

सुदूर संवेदन एवं भौगोलिक सूचना प्रणाली तकनीक द्वारा ढूँढ-मोरेल नदी बेसिन (पूर्वी राजस्थान) का आकारमितीय विश्लेषण

डॉ. हरनाम सिंह*

सहायक आचार्य, बैजनाथ चौधरी राजकीय महिला महाविद्यालय, नांगल चौधरी।

*Corresponding Author: harnam.yadav@gmail.com

Citation: सिंह, हरनाम (2026). सुदूर संवेदन एवं भौगोलिक सूचना प्रणाली तकनीक द्वारा ढूँढ-मोरेल नदी बेसिन (पूर्वी राजस्थान) का आकारमितीय विश्लेषण. *International Journal of Education, Modern Management, Applied Science & Social Science*, 08(03(III)), 167–174. [https://doi.org/10.62823/IJEMMASSS/8.3\(III\).9532](https://doi.org/10.62823/IJEMMASSS/8.3(III).9532)

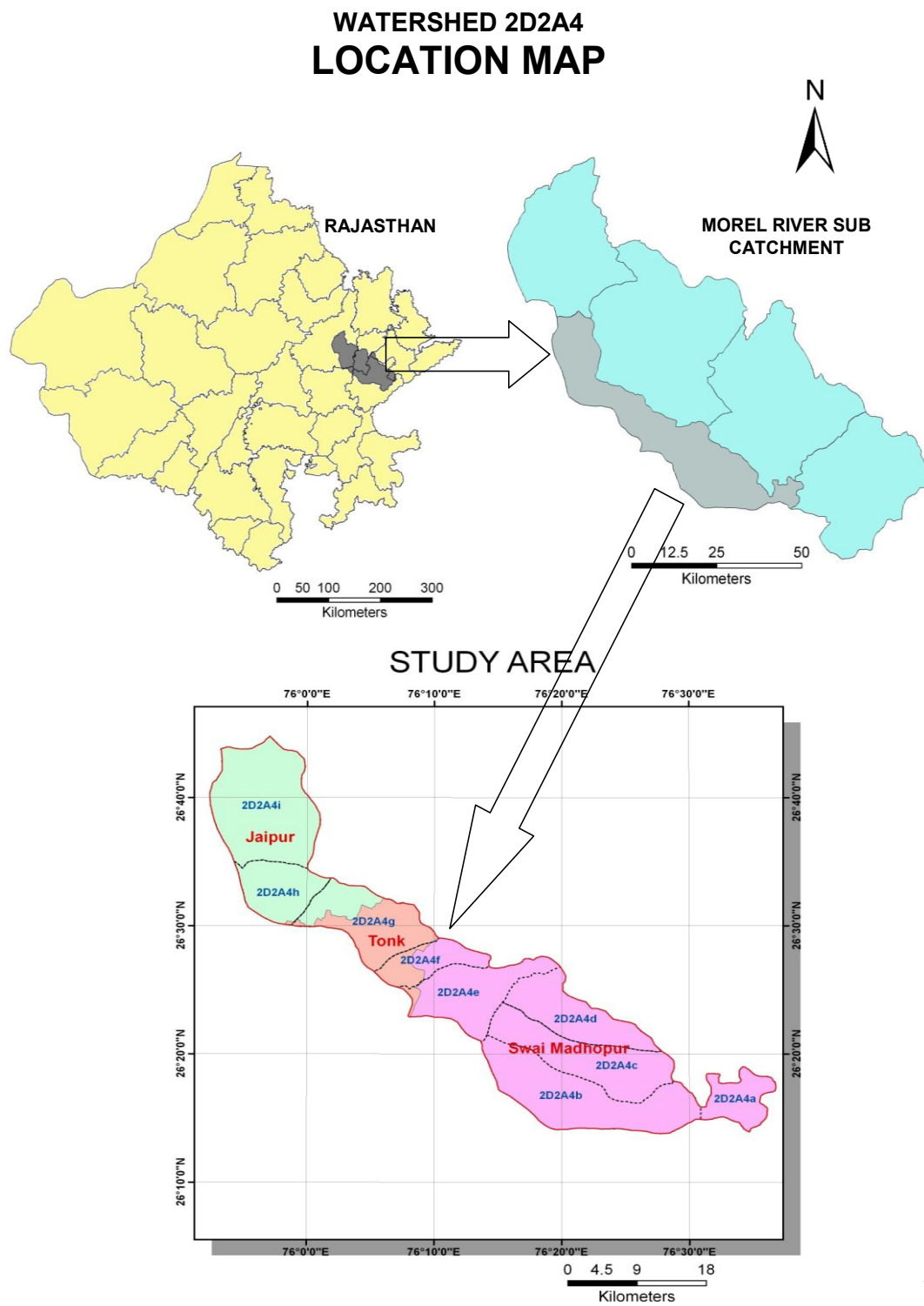
सार

प्रस्तुत शोध अध्ययन पूर्वी राजस्थान के ढूँढ-मोरेल नदी बेसिन के भूआकृतिक विश्लेषण से सम्बन्धित है। इस शोध में ढूँढ-मोरेल नदी तंत्र के आकारमितीय लक्षणों का मूल्यांकन भौगोलिक सूचना प्रणाली के अनुप्रयोग द्वारा किया गया है। किसी भी अपवाह बेसिन के आकारमितीय विश्लेषण में अपवाह घनत्व, सरिता आवृत्ति, सरिता क्रम का अध्ययन किया जाता है। भौगोलिक सूचना प्रणाली, अपवाह प्रतिरूप के सीमांकन के लिए एक कुशल उपकरण के रूप में उभरी है। इसके साथ ही ढूँढ एवं सुदूर संवेदन तकनीकों का एकीकृत उपयोग, द्रोणी की आकारमितीय भू-आकृतिक विशेषताओं को चिन्हित करने तथा जल विज्ञानीय गुणधर्मों के विश्लेषण में सहायक है। आकारमितीय विशेषताओं का अध्ययन जल संसाधन प्रबंधन, भूजल पुनर्भरण क्षेत्रों की पहचान, मृदा अपरदन की रोकथाम एवं बाढ़-सूखा प्रबंधन हेतु अत्यंत आवश्यक है। इन्हीं मापदण्डों के आधार पर यह तय किया जाता है कि किस सूक्ष्म जलसंभर में जल संरक्षण संरचना बनानी है। यह क्षेत्र अर्द्ध-शुष्क जलवायु वाला है जहाँ जल संरक्षण एक गंभीर चुनौती है।

शब्दकोश: भौगोलिक सूचना प्रणाली, जलविभाजक, अपवाह घनत्व, भूआकृतिक विश्लेषण।

प्रस्तावना

शोध हेतु ढूँढ-मोरेल नदी बेसिन के जल विभाजक 2D2A4 का चयन किया गया है। यह ढूँढ-मोरेल नदी बेसिन के पांच जलविभाजकों में से एक है। यह अरावली पर्वतमाला के पूर्व में स्थित है। इसका अक्षांशीय विस्तार 26°10' उत्तर से 26°40' उत्तर तथा देशांतरीय विस्तार 75°50' पूर्व से 76°40' पूर्व के मध्य है। यह अध्ययन क्षेत्र भारतीय सर्वेक्षण विभाग के स्थालाकृतिक पत्रक संख्या 45N/14, 54B/2, 54B/3, 54B/7, 54B/8, 54B/11 तथा 54B/12 के अन्तर्गत अवस्थित है। प्रशासनिक दृष्टि से अध्ययन क्षेत्र में, जयपुर जिले की सांगानेर, बस्सी व चाकसू तहसील, टोंक जिले की निवाई तहसील, सवाई माधोपुर जिले की बौली, मलारना डूंगर, बामनवास व सपोटरा तहसील आती है। अध्ययन क्षेत्र का कुल भौगोलिक क्षेत्रफल 1027 हेक्टेयर है। प्रस्तुत अध्ययन में वाटर कस्म एटलस ऑफ इण्डिया की मानचित्रावली से जल विभाजक 2D2A4 कोड लिया गया है जिसका विस्तार निम्न है।



कोड	वर्गीकरण	विवरण
2	प्रदेश	गंगा नदी तंत्र
D	बेसिन	चंबल नदी तंत्र
2	जलग्रहण	बनास नदी तंत्र
A	उप-जलग्रहण	मोरेल नदी तंत्र
4	जल विभाजक	मोरेल नदी तंत्र का भाग

जल विभाजक अपने क्षेत्र में उपलब्ध संसाधनों को प्रत्यक्ष एवं परोक्ष रूप से प्रभावित करते हैं। जल विभाजक क्षेत्रों में बेहतर भू-उपयोग एवं उत्पादन में पर्याप्त वृद्धि, पानी के बहाव का नियन्त्रण, भूमि कटाव रोकने के कार्यों से ही जल विभाजक विकास इकाइयों में संसाधनों के प्रबन्धन द्वारा सतत् उत्पादकता प्राप्त की जा सकेगी।

उद्देश्य

- ढूँढ-मोरेल नदी बेसिन की अपवाह प्रणाली का निर्धारण करना।
- अध्ययन क्षेत्र के अपवाह तंत्र का रैखिक पहलू के अन्तर्गत सरिता क्रम तथा क्षेत्रीय पहलू के अन्तर्गत अपवाह घनत्व, सरिता आवृत्ति का अध्ययन करना।

विधितंत्र

भारतीय सर्वेक्षण विभाग के धरातलीय पत्रक 45N/14, 54B/2, 3, 7, 8, 12 तथा अमेरिकी भू-वैज्ञानिक सर्वेक्षण (USGS) से प्राप्त SRTM DEM आंकड़ों का उपयोग किया गया है। अपवाह घनत्व, सरिता क्रम व सरिता आवृत्ति के मूल्यांकन हेतु स्ट्रालर की विधि का प्रयोग किया गया है। Arc GIS साफ्टवेयर की सहायता से 116 सूक्ष्म जलसंभरो का सीमांकन कर रैखिक व क्षेत्रीय पहलूओं से सम्बन्धित मापदण्डों की गणना की गयी है।

अपवाह प्रतिरूप

किसी भी जल संभर का अपवाह जाल मुख्यतः उसकी स्थालाकृति, भू-वैज्ञानिक संरचना तथा ढाल की प्रकृति द्वारा नियन्त्रित होता है। इसके अतिरिक्त भूमि प्रकार, मृदा की जल अवशोषण क्षमता एवं वनस्पति आवरण भी सतही जल प्रवाह तथा वाष्पोत्सर्जन की दर को निर्धारित करते हैं। क्षेत्र में प्रवाहित होने वाली लघु सरिताएँ तथा मौसमी नाले परस्पर मिलकर एक एकीकृत अपवाह जाल का निर्माण करते हैं।

प्रस्तुत शोध क्षेत्र में मोरेल प्रधान नदी है, जिसकी प्रमुख सहायक नदी ढूँढ है। मोरेल नदी का उद्गम स्त्रोत दोसा तहसील के जटवाड़ा ग्राम के निकट स्थित है। जबकि ढूँढ नदी का उद्गम आमेर तहसील के अचरोल गांव के समीपवर्ती क्षेत्र से होता है। अपनी प्रारम्भिक अवस्था में ढूँढ नदी उत्तर से दक्षिण की ओर प्रवाहित होती है, तत्पश्चात् चाकसू तहसील के समीप पूर्व दिशा की ओर मुड़ जाती है। यह नदी अंततः मोरेल में समाहित हो जाती है। दोनों नदियों का संगम लालसोट तहसील के सुमेल गांव में होता है। संगम के पश्चात् संयुक्त नदी पूर्व तथा दक्षिण-पूर्व दिशा में प्रवाहित होती है।

अपवाह घनत्व

अपवाह घनत्व किसी भी जल संभर की आकारमितीय विशेषताओं का एक महत्वपूर्ण मापदंड है। इसका प्रतिपादन सर्वप्रथम हॉर्टन (1932) द्वारा किया गया था। अपवाह प्रतिरूप भू-दृष्य सम्बन्धी सूक्ष्म उत्तरदायी कारक है जबकि अपवाह घनत्व एक मात्रात्मक परिमाण होता है (हॉर्टन, 1932 पृ. 350)। यह किसी बेसिन की कुल सरिता लम्बाई और उसके कुल क्षेत्रफल के अनुपात को दर्शाता है। अधिक अपवाह घनत्व में पानी का बहाव तीव्र गति से होता है। अपवाह घनत्व के मूल्यांकन के लिए स्ट्रालर की विधि (1958) का अनुसरण किया है।

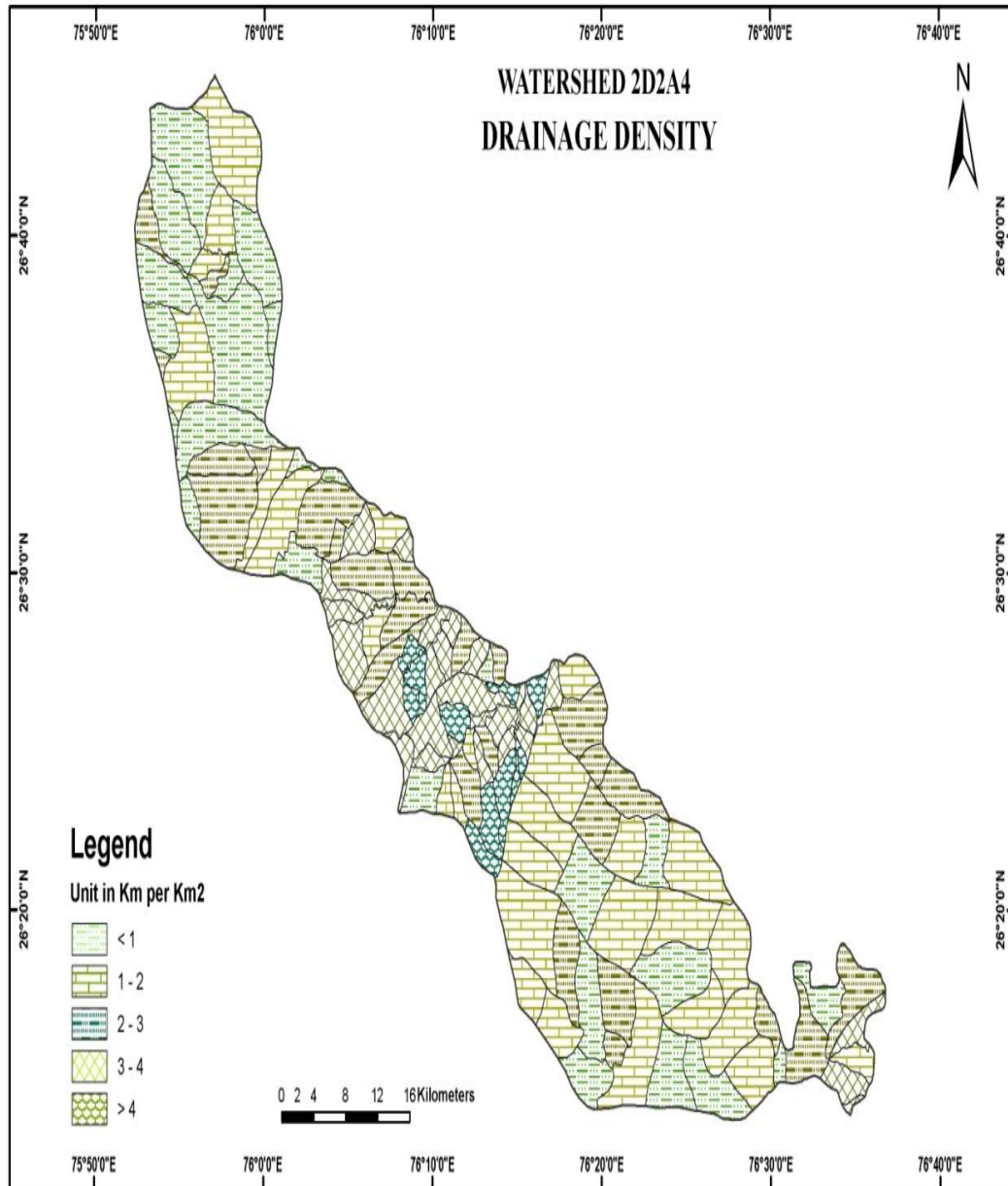
सूत्र निम्न है :-

$$D = \frac{Lk}{Ak}$$

D = अपवाह घनत्व

Lk = सभी सरिताओं की लम्बाई किमी में

Ak = बेसिन का कुल क्षेत्रफल वर्ग किमी में



अपवाह घनत्व किसी क्षेत्र के भू-दृश्य के विच्छेदन की तीव्रता का मापन है। अपवाह घनत्व बेसिन में अपवाह विच्छेदन और स्थानिक प्रतिमान को प्रकट करता है।

जल विभाजक 2D2A4 में अपवाह घनत्व का प्रतिरूप सरिता आवृत्ति के प्रतिरूप के अनुरूप पाया जाता है। जहाँ सरिता आवृत्ति न्यूनतम है, वहाँ अपवाह घनत्व भी न्यूनतम है अर्थात् दोनों में सकारात्मक सहसम्बन्ध देखा गया है। अध्ययन क्षेत्र के 116 सूक्ष्म जल संभरों के विश्लेषण के आधार पर अपवाह घनत्व को चार वर्गों में विभाजित किया गया है।

सारणी: जल विभाजक 2Mh2.4 : अपवाह घनत्व

अपवाह घनत्व किमी/वर्ग किमी	सूक्ष्म जल संभरों की संख्या	कुल सूक्ष्म जल संभरों की संख्या का प्रतिशत
< 1	58	50.00
1 – 2	41	35.34
2 – 3	11	9.48
3 – 4	06	5.17
कुल	116	100.00

स्रोत: शोधार्थी द्वारा Arc GIS से गणना।

अध्ययन क्षेत्र में अपवाह घनत्व की इकाई 1 किमी/वर्ग किमी से कम सबसे ज्यादा जल संभरों में है, जो कि 116 में से 58 सूक्ष्म जल संभर में है। आधे बेसिन में जमीन बहुत पारगम्य है, पानी जमीन में चला जाता है। ये क्षेत्र भूजल पुनर्भरण के लिए सबसे अच्छे है। 6 सूक्ष्म जल संभरों में अपवाह घनत्व 3–4 किमी/वर्ग किमी है। यहाँ कम घनत्व का कारण कठोर चट्टान एवं तेज ढाल है और मिट्टी का कटाव सबसे ज्यादा होता है। यहाँ चेक डैम/एनिकट बनाने की सबसे ज्यादा जरूरत है।

सरिता आवृत्ति

सरिता आवृत्ति से तात्पर्य प्रति इकाई क्षेत्र में विद्यमान सरिताओं की कुल संस्था से है। यह जल संभर की आकारमतीय विशेषताओं का एक महत्वपूर्ण सूचकांक है। किसी भी क्षेत्र में सरिताओं की संख्या सर्वत्र समान नहीं होती। इसमें स्थानिक भिन्नता पाई जाती है क्योंकि इसका निर्धारण वर्षा की मात्रा, वाष्पोत्सर्जन, सतही जल प्रवाह, अपरदन की दर, सापेक्षिक उच्चावच तथा चट्टानों की संरचनात्मक विशेषताओं द्वारा होता है। स्ट्रालर (1958, पृ. 284) के अनुसार सरिता आवृत्ति का संकेन्द्रण, तीव्र प्रवाह एवं अवसाद भार गुरुत्वाकर्षण बल पर निर्भर करता है। प्रस्तुत शोध में सरिता आवृत्ति की गणना हेतु स्ट्रालर (1958) द्वारा प्रतिपादित सूत्र का उपयोग किया गया है।

सूत्र निम्न है :-

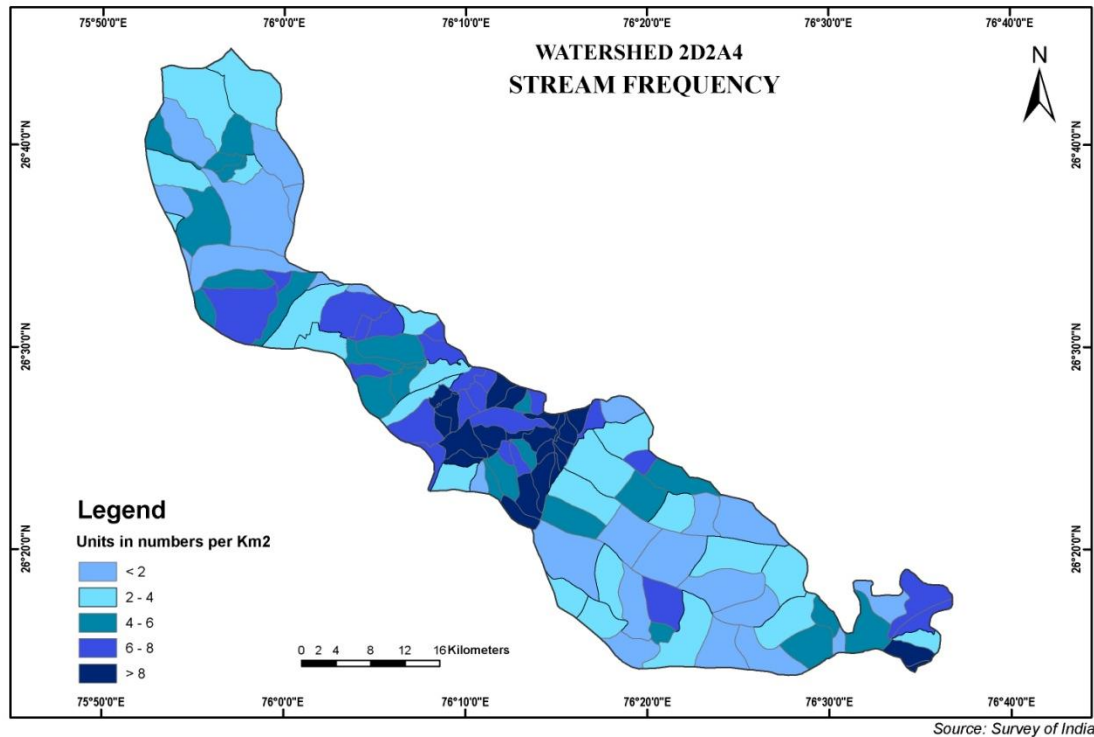
$$F_s = N_u/A_u$$

जहाँ

F_s = सरिता आवृत्ति

N_u = इकाई में सरिताओं की कुल संख्या

A_u = इकाई का कुल क्षेत्रफल



अध्ययन क्षेत्र में आवृत्ति की सीमा का मूल्य 2 से कम से 8 से अधिक प्रति वर्ग किमी है। जिन क्षेत्रों में आवृत्ति कम है वहां जमीन मुलायम/रेतीली है, पानी जमीन सोख लेती है। इसलिए नाले कम बनते हैं। वहां भूजल अच्छा मिलता है यदि आवृत्ति ज्यादा है, इसका मतलब वहां जमीन कठोर है, पानी जमीन में नहीं जाता, इसलिए छोटे-छोटे नाले ज्यादा बन गए हैं। वहां बाढ़ और मिट्टी कटाव ज्यादा होगा।

सारणी: जल विभाजक 2Mh2.4 : सरिता आवृत्ति

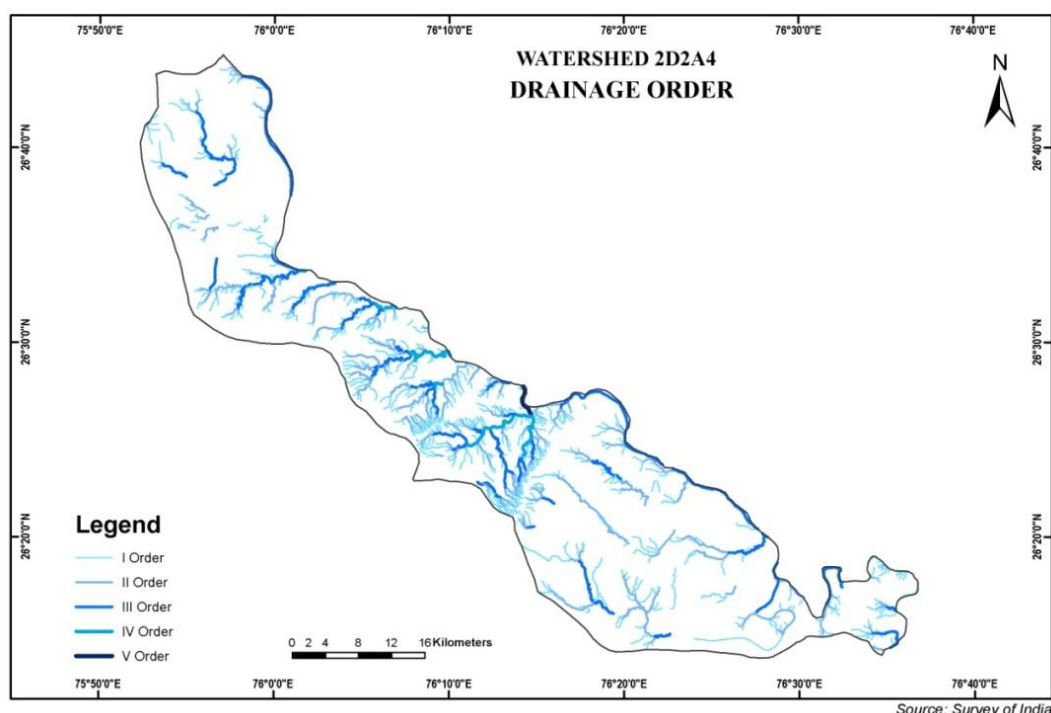
सरिता आवृत्ति (किमी/वर्गकिमी)	सूक्ष्म जल संभरों की संख्या	कुल सूक्ष्म जल संभरों की संख्या का प्रतिशत
< 2	75	64.66
2 - 4	20	17.24
4 - 6	12	10.34
6 - 8	6	5.17
> 8	3	2.59
कुल	116	100.00

स्रोत: शोधार्थी द्वारा Arc GIS से गणना।

अध्ययन क्षेत्र के अधिकांश भाग में सरिता आवृत्ति निम्न है। कुल 116 सूक्ष्म जल संभरों में से 75 सूक्ष्म जल संभरों में सरिता आवृत्ति 2 से कम पाई जाती है इसका तात्पर्य है कि बेसिन का बड़ा भाग पारगम्य जलोढ़ मृदा एवं मंद ढाल वाला है, वहां वर्षा जल का अंतः संचयन अधिक होता है। इसके विपरीत केवल 6 सूक्ष्म जल संभरों में सरिता आवृत्ति 6 से 8 तथा 3 सूक्ष्म जल संभरों में 8 से अधिक पाई गयी है। उच्च आवृत्ति वाले ये 9 सूक्ष्म जल-संभर बेसिन के पूर्वी तथा उत्तर-पूर्वी पथरीले एवं तीव्र ढाल वाले क्षेत्रों में स्थित हैं। इन क्षेत्रों में चट्टानों की अपारगम्य प्रकृति एवं विरल वनस्पति के कारण सतही अपवाह अधिक होता है तथा इन क्षेत्रों में मृदा अपरदन की दर भी अधिक है।

सरिता क्रम

अध्ययन क्षेत्र में सरिता क्रम का निर्धारण हेतु स्ट्रालर (1958) द्वारा प्रतिपादित विधि का प्रयोग किया गया है। इस विधि के अनुसार किसी भी नदी का उद्गम स्थल से प्रारम्भ होने वाला वह प्रवाह खंड जिसमें किसी भी सहायक सरिता का संगम नहीं होता है, उसे प्रथम क्रम की सरिता कहा जाता है। जब समान क्रम की दो प्रथम क्रम की सरिताएं परस्पर मिलती हैं, तो उनके संगम के पश्चात् बने नवीन प्रवाह खंड को द्वितीय क्रम की सरिताएं कहा जाता है। इसी प्रकार जब दो द्वितीय क्रम की सरिताएं आपस में मिलती हैं तो उनके मिलन के बाद तृतीय क्रम की सरिता का निर्माण होता है। इसी क्रम में चतुर्थ एवं पंचम क्रम की सरिताओं का निर्धारण किया जाता है। किसी भी अपवाह तंत्र का अंतिम या सर्वोच्च क्रम उसके निर्गम बिन्दु (outlet) पर निर्धारित होता है। मानचित्र को देखने से स्पष्ट होता है कि अध्ययन क्षेत्र में पादपाकार, कमदकतपजपबद्ध अपवाह प्रतिरूप विकसित है। अध्ययन क्षेत्र में अंतिम सरिता क्रम पांचवा है जो सूक्ष्म जल संभर 2D2A4e7 तथा 2D2A4f7 में पाया जाता है, जिसका निर्गम बिन्दु मोरेल जलाशय में मिलता है।



सारणीरू जल विभाजक 2Mh2,4 : सरिता क्रम

सरिता क्रम	सरिता क्रम की संख्या	कुल सरिता क्रम की संख्या का प्रतिशत
I	758	53.45
II	405	28.56
III	198	13.97
IV	54	3.80
V	3	0.22
कुल	1418	100.00

स्रोत: शोधार्थी द्वारा Arc GIS से गणना।

सारणी से स्पष्ट है कि कुल 1418 सरिताओं की पहचान की गयी है। इसमें प्रथम क्रम की सरिताओं की संख्या सर्वाधिक है। प्रथम क्रम की 758 सरिताएं कुल सरिताओं का 53.45 प्रतिशत है। इससे ज्ञात होता है कि अध्ययन क्षेत्र में नवीन सहायक नालों का विकास अधिक हुआ है।

द्वितीय क्रम की 405 सरिताएं तथा तृतीय क्रम की 198 सरिताएं पाई गई हैं। प्रथम क्रम से तृतीय क्रम तक कुल सरिताओं का लगभग 96 प्रतिशत भाग सम्मिलित है, जो इस क्षेत्र में पादपाकार अपवाह प्रतिरूप की प्रधानता को दर्शाता है। चतुर्थ क्रम की 54 सरिताएं तथा पंचम क्रम की केवल 3 सरिताएं हैं। क्रम के बढ़ने के साथ सरिताओं की संख्या में निरन्तर कमी आती है, जो हॉर्टन के सरिता संख्या के नियम का अनुसरण करती है।

निष्कर्ष

अध्ययन क्षेत्र में पादपाकार अपवाह प्रतिरूप विकसित है जो क्षेत्र की एक समान चट्टानी संरचना को दर्शाता है। क्षेत्र का औसत अपवाह घनत्व निम्न से मध्यम श्रेणी का है, जिसके फलस्वरूप अधिकांश क्षेत्र में जलोढ़ मिट्टी एवं मंद ढाल होने के कारण अंतः स्यंदन अधिक होता है, जो भूजल पुनर्भरण के लिए अनुकूल है। उच्च अपवाह घनत्व एवं उच्च आवृत्ति वाले सूक्ष्म जल संभर (संख्या 9) जल एवं मृदा संरक्षण के लिए प्राथमिकता वाले क्षेत्र हैं। वहां चेक डैम एवं एनिकट की आवश्यकता है।

References

1. Horton, R.E. 1932. Drainage Basin Characteristics, Transaction American Geophysics Union Vol. (13), p. 350.
2. Horton, R.E. 1945. Erosional Development of Streams and their Drainage Basins; Hydrophysical approach to Quantitative Morphology. Geological Society of America Bulletin, pp. 275-370.
3. Miller, A. 1965. Climatology London Press Club, London, p. 139.
4. Schumm, S.A. 1956. Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy, New Jersey. Geological Society of America Bulletin, 67(5), pp. 597-646.
5. Strahler, A.N. 1957. Quantitative Analysis of watershed Geomorphology. Transactions, American Geophysical Union, 38(6) pp. 913-920.
6. Strahler, A.N. 1964. Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks. In Hand Book of Applied Hydrology, Mc Graw Hill, New York.

