खण्ड-6, अंक-1, वर्ष-2018, मु0पृ0 47-52, D.O.I. : 10.22445/avsp.v6i1.13896 शोध पत्र

डोक्रियानी हिमनद घाटी(दिनगढ़ हिमनद घाटी) और उसका भूआकृतिक विश्लेषण

तनुज शुक्ल[1] एवं संजय शुक्ल[2]
[1]हिमनद अध्ययन केंद्र, वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान, देहरादून, उत्तराखंड, भारत
[2]एसोसिएट प्रोफेसर एवं अध्यक्ष, भूविज्ञान विभाग, बी0एस0एन0वी0 पी0जी0 कॉलेज, लखनऊ–226001,उ0प्र0, भारत
tanujshukla.geo001@gmail.com, drsanjaygeo@gmail.com

प्राप्त तिथि–18.09.2018, स्वीकृत तिथि–13.10.2018

सार– भूआकृतिक तंत्र का अध्ययन उस स्थान की भौगोलिक व पर्यावरणीय प्रक्रियाओं को वैश्विक पर्यावरण प्रणाली से जोड़ने का भी काम करता है। इस परिपेक्ष्य में हिमनदीय परिदृश्य एक अच्छा उदाहरण प्रस्तुत करते हैं, इसके काम करने का और स्पष्ट रूप से इन प्रक्रियाओं और पर्यावरण नियंत्रण के बीच के सम्बन्धों का वर्तमान कार्य मुख्य रूप से गढ़वाल हिमालय में डोक्रियानी हिमनद घाटी(दिनगढ़ हिमनद घाटी) के भूआकृतिक विश्लेषण और पर्यावरण पर इसके प्रभाव का विश्लेषण है। पर्यावरण के प्रभाव से हिमनद के आगे बढ़ने और पीछे हटने से मुख्यतः पाँच चरणों के साक्ष्य घाटी के साथ पार्श्व और टर्मिनल मोरेन के रूप में अच्छी तरह से संरक्षित हैं। पिछले बीस वर्षों के हिमनद आकलन बताते हैं कि डोक्रियानी हिमनद के पीछे हटने की दर लगभग १७.2 मीटर प्रति वर्ष है जो हाल ही में हिमनद के नकारात्मक द्रव्यमान संतुलन को दर्शाता है। इस प्रक्रिया से हिमनद के कुल परिवर्तन का आकलन स्नाउट के स्थान परिवर्तन, सतह क्षेत्र और सतह ऊँचाई परिवर्तन से किया गया है। इस घाटी में सबसे दूर का टर्मिनल मोरेन आज के स्नाउट से ८.३ किलीमीटर दूर स्थित है जो कि वैश्विक अंतिम हिमनद अधिकतम की प्रक्रिया को दर्शाता है। इसके बाद हिमनद ने चार अन्य मोरेन जमा करे जो की घाटी में उसके बाद के कम जलवायु संवेदनशीलता से बने हुए मोरेन को दर्शाता है।

बीज शब्द– मोरेन्स, हिमनद, हिमालय, जिओमोर्फोलॉजी।

Dokriani glacier(Dingarh glacier) and its geological analysis

Tanuj Shukla[1] and Sanjay Shukla[2]
[1]Centre of Glacier Study, Wadia Institute of Himalayan Geology
Dehradun-248001, Uttarakhand, India
[2]Associate Professor and Head, Department of Geology
B.S.N.V. P.G. College, Lucknow-226001, U.P., India
tanujshukla.geo001@gmail.com, drsanjaygeo@gmail.com

Abstract- The study of geomorphological system not only gives information about environmental processes operating there but also relate them whith global environmental system. The geomorphological analysis of Dokriani glacier, Garhwal Himalaya shows five phases of glacial advancement and retreat in the form of well preserved lateral and terminal moraines. The observed retreat rate of glacier in last two decades is about 17.2 m/yr which represents its negative mass balance followed by change in snout position, area and surface height. The farthest glacier expansion of the valley represented as terminal moraine is situated at 8.3 km from present day snout. Whereas, the other sucsessive glacial stages has followed the similar fashion of glacial advancement due to climatic sensitiveness.

Key words- Moraines, Glacier, Himalaya, Geomorphology.

1. **परिचय–** हिमनद और उनका वर्तमान पर्यावरण, अतीत और भविष्य की पर्यावरणीय स्थितियों के बारे में बताते हैं। जलवायु परिवर्तनों के कारण हिमनद के विशाल स्रोतों ने चट्टानों और तलछटों को दूर करके और आस–पास के क्षेत्र में विभिन्न प्रकार के लैंडफॉर्म संचित कर पृथ्वी पर कुछ विषम परिदृश्यों को आकार दिया है। ये उनके विकास के समय पर्यावरण और जलवायु स्थितियों को समझने में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। हिमालय में ध्रुवीय क्षेत्र के बाहर हिमनदों की सबसे बड़ी जमावट है। यह अनुमान लगाया गया है कि 38221 वर्ग किलोमीटर हिमालयी पर्वत हिमाच्छादित हैं। यह क्षेत्र पहले की तुलना में बड़ा था। उनके अस्तित्व का प्रत्यक्ष साक्ष्य घाटी के टर्मिनल मोरेन, हिमनद झीलों और हिमनद द्वारा गठित कई अन्य संचयों के दौरान उनकी प्रगति और मंदी के दौरान बनाई गई मोरेन ट्रिम लाइन के माध्यम से देखा जा सकता है। हिमनदीय इतिहास इन भूआकृतिओं में ही समाहित है, जिसके प्रमाण हिमालय के कई भागों में विभिन्न वैज्ञानिकों द्वारा किये गए काम के द्वारा प्रस्तुत किया गया है। उत्तर–पश्चिम गढ़वाल हिमालय के क्वाटर्नरी

हिमनद इतिहास पर शर्मा और ओवेन[1] के अध्ययन ने ऊपरी भागीरथी क्षेत्र के हिमनदीय इतिहास और हिमालय के दूसरे हिस्से के साथ विभिन्न भूआकृतिओं की व्याख्या है। डोक्रियानी हिमनद के उतार–चढ़ाव के भूगर्भीय साक्ष्यों और हिमनद क्षेत्र और स्नाउट की स्थिति (वर्ष 1962) और पिछले एक दशक में किए गए वर्तमान अध्ययन से डोक्रियानी हिमनद की घटना की प्रवृत्ति पर महत्वपूर्ण परिणाम मिलते है।

दिनगढ़ हिमनद घाटी(30^0 47′ से 30^0 56′ N और 78^0 40′ से 78^0 51′ E) गढ़वाल हिमालय (**चित्र–1**) में भागीरथी नदी बेसिन का एक हिस्सा है। कुल पकड़ क्षेत्र 77.8 किमी^{2} है, जिसमें वन द्वारा आच्छादित 41.8 किमी^{2} में से 20.3 किमी^{2} क्षेत्र अल्पाइन मीडोज के अंदर आते हैं और शेष क्षेत्र बेसिन में हिमाच्छादित है। डोक्रियानी हिमनद दिनगढ़ बेसिन में एक अच्छी तरह से विकसित यौगिक घाटी प्रकार हिमनद है, हिमनद अक्षांश 30^0 49′ से 30^0 52′ N और देशांतर 78^0 47′ से 78^0 51′ E (**चित्र–1**) के बीच स्थित है। कुल क्षेत्र 15.15 किमी^{2} है, जिसमें से 5.76 किमी^{2} बर्फ से ढका हुआ है, और 4. 10 किमी^{2} स्थायी बर्फ के मैदान से ढका हुआ है और शेष 5.2 9 किमी^{2} मौसमी बर्फ द्वारा ढका है, जो मुख्य चमकदार घाटी में योगदान देता है। हिमनद समुद्र तल से 6000 मीटर की ऊँचाई पर विकसित होता है और 3900 मीटर की ऊँचाई पर समाप्त होता है(वर्तमान की स्थिति के अनुसार)। हिमनद 5 किमी लंबा है और संचय क्षेत्र से लगभग 2 किमी के लिए उत्तर पश्चिम दिशा में बहता है और फिर पश्चिम पश्चिम उत्तर का एक मोड़ लेता है और औसत सतह ढाल 120^0 के साथ लगभग 3 किमी तक प्रवाह करता है। हिमनद की अधिकतम मोटाई संचय क्षेत्र में 120 मीटर और न्यूनतम मोटाई 30 मीटर है। हिमनद का निचला भाग परत एक मोटी उप हिमनद पर स्थित है। गलियारे की पिछली सीमा का प्रदर्शन करने वाली घाटी में पार्श्व मोरेंस प्रमुख हिमनद विशेषताएं हैं। हिमनद से उभरती धारा को दिनगढ़ के रूप में जाना जाता है और यह बुक्की गांव(1700 मीटर) के पास भागीरथी नदी के साथ जुड़ती है। इस क्षेत्र का जलवायु गर्मियों में आर्द्र–समशीतोष्ण है और सर्दी में आर्द्र ठंडा है। जलवायु दक्षिण–पश्चिम भारतीय मॉनसून से प्रभावित है। मानसून वर्षा जो जून–सितंबर के मध्य होती है, बेस कैंप(3760 मीटर एएसएल) में 1000–1300 मिमी की औसत वार्षिक वर्षा के साथ हिमनद के मौजूदा स्नाउट से 1 किमी दूर स्थित होती है। शीतकालीन वर्षा आम तौर पर दिसम्बर और मार्च के बीच होती है जब पश्चिमी गड़बड़ी क्षेत्र में प्रभावी होती है क्योंकि यह उत्तरी भारत में पूर्व की ओर बढ़ती है और इस अवधि में अधिकतम बर्फबारी होती है। मोटी बर्फ पैक को बर्फ के गड्ढे से और बसंत से शुरुआती बसंत में उच्च ऊँचाई(5000–5100 मीटर) पर मापा गया था। अप्रैल–मई के महीनों में निचले ऊँचाई(4200–4000 मीटर) 50 सेमी से 25 सेमी बर्फ की गहराई में मापा जाता है, जो मानसून प्रारम्भ होने से पहले पिघल जाता है(डोबल व अन्य[2])। गर्मियों का औसत तापमान 17^0 सी से 10^0 सी(जून–अक्टूबर) तक भिन्न होता है। जुलाई 1998 में अधिकतम मासिक औसत हवा का तापमान 11.4^0 सी दर्ज किया गया और नवंबर 1999 में न्यूनतम 2.3^0 सी(थाय्येन एवं अन्य[3])।

2. **घाटी में मोरेन का विस्तार**– हिमनद और दिनगढ़ घाटी (**चित्र–1**) के लिए 1% 12500 के पैमाने पर एक भू–भौगोलिक मानचित्र तैयार किया गया था। दिनगढ़ घाटी में मैप किए गए भू–भौगोलिक विशेषताओं से संकेत मिलता है कि इसने कम से कम पाँच मोरेन भूआकृतिक संरचनाये घाटी में है जो कि जलवायु संवेदनशीलता के चरणों को दर्शाती हैं (**चित्र–2**)। हिमनद ने पूरे काल में इन जलवायु संवेदनाओं का अनुभव किया है हिमनद द्वारा गठित संरचनायें उनकी पिछली हिमनद सीमा और मात्रा के प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष साक्ष्य देती हैं। वर्तमान में उपस्थित भूआकृतियाँ समय–समय पर विभिन्न तीव्रता पर चल रहे विभिन्न प्रक्रियाओं का परिणाम हैं। भौतिक विशेषता की बेहतर समझ के लिए और विकास की अवधि(**तालिका–1**) के दौरान पर्यावरणीय कारकों का मूल्यांकन करने के लिए क्षेत्र में पहचाने गए और मैप किए गए सभी क्षरण और अव्यवस्थित भूमिगत वर्गीकरणों को वर्गीकृत किया है।

3. **टर्मिनल मोरेन**– पाँच अच्छी तरह से संरक्षित टर्मिनल मोरेंस और कई मामूली मोरेनों की पहचान की गई है और दिनगढ़ हिमनदीय घाटी में मैप किया गया है। हालांकि, डोक्रियानी हिमनद के पहले चरण की टर्मिनल मोरेन वर्तमान स्नाउट से २८०० मीटर पर है जिसके 4500 मीटर पर दूसरा मोरेन अनुसरण करता है। इस घाटी के अन्य मोरेन 3380, 3590, 3610 और 3640 मीटर एएसएल की ऊँचाई पर अनुसरण करते पाए जाते हैं। ये वर्तमान में दिनगढ़ घाटी के सीधे संपर्क में नहीं हैं लेकिन दिनगढ़ घाटी(**चित्र–3क और ख**) में बहुत स्पष्ट रूप से प्रतिष्ठित किए जा सकते हैं। पहले से तीसरे मोरेन चक्र की भूआकृतिओं का गठन पिछले तीन हिमनद काल के पार्श्व मोरेंस के बीच किया गया है, जबकि हिमनदों के पहले चरण के जलवायु चक्र ने दिनगढ़ घाटी की प्रमुख एवं सबसे लम्बी मोरेन का निर्माण किया है। पार्श्व मोरेन के पहले चरण की सीमा वर्तमान स्नाउट से लगभग ८.3 किमी की दूरी पर घाटी की तलहटी पर मिलती है। विशेष रूप से बाएं पार्श्व मोरेन बहुत अच्छी तरह विकसित हुआ है, घाटी के केंद्र की ओर लगभग 30^0 से 50^0 के ढलान कोण के साथ खड़ी रिज बना रहा है और घाटी की दीवार की ओर 20^0 से 300^0 की ढलान है। पार्श्व मोरेन रिज की अधिकतम ऊँचाई घाटी के तल से लगभग 350 मीटर है। कई छोटे समानांतर छत के हिमनद की कई लगातार प्रगति के दौरान मोरेन विकास का सबूत देते हैं। ये मोरेन पर्वत उप कोणीय बोल्डर और कोणीय कंकड़ के होते हैं जो आस–पास के क्षेत्र के वर्तमान चट्टानों के ठीक नीचे हिमनद मलबे और वनस्पति से ढके होते हैं। ऊपरी भाग में निरंतरता हिमस्खलन और अन्य मलबे प्रवाह से टूट जाती हैं। बाएं पार्श्व मोरेंस का दूसरा चरण दिनगढ़ घाटी में 3590 मीटर की ऊँचाई से प्रारम्भ होता है। ये बड़े पार्श्व मोरेंस एक असम श्रृंखला बनाते हैं, जो मलबे के प्रवाह, स्क्री शंकु और झील तलछट से भरा होता है। वे गुजर झोपड़ी, बेस शिविर और अग्रिम आधार शिविर (4100 मीटर) में सबसे अच्छी तरह विकसित हुए हैं। 4100 मीटर की ऊँचाई पर दाएं पार्श्व मोरेन की महत्वपूर्ण विशेषताओं में से एक रिज के उत्तरी किनारे (**चित्र–2**) पर सात छोटे लकीरे सी देखने को मिलती हैं जो की निरंतर हिमनद के पीछे हटने का प्रमाण दिखाती हैं। इन

मोरेन में से प्रत्येक हिमनद की तरफ की तुलना में उच्च ऊँचाई पर खड़ा है। इसके परिणामस्वरूप इन मोरेन के बीच पूल(झीलों) का गठन हुआ है। घाटी की दीवार की तरफ घाटी की दीवार से मोरेंस पर्वत की विस्थापन को हिमनद के प्रत्येक प्रगति के साथ हिमनद मध्य–रेखा से दक्षिण–पश्चिम में एक विस्थापन के रूप में प्रस्तुत है। बर्फ की सतह की ऊँचाई में लगातार वृद्धि ने मोरेन के गठन के लिए संचय क्षेत्र से सुपरग्लेशियल मलबे की आपूर्ति में मदद की। लगभग दाएं कोण पर हिमनद की मोड़ ने सही पार्श्व मोरेन के बाहरी किनारे पर सुप्रा हिमनद मलबे को जन्म दिया। यहाँ, दाहिने पार्श्व मोरेन को क्षीण करने का किनारा वर्तमान हिमनद सतह से लगभग 90 मीटर ऊँचा है, दूसरी तरफ पार्श्व मोरेन केवल 80 से 100 मीटर ऊँचा है। डोक्रियन हिमनद इन दो मोरेनों के बीच आता है, इसलिए इन मोरेनों की ढलानों को हिमनद के केंद्र की तरफ बहुल प्रक्रियाओं से नष्ट कर दिया जाता है। पहले और दूसरे चरण के दाहिनी पार्श्व मोरेन लंबे समय तक सकारात्मक द्रव्यमान संतुलन की अवधि के दौरान बर्फ मलबे मार्जिन से बहने वाले पानी से पिघल गए हैं। ऐसे कुछ चैनल ऊपरी क्षेत्र के पास दाएं पार्श्व मोरेन पर पाए जाते हैं। इस मोरेन का निचला विस्तार जड़ी–बूटियों से बड़े पेड़ तक मोटी वनस्पतियों से ढका हुआ है और घाटी की वनस्पति रेखा(3500 मीटर) का निर्माण हुआ है। पार्श्व मोरेन का चौथा चरण वर्तमान हिमनद घाटी की दीवार के साथ लगा हुआ है और लगभग 1.5 किमी तक नीचे घाटी की ओर झुकाव पाया जाता है। वर्तमान सतह से इस पार्श्व मोरेन की ऊँचाई 25 से 50 मीटर के बीच है जो बताती है कि हिमनद ने चौथे चरणों के बाद से बड़ी बर्फ द्रव्यमान मात्रा कम कर दी है, जो लगातार घटने का संकेत देती है। यह भी देखा जाता है कि मोरेन का सही अंग वर्तमान स्नाउट से 1.5 किमी नीचे काटा जाता है और रेत के ढीले मैट्रिक्स के साथ मोटी मलबे से ढका होता है।

4. **हिमनद झीलें–** दो हिमनद झीलों(खेरा ताल ऊपरी और निचले), हिमनद के पीछे से बने डोक्रियन हिमनद के दाएं पार्श्व मोरेन(**चित्र–1**) के मोरेन परिसर के बीच स्थित हैं। घाटी की केंद्रीय रेखा की ओर प्रत्येक क्रमिक मोरेन दूसरे की तुलना में कम है। ये पार्श्व मोरेंस असंतुलित पृथक्करण घाटियों की एक श्रृंखला बनाते हैं जो मार्शी और बोगी लैंडफॉर्म के साथ झील तलछट से भरे हुए होते हैं। वे क्रमशः 3400, 3460, 3500 और 3550 मीटर की ऊँचाई पर गुजर झोपड़ी, खेरा, करौली और देवसायर में सबसे अच्छे विकसित हुए हैं। दूसरी ओर मोटी लैकस्ट्रियन तलछट के साथ त्रिकोणीय मैदान 3760 मीटर (**चित्र–3क** और **3ख**) की ऊँचाई पर बेस कैंप साइट पर अच्छी तरह से विकसित है।

5. **अनियमित पुरा हिमस्खलन–** दिनगढ़ घाटी में कई अनियमित पुरा हिमस्खलन पाए जाते हैं जो की पूरी घाटी में मोरेन्स के ऊपर से नीचे फैले हुए हैं। उनकी आवृत्ति घाटी की धारा को डोक्रियानी हिमनद की ओर बढ़ाती है। बड़े आकार के ब्लॉक में विभिन्न आकार (10 से 20 मीटर लंबी अक्ष) में घाटी के तल पर स्थित है। अनियमित बर्फ की मात्रा के साथ हिमनद प्रवाह दिशा के सर्वोत्तम संकेतक हैं जिसके परिणामस्वरूप पृथक्करण घाटी से बड़े टर्मिनल को टर्मिनल पॉइंट में स्थानांतरित किया जाता है। हिमनद के वर्तमान स्नाउट में 4.5 किमी नीचे (3380 मीटर एएसएल) के करीब इस तरह के अनियमित पुरा हिमस्खलन चिन्हित किए गए हैं। वर्तमान स्नाउट स्थिति से लगभग 800 मीटर नीचे की धारा में आकार की तरह बड़ी संख्या में अनियमित पुरा हिमस्खलन फैले हुए हैं। 3400 मीटर की ऊंचाई पर डोक्रियानी हिमनद के रास्ते पर वर्तमान स्नाउट से लगभग 5 किमी दूर गुजर झोपड़ी के आधार पर एक बड़ा अनियमित पुरा हिमस्खलन रहा है। यह अनियमित दिन दिनगढ़घाटी में हिमनद अग्रिम के पहले चरण में बना हुआ प्रतीत होता है।

प्रमाण बताते हैं की पिछली हिमनद अवधि में अनियमित पुरा हिमस्खलन गतिविधि घाटी में बहुत गहन होनी चाहिए क्योंकि वहाँ कई जगहें हैं जहाँ पार्श्व मोरैनों को हिमस्खलन से काटा गया सा प्रतीत होता है। वर्तमान में हिमस्खलन गतिविधि आमतौर पर हिमनद(**अंजीर–1 और 4ए**) के ऊपरी पकड़ क्षेत्रों में सक्रिय होती है, लेकिन हिमनद घाटी के निचले क्षेत्र में कई पाली–हिमस्खलन ट्रेक भी मैप किए गए हैं।

6. **हिमनद उतार चढ़ाव–** हिमनद उतार–चढ़ाव अध्ययन प्रतिसरण के दौरान हिमनद में होने वाले आयतनिक और ज्यामितीय परिवर्तनों के संबंध में केवल आंशिक जानकारी प्रदान करने में सक्षम हैं। घाटी ग्लेशियरों के क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर संकुचन का अध्ययन करने से अधिक, हिमनद व्यवहार की व्यापक जानकारी प्राप्त कर सकते हैं। मोर्फोलॉजिकल अवलोकनों के आधार पर, यह भी अनुमान लगाया गया है कि हिमनद ने कुल हिमनदीय क्षेत्र का लगभग 56% खाली कर दिया है और लगभग 4.5 किमी लंबाई कम कर दी है। इसके अतिरिक्त, एक अध्ययन[4] ने बताया कि 315 साल पहले ग्लोबल वार्मिंग के कारण हिमनद ने अपने अधिकतम अग्रिम(वर्तमान स्नाउट से 4500 मीटर) से पीछे हटना शुरू कर दिया था। इस उम्र की गणना हिमनद अग्रिम के पहले चरण के पार्श्व और टर्मिनल मोरेन के लूप पर विकसित सबसे बड़े लइकन के डेटिंग पर की गई थी। जो कि 14.3 मीटर/वर्ष की हिमनद दर से गिरावट की पुष्टि करता है। स्नाउट एक हिमनद का अंत बिंदु है जहाँ से सभी बर्फ, बर्फ और हिमनद पिघलते हैं, सुपररा–हिमनद, उप–हिमनद के माध्यम से आते हैं और एक धारा के रूप में उभरते हैं। हालांकि, एक हिमनद स्नाउट की स्थिति और आकार हमेशा परिवर्तनीय और जलवायु के लिए संवेदनशील है। इसलिए इसे सूक्ष्म स्तर पर भी जलवायु के सर्वश्रेष्ठ संकेतक के रूप में माना जाना चाहिए। 1962/63 से 2002 तक डोक्रियानी हिमनद की कुल स्नाउट वापसी 16.9 मीटर/वर्ष की औसत दर के साथ लगभग 660 मीटर थी और इस अवधि के दौरान हिमनद के कुल क्षेत्रफल का लगभग 10% क्षेत्र खाली कर दिया गया था। 1962 के बाद से डोक्रियानी हिमनद के लिए प्रतिकरण डाटा के तीन सेट का विश्लेषण किया गया था। पहली वापसी की अवधि (1962–1919), जहाँ कुल वापसी की गणना 480 मीटर के आसपास की गई थी और दूसरा सेट 1962 से 1995 तक हुआ था, जो दो मानचित्रों की तुलना में निर्धारित किया गया है कि इस

अवधि के दौरान ग्लेशियरों ने लगभग 550 मीटर का क्षेत्र खाली कर दिया है(डोभाल एवं अन्य[5])। 1991–2002 की अवधि के दौरान किए गए क्षेत्र की जाँच से पता चला है कि हिमनद 17.9 मीटर/वर्ष की औसत दर के साथ लगभग 161.15 मीटर घट गया है)। 1962 से 1995 की अवधि के दौरान हिमनद द्वारा खाली क्षेत्रफल क्षेत्र 0.74 किमी^{2} होने का अनुमान है। यह भी देखा जाता है कि हिमनद का निचला क्षेत्र आम तौर पर मोटे मलबे को ढकता है और सामने वाला हिस्सा हमेशा उच्च पिघलने के अंतिम चरण में रहता है जिससे बर्फ द्रव्यमान की तेजी से पतला हो जाता है जो ढलान, आकार और ज्यामिति को बदलता है, जिसके परिणामस्वरुप संकीर्ण होता है और सामने की ओर टूट जाता है हिमनद का हिस्सा और इसके मंदी के बाद स्नाउट स्थिति का समायोजन होता है।

7. **संतुलन उँचाई की रेखा–** संतुलन उँचाई की रेखा(ईएलए) एक प्रकार की विभाजित रेखा होती है जो की संचय और छरण क्षेत्रों के बीच में स्थित होती है जहाँ वार्षिक संचय वार्षिक छरण के बराबर होता है। संतुलन उँचाई की रेखा शुद्ध द्रव्यमान संतुलन और ऊँचाई के बीच सम्बन्धों से निर्धारित की जाती है और फील्ड मैपिंग द्वारा भी किया जाता है जो आम तौर पर प्रत्येक वर्ष में पृथक्करण अवधि के अंत में किया जाता है। पूर्व हिमनद ईएलए का अनुमान मोरेन और हिमनद जमाओं का उपयोग करके किया जा सकता है। संतुलन उचाई की रेखा के अनुमान के लिए विकसित और उपयोग की जाने वाली कई तकनीक/विधियां हैं। डोक्रियानी हिमनद के वर्तमान हिमनद द्रव्यमान संतुलन की जाँच से पता चलता है कि संतुलन ऊँचाई की रेखा पिछले दस वर्षों के माप के दौरान ऊंचाई 5030 और 5095 मीटर के बीच उतार–चढ़ाव कर रही हैं।[5] 1962 की अवधि के लिए डोक्रियानी हिमनद की पूर्व संतुलन उचाई की रेखा की स्थिति का अनुमान उपरोक्त वर्णित विधि की सहायता से किया गया था और नतीजा यह दर्शाता है कि इस अवधि के दौरान संतुलन उँचाई की रेखा की स्थिति ऊँचाई पीएफ 4960 मीटर एएसएल पर थी और संचय क्षेत्र अनुमानित 0.61 प्रतिशत था।

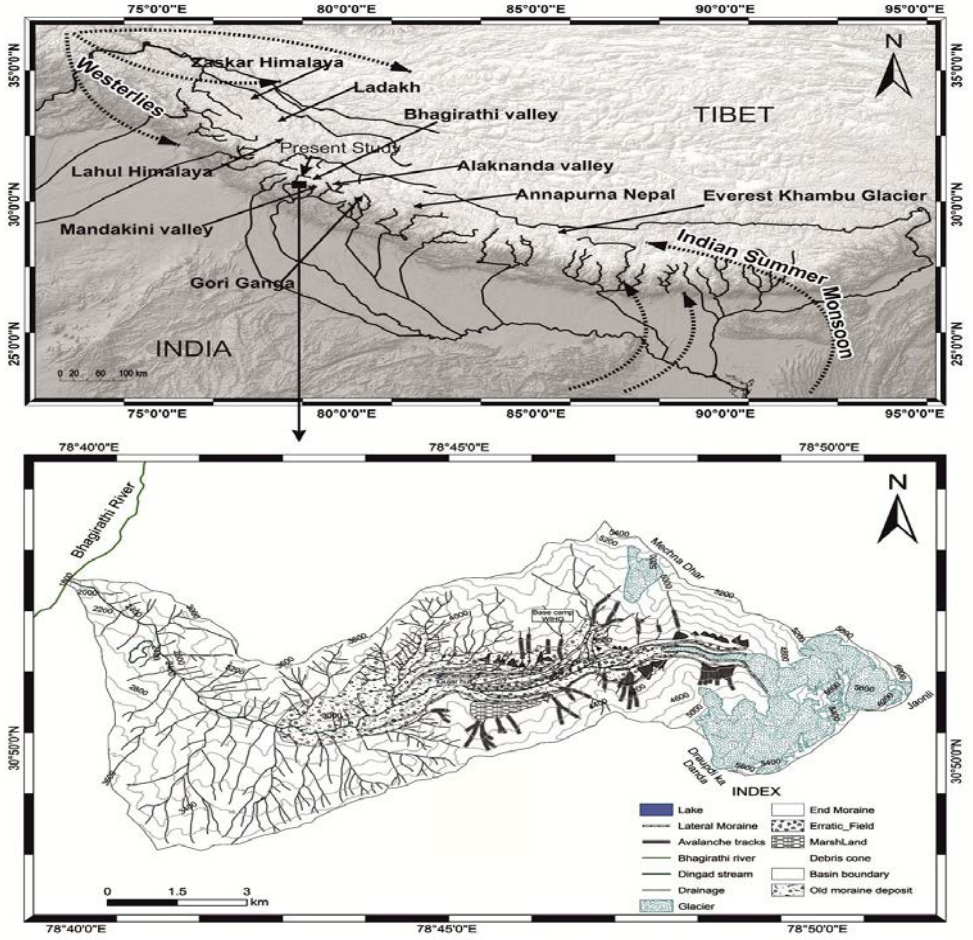
8. **चर्चा और निष्कर्ष–** पहले और सबसे पुराने हिमनदों ने दिनगढ़ घाटी को पूरी तेराज से भरा हुआ था। यह हिमनद 3380 मीटर कम हो गया होगा। बाएं घाटी की दीवार पर इस हिमनद के संचार के निशान 4400 मीटर तक देखे जाते हैं, इस चरण को भागीरथी घाटी में शिलिंग अग्रिम के साथ समझा जा रहा है।[1] गुजर झोपड़ी के नीचे तक फैला हुआ हिमनद का यह चरण एक व्यापक घाटी हिमनद था जो घाटी में गहराई से क्षीण हो गया और लगभग 200 से 300 मीटर ऊँचे पार्श्व मोरेन बना कर आज भी अपनी विशालता का प्रमाण दे रहा है। वर्तमान में इस हिमनद की निचली सीमा 3980 मीटर एएसएल तक पहुँच गई। इस चरण के दौरान घाटी की दीवार और बाएं और दाएं पार्श्व मोरेन के बीच झीलों का गठन हुआ, वर्तमान में उन्हें झील जमा और खेरा और करौली(गुजराती) की मार्शी भूमि द्वारा दर्शाया जाता है। दूसरा ग्लेशियस चरण अर्थात ऊपरी गुजर झोपड़ी चरण भी कम व्यापक था और अच्छी तरह से गठित टर्मिनल मोरेंस द्वारा प्रतिनिधित्व किया गया था। इस चरण के दौरान दिनगढ़ हिमनद को दो अलग हिमनद डोक्रियानी और हुरा हिमनद में बांटा गया था। 3590 मीटर की ऊँचाई पर स्थित इस चरण के मॉरेंस और इसके बाद हिमनद के तीसरे चरण के बाद दूसरे चरण के ऊपर 3610 मीटर पर स्थित हैं। इस चरण के दौरान बेस कैंप (3761 मीटर) साइट की झील जमा घाटी के उत्तर में दाएं पार्श्व मोरेन और रॉक दीवार के बीच अवसाद में जमा की गई थी। इसी अवधि के दौरान पार्श्व मोरेन और घाटी की दीवार के बीच 4100 मीटर की ऊँचाई पर एक छोटी झील भी बन गई थी और वर्तमान में कुछ क्षेत्र हिमस्खलन और विषम प्रवाह सामग्री से भरा हुआ है।

हिमनद के चौथे और पाँचवे चरण में डोक्रियानी हिमनद लगभग 3640 मीटर की ऊँचाई तक गिर गया, अंतराल की अधिकतम संख्याएं अंतिम हिमस्खलन के टर्मिनल मोरेन और वर्तमान स्नाउट स्थिति के बीच अच्छी तरह से संरक्षित हैं। सकारात्मक द्रव्यमान संतुलन के साथ फ्रीज और थॉ के लंबे समय तक वर्तमान स्नाउट स्थान से 3640 से 3660 मीटर की ऊँचाई से अनियमित पत्थरों के बड़े क्षेत्र द्वारा प्रतिनिधित्व किया जाता है। ग्लेशियर्स के अंतिम चरण के दौरान गठित सात विशिष्ट अंत मोरेन हैं। इस चरण के टर्मिनल मॉरेंस दिनांकित थे और परिणाम प्रदर्शित करते हैं कि हिमनद प्रगति संभवतः तीन सौ पंद्रह साल पुरानी है।[4] हिमनद प्रतिकरण और पिछले हिमनद विस्तार का अध्ययन हिमनद द्वारा भूमि उन्नति के आधार पर उनकी प्रगति और मंदी के समय उत्पादन जलवायु परिवर्तन के साथ वॉल्यूमेट्रिक और ज्यामितीय परिवर्तनों के बारे में आंशिक जानकारी प्रदान करता है। यह एक अच्छी तरह से स्थापित तथ्य है कि ग्लोबल वार्मिंग के कारण दुनिया भर में हिमनद मंदी के दौर में हैं। हिमालयी हिमनद भी एक ही प्रवृत्ति का पालन करते हैं। डोक्रियानी हिमनद पीछे हट रहा है। ग्लेशियल लैंडफॉर्म अध्ययन समय के साथ अपने अस्तित्व के दौरान हिमनद उन्नति और पीछे हटने और बर्फ की मात्रा में कमी के अनुमान के पुर्ननिर्माण में बहुत उपयोगी है और हिमस्खलन के विभिन्न चरणों से जुड़े जलवायु और जलवायु परिवर्तनों की जानकारी भी प्रदान करते हैं।

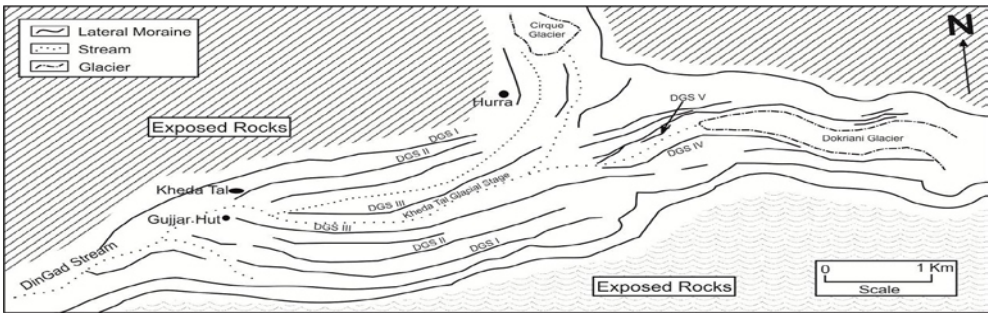
सन्दर्भ

1. शर्मा, एम0 सी0 एवं ओवेन, एल0 ए0(1996) एन डब्ल्यू गढ़वाल हिमालय के क्वाटरनेरी हिमनद इतिहास, क्वाटर्नरी विज्ञान समीक्षा, खण्ड–15, मु0पृ0 335–365।
2. डोबल, डी0 पी0; गर्गन, जे0 टी0 एवं थाय्येन, आर0 जे0(2008) 1991–2000 से डोक्रियानी हिमनद की मास बैलेंस स्टडीज, गढ़वाल हिमालय, ग्लेशियोलॉजिकल रिसर्च बुलेटिन, जापानी सोसाइटी ऑफ हिम एंड हिम, खण्ड–25, मु0पृ0 9–17।

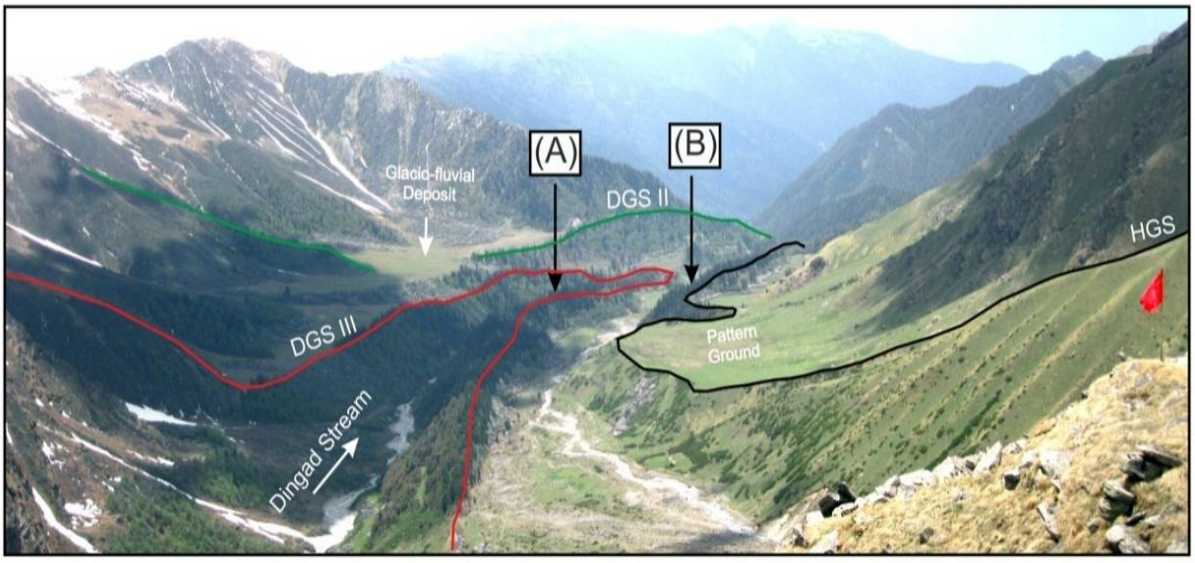
3. थाय्येन, आर0 जे0; गेर्गन, जे0 टी0 एवं डोभल, डी0 पी0(2005) ढलान पर तापमान के परिवर्तन की दर का आंकलन, दिनगढ़ घाटी, डोक्रियनी हिमनद, गढ़वाल हिमालय, ग्लासियोलॉजिकल रिसर्च के बुलेटिन, खण्ड–22, मु0पृ0 31–37।
4. चौजर, आर0 के0(2006) भारत के गढ़वाल हिमालय के डोक्रियानी बामाक (हिमनद) के अग्रिम और पीछे हटने पर जलवायु परिवर्तन के प्रभाव।
5. डोबल, डी0 पी0; गर्गन, जे0 टी0 एवं थाय्येन, आर0 जे0(2008) 1991–2000 से डोक्रियानी हिमनद की समीक्षा। क्षेत्रीय वैज्ञानिक कार्टोग्राफी और सूचना प्रणाली, बार्सिलोना, स्पेन, खण्ड–1, मु0पृ0 320–21 पर 5 वीं यूरोपीय कांग्रेस की कार्यवाही में।
6. डोबल, डी0 पी0; गेरगान, जेटी एवं थाय्येन, आर0 जे0(2004) डोक्रियानी हिमनद(1962–1995) गढ़वाल हिमालय, भारत के मंदी और मोरफोजियोमेट्रिकल परिवर्तन की समीक्षा। वर्तमान विज्ञान, खण्ड–86, अंक–5, मु0पृ0 692–696।



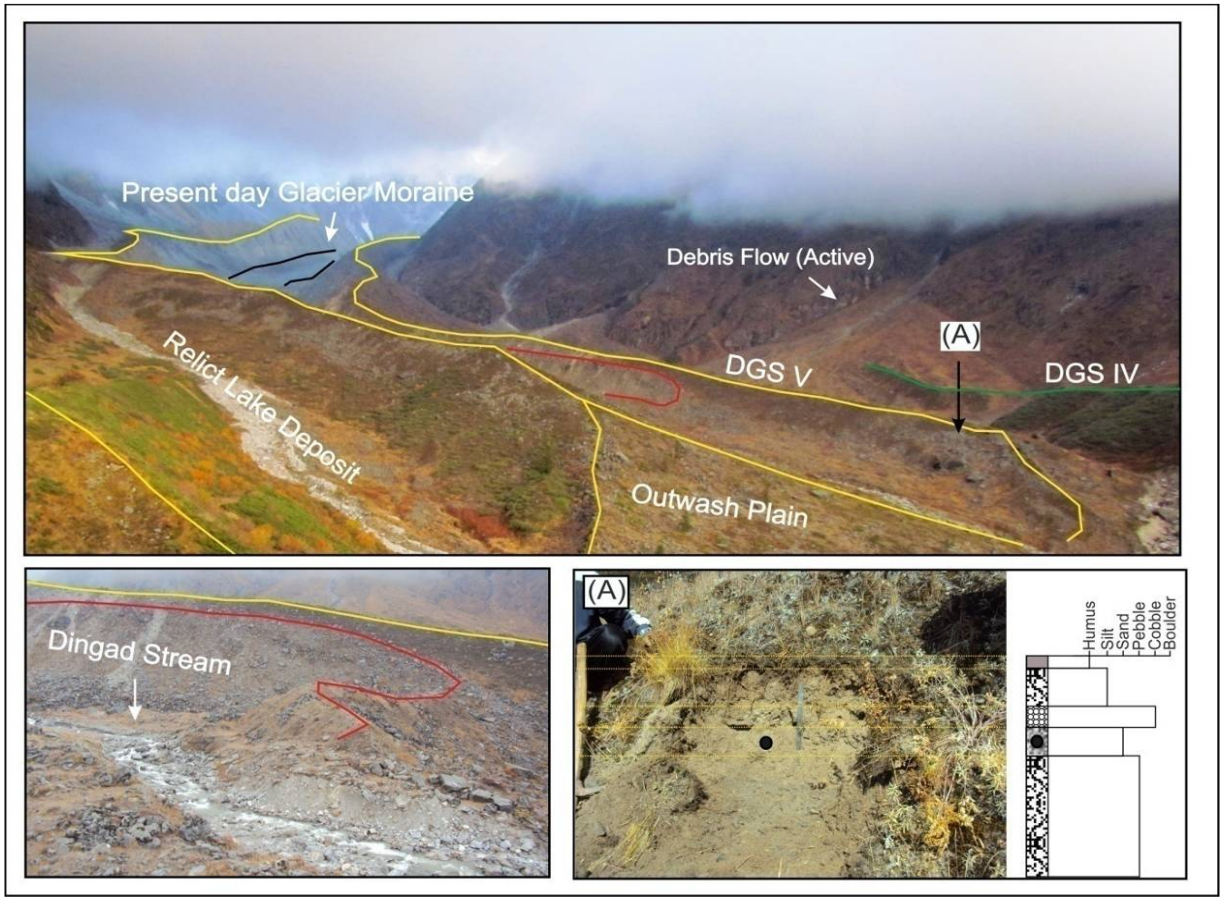
चित्र–1: दिनगढ़ हिमनद घाटी और उसका भूआकृतिक विश्लेषण



चित्र–2: दिनगढ़ घाटी में मोरेन के विस्तार का एक रेखांकित विश्लेषण



चित्र–3कः दिनगढ़ घाटी में मोरेन के विस्तार का चित्रांकन



चित्र–3खः दिनगढ़ घाटी में मोरेन के विस्तार का चित्रांकन