanda & Kishor Kumar)	Rs. 180.00 US \$ 15.00
Glacier Lake Inventory of Uttarakhand (by Rakesh Bhambri et al. 2015)	Rs. 500.00 US \$ 50.00
Siwalik Mammalian Faunas of the Himalayan Foothills With reference to biochronology, linkages and migration (by Avinash C. Nanda)	Rs. 1200.00 US \$ 100.00
Atlas of early Palaeogene invertebrate fossils of the Himalayan foothills belt (WIHG) Monograph Series No. 1, 2000) by N.S. Mathur & K.P. Juyal (Available from M/s Bishen Singh Mahendra Pal Singh, 23-A New Connaught Place, Dehradun- 248001, Email: bsmmps@vsnl.com	Rs. 1450.00 US \$ 50.00

Note: 'Journal of Himalayan Geology' & 'Himalayan Geology' have been merged and are being published as Himalayan Geology after 1996.

*** Out of Stock**

Life Time Subscribers for Himalayan Geology

India: Rs. 1000/- Abroad: US \$ 100/=

Note: A free set of old volumes (1971-2005, subject to availability) of Himalayan Geology will be provided to the newly registered Life Time Subscriber Scheme Members for a limited time (Postage to be borne by the Subscriber).

Publications: may be purchased from Publication & Documentation Section and Draft/Cheque may be drawn in the name of The Director, Wadia Institute of Himalayan Geology, 33-General Mahadeo Singh Road, Dehra Dun – 248 001

Trade Discount (In India only)

1-10 copies: 10%, 11-25 copies: 15%
More than 25 copies: 25%

