Groundwater Quality Assessment: A Review on Traditional and Soft Computing Approaches

भूजल की गुणवत्ता का आंकलन: पारंपरिक और सॉफ्ट कम्प्यूटिंग दृष्टिकोण पर एक समीक्षा

Shwetank[1]
Assistant Professor
Department of Computer Science
shwetank.arya@gmail.com
9760076668

Suhas[2]
Assistant Professor
Department of Chemistry
suhasnatyan@yahoo.com
9690205838

Jitendra Kumar Chaudhary[3]
Research Scholar
Department of Computer Science
jitendra1phd@gmail.com
9557799908

[1,2,3]Gurukula Kangri Vishwavidyalaya, Haridwar

सार

भूजल मानव के अस्तित्व के लिए एक अपरिहार्य प्राकृतिक संसाधन है। यह एक ऐसा कारक है जो किसी भी देश के सामाजिक-आर्थिक विकास को व्यापक रूप से प्रभावित करता है। तत्वों की अनिश्चितता, परस्पर निर्भरता और विचाराधीन तत्वों की स्थिति के कारण भूजल की गुणवत्ता का आकलन एक जटिल समस्या है। अनुसंधान के आधुनिक युग में, वास्तविक दुनिया की समस्याओं को हल करने या अस्पष्ट स्थितियों को संभालने के लिए, पारंपरिक सिद्धांतों और दृष्टिकोणों को बहुत कम प्रयोग किया जाता है। ऐसी जटिल समस्याओं को हल करने के लिए soft computing विधियों का प्रयोग उपयुक्त हो सकता है और यह अस्पष्ट वातावरण में स्वीकार्य समाधान प्रदान करता है। Artificial Neural Network, पेय भूजल गुणवत्ता में पाए जाने वाले गैर-रैखिक और जटिल संबंधों को सीखने और मॉडल करने में सहायक होता है क्यूँकि इसमें निवेश तथा परिणाम के बीच के कई सम्बन्ध गैर-रैखिक होने के साथ-साथ जटिल भी होते हैं। Fuzzy logic में भूजल पीने की भौतिक, रासायनिक और जैविक जानकारी के बारे में पूर्व ज्ञान की आवश्यकता होती है। निवेश तथा परिणाम आंकड़ों के बीच छिपे हुए रिश्ते या पैटर्न के अनुसार यह वास्तविक दुनिया की समस्या को हल करने के लिए उपयोग की जाने वाली प्रक्रियाओं में होने वाली त्रुटियों को कम करके ठीक परिणाम देता है। पेय भूजल गुणवत्ता के प्राप्त परिणामो में से सर्वश्रेष्ठ परिणाम का चयन करने में genetic algorithm का प्रयोग किया जा सकता है। यह आनुवंशिकी के सिद्धांतों के अनुसार, सर्वश्रेष्ठ परिणाम का चुनाव करता है। इसका प्रयोग, आमतौर पर, अनुकूलन समस्याओं और खोज समस्याओं के लिए उच्च-गुणवत्ता वाले समाधान प्रस्तुत करने में किया जाता है। इस शोध पत्र का उद्देश्य भूजल गुणवत्ता मूल्यांकन के लिए विभिन्न विधियों के गुणों का अवलोकन करना है।

Abstract

Groundwater is indispensable natural resource for survival of human. It is a factor that comprehensively influences the socio-economic growth of any country. Due to uncertainties, interdependencies of parameters and situations of elements under consideration, groundwater quality assessment is a complex real world problem. In modern epoch of research, to solve real world problems or to handle ambiguous situations, traditional principles and approaches are hardly implemented. Soft computing may be

Research Cell: An International Journal of Engineering Science, Special Issue September 2019, Vol. 32,
UGC Approved Journal (S.No.63019), ISSN: 2229-6913(Print), ISSN: 2320-0332(Online),
Web Presence: http://ijoe.vidyapublications.com

© 2017 Vidya Publications. **Authors are responsible for any plagiarism issues.**

appropriate to solve such complex problems and it provides an acceptable solution in an ambiguous environment. Artificial nervous system is helpful in learning and modeling non-linear and complex relationships found in groundwater quality assessment because many relationships between input and output are complex as well as non-linear. Fuzzy logic requires prior knowledge of physical, chemical and biological information about groundwater. It reduces the errors in the procedures used to solve the real world problem and gives accurate result considering hidden relationships or patterns between input and output. Genetic algorithm has been used to select the best result among available results of the groundwater quality. It chooses the best result according to the principles of genetics. In general, it is used to present high-quality solutions for adaptation and search problems. The objective of this research paper is to analyze the qualities of different groundwater quality estimation methods.

Keywords: Groundwater Quality Assessment, Soft Computing, Artificial Neural Network, Fuzzy Logic, Traditional Methods

मुख्य शब्द: भूजल गुणवत्ता मूल्यांकन, soft computing, artificial neural network, fuzzy logic, फजी लॉजिक, पारम्परिक विधियां

१. प्रस्तावना

एक अच्छा शोध, सदैव परिणाम में त्रुटियों को कम करने की कोशिश करता है, वास्तविक समस्या को दर्शाता है तथा सटीक निर्णय प्रदान करता है जिसे मानव द्वारा आसानी से समझा जा सकता है। जटिल समस्याओं के रूप में मानी जाने वाली पर्यावरण की समस्याओं के हल में अनेक त्रुटियां हो सकती हैं क्योंकि इनके अनेक घटक होते हैं और जो एक दूसरे पर निर्भर हो सकते हैं [१]। पारंपरिक विधियां गणित और सांख्यकी पर आधारित हैं तथा इनके द्वारा एक विमिये समस्याओं को हल किया जा सकता है। यह विधियां पर्यावरण की समस्याओं को ठीक से हल करने के लिए असफल हो सकते हैं। भूजल गुणवत्ता मूल्यांकन (भू.गु.मू.) भी एक पर्यावरण की समस्या है जिसमे अनेक तत्वों पर विचार करने की आवश्यकता होती है जैसे कि भौतिक व रासायनिक तत्व, भारी धातु, जैविक तत्व, मिट्टी का प्रकार, गहराई आदि [२]। यह सभी तत्व तथा इनके बीच परस्पर संबंध भू.गु.मू. के परिणाम को प्रभावित कर सकते हैं। उदाहरण के लिए पी.एच. (pH), एक भूजल नमूने में अन्य तत्वों मात्रा को प्रभावित कर सकता है [३]। इसलिए इस समस्या ने एक ऐसी आवश्यकता उत्पन्न की, जिसे आधुनिक तरीकों जैसे कि soft computing, remote sensing और geographic information system द्वारा पूरा किया जा सकता है।

भूजल चट्टानों और मिट्टी के कणों के बीच भूमिगत जमा होता है और इसमें बड़ी मात्रा में खनिज जैसे कैल्शियम, क्लोरीन, आयरन, सोडियम आदि होते हैं। भूजल में इनकी कम मात्रा मानव

***© 2017 Vidya Publications.* Authors are responsible for any plagiarism issues.**

स्वास्थ्य के लिए लाभदायक होती है परन्तु इनकी अधिक मात्रा में ये तत्व विषैले तत्व बन जाते हैं। भूजल की गुणवत्ता, भारत के कई क्षेत्रों में, मुख्य रूप से मानवीय गतिविधियों [३] के परिणामस्वरूप दूषित हो गई है। भूजल की गुणवत्ता भौतिक पैरामीटर (पीएच, स्वाद, रंग, गंध आदि), रासायनिक पैरामीटर (नाइट्रेट, आर्सेनिक, आदि), जैविक पैरामीटर (कॉलिफॉर्म आदि) और जलभृत (Aquifer) के प्रकार (मृदा प्रकार, गहराई, पारगम्यता आदि) पर निर्भर करती है [२]।

हाल ही में, पर्यावरण सम्बंधित समस्याओं के मूल्यांकन में, अस्पष्टता, आंशिक सच्चाई, सीखने की क्षमता और सर्वश्रेष्ठ विकल्प के चयन की क्षमता के कारण soft computing तकनीकों के अनुप्रयोग अत्यधिक बढ़ गए हैं [१०]। वास्तविक विश्व भूजल गुणवत्ता मूल्यांकन समस्याएं पारंपरिक तकनीकों द्वारा पूरी तरह से परिभाषित और हल की जा सकती हैं, क्योंकि ये समस्याएं प्रायिकतया [११] के स्थान पर संभावनाओ पर आधारित हैं। दूसरी ओर, soft computing एक उन्नत कार्यप्रणाली है जो अनुमान, अस्पष्टता और स्थिति के अनुरूप ढलने [१२] की अवधारणा का समर्थन करती है।

यह शोधपत्र पारंपरिक व soft computing विधियों के बीच एक उचित तुलना प्रस्तुत करता है और व्यापक रूप से स्वीकृत आधुनिक soft computing विधियों की उपयुक्तता को सिद्ध करता है। इस समीक्षा का उद्देश्य मानवीय कार्यकलापों से जुड़े भू.गु.मू. में सॉफ्ट कम्प्यूटिंग तकनीकों की भूमिका को समझाना है। इसके साथ ही साथ, भू.गु.मू. की समस्याओं और सॉफ्ट कम्प्यूटिंग के महत्व और पारंपरिक तरीकों पर उनके लाभों पर भी चर्चा की गयी है।

२. पारंपरिक दृष्टिकोण

आमतौर पर भूजल निम्नलिखित तीन स्रोतों से दूषित हो सकता है:

- पहला- शहरीकरण, जो मानव अपव्यय, जल अपवाह, मानवीय मल के अनुचित प्रबंधन द्वारा भूजल को प्रदूषित करता है।
- दूसरा- कृषि, जो कृषि उर्वरक, पशु अपशिष्ट और कीटनाशकों के भूजल में रिसने के लिए जिम्मेदार है।
- तीसरा- औद्योगिकीकरण, भूजल प्रदूषण का एक प्रमुख कारक, औद्योगिक बहाव, भंडारण गोदामों, पाइपलाइन रिसाव, रासायनिक परिवहन और वायुमंडलीय गिरावट द्वारा भूजल प्रदूषण में जबरदस्त वृद्धि करता है।

***© 2017 Vidya Publications.* Authors are responsible for any plagiarism issues.**

किसी भी देश की सामाजिक-आर्थिक गतिविधियाँ और मानवीय कार्य मुख्य रूप से भूजल [१३] पर निर्भर करते हैं, जो ज्यादातर मानवीय गतिविधियों और अज्ञानता से प्रदूषित होता है। ऐसे दूषित पानी को पीने से, मानव में अनेक बीमारियां पैदा होती हैं। भारत सरकार, मानव को पेय जल प्रदान करने से पहले पेय भूजल की गुणवत्ता की जाँच करवाता है। गलत भूजल गुणवत्ता मूल्यांकन मानव स्वास्थ्य पर नकारात्मक प्रभाव डालता है जो राष्ट्र के विकास पर प्रतिकूल प्रभाव डाल सकता है।

आधुनिक भूविज्ञान की उत्पत्ति जेम्स हटन द्वारा अठारहवीं शताब्दी के अंत में एक गुणात्मक, अवलोकन, वर्णनात्मक और व्यक्तिपरक अध्ययन के रूप में हुई थी। बाद में १९०१ में पियर्सन और १९०४ में स्पीयरमैन ने भूवैज्ञानिक अध्ययनों में मात्रात्मक तकनीकों के रूप में सांख्यिकीय तरीकों का उपयोग शुरू किया। १९५० में, कंप्यूटर के अनुप्रयोगों के कारण, भूजल विश्लेषण तकनीकों में प्रगति तब अधिक हो गई जब कंप्यूटर सांख्यिकीय और बहुविमिये विश्लेषण के लिए सहायक बन गया।

यधपि, पारम्परिक विधियां जैसे कि मानचित्रों की व्याख्या, भौतिक-रासायनिक विश्लेषण और चित्र विश्लेषण आदि भूजल की गुणवत्ता और निर्णय लेने का आकलन करने में प्रभावी और सक्षम हैं, तधपि ये विधियां किसी न किसी तरह पारंपरिक गणितीय या सांख्यिकीय तरीकों पर आधारित हैं। ये दृष्टिकोण एक समस्या को गणितीय समीकरण में बदलते हैं जिसे संख्यात्मक या सांख्यिकीय विधियों द्वारा आगे हल किया जा सकता है।

इस दुनिया के विभिन्न क्षेत्रों में शोधकर्ताओं ने कई पारंपरिक तरीकों जैसे कि पानी की गुणवत्ता सूचकांक (water quality index) [४], क्लस्टर विश्लेषण (cluster analysis) [५], प्रमुख घटक विश्लेषण (principal component analysis) [६], कारक विश्लेषण (factor analysis) [५], विभेदक विश्लेषण (discriminant analysis) [७], ट्रिलिनियर विश्लेषण (trilinear analysis) [८], ड्रास्टिक (DRASTIC) [९] आदि का प्रयोग किया है। ये विधियां पारंपरिक पद्धति पर आधारित हैं और शुद्धता, निश्चितता और अनम्यता के सिद्धांतों पर केंद्रित हैं।

पारंपरिक भू.गु.मू. विधियों की कमियों को दूर करने के लिए, soft computing विधियों और उनके मिश्रण का उपयोग किया जा सकता है। soft computing विधियां वर्गीकरण, भविष्यवाणी, खोज, अनुमान, बहुआयामी विश्लेषण, सर्वोत्तम विकल्प और सीखने की क्षमताओं के चयन में सर्वश्रेष्ठ

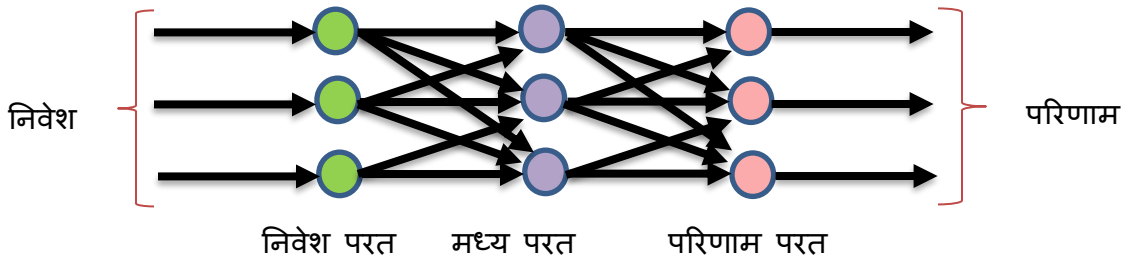
***© 2017 Vidya Publications.* Authors are responsible for any plagiarism issues.**

हैं। विधियों का मिश्रण या एकीकरण इस तरह से किया जा सकता है कि वे विचाराधीन अन्य एकीकृत विधियों की कमियों की भरपाई करते हैं।

३. soft computing दृष्टिकोण

आजकल शोधकर्ताओं का मानना है कि एकीकृत प्रणाली मानवीय क्षमता प्रदान कर सकती है जैसे कि मानव तर्क क्षमता और समूह ज्ञान। यह विधियां वास्तविक विश्व समस्याओं को हल करने में महत्वपूर्ण और सक्षम हैं। पारंपरिक गणितीय तरीके केवल निश्चितता और सटीकता के साथ काम करते हैं। दूसरी ओर, soft computing और एकीकृत soft computing विधियों का उपयोग भू.गु.मू. को, अनिश्चितता के साथ मापने और कम लागत समाधान प्रदान करने के लिए किया जा सकता है। सामान्यतः, पारंपरिक विधियां केवल सरल प्रणालियों की सटीक जांच कर सकती हैं, लेकिन मानव जीवविज्ञान, चिकित्सा, पर्यावरण, प्रबंधन विज्ञान आदि जैसी जटिल प्रणालियों से घिरा हुआ है। इस क्षेत्र की समस्याओं को पारंपरिक तरीकों से पूरी तरह से हल नहीं किया जा सकता है।

soft computing का एक घटक Artificial Neural Network (ए.एन.एन.) है जो एक आधुनिक प्रतिरूपण विधि है। यह समस्या के गणितीय प्रतिनिधित्व पर विचार किए बिना मॉडल निवेश और परिणाम आंकड़ों के बीच एक गैर-रैखिक सम्बन्ध को प्रदर्शित करने में सक्षम है। ए.एन.एन., जिसे न्यूरल नेटवर्क के रूप में भी जाना जाता है, एक गणात्मक (कम्प्यूटेशनल) प्रतिरूप है जो जैविक तंत्रिका तंत्र की तरह काम करता है। यह जानकारी प्राप्त करने, जानकारी को परिवर्तित करने और संचारित करने के लिए मानव तंत्रिका तंत्र का अनुकरण करता है। प्रत्येक ए.एन.एन. की मूल इकाई न्यूरॉन, या नोड है। सभी नोड सूचना का आदान-प्रदान करते हैं। प्रत्येक निवेश से एक भार (w) संलग्न होता है, जो इसकी क्षमता को प्रदर्शित करता है। प्रत्येक न्यूरॉन कुछ स्वतंत्र घटकों को दर्शाता है जो ए.एन.एन. परिणाम को प्रभावित करता है। एक मूल ए.एन.एन. में ३ अलग-अलग परतें होती हैं (चित्र। १), जिनमे अनेक न्यूरॉन होते हैं।



चित्र 1: Artificial Neural Network *की मूल संरचना*

© 2017 Vidya Publications. **Authors are responsible for any plagiarism issues.**

१. निवेश परत, बाहरी वातावरण से निवेश स्वीकार करती है और अगली परत के न्यूरॉन को देती है।

२. मध्य परतें, सक्रियण फ़ंक्शन का उपयोग करके निवेश को परिणाम में परिवर्तित करती हैं।

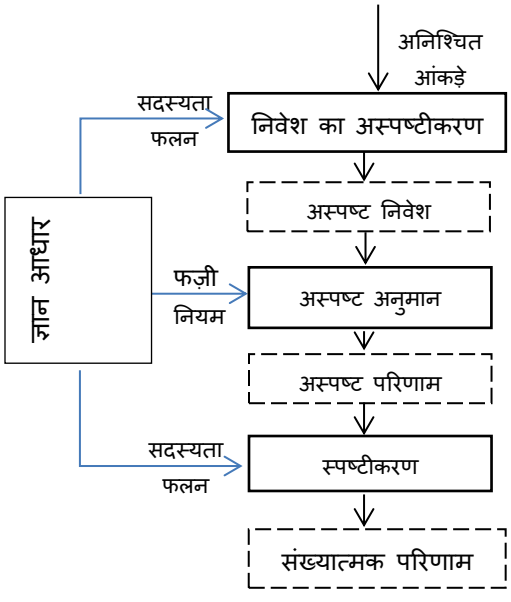
३. परिणाम परत, ए.एन.एन. द्वारा निकले गए परिणाम को प्रदर्शित करती है।

श्रीधर व अन्य [१४] ने प्रदूषित जलभृत की सफाई में लगने वाले समय के पूर्वानुमान के लिए भूजल प्रतिरूप मॉडफ्लो (MODFLOW) और मॉडपाथ MODPATH के साथ ए.एन.एन. का उपयोग किया। संतोषजनक प्रशिक्षण के बाद, ए.एन.एन. प्रतिरूप को मॉडफ्लो (MODFLOW) और मॉडपाथ MODPATH के साथ जोड़ा गया। ए.एन.एन के द्वारा प्राप्त परिणाम, पारंपरिक तरीकों की तुलना में, १७ गुना अधिक तेजी से प्राप्त किये गए। साहित्य की समीक्षा के अनुसार भूजल की गुणवत्ता दिन-प्रतिदिन घटती जा रही है, इसलिए भूजल संसाधनों की सटीक भविष्यवाणी और प्रबंधन महत्वपूर्ण हो जाएगा। एमरी व अन्य [१५] ने, भूजल से संबंधित निर्णय देने के लिए, ए.एन.एन की उपयोगिता को एक उपकरण के रूप में दिखाया है। गोलोका व अन्य [१६] ने सतह के भूजल में कृषि में प्रयुक्त कीटनाशक द्वारा भूजल संदूषण का मूल्यांकन करने के लिए ए.एन.एन का उपयोग किया। आयोनिस व अन्य [१७] ने भूजल स्तर की भविष्यवाणी करने के लिए फीड फॉरवर्ड ए.एन.एन का प्रयोग किया, भारी धातुओं द्वारा भूजल संदूषण की भविष्यवाणी के लिए, मुहम्मद अली व अन्य [१८] ने अन्न का प्रयोग किया, राज व अन्य ने अज्ञात भूजल प्रदूषण स्रोतों की पहचान करने के लिए ANN का इस्तेमाल किया [१९], टूटू व अन्य ने दक्षिण अफ्रीका में यूरेनियम वितरण की जांच करने के लिए एएनएन को लागू किया [२०]। ए.एन.एन. के इन अनुप्रयोगों के अलावा, कई शोधकर्ताओं ने ए.एन.एन. के लाभों को सिद्ध व उनका प्रयोग किया है जैसे कि भूजल संदूषण [२१], आर्सेनिक संदूषण [२२], जलभृत के तत्वों की पहचान [२३], पारगम्यता [२४], आर्सेनिक संदूषण का मूल्यांकन करने के लिए साधारण क्रिगिन्ग और कृत्रिम तंत्रिका नेटवर्क के बीच तुलना, [२५], भूजल लवणता का विश्लेषण [२६], प्रदूषण क्षमता की भविष्यवाणी [२], जल संसाधन अभियांत्रिकी में प्रतिरूपण [२], नाइट्रेट संदूषण के लिए पूर्वानुमान [२९], कुल घुलित ठोस [३०] और भूजल विलोम (इनवर्स) समस्या की भविष्यवाणी [३१]।

soft computing का दूसरा घटक, फजी लॉजिक, पर्यावरण से सम्बंधित समस्याओं की अनिश्चितताओं को आसानी से संभाल सकता है। फजी लॉजिक के इस गुण के कारण इसका उपयोग भू.गु.मू. के लिए किया जा सकता है। फज़ी लॉजिक अस्पष्ट और गलत जानकारी से संबंधित है तथा मानवीय निर्णय लेने की पद्धति का अनुकरण करता है। यह है। वास्तविक

***© 2017 Vidya Publications.* Authors are responsible for any plagiarism issues.**

दुनिया की समस्याओं को हल करने के लिए यह द्विआधारी तर्क की तरह सच/ झूठ के बजाय सत्य की कोटि का उपयोग करता है। फ़ज़ी लॉजिक का अर्थ अस्पष्ट लॉजिक नहीं है बल्कि यह किसी समस्या की अस्पष्टता को प्रदर्शित करता है। मूल रूप से इसके चार भाग हैं:



चित्र. 2: फजी लॉजिक की मूल संरचना

- नियम आधार: यह यदि- तब (IF-THEN) प्रकार के नियमों का एक संग्रह है और इसका उपयोग निर्णय लेने की प्रक्रिया में किया जाता है।
- अस्पष्टीकरण : यह आंकिक आंकड़ों को फजी समूह में परिवर्तित करता है।
- निष्कर्ष प्रणाली: यह निवेश लेता है और नियम के आधार पर इस निवेश की मिलान कोटि को प्रदर्शित करता है।
- स्पष्टीकरण: यह एक फजी मॉडल के परिणाम को आंकिक आंकड़ों में परिवर्तित करता है, जो निर्णयकर्ताओं के लिए आवश्यक है।

भू.गु.मू. से जुड़ी प्रमुख समस्या प्राथमिक/ /द्वितीय आंकड़ों में अनिश्चितता है क्योंकि अनिश्चित आंकड़ों अनिश्चित निर्णय को प्रेरित करता है। आम तौर पर, भू.गु.मू. में दो प्रकार की अनिश्चितताएं होती हैं। पहला, प्राकृतिक परिवर्तनशीलता/ यादृच्छिकता, दूसरा मानव जनित अनिश्चिततायें जैसे कि निवेश, तत्वों की मात्रा, प्रतिरूपण और विश्लेषण में उत्पन्न त्रुटियां [४]। साठ के दशक के उत्तरार्ध

***© 2017 Vidya Publications.* Authors are responsible for any plagiarism issues.**

में, फजी लॉजिक को एल. ए. ज़ादेह द्वारा असमानताओं को संभालने के लिए दिया गया था। बहु-मूल्यवान तर्क के रूप में, फजी लॉजिक का उपयोग उन बहुआयामी समस्याओं को हल करने के लिए किया जा सकता है जिनमें पैरामीटर की निर्भरता एक दूसरे पर बहुत अधिक होती है। पारंपरिक विधियों और एकल विधिओं के प्रयोग के विपरीत, आजकल विभिन्न विधियों का एकीकरण द्वारा भू.गु.मू. में उपयोग किया जा रहा है जैसे कि फजी - जी.आई.एस. - ड्रास्टिक [३२], फजी - संख्यात्मक अनुरूपण [३३], फजी - निर्णय सहायता प्रणाली [३४], फजी - पानी की गुणवत्ता सूचकांक (डब्लू. क्यू. आई.) [४], ए.एन.एन.-फजी लॉजिक [३५], फजी सीपेज मॉडल [३७], फजी सिंथेटिक मूल्यांकन [३६], अनुकूली तंत्रिका-आधारित फजी इनवेंशन सिस्टम [३५], फजी - ड्रास्टिक प्रतिरूप [३२], जी.आई.एस.-चर फजी सेट [३,], अनुकूली तंत्रिका-आधारित फजी इनफरेंस प्रणाली-जी.पी.एस. [३५], फजी सिमुलिंक प्रतिरूप [३९]], फजी लॉजिक-क्लस्टर विश्लेषण [४०]। ये शोध कार्य, भूजल की गुणवत्ता, संदूषण विश्लेषण, सतह और उपसतह के पानी का संयुक्त उपयोग, भूजल की गुणवत्ता के वर्गीकरण और पहचान, पीने के उददेश्य हेतु भूजल की रासायनिक गुणवत्ता आकलन, उपयुक्तता मूल्यांकन, नाइट्रेट एकाग्रता प्रतिरूपण, हाइड्रो-जियो-केमिस्ट्री और भूजल के उपयोग, गुणवत्ता मूल्यांकन, जलभृत के गुणवत्ता में गिरावट का आंकलन, फजी सूचना प्रसंस्करण, भूजल की वल्नेरेबिलिटी का मूल्यांकन, भण्डारण के लिए भूजल की गुणवत्ता का आंकलन, भूजल की जैविक विशेषताओं का विश्लेषण, प्रदूषण क्षमता की पहचान, औद्योगिक जल गुणवत्ता सूचकांक प्राप्त करना, नए जल गुणवत्ता प्रतिरूप का विकास, विषैले पदार्थों का मूल्यांकन, जलभृत संचारण का अनुमान, कृषि क्षेत्रों के नीचे भूजल प्रदूषण की जाँच करना, भूजल प्रदूषण में अनिश्चितताओं का आंकलन करना, तथा भूजल लवणता के स्थानिक परिवर्तन के लिए करे गए हैं।

ये सभी विधियां दो कारणों से एकीकृत पर्यवेक्षित (इंटीग्रेटेड सुपरवाइस्ड) फ़ज़ी लॉजिक दृष्टिकोण में आते हैं। इनमें सबसे पहले, दो अलग-अलग तरीकों को एकीकृत किया जाता है। दूसरा, निम्न कारणों के कारन, ये सभी पर्यवेक्षित हैं-

१. फ़ज़ी नियमों का आधार विकसित करने के लिए विशेषज्ञों के निर्णयों और ज्ञान का उपयोग किया गया है, जो किसी भी फ़ज़ी प्रतिरूप का आधार है।

२. भूजल प्रदूषण के मूल्यांकन का वर्गीकरण विशेषज्ञों के ज्ञान और विभिन्न तत्वों की मानक सीमाओं के आधार पर पहले से ही निर्धारित किया गया है।

***© 2017 Vidya Publications.* Authors are responsible for any plagiarism issues.**

४. निष्कर्ष

प्रस्तावित समीक्षा का उद्देश्य भू.गु.मू. में सॉफ्ट कम्प्यूटिंग विधियों का, तत्व परिवर्तनशीलता, अनिश्चितता, जटिलता और भूजल गुणवत्ता की भविष्यवाणी की स्थिति में, गहन अध्ययन करना है। इस शोधपत्र में भूजल मूल्यांकन के लिए पारंपरिक और समकालीन विधियों पर एक व्यवस्थित सर्वेक्षण किया गया है। पे.भू.गु.मू.और प्रदूषण स्रोतों में समस्याओं पर संक्षिप्त और सॉफ्ट कम्प्यूटिंग की प्रासंगिकता पर चर्चा की गई है तथा पारम्परिक विधियों पर उनके लाभों पर भी चर्चा की गई है। पारंपरिक भू.गु.मू. में, त्रुटियों को संभालने में असमर्थता के कारण, भूजल की गुणवत्ता का अपेक्षित मूल्य निश्चितता के साथ नहीं जाना जाता है। दूसरी ओर, soft computing या इंटीग्रेटेड soft computing विधियों का लाभ संशयात्मक आंकड़ों की स्थिति में और अनिश्चित वातावरण में प्रभावी निर्णय लेने की क्षमता है। पारंपरिक भू.गु.मू. विधियाँ विश्लेषणात्मक प्रतिरूप, बाइनरी या क्रिस्प प्रणाली, सटीक, नियतात्मक रेखीय निवेश पर आधारित हैं तथा सटीक परिणाम देती हैं, जो निर्णयकर्ताओं द्वारा सरलता से नहीं समझा जा सकता है। दूसरी ओर soft computing विधियाँ अभेद्यता, अनिश्चितता, आंशिक सच्चाई और सन्निकटन पर आधारित हैं और प्राकृतिक भाषा के रूप में निवेश स्वीकार करती हैं। ये विधियां समानांतर रूप से काम कर सकती हैं और मानव भाषा के रूप में अनुमानित परिणाम दे सकती हैं जो निर्णयकर्ताओं द्वारा आसानी से समझा जा सकता है।

प्रत्येक एकल तकनीक की कुछ सीमा होती है जिसे किसी अन्य तकनीक द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, भू.गु.मू. और जल गुणवत्ता सूचकांक विधियाँ अनिश्चितताओं को संभालने में असमर्थ हैं। उपरोक्त विधियों की सीमाओं को फ़ज़ी लॉजिक के एकीकरण द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है। लेकिन, फजी लॉजिक स्थानिक निर्णय, भविष्यवाणी और विश्लेषण करने में असमर्थ है। फजी लॉजिक के इस दोष को ए.एन.एन, जी.आई.एस. और दूरस्थ संवेदन प्रणाली के एकीकरण द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है। इस प्रकार का एकीकरण एक हाइब्रिड मॉडल बनाता है। इस एकीकृत मॉडल में सभी एकीकृत तकनीकों के गुण शामिल हैं। इस तरह के समामेलन का उद्देश्य एक से अधिक तकनीकों के एकीकरण या संलयन के माध्यम से व्यक्तिगत तकनीकों की सीमाओं को पार करना है। तकनीकों का ऐसा समामेलन भूजल की गुणवत्ता का सही आकलन करने के लिए एक सर्वोचित दृष्टिकोण है क्योंकि प्रत्येक तकनीक की कुछ सीमा होती है जिसे कुछ अन्य तकनीकों द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है। इसलिए, भूजल की गुणवत्ता के सटीक मूल्यांकन के लिए एक हाइब्रिड मॉडल का उपयोग किया जा सकता है जिसमें जियो-

***© 2017 Vidya Publications.* Authors are responsible for any plagiarism issues.**

इन्फॉर्मेटिक्स, पारम्परिक गणितीय तकनीकें और soft computing तकनीक शामिल हैं। ये सभी तकनीकें विभिन्न सूचना प्रतिनिधित्व विधियों, निर्णय समर्थन क्षमताओं और सीखने के तरीकों पर आधारित हैं।

सन्दर्भ

[१] Finizio, A., Calliera, M., Vighi, M., 2001, Rating systems for pesticide risk classification on different ecosystems. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 49: 262–274.

[२] WHO 2011, Guidelines for Drinking-water Quality, 4th ed, ISBN 978 92 4 154815 1.

[३] IS 10500: 2012, Bureau of Indian Standards, Drinking Water — Specification, IInd Revision.

[४] Shwetank, 2019, Estimation of groundwater contamination using fuzzy logic: A case study of Haridwar, India, *Groundwater for Sustainable Development*. 8: 644–653.

[५] Md. Golzar Hossain, 2013, Factor and Cluster Analysis of Water Quality Data of the Groundwater Wells of Kushtia, Bangladesh: Implication for Arsenic Enrichment and Mobilization, *Journal Geological Society Of India*. 81: 377-384.

[६] N. Subba Rao, 2014, Spatial control of groundwater contamination, using Principal Component Analysis, *J. Earth Syst. Sci.* 123(4): 715–728.

[७] Poonam Tirkey, 2017, Assessment of Groundwater Quality and Associated Health Risks: A case study of Ranchi city, Jharkhand, India, *Groundwater for Sustainable Development*. 8

[८] Y. Ouyang, J.E. Zhang, L. Cui, 2014, Estimating impacts of land use on groundwater quality using trilinear analysis, *Environ. Monit. Assess.* 186: 5353–5362.

[९] M.M. Awawdeh, R.A. Jaradat, 2010, Evaluation of aquifers vulnerability to contamination in the Yarmouk river basin, Jordan, based on DRASTIC method, *Arab. J. Geosci.* 3: 273–282.

[१०] Javier Montero, 2010, Grading ideas about the concept of Soft Computing, *International Journal of Computational Intelligence Systems.* 3(2): 144-147.

[११] P.P. Mujumdar, K. Sashi kumar, 2002, A fuzzy risk approach for seasonal water quality management of river water, *Water Resour. Res.* 38: 1004.

[१२] S.N. Sivanandam, S. Sumathi, S.N. Deepa, 2007, Introduction to fuzzy logic using MATLAB, *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, ISBN-10 3-540-35780-7.

[१३] UNESCO 2012, Managing Water Report under Uncertainty and Risk — The United Nations World Water Development. Report 4 Volume 1

[१४] Shreedhar Maskey, Yonas B. Dibike, Andreja Jonoski, Dimitri Solomatine, 2000, Groundwater Model Approximation with Artificial Neural Network for Selecting Optimum Pumping Strategy for Plume Removal,

***© 2017 Vidya Publications.* Authors are responsible for any plagiarism issues.**

Proc 2nd Joint Workshop *"Artificial Intelligence in Civil Engineering"*, Cottbus, Germany, 67-80, ISBN 3-934934-00-5

[১৫] Emery Coppola Jr., Mary Poulton, Emmanuel Charles, John Dustman, Ferenc Szidarovszky, 2003, Application of Artificial Neural Networks to Complex Groundwater Management Problems, *Natural Resources Research.* 12(4): 303-320.

[১৬] Goloka B. Sahoo, Chittaranjan Ray, Edward Mehnert, Donald A. Keefer, 2006, Application of artificial neural networks to assess pesticide contamination in shallow groundwater, *Science of the Total Environment*. 367: 234–251.

[১৭] Ioannis N. Daliakopoulos, Paulin Coulibaly, Ioannis K. Tsanis, 2005, Groundwater level forecasting using artificial neural networks, *Journal of Hydrology*. 309: 229–240.

[১৮] Muhammad Ali Shamim, A.R.Ghumman, Usman Ghani, 2004, Forecasting Groundwater Contamination Using Artificial Neural Networks, *International Conf. on Water Resources & Arid Environment.*

[১৯] Raj Mohan Singh, Bithin Datta, Ashu Jain, 2004, Identification of Unknown Groundwater Pollution Sources Using Artificial Neural Networks, *J. Water Resour. Plann. Manage.* 130: 506-514.

[২০] Tutu H., Cukrowska E.M., Dohnal V., Havel J., 2005, Application of artificial neural networks for classification of uranium distribution in the Central Rand goldfield, South Africa, *Environmental Modeling and Assessment.* 10: 143–152

[২১] Eddy El Tabach, Laurent Lancelot, Isam Shahrour, Yacoub Najjar, 2007, Use of artificial neural network simulation metamodelling to assess groundwater contamination in a road project, *Mathematical and Computer Modelling*. 45: 766–776.

[২২] Purkait B., Kadam S. S., Das S. K., 2008, Application of Artificial Neural Network Model to Study Arsenic Contamination in Groundwater of Malda District, Eastern India, *Journal of Environmental Informatics*. 12(2): 140-149.

[২৩] Shouju Li, He Yu, Yingxi Liu, 2008, Aquifer Parameter Identification with Hybrid Ant Colony System, *Nonlinear Dynamics and Systems Theory.* 8(4): 359–374.

[২৪] Tapesh K Ajmera, A. K. Rastogi, 2008, Artificial Neural Network Application on Estimation of Aquifer Transmissivity, *Journal of Spatial Hydrology.* 8(2): 15-31.

[২৫] Mohammad Chowdhury, Ali Alouani, Faisal Hossain, 2010, Comparison of ordinary kriging and artificial neural network for spatial mapping of arsenic contamination of groundwater, *Stoch Environ Res Risk Assess.* 24:1–7.

[২৬] Mohamed Seyam, Yunes Mogheir, 2011, Application of Artificial Neural Networks Model as Analytical Tool for Groundwater Salinity, *Journal of Environmental Protection.* 2: 56-71.

[২৭] Kyung Hwa Cho, Suthipong Sthiannopkao, Yakov A. Pachepsky, Kyoung-Woong Kim, Joon Ha Kim, 2011, Prediction of contamination potential of groundwater arsenic in Cambodia, Laos, and Thailand using artificial neural network, *Water Research.* 45: 5535 -5544.

[২৮] M. R. Mustafa, M. H. Isa, R. B. Rezaur, 2012, Artificial Neural Networks Modeling in Water Resources Engineering: Infrastructure and Applications, World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol:6 2012-02-24, 317-325.

***© 2017 Vidya Publications.* Authors are responsible for any plagiarism issues.**

[২৯] Khamis Al-Mahallawi, Jacky Mania, Azzedine Hani, Isam Shahrour, 2012, Using of neural networks for the prediction of nitrate groundwater contamination in rural and agricultural areas, *Environ. Earth Sci.*, 65: 917–928.

[৩০] P. Abbasi Maedeh, N. Mehrdadi, G.R. Nabi Bidhendi, H. Zare Abyaneh, 2013, Application of Artificial Neural Network to Predict Total Dissolved Solids Variations in Groundwater of Tehran Plain, Iran, *International Journal of Environment and Sustainability.* 2(1): 10-20.

[৩১] Maria Laura Foddis, Philippe Ackerer, Augusto Montisci, Gabriele Uras, 2013, Polluted aquifer inverse problem solution using artificial neural networks, *AQUA mundi,* Am07054: 015 – 021.

[৩২] Dixon B., 2003, Prediction of ground water vulnerability using an integrated GIS-based Neuro-Fuzzy techniques, *Journal Of Spatial Hydrology.* 4(2), 1-38.

[৩৩] J. Ganoulis, P. Anagnostopoulos, H. Mpimpas, 2003, "Fuzzy numerical simulation of water quality". In: Proc. 30th IAHR Congress, Theme B, August 2003, Thessaloniki, Greece. *IAHR, Spain.* pp: 165–174.

[৩৪] Vito F. Uricchio, Raffaele Giordano, Nicola Lopez, 2004, A fuzzy knowledge-based decision support system for groundwater pollution risk evaluation, *Journal of Environmental Management.* 73, 189–197.

[৩৫] Sayed Farhad Mousavi, Mohammad Javad Amiri, 2012, Modeling Nitrate Concentration of Groundwater Using Adaptive Neural-Based Fuzzy Inference System, *Soil & Water Research.* 7: 73–83.

[৩৬] Yani Geng, Jun Zhang, Qi Zhou, Chundi Xu, Yaqian Zhao, 2011, Fuzzy synthetic evaluation of Weihe water quality, *Environmental Engineering and Management Journal.* 10(10): 1477-1484

[৩৬] Ayse Muhammetoglu, Ahmet Yardimci, 2006, A Fuzzy Logic Approach To Assess Groundwater Pollution Levels Belowagricultural Fields, *Environmental Monitoring and Assessment.* 118: 337–354.

[৩৮] SHI JianSheng, MA Rong, LIU JiChao, ZHANG YiLong , 2013, Suitability assessment of deep groundwater for drinking, irrigation and industrial purposes in Jiaozuo City, Henan Province, north China, *Chinese Science Bulletin.* 58(25): 3098-3110.

[৩৯] Natarajan Venkat Kumar, Samson Mathew, Ganapathiram Swaminathan, 2010, A Hybrid Approach towards the Assessment of Groundwater Quality for Potability: A Fuzzy Logic and GIS Based Case Study of Tiruchirappalli City, India, *Journal of Geographic Information System*. 2: 152-162.

[৪০] S. Venkatramanan, S. Y. Chung, R. Rajesh & S. Y. Lee, T. Ramkumar, M. V. Prasanna-2015-Comprehensive studies of hydrogeochemical processes and quality status of groundwater with tools of cluster, grouping analysis, and fuzzy set method using GIS platform: a case study of Dalcheon in Ulsan City, Korea, *Environ Sci Pollut Res.* 22(15):11209-23.

[৪১] Lalithamma.G.A, Dr. P.S. Puttaswamy, 2013, Literature Review of Applications of Neural Networkin ControlSystems, *International Journal of Scientific and Research Publications.* 3(9): 1-6

[৪2] Sivanandam, S.N., Sumathi, S., Deepa, S.N., 2007. Introduction to Fuzzy Logic Using MATLAB. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg* ISBN-10 3-540-35780-7.

© 2017 Vidya Publications. **Authors are responsible for any plagiarism issues.**