रोहीत सांबारे,
लक्ष्मी नारायण ठकुराल
एवं प्रणिता सांबारे

भू-स्थानिक प्रौद्योगिकियों का उपयोग करते हुए प्राकृतिक आर्द्रभूमियों के लिए एकीकृत संरक्षण रणनीतियाँ

आर्द्रभूमि, भूमि और पानी के बीच का अंतरापृष्ठ है, जिसमें एक ओर जलविज्ञान और दूसरी ओर जैव विविधता है। आर्द्रभूमि को सामान्य रूप से मार्श, फेन, पीटलैंड या पानी के क्षेत्रों के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है, चाहे प्राकृतिक या कृत्रिम, स्थायी या अस्थायी, स्थिर या बहने वाले पानी के साथ, ताजा, खारा या समुद्री जल के क्षेत्रों सहित, जिसकी गहराई कम ज्वार पर छह मीटर से अधिक नहीं होती है। आर्द्रभूमि दुनिया का सबसे अधिक उत्पादक पारिस्थितिकी तंत्र है, इसलिए इसे जैव विविधता के भंडार के रूप में भी जाना जाता है।

वातावरण से कार्बन डाइऑक्साइड को अवशोषित करके और इसे पौधे, जड़ सिस्टम और मिट्टी में बंद करने की वजह से, स्वस्थ वन और आर्द्रभूमि जलवायु परिवर्तन के खतरों के खिलाफ संतरी बनके खड़े हैं।

आर्द्रभूमियों (Wetlands) को जैव विविधता का सुपरमार्केट कहा जाता है और यह पानी और जमीन के बीच का अंतरापृष्ठ (Interface) है। जलविज्ञान और पारिस्थितिकी दोनों आर्द्रभूमि के महत्वपूर्ण घटक हैं। अनुसंधान और आर्द्रभूमि के रखरखाव के लिए इनकी व्यापक और विस्तृत क्षेत्रीय जांच की आवश्यकता है। भू-स्थानिक प्रौद्योगिकियां आर्द्रभूमियों के प्रबंधन और संरक्षण के लिए महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती हैं। इसरो (भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन) ने ऑप्टिकल रिमोट सेंसिंग डेटा का उपयोग करके वर्ष 2013 में रामसर कन्वेंशन के अंतर्गत चयनित आद्रभूमियों के लिए राष्ट्रीय आर्द्रभूमि एटलस तैयार किया है। भू-स्थानिक (Geospatial) डेटा आधुनिक समय में आर्द्रभूमि की निगरानी और संरक्षण के लिए प्रत्यक्ष एवं गहन भूमिका निभाता है। प्रस्तुत लेख में सभी तकनीकों को समेकित करना और भू-स्थानिक डेटा का उपयोग करके आर्द्रभूमि के भविष्य की संरक्षण रणनीतियों के निर्माण के लिए एक एकीकृत मानक मूल लिपि (Protocol) का निर्माण करना है।

परिचय

आर्द्रभूमि, भूमि और पानी के बीच का अंतरापृष्ठ है, जिसमें एक ओर जलविज्ञान और दूसरी ओर जैव विविधता है। आर्द्रभूमि को सामान्य रूप से मार्श, फेन, पीटलैंड या पानी के क्षेत्रों के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है, चाहे प्राकृतिक या कृत्रिम, स्थायी या अस्थायी, स्थिर या बहने वाले पानी के साथ, ताजा, खारा या समुद्री जल के क्षेत्रों सहित, जिसकी गहराई कम ज्वार पर छह मीटर से अधिक नहीं होती है। आर्द्रभूमि दुनिया का सबसे अधिक उत्पादक पारिस्थितिकी तंत्र है, इसलिए इसे जैव विविधता के भंडार के रूप में भी जाना जाता है। रामसर कन्वेंशन का आयोजन 2 फरवरी 1971 को किया गया था और 21 दिसंबर 1975 लागू किया गया। ये पहला और एकमात्र बहु-सरकारी समझौता है जो आर्द्रभूमि को अंतर्राष्ट्रीय मान्यता प्रदान करता है। इसलिए हर साल 2 फरवरी को विश्व आर्द्रभूमि दिवस के रूप में मनाया जाता है। वर्तमान में विश्व स्तर पर 2438 रामसर स्थल हैं। इनका अस्तित्व स्वस्थ पर्यावरण के लिए महत्वपूर्ण है। उदाहरण के लिए, शुष्क अवधि में, वे जल स्तर को बनाए रखने में मदद करते है। और उच्च प्रवाह के दौरान, वे प्रवाह एवं तलछट को फंसाकर बाढ़ के प्रभाव को कम करते है। इसके अतिरिक्त वे देशी वनस्पतियों और जीवों के लिए भी महत्वपूर्ण हैं क्योंकि वे जंगली जानवरों के लिए पानी, चारा और प्रजनन स्थल के स्रोत हैं। इसलिए, आर्द्रभूमि बहुत जटिल आहार को संबल प्रदान करती है।

आर्द्रभूमि वैश्विक कार्बन चक्र के प्रमुख घटक हैं। क्योंकि अंतर्राष्ट्रीय जलवायु परिवर्तन पैनल (आईपीसीसी) 1996 के अनुसार ऐसा अनुमान है कि

आर्द्रभूमियाँ देश की लगातार बढ़ती जनसंख्या, उनकी आर्थिक आकांक्षाओं और तत्पश्चात मानवजनित दबाव का सामना कर रही हैं। अनुसंधान और आर्द्रभूमि के रख-रखाव के लिए व्यापक और विस्तृत क्षेत्रों की जानकारी जुटाना समय की आवश्यकता है। पिछले 3 वर्षों में, भारत के भीतर कुल 49 स्थलों में से 23 स्थलों को अंर्तराष्ट्रीय महत्व के रामसर स्थलों के रूप में घोषित किया गया है।

आर्द्रभूमि दुनिया की सतह के लगभग 6% का आच्छादित करती हैं और इसमें वैश्विक कार्बन पूल का 12% शामिल है। आर्द्रभूमि का अध्ययन प्रकृति में अंतः विषय है क्योंकि आर्द्रभूमि जलविज्ञानीय पारिस्थितिक और भूवैज्ञानिक विशेषताओं को प्रदर्शित करती हैं। जहां तक पारिस्थितिक जलविज्ञान का संबंध है, आर्द्रभूमि निम्नलिखित विभिन्न पारिस्थितिक जलविज्ञान संबंधी कार्यों को प्रदर्शित करती हैं (i) आर्द्रभूमि का स्वास्थ्य स्थानीय वाष्पीकरण कारकों के नियंत्रण का कारक हो सकता है। (ii) आर्द्रभूमि विभिन्न लाभकारी पोषक तत्वों को भी अवशोषित करती हैं (iii) आद्रभूमियों का उपयोग भारी प्रदूषकों के निस्पंदन के लिए भी किया जा सकता है। (iv) जलीय प्रजातियों के विकास एवं संवर्धन के लिए भी महत्वपूर्ण है एवं अपनी लाभकारी उच्च जैव विविधता और समृद्ध प्रजातियां होने के कारण आर्द्रभूमियों शैक्षिक और वैज्ञानिक रुचि के स्थानों के रूप में विकसित की जा सकती हैं। आर्द्रभूमियों का सौंदर्य मूल्य भी होता है इसलिए वे मनोरंजन स्थल भी हो सकते हैं। मानवता प्राकृतिक आर्द्रभूमि से काफी हद तक लाभान्वित होती है। स्थानीय आर्द्रभूमि बड़े क्षेत्र का अभिन्न अंग हैं और उन्हें ध्यान से और विभिन्न दृष्टिकोणों से देखा जाना चाहिए। जैसा कि चर्चा की गई है, आर्द्रभूमि कई पारिस्थितिक कार्य करता है लेकिन प्रत्यक्ष रूप से समाज को इससे ज्यादा ताल्लुक नहीं होता है क्योंकि यह अधिक विशिष्ट और अनुसंधान क्षेत्र है। समाज उन मूल्यों को अधिक महत्व देता है, जिन्हें कोई भी प्राकृतिक संसाधनों से प्राप्त कर सकता है और जो मूल्य वस्तुओं और सेवाओं से अधिक जुडे हुए हैं।

आर्द्रभूमियाँ देश की लगातार बढ़ती जनसंख्या, उनकी आर्थिक आकांक्षाओं और तत्पश्चात मानवजनित दबाव का सामना कर रही हैं। अनुसंधान और आर्द्रभूमि के रख-रखाव के लिए व्यापक और विस्तृत क्षेत्रों की जानकारी जुटाना समय की आवश्यकता है। पिछले 3 वर्षों में, भारत के भीतर कुल 75 स्थलों में से 47 स्थलों को अंर्तराष्ट्रीय महत्व के रामसर स्थलों के रूप में घोषित किया गया है। इसलिए आर्द्रभूमि रूचि का केंद्र बनी हुई है जिन्हें पहले बंजर या व्यर्थ भूमि कहा जाता था। यह सरकार की पर्यावरणीय महत्व की आर्द्रभूमियों का संरक्षण करने की वर्तमान तात्कालिकता को भी दर्शाता है। आर्द्रभूमि विभिन्न श्रेणियों की हैं। जो उच्च ऊंचाई वाले पहाड़ों और उष्णकटिबंधीय जंगलों से लेकर समुद्र तट तक विविध भौगोलिक परिस्थितियों में स्थित हैं। ऐसी आर्द्र भूमियों की सीमाएं और अवस्था मौसमी भिन्नताओं के कारण परिवर्तित हो सकती हैं। जिसके कारण उनके पारिस्थितिकीय एवं जलविज्ञानीय कार्य भी बदल जाते हैं। आर्द्रभूमि के प्रबंधन और संरक्षण के लिए भू-स्थानिक प्रौद्योगिकियां अपनी व्याप्ति एवं अविरत उपलब्धता के कारण, बहुत बड़ा योगदान दे सकती हैं। वर्तमान में भारत के प्रमुख अंतरिक्ष संगठन इसरो (भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संठन) द्वारा भारत की उच्च तुंगता वाली झीलों सहित विभिन्न राज्यों के लिए राष्ट्र आर्द्रभूमि सूची और एटलस LISS 3 (23.5m रिजॉल्यूशन) और AWiFS (56m रिजॉल्यूशन) के ऑप्टिकल डेटा का उपयोग करके तैयार किया है। वे मध्यम रिजॉल्यूशन के डाटा हैं। इस प्रकार के डेटा बड़े पैमाने पर मानचित्रण और निगरानी में उपयोगी हो सकते हैं जैसे की बड़े जलाशय और अंतर्देशीय जल निकाय। इसके अलावा, ऑप्टिकल डेटा का उपयोग मुख्य रूप से मानसून पूर्व और मानसून के बाद की अवधि में आर्द्रभूमि के मानचित्रण के लिए किया जाता है, जो मुख्य रूप से आर्द्रभूमि की गतिशीलता का अध्ययन है लेकिन ऑप्टिकल डेटा की अपनी सीमाएं हैं क्योंकि वे मानसून के मौसम में बहुत कम प्रभावशाली होते हैं क्योंकि ऑप्टिकल किरणें मानसून के कारण प्रभावित हो जाती हैं और बादलों में प्रवेश नहीं कर सकती हैं जिसके कारण आर्द्रभूमि में बाढ़ की निगरानी से संबंधित कार्य ऑप्टिकल डाटा के माध्यम से नहीं किया जा सकता है। आर्द्रभूमि में जल स्तर में उतार-चढ़ाव होता है, जो अंततः आर्द्रभूमि में बदलाव का संकेत दे सकता है। कई आर्द्रभूमि महत्वपूर्ण प्रजातियों का पोषण करती हैं, जिन्हें बनाए रखने के लिए पानी की विशेष गहराई की आवश्यकता होती है, लेकिन जल स्तर में परिवर्तन ऐसी प्रजातियों के लिए खतरे का संकेत दे सकता है इसलिए जल स्तर के उतार-चढ़ाव की निगरानी आर्द्रभूमि के संरक्षण के सबसे महत्पूर्ण पहलुओं में से एक है। बड़ी नदियों के बाढ़ के मैदान के आस-पास आर्द्रभूमि का बड़ा हिस्सा स्थित है। बाढ़ से ऐसी आर्द्रभूमियों में तलछटों का अधिक अंतर्ग्रहण हो सकता है और ऐसे क्षेत्र में तलछट फंस सकती है। इसके अलावा, दीर्घकालिक संरक्षण रणनीतियों को तैयार करने के लिए, आर्द्रभूमि के कई पहलुओं और इसके जलागम पर ध्यान केंद्रित करने की आवश्यकता है, जैसे कि भू-आकृति संबंधी लक्षण वर्णन, मिट्टी के नुकसान का अनुमान और जलग्रहण में तलछट की उपज, जल संतुलन अध्ययन आदि। उपरोक्त सभी स्थितियों में, भू-स्थानिक उपकरण और डेटा प्रत्यक्षरूप में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकते हैं। फिर भी, वर्तमान में, कोई एकीकृत रणनीति नहीं है, जो प्राकृतिक आर्द्रभूमि के संरक्षण के संबंध में विभिन्न प्रकार के सुदूर संवेदन डेटा की उपयोगिता का वर्णन करती है।

प्रस्तावित डेटा और कार्यप्रणाली

प्रस्तावित कार्यप्रणाली में विभिन्न प्रकार के भू-स्थानिक डेटा और तकनीकों का उपयोग शामिल है ताकि

सुदूर संवेदन उपग्रह।

उनसे आर्द्रभूमियों की संरक्षण योजना के लिए संयुक्त रणनीति तैयार की जा सके।

कई आर्द्रभूमि महत्वपूर्ण प्रजातियों का पोषण करती हैं, जिन्हें बनाए रखने के लिए पानी की विशेष गहराई की आवश्यकता होती है, लेकिन जल स्तर में परिवर्तन ऐसी प्रजातियों के लिए खतरे का संकेत दे सकता है इसलिए जल स्तर के उतार-चढ़ाव की निगरानी आर्द्रभूमि के संरक्षण के सबसे महत्पूर्ण पहलुओं में से एक है।

ऑप्टिकल डेटा

रिमोट सेंसिंग डेटा का उपयोग करके किसी भी प्रकार के विश्लेषण के लिए यह सबसे अधिक इस्तेमाल किया जाने वाला डेटा है। ऑप्टिकल डेटा उन वस्तुओं से डेटा को प्राप्त कर सकता है जो विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के दृश्यमान से इन्फ्रारेड सीमा (तरंग दैर्ध्य 3mu से 1mm तक) में उत्सर्जित कर रहे हैं। यह डेटा सीधे रूप में विभिन्न छवि-प्रसंस्करण उपकरणों पर अध्ययन क्षेत्र की कल्पना करने के लिए उपयोग किया जाता है। यह सुदूर संवेदन डेटा का सबसे पारंपरिक रूप है जिसका उपयोग मानसदर्शन एवं विश्लेषण के लिए किया जाता है। आर्द्रभूमि और उसके जलागम क्षेत्र की LULC मानचित्र को उच्च रिजॉल्यूशन ऑप्टिकल डेटासेट द्वारा तैयार करके अध्ययन के लिए उपयोग किया जा सकता है। कई अंर्तराष्ट्रीय और राष्ट्रीय मिशन हैं, जो इन डेटासेट को मुफ्त में उपलब्ध कराते हैं। लैंडसैट उपग्रह नासा (यूएए) का सबसे प्रसिद्व और उसके बाद इसरो के रिसोर्ससैट कार्यक्रम है। ईएसए (यूरोपीय अंतरिक्ष एजेंसी) सेंटिनल कार्यक्रम 10 मीटर रिजॉल्यूशन की उपग्रह छवि उपलब्ध कराता है, जो कि उच्चतम रिजॉल्यूशन निःशुल्क छवि है।

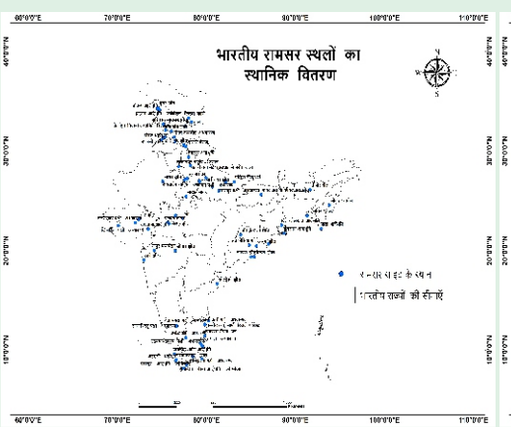
माइक्रोवेव रिमोट सेंसिंग डेटा

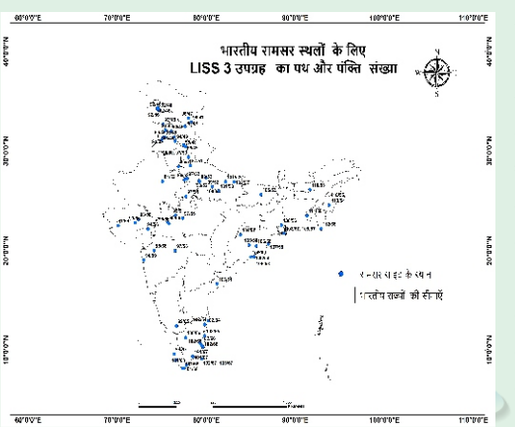
विदित है कि आसमान में मौजूद बादलों की वजह से ऑप्टिकल डेटा के सटीक विश्लेषण की सीमाएं होती हैं। इसलिए वैकल्पिक विधि की आवश्यकता महसूस की गयी। इसके परिणामस्वरूप उच्च वेवलेंथ के माइक्रोवेव रिमोट सेंसिंग डेटा (विद्युत चुम्बकीय विकिरण वाले तरंग जिनकी वेवलेंथ रेंज लगभग 1 ममी से 1 मी) का उपयोग हुआ जो बादलों में प्रवेश कर सकती है और जमीनी परिदृश्य को प्रकट कर सकती है। माइक्रोवेव सेंसर दो तरह के होते हैं। यानी पैसिव और एक्टिव सेंसर पैसिव सेंसर वे हैं जिनमें लक्ष्य प्राकृतिक प्रकाश से प्रकाशित होता है उनसे जानकारी को कैप्चर करता है, प्राकृतिक वस्तुओं को रिकॉर्ड करते हैं लेकिन, एक्टिव सेंसर के मामले में, लक्ष्य कृत्रिम प्रकाश द्वारा प्रकाशित होता है। रडार ऑप्टिकल डेटा के अधिक फायदे होने के जैसे कि हर मौसम क्षमता, दिन और रात के संचालन, डिएलेक्ट्रिक गुण, सतह के प्रति संवेदनशीलता, खुदरापन, उपसतह पैठ आदि के कारण रडार डेटा का अत्यधिक उपयोग किया जाता है। इसके अतिरिक्त, राडार प्रणाली उच्च रिजॉल्यूशन छवियों को भी वितरित करती है। इसमें उपयोग में आने वाली दो प्रकार के डेटा संग्रह प्रणाली, इमेजिंग रडार और गैर-इमेजिंग रडार हम आगे चर्चा करेंगे। इमेजिंग रडार सिस्टम वह रडार है जो बड़े क्षेत्र से सूक्ष्म स्थानिक पैमानों पर बैकस्कैटर की विविधताओं को रिकॉर्ड करता है। इन प्रणालियों के डेटा का अत्यधिक उपयोग बाढ़ में नदियों का मानचित्रण के लिए किया जाता है। वर्तमान में अपने वैश्विक कवरेज, उच्च रिजॉल्यूशन और निःशुल्क डेटासेट के कारण सबसे लोकप्रिय उपग्रह माइक्रोवेव डेटासेट सेंटिनल-1 डेटासेट है। अतः जल निकायों के जल स्तर में भिन्नता से संबंधित अध्ययनों के लिए इंटरफेरोमेट्री का उपयोग किया जा सकता है। अवधि में दो भिन्न माइक्रोवेव प्रतिभा के बीच का अंतर पानी की सतह ऊंचाई में भिन्नता को सटीक रूप से बता सकता है।

गैर-इमेजिंग रडार जैसे अल्टीमीटर पृथ्वी की सतह की ऊंचाई को मापते हैं। समुद्र की सतह की ऊंचाई मापने के लिए अल्टीमीटर तकनीक एविकसित की गयी है हालांकि, अंतर्देशीय जल निकायों में पानी की सतह की ऊंचाई और इसकी विविधताओं को मापने के लिए समान तकनीकों और उपकरणों का उपयोग किया जा सकता है। इसलिए, आर्द्रभूमि की निगरानी के लिए अल्टीमीटर डेटा बहुत महत्वपूर्ण है। लेकिन मुख्य रूप में इस डेटा का उपयोग करने की सीमा है जैसे इसका कवरेज है। अल्टीमीटर का डेटा कवरेज इमेजिंग रडार की तुलना में बहुत कम होता है। 1987 के वर्ष में टॉपेक्स/पोसीडॉन का जो नासा और फ्रेंच अंतरिक्ष एजेसी ब्छम् के बीच संयुक्त उद्यम) को 2013 में अल्टिका नामक का बैंड अल्टीमीटर के साथ लॉन्च किया गया था। हाल ही में सेंटिनल कार्यक्रम ने 2020 में उनके तीसरे जोड़ी अल्टीमीटर उपग्रहों को भी लॉन्च किया है, जिसे सेंटिनल 3 कहा जाता है, जो ओपन सोर्स उपग्रह भी है। अल्टीमीटर डेटा को संसाधित करने के लिए ESA और CNES द्वारा विकसित एक विशिष्ट सॉफ्टवेयर है जिसका नाम BRAT है। इसलिए, इन गैर-इमेजिंग रडार डेटा का उपयोग आर्द्रभूमि के जल स्तर में बदलाव के लिए किया जा सकता है। यहां यह ध्यान रखना बहुत महत्वपूर्ण है कि दोनों रडार प्रणालियों में माप का सिद्धांत मूल रूप से सेंसर और परावर्तक लक्ष्य के बीच यात्रा का समय है।

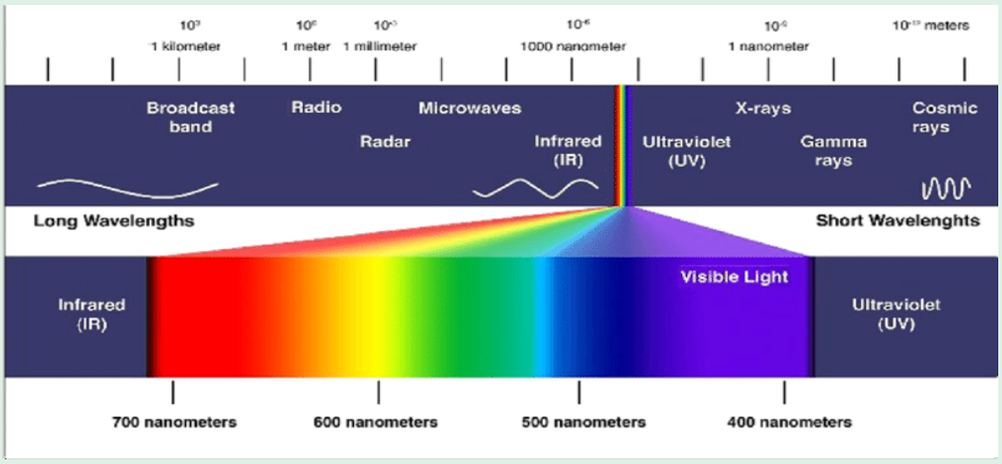
हाइपरस्पेक्ट्रल रिमोट सेंसिंग डेटा

पानी की गुणवत्ता माप आर्द्रभूमि के संरक्षण के सबसे महत्वपूर्ण पहलुओं में से एक है। पानी की गुणवत्ता के मापदंडों का अनुमान लगाने के लिए पानी के वर्णक्रमीय गुणों का विश्लेषण किया जा सकता है। यहां हाइपरस्पेक्ट्रल रिमोट सेंसिंग महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। हाइपरस्पेक्ट्रल रिमोट सेंसिंग जिसे इमेजिंग स्पेट्रोस्कोप के रूप में भी जाना जाता है जिसमें बहुत सकीर्ण बैंडविड्थ (5–10nm) के साथ बड़ी संख्या में सन्निहित वर्णक्रमीय बैंड (100-200 बैंड) का डेटा होता है। इसे आम तौर पर दृश्यमान से लेकर अवरक्त तक कई सौ





संकीर्ण वर्णक्रमीय बैंड में ब्रॉडबैंड के टूटने के रूप में देखा जा सकता है। संकीर्ण बैंडविड्थ डेटा उपयोगकर्ता को लक्ष्य सामग्री के अंतर्निहित गुणों का विश्लेषण करने की अनुमति देता है। इसी तरह, विभिन्न जल गुणवत्ता मापदंडों जैसे कि गंदलापन, क्लोरोफिल सामग्री, घुलित कार्बनिक पदार्थों के साथ पानी विभिन्न वर्णक्रमीय वक्रों के साथ विकिरण का उत्सर्जन करता है जिसका विश्लेषण केवल संकीर्ण वर्णक्रमीय बैंड में किया जा सकता है। सबसे लोकप्रिय हाईपरस्पेक्ट्रल उपग्रह हाइपरियन है जिसे वर्ष 2000 में नासा द्वारा प्रारंभ किया गया था जो प्रत्येक बैंड के 10दउ बैंडविड्थ के साथ 242 वर्णक्रमीय बैंड के साथ 30उ रिजॉल्यूशन के चित्र बनाता था। इसे मार्च 2017 में बंद कर दिया गया था। इटली ने 2019 में 30उ रिजॉल्यूशन इमेजिंग क्षमता वाले 250-स्पेक्ट्रल बैंड के साथ PRISMA सेंसर लॉन्च किया। इसरो ने चंद्रयान-1 मिशन पर HYSI सेंसर लॉन्च करके अपनी हाइपरस्पेक्ट्रल क्षमता का भी परीक्षण किया था। इसके बाद इसरो ने 2018 में SWIR (शॉर्टवेव इन्फ्रारेड रेंज) के साथ 10दउ बैंडविड्थ के 256-स्पेक्ट्रल बैंड के साथ SYSIS लॉन्च किया था।



विद्युत चुम्बकीय वर्णक्रम।

अनुषंगी (Ancillary) डेटा

ऐसी कई प्रक्रियाएं हैं, जिन पर आर्द्रभूमि संरक्षण रणनीतियां तैयार करते समय विचार किया जाना है। उदाहरण के लिए जलागम क्षेत्र में मिट्टी की हानि और तलछट उपज का अनुमान, आर्द्रभूमि पर भूमि आवरण परिवर्तन के प्रभाव जैसे मानवजनित दबाव, जल संतुलन, भू-आकृति विज्ञान मापदंडों की गणना आदि। ऐसे सभी अध्ययनों के लिए भू-स्थानिक डेटा महत्वपूर्ण योगदान देता है। हाई रेजोल्यूशन DEM (डिजिटल एलिवेशन मॉडल) का उपयोग जलागम मापदंडों का अनुमान लगाने के लिए किया जाता है। उच्च-रिजॉल्यूशन उपग्रह छवियों का उपयोग आर्द्रभूमि में विभिन्न HGM (हाइड्रो जियोमॉर्फिक) वर्गों की पहचान करने और आर्द्रभूमि तथा उसके जलागम की LULC की तैयारी के लिए किया जाता है, जो ऑपरेशन के लिए डीईएम और अन्य भू-स्थानिक डेटा का उपयोग करता है। इसके अलावा, मानसून के मौसम में कई नदी की आर्द्रभूमि में बाढ़ आ सकती है। इन बाढ़ों को हाइड्रोडायनामिक मॉडल का उपयोग करके अनुकरण किया जा सकता है जो फिर से भू-स्थानिक डेटा का उपयोग करता है। इसलिए, भू-स्थानिक डेटा का उपयोग करके, उपयोगकर्ता आर्द्रभूमि के संरक्षण में बड़ी संख्या में पहलुओं का विश्लेषण कर सकता है।

रिमोट सेंसिग आर्दभूमि डेटा प्रसंस्करण और विश्लेषण के लिए सॉफ्टवेयर और उपकरण

विभिन्न प्रकार के रिमोट सेंसिंग डेटा के प्रसंस्करण और परिणाम उत्पन्न करने के लिए विभिन्न इमेज प्रोसेसिंग टूल और GIS सॉफ्टवेयर का उपयोग किया जाता है। ERDAS, Arc-GIS जैसे वाणिज्यिक सॉफ्टवेयर उपलब्ध हैं। इसके अलावा, ENVI, जो कि हाइपरस्पेक्ट्रल डेटा को संसाधित करने के लिए विशिष्ट है, का भी उपयोग किया जा सकता है। ओपन सोर्स सॉफ्टवेयर जैसे SNAP, QGIS आदि भी ऐसे डेटा को संसाधित करने में अत्यधिक सक्षम हैं। BRAT (ब्रॉडॅयू रडार अल्टीमेट्री टूलबॉक्स), CNES और ESA द्वारा विकसित एक विशेष टूलकिट को रडार अल्टीमेट्री डेटा को संसोधित करने के लिए लागू किया जाता है। विभिन्न ओपन सोर्स हाइड्रोडायनामिक मॉडलिंग टूल भी उपलब्ध हैं जैसे कि SWAT, HEC-HMS; HEC-RAS को आर्द्रभूमि के संरक्षण के लिए महत्वपूर्ण विभिन्न जल वैज्ञानिक मापदंडों के अनुकरण के लिए रिमोट सेंसिंग डेटा के उपयोग के लिए नियोजित किया जा सकता है। हाल ही में गूगल ने सुदूर संवेदन डेटा का प्रसंस्करण और विश्लेषण के लिए अपने क्लाउड कंप्यूटिंग संसाधनों को GEE (Google Earth Engine) नाम से प्रदान किया है। यह जावास्क्रिप्ट आधारित टूल है, जो अपने प्लेटफॉर्म पर python आधारित स्क्रिप्ट को भी कॉल कर सकता है। लगभग सभी ओपन सोर्स रिमोट सेंसिंग डेटासेट इसके प्लेटफॉर्म पर उपलब्ध हैं। इस क्लाउड आधारित सेवाओं का अधिक उपयोग करना चाहिए क्योंकि यह उपयोगकर्ता को डेटा डाउनलोड करने और विभिन्न सॉफ्टवेयर स्थापित करने से स्वतंत्रता देता है और अन्य सॉफ्टवेयर की तुलना में जीईई बहुत उच्च गति है।

निष्कर्ष

आर्द्रभूमियाँ हमारे पारिस्थितिकी तंत्र के सबसे महत्वपूर्ण भागों में से एक हैं, जो बहुत तेजी से नष्ट हो रही हैं। इसलिए, विभिन्न नवीन और एकीकृत रणनीतियों का प्रारूप तैयार करना हमारी प्राथमिक जिम्मेदारी बन जाती है, जो आर्द्रभूमि संरक्षण के लिए लाभकारी है। वार्षिक स्तर पर आर्द्रभूमि की निगरानी के लिए सभी प्रकार के भू-स्थानिक डेटा को नियोजित किया जा सकता है। आर्द्रभूमि संरक्षण योजनाओं के विभिन्न पहलुओं को तैयार करने के लिए इन आंकड़ों के विभिन्न विश्लेषणों को नियोजित किया जाना चाहिए। डेटा कवरेज और उपलब्धता के कारण, यह संभव हो सकता है कि सभी प्रकार के सुदूर संवेदन डेटा का उपयोग सभी आर्द्रभूमि के लिए नहीं किया जा सकता है लेकिन हमारा ध्यान आर्द्रभूमि के संरक्षण के लिए सुदूर संवेदन डेटा की अधिकतम मात्रा के उपयोग पर होना चाहिए ताकि इस चुनौतीपूर्ण परिवेश में जलवायु परिवर्तन एवं प्राकृतिक अथवा मानवजनित आर्द्रभूमियों का विवरण, विस्तार और उनके गतिशील परिवर्तनों के ऊपर निगरानी की जा सके एवं बहाली और प्रबंधन के लिए महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान कर सके।

संपर्क करें:
रोहीत सांबारे, लक्ष्मी नारायण ठकुराल एवं प्रणिता सांबारे
राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की।