

जल विज्ञान एवं जल संसाधन
पर

प्रथम राष्ट्रीय जल संगोष्ठी



राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान

जलविज्ञान भवन, रुड़की- 247667 (उत्तरखंड)

फोन:- 01332-272106, फैक्स:- 01332-272123,

Email: nihmail@nih.ernet.in, Web: www.nih.ernet.in

कुमायूँ हिमालय के खुलगाड जलागम में वन विनाश से प्रभावित अपरदन दर का प्रायोगिक अध्ययन

एस. पी. राय¹

जे. एस. रावत²

सारांश

हिमालय में वनों के विनाश से जो पर्यावरणीय दुष्परिणाम सामने आ रहे हैं उनमें से एक मृदा क्षरण की बढ़ती दर है, जिसके अध्ययन के लिए कोसी नदी के खुलगाड जलागम क्षेत्र को चुना गया था। इस जलागम के विभिन्न परिस्थितिक दशाओं से होने वाला अपरदन दर्शाता है कि मानविक और विवर्तनिक क्रियाओं ने अपरदन की दर को बड़ी तेजी से त्वरित कर दिया है। ओक के जंगल क्षेत्र में कुल भार (निलम्बित भार + विलीन भार + तलावसाद) का उत्पाद दर सबसे कम है। जबकि इसकी तुलना में विवर्तनिक विक्षुब्ध भूमि में यह उत्पाद दर 12.5 गुना अधिक, (Tectonically Disturbed Land) बंजर भूमि में 8.6 गुना कृषि भूमि में 6.9 गुना और चीड़ के जंगल में 2.3 गुना अधिक है। इसी तरह एक दृष्टि यदि खुलगाड जलागम से होने वाले कुल अपरदन पर डालें तो विभिन्न पारिस्थितिक दशाओं में यह 0.018 मि० मी०/ वर्ष से ०.२२६ मि० मी०/ वर्ष के बीच पायी गयी है।

प्रस्तावना

हिमालय के तीव्र ढाल वाली ऊँची-ऊँची पहाड़ियों में वृक्षों का घना आंचल और जमीन पर पड़ी घास-पात की चादरें वर्षा की बौछारों तथा हवा के थपेड़ों से धरती को घायल होने से बचाने में एक सुरक्षा कवच प्रदान करती रही है। इस क्षेत्र में बढ़ती जनसंख्या वनों को नष्ट करके उसे कृषि भूमि में परिवर्तित करता जा रहा है, जिससे जलविभाजकों के वनाच्छादित भाग में हास होने से जो भयंकर दुष्प्रभाव उत्पन्न हुए हैं उनमें से जल स्रोतों का सूखना तथा मृदा अपरदन की बढ़ती दर चिन्तन का विषय बन चुकी हैं। इव्स और मिजरेली (1989) के अनुसार यह स्थिति हिमालय की खराब भूमि-उपयोग, जंगलों के विनाश तथा ऋटिपूर्ण प्रबन्ध के तरीकों से उत्पन्न हुई है। कुमायूँ के गौला बेसिन में बल्दिया और बर्तारया (1989) ने अपरदन की दर 1.7 मि० मी०/ वर्ष आंका है। रावत और रावत (1994) ने कोसी बेसिन के नानाकोसी जलविभाजक में अपरदन की दर 0.1 मिमी०/वर्ष परिकलित किया है। प्रस्तुत शोध लेख में अपरदन दर को विभिन्न भूमि उपयोग एवमं भू-संरचना की दशाओं में परिकलित किया गया है।

1. राष्ट्रीय जल विज्ञान संस्थान, रूड़की
2. भूगोल विभाग, कुमायूँ विश्वविद्यालय, अलमोडा

क्रिया विधि

कुमाँयू हिमालय के कोसी बेसिन में खुलगाड जलागम को अध्ययन के लिए चुना गया क्योंकि यह जलागम क्षेत्र कोसी बेसिन की समग्र विभिन्नताएं जैसे मौसम, भू-संरचना, भू-आकृति और भूमि उपयोग को अपने अन्दर समेटे हुए है। इस जलागम से विभिन्न भूमि उपयोग की दशाओं में अपरदन दर को मापते हेतु भिन्न-भिन्न पारिस्थितिक दशाओं में छः सरिताओं को चुना गया था। इन सभी सरिताओं के मुहाने पर स्थायी जलमापी यंत्र लगाये गये (राय, 1993)। इन यंत्रों में 90 वी-नोच और इसी के ऊपर ग्राफ युक्त जल स्तर नापी यंत्र अद्यिष्ठापित किया गया। पानी में निलम्बित अवसाद तथा विलीन भार की मात्रा को ज्ञात करने हेतु वर्षा ऋतु के दौरान सप्ताह में एक बार तथा शेष महीनों में एक बार (1 लीटर) पानी के नमूने एकत्रित किये गये। इन पानी के नमूनों में से 250 मिली लीटर पानी को 0.45 माइक्रोन के फिल्टर पेपर से निस्स्यदन करने के उपरान्त छनित अवशेष का वजन करके इसकी मात्रा (मिली ग्राम/लीटर) में ज्ञात की गयी। छनित पानी को 102 से0 ग्रे0 पर वाष्पित करके विलीन भार का वजन ज्ञात कर लिया गया। तलावसाद की मात्रा ज्ञात करने के लिए वी नोच के पीछे एक हौज (1मी x 1मी x 1मी) बनाया गया जिसे हर महीने साफ करके तलावसाद की मात्रा ज्ञात की गयी। इस प्रकार अपरदन दर को ग्रिमिरी और वालिंग (1979) के सूत्र का प्रयोग करके ज्ञात करके निकाला गया।

भौगोलिक एवं जलवायु की स्थिति

खुलगाड जलागम अल्मोडा शहर से 12 किमी० उत्तर-पश्चिम की दिशा में स्थिति है खुलगाड पांचवी आडर की वाहिका है। यहां सरिता घनत्व 3.13 किमी0/ किमी 2 है यह जलागम नार्थ अल्मोडा थ्रस्ट और साउथ अल्मोडा थ्रस्ट के बीच स्थित है।

खुलगाड जलागम मध्य हिमालय क्षेत्र के ठंड जलवायु में स्थित है। इस क्षेत्र में औसत वर्षा 93.5 सेमी है जिसमें 70% से 90% वर्षा ग्रीष्म कालीन मानसून के समय होती है। यहां का औसत तापमान 20° सेंटीग्रेट है जो कि अधिकतम 31.5° सेंटीग्रेट जूल मध्य तथा न्यूनतम 1.1° सेंटीग्रेट तक क्रमशः जून और जनवरी के महीने में पहुँच जाता है। इस जलागम क्षेत्र में भूमि उपयोग विभिन्न प्रकार का है जिसके आधार पर इस क्षेत्र को आठ भागों में विभाजित किया गया है (राय 1993)।

भू-भौमकीय रूप रेखा

अल्मोडा - गुप जो कि अल्मोडा ग्रीवाखण्ड के नाम से जाना जाता है तीन कम के चट्टानों काब ना हुआ है (वल्दिया 1980; 1988)। जो निम्नवत है-सरयू फारमेशन अल्मोडा ग्रेनाइट तथा गुमाली खेत फारमेशन। सरयू फारमेशन शीतलाखेत सिस्ट, धामस क्वार्टजाइट और देवलीखानप क्वार्टजाइट से बना हुआ है। गुमाली खेत फारमेशन कथपुडिया सिस्ट और डैली फिलाइट को मिलाकर कहा गया है (राय, 1993)। अल्मोडा ग्रेनाइट जिसे स्याही देवी नाइस कहा गया है। त्रिवेदी इत्यादि (1984) ने डेटिंग के आधार पर इसे 550 + 50 मिलियन वर्ष पुराना आंका है।

भू-भौमिकीय संरचना बारम्बार वलयीकरण और भ्रंश के कारण बहुत ही जटिल है। शीतल खेत थ्रस्ट खुलगाड जलागम क्षेत्र के दक्षिणी भाग से स्याही देवी नाइस, शीतला सीस्ट एवम् धामस क्वार्टजाइट के बीच से गुजरता है। इससे थ्रस्ट के आप पास की चट्टानें भंजित एवं पाउडर की तरह चूर हो गयी है। उत्तर पूर्व-दक्षिण पश्चिम दिशा वाले समानान्तर भ्रंशों के कारण जलागम क्षेत्र की कई जगहों पर चट्टाने बहुत ही भंजित एवम् बिखरी हुई हैं

विभिन्न पारिस्थितिक दशाओं में अपरदन

विभिन्न पारिस्थितिक क्षेत्र से प्रवाहित होने वाली सरिताओं में निलम्बित, विलीन एवम् तलावसाद भार का अध्ययन 1991 से 1993 के बीच किया गया। जिसका विवरण नीचे प्रस्तुत है।

ओक का जंगल

निलम्बित भार

नौला गाँव के निकट ओक जंगल से बहने वाली सरिता के अध्ययन से पाया गया कि मार्च, अप्रैल मई, नवम्बर और दिसम्बर के महीनों में निलम्बित भार नहीं के बराबर है। शेष महीनों में सान्द्रता 41 मिलीग्राम/ली० (जून में) से 891 मिली ग्राम/ली० (सितम्बर में) तक पहुँच जाती है। पूरे वर्ष की औसत सान्द्रता 148 मिलीग्राम/ली० है (तालिका-1)। कुल निलम्बित भार का 15% से 17% जुलाई महीने में ही निस्सरित हो जाता है।

इस तरह यह सरिता लगभग 9.5 टन से 20.3 टन तक मृदा विसर्जित कर देती है। जिसकी औसत वार्षिक लब्धि 1 दर 29 टन/किमी² है। अगस्त और सितम्बर के दो महीने में कुल भार का लगभग 32% से 84% निलम्बित भार बह जाता है।

विलीन भार

इस सरिता में विलीन भार की सांद्रता 128 मिग्रा०/ली० नापी गयी है। विलीन भार 12.4 टन/किमी²/वर्ष की दर इस जल वाहिका क्षेत्र से विसर्जित हो रहे है। विलीन भार की सान्द्रता अधिकतम मई में (210 मि० ग्राम/ली०) तथा न्यूनतम जनवरी और फरवरी में मापी गयी है। कुल विसर्जित होने वाले भार का 60% से 67% वर्षा ऋतु के समय ही बह जाता है। जिसमें से 30% से 32% तो केवल सितम्बर महीने में ही निस्सरित होता है।

तलावसाद

नौला सरिता जो कि तीव्र ढाल (40°) वाली पहाड़ी से प्रवाहित हो रही है, अपने साथ 2.6 टन/वर्ष तलावसाद बहा कर ले जाती है। जिसका उत्पाद दर 4.9 टन/किमी²/वर्ष है। तलावसाद की अधिकतम मात्रा (7 टन/किमी²/वर्ष) अधिकतम वर्षा वाले महीने में मापी गयी है।

इस प्रकार से यह सरिता औसतन 24.6 टन मृदा का निस्सरण कर रही है जिसे 63% निलम्बित भार, 25% विलीन भार एवम् 11% तलावसाद भार के रूप में निस्सरित हुआ है। यदि इस प्रकार उत्पन्न हुए भार को इस जल विभाजक क्षेत्र में मिट्टी की परत के रूप में परिकलित किया जाये तो इस क्षेत्र में 0.018 मिमी०/वर्ष की दर से अपरदन हो रहा है (तालिका - 2)।

चीड का जंगल

निलम्बित भार

अध्ययनरत वर्षों के दौरान निलम्बित अवसाद की सांद्रता अप्रैल और मई के महीनों में नाम मात्रा है। जबकि शेष महीनों में इसकी सांद्रता 20.4 मि०ग्रा०/ली० (दिसम्बर) से 882.5 मि०ग्रा० / ली० सितम्बर के महीने से मापी गयी

है। निलम्बित अवसाद की औसत सांद्रता 150 मि०ग्रा०/ली० है। कुल 7 से 14 टनों तक मृदा निम्नलिखित अवसाद के रूप में बही थी जिसकी लब्धि दर जल विभाजक क्षेत्र से 51.4 टन/किमी²/वर्ष (तालिका - 1)।

विलीन भार

विलीन भार के रूप में लगभग 9 टन वर्ष भार इस सरिता के द्वारा निस्सरित हो रहा है। विलीन भार की औसत सांद्रता 160 मि.ग्रा०/ली० है। यह अधिकतम 220 मि.ग्रा०/ली० मई से और न्यूनतम 110 मि.ग्रा०/ली० दिसम्बर में पहुँच जाता है (तालिका - 1)।

तलावसाद

तलावसाद 14 टन/किमी²/वर्ष की दर से विसर्जित होता है। यह तलावसाद वर्षा कालीन ऋतु के चार पांच महीनों में बह जाता है।

इस प्रकार से सल्ला गांव के चीड़ के जंगल से प्रवाहित होने वाली सरिता लगभग 24 टन/वर्ष मृदा क्षरण कर रही है। इस कुल भार में 53 प्रतिशत निलम्बित भार, 35 प्रतिशत विलीन भार एवम् 12 प्रतिशत तलावसाद के रूप में सम्मिलित है। यदि पूरे भार को जल विभाजक क्षेत्र मिट्टी की तह के रूप में परिकलित किया जाये तो इस क्षेत्र से (तालिका 2) होने वाले अपरदन की दर 0.042 मिमी०/वर्ष है।

कृषि-भूमि

निलम्बित भार

खूंट ग्राम के कृषि भूमि से होकर प्रवाहित होने वाली सरिता के निलम्बित अवसाद की सांद्रता औसतन 686 मिग्रा०/ली० है। यह सांद्रता 800 मिग्रा०/ली० (मई) से अधिकतम 2896 मि.ग्रा०/ली० तक अगस्त महीने में बढ़ जाता है (तालिका - 1)।

विलीन भार

अध्ययनरत वर्षों (1991-1993) के दौरान 29 से 97 टन तक विलीन भार मापा गया है। इस अवधि में औसत सांद्रता 449 मिग्रा०/ली० थी। विलीन भार की अधिकतम सांद्रता (500 मिग्रा०/ली०) मई में तथा न्यूनतम (360 मिग्रा०/ली०) दिसम्बर में पहुँच जाती है। कुल विसर्जित होने वाले घुलित भार का 43 प्रतिशत से 52 प्रतिशत वर्षा ऋतु के दौरान तथा 28 प्रतिशत से 29 प्रतिशत ग्रीष्म ऋतु के दौरान बह जाता है। इसकी उत्पादन दर 75.6 टन/किमी²/वर्ष है।

तलावसाद

तलावसाद की उत्पादन दर 104 टन/किमी²/वर्ष मापा गया। जिसमें से अधिकतम 60 प्रतिशत से 90 प्रतिशत वर्ष ऋतु के दौरान निस्सरित हो जाता है (तालिका - 1)।

इस प्रकार से इस सरिता के द्वारा कुल भार का 67 प्रतिशत निलम्बित भार, 96 प्रतिशत विलीन भार एवम् 14 प्रतिशत तलावसाद के रूप में विसर्जित हो रहा है। जिससे खूंट की कृषि भूमि 0.125 मिमी०/वर्ष की दर से अपरदित हो रही है (तालिका-2)

तालिका 1 : खुलगाड़ जलागम के विभिन्न जल विभाजकों में औसत वार्षिक निलम्बित, विलीन एवम् तलावसाद भारों का विवरण ।

भार	ओक के जंगल	चीड़ के जंगल	कृषि भूमि	बंजर भूमि	विवर्तनिक विक्षब्ध भूमि
-----	------------	--------------	-----------	-----------	-------------------------

निलम्बित भार

औसत वार्षिक सांद्रता(मिग्रा/ली)	147.9	149.9	685.9	220.5	444.2
अधिकतम सांद्रता (मिग्रा/ली)	891.0	882.5	2896.8	986.2	2651.5
न्यूनतम सांद्रता (मिग्रा/ली)	0.0	20.4	400.0	65.0	32.5
कुल भार की मात्रा(टन/वर्ष)	15.4	12.0	113.7	148.7	31.9
उत्पाद दर (टन/किमी ² /वर्ष)	25.8	51.4	151.6	247.9	318.6

विलीन भार

औसत वार्षिक सांद्रता(मिग्रा/ली)	128.8	159.9	448.4	298.5	481.0
अधिकतम सांद्रता (मिग्रा/ली)	210.0	220.0	500.0	380.0	600.0
न्यूनतम सांद्रता (मिग्रा/ली)	102.0	110.0	360.0	230.0	240.0
कुल भार की मात्रा(टन/वर्ष)	6.6	9.0	56.7	46.6	13.5
उत्पाद दर (टन/किमी ² /वर्ष)	12.4	40.9	75.6	77.6	135.1

तलावसाद

कुल भार की मात्रा(टन/वर्ष)	2.6	3.1	78.1	50.9	11.0
उत्पाद दर (टन/किमी ² /वर्ष)	4.9	13.9	104.2	84.9	110.2

बजरं भूमि

निलम्बित भार

बजरं भूमि से सरिता में निलम्बित भार की सांद्रता औसत की दृष्टि में 221 मिग्रा0/ली0 है जो कि 65 मिग्रा0/ली0 मई में तथा अधिकतम 986 मिग्रा0/ली0 सितम्बर महीने के बीच रहता है। निस्सरण हो जाने वाला भार 149 टन प्रति वर्ष है। इस भार का 38 प्रतिशत से 92 प्रतिशत भार वर्षा ऋतु के अवधि (जुलाई से सितम्बर) में विसर्जित हो जाता है। जल विभाजक क्षेत्र से वह जाने वाले भार का उत्पादन दर 248 टन/किमी²/वर्ष है (तालिका - 2)।

विलीन भार

धुलित भार की सांद्रता इस सरिता में औसतन 298 मिग्रा0/ली0 है जो कि न्यूनतम 230 मिग्रा0/ली0 (दिसम्बर) तथा अधिकतम 380 मिग्रा0/ली0 (मई) के बीच रहता है (तालिका - 1) करीब 72 प्रतिशत भाग कुल विलीन भार का केवल वर्षा ऋतु में ही विसर्जित हो जाता है। तलावसाद भार का उत्पादन दर इस जल-विभाजक क्षेत्र से 77.6 टन/किमी²/वर्ष है।

इस प्रकार इस जल विभाजक क्षेत्र की सरिता से कुल भार में 58 प्रतिशत निलम्बित भार, 22 प्रतिशत धुलित भार तथा 20 प्रतिशत तलावसाद के रूप में मिले हुए है। इससे जल विभाजक क्षेत्र में होने वाले यांत्रिक अपरदन की दर 0.126 मिमी0/वर्ष और रासायनिक अपरदन की दर 0.029 मिमी0/वर्ष तथा कुल अपरदन दर 0.155 मिमी0/वर्ष है (तालिका - 2)।

विवर्तनिक-विक्षुब्ध (Tectonically Disturbed)

भूमि निलम्बित भार

भाकर ग्राम के निकट यह सरिता उ0उ0पू0 - द0द0प0 दिशा के भ्रंश के समानान्तर प्रवाहित हो रही है। इस सरिता में निलम्बित भार की सांद्रता 32 मिग्रा0/ली0 (मई) से 2657 मिग्रा0/ली0 (सितम्बर) के बीच मापी गयी है। कुल निस्सरण होने वाले भार का करीब 50 प्रतिशत से 82 प्रतिशत भार बह जाता है (तालिका - 1)।

विलीन भार

अध्ययनरत वर्षों में औसतन 13.5 टन विलीन भार का निस्सरित हुआ। जिसकी भार का औसत वार्षिक सांद्रता 481 मिग्रा0/ली0 है। इसमें विविधता 240 मिग्रा/की दिसम्बर से 600 मिग्रा0/ली0 मई में मापी गयी है। करीब 48 प्रतिशत से 53 प्रतिशत तक कुल धुलित भार का वर्षा ऋतु के महीनों में तथा 29 प्रतिशत से 31 प्रतिशत ग्रीष्म कालीन महीनों में निस्सरित हो जाता है।

तलावसाद

तलावसाद भार का लब्धि दर 110 टन/किमी²/वर्ष है। इस कुल भार का 40 प्रतिशत से 47 प्रतिशत केवल अगस्त महीने में ही वह जाता है (तालिका - 1)।

इस प्रकार कुल मिलाकर 49.6 टन/वर्ष भार इस सरिता के द्वारा निस्सरण हो रहा है। इस भार में निलम्बित भार की मात्रा 51 प्रतिशत, विलीन भार 27 प्रतिशत और तलावसाद 22 प्रतिशत है। इस भार को यदि इस जल विभाजक में मिट्टी के परत के रूप में परिकलित किया जाये तो 0.226 मिमी⁰/वर्ष की दर से अपरदन हो रहा है (तालिका-2)।

निष्कर्ष

प्रस्तुत अध्ययन से स्पष्ट हो रहा है कि मानविक और विवर्तनिक क्रियाओं का अपरदन दर पर विशेष नियंत्रण हैं। जिन छः छोटे-छाटे जल विभाजकों में विस्तृत अध्ययन किया गया है। उनके निष्कर्ष निम्नलिखित हैं:-

- (क) बांझ एवम् चीड़ के जंगल, बंजर भूमि, कृषि भूमि और विवर्तनिक विक्षुब्ध भूमि के जल विभाजक क्षेत्र से जो कुछ भार (निलम्बित भार + विलीन भार + तलावसाद) का निस्सरण हो रहा है, इसका अनुपात 1:2.4: 7.5: 10.5: 12.4 का है। कुल भार का उत्पाद-दर सबसे कम बांझ के जल विभाजक (25.8 टन/किमी²/वर्ष) से और सबसे अधिक विवर्तनिक विक्षुब्ध जल विभाजक (253.8 टन/किमी²/वर्ष) से है। यदि विलीन भार के ऊपर एक दृष्टि डालें तो इसके उत्पाद दर में अनुपात ओक, चीड़, बंजर, कृषि एवम् विवर्तनिक विक्षुब्ध भूमि में क्रमशः 1:3.3: 6.7 : 7.2 : 13.4 का है।
- (ख) इस प्रकार उत्पन्न होने वाले कुल भार को जल विभाजक के मृदा की परत के रूप में परिकलित किया जाए तो यांत्रिक अपरदन की दर 0.015 मिमी/वर्ष ओक के जंगल में तथा 0.175 मिमी/वर्ष विवर्तनिक विक्षुब्ध भूमि में है, जो कि पारिस्थितिक रूप से स्वस्थ ओक जंगल वाले जल विभाजक से 12 गुना अधिक है। बांझ के जंगल से विलीन भार से अपरदन की दर 0.003 मिमी/वर्ष तथा विवर्तनिक रूप से विक्षुब्ध भूमि में 0.003 मिमी/वर्ष है।
- (ग) खुलगाड जलागम क्षेत्र की मृदा का क्षरण 0.018 मिमी/वर्ष से 0.226 मिमी/वर्ष की दर से हो रहा है।

आभार

यह शोध कार्य प्रो0 के0एस0 वल्लिया के परियोजना रिसपान्स ऑफ हाइड्रोलॉजिक साइकिल टू एन्वायरनमेन्टल डिग्रेडेशन इन दी खुलगाड वाटरशेड, कुमायूँ हिमालय के अन्तर्गत किया गया है। जिसे पर्यावरण एवम् वन मंत्रालय, भारत सरकार द्वारा वित्तीय सहायता प्रदान की गयी थी। यह लेख इसी का एक अंश है।

तालिका 2: खुलगाड जलागम के विभिन्न जल विभाजकों में यांत्रिक रसायनिक और कुल (यांत्रिक+रसायनिक) अपरदन दर का विवरण ।

अपरदन दर	ओक के जंगल	चीड़ के जंगल	कृषि भूमि	बंजर भूमि	विवर्तनिक विक्षुब्ध भूमि
यांत्रिक अपरदन दर(मिमी/वर्ष)	0.015	0.027	0.126	0.096	0.175
रसायनिक अपरदन दर	0.003	0.015	.029	0.029	0.051
कुल अपदन दर(मिमी/वर्ष)	0.018	0.042	0.155	0.125	0.226

सन्दर्भ

- इक्स, जे0डी0 और मिजरेली, बी0, 1989: हिमालयन डायलेमा रिकाउन्सलिंग डेवलपमेन्ट एण्ड कन्जरवेशन, न्यू यार्क, यू एन वी / राउटलेज, 295 पेज ।
- ग्रीगरि, के0जे0 एण्ड वालिंग, डी0ई0, 1973: ड्रेनेज बेसिन फार्म एण्ड प्रासेस : ए जियो मारफोलाजिकल एप्रोच, इडवार्ड एर्नाल्ड, लन्दन, 456 पेज ।
- राय, एस0पी0, 1993: हाइड्रोजियोलाजिकल एण्ड जियोमारफोलाजिकल स्टडीज ऑफ स्थाहीदेवी-बिनसर एरिया डिस्ट्रिक्ट अल्मोड़ा, कुमायूँ हिमालय, अप्रकाशित पी0एच0डी0 थिसिस, कुमायूँ विश्वविद्यालय, नैनीताल, 160 पेज ।
- रावत, जे0एस0 एण्ड रावत, एम0एस0, 1994: एक्सीलीरेटेड इरोजन एण्ड डेनुडेशन इन दी नानाकोसी वाटरशेड, सेन्ट्रल हिमालय, इण्डिया, पार्ट-1: सेडीमेन्ट लोड, माउन्टेन रिसर्च एण्ड डेवलपमेन्ट, 14 (1), 25-28 ।
- त्रिवेदी, जे0आर0, गोपालन, के0 एण्ड वल्दिया, के0एस0, 1984: Rb-Sr एजेज आफ ग्रेनाइट्स विदीन द लेसर हिमालयन नैपेस, कुमायूँ हिमालय, जनरल जियो0 सोसा0 इण्डिया, 25, 641-654 ।
- वल्दिया, के0एस0, 1980: जियोलाजी ऑफ कुमायूँ लेसर हिमालय, वाडिया इन्स्टीट्यूट ऑफ हिमालयन जियोलाजी, देहरादून, 291 पेज ।
- वल्दिया, के0एस0 एण्ड बर्तरीया, एस0के0, 1989: प्राबलम ऑफ मास मूवमेन्ट्स इन ए पार्ट ऑफ कुमायूँ हिमालय, करेन्ट साइंस, 58(9) 486-491 ।