



International Journal of Geography, Geology and Environment

P-ISSN: 2706-7483

E-ISSN: 2706-7491

NAAS Rating (2025): 4.5

IJGGE 2025; 7(10): 144-151

www.geojournal.net

Received: 15-08-2025

Accepted: 17-09-2025

नेहा छिलवाल

शोधार्थी, भूगोल विभाग राजस्थान

विश्वविद्यालय जयपुर, राजस्थान,

भारत

प्रो. धर्मेन्द्र सिंह चौहान

प्रोफेसर, भूगोल विभाग राजस्थान

विश्वविद्यालय जयपुर, राजस्थान,

भारत

अलवर जिले में कृषि तीव्रीकरण एवं भूजल स्तर में परिवर्तन का स्थानिक-कालिक विश्लेषण (2000–2020)

नेहा छिलवाल, प्रो. धर्मेन्द्र सिंह चौहान

DOI: <https://www.doi.org/10.22271/27067483.2025.v7.i10b.488>

सारांश

यह अध्ययन अलवर जिले में कृषि विकास और भूजल स्तर में हुए परिवर्तन के मध्य अंतर्संबंध का विश्लेषण प्रस्तुत करता है। अर्ध-शुष्क जलवायु एवं सीमित सतही जल संसाधनों वाले इस क्षेत्र में कृषि मुख्यतः भूजल आधारित है, जिसके कारण पिछले दो दशकों में जल स्तर पर उल्लेखनीय दबाव देखा गया है। अध्ययन में वर्ष 2000 एवं 2020 के मध्य तहसील-स्तरीय भूजल गहराई के आँकड़ों का तुलनात्मक विश्लेषण किया गया है। न्यूनतम, अधिकतम, औसत गहराई तथा मानक विचलन के आधार पर स्थानिक विषमताओं को स्पष्ट किया गया है।

भौगोलिक सूचना प्रणाली की सहायता से भूजल समोच्च मानचित्र तैयार कर जल तनाव क्षेत्रों की पहचान की गई। परिणाम दर्शाते हैं कि उत्तर-पूर्वी एवं कृषि-औद्योगिक तहसीलों में 20 से 30 मीटर से अधिक भूजल गिरावट दर्ज की गई है, जबकि दक्षिणी भाग अपेक्षाकृत कम प्रभावित रहे। इसी अवधि में फसल गहनता में वृद्धि पाई गई, जो भूजल दोहन की तीव्रता से प्रत्यक्षतः संबद्ध है। अध्ययन निष्कर्ष रूप में यह स्थापित करता है कि अलवर जिले में भूजल संकट क्षेत्रीय रूप से असमान किंतु संरचनात्मक रूप से कृषि-प्रेरित प्रक्रिया है। सतत जल प्रबंधन, सूक्ष्म सिंचाई तकनीकों तथा फसल विविधीकरण की आवश्यकता को रेखांकित करते हुए यह शोध क्षेत्रीय संसाधन नियोजन के लिए महत्वपूर्ण आधार प्रदान करता है।

मुख्य शब्द: भूजल गिरावट, फसल गहनता, कृषि तीव्रीकरण, जल तनाव क्षेत्र, स्थानिक विश्लेषण

प्रस्तावना

कृषि और पर्यावरण के बीच अंतःक्रिया बहुआयामी तथा द्विदिशात्मक होती है। एक ओर कृषि गतिविधियाँ भूमि उपयोग, मृदा गुणों, जल चक्र एवं पारिस्थितिक संतुलन को प्रभावित करती हैं, वहीं दूसरी ओर पर्यावरणीय दशाएँ कृषि उत्पादन एवं स्थायित्व को नियंत्रित करती हैं। वैश्विक स्तर पर किए गए अध्ययनों से यह स्पष्ट होता है कि कृषि विस्तार और तीव्रीकरण, विशेषकर सिंचाई एवं रासायनिक इनपुट आधारित कृषि, पारिस्थितिक तंत्रों में व्यापक परिवर्तन उत्पन्न करते हैं। भूमि उपयोग परिवर्तन, जैव भू-रासायनिक चक्रों में हस्तक्षेप तथा प्राकृतिक आवासों का क्षरण कृषि-पर्यावरण अंतःक्रिया के प्रमुख आयाम हैं।

इन अंतःक्रियाओं को समझने के लिए पर्यावरणीय प्रभाव मार्ग की अवधारणा अत्यंत उपयोगी है। यह दृष्टिकोण कृषि गतिविधियों और पर्यावरणीय परिणामों के बीच कारणदृष्टिपरिणाम संबंधों को स्पष्ट करता है। उदाहरणस्वरूप, सिंचाई के विस्तार से भूजल दोहन में वृद्धि होती है, जिसका प्रत्यक्ष परिणाम भूजल स्तर में गिरावट के रूप में सामने आता है। इसी प्रकार, उच्च फसल गहनता और निरंतर खेती मृदा पोषक तत्वों के क्षय एवं संरचनात्मक क्षरण को जन्म देती है, जबकि कृषि क्षेत्र के विस्तार से वनों का रुपांतरण होकर जैव विविधता पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। ऐसे मार्ग कृषि विकास के दीर्घकालिक पर्यावरणीय परिणामों को समझने में सहायक होते हैं।

इन प्रभावों के स्थानिक एवं कालिक आकलन में भौगोलिक सूचना प्रणाली एवं दूरसंवेदी तकनीक की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण है। पारंपरिक सांख्यिकीय आंकड़ों जहाँ समग्र प्रवृत्तियों को दर्शाते हैं, वहीं भौगोलिक सूचना प्रणाली और दूरसंवेदी तकनीक तकनीकें पर्यावरणीय परिवर्तनों की स्थानिक विविधता को उजागर करती हैं। भूमि उपयोग/भूमि आवरण परिवर्तन विश्लेषण से यह ज्ञात होता है कि कृषि विस्तार ने किस प्रकार अन्य भूमि श्रेणियों को प्रभावित किया है। इसी क्रम में, सामान्यीकृत अंतर वनस्पति सूचकांक वनस्पति स्वास्थ्य और जैविक उत्पादकता का एक प्रभावी संकेतक है, जिसका उपयोग दीर्घकालिक पर्यावरणीय परिवर्तनों के अध्ययन में व्यापक रूप से किया गया है।

Corresponding Author:

नेहा छिलवाल

शोधार्थी, भूगोल विभाग राजस्थान

विश्वविद्यालय जयपुर, राजस्थान,

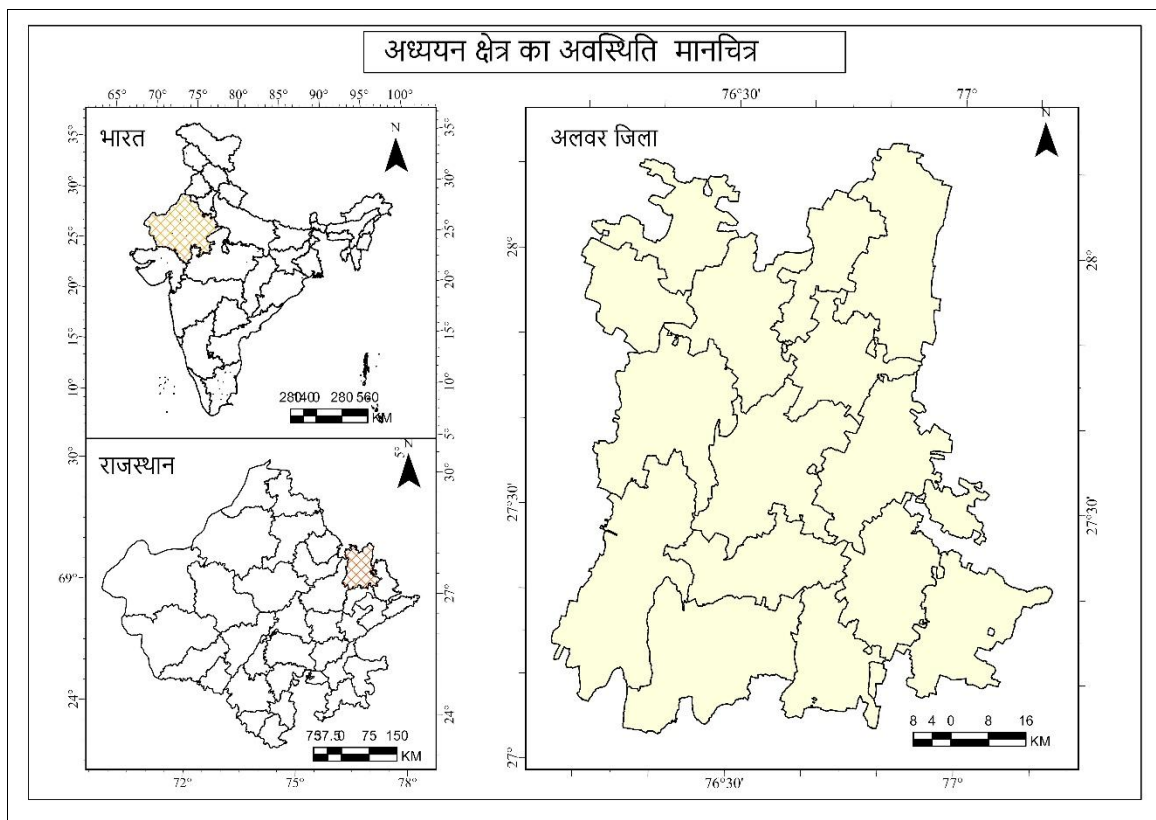
भारत

अलवर जिला, जो अर्ध-शुष्क जलवायु, सीमित सतही जल संसाधनों तथा भूजल पर अत्यधिक निर्भर कृषि प्रणाली के लिए जाना जाता है, इस प्रकार के अध्ययन के लिए विशेष रूप से उपयुक्त क्षेत्र है। यहाँ कृषि विकास की प्रक्रिया ने उत्पादन में वृद्धि तो की है, किंतु इसके साथ जल संसाधनों पर बढ़ता दबाव स्पष्ट रूप से परिलक्षित होता है। अतः प्रस्तुत अध्याय में कृषि विकास के पर्यावरणीय प्रभावों का विश्लेषण करते हुए, सर्वप्रथम जल संसाधनों पर पड़ने वाले प्रभावों विशेषकर भूजल स्तर में हुए परिवर्तनों तथा मृदा क्षरण एवं प्राकृतिक वनस्पति पर पड़ने वाले प्रभावों का विस्तृत भौगोलिक सूचना प्रणाली और दूरसंवेदी तकनीक आधारित अध्ययन किया गया है।

अध्ययन क्षेत्र

अलवर जिला राजस्थान के उत्तर-पूर्वी भाग में अवस्थित है तथा इसका अक्षांशीय विस्तार लगभग $27^{\circ}04'$ से $28^{\circ}13'$ उत्तरी अक्षांश और $76^{\circ}07'$ से $77^{\circ}13'$ पूर्वी देशांतर के मध्य है (मानचित्र संख्या: 1)। यह लगभग 8,380 वर्ग किलोमीटर क्षेत्रफल हरियाणा तथा राजस्थान के जयपुर, भरतपुर, दौसा और सवाईमाधोपुर जिलों से घिरा हुआ है। राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र के निकट स्थित होने के कारण इसका भौगोलिक तथा आर्थिक

महत्व विशिष्ट है। समुद्र तल से औसत ऊँचाई लगभग 268 मीटर है, जबकि मध्य भाग अरावली पर्वतमाला से प्रभावित है जहाँ ऊँचाई 456 से 700 मीटर के मध्य पाई जाती है। वहीं भू-आकृतिक दृष्टि से जिले में पर्वतीय तथा मैदानी दोनों प्रकार के स्वरूप विद्यमान हैं। दक्षिणी एवं पश्चिमी भाग अपेक्षाकृत ऊँचे एवं पथरीले हैं, जबकि उत्तरी और पूर्वी भाग समतल एवं कृषि योग्य मैदानों के रूप में विकसित हैं। प्रीकैम्ब्रियन शैलों, क्वार्टजाइट, ग्रेनाइट तथा चूना पत्थर की संरचना यहाँ की भौतिक पृष्ठभूमि को परिभाषित करती है जिले की जलवायु अर्ध-शुष्क प्रकृति की है, जिसमें ग्रीष्म ऋतु में तापमान 48° सेल्सियस तक पहुँच जाता है तथा शीत ऋतु में न्यूनतम तापमान 7° से 9° सेल्सियस तक गिर सकता है। वर्षा मुख्यतः दक्षिण-पश्चिमी मानसून से जुलाई से सितंबर के मध्य प्राप्त होती है। 2011 की जनगणना के अनुसार जिले की कुल जनसंख्या 36,74,179 है, जनसंख्या घनत्व 438 व्यक्ति प्रति वर्ग किलोमीटर तथा साक्षरता दर लगभग 70.7 प्रतिशत है। अधिकांश जनसंख्या ग्रामीण है और कृषि पर निर्भर है। दोमट एवं बलुई दोमट मिट्टियाँ, मानसूनी वर्षा तथा भूमिगत जल संसाधन कृषि को आधार प्रदान करते हैं, जिसके कारण गेहूँ, बाजरा, सरसों और दलहन जैसी फसलें यहाँ व्यापक रूप से उगाई जाती हैं।



स्रोत : भारतीय सर्वेक्षण विभाग

मानचित्र संख्या 1: अध्ययन क्षेत्र

अनुसंधान पद्धति आकड़ों स्रोत

प्रस्तुत अध्ययन पूर्णतः द्वितीयक आँकड़ों पर आधारित है। भूजल स्तर से संबंधित आँकड़े वर्ष 2000 एवं 2020 के लिए केन्द्रीय भूजल बोर्ड से प्राप्त किए गए। इन आँकड़ों में न्यूनतम, अधिकतम, औसत गहराई (भूमि तल से नीचे मीटर में), सम्मिलित हैं। कृषि संबंधी आँकड़े, विशेषतः फसल गहनता, जिला सांख्यिकी अभिलेखों तथा राज्य स्तरीय कृषि प्रतिवेदनों से संकलित किए गए। वर्ष 2000-01 एवं 2020-21 के फसल गहनता का उपयोग

तुलनात्मक विश्लेषण हेतु किया गया। वर्षा एवं पर्यावरणीय दशाओं से संबंधित प्रकाशित सरकारी प्रतिवेदन भी परोक्ष रूप से परामर्शित किए गए। समस्त आँकड़ों का संकलन तहसील इकाई के आधार पर किया गया, जिससे आंतरिक क्षेत्रीय विषमता का विश्लेषण संभव हो सके।

आकड़ों विश्लेषण

प्रथम चरण में वर्ष 2000 एवं 2020 के लिए भूजल स्तर का वर्णनात्मक सांख्यिकीय विश्लेषण किया गया, जिसमें औसत,

परास तथा मानक विचलन के माध्यम से स्थानिक परिवर्तनशीलता का मूल्यांकन किया गया। द्वितीय चरण में दोनों वर्षों के औसत भूजल स्तर के मध्य अंतर ज्ञात कर 2000–2020 की अवधि में भूजल गिरावट की गणना की गई। तृतीय चरण में भूजल गहराई के आधार पर विभिन्न श्रेणियाँ निर्मित कर उच्च, मध्यम एवं निम्न जल तनाव क्षेत्रों की पहचान की गई।

स्थानिक विश्लेषण हेतु भूगोल सूचना प्रणाली तकनीक का प्रयोग किया गया। तहसील-स्तरीय आँकड़ों को मानचित्र पर आरोपित कर भूजल समोच्च मानचित्र तैयार किए गए, जिससे गहराई के स्थानिक वितरण तथा समोच्च रेखाओं की सघनता के माध्यम से जल तनाव की तीव्रता स्पष्ट की जा सके। अंततः फसल गहनता और भूजल गिरावट के मध्य तुलनात्मक विश्लेषण कर कृषि तीव्रीकरण एवं जल संसाधन क्षरण के अंतर्संबंध की व्याख्या की गई।

परिणाम: अलवर जिले में कृषि विकास के पर्यावरणीय प्रभावों का सर्वाधिक स्पष्ट और प्रत्यक्ष प्रमाण भूजल स्तर में हुए दीर्घकालिक

परिवर्तनों के रूप में परिलक्षित होता है। वर्ष 2000 से 2020 के बीच जिले की लगभग सभी तहसीलों में भूजल स्तर में निरंतर और तीव्र गिरावट दर्ज की गई है, जो सिंचित कृषि के बढ़ते दबाव और भूजल पर अत्यधिक निर्भरता को दर्शाती है। भूजल स्तर का यह विश्लेषण तहसील-स्तर पर औसत भूजल गहराई, मानक विचलन तथा इनके परिवर्तन के आधार पर किया गया है, जिससे न केवल गिरावट की मात्रा बल्कि भूजल दोहन की स्थानिक असमानता भी स्पष्ट होती है।

अलवर जिले का भूजल स्तर (2000)

वर्ष 2000 में अलवर जिले का भूजल परिदृश्य समग्र रूप से संतुलित प्रतीत होता है, किंतु इसका स्थानिक वितरण स्पष्ट रूप से असमान था, जिसे भूजल समोच्च मानचित्र (चित्र-2) के माध्यम से स्पष्ट रूप से समझा जा सकता है। भूजल स्तर का यह वितरण जिले की भौतिक संरचना, भू-आकृतिक दशाओं तथा तत्कालीन कृषि एवं सिंचाई व्यवस्था से घनिष्ठ रूप से जुड़ा हुआ था।

तालिका 1 : अलवर जिले का भूजल परिदृश्य वर्ष 2000

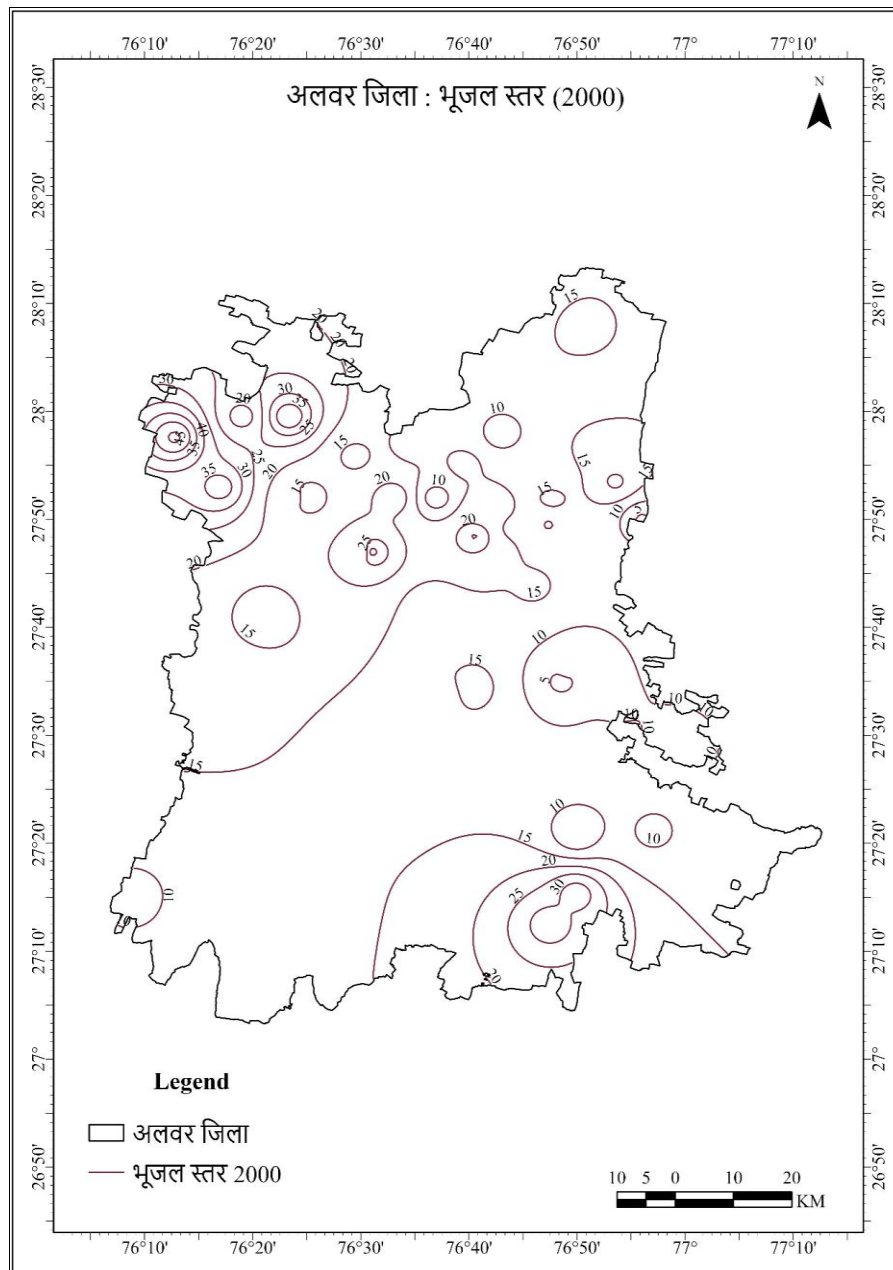
तहसील स्तर पर भूजल 2000 (मीटर भूमि तल से नीचे)						
क्रम संख्या	तहसील	न्यूनतम	अधिकतम	परास	औसत	मानक विचलन
1	बहरोड़	15.97	50.87	34.90	30.81	7.87
2	मुंडावर	10.90	31.98	21.08	17.95	3.04
3	कोटकासिम	5.93	20.39	14.46	12.41	1.95
4	तिजारा	4.44	21.06	16.63	14.50	1.78
5	किशनगढ़बास	9.64	25.26	15.63	15.38	2.37
6	रामगढ़	3.22	19.36	16.14	10.63	2.40
7	अलवर	10.80	19.41	8.61	14.02	1.16
8	बानसूर	11.53	23.10	11.57	16.92	2.24
9	थानागाजी	8.20	15.94	7.74	12.81	1.82
10	राजगढ़	12.70	19.47	6.76	15.03	1.30
11	लक्ष्मणगढ़	5.40	32.69	27.29	14.50	6.37
12	कटुमर	8.91	26.37	17.47	13.64	3.11
13	नीमराना	18.01	39.3281	21.32	24.66	4.43
14	रैणी	13.78	32.97	19.19	21.99	4.71
15	मालाखेड़ा	11.91	15.21	3.30	13.78	0.56
16	गोविन्दगढ़	6.60	10.91	4.31	9.05	1.10
17	नारायणपुर	14.48	16.82	2.33	15.81	0.48
18	टहला	12.30	15.88	3.58	13.37	0.71
औसत		10.26	24.28	14.02	15.96	2.63

आँकड़ा स्रोत : केंद्रीय भूजल बोर्ड (CGWB), 2024

भूजल मानचित्र -2 के विश्लेषण से यह स्पष्ट होता है कि जिले के उत्तर-पूर्वी व पश्चिमी भाग, विशेष रूप से बहरोड़ और नीमराना क्षेत्र, अपेक्षाकृत अधिक गहरे भूजल स्तर वाले क्षेत्र के रूप में उभरते हैं। इन क्षेत्रों में 30 मीटर से अधिक गहराई की समोच्च रेखाएँ विकसित हो चुकी थीं, जो यह संकेत देती हैं कि वर्ष 2000 तक ही यहाँ भूजल पर दबाव प्रारंभ हो चुका था। इन क्षेत्रों में भूजल स्तर की अधिक गहराई के साथ-साथ समोच्च रेखाओं की सघनता भी अधिक है, जो भूजल वितरण में तीव्र स्थानिक विषमता को दर्शाती है। यह स्थिति कठोर भू-संरचना,

कम प्राकृतिक पुनर्भरण तथा प्रारंभिक स्तर की नलकूप आधारित सिंचाई से संबंधित मानी जा सकती है।

इसके विपरीत, जिले के मध्य भाग, जिसमें अलवर, रामगढ़, कोटकासिम तथा थानागाजी क्षेत्र सम्मिलित हैं, अपेक्षाकृत उथले और अधिक स्थिर भूजल क्षेत्र के रूप में दिखाई देते हैं। इस क्षेत्र में 10 से 20 मीटर के बीच की समोच्च रेखाएँ व्यापक रूप से फैली हुई हैं, जो संतुलित भूजल दशा को दर्शाती हैं। समोच्च रेखाओं का अपेक्षाकृत विस्तृत फैलाव यह संकेत देता है कि इस क्षेत्र में भूजल स्तर में तीव्र उतार-चढ़ाव नहीं था और प्राकृतिक पुनर्भरण की स्थिति तुलनात्मक रूप से बेहतर थी।



आंकड़ा स्रोत : केंद्रीय भूजल बोर्ड (CGWB), 2024

मानचित्र संख्या 2: अलवर जिले का भूजल परिदृश्य वर्ष 2000

जिले के दक्षिणी और दक्षिण-पश्चिमी भाग, विशेष रूप से गोविंदगढ़, मालाखेड़ा और टहला क्षेत्र, वर्ष 2000 में सबसे अनुकूल भूजल दशा वाले क्षेत्र के रूप में परिलक्षित होते हैं। यहाँ भूजल स्तर 10–15 मीटर के बीच पाया गया तथा समोच्च रेखाएँ अपेक्षाकृत विरल और समान दूरी पर स्थित हैं। यह भूजल वितरण की स्थानिक एकरूपता को दर्शाता है, जो सीमित कृषि तीव्रता, वन क्षेत्र की उपस्थिति तथा अनुकूल भू-आकृतिक परिस्थितियों से संबंधित है।

तालिका 1 भूजल स्तर की न्यूनतम और अधिकतम गहराई के बीच अंतर तथा मानक विचलन का स्थानिक स्वरूप भी इसी क्षेत्रीय स्वरूप की पुष्टि करता है। उत्तर-पूर्वी भागों में अधिक परास और उच्च मानक विचलन भूजल वितरण की अस्थिरता को दर्शाते हैं, जबकि दक्षिणी भागों में कम परास और निम्न मानक विचलन भूजल की स्थिर स्थिति को इंगित करते हैं। इस प्रकार,

वर्ष 2000 का भूजल परिदृश्य अलवर जिले में भावी भूजल प्रवृत्तियों के लिए एक आधारभूत स्थानिक ढाँचा प्रस्तुत करता है, जिसके भीतर बाद के वर्षों में हुए परिवर्तनों को समझा जा सकता है।

अलवर जिले में भूजल स्तर 2020 वर्ष 2020 में अलवर जिले का भूजल परिदृश्य वर्ष 2000 की तुलना में न केवल अधिक गहरा हो चुका था, बल्कि इसका स्थानिक स्वरूप भी अधिक विषम और तीव्र हो गया था। भूजल समोच्च मानचित्र (चित्र 3) व तालिका 2 स्पष्ट रूप से यह दर्शाता है कि जिले के बड़े हिस्से में 30 मीटर से अधिक गहराई की समोच्च रेखाएँ व्यापक रूप से फैल चुकी हैं, जबकि कुछ क्षेत्रों में 60 से 90 मीटर तक की अत्यंत गहरी भूजल स्थितियाँ विकसित हो गई हैं। यह परिवर्तन जिले के जल-भूगर्भीय संतुलन में आए संरचनात्मक बदलाव की ओर संकेत करता है।

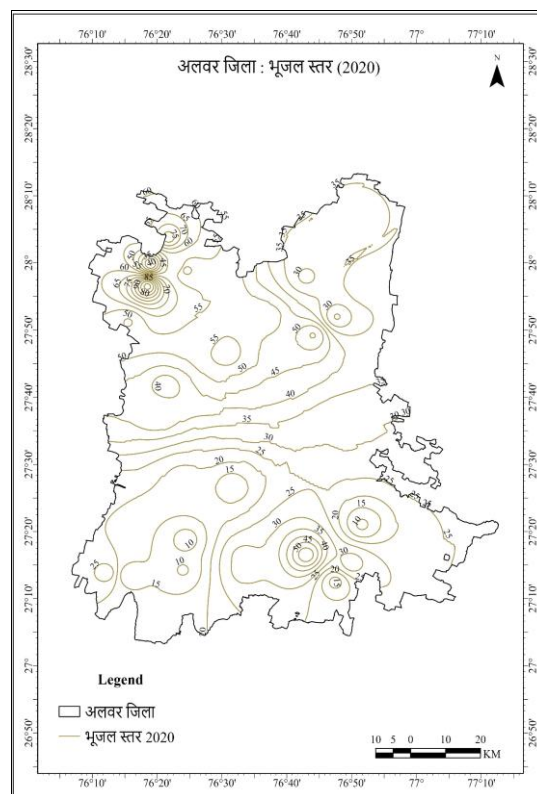
तालिका 2 : अलवर जिले का भूजल परिदृश्य वर्ष 2020

तहसील स्तर पर भूजल 2020 (मीटर भूमि तल से नीचे)						
क्रम संख्या	तहसील	न्यूनतम	अधिकतम	परास	औसत	मानक विचलन
1	बहरोड़	31.92	97.17	65.26	61.75	9.83
2	मुंडावर	35.33	59.17	23.84	52.55	3.73
3	कोटकासिम	28.51	52.79	24.28	37.17	7.18
4	तिजारा	26.72	41.83	15.11	34.52	1.64
5	किशनगढ़बास	24.53	55.38	30.85	43.60	6.15
6	रामगढ़	23.65	40.10	16.45	31.50	3.25
7	अलवर	11.62	52.07	40.45	32.83	9.19
8	बानसूर	27.30	57.24	29.95	45.85	5.57
9	थानागाजी	7.34	30.03	22.69	19.06	3.68
10	राजगढ़	7.13	37.32	30.20	24.10	7.60
11	लक्ष्मणगढ़	9.00	44.05	35.05	22.75	5.79
12	कटूमर	17.25	28.36	11.11	24.27	1.50
13	नीमराना	29.65	77.47	47.82	58.40	7.36
14	रैणी	13.16	53.40	40.24	30.06	8.95
15	मालाखेड़ा	8.72	31.81	23.08	20.84	4.60
16	गोविन्दगढ़	27.02	28.75	1.72	27.83	0.30
17	नारायणपुर	18.01	43.20	25.19	32.29	7.46
18	टहला	9.42	32.18	22.76	16.73	4.61
		19.79	47.91	28.11	34.23	5.47

आँकड़ा स्रोत : केंद्रीय भूजल बोर्ड (CGWB), 2024

स्थानिक दृष्टि से उत्तर-पूर्वी भाग, विशेष रूप से बहरोड़ और नीमराना क्षेत्र, वर्ष 2020 में जिले के सर्वाधिक गंभीर भूजल क्षेत्र के रूप में उभरते हैं। इन क्षेत्रों में 60, 70 तथा 80 मीटर से अधिक गहराई की समोच्च रेखाएँ सघन रूप से केंद्रित हैं। बहरोड़ में अधिकतम भूजल गहराई 97.17 मीटर तथा नीमराना में 77.47 मीटर तक पहुँच चुकी है। समोच्च रेखाओं की सघनता

और अत्यधिक परास यह दर्शाती है कि इन क्षेत्रों में भूजल स्तर न केवल अत्यधिक नीचे चला गया है, बल्कि उसका स्थानिक वितरण भी अत्यंत अस्थिर हो गया है। यह स्थिति उच्च फसल गहनता, नलकूप आधारित सिंचाई तथा औद्योगिक-नगरीय जल मांग के संयुक्त प्रभाव को प्रतिबिंबित करती है।



आँकड़ा स्रोत : केंद्रीय भूजल बोर्ड (CGWB), 2024

मानचित्र संख्या 3: अलवर जिले का भूजल परिदृश्य वर्ष 2020

जिले के मध्य भाग, जिसमें अलवर, बानसूर, किशनगढ़ बास और कोटकासिम तहसीलें सम्मिलित हैं, वर्ष 2020 में उच्च से मध्यम भूजल तनाव क्षेत्र के रूप में दिखाई देते हैं। इन क्षेत्रों में 35 से

50 मीटर की समोच्च रेखाएँ व्यापक रूप से फैली हुई हैं। मानचित्र में इन समोच्च रेखाओं का फैलाव यह संकेत देता है कि भूजल गिरावट यहाँ व्यापक है, किंतु उत्तर-पूर्वी भाग की तुलना

में अपेक्षाकृत कम तीव्र है। इन क्षेत्रों में कृषि गतिविधियाँ प्रमुख हैं और भूजल दोहन मुख्यतः सिंचाई आवश्यकताओं से प्रेरित है। इसके विपरीत, जिले के दक्षिणी एवं दक्षिण-पश्चिमी भाग, विशेषकर थानागाजी, टहला और आंशिक रूप से मालाखेड़ा, वर्ष 2020 में भी अपेक्षाकृत कम गहरे भूजल स्तर वाले क्षेत्र बने हुए हैं। यहाँ 15 से 30 मीटर की समोच्च रेखाएँ प्रमुख हैं और उनका वितरण अपेक्षाकृत नियमित दिखाई देता है। यह इस क्षेत्र में सीमित कृषि तीव्रता, वन क्षेत्र की उपस्थिति तथा अनुकूल भू-आकृतिक परिस्थितियों को दर्शाता है, जो भूजल गिरावट की गति को आंशिक रूप से नियंत्रित करती हैं।

मानक विचलन और परास के स्थानिक स्वरूप भी इसी क्षेत्रीय विभाजन की पुष्टि करते हैं। उत्तर-पूर्वी और मध्य औद्योगिक-कृषि क्षेत्रों में उच्च परास और अधिक मानक विचलन भूजल दोहन की तीव्रता और असमानता को दर्शाते हैं, जबकि दक्षिणी भागों में

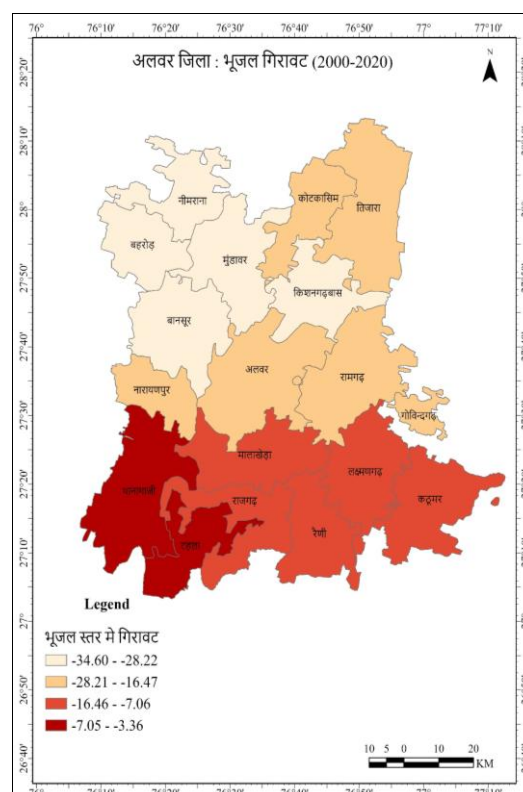
कम परास और निम्न मानक विचलन भूजल स्तर की तुलनात्मक स्थिरता को इंगित करते हैं। इस प्रकार, वर्ष 2020 का भूजल मानचित्र अलवर जिले में उभरते जल संकट की स्थानिक संरचना को स्पष्ट रूप से उजागर करता है और इसे कृषि-प्रेरित जल दबाव के व्यापक संदर्भ में समझने का अवसर प्रदान करता है।

भूजल स्तर में गिरावट तुलनात्मक स्थानिक विश्लेषण 2000–2020
वर्ष 2000 और 2020 के भूजल स्तर मानचित्रों तथा तहसील-स्तरीय भूजल गिरावट के आँकड़ों का तुलनात्मक विश्लेषण यह स्पष्ट करता है कि अलवर जिले में भूजल संकट केवल मात्रा में ही नहीं, बल्कि अपने स्थानिक स्वरूप और तीव्रता में भी गहराई से परिवर्तित हुआ है। यह परिवर्तन किसी एकसमान प्रक्रिया का परिणाम नहीं है, बल्कि विभिन्न भौगोलिक क्षेत्रों में भिन्न-भिन्न तीव्रताओं के साथ घटित हुआ है।

तालिका 3 : अलवर जिले में भूजल स्तर में गिरावट (2000–2020)

क्रम संख्या	भूजल स्तर में गिरावट 2000–2020		
	तहसील	भूजल स्तर में गिरावट (मीटर भूमि तल से नीचे)	मानक विचलन
1	बहरोड़	-30.94	-1.96007
2	मुंडावर	-34.6	-0.69044
3	कोटकासिम	-24.77	-5.23554
4	तिजारा	-20.03	0.137803
5	किशनगढ़बास	-28.22	-3.78657
6	रामगढ़	-20.86	-0.84434
7	अलवर	-18.81	-8.03037
8	बानसूर	-28.93	-3.33299
9	थानागाजी	-6.25	-1.86136
10	राजगढ़	-9.06	-6.29924
11	लक्ष्मणगढ़	-8.25	0.587733
12	कटूमर	-10.63	1.610799
13	नीमराना	-33.74	-2.92151
14	रैणी	-8.06	-4.24083
15	मालाखेड़ा	-7.06	-4.04528
16	गोविन्दगढ़	-18.78	0.800575
17	नारायणपुर	-16.47	-6.98035
18	टहला	-3.36	-3.89364

आँकड़ा स्रोत : केंद्रीय भूजल बोर्ड (CGWB), 2024



मानचित्र संख्या 4: अलवर जिले के भूजल स्तर में गिरावट 2000–20

भूजल मानचित्र (चित्र 4) व तालिका 3 स्पष्ट रूप से यह दर्शाता है की तुलनात्मक रूप से जिले का उत्तर पूर्वी औद्योगिक-कृषि क्षेत्र सबसे अधिक प्रभावित क्षेत्र के रूप में उभरकर सामने आता है। बहरोड़ (-30.94 मी.), मंडावर (-34.60 मी.) और नीमराना (-33.74 मी.) जैसी तहसीलों में 20 वर्षों के भीतर 30 मीटर से अधिक की भूजल गिरावट दर्ज की गई है। वर्ष 2000 में जहाँ इन क्षेत्रों में भूजल स्तर अपेक्षाकृत मध्यम गहराई पर उपलब्ध था, वहीं 2020 तक आते-आते यहाँ अत्यधिक गहरी समोच्च रेखाएँ विकसित हो चुकी हैं। यह परिवर्तन उच्च फसल गहनता, नलकूप आधारित सिंचाई तथा औद्योगिक-नगरीय जल मांग के संयुक्त दबाव को दर्शाता है। स्थानिक रूप से यह क्षेत्र अब एक सघन भूजल अवसाद क्षेत्र का रूप ले चुका है।

जिले का मध्य एवं पश्चिमी भाग, जिसमें बानसूर (-28.93 मी.), किशनगढ़ बास (-28.22 मी.), कोटकासिम (-24.77 मी.) और रामगढ़ (-20.86 मी.) शामिल हैं, दूसरे स्तर का प्रभावित क्षेत्र प्रस्तुत करता है। इन तहसीलों में भूजल गिरावट 20-30 मीटर के बीच रही है। 2000 के मानचित्र में ये क्षेत्र संतुलित भूजल दशा वाले प्रतीत होते थे, किंतु 2020 तक इन क्षेत्रों में समोच्च रेखाओं का सघनीकरण और गहराई में वृद्धि स्पष्ट हो जाती है। यह संकेत करता है कि कृषि तीव्रता में वृद्धि ने इन क्षेत्रों को धीरे-धीरे उच्च जोखिम श्रेणी की ओर धकेला है।

इसके विपरीत, जिले का दक्षिणी एवं दक्षिण-पूर्वी भाग, विशेषकर थानागाजी (-6.25 मी.), टहला (-3.36 मी.), मालाखेड़ा (-7.06 मी.) और रैणी (-8.06 मी.) जैसी तहसीलें तुलनात्मक रूप से कम प्रभावित दिखाई देती हैं। 2000 और 2020 दोनों वर्षों के मानचित्रों में इन क्षेत्रों में भूजल गिरावट की गति धीमी रही है और समोच्च रेखाएँ अपेक्षाकृत स्थिर बनी हुई हैं। यह स्थिति वन आवरण की उपस्थिति, कम फसल गहनता तथा भू-आकृतिक अनुकूलता से संबंधित मानी जा सकती है।

समग्र रूप से, 2000-2020 का तुलनात्मक स्थानिक संश्लेषण यह दर्शाता है कि अलवर जिले में भूजल गिरावट एक क्षेत्रीय रूप से विभेदित प्रक्रिया है। जहाँ उत्तर-पूर्वी और कृषि-औद्योगिक पट्टियाँ तीव्र गिरावट के केंद्र के रूप में विकसित हुई हैं, वहीं दक्षिणी भाग अपेक्षाकृत संरक्षित बने हुए हैं। यह स्थानिक असमानता आगे के अध्ययनों में भूजल संकट के कारणों और पर्यावरणीय परिणामों को समझने के लिए एक महत्वपूर्ण आधार प्रदान करती है।

फसल गहनता और भूजल गिरावट का अंतर्संबंध

भूजल गिरावट के कारणों को समझने के लिए फसल गहनता के आँकड़े अत्यंत महत्वपूर्ण हैं। जिले की समग्र फसल गहनता 2000-01 में 154.23 प्रतिशत से बढ़कर 2020-21 में 181.34 प्रतिशत हो गई, जो यह दर्शाता है कि समान कृषि भूमि पर अधिक बार फसलें ली जा रही हैं।

तहसील-स्तर पर यह प्रवृत्ति और अधिक स्पष्ट हो जाती है। बानसूर (193.88 प्रतिशत), तिजारा (190.36 प्रतिशत), राजगढ़ (190.17 प्रतिशत), मालाखेड़ा (194.80 प्रतिशत) और नारायणपुर (189.74 प्रतिशत) जैसी तहसीलों में फसल गहनता अत्यधिक उच्च है। यही तहसीलें भूजल गिरावट की दृष्टि से भी गंभीर स्थिति दर्शाती हैं। उदाहरणस्वरूप, बानसूर में भूजल गिरावट 28.93 मीटर और तिजारा में 20.03 मीटर दर्ज की गई है। यह तथ्य अत्यंत महत्वपूर्ण है कि अलवर जिले में भूजल संकट का प्रमुख कारण कृषि भूमि का क्षेत्रीय विस्तार नहीं, बल्कि फसल गहनता में हुई वृद्धि है।

इसके विपरीत, थानागाजी (180.61 प्रतिशत) और टहला (171.64 प्रतिशत) जैसी तहसीलों में फसल गहनता तुलनात्मक रूप से कम है और यहाँ भूजल गिरावट भी सीमित (क्रमशः 6.25 मीटर एवं 3.36 मीटर) रही है। यह स्पष्ट रूप से दर्शाता है कि समान

जलवायु परिस्थितियों में भी भूजल गिरावट की तीव्रता कृषि तीव्रता पर निर्भर करती है।

गंभीर जल तनाव क्षेत्र की पहचान

भूजल स्तर (2000 एवं 2020) के समोच्च मानचित्रों 1 व 2 तथा भूजल गिरावट मानचित्र 3 के तुलनात्मक अध्ययन से अलवर जिले में कुछ स्पष्ट उच्च-जोखिम जल-तनाव क्षेत्र चिह्नित किए जा सकते हैं।

अति-उच्च जल-तनाव क्षेत्र

बहरोड़, नीमराना और मंडावर तहसीलें जिले के सबसे गंभीर जल-तनाव क्षेत्र के रूप में उभरकर सामने आती हैं। 2020 के भूजल मानचित्र में इन क्षेत्रों में 55-75 मीटर से अधिक गहराई की समोच्च रेखाएँ सघन रूप से विद्यमान हैं। यहाँ भूजल गिरावट 30 मीटर से अधिक दर्ज की गई है। इन क्षेत्रों में उच्च फसल गहनता के साथ-साथ औद्योगिक गतिविधियाँ और नगरीकरण भी भूजल दोहन को और तीव्र बनाते हैं।

उच्च जल-तनाव क्षेत्र

बानसूर, किशनगढ़ बास, कोटकासिम और तिजारा जैसी तहसीलें उच्च जल-तनाव क्षेत्र के अंतर्गत आती हैं। इन क्षेत्रों में भूजल गिरावट 20-30 मीटर के बीच है और 2020 के मानचित्र में 35-50 मीटर गहराई की समोच्च रेखाएँ प्रमुख रूप से विकसित हो चुकी हैं। यह क्षेत्र कृषि-प्रधान हैं और यहाँ नलकूप आधारित सिंचाई प्रणाली पर अत्यधिक निर्भरता पाई जाती है।

मध्यम से निम्न जल-तनाव क्षेत्र

थानागाजी, टहला, मालाखेड़ा और आंशिक रूप से रैणी जैसी तहसीलें अपेक्षाकृत कम जल-तनाव वाली श्रेणी में आती हैं। 2020 के मानचित्र में इन क्षेत्रों में 15-30 मीटर गहराई की समोच्च रेखाएँ प्रमुख हैं। यहाँ भूजल गिरावट सीमित है, जिसका कारण अपेक्षाकृत कम फसल गहनता, वन क्षेत्र की उपस्थिति तथा भू-आकृतिक संरचना मानी जा सकती है।

भूजल स्तर मानचित्रों, तहसील-स्तरीय गिरावट आँकड़ों और फसल गहनता के संयुक्त विश्लेषण से यह स्पष्ट निष्कर्ष निकलता है कि अलवर जिले में भूजल संकट स्थानिक रूप से असमान लेकिन संरचनात्मक रूप से कृषि-प्रेरित है। उच्च फसल गहनता वाले क्षेत्र ही भूजल गिरावट के सर्वाधिक जोखिम वाले क्षेत्र हैं। अतः भविष्य की जल-नीति और कृषि योजना में फसल गहनता प्रबंधन, सूक्ष्म सिंचाई तकनीक तथा भूजल पुनर्भरण को प्राथमिकता देना अत्यंत आवश्यक होगा।

निष्कर्ष

अध्ययन से स्पष्ट होता है कि वर्ष 2000 से 2020 के मध्य अलवर जिले में भूजल स्तर में उल्लेखनीय एवं क्षेत्रीय रूप से असमान गिरावट दर्ज की गई है। उत्तर-पूर्वी एवं कृषि-औद्योगिक तहसीलों में जल स्तर की गिरावट सर्वाधिक पाई गई, जहाँ फसल गहनता भी उच्च रही। इसके विपरीत दक्षिणी भाग अपेक्षाकृत कम प्रभावित रहे। यह प्रवृत्ति संकेत देती है कि भूजल संकट मुख्यतः कृषि तीव्रीकरण तथा नलकूप आधारित सिंचाई पर बढ़ती निर्भरता से प्रेरित है। अतः दीर्घकालिक जल सुरक्षा हेतु फसल प्रबंधन, सूक्ष्म सिंचाई एवं भूजल पुनर्भरण रणनीतियों को प्राथमिकता देना आवश्यक है।

संदर्भ

1. Directorate of Economics and Statistics. District statistical handbook: Alwar district 2000. Government of Rajasthan; 2000.
2. Directorate of Economics and Statistics. District

- statistical handbook: Alwar district 2010. Government of Rajasthan; 2010.
3. Directorate of Economics and Statistics. District statistical handbook: Alwar district 2020. Government of Rajasthan; 2020.
 4. India Meteorological Department. Climatological tables and rainfall statistics: Rajasthan state. Ministry of Earth Sciences, Government of India; 2000.
 5. India Meteorological Department. Rainfall statistics of India 2010: Rajasthan subdivision. Ministry of Earth Sciences, Government of India; 2010.
 6. India Meteorological Department. Rainfall statistics of India 2020: Rajasthan subdivision. Ministry of Earth Sciences, Government of India; 2020.
 7. Central Ground Water Board. Ground water year book: Rajasthan state 1999–2000. Ministry of Water Resources, Government of India; 2000.
 8. Central Ground Water Board. Ground water year book: Rajasthan state 2019–2020. Ministry of Jal Shakti, Government of India; 2020.
 9. Department of Environment and Climate Change. State of environment report: Rajasthan (with special reference to Alwar district). Government of Rajasthan; 2020.
 10. Department of Agriculture, Government of Rajasthan. Agricultural statistics at a glance: Rajasthan. Government of Rajasthan; 2000.
 11. Department of Agriculture, Government of Rajasthan. Agricultural statistics at a glance: Rajasthan. Government of Rajasthan; 2010.
 12. Department of Agriculture, Government of Rajasthan. Agricultural statistics at a glance: Rajasthan. Government of Rajasthan; 2020.
 13. The Hindu. Declining groundwater levels raise concern in Alwar district. 2020 Jul 15.
 14. The Times of India. Erratic monsoon impacts crop production in eastern Rajasthan. 2019 Aug 22.
 15. Rajasthan Patrika. Water crisis intensifies in Alwar blocks. 2021 Jun 10.