मृदा अध्ययन हेतु सुदूर संवेदन का अनुप्रयोगः एक समीक्षा

प्रियंका*

*शोध छात्रा, भू–विज्ञान विभाग, वनस्थली विद्यापीठ, निवाई (राजस्थान), भारत

सारांश : पृथ्वी ऊपरी सतह पर मोटे, मध्यम और बारीक कार्बनिक तथा अकार्बनिक मिश्रित कणों को मृदा कहते हैं। मृदा मानव जाति के लिए काफी महत्वपूर्ण है ,क्योंकि यह पोधों एवं जीव – जन्तुओं को समर्थन प्रदान करती है जो हमारी दैनिक आवश्यकताओं जैसे : रोटी , कपडा, मकान इत्यादि की पूर्ति करती है। सभी मिट्टियों की उत्पत्ति चट्टानों से हुई है। जहाँ प्रकृति ने मिट्टी में अधिक हेर–फेर नहीं किया और जलवायु का प्रभाव अधिक नहीं पड़ा, वहाँ यह संभव है कि हम नीचे की चट्टानों से ऊपर की मिट्टी का संबंध क्रमबद्ध रूप से स्थापित कर सकें। यद्यपि ऊपर की सतह की मिट्टी का रंग–रूप नीचे की चट्टान से बिलकुल भिन्न है, फिर भी दोनों में रासायनिक संबंध रहता है। आज के तकनीकी युग में रिमोट सेंसिंग तकनीक मृदा सम्बन्धी अध्ययनों के लिए अत्यंत उपयुक्त है। मृदा में विद्यमान नमी के आकलन हेतु एवं मृदा के तापमान इत्यादि को पता करने के लिए यह तकनीक बड़ी मात्रा में प्रयोग में लायी जा रही है। अतः सामाजिक विज्ञानो में भी इस तकनीक का इस्तेमाल दिन प्रतिदिन बढ़ता जा रहा है।

संकेताक्षरः मृदा, कार्बनिक पदार्थ, अकार्बनिक मिश्रित कण, जलवायु, रासायनिक संबंध, चट्टान

परिचय

सुदूर सवेंदन से अभिप्राय किसी वस्तु के संपर्क में आये बिना उसके संबंध में जानकारी प्राप्त करने से है। लेकिन वर्तमान समय में सुदूर संवेदन का तात्पर्य आकाश में स्थित किसी प्लेटफार्म : जैसे हवाईजहाज, उपग्रह या गुब्बारे से पृथ्वी के किसी भूभाग का चित्र लेना भी सुदूर सवेंदन के अंतर्गत आता है। यह एक ऐसी उन्नत तकनीक है जिसके माध्यम से ऊँचाई पर जाकर बिना किसी भौतिक सम्पर्क के पृथ्वी के धरातलीय रूपों और संसाधनों का अध्ययन वैज्ञानिक विधि से किया जाता हैं। सुदूर सवेंदन का इतिहास काफी पुराना है, सबसे पहले जी. तोरांकन नामक गुब्बारेबाज ने पेरिस शहर का गुब्बारे से चित्र सन 1858 ई. में खींचा। हवाईजहाजों द्वारा छायाचित्र खींचने की शुरूआत प्रथम विश्वयुद्ध के दौरान सैन्य आसूचना एकत्रण के लिये हुई थी। इसके उपरान्त कृत्रिम उपग्रहों के विकास ने इसे नए आयाम दिए। कृत्रिम उपग्रहों के प्रचलन से सुदूर संवेदन की उपयोगिता बढ़ी। अब दृश्य और अदृश्य सूचनाएँ भी उपग्रह चित्रों के माध्यम से एकत्रित की जाती हैं। हवाई छायाचित्रण का आविष्कार द्वितीय विश्वयुद्ध के दौरान सैन्य सर्विलांस के लिए हुआ। इसके उपरान्त इसका अनुप्रयोग दिन प्रतिदिन बढ़ता चला गया। भारत में सुदूर संवेदन सम्बन्धी कार्यों का आयोजन एवं निरीक्षण राष्ट्रीय सुदूर संवेदन केन्द्र, हैदराबाद द्वारा किया जाता है जो भारत सरकार के विज्ञान मंत्रालय के अंतरिक्ष विभाग के अंतर्गत काम करने वाली एजेंसी है।

साहित्य की समीक्षा

• **SEOS (साइंस एजुकेशन थ्रू एअर्थ ऑब्जरवेशन फॉर हाई स्कूल्स)** ने तापीय सुदूर सवेंदन को मृदा के तापमान के आकलन हेतु सबसे उपयुक्त माना है, इनका यह मानना है कि किसी भी स्थान पर मिट्टी का अधिकतम तापमान वनस्पति के उगने में बाधक होता है, यही कारण है कि मृदा में उपयुक्त नमी कि मात्रा पाए जाने के कारण उसके तापमान के कम होने पर वनस्पति का आवरण अधिकतम देखने को मिलता है साथ ही अलग अलग फसलों कि पैदावार भी यहाँ देखी जा सकती है। इन्होनें मृदा में विद्यमान नमी के आकलन हेतु तापीय सुदूर सवेंदन को सबसे उपयुक्त माना है।

• **इंटरनेशनल इंस्टिट्यूट फॉर जियो –इनफार्मेशन साइंस एंड अर्थ ऑब्जरवेशन** ने मृदा के तापमान का पता लगाने के लिए माइक्रोवेव रिमोट सेंसिंग का प्रयोग किया है, इन्होनें इसके लिए दो बुनियादी दृष्टिकोण सक्रिय एवं निष्क्रिय को उपयुक्त माना है, सक्रिय दृष्टिकोण में मिट्टी कि चमक के आधार पर तापमान का पता लगाया जा सकता है एवं निष्क्रिय दृष्टिकोण में रडार द्वारा पल्स भेजकर प्राप्त संकेत की तुलना वापिस लौटकर आयी ऊर्जा के गुणांक से की जा सकती है। दोनों विधियाँ सतह से किये गए परावर्तन के आधार पर जानकारी प्रदान करती हैं।

• **आर, एस्कदाफाल. (1989)** ने अपने शोध अध्ययन में मृदा वर्णक्रमीय गुणों का उपयोग करते हुए मिट्टी के रंग संकेतन के बीच मृदा की सतह के रंग और संरचना को एक बहुस्तरीय नमूने का उपयोग करके वर्णित किया । इन्होनें दक्षिणी ट्यूनीशिया में जमीन परीक्षण स्थलों की एक श्रृंखला के लिए इस तकनीक का प्रयोग किया । इसके लिए इन्होनें लैंडसैट TM बैंड का प्रयोग करते हुए मृदा सरंचना एवं मृदा के रंग का पता लगाने का प्रयास किया है ।

• **बुइ. एन. जे (1999)** ने अपने शोध अध्ययन में सांता मोनीका माउंटेन्स में सुदूर सवेंदन तकनीक का इस्तेमाल करते हुए ला जोल्ला वैली एवं सेर्रानो वैली में लोह अंश का प्रतिशत ज्ञात करने का प्रयास किया है।

• **चौधरी, बी. जे. (2001)** ने अपने शोध अध्ययन में सतह के खुरदरेपन कि जानकारी के लिए माइक्रोवेव रिमोट सेंसिंग को सबसे उपयुक्त माना है, इनका यह मानना है कि रडार के माध्यम से जब रेंज भेजी जाती है तो वह अलग अलग ऑब्जेक्ट से टकराकर जब वापिस लोटती है तो हम आसानी से सतह के खुरदरेपन एवं मुलायम होने का पता लगा सकते है क्योंकि जब रेंज किसी मुलायम सतह से टकराती है तो ऊर्जा का बड़ा भाग ऑब्जेक्ट से टकराकर वापिस लौट आता है परन्तु यदि सतह का रंग काला है तो यहाँ अवशोषण कि प्रवृर्ति पायी जाएगी, इसके ठीक विपरीत खुरदरी सतह पर बिखराव कि प्रवृति अधिक होगी एवं ऊर्जा वापिस लौटने में ज्यादा समय लेगी ।

• **फुलझतर. (2001)** ने अपने शोध अध्ययन में हवाई छायाचित्र एवं सॅटॅलाइट इमेजरी का इस्तेमाल करते हुए समस्याग्रस्त मिट्टी की पहचान करने का प्रयास किया है।

• **चोपड़ा, पारुल.(2006)** ने अपने शोध अध्ययन में गुजरात राज्य में सूखाग्रस्त क्षेत्रों की पहचान करते हुए उपयुक्त सुझाव प्रस्तुत किये हैं। इन्होंने रिमोट सेंसिंग तकनीक का इस्तेमाल करते हुए संभावित सूखाग्रस्त क्षेत्रों की पहचान की हैं तथा ARC GIS 9.0 एवं ERDAS 8.7 सॉफ्टवेयर का प्रयोग करते हुए गुजरात राज्य में अधिकतम, मध्यम , निम्न सूखाग्रस्त क्षेत्रों की जानकारी प्रदान की है। अध्ययन हेतु इन्होंने गणितीय विधियों का प्रयोग भी किया है।

• **होन्गयंग, सुख. (2013)** ने अपने शोध अध्ययन में दक्षिणी कोरिया में मृदा जल की क्षमता का अध्ययन गणितीय विधियों के आधार पर किया हैं। इन्होंने भी अपने शोध अध्ययन में मिट्टी की भौतिक स्थिति और गुणवत्ता का आकलन करने के लिए मिट्टी की पानी की क्षमता को महत्वपूर्ण माना हैं।

• **मुल्डेर, वी. एल. एट. अल. (2013)** ने अपने शोध अध्ययन में तापीय सुदूर सवेंदन को मृदा में विद्यमान खनिजों का पता लगाने के उदेस्य से उपयुक्त माना है। इन्होंने ेज्म्त यानि एडवांस्ड स्पेसबॉर्न थर्मल एमिशन एंड रिफ्लेक्शन रेडियोमीटर का प्रयोग करते हुए मृदा में विद्यमान डोलोमाइट, अभ्रक, क्लोराइट,केल्साइट,क्वार्ट्ज जैसे खनिजों का पता लगाते हुए अनेक गणितीय तकनीकों के माध्यम से अपने शोध कार्य को पूर्णता प्रदान की है, साथ ही मानचित्रीकरण करते हुए अलग अलग खनिजों की उपलब्धता को प्रमुखता प्रदान की है।

• **सुधा, श्रुति. (2014)** ने अपने शोध अध्ययन में सामान्यीकृत फॉरेस्ट वनस्पति सूचकांक का प्रयोग विशिष्ट क्षेत्रों में फसलीय` वृद्धि को जानने के उद्देश्य से किया। उदाहरण के तौर पर पेड़ की जड़ों में विद्यमान मिट्टी की नमी, मिट्टी का रंग, मिट्टी की बनावट, जल धारण क्षमता, मिट्टी में विद्यमान कार्बन और नाइट्रोजन की मात्रा का पता लगाने के लिए सुदूर सवेंदन का उपयोग किया जाता है।

• **रोबर्ट, एडमस. (2015)** ने अपने शोध अध्ययन में माइक्रोवेव रिमोट सेंसिंग को मृदा में विद्यमान नमी के आकलन हेतु उपयुक्त माना है। इन्होनें ग्रेविइमेट्रिक विधि (ठोस मिट्टी के गठन के आकलन हेतु) एवं वॉल्यूमेट्रिक (मिट्टी की मात्रा के प्रतिशत के आकलन हेतु) दो गणितीय विधियों के माध्यम से अपने शोध कार्य को प्रस्तुत किया है । इसके लिए इन्होनें स्थानिक, सामयिक एवं आंकड़ा प्रस्तुतीकरण हेतु सारणीकरण एवं मानचित्रीकरण विधि को अपनाया है।

• **सूर्येभगवान, के. वी. (2016)** ने अपने शोध अध्ययन में इथोपिया में अधिकतम सिंचाई के कारण मृदा की लवणता में हुई वृद्धि का वर्णन प्रस्तुत किया है,इन्होने अपने शोध अध्ययन में अनेक गणितीय तकनीकों का प्रयोग किया है, इनका यह मानना है कि सुसक एवं अर्ध सुसक अक्षत्रो में मिट्टी में लवणता की समस्या बढ़ती जा रही है जो मिट्टी के उपजाऊपन को कम करने के साथ साथ उसकी गुणवत्ता में गिरावट का कारण भी बन रही है। इन्होंने लवणता सूचकांक एवं चमक सूचकांक का प्रयोग करते हुए रिग्रेशन विधि का प्रयोग अपने शोध कार्य में किया है। इन्होंने अपने शोध अध्ययन में ARC GIS 10.1 सॉफ्टवेयर का इस्तेमाल करते हुए मानचित्रीकरण विधि को अपनाया है।

• **एच, रमेश. (2016)** ने अपने शोध अध्ययन में कर्नाटक राज्य के नेत्रावती बेसिन में औसत वार्षिक वर्षा, मृदा मानचित्र, ढाल मानचित्र, मृदा अपरदन मानचित्र,मृदा उपजाऊपन मानचित्र, भौतिक मानचित्र, भूमि उपयोग एवं भूमि आवरण मानचित्र, मृदा नमी मानचित्र हेतु रिमोट सेंसिंग तकनीक को अपनाया है।

• **मंडल अरुण एट. अल. (2017)** ने अपने शोध अध्ययन में तापीय सुदूर संवेदन की सहायता से नर्मदा नदी बेसिन (हरदा जिला) में पूर्वी नीमर एवं पश्चिमी नीमर क्षेत्र में विद्यमान सोइल ऑर्गनिक कार्बन का पता लगाने का प्रयास किया है। इन्होने अपने शोध अध्ययन में अनेक गणितीय तकनीकों का प्रयोग करते हुए मृदा ब्राइटनेस इंडेक्स एवं वेटनेस इंडेक्स तैयार किये हैं, इसके अलावा मृदा के अलग अलग प्रकारों का वर्णन प्रस्तुत किया ळें

शोध अध्ययन का प्रमुख उद्देश्य

1. प्रस्तुत शोध अध्ययन का प्रमुख उद्देश्य मृदा अध्ययनों में सुदूर सवेंदन के बढ़ते अनुप्रयोगो का वर्णन प्रस्तुत करना है।
2. सामान्य, तापीय एवं माइक्रोवेव रिमोट सेंसिंग के बढ़ते महत्व की जानकारी प्रदान करना।
3. रिमोट सेंसिंग तकनीक के माध्यम से मृदा मानचित्रीकरण हेतु जानकारी प्रदान करना।
4. मृदा के प्रकार, सरंचना, लवणता की मात्रा, नमी की मात्रा इत्यादि की जानकारी प्रस्तुत करना।
5. समस्याग्रस्त मृदा की पहचान कर उपयुक्त सुझाव प्रस्तुत करना।
6. प्रस्तुत शोध पत्र हिंदी भाषा से सम्बन्ध रखने वाले शोधार्थियों एवं पाठकों की आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए लिखा गया है, क्योंकि हिंदी भाषा में सुदूर सवेंदन से सम्बंधित अध्ययनों की नितांत कमी है , ज्यादातर शोधार्थो इस समस्या का सामना करते हैं, प्रस्तुत शोध पत्र रिमोट सेंसिंग से सम्बंधित अनेक महत्वपूर्ण जानकारियों से युक्त हैं। भारत में हिंदी भाषा से सम्बन्ध रखने वाले विद्यार्थियों को नयी नयी तकनीकों से अवगत कराने हेतु यह एक महत्वपूर्ण प्रयास हैं ।

आंकड़ा आधार एवं शोध प्रविधि

सामान्यतः शोध प्रविधि प्राथमिक एवं द्वितीयक आंकड़ों का संग्रह होती है, यहाँ प्रस्तुत शोध अध्ययन में द्वितीयक आंकड़ों का प्रयोग किया गया है। द्वितीयक आंकड़ों में पुस्तिका, अखबार, पत्रिकाएं, पुस्तकें, संगणकजाल, प्रकाशित एवं अप्रकाशित पत्र का प्रयोग किया गया है। इसके अलावा अनुसन्धान प्रविधि जो किसी भी अनुसंधानात्मक कार्य का एक महत्वपूर्ण आधार होती है। इसके माध्यम से किसी भी चयनित समस्या के मूल्यांकन से निष्कर्ष तक पहुंचने में शोधकर्ता की सहायता करती है। यहाँ प्रस्तुत शोध कार्य में मृदा के रंग, सतह खुरदुरापन, मृदा सरंचना, मृदा का तापमान, मृदा में नमी की मात्रा इत्यादि के आकलन हेतु द्वितीयक स्रोतों की सहायता ली गयी है। क्योंकि द्वितीयक शोध अध्ययनों से स्पष्ट है कि अधिकतर शोध अध्ययनों में मृदा मानचित्रीकरण हेतु ARC GIS 10.2 एवं ERDAS सॉफ्टवेयर अत्यंत उपयुक्त हैं।

मृदा अध्ययन हेतु सामान्य सुदूर सवेंदन का अनुप्रयोग

दुर्गम क्षेत्रों में मिट्टी के मानचित्रीकरण हेतु सामान्य सुदूर सवेंदन तकनीक अति महत्वपूर्ण है। खासकर पहाड़ी इलाकों से सम्बंधित जानकारी प्रदान करने हेतु यह एक प्रमुख माध्यम है। इस तकनीक का इस्तेमाल बड़े पैमाने पर दुर्गम क्षेत्रों में मृदा प्रकार, मृदा सरंचना एवं वनस्पति के

वितरण कि जानकारी प्रदान करने के उद्देश्य से किया जा सकता है। इसके अलावा मृदा में विद्यमान कार्बनिक एवं अकार्बनिक पदार्थों कि मात्रा तथा उच्चावच कि जानकारी प्रदान करने के उद्देश्य से सामान्य सुदूर सवेंदन तकनीक अत्यंत उपयुक्त है। (बी. जगजीवस्की, 2003) ने अपने शोध अध्ययन में दुर्गम क्षेत्रों में वनस्पति सम्बन्धी जानकारी प्राप्त करने के लिए इस तकनीक का प्रयोग किया है। सूक्ष्म से क्षेत्रीय स्तर के क्रमबद्ध अध्ययन हेतु सामान्य सुदूर सवेंदन का प्रयोग किया जा रहा है। इसके अंतर्गत एक लघु इकाई से लेकर दीर्घ इकाई के सम्बन्ध में जानकारी प्राप्त करने एवं उस क्षेत्र में बोई जाने वाली फसलों, मृदा नमी के आकलन तथा फसलों के विभिन्न प्रकारों कि जानकारी प्राप्त कि जा सकती है। वर्णक्रमीय परावर्तन के आधार पर मृदा का रंग, बनावट, खनिजों की मात्रा, कार्बनिक पदार्थ, नमी इत्यादि का पता लगाने हेतु सामान्य सुदूर सवेंदन अत्यंत उपयुक्त है। वर्णक्रमीय परावर्तन के आधार पर मृदा का रंग, बनावट, खनिजों की मात्रा, कार्बनिक पदार्थ, नमी इत्यादि का आसानी से पता लगाया जा सकता है। इसके आधार पर सूखी मृदा, नमी युक्त मृदा एवं खनिज युक्त मृदा कि पहचान कि जा सकती है, क्योंकि प्रत्येक पदार्थ कि अपनी अवशोसण एवं परावर्तन की दर पायी जाती है। सूखी मृदा नमीयुक्त मृदा की तुलना में अत्यधिक भाग का परावर्तन कर देती है, वहीं खनिज युक्त मृदा की परावर्तन दर भिन्न पायी जाती है। यही कारण है कि सूखी एवं रेतीली मृदा का एल्बिडो 37 प्रतिशत होता है जबकि नमी युक्त मृदा का एल्बिडो 8 प्रतिशत होता है, मिट्टी की सरंचना के मूल्यांकन हेतु सामान्य सुदूर सवेंदन तकनीक अत्यंत उपयोगी है। इसके आधार पर मृदा के उपजाऊपन का पता लगाया जा सकता है। क्योंकि अत्यधिक उपजाऊ मृदा बारीक कणों का मिश्रण होती है वहीं अनुपजाऊ मृदा में कणों का आकार बड़ा पाया जाता है। बारीक कणों युक्त मृदा एवं बड़े कणों से युक्त मृदा की अवशोषणं एवं परावर्तन की दर भी अलग पायी जाती है। भूमि प्रकार, जल निकासी प्रतिरूप की पहचान एवं मानचित्रीकरण हेतु सुदूर सवेंदन तकनीक का प्रयोग लगातार बढ़ रहा है। अलग अलग क्षेत्रों में मृदा की मानचित्रीकरण हेतु यह विधि प्रयोग में लायी जा रही है। भूमि उपयोग एवं वनस्पति स्तर का पता लगाने के लिए यह तकनीक अत्यंत उपयुक्त है, जो अलग अलग क्षेत्रों की महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करने के साथ साथ आंकड़ा एकत्रीकरण में लाभदायी है। आंकड़ा विश्लेषण करते हुए किसी भी क्षेत्र में मृदा सम्बन्धी अध्ययनों को प्रमुखता दी जा सकती है। डिजिटल मिट्टी मानचित्रण एवं थीमेटिक मानचित्रीकरण हेतु यह अत्यंत उपयुक्त विधि है। इस तकनीक के आधार पर खेती या निहित भूमि से बनायीं गई सरंचना एवं आवागमित ऊर्जा के बिखराव के आधार पर हम आसानी से सतह के खुरदरेपन का पता लगा सकते है।

मृदा अध्ययन हेतु तापीय सुदूर सवेंदन का अनुप्रयोग

तापीय सुदूर सवेंदन से अभिप्राय ,कोई भी पदार्थ जिनका ताप शून्य या –273 डिग्री से अधिक होता है, निरंतर अवरक्त ऊर्जा का उत्सर्जन करते हैं। अवरक्त सवेंदन का अर्थ विभिन्न धरातलीय वस्तुओं से उत्सर्जित अवरक्त ऊर्जा की मात्राओं को सतत रूप से फोटोग्राफिक बिम्ब पर अभिलेखित करने से है। तापीय विकिरण अन्धकार का वेधन करने में सक्षम होते हैं इसलिए रात्रि सर्वेक्षण में इसका प्रयोग बड़ी मात्रा में किया जाता है। तापीय अवरक्त बिम्ब अथवा इमेजरी प्रायः 3 से 5.5 माइक्रोमीटर एवं 8 से 14 माइक्रोमीटर तरंगदैर्ध्य पर प्राप्त की जाती है तथा अन्य तरंगदैर्ध्य का वायुमंडल द्वारा अवशोषण कर लिया जाता है। इसी प्रकार 3 से 14 माइक्रोमीटर तक तरंगदैर्ध्य वाले अवरक्त विकिरण को तापीय अवरक्त विकिरण प्रदेश कहते हैं। मृदा में विद्यमान नमी के आकलन हेतु तापीय सुदूर सवेंदन रिमोट सेंसिंग विधि अत्यंत उपयुक्त है। यह एक आसान माध्यम है जिसके द्वारा मृदा के परावर्तित भाग के आधार पर मिट्टी में विद्यमान नमी की मात्रा का आकलन किया जा सकता है क्योंकि प्रत्येक पदार्थ की उत्सर्जकता भीं भीं होती है। यदि मृदा में ग्रेनाईट की उपलब्धता सर्वाधिक है तो इसकी उत्सर्जकता 0.815 पायी जाएगी। इसके ठीक विपरीत क्वार्ट्ज एवं बालू की उत्सर्जकता 0.914 तथा चिकने धरातल की उत्सर्जकता 0.060 तक पायी जाती है, जिसके आधार पर मृदा में विद्यमान नमी का आकलन ठीक ढंग से किया जा सकता है। सामान्यतः तापीय इमेजरी में नमी युक्त मृदा नीले एवं सूखी मृदा लाल रंग से दिखाई जाती है। रंगो की भिन्नता अलग अलग बैंड्स में अलग अलग पायी जाएगी। इसके अलावा पदार्थों के तापीय गुण जैसे तापीय चालकता, तापीय धारिता, तापीय जड़त्व एवं तापीय विसरण भी तापीय सुदूर सवेंदन में अपना महत्वपूर्ण योगदान देती हैं। यही कारण है कि मृदा में कार्बनिक पदार्थों की जानकारी एवं मृदा सरंचना के मूल्यांकन हेतु तापीय सुदूर सवेंदन का प्रयोग दिन प्रतिदिन बढ़ रहा है। पदार्थो की उत्सर्जकता के आधार पर आसानी से इसमें विद्यमान खनिजों का पता सुदूर सवेंदन तकनीक की सहायता से लगाया जा रहा है। सतह खुरदरापन की जानकारी प्राप्त करने के लिए,मिट्टी में लोहे की मात्रा का पता लगाने के लिए, मृदा लवणता के आकलन हेतु यह विधि अत्यंत

उपयोगी प्रमाणित हुई है। मृदा मानचित्रीकरण हेतु रिमोट सेंसिंग तकनीक का प्रयोग बड़े पैमाने पर किया जाता है। यदि किसी थीम के आधार पर मानचित्रीकरण करना है तो रिमोट सेंसिंग काफी महत्वपूर्ण है, जैसेः– मिट्टी एवं उसके प्रकारों की जानकारी प्रदान करके के लिए, मृदा तापमान हेतु, मिट्टी की जलधारण क्षमता का पता लगाने के लिए, औसत वर्षा एवं मृदा अपरदन, मृदा में विद्यमान नमी के आकलन हेतु, सूखा संभावित क्षेत्रों की पहचान करने के लिए रिमोट सेंसिंग तकनीक का इस्तेमाल बड़े पैमाने पर किया जाता है।

मृदा अध्ययन हेतु माइक्रोवेव सुदूर सवेंदन का अनुप्रयोग

मृदा अध्ययन हेतु माइक्रोवेव सुदूर सवेंदन में रडार (रेडियो डिटेक्शन एंड रेंजिंग) सबसे महत्वपूर्ण है। यह एक सक्रिय सुदूर सवेंदन है जो विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के लघु तरंग के रूप में कार्य करता है। रडार की तरंग दूरी 1 मिलीमीटर से 2 मीटर तक होती है। रडार विम्ब प्रणाली विद्युत चुम्बकीये ऊर्जा को प्राप्त करता है। रडार द्वारा भू–धरातल से परावर्तित ऊर्जा को संसूचक द्वारा विम्बों पर अंकित कर दिया जाता है। इस प्रणाली में प्राकर्तिक प्रकाश स्रोत का होना आवश्यक नहीं है। एस.एल.ए.आर. (साइड लुकिंग एयरबोर्न रडार) का निर्माण सन 1950 में धरातलीय भूभाग के फोटोचित्रों को लेने के लिए विक्षित किया गया था। आधुनिक समय में इसका प्रयोग सामयिक बिम्बो के विश्लेषण, अनुसन्धान कार्यों, संसाधनों की खोज एवं भूगर्भिक विश्लेषणो के लिए किया जाता है। मिट्टी की गुणवत्ता के स्थानिक और अस्थायी रूपांतरों की जानकारी के लिए यह प्रणाली अत्यंत उपयुक्त है। यदि हमे किसी क्षेत्र के मृदा प्रकारों एवं कृषि भूमि में आये परिवर्तनों का सामयिक आधार पर वर्णन प्रस्तुत करना है तो यह तकनीक अत्यंत उपयुक्त है। इस तकनीक के माध्यम से समय समय पर हुए बदलावों का सामयिक वर्णन भी प्रस्तुत किया जा सकता है। इसके अलावा फसल उत्पादकता में सुधार के लिए यह तकनीक अत्यंत उपयुक्त है। रडार रेंज भेजकर आसानी से प्रभावित फसल का पता लगाया जा सकता है, रडार द्वारा जब रेंज भेजी जाएगी तो प्रभावित फसल एवं सामान्य फसल की परावर्तन दर अलग अलग पायी जाती है। इस आधार पर इस तकनीक के माध्यम से पता लगाया जा सकता है कि फसल का कितना भाग खराब हो चुका है। अतः इसकी सहायता से आने वाले समय में फसल कि उत्पादकता कि भविष्यवाणी कि जा सकता है तथा फसलों कि उत्पादकता को बनाये रखने के लिए उचित नियोजन भी किया जा सकता है। मिट्टी और फसल प्रबंधन मिट्टी हेतु (जैसे विभिन्न प्रयोजन, स्थायी भूमि उपयोग योजना, जल प्रबंधन में) माइक्रोवेव सुदूर सवेंदन तकनीक काफी महत्वपूर्ण है। मिट्टी का क्षरण और अपवाह मॉडलिंग हेतु अनुसन्धान के क्षेत्रों में इस तकनीक का इस्तेमाल बड़े पैमाने पर किया जा रहा है। मृदा अपरदन, जल भराव कि समस्या, भूस्खलन कि समस्या का पता लगाने हेतु यह तकनीक अत्यंत उपयुक्त है। रडार कई प्राकृतिक सतह के मानकों जैसे कि वनस्पति, सतह खुरदरापन इत्यादि की जानकारी प्रदान करता है, जिसकी सहायता से आसानी से वनस्पति प्रतिरूप का पता लगाया जा सकता है। इंटरनेशनल इंस्टिट्यूट फॉर जियो–इनफार्मेशन साइंस एंड अर्थ ऑब्जरवेशन (प्ज्ब्) ने मृदा के तापमान का पता लगाने के लिए माइक्रोवेव रिमोट सेंसिंग का प्रयोग किया है, इन्होनें इसके लिए दो बुनियादी दृष्टिकोण सक्रिय एवं निष्क्रिय को उपयुक्त माना है, सक्रिय दृष्टिकोण में मिट्टी कि चमक के आधार पर तापमान का पता लगाया जा सकता है एवं निष्क्रिय दृष्टिकोण में रडार द्वारा पल्स भेजकर प्राप्त संकेत की तुलना वापिस लौटकर आयी ऊर्जा के गुणांक से की जा सकती है। दोनों विधियाँ सतह से किये गए परावर्तन के आधार पर जानकारी प्रदान करती हैं। स्थानिक और लौकिक भिन्नता सूचकांक का प्रयोग प्रचलित जलवायु, पारिस्थितिकी तंत्र, भूभाग, भौतिक मिट्टी के गुणों का पता लगाने हेतु बड़ी मात्रा में किया जा रहा है। आजकल मृदा में विद्यमान कार्बनिक अंश के मापन के लिए पैमाने (ढ1 वर्ग किलोमीटर) का प्रयोग किया जा रहा हैद्य इसके लिए मृदा में विद्यमान अलग अलग पार्टिकल्स द्वारा अलग अलग मात्रा में किये गए परावर्तन के आधार पर अध्ययन किये जाते हैं। शुष्क और अर्ध शुष्क जलवायु वाले क्षेत्रों में मिट्टी में लवणता सर्वाधिक देखने को मिलती है। माइक्रोवेव रिमोट सेंसिंग मिट्टी में व्याप्त नमक कणों की जानकारी प्रदान करने का एक प्रमुख माध्यम माना जाता है।

निष्कर्ष

अतः हम कह सकते हैं कि रिमोट सेंसिंग छवियों का इस्तेमाल दूरस्थ क्षेत्रों में मृदा में पोषक तत्वों की कमी, रोगों की पहचान, पानी की कमी, खरपतवार, कीट क्षति आदि का पता लगाने के लिए किया जाता है। इसके अलावा रिमोट सेन्सिंग टैक्नोलॉजी का इस्तेमाल जैव विविधता के

मानचित्रण और निगरानी हेतु एवं जैविक पदार्थों का मूल्यांकन करने के लिए किया जाता है। बेहतर सटीकता के साथ कम समय में हुए परिवर्तनों के आकलन हेतु यह अत्यंत उपयुक्त है, यही कारण है कि अलग अलग क्षेत्रों में इसका उपयोग दिन प्रतिदिन बढ़ता जा रहा है, खासकर अनुसंधानात्मक कार्यों हेतु यह सबसे उपयुक्त विधि है। भारतीय परिस्थितियों में सुदूर सवेंदन की कार्यप्रणाली में कुछ समस्याएं सामने आती हैं जैसे, भूखंडो का छोटा आकार, किसी विशेष क्षेत्र में फसल की विविधता, विभिन क्षेत्रों में बुआई एवं कटाई की तिथियों की विविधता, बरसात के मौसम में बादलों का आवरण इत्यादि।

हिंदी संदर्भ सूची :

- खन्ना, एल .एस. 1988. वन मापिकी, हरियाणा साहित्य अकादमी चंडीगढ़ , 423–523 .
- चोनियाल,दे. 2001. सुदूर सवेंदन एवं भौगोलिक सूचना प्रणाली ,शारदा पुस्तक भवन, इलाहाबाद, 28–44.
- शर्मा, जे.पी, 2000. प्रयोगात्मक भूगोल , रस्तोगी एंड कंपनी , मेरठ, 426–479.

अंग्रेजी संदर्भ सूची :

- Adams, R. 2015. Active and passive microwave remote sensing of soil moisture: Validation and scaling over an agricultural region Guelph, Ontario, Canada. pp 28-40. Retrieved from https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/bitstream/handle/10214/9176/Adams_Justin_201508_PhD.pdf?sequence=1
- Bui, N.J. 1999. Estimation of Soil Moisture from Optical and Thermal Remote Sensing: A Review, College of Earth Sciences. Guilin University of Technology, Guilin 541004, China.
- Chopra, P. 2006. Drought Risk Assessment using Remote Sensing in GIS: A Case Study of Gujarat. *NRSA and IIRS*. pp 8-55. Retrieved from https://webapps.itc.utwente.nl/librarywww/papers_2006/msc/iirs/chopra.pdf
- Choudhary, B.J. 2001. Passive microwave remote sensing contribution to hydrological variables. Surveys in Geophysics. 63-84.
- http://www.seos-project.eu/modules/remotesensing/remotesensing-c00-p01.html
- https://www.utwente.nl/en/itc/
- Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W. 1994. Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiky of Sons, Canada.
- Mandol, A. et. al. 2017. Uncertainty of soil erosion modelling using open source high resolution and aggregated DEMs. Geoscience Frontiers. Vol. 8(3). 425-436.
- Mulder, V.L. et. al. 2013. Characterizing regional soil mineral composition using spectroscopy and geostatics. Remote sensing of environment. Vol.139. 415-429.
- Ramesh, G. and Gansari, B.P. 2016. Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS - A case study of Nethravathi Basin. Geoscience Frontier. Vol. 7(6). 2-8.

- Richard, E. 1989. Remote Sensing of Arid Soil Surface Color with Landsat Thematic Mapper, Advances in Space Research. Vol. 9(1).159-163.
- Suryebhagwan, K. V. 2016. Remote Sensing Applications in Agriculture and Soil Science Part II: Remote Soil Monitoring: Organization of Soil Monitoring Based on Remote Sensing Imagery. Mapping Science and Remote Sensing. Vol.28. 259-269.
- Hong, S.Y. 2013. Development of Soil Information System and Its Application in Korea, National Academy of Agricultural Science (NAAS), 150 Suinro, Gweonsun-gu, Suwon 441-707, Korea. 1-17.