एल-मोमेन्टस विधि द्वारा निचली गंगा मैदान उपक्षेत्र 1 (जी) के प्रमापित एवं अप्रमापित जलग्रहण के लिए क्षेत्रीय बाढ़ सूत्रों का विकास

राकेश कुमार
वैज्ञानिक "एफ"

राजेश नेमा
वरिष्ठ शोध सहायक

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की

सारांश

जल संरचनाओं के अभिकल्पन हेतु बाढ़ की मात्रा तथा इसके प्रत्यागमन काल का अनुमान लगाने हेतु विश्वभर के वैज्ञानिक एवं अभियन्ताओं द्वारा प्रयास किया जाता रहा है। विभिन्न प्रकार की जल संरचनाओं के जलविज्ञानीय अभिकल्पन हेतु बाढ़ बारम्बारता विश्लेषण विधि का प्रयोग किया जाता है । जिन स्थानों पर पर्याप्त मात्रा में वार्षिक शीर्ष बाढ़ के आँकड़े उपलब्ध होते हैं, वहाँ पर विभिन्न प्रत्यागमन काल की बाढ़ का अनुमान लगाने के लिए वार्षिक शीर्ष बाढ़ के आंकडे उपलब्ध नहीं होते या पर्याप्त मात्रा में उपलब्ध नहीं होते उन स्थलों के लिए विभिन्न प्रत्यागमन काल की बाढ़ का अनुमान लगाने के लिए क्षेत्रीय बाढ़ बारम्बारता विश्लेषण विधि का उपयोग किया जाता है ।

क्षेत्रीय बाढ़ बारम्बारता विश्लेषण में एल-मोमेन्टस विधि की सार्थकता विश्व स्तर पर मान्य की गई है । इस विधि के प्रयोग द्वारा बाढ़ के आंकड़ों की उपयोगिता की जाँच, क्षेत्रीय समरूपता की जाँच तथा उपयुक्त बारम्बारता वितरण प्रणाली का चुनाव करने के लिए किया जाता है । इस प्रपत्र के एल-मोमेन्टस विधि के उपयोग द्वारा बाढ़ सूत्रों का विकास निचली गंगा मैदान उप क्षेत्र (1-जी) के प्रमापित एवं अप्रमापित जलग्रहण क्षेत्रों के लिए किया गया है । बाढ़ सूत्रों के विकास हेतु, आंकड़ों की उपयुक्ता एल-मोमेन्टस पर आधारित डिस्काडेन्सी मापदण्ड द्वारा द्वारा जाँच की गई है । एल मोमेन्टस पर आधारित समरूपता जाँच की गई है । क्षेत्रीय बारम्बारता विधि की विभिन्न वितरण प्रणालियों का तुलनात्मक अध्ययन किया गया है । प्रमापित जलग्रहण क्षेत्रों के लिए विभिन्न प्रत्यागमन काल के बाढ़ का अनुमान लगाने के लिए क्षेत्रीय बाढ़ बारम्बारता सूत्र का विकास किया गया है । अप्रमापित जलग्रहण क्षेत्रों के लिए क्षेत्रीय औसत वार्षिक बाढ़ का मान निकालने के लिए प्रमापित जलग्रहण क्षेत्रों की औसत वार्षिक बाढ़ एवं उनके क्षेत्रफल में सम्बंध स्थापित किया गया है, तथा अप्रमापित जल ग्रहण क्षेत्रों के लिए भी क्षेत्रीय बाढ़ सूत्र का विकास किया गया है ।

1.0 प्रस्तावना

बाढ़ आंकलन की विधियों को मुख्यतः पाँच श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है जैसे कि (अ) बाढ़ सूत्र एवं एनवलप वक्र (ब) रेशनल सूत्र (स) बाढ़ बारम्बारता विश्लेषण (द) इकाई जलालेख सिद्धान्त तथा (ज) जल ग्रहण क्षेत्र मॉडल्स । पिलग्रिम तथा कॉरेड्रे (1992) का मत है कि लघु तथा मध्यम आकार के जलग्रहण क्षेत्रों के लिए शीर्ष बाड़ का अनुमान लगाना शायद सबसे अधिक प्रचलित एवं सबसे अधथ्क आर्थिक महत्व की पद्धति है । इन लेखकों का यह भी मत है कि बाढ़ आंकलन की जो भी अनेकों विधियां उपयोग की लाई गई है उनमें तीन विधियाँ मुख्य हैः 1. रेशनल सूत्र 2. एस.सी.एस.मृदा संरक्षण विधि 3. क्षेत्रीय बाढ़ बारम्बारता विश्लेषण विधि ।

एल-मोमेन्टस का विकास होस्किंग (1990) द्वारा किया गया । हास्किंग (1990) ने एल-मोमेन्टस को प्रायिकता भारित आघूर्ण के रेखिक समन्वय के रूप में परिभाषित किया । जलविज्ञान के क्षेत्र में आंकड़ों की प्राकृति तथा बारम्बारता वितरण वक्रों के पैरामीटरों के उचित अनुमान लगाने में एल-मोमेन्टस बहुत अधिक उपयोग किया गया है । (स्टेडिन्जर, 1992) । बारम्बारता वक्रों के पैरामीटरों का अनुमान लगाने वाली विधियां निम्नानुसार है ।

1. आघुर्णों का सिद्धान्त
2. न्यून्तम वक्रों का सिद्धान्त
3. अधिकतम सम्भावना का सिद्धान्त
4. प्रायिकता भारित आघुर्णों का सिद्धान्त
5. एल-मोमेन्टस का सिद्धान्त

एल मोमेन्टस विधि उपरोक्त सभी विधियों से श्रेष्ठ है तथा विश्वभर के अनेकों विभागों में उपयोग में लाई जा रही है ।

2.0 क्षेत्रीय बाढ़ बारम्बारता विश्लेषण विधि

क्षेत्रीय बाढ़ बारम्बारता विश्लेषण विधि में एल-मोमेन्टास का उपयोग करते हुए प्रमापित तथा अप्रमापित जलग्रहण क्षेत्रों के लिए बाढ़ बारम्बारता सूत्रों ने विकास की विधि निम्न प्रकार है (कुमार इत्यादि 2003):

1. आंकड़ों की उपयुक्ता की एल-मोमेटन्टस पर आधारित डिस्काडेन्सी मापदण्ड द्वारा जाँच ।
2. एल-मोमेन्टस पर आधारित समरूपता जाँच मापदण्ड द्वारा वार्षिक शीर्षतम बाढ़ के आंकड़ों का उपयोग करते हुए क्षेत्रीय समरूपता की जांच ।
3. क्षेत्रीय बाढ़ बारम्बारता विश्लेषण विधि द्वारा तुलनात्मक अध्ययन तथा एल-मोमेन्टस अनुपात आरेख एवं जेड सांख्यिकी मापदण्ड द्वारा उपयुक्त बाढ़ बारम्बारता वक्र की पहचान करना ।
4. प्रमापित जलग्रहण क्षेत्रों के लिए, विभिन्न प्रत्यागमन काल के बाढ़ का अनुमान लगाने के लिए चुने गये क्षेत्रीय बाढ़ बारम्बारता वक्र को विकसित करना ।
5. अप्रमापित जल ग्रहण क्षेत्रों के लिए क्षेत्रीय औसत वार्षिक शीर्ष बाढ़ का मान निकालने के लिए प्रमापित जलग्रहण क्षेत्रों की औसत वार्षिक बाढ़ एवं उनके क्षेत्रफल में सम्बंध स्थापित करना ।

6. उसी समरूप क्षेत्र के अप्रमापित जलग्रहण क्षेत्रों के लिए विभिन्न प्रत्यागमन काल की बाढ़ का अनुमान लगाने के लिए, चुने गये क्षेत्रीय बाढ़ बारम्बरता वक्र एवं क्षेत्रीय औसत वार्षिक बाढ़ तथा जल ग्रहण क्षेत्रों के क्षेत्रफल के सम्बंध का समन्वय करना ।

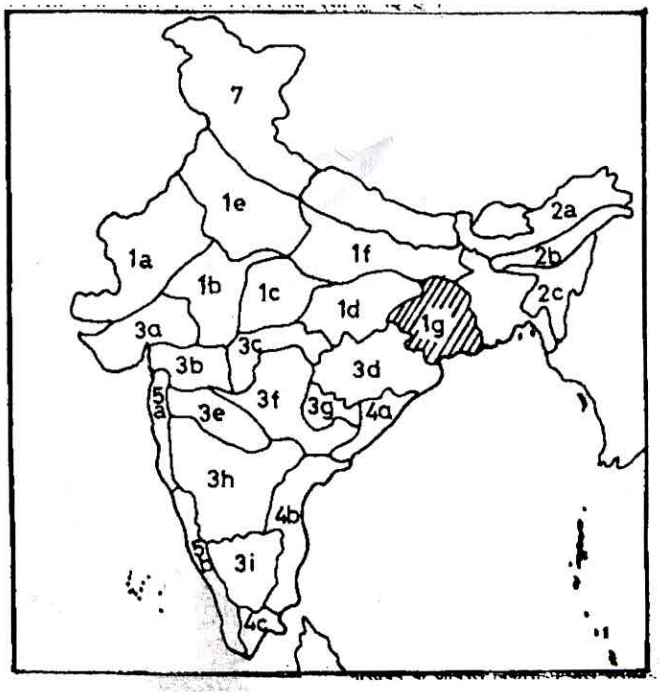
2.1 क्षेत्रीय बाढ़ बारम्बारता वक्रों का विकास

उपरोक्त क्षेत्रीय बाढ़ बारम्बारता विश्लेषण विधि का उपयोग करते हुए विकसित किये गये क्षेत्रीय बाढ़ बारम्बारता वक्रों का पूर्ण विवरण रा.ज.स. (2002) में दिया गया है ।

इस प्रपत्र में निचली गंगा मैदानी क्षेत्र (उपक्षेत्र 1-जी) के प्रमापित एवं अप्रमापित जल ग्रहण क्षेत्रों के लिए एल-मोमेन्टास विधि के द्वारा विकसित किये गये क्षेत्रीय बाढ़ बारम्बारता सूत्रों का विवरण दिया गया है ।

3.0 अध्ययन क्षेत्र का विवरण आंकड़ों की उपलब्धता

निचले गंगा मैदानी उपक्षेत्र (1-जी) को पहले निचली गंगा मैदान के नाम से जाना जाता था, इसमें गंगा और वैटरानी के मध्य पूर्वोत्तर बहने वाले अन्य नदियाँ सम्मिलित थी (केन्द्रीय जल आयोग 1985) । इस उपक्षेत्र में गंगा का निचला हिस्सा, हुगली नदी तंत्र और स्वर्णरेखा नदियाँ सम्मिलित नहीं की गई है । इस अध्ययन क्षेत्र में 13 प्राप्य सरिता स्थलों के अधिकतम वार्षिक शीर्ष बाढ़ के आंकड़ों का उपयोग किया गया है, इन प्राप्य सरिता स्थलों के आवाह क्षेत्र 15 से 569.8 वर्ग किमी. के मध्य है तालिका - 1 में दर्शाये अनुसार तथा वार्षिक शीर्ष बाढ़ का मध्यमान 51.2 से 650.52 मी^{3} सेकेण्ड है । चित्र - 1 में निचली गंगा मैदान 1-जी की स्थिति दर्शायी गई है ।



तालिका - 1: निचली गंगा मैदान क्षेत्र (उपक्षेत्र 1-जी) के विभिन्न जलग्रहण क्षेत्रों के क्षेत्रफल तथा वार्षिक शीर्षबाढ़ के आंकड़ों की सांख्यकी

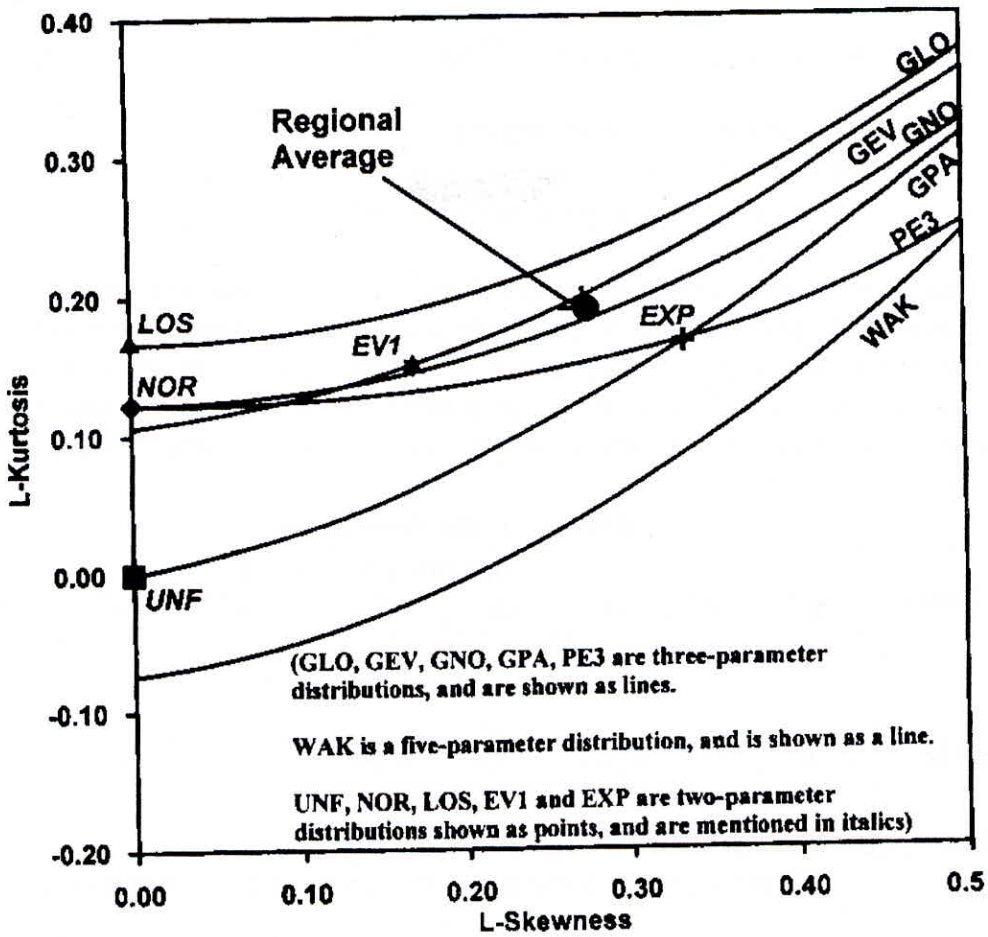
क्रम सं0	सेतु सं0	जलग्रहण क्षेत्रफल (वर्ग किमी.)	औसत शीष बाढ़ (क्यूसेक)	उपलब्धता सं0 वर्ष
1.	181	212.9	260.40	23
2.	94	336.7	356.10	18
3.	286	136.83	137.50	29
4.	49	393.68	650.50	36
5.	462	516.3	163.20	10
6.	656	79.5	99.90	33
7.	160	164.2	12.20	13
8.	676	92.4	185.60	33
9.	101	244.24	224.00	32
10.	27	15.01	51.2	30

3.1 क्षेत्रीय समरूपता की जाँच

क्षेत्रीय समरूपता की जाँच के लिये एच-1 सांख्यिकी जिसे की असमरूपता मापदण्ड (होस्किंग 1993 की संज्ञा दी जाती है,) का उपयोग किया गया है । इस क्षेत्र के लिये 13 जलग्रहण क्षेत्रों में से 10 जलग्रहण क्षेत्रों के लिये 500 अनुकरणों द्वारा वुप्पा वितरण प्रणाली के उपयोग करते हुए 'H' के मान की गणना 3.39 पाई गई जो कि 1 से अधिक है अतः उपक्षेत्र 1-जी असमरूप क्षेत्र है, तत्पश्चात सांख्यिकी मापदण्ड में D^1 का मान 0.8 से 2.27 तक परिवर्तित होता है जो कि संभाव्य मान 2.491 से कम है अतः 13 प्राप्य सरिता प्रवाह स्थलों में से 10 स्थलों के लिये क्षेत्रीय बाढ़ बारम्बारता विश्लेषण के लिये उपयुक्त पाई गई । असमरूपता जाँच (H) की गणना करने पर मान 1.32 प्राप्त हुआ ।

3.2 क्षेत्रीय बाढ़ बारम्बारता वक्रों का चुनाव

क्षेत्रीय बाढ़ बारम्बारता वक्र का चुनाव एल-मोमेन्टस अनुपात आरेख (चित्र 2) व जेड-सांख्यिकी (तलिका - 2) के आधार पर किया गया है । इन दोनों मापदण्डों के आधार पर जनरल एक्ट्रीम वैल्यू (जी.ई.वी. वितरण वक्र इस क्षेत्र के लिये सबसे उपयुक्त पाया गया ।



चित्र- 2 एल मोमेन्टस अनुपात आरेख

तालिका -2- विभिन्न वितरणों के लिए जेड़ सांख्यिकी

क्रम सं0	वितरण	जेड - सांख्यिकी
1.	जी.ई.वी.	0-27
2.	जी.एन.ओ.	-0.32
3.	जी.एल.ओ.	1.22
4.	पी.ई.(3)	-1.36
5.	जी.पी.ए.	-2.19

3.3 प्रमापित क्षेत्रों के लिए बाढ़ सूत्र

जी.ई.वी.वितरण के लिए पैरामीटरों के क्षेत्रीय मान तालिका - 3 के अनुसार है --

तालिका - 3 उपक्षेत्र 1-जी के लिए जी.ई.वी. वितरण के क्षेत्रीय मान

वितरण	पैरामीटरों का वितरण
जी.ई.वी.	K= -0.159

उपरोक्त तालिका - 2 के अनुसार प्रमापित क्षेत्रों के लिए विकसित सूत्र

$$Q_T = [- 2.61+3.22 (-\ln(1-1/T))^{-0.159}]Q \ldots\ldots I$$

जहाँ

Q_T = प्रत्यागमन काल के लिए बाढ़ मान

T = प्रत्यागमन काल तथा

Q = प्रमापित जलग्रहण क्षेत्र के लिए औसत वार्षिक शीर्ष बाढ़ है ।

उपक्षेत्र 1 जी वे कसी भी प्रमापित जलग्रहण क्षेत्र के लिए किसी भी प्रत्यागमन काल की बाढ़ का अनुमान उपरोक्त सूत्र से लगाया जा सकता है । इसके अतिरिक्त कुछ अधिकतर उपयोग में आने वाले प्रत्यागमन कालों के लिए बाढ़ का अनुमान तालिका - 4 में दिये गये ग्रोथ फैक्टर्स से भी लगाया जा सकता है । इसके लिए जिस प्रत्यागमन काल की बाढ़ का अनुमान लगाना हो उसी प्रत्यागमन काल के मान को प्रमापित जलग्रहण क्षेत्र की औसत शीर्ष बाढ़ से गुणा करने से उस प्रत्यागमन काल की बाढ़ का मान प्राप्त हो जायेगा ।

तालिका 4 : ग्रोथ फैक्टर्स के मान

वितरण	प्रत्यागमन काल (वष)							
	2	10	25	50	100	200	500	1000
	ग्रोथ फैक्टस							
जीईवी	0.803	1.995	2.745	3.379	4.083	4.867	6.042	7.052

3.4 अप्रमापित बाढ़ क्षेत्रों के लिए बाढ़ सूत्र

उपक्षेत्र 1 जी के अप्रमापित क्षेत्रों के लिए विकसित बाढ़ सूत्र निम्नलिखित है

$$Q_T = [- 32.1+ 39.6 (--\ln (1 -1/T))^{-0.159}] A^{0.538}$$

जहाँ . A = अप्रमापित जलग्रहण क्षे9 का क्षेत्रफल

Q_T = T वर्ष के प्रत्यागमन काल की बाढ़

उपरोक्त सूत्र में उपयोग किये गये प्रमापित जलग्रहण क्षेत्रों तथा औसत वार्षिक शीर्ष बाढ़ के सम्बंध में कोरिलेशन गुणांक (r) का मान 0.83 हैं । उपरोक्त सूत्र के आधार पर उपक्षेत्र 1-जी विभिन्न अप्रमापित जलग्रहण क्षेत्रों के लिए विभिन्न प्रत्यागमन कालों की बाढ़ के अनुमान तालिका -5 में दर्शाए गए हैं ।

तालिका - 5 उपक्षेत्र 1 -जी के विभिन्न अप्रमापित जलग्रहण क्षेत्र के लिए बाढ़ अनुमान

जलग्रहण क्षेत्र का क्षेत्रफल (वर्ग किमी.)	प्रत्यागमनकाल (वर्ष)							
	2	10	25	50	100	200	500	1000
	विभिन्न प्रत्यागमन काल के लिए बाढ़ अनुमान							
10	34	85	117	143	173	207	256	299
20	49	123	169	208	252	300	372	435
20	49	123	169	208	252	300	372	435
30	62	153	210	259	313	373	463	541
40	72	179	246	302	365	436	541	631
50	81	201	277	341	412	491	610	712
60	89	222	306	376	454	542	673	785
70	97	241	332	409	494	589	731	853
80	104	259	357	439	531	632	785	916
90	111	276	380	468	565	674	837	976
100	118	292	402	495	598	713	885	1033
150	146	364	500	616	744	887	1101	1285
200	171	424	584	719	869	1035	1285	1500
250	193	479	658	811	979	1168	1449	1692
300	212	528	726	894	1080	1288	1599	1866
350	231	574	789	971	1174	1399	1737	2027
400	248	616	848	1044	1261	1503	1866	2178
450	264	657	903	1112	1344	1602	1988	2321
500	280	695	956	1177	1422	1695	2104	2456
550	294	731	1006	1239	1497	1784	2215	2585
600	309	766	1055	1298	1569	1870	2321	2709

4.0 निष्कर्ष

1. एल - मोमेन्टस विधि - क्षेत्रीय बाढ़ बारम्बारता विश्लेषण में अत्यन्त उपयोगी है तथा इसके आधार पर विभिन्न प्रत्यागमन काल की उचित बाढ़ का अनुमान लगाना सरल है ।

2. भारतीय जलविज्ञान आंकलन मापदण्ड के अनुसार विभथ्न्न प्रतयागमन काल की बाढ़ का उपयोग अनेकों संरचनाओं के आंकलन के लिए किया जाता है / इस प्रपत्र में दर्शाये गये बाढ़ कारम्बारता सूत्र उपक्षेत्र 1 -जी के लिए अनेक प्रकार की जल संरचनाओं के लिए बाढ़ के अनुमान लगाने में उपयोगी होगें ।

3. उपक्षेत्र 1 जी के प्रमापित जलग्रहण क्षेत्रों के लिए तथा अप्रमापित जलग्रहण क्षेत्रों के लिए सरल बाढ 1 सूत्रों का विकास प्रस्तुत किया गयाहै । इस अध्ययन में उपयोग किये गये जलग्रहण क्षेत्रों का क्षेत्रफल 15 वर्ग किमी. से 569.8 वर्ग किमी है । अतः इस प्रपत्र में दिये गये बाढ़ सूत्र लगभग उपरोक्त क्षेफल के जलग्रहण क्षेत्रों के लिए ही उचित बाढ़ का अनुमान लगाने में सक्ष्म माने जा सकते हैं ।

4. प्रमापित जलग्रहण क्षेत्रों के लिए ओर अधिक अवधि के आंकड़े उपयोग करने से प्रमापित जलग्रहण क्षत्रों के बाढ़ सूत्र को अधिक बेहतर बनाया जा सकता है ।

5. अप्रमापित जलग्रहण क्षेत्रों के लिए विकसित किया गया बाढ़ सूत्र, औसत वार्षिक शीर्ष बाढ़ तथा जलग्रहण क्षेत्रफल के अतिरिक्त जलग्रहण क्षेत्रों तथा जलवायु के अन्य गुणों का उपयोग करने से और अधिक उपयुक्त रूप से स्थापित किया जा सकता है ।

संदर्भ

जे.आर.एम.होस्किंग (1990), " एल-मोमेन्टस : सांख्यिकी के मिश्रण से वितरणों का विश्लेषण एवं अनुमान", रॉयल सांख्यिकी समिति का जनरल, श्रंखला बी 52, 105 -124

डी.एच.पिलग्रिम तथा आई कारड्रें (1992) "बाढ़ अपवाह" हैण्डबुक आफ हाइड्रोलोजी, (सम्पादक डी.आर. मैडमेन्ट), अध्याय 9, मैग्राहिल, न्यायार्क

राकेश कुमार, चन्द्रनाथ चटर्जी तथा संजय कुमार (2003) " सोन उपक्षेत्र के लिए एल-मोमेन्टस के उपयोग से क्षेत्रीय बाढ़ सूत्र" अप्लाईड इन्जीनियरिंग इन एग्रीकल्चर, अमेरिकन सोसाइटी आफ एग्रीकल्चरल इन्जीनर्स, इन एग्रीकल्चर, अमेरिकन सोसाइटी आफ एग्रीकल्चरल इन्जीयर्य, 19 (1), 47-53

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, (2002) एल-मोमेन्टस के उपयोग द्वास मध्यीय गंगा मैदानी क्षेत्र (उपक्षेत्र 5 1 एफ) के लिए क्षेत्रीय बाढ़ सूत्रों का विकास, (प्रकाशन अधीन)

जे.आर.स्टेडिन्जर, आर.एम.वागेल.तथा ई.फाउफोला जियोजियाँ (1992) अधिकतम इवेन्टस की बाढ़ बारम्बारता, (सम्पादक डी.आर.मैडमेन्ट) हैंडबुक ऑफ हाइड्रोलाजी, अध्याय 18, मेग्राहिल, न्यूर्याक

जे.आर.एम.होस्किंग (1993), " क्षेत्रीय बारम्बारता विश्लेषण में उपयोगी कुद सांख्यिकी" जल संसाधन अनुसंधान 29 (2) : 271:281