''जल संसाधन के क्षेत्र में भावी चुनौतियाँ''
विषय पर राष्ट्रीय संगोष्ठी
16-17 दिसम्बर, 2003, रुड़की (उत्तरांचल)

हिण्डन नदी जलग्रहण क्षेत्र के ऊपरी भाग की मृदा जलांश विशिष्टतायें

संजय मित्तल **चन्द्र प्रकाश कुमार**
राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की।

सारांश

जलविज्ञानीय और कृषि प्रणालियों के गणितीय प्रतिरूपों (mathematical models) के अध्ययन हेतु मृदा जलांश (θ), मृदा जल दबाव (h) और असंतृप्त द्रवीय चालकता (K) के पारस्परिक सम्बन्धों का ज्ञान अति आवश्यक है। अतः k(h) और h(θ) के आंकलन हेतु सतत शोध प्रयासों के फलस्वरूप अनेक प्रयोगशाला, क्षेत्रीय एवं सैद्धांतिक विधियों का विकास हो चुका है। यह प्रपत्र हिण्डन नदी के प्रतिप्रवाह खण्ड में मृदा जलांश विशिष्टतायें एवं उनका नदी प्रवाह की दिशा में विचरण प्रस्तुत करता है। हिण्डन नदी के प्रतिप्रवाह क्षेत्र में लगभग 24 किलोमीटर नदी खण्ड में औरंगाबाद, कमालपुर, बुद्धाखेड़ा, गागलहेड़ी और दूधिल बुखारा में 14 स्थानों से 38 मृदा प्रतिदर्श एकत्रित किये गये। प्रत्येक एकत्रित मृदा प्रतिदर्श के विस्तृत प्रयोगशाला मापन किये गये। प्रत्येक मृदा प्रतिदर्श की संरध्रता (porosity) मापी गई। मृदा गठन (soil texture) छन्नी विश्लेषण (sieve analysis) एवं लेज़र विश्लेषण (laser diffraction) विधियों द्वारा ज्ञात किये गये। संतृप्त द्रवीय चालकता (saturated hydraulic conductivity) प्रयोगशाला में आई.सी.डब्लयू. पारगम्यतामापी (ICW Permeameter) द्वारा मापी गई। मृदा जलांश संचायक (soil moisture retention) आँकड़े दबाव प्लेट यंत्र (Pressure Plate Apparatus) द्वारा प्राप्त किये गये। वैन गैनूच्टेन प्रतिरूप (van Genuchten model) के जलांश संचायक सूत्र के प्राचल अरेखीय समाश्रयण (non-linear regression) द्वारा ज्ञात किये गये। प्राप्त आँकड़ों के आधार पर मृदा गठन और संतृप्त द्रवीय चालकता के मध्य एक अनुभाविक सम्बन्ध (empirical relationship) का विकास किया गया। यह आशा की जाती है कि इस अध्ययन से प्राप्त परिणाम हिण्डन नदी जलग्रहण क्षेत्र के गणितीय प्रतिरूपों के अध्ययन में काफी सहायक सिद्ध होंगे।

1. प्रस्तावना :

मृदा जल संचलन की भौतिकी का ज्ञान जलविभाजक जलविज्ञान में समस्याओं के समाधान हेतु आवश्यक होता है, उदाहरणतयाः वर्षा के बाद अंतः स्यंदन और अपवाह की भविष्यवाणी और भूजल संचयन में जलविभाजक के विभिन्न भागों के योगदान का आंकलन। मृदा जल प्रवाह

की भविष्यवाणी के लिये, मृदा द्रवीय गुणों के आंकलन की सुविधाजनक और विश्वसनीय तकनीकों की आवश्यकता होती है।

मृदा जलांश अवस्था के विश्लेषात्मक अध्ययनों के लिये नियंत्रक घटकों का समलोचनात्मक पुनर्निरीक्षण और यथार्थ मूल्यांकन आवश्यक होता है। मृदा जलांश के नियंत्रक घटकों को दो मुख्य समूहों में वर्गीकृत किया जा सकता है अर्थात जलवायु सम्बन्धी घटक और मृदा सम्बन्धी घटक। वर्षा तीव्रता एवं काल, अंतरवर्षा काल, मृदा सतह का तापमान, सापेक्ष आर्द्रता, विकिरण, वाष्पन, वाष्प-वाष्पोत्सर्जन इत्यादि जलवायु सम्बन्धी घटकों के अन्तर्गत आते हैं। मृदा संयोजी विभव और जल मात्रा सम्बन्ध, द्रवीय चालकता और जल मात्रा सम्बन्ध, संतृप्त द्रवीय चालकता एवं प्रभावी माध्यम संरध्रता, मृदा सम्बन्धी घटकों के अन्तर्गत आते हैं। इन घटकों के अतिरिक्त भूजल तल की गहराई की भी आवश्यकता होती है।

मृदा के मैट्रिक विभव और आयतनी जल मात्रा के पारस्परिक सम्बन्ध को मृदा जलांश विशिष्टता वक्र कहा जाता है क्योंकि वक्र रेखा प्रत्येक मृदा का विशिष्ट गुण है। विभिन्न मृदाओं के मृदा जलांश विशिष्टता वक्रों के बीच अन्तर मूल रूप से रन्ध्र आमाप वितरण के कारण होता है। ये वक्र मृदा के स्थूल घनत्व और मृदा बनावट के अंतर के प्रति संवेदनशील होते हैं। इसके अतिरिक्त ये वक्र साधारणतया: मृदा के जलीय या शुष्क होने के अनुरूप शैथिल्य दर्शाते हैं।

वर्तमान अध्ययन में हिण्डन नदी के उपरी भाग के किनारे किनारे विभिन्न स्थलों पर मृदा जलांश विशिष्टतायें ज्ञात करने के लिये क्षेत्र और प्रयोगशाला अन्वेषण किये गये। मृदा गठन से संतृप्त द्रवीय चालकता ज्ञात करने के लिये एक आनुभविक संबध का भी विकास किया गया।

2. अध्ययन क्षेत्र :

अध्ययन क्षेत्र गंगा मैदान का एक भाग है जिसको तीन पट्टियों: भाभर पट्टी, तराई पट्टी और जलोढ़ मैदान में विभाजित किया जा सकता है। हिमालय के गिरिपाद क्षेत्र में पहाडियाँ शैलमलबा पंखो की तरह दक्षिण की ओर झल्लरित है। शैलमलबा पंख क्षेत्र का उपरी भाग शैल खंड, बजरी और मृदा से संघटित है और घने वनों से आच्छादित है। यह क्षेत्र जो कि भाभर के नाम से जाना जाता है, करीब 200 मीटर गहरा है। भाभर की रचना मुख्यत: असंपिड़ित बोल्डरो से बनी होती है। इस अतिप्रवण भूढाल क्षेत्र में भूजल तल, भूसतह से 5 से 37 मीटर की गहराई तक स्थित है। भाभर क्षेत्र की दक्षिणी सीमा एक स्रोत रेखा बनाती है जो कि तराई प्रदेश की उत्तरी सीमा से भी निर्दिष्ट होती है।

तराई प्रदेश भाभर क्षेत्र के दक्षिण से सटा हुआ है। यह भाभर और जलोढ़ मैदान के बीच परिवर्तन क्षेत्र है। यह मृत्तिका और बालू की एंकातर परतों से संघटित है तथा दलदलीय अवस्था में घास और घने वन से आच्छादित है। तराई क्षेत्र में भूढाल मृदु से अति प्रवण के बीच परिवर्तित होता है और भूजल तल बहुत उथली गहराई पर है। पट्टी की चौड़ाई 5.5 से 8.0 कि.मी. तक विचरित होती है। प्रस्तुत अध्ययन क्षेत्र जलोढ़ मैदान में स्थित है जो कि एक समतल क्षेत्र है तथा

उत्तर पश्चिम से दक्षिण पूर्व की और मंद ढालू है। आश्मिकी के अनुसार, गंगा मैदान असंपिड़ित बालू, मृत्तिका और कंकड़ से बना हुआ घना जलोढ़ जमाव है।

अध्ययन क्षेत्र, अक्षांश 29^0 55‘ और 30^0 6‘ उत्तर तथा रेखांश 77^0 35‘ और 77^0 46‘ पूर्व के बीच परिबद्ध, हिण्डन बेसिन के उपरी भाग में स्थित है (चित्र-1)। यह क्षेत्र सर्वे ऑफ इंडिया के स्थलाकृतिक शीट 53एफ/12, 53एफ/16, 53जी/9 और 53जी/13 के 1:50,000 के स्केल में समावेशित है और उत्तर प्रदेश (भारत) के सहारनपुर जिले में स्थित है। अन्वेषित क्षेत्र हिण्डन नदी के किनारे किनारे करीब 24 कि.मी. के प्रतिप्रवाह खंड में स्थित है। अध्ययन औरंगाबाद और दूध्ि ाल बुखारा ग्रामों के बीच में हिण्डन नदी के विस्तार तक सीमित है।

हिण्डन बेसिन में जलवायु साधारण से उपोष्ण प्रकार का मानसून है। अत: वहाँ वर्षा, तापमान और आपेक्षित आर्द्रता में निश्चित मौसमी परिवर्तन होता रहता है। सहारनपुर नगर में तापमान का विचरण सर्दियों में 8^0 सेंटीग्रेड से ग्रमियों में 40^0 सेंटीग्रेड तक होता है और औसत वार्षिक मानसून वर्षा 886 मि.मी. है। क्षेत्र का जल निकास हिण्डन नदी में होता है जो कि दक्षिण की ओर बहती हुई एक अल्पजीवी नदी है। हिण्डन नदी अध्ययन क्षेत्र के बाहर गाजियाबाद (अक्षांस 28^0 28’, उत्तर) के समीप यमुना नदी (गंगा नदी की एक उपनदी) में जाकर मिलती है।

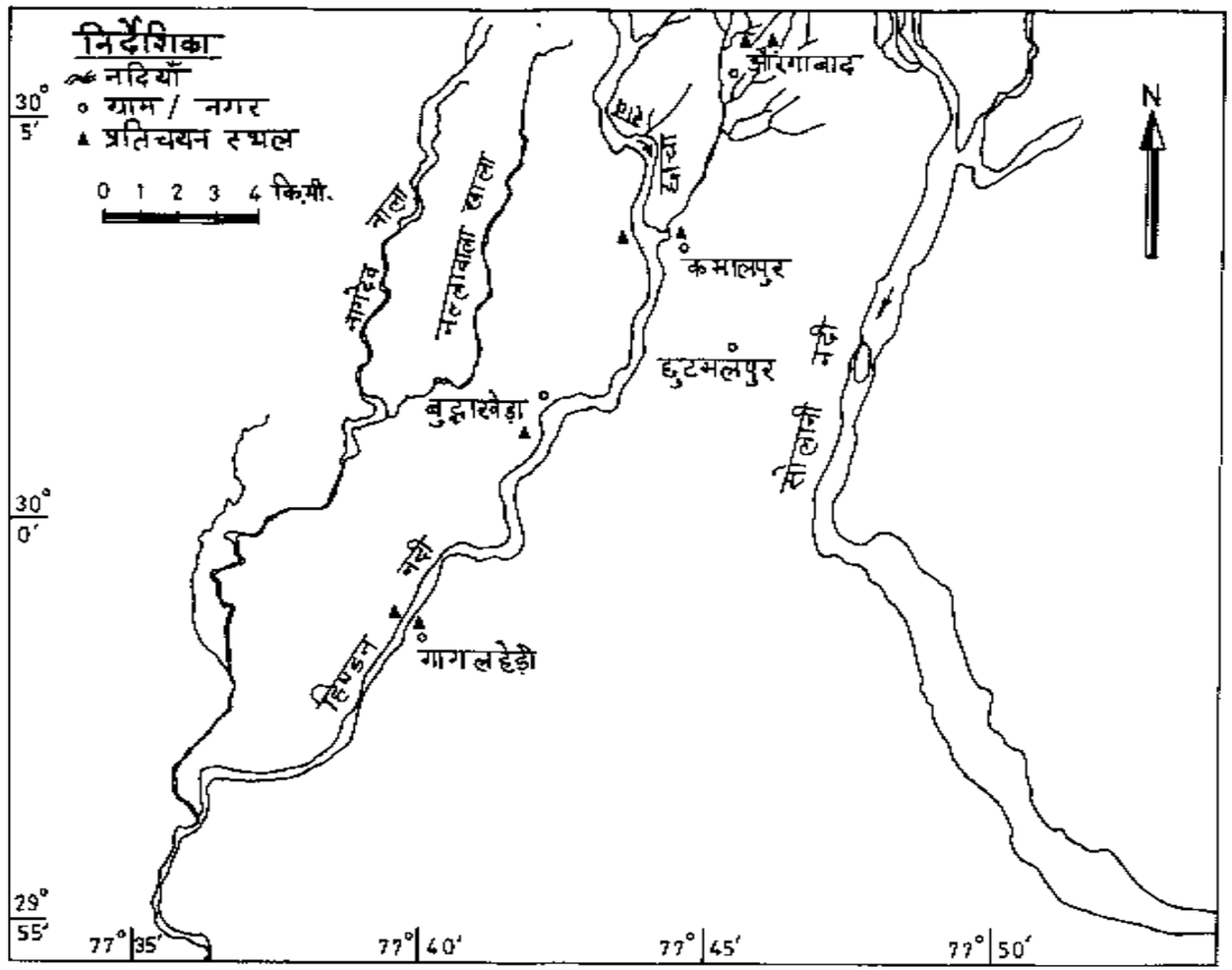
इस क्षेत्र में हिण्डन नदी व्यवस्था द्वारा जलोढ़ प्रकार की मृदा का जमाव है। आश्मिकी के अनुसार, यह मुख्यत: मृत्तिका, साद, सूक्ष्म से स्थूल बालू से बनी हुयी होती है। मृदा गेहूँ, ईख और तरकारी उगाने के लिये बहुत उपजाऊ है जबकि रेतमय नदी स्तर के किनारे किनारे फलों के बगीचे भी सामान्य हैं।

3. मृदा जलांश विशिष्टतायें :

3.1 कण आकार वितरण और संतृप्त द्रवीय चालकता :

मृदा द्रवीय गुण स्थूलदर्शीय गुण हैं जो कि रंध्र माप स्तर की अपेक्षा अधिक विस्तृत माप स्तर पर निर्दिष्ट किये जाते हैं। वास्तव में मृदा द्रवीय गुण रंध्र माप पर और विशेषतया: रंध्र आमाप वितरण पर बहुत अधिक निर्भर करते हैं क्योकि रंध्र आमाप वितरण एक विस्तृत सीमा तक मृदा कणों के आकार वितरण द्वारा नियंत्रित होता है, इसलिए मृदा के द्रवीय गुण कण आकार वितरण के साथ विचरित होते हैं।

मृदा के प्राथमिक कण बालू, साद और मृत्तिका हैं जिनके आकार क्रमानुसार यू. एस. कृषि विभाग के वर्गीकरण के अनुसार 2 से 0.05 मि.मी., 0.05 से 0.002 मि.मी. और 0.002 मि.मी. से छोटे कण हैं। 2 मि.मी. से बडे कणों को बजरी कहा जाता है। प्रत्येक मृदा प्रतिदर्श में मृत्तिका, साद, बालू और बजरी की प्रतिशतता ज्ञात करने के लिये छन्नी विश्लेषण (कण आकार > 0.075 मि.मी.) और लेज़र कण आकार विश्लेषक (कण आकार 1.2 माइक्रो मी. - 600 माइक्रो मी.) के परिणामों को संमिश्रित किया गया।



चित्र 1 : अध्ययन क्षेत्र का स्थल मानचित्र

तालिका 1 हिण्डन नदी जलग्रहण क्षेत्र के उपरी भाग से एकत्रित मृदा प्रतिदर्शो की स्थिति और भूतल से गहराई को प्रस्तुत करती है। तालिका–2 सभी मृदा प्रतिदर्शो के लिये कण आकार वितरण को प्रस्तुत करती है। अध्ययन क्षेत्र में मुख्यता: बालू, दुमटी बालू, रेतमय दुमट और सिल्ट दुमट आदि मृदा प्रकार पाये गये। प्रत्येक स्थल पर पाये गये मृदा प्रकार निम्नलिखित हैं:

औरंगाबाद	:	सिल्ट दुमट, रेतमय दुमट	बुद्धाखेड़ा	:	बालू
कमालपुर	:	बालू, दुमटी बालू	गागलहेड़ी	:	सिल्ट दुमट, दुमटी बालू, बालू
दूधिल बुखारा	:	बालू, सिल्ट दुमट			

एकत्रित सभी मृदा प्रतिदर्शो के लिये संतृप्त द्रवीय चालकता प्रयोगशाला में आई.सी.डब्लू. पारगम्यतामापी द्वारा मापी गयी। विभिन्न स्थलों और गहराइयों पर संतृप्त द्रवीय चालकता में विस्तृत विचरण प्रेक्षित किये गये (तालिका 2)।

3.1.1 आनुभविक सम्बन्ध :

मृदा गठन (मृत्तिका, साद और बालू की प्रतिशतता) के प्रायोगिक आंकड़े और आई.सी.डब्लू. पारगम्यतामापी द्वारा प्राप्त संतृप्त द्रवीय चालकता के समतुल्य मानों के संमजन द्वारा निम्नलिखित आनुभाविक संबध व्युत्पन किया गया:

$$K_s = 1.640\ (S_a/S_i) - 0.05\ (S_a/C_l) \qquad (1)$$

जहाँ, K_s = संतृप्त द्रवीय चालकता (सेमी/घंटा); Sa = बालू की प्रतिशत; Si = साद की प्रतिशत; और C_l = मृत्तिका की प्रतिशत।

समीकरण (1) को अध्ययन क्षेत्र में मापित मृत्तिका, साद और बालू की प्रतिशतता से संतृप्त द्रवीय चालकता के सन्निकट प्राक्कलन के लिये प्रयोग किया जा सकता है। यह महत्व देने योग्य है कि उपरोक्त सम्बन्ध मूल रूप से अध्ययन क्षेत्र में रेतमय मृदाओं के लिये व्युत्पन्न किया गया है अत: इसका अन्य क्षेत्रों के लिये सामान्य प्रयोग उपयुक्त नहीं है।

3.2 मृदा जलांश संचायक विशिष्टतायें :

असंतृप्त क्षेत्र में जल तथा रसायनों के संचायक और संचलन के प्रतिरूपण के लिये, मृदा जल दाब, जल मात्रा और द्रवीय चालकता के पारस्परिक सम्बन्धों का ज्ञान अति आवश्यक है। बहुधा, प्राचालिक गणितीय सूत्रों द्वारा इन फलनों का वर्णन सुविधाजनक रहता है। तब मृदा द्रवीय गुणों का प्रकटीकरण, विशिष्ट रचनात्मक प्रतिरूप के प्राचलों के आंकलन द्वारा किया जाता है।

तालिका 1 : मृदा प्रतिचयन स्थलों की अवस्थिति

क्र. स.	मृदा प्रतिदर्श संकेतक	ग्राम	नदी के मध्य से सामान्य दूरी (मी०)	किनारा	गहराई परिसीमा (सेमी)
1	A11	औरंगाबाद	200	बाँया	90 – 110
2	A12	औरंगाबाद	200	बाँया	150 – 180
3	A21	औरंगाबाद	100	बाँया	0 – 40
4	A22	औरंगाबाद	100	बाँया	100 – 120
5	A23	औरंगाबाद	100	बाँया	160 – 180
6	A31	औरंगाबाद	100	दाँया	0 – 30
7	A32	औरंगाबाद	100	दाँया	90 – 110
8	A33	औरंगाबाद	100	दाँया	160 – 180
9	A41	औरंगाबाद	200	दाँया	0 – 30
10	A42	औरंगाबाद	200	दाँया	90 - 110
11	A43	औरंगाबाद	200	दाँया	170 - 190
12	K11	कमालपुर	100	बाँया	0 - 100
13	K12	कमालपुर	100	बाँया	100 – 150
14	K13	कमालपुर	100	बाँया	150 - 200
15	K21	कमालपुर	200	बाँया	0 – 70
16	K22	कमालपुर	200	बाँया	70 – 110
17	K23	कमालपुर	200	बाँया	110 – 180
18	K31	कमालपुर	400	बाँया	0 - 100
19	K32	कमालपुर	400	बाँया	100 – 180
20	K33	कमालपुर	400	बाँया	180 – 220
21	K41	कमालपुर	100	दाँया	40 – 60
22	K42	कमालपुर	100	दाँया	105 – 125
23	K51	कमालपुर	200	दाँया	40 – 60
24	K52	कमालपुर	200	दाँया	100 – 120
25	K53	कमालपुर	200	दाँया	160 – 180
26	K61	कमालपुर	400	दाँया	45 – 65
27	K62	कमालपुर	400	दाँया	100 – 120
28	B11	बुद्धाखेड़ा	100	दाँया	35 – 55
29	B12	बुद्धाखेड़ा	100	दाँया	70 – 90
30	B13	बुद्धाखेड़ा	100	दाँया	120 – 140
31	G11	गागलहेड़ी	100	दाँया	35 – 55
32	G12	गागलहेड़ी	100	दाँया	70 – 90
33	G13	गागलहेड़ी	100	दाँया	130 - 150
34	G21	गागलहेड़ी	100	बाँया	70 – 90
35	D11	दूधिल बुखारा	100	दाँया	5 - 15
36	D12	दूधिल बुखारा	100	दाँया	30 – 50
37	D13	दूधिल बुखारा	100	दाँया	85 – 95
38	D14	दूधिल बुखारा	100	दाँया	110 - 120

तालिका 2 : कण आकार वितरण और संतृप्त द्रवीय चालकता

क्र. सं.	स्थल	प्रतिदर्श संख्या	मृदा गठन (%)				संतृप्त द्रवीय चालकता (सेमी/घंटा)।
			मृत्तिका	साद	बालू	बजरी	
1	औरंगाबाद	A11	9.40	60.08	30.51	0.01	0.041
2	औरंगाबाद	A12	9.17	58.14	32.58	0.11	0.010
3	औरंगाबाद	A21	8.90	57.75	33.35	0.00	0.080
4	औरंगाबाद	A22	9.09	58.61	32.28	0.02	0.022
5	औरंगाबाद	A23	8.33	54.57	36.94	0.16	0.588
6	औरंगाबाद	A31	8.53	51.48	39.99	0.00	0.058
7	औरंगाबाद	A32	8.70	58.83	32.47	0.00	0.080
8	औरंगाबाद	A33	6.56	47.96	45.48	0.00	0.036
9	औरंगाबाद	A41	4.19	35.75	60.06	0.00	1.884
10	औरंगाबाद	A42	11.28	68.83	19.89	0.00	0.175
11	औरंगाबाद	A43	5.42	52.50	42.04	0.04	0.412
12	कमालपुर	K11	0.06	1.38	98.23	0.33	33.753
13	कमालपुर	K12	0.12	2.66	97.16	0.06	16.157
14	कमालपुर	K13	0.07	1.55	96.69	1.69	17.785
15	कमालपुर	K21	0.53	10.77	88.70	0.00	0.677
16	कमालपुर	K22	त्रुटि				24.984
17	कमालपुर	K23	0.10	2.52	97.01	0.37	14.430
18	कमालपुर	K31	0.88	23.10	75.60	0.42	0.303
19	कमालपुर	K32	त्रुटि				0.350
20	कमालपुर	K33	0.37	7.00	92.63	0.004	4.603
21	कमालपुर	K41	0.08	1.12	98.76	0.04	84.992
22	कमालपुर	K42	0.08	1.24	98.17	0.51	48.204
23	कमालपुर	K51	0.17	3.15	96.68	0.00	20.196
24	कमालपुर	K52	0.29	5.84	93.87	0.00	0.421
25	कमालपुर	K53	0.65	17.41	81.94	0.00	0.245
26	कमालपुर	K61	0.71	13.29	86.00	0.00	0.845
27	कमालपुर	K62	0.54	8.41	91.05	0.00	0.230
28	बुद्धाखेड़ा	B11	त्रुटि				14.937
29	बुद्धाखेड़ा	B12	0.30	5.16	94.54	0.00	5.493
30	बुद्धाखेड़ा	B13	0.34	7.11	92.55	0.00	17.588
31	गागलहेड़ी	G11	5.84	75.89	16.36	1.91	17.270
32	गागलहेड़ी	G12	5.14	70.59	22.27	2.00	0.177
33	गागलहेड़ी	G13	1.10	17.17	81.73	0.00	8.519
34	गागलहेड़ी	G21	0.10	1.49	98.31	0.10	उपलब्ध नही
35	दूधिल बुखारा	D11	2.62	50.03	47.35	0.00	0.207
36	दूधिल बुखारा	D12	0.74	13.96	85.30	0.00	66.640
37	दूधिल बुखारा	D13	त्रुटि				70.013
38	दूधिल बुखारा	D14	0.22	3.96	95.82	0.00	89.857

मृदा आर्द्रता तनाव और मृदा नमी मात्रा के पारस्परिक सम्बन्ध का वक्र जलांश संचायक वक्र या मृदा जलांश विशिष्टता कहलाता है। यदि मृदा आर्द्रता तनाव को सेन्टीमीटर जल के लघुगणकीय मान के रूप में सूचित किया जाता है तो यह वक्र pF वक्र कहलाता है।

किसी मृदा प्रतिदर्श की जलांश संचायक वक्र की रचना के लिये, उस मृदा प्रतिदर्श की जलांश मात्रा का मापन आवश्यक है। यह ज्ञात pF मानों के अनुक्रमण पर, आर्द्र मृदा प्रतिदर्श के साम्यकरण पर शेष जलांश के मापन द्वारा किया जाता है। साम्यकरण मृदा जलांश तथा सम्बंधित तनाव (pF) के सापेक्ष मानों द्वारा जलांश संचायक वक्र (pF वक्र) की रचना की जा सकती है। तनावों की सम्पूर्ण परिसीमा pF = -∞ (कुल संतृप्ति) से pF = 7 (अवन शुष्क) तक प्रेरण की कोई विशिष्ट विधि अभी तक उपलब्ध नहीं है।

pF परिसीमा 2.0 - 4.2 (0.1-15 बार चूषण) में pF वक्रों को ज्ञात करने के लिए सिरेमिक प्लेट उपकरण (Ceramic Plate Equipment) उपयुक्त है। मृदा प्रतिदर्शो से एक निष्काषक में वायु दाब बढा कर मृदा जलांश हटाया जाता है। संरध्र सिरेमिक प्लेट मृदा से जल निष्कासन के लिये एक द्रवीय जोड़ की तरह कार्य करती है। रंध्रों के जल पूरित होने के कारण, प्लेट में उच्च दाब वायु रंध्रों में प्रवेश नहीं कर सकती। जितना रंध्र आकार लघुतर होगा, उतना अधिक उच्चतर दाब वायु प्रवेश होने से पहले लगाया जा सकता है। एक प्रायोगिक चक्र के दौरान, निष्कासक में स्थापित किसी दाब पर, मृदा आर्द्रता प्रत्येक मृदा कण के चारो तरफ संचालित होगी तथा सिरेमिक प्लेट एवं बहिर्वाह नली द्वारा बाहर निष्कासित होगी। जब बहिर्वाह नली से जल का प्रवाह रूक जाता है, वह साम्यकरण अवस्था होती है। प्रतिदर्शो में साम्यकरण पर निष्कासक में वायु दाब और मृदा चूषण (अथवा जलांश मात्रा) के बीच एक यथार्थ सम्बंध होता है। यदि वायु पूर्ति पर उचित नियंत्रण नहीं है तो साम्यकरण मान भी अधिक यथार्थ नहीं होंगे, इसलिये दाब नियंत्रक पैनल में स्वतंत्र दोहरे नियंत्रक होते हैं।

प्रत्येक मृदा प्रकार के लिये, विशिष्ट pF वक्र विकसित किया जा सकता है। ये वक्र मृदा चूषण एवं इसकी आर्द्रता मात्रा के सम्बन्ध को दर्शाते हैं। यह सम्बन्ध मृदा जलांश संचलन और पौधा वृद्वि के लिये मृदा आर्द्रता की मात्रा एवं सुलभ्यता के अध्ययनों में महत्वपूर्ण होता है। सिरेमिक प्लेट उपकरण द्वारा विभिन्न मृदा प्रकारों के लिये जलांश संचायक वक्र विकसित किये जा सकते हैं। प्रत्येक मृदा के लिये ''जलांश संचायक'' वक्र, मृदा शोध और प्रयोगात्मक एवं प्रभावी सिंचाई पद्धतियों के विकास में अत्यन्त महत्वपूर्ण होते हैं।

मृदा कोरो से θ(h) का मापन (दबाव प्लेट यन्त्र से प्राप्त) वांछित मृदा जल संचायक प्रतिरूप में प्रतिरूपित किया जा सकता है। यदि संतृप्त द्रवीय चालकता Ks ज्ञात है तो उपरोक्त संचायक फलन के आधार पर द्रवीय चालकता सम्बन्ध K(h) ज्ञात किया जा सकता है।

जल संचायक फलन और असंतृप्त द्रवीय चलकता के लिये अनेकों प्रतिरूप साहित्य में भली प्रकार से प्रतिवेदित हैं लेकिन वैन गैनूच्टेन प्रतिरूप और ब्रुक्स कोरे प्रतिरूप अधिक प्रचलित हैं। नन्दागिरी और प्रसाद (1996) ने रेतमय दुमट क्षेत्र में स्वस्थाने (in-situ) मापन द्वारा अंसतृप्त द्रवीय

चालकता के लिये इन दो प्रतिरूपों की भविष्यवाणी की तुलना की। ब्रुक्स कोरे प्रतिरूप की भविष्यवाणी अधिक जलांश की अवस्था में काफी उच्च पाई गई जबकि वैन गैनूच्टेन प्रतिरूप का प्राक्कलन क्षेत्र मापित मान के बहुत करीब पाया गया। अतः वर्तमान अध्ययन में वैन गैनूच्टेन प्रतिरूप का प्रयोग किया गया।

वैन गैनूच्टेन (1980) प्रतिरूप के लिये, जल संचायक फलन निम्न प्रकार से दिया गया :

$$S_r = (\theta - \theta_r) / (\theta_s - \theta_r) = [1 + (\alpha_v \, |h|)^n]^{-m} \quad h < 0 \text{ के लिए}$$
$$= 1 \quad h \geq 0 \text{ के लिए} \qquad (2)$$

और द्रवीय चालकता फलन निम्न प्रकार से वर्णित किया गया :

$$K = K_s \, S_e^{1/2} \, [1 - (1 - S_e^{1/m})^m]^2 \qquad (3)$$

जहाँ, α_v और n वैन गैनूच्टेन प्रतिरूप के प्राचल है तथा $m = 1 - 1/n$

मृदा जलांश संचायक फलन (तथा θ_r) और द्रवीय चालकता फलन के प्राचलों को अरेखीय समाश्रयण विश्लेषण द्वारा प्राप्त किया गया। संतृप्त आर्द्रता मात्रा (θ_s) को (0.93* मृदा संरध्रता) के बराबर माना गया। समस्त मृदा प्रतिदर्शो के लिये संरध्रता प्रयोगशाला में मापी गई। तालिका 3 वैन गैनूच्टेन संचायक प्राचल और विसंगति स्पष्टीकृत के अनुपात को प्रस्तुत करती है। एक स्थल पर गहराई के साथ साथ संतृप्त द्रवीय चालकता में पाये गये विस्तृत विचरण के दृष्टिकोण में, प्रत्येक मृदा परत के लिये वैन गैनूच्टेन प्रतिरूप प्राचल ज्ञात किये गये। असंतृप्त प्रवाह के प्रतिरूप अध्ययनों में, विभिन्न मृदा परतों के लिए, विभिन्न मृदा जलांश विशिष्टतायें निर्दिष्ट की जा सकती हैं। प्रत्येक स्थल पर गहराई-औसतीय विशिष्टतायें भी अतिरिक्त ज्ञात की गयी। यह प्रेक्षित किया जा सकता है कि हिण्डन नदी के प्रतिप्रवाह क्षेत्र में मृदा जलांश विशिष्टतायें विस्तृतीय विचरित होती हैं। अधिकतर स्थलों पर विसंगति स्पष्टीकृत का अनुपात 90 प्रतिशत से अधिक पाया गया।

4. निष्कर्ष :

हिण्डन नदी जलग्रहण क्षेत्र के उपरी भाग के लिये क्षेत्र और प्रयोगशाला आधारित मृदा अन्वेषण किये गये। हिण्डन नदी के किनारे-किनारे विभिन्न स्थलों पर मृदा विशिष्टतायें जैसे कि मृदा जलांश संचायक वक्र और संतृप्त द्रवीय चालकता मापी गई। वैन गैनूच्टेन प्रतिरूप के मृदा जलांश संचायक फलन और अंसतृप्त द्रवीय चालकता फलन के प्राचलों को अरेखीय समाश्रयण विश्लेषण द्वारा प्राप्त किया गया। मृदा विशिष्टताओं का स्थानीय एवं गहराई के साथ साथ विस्तृतीय विचरण पाया गया। अध्ययन क्षेत्र में मापित मृत्तिका, साद और बालू की प्रतिशतता से संतृप्त द्रवीय चालकता के सन्निकट प्राक्कलन के लिये एक आनुभाविक सम्बन्ध भी प्रस्तावित किया गया।

तालिका 3 : वैन गैनूच्टेन प्रतिरूप के संचायक प्राचल

प्रतिदर्श संख्या	θ_r	θ_s	K_s (सेमी/घंटा)	वैन गैनूच्टेन संचायक प्राचल		
				α_v	n	विसंगति स्पष्टीकृत का अनुपात
A11	0.072	0.415	0.041	0.0142	1.3884	93.67
A12	0.088	0.439	0.010	0.0112	1.5193	97.12
A1 (औसत)	0.050	0.427	0.026	0.0185	1.3284	95.65
A21	0.077	0.436	0.080	0.0088	1.7714	99.18
A22	0.101	0.408	0.022	0.0058	1.8370	98.60
A23	0.037	0.433	0.588	0.0134	1.3812	94.62
A2 (औसत)	0.086	0.426	0.230	0.0078	1.7100	91.61
A31	0.095	0.377	0.058	0.0057	2.1278	99.60
A32	0.117	0.420	0.080	0.0063	1.8294	97.76
A33	0.076	0.420	0.036	0.0124	1.6643	99.42
A3 (औसत)	0.098	0.406	0.058	0.0074	1.8622	82.87
A41	0.039	0.469	1.884	0.0207	1.7457	99.41
A42	0.055	0.416	0.175	0.0273	1.3312	99.22
A43	0.045	0.451	0.412	0.0138	1.6006	99.14
A4 (औसत)	0.058	0.445	0.824	0.0210	1.5725	59.22
K11	0.008	0.380	33.753	0.1728	1.5520	98.59
K12	0.015	0.374*	16.157	0.0479	1.7156	99.61
K13	0.014	0.368	17.785	0.1089	1.5384	98.69
K1 (औसत)	0.015	0.374	22.565	0.0591	1.7022	94.05
K21	0.026	0.387	0.677	0.0200	1.7937	98.99
K22	0.002	0.330	24.984	0.8721	1.4431	98.80
K23	0.006	0.342	14.430	0.0867	1.5714	98.22
K2 (औसत)	0.009	0.353	13.364	0.0536	1.6099	57.31
K31	0.042	0.471	0.303	0.0142	1.6234	99.06
K32	0.034	0.474	0.350	0.0151	1.6272	98.94
K33	0.011	0.473*	4.603	0.0486	1.7927	99.91
K3 (औसत)	0.013	0.473	1.752	0.0311	1.4824	69.47
K41	0.006	0.348*	84.992	0.4259	1.5619	99.71
K42	0.006	0.348	48.204	0.6204	1.4641	98.43
K4 (औसत)	0.005	0.348	66.598	0.7309	1.4639	95.27
K51	0.018	0.471*	20.196	0.0910	1.7243	99.07
K52	0.048	0.471*	0.421	0.0269	1.7350	98.34
K53	0.075	0.471	0.245	0.0246	1.4396	97.51
K5 (औसत)	0.048	0.471	6.954	0.0474	1.5506	43.19
K61	0.059	0.380	0.845	0.0148	1.7622	99.74
K62	0.076	0.391	0.230	0.0242	1.4583	98.92
K6 (औसत)	0.064	0.385	0.538	0.0178	1.5956	93.20
B11	0.010	0.409	14.937	0.0219	2.4113	99.69
B12	0.007	0.437	5.493	0.0781	1.9931	97.11
B13	0.004	0.400	17.588	0.2128	1.5754	96.61
B1 (औसत)	0.008	0.415	12.673	0.0519	1.9764	83.26
G11	0.127	0.391	17.270	0.0079	1.7607	98.88
G12	0.109	0.414	0.177	0.0088	1.8348	97.86
G13	0.023	0.391	8.519	0.0334	1.8370	97.53
G1 (औसत)	0.083	0.398	8.655	0.0164	1.6898	49.91
G21	0.004	0.414	उपलब्ध नही	--	--	--
D11	0.016	0.539	0.207	0.0594	1.3853	96.55
D12	0.007	0.507	66.640	0.0597	1.6970	97.50
D13	0.036	0.418	70.013	0.0070	2.2241	99.66
D14	0.003	0.465	89.857	0.3957	1.5793	95.83
D1 (औसत)	0.018	0.482	56.679	0.0392	1.6279	56.19

* कल्पित

5. संदर्भ :

(1) कुमार सी0पी0 (1999), ''हिण्डन नदी जलग्रहण क्षेत्र के एक भाग में मृदा जलांश विशिष्टताओं का विचरण'', तकनीकी प्रतिवेदन, 1998-99, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की, पृष्ठ 61

(2) नन्दागिरी, लक्ष्मण और रामा प्रसाद (1996), ''असंतृप्त द्रवीय चालकता प्रतिरूपों का क्षेत्रीय मूल्यांकन तथा संचायक आंकडों से प्राचल अनुमान'', जलविज्ञान जनरल, खण्ड 179, पृष्ठ 197- 205

(3) सेठ, अशोक कुमार (1993), ''ऊपरी हिण्डन बेसिन, जिला सहारनपुर, उ0प्र0, भारत में जलीय-रसायन अध्ययन'', पीएच.डी. थीसिस, अर्थ साईसेज विभाग, रूड़की विश्वविद्यालय, रूड़की, भारत

(4) वैन गैनूच्टेन, एम0 (1980), ''असंतृप्त मृदा की द्रवीय चालकता की भविष्यवाणी के लिये कलोज़्ड-फोर्म समीकरण'', मृदा विज्ञान अमेरिकन जनरल, खंड 44, पृष्ठ 892-898

(5) व्हाईट, आई0 (1988), ''क्षेत्र में मृदा भौतिकीय गुणों का मापन'', इन. फलों एण्ड ट्रॉंसपोर्ट इन दि नेशनल एनवायरनमेंट : एडवांसेज एण्ड एपलिकेशन्स (डब्लू0 एल0 स्टीफन और ओ0टी0 डेनमीड द्वारा संपादित), स्प्रिंगर वरलैग, पृष्ठ 59 - 85