IJMDR INTERNATIONAL JOURNAL FOR MULTIDISCIPLINARY DEVELOPMENT AND RESEARCH
(ijmdr.co.in)
(An International Open Access, Peer-Reviewed, Refereed Journal)

पर्यावरणीय योजना एवं प्रबंधन में भौगोलिक सूचना प्रणाली (GIS) की उपयोगिता: एक अध्ययन

जितेंद्र कुमार
शोधार्थी, भूगोल विभाग, बी.आर. अंबेडकर बिहार विश्वविद्यालय, मुज़फ़्फ़रपुर

सार:

वर्तमान समय में पर्यावरण संरक्षण और प्राकृतिक संसाधनों के उचित प्रबंधन की आवश्यकता पहले की अपेक्षा अधिक बढ़ गई है। बढ़ती जनसंख्या, शहरीकरण, औद्योगीकरण तथा जलवायु परिवर्तन जैसी चुनौतियों के कारण पर्यावरणीय समस्याएँ लगातार जटिल होती जा रही हैं। ऐसी परिस्थितियों में सही एवं समय पर निर्णय लेने के लिए सटीक जानकारी उपलब्ध होना अत्यंत आवश्यक है। भौगोलिक सूचना प्रणाली एक ऐसी आधुनिक तकनीक है जो भौगोलिक जानकारी के संग्रह, भंडारण, विश्लेषण तथा प्रस्तुतीकरण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है।

यह अध्ययन पर्यावरणीय योजना एवं प्रबंधन में GIS की उपयोगिता को सरल रूप में स्पष्ट करता है। इसमें बताया गया है कि GIS केवल मानचित्र तैयार करने तक सीमित नहीं है, बल्कि यह विभिन्न प्रकार के पर्यावरणीय आँकड़ों को एकीकृत करके उनके बीच संबंधों का विश्लेषण भी करता है। इसके माध्यम से भूमि उपयोग, जल संसाधन, वन क्षेत्र, प्रदूषण, प्राकृतिक आपदाओं, जैव विविधता तथा शहरी विकास से संबंधित सूचनाओं का प्रभावी अध्ययन किया जा सकता है।

GIS की सहायता से विभिन्न स्रोतों से प्राप्त आँकड़ों को एक ही मंच पर संगठित किया जाता है, जिससे योजनाओं का मूल्यांकन करना तथा भविष्य की परिस्थितियों का अनुमान लगाना आसान हो जाता है। इसके अतिरिक्त यह तकनीक पर्यावरणीय जोखिमों की पहचान, संसाधनों के उचित उपयोग तथा सतत विकास संबंधी नीतियों के निर्माण में भी उपयोगी सिद्ध होती है।

अध्ययन से यह स्पष्ट होता है कि यदि पर्यावरणीय योजना एवं प्रबंधन में GIS का व्यवस्थित उपयोग किया जाए तो निर्णय प्रक्रिया अधिक वैज्ञानिक, विश्वसनीय और प्रभावी बन सकती है। भविष्य में पर्यावरण संरक्षण एवं सतत विकास के क्षेत्र में GIS की भूमिका और अधिक महत्वपूर्ण होने की संभावना है।

मुख्य शब्द: भौगोलिक सूचना प्रणाली, पर्यावरण प्रबंधन, पर्यावरणीय योजना, स्थानिक विश्लेषण, सतत विकास।

परिचय

पर्यावरण मानव जीवन का आधार है। पृथ्वी पर उपलब्ध भूमि, जल, वन, वायु तथा अन्य प्राकृतिक संसाधन जीवन की निरंतरता बनाए रखने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। वर्तमान समय में जनसंख्या वृद्धि, अनियोजित शहरी विस्तार, औद्योगिक गतिविधियों में वृद्धि तथा प्राकृतिक संसाधनों के अत्यधिक दोहन के कारण पर्यावरण पर निरंतर दबाव बढ़ रहा है। इसके परिणामस्वरूप जल प्रदूषण, वायु प्रदूषण, भूमि क्षरण, वनों की कटाई तथा जलवायु परिवर्तन जैसी अनेक समस्याएँ सामने आ रही हैं।

इन समस्याओं का समाधान केवल संसाधनों के उपयोग तक सीमित नहीं है, बल्कि उनके उचित संरक्षण और वैज्ञानिक प्रबंधन पर भी निर्भर करता है। यही कारण है कि पर्यावरणीय योजना एवं प्रबंधन का महत्व निरंतर बढ़ रहा है। इसका उद्देश्य विकास कार्यों और पर्यावरण संरक्षण के बीच संतुलन स्थापित करना है ताकि वर्तमान आवश्यकताओं की पूर्ति करते हुए भविष्य की पीढ़ियों के लिए भी प्राकृतिक संसाधनों को सुरक्षित रखा जा सके।

इस उद्देश्य की प्राप्ति के लिए सटीक, अद्यतन तथा स्थान-विशिष्ट जानकारी की आवश्यकता होती है। पारंपरिक तरीकों से इतनी बड़ी मात्रा में पर्यावरणीय जानकारी का प्रबंधन करना कठिन होता है। आधुनिक सूचना एवं संचार प्रौद्योगिकी के विकास ने इस चुनौती का प्रभावी समाधान प्रस्तुत किया है, जिनमें भौगोलिक सूचना प्रणाली (GIS) एक महत्वपूर्ण तकनीक के रूप में उभरी है।

GIS एक कंप्यूटर आधारित प्रणाली है जो किसी स्थान से संबंधित आँकड़ों का संग्रह, भंडारण, संपादन, विश्लेषण तथा प्रस्तुतीकरण करती है। यह केवल नक्शे तैयार करने का माध्यम नहीं है, बल्कि विभिन्न प्रकार के स्थानिक (Spatial) और गैर-स्थानिक (Non-spatial) आँकड़ों को आपस में जोड़कर उनके बीच संबंधों का अध्ययन भी करती है। इसी विशेषता के कारण GIS का उपयोग कृषि, वानिकी, जल संसाधन, नगर नियोजन, आपदा प्रबंधन, परिवहन, स्वास्थ्य, खनन तथा पर्यावरण संरक्षण सहित अनेक क्षेत्रों में तेजी से बढ़ रहा है।

पर्यावरणीय योजना एवं प्रबंधन में GIS की सबसे बड़ी विशेषता यह है कि यह विभिन्न स्रोतों से प्राप्त सूचनाओं को एकीकृत कर वास्तविक परिस्थितियों का स्पष्ट चित्र प्रस्तुत करता है। इसके माध्यम से किसी क्षेत्र के भूमि उपयोग में होने वाले परिवर्तन, वन क्षेत्र की स्थिति, जल स्रोतों का वितरण, प्रदूषण की मात्रा तथा प्राकृतिक संसाधनों की उपलब्धता का वैज्ञानिक विश्लेषण किया जा सकता है। इससे योजनाओं की गुणवत्ता में सुधार होता है और निर्णय अधिक सटीक बनते हैं।

आज अधिकांश सरकारी विभाग, अनुसंधान संस्थान तथा पर्यावरणीय संगठन GIS आधारित प्रणालियों का उपयोग कर रहे हैं। डिजिटल मानचित्र, उपग्रह चित्र तथा भू-स्थानिक आँकड़ों की सहायता से योजनाओं की निगरानी करना पहले की तुलना में कहीं अधिक सरल और प्रभावी हो गया है। इसके कारण विकास कार्यों के संभावित पर्यावरणीय प्रभावों का पूर्वानुमान लगाना भी संभव हो पाया है।

इसी पृष्ठभूमि में प्रस्तुत अध्ययन का उद्देश्य पर्यावरणीय योजना एवं प्रबंधन में GIS की भूमिका को सरल एवं स्पष्ट रूप में प्रस्तुत करना है। साथ ही यह भी समझने का प्रयास किया गया है कि डेटा संग्रह, सूचना प्रबंधन, स्थानिक विश्लेषण, दृश्य प्रस्तुतीकरण तथा मॉडलिंग जैसे कार्यों में GIS किस प्रकार एक प्रभावी तकनीकी उपकरण के रूप में कार्य करता है।

पर्यावरणीय योजना एवं प्रबंधन में भौगोलिक सूचना प्रणाली (GIS) की भूमिका

पर्यावरणीय योजना एवं प्रबंधन का मुख्य उद्देश्य प्राकृतिक संसाधनों का ऐसा उपयोग सुनिश्चित करना है जिससे विकास कार्य भी सुचारु रूप से चलते रहें और पर्यावरण पर अनावश्यक दबाव भी न पड़े। इस उद्देश्य की पूर्ति के लिए विश्वसनीय, अद्यतन और स्थान-विशिष्ट जानकारी की आवश्यकता होती है। भौगोलिक सूचना प्रणाली (GIS) इस आवश्यकता को पूरा करने वाली एक प्रभावी तकनीक है। यह विभिन्न स्रोतों से प्राप्त सूचनाओं को एक ही मंच पर एकत्रित करके उनका वैज्ञानिक विश्लेषण करने में सहायता करती है। इस प्रकार नीति-निर्माताओं, योजनाकारों तथा शोधकर्ताओं को किसी क्षेत्र की वास्तविक स्थिति को समझने और उचित निर्णय लेने में सुविधा मिलती है।

GIS की सबसे बड़ी विशेषता यह है कि यह केवल जानकारी का संग्रह नहीं करता, बल्कि अलग-अलग प्रकार के आँकड़ों को आपस में जोड़कर उनके बीच संबंध भी स्पष्ट करता है। उदाहरण के लिए, यदि किसी क्षेत्र की जनसंख्या, भूमि उपयोग, वन क्षेत्र तथा जल स्रोतों से संबंधित जानकारी को एक साथ देखा जाए, तो यह समझना आसान हो जाता है कि मानव गतिविधियों का पर्यावरण पर क्या प्रभाव पड़ रहा है। इस प्रकार प्राप्त निष्कर्ष भविष्य की योजनाओं को अधिक व्यवहारिक और वैज्ञानिक बनाते हैं।

आज पर्यावरण संरक्षण से जुड़े लगभग सभी क्षेत्रों में GIS का उपयोग किया जा रहा है। वन प्रबंधन, जल संसाधन संरक्षण, भूमि उपयोग योजना, जैव विविधता संरक्षण, प्रदूषण नियंत्रण, शहरी विकास तथा प्राकृतिक आपदा प्रबंधन जैसे क्षेत्रों में यह तकनीक अत्यंत उपयोगी सिद्ध हुई है। किसी परियोजना को प्रारम्भ करने से पहले उसके संभावित पर्यावरणीय प्रभावों का आकलन करने में भी GIS महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

इसके अतिरिक्त, GIS विभिन्न विभागों और संस्थानों के बीच सूचनाओं के आदान-प्रदान को भी सरल बनाता है। पहले अलग-अलग विभागों के आँकड़े अलग-अलग स्वरूप में उपलब्ध होते थे, जिससे उनका संयुक्त विश्लेषण कठिन था। वर्तमान में GIS के माध्यम से इन आँकड़ों को एकीकृत कर एक समग्र सूचना प्रणाली तैयार की जा सकती है। इससे योजनाओं की गुणवत्ता में सुधार होता है तथा निर्णय प्रक्रिया अधिक पारदर्शी और प्रभावी बनती है।

पर्यावरणीय आँकड़ों का संग्रह एवं प्रबंधन

किसी भी पर्यावरणीय अध्ययन की सफलता इस बात पर निर्भर करती है कि उसके लिए एकत्रित किए गए आँकड़े कितने सही, अद्यतन और उपयोगी हैं। यदि प्रारम्भिक आँकड़ों में त्रुटियाँ हों, तो उनके आधार पर किए गए विश्लेषण और निर्णय भी प्रभावित हो सकते हैं। इसलिए पर्यावरणीय योजना में डेटा संग्रह को सबसे महत्वपूर्ण चरण माना जाता है। GIS इस पूरी प्रक्रिया को व्यवस्थित और वैज्ञानिक बनाता है।

GIS में एकत्रित सभी आँकड़ों को डिजिटल रूप में सुरक्षित रखा जाता है। इस व्यवस्थित संग्रह को सामान्यतः जियोडेटाबेस कहा जाता है। इसमें किसी क्षेत्र की भौगोलिक स्थिति के साथ-साथ उससे संबंधित अन्य आवश्यक जानकारियाँ भी सुरक्षित रहती हैं। उदाहरण के लिए, यदि किसी नदी का अध्ययन किया जा रहा है, तो उसकी लंबाई, प्रवाह दिशा, जल गुणवत्ता, आसपास की भूमि का उपयोग, जनसंख्या तथा औद्योगिक गतिविधियों जैसी सूचनाएँ एक ही डेटाबेस में संग्रहीत की जा सकती हैं।

GIS के लिए आवश्यक आँकड़े अनेक स्रोतों से प्राप्त किए जाते हैं। इनमें उपग्रह चित्र, ड्रोन सर्वेक्षण, हवाई फोटोग्राफी, स्थल सर्वेक्षण, स्थलाकृतिक मानचित्र, सरकारी अभिलेख, जनगणना आँकड़े तथा विभिन्न अनुसंधान संस्थानों द्वारा प्रकाशित रिपोर्ट शामिल हैं। इन सभी स्रोतों से प्राप्त सूचनाओं को एकीकृत करके एक ऐसा डेटाबेस तैयार किया जाता है जो किसी क्षेत्र की वास्तविक स्थिति का समग्र चित्र प्रस्तुत करता है।

डेटा संग्रह के बाद उसका उचित प्रबंधन भी उतना ही आवश्यक होता है। समय के साथ भूमि उपयोग, जनसंख्या, वन क्षेत्र, जल स्रोत तथा अन्य पर्यावरणीय स्थितियों में परिवर्तन होते

रहते हैं। इसलिए GIS में उपलब्ध जानकारी को समय-समय पर अद्यतन करना आवश्यक होता है। इससे निर्णय हमेशा नवीनतम जानकारी के आधार पर लिए जा सकते हैं।

GIS की सहायता से किसी भी जानकारी को आवश्यकता पड़ने पर बहुत कम समय में खोजा जा सकता है। यदि किसी अधिकारी को किसी विशेष गाँव के वन क्षेत्र, जल स्रोत या कृषि भूमि की जानकारी चाहिए, तो वह कुछ ही क्षणों में उपलब्ध हो जाती है। इससे कार्य की गति बढ़ती है और योजनाओं के निर्माण में समय की बचत होती है।

पर्यावरणीय डेटा का प्रभावी प्रबंधन भविष्य की योजनाओं के लिए भी महत्वपूर्ण होता है। वर्षों तक संचित जानकारी के आधार पर किसी क्षेत्र में हुए परिवर्तनों का अध्ययन किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, यदि किसी जिले में पिछले बीस वर्षों के वन क्षेत्र का रिकॉर्ड उपलब्ध हो, तो GIS की सहायता से यह आसानी से ज्ञात किया जा सकता है कि किस अवधि में वनों की सबसे अधिक कटाई हुई तथा किन क्षेत्रों में संरक्षण कार्य सफल रहे।

इस प्रकार GIS केवल आँकड़ों को संग्रहित करने का माध्यम नहीं है, बल्कि उन्हें व्यवस्थित, सुरक्षित, अद्यतन तथा विश्लेषण योग्य बनाने वाली एक समग्र सूचना प्रणाली है। यही कारण है कि वर्तमान समय में पर्यावरणीय योजना एवं प्रबंधन के अधिकांश कार्य GIS आधारित सूचना प्रणाली पर निर्भर होते जा रहे हैं।

पर्यावरणीय सूचना का प्रदर्शन एवं दृश्य प्रस्तुतीकरण

पर्यावरणीय योजना में केवल आँकड़ों का संग्रह करना पर्याप्त नहीं होता, बल्कि उन्हें इस प्रकार प्रस्तुत करना भी आवश्यक होता है कि उन्हें आसानी से समझा जा सके। यदि जानकारी केवल तालिकाओं या संख्याओं के रूप में उपलब्ध हो, तो उसका विश्लेषण करना कठिन हो सकता है। GIS इस समस्या का प्रभावी समाधान प्रस्तुत करता है। यह आँकड़ों को डिजिटल मानचित्रों, विषयगत मानचित्रों, चार्ट, ग्राफ तथा त्रि-आयामी (3D) मॉडलों के माध्यम से प्रदर्शित करता है, जिससे जटिल जानकारी भी सरल रूप में समझी जा सकती है।

GIS में किसी क्षेत्र की प्रत्येक प्रकार की जानकारी अलग-अलग परत के रूप में संग्रहीत की जाती है। उदाहरण के लिए, एक परत में सड़क नेटवर्क, दूसरी में नदियाँ, तीसरी में वन क्षेत्र, चौथी में जनसंख्या तथा पाँचवीं में भूमि उपयोग की जानकारी रखी जा सकती है। आवश्यकता के अनुसार इन परतों को अलग-अलग या संयुक्त रूप से प्रदर्शित किया जा सकता है। इससे किसी क्षेत्र की संपूर्ण स्थिति को एक ही स्क्रीन पर समझना आसान हो जाता है।

दृश्य प्रस्तुतीकरण की यह प्रणाली निर्णय लेने की प्रक्रिया को अधिक प्रभावी बनाती है। यदि किसी जिले में भूजल स्तर लगातार घट रहा हो, तो GIS उस क्षेत्र का मानचित्र तैयार करके प्रभावित स्थानों को स्पष्ट रूप से दर्शा सकता है। इसी प्रकार यदि किसी वन क्षेत्र में अवैध कटाई बढ़ रही हो, तो उपग्रह चित्रों की तुलना करके परिवर्तन को तुरंत पहचाना जा सकता है। इस प्रकार अधिकारियों को समय रहते आवश्यक कदम उठाने का अवसर मिल जाता है।

शहरी क्षेत्रों में भी GIS आधारित दृश्य प्रस्तुतीकरण अत्यंत उपयोगी सिद्ध होता है। नगर नियोजन के दौरान सड़क नेटवर्क, जल निकासी प्रणाली, आवासीय क्षेत्र, औद्योगिक क्षेत्र तथा सार्वजनिक सुविधाओं को एक साथ देखकर विकास योजनाएँ तैयार की जाती हैं। इससे अनियोजित विकास की संभावना कम होती है और उपलब्ध संसाधनों का बेहतर उपयोग संभव हो पाता है।

पर्यावरण संरक्षण के क्षेत्र में GIS की दृश्य प्रस्तुति आम नागरिकों के लिए भी लाभदायक है। सरल मानचित्रों और चित्रों के माध्यम से पर्यावरणीय समस्याओं को आसानी से समझाया जा सकता है। इससे जन-जागरूकता बढ़ती है तथा लोगों की भागीदारी भी सुनिश्चित होती है।

पर्यावरणीय सूचना का स्थानिक विश्लेषण

GIS की सबसे महत्वपूर्ण विशेषताओं में से एक इसका स्थानिक विश्लेषण है। यह केवल यह नहीं बताता कि कोई वस्तु कहाँ स्थित है, बल्कि यह भी स्पष्ट करता है कि विभिन्न भौगोलिक तत्व एक-दूसरे से किस प्रकार जुड़े हुए हैं। यही कारण है कि GIS को केवल मानचित्र बनाने की तकनीक न मानकर एक शक्तिशाली विश्लेषणात्मक प्रणाली माना जाता है।

इस तकनीक के माध्यम से भूमि उपयोग में होने वाले परिवर्तनों का अध्ययन भी किया जा सकता है। यदि किसी क्षेत्र में कृषि भूमि धीरे-धीरे आवासीय क्षेत्र में परिवर्तित हो रही हो, तो GIS समय-समय पर प्राप्त उपग्रह चित्रों की तुलना करके इस परिवर्तन की गति और दिशा का विश्लेषण कर सकता है। इससे भविष्य की विकास योजनाएँ अधिक वैज्ञानिक आधार पर तैयार की जा सकती हैं।

वन प्रबंधन में स्थानिक विश्लेषण अत्यंत उपयोगी है। GIS यह दर्शा सकता है कि किन क्षेत्रों में वन आवरण घट रहा है, कहाँ नई वनस्पति विकसित हो रही है तथा किन क्षेत्रों को संरक्षण की आवश्यकता है। इसी प्रकार जल संसाधनों के अध्ययन में नदी तंत्र, जलाशयों, वर्षा वितरण तथा भूजल स्तर का संयुक्त विश्लेषण किया जाता है।

GIS में विभिन्न प्रकार के स्थानिक विश्लेषण

पर्यावरणीय योजना में GIS अनेक प्रकार के विश्लेषण उपलब्ध कराता है। प्रत्येक विश्लेषण का उद्देश्य अलग होता है और उसका उपयोग भी परिस्थितियों के अनुसार किया जाता है।

1. क्वेरी विश्लेषण

यह GIS का सबसे सामान्य विश्लेषण है। इसमें उपयोगकर्ता किसी विशेष स्थान या विशेषता से संबंधित जानकारी प्राप्त करता है। उदाहरण के लिए यदि किसी अधिकारी को यह जानना हो कि किसी जिले में कितने गाँव वन क्षेत्र के भीतर स्थित हैं, तो GIS कुछ ही क्षणों में इसका उत्तर उपलब्ध करा सकता है। इसी प्रकार किसी नदी के पाँच किलोमीटर के दायरे में स्थित सभी गाँवों की सूची भी आसानी से प्राप्त की जा सकती है।

2. समय-आधारित विश्लेषण

पर्यावरण समय के साथ लगातार बदलता रहता है। इसलिए केवल वर्तमान स्थिति का अध्ययन पर्याप्त नहीं होता। GIS विभिन्न वर्षों के आँकड़ों की तुलना करके परिवर्तन की दिशा और गति का विश्लेषण करता है।

उदाहरण के लिए यदि किसी क्षेत्र के पिछले पंद्रह वर्षों के उपग्रह चित्र उपलब्ध हों, तो यह आसानी से ज्ञात किया जा सकता है कि वन क्षेत्र में कितनी कमी आई है, जल स्रोतों में क्या परिवर्तन हुआ है या शहरी विस्तार किस दिशा में बढ़ा है। इस प्रकार का विश्लेषण भविष्य की योजना बनाने में अत्यंत सहायक होता है।

3. त्रि-आयामी (3D) विश्लेषण

कई पर्यावरणीय समस्याएँ केवल समतल मानचित्रों से स्पष्ट नहीं होतीं। पर्वतीय क्षेत्रों, नदी घाटियों तथा जलग्रहण क्षेत्रों का अध्ययन करने के लिए ऊँचाई संबंधी जानकारी आवश्यक होती है। GIS डिजिटल ऊँचाई मॉडल तैयार करके किसी क्षेत्र की वास्तविक भौगोलिक संरचना को त्रि-आयामी रूप में प्रदर्शित करता है।

इस प्रकार के विश्लेषण का उपयोग भूस्खलन संभावित क्षेत्रों की पहचान, जल प्रवाह की दिशा, बाँध निर्माण, सड़क निर्माण तथा जलग्रहण क्षेत्र विकास योजनाओं में व्यापक रूप से किया जाता है।

4. कनेक्टिविटी विश्लेषण

पर्यावरणीय योजना एवं प्रबंधन में केवल किसी स्थान की स्थिति जानना ही पर्याप्त नहीं होता, बल्कि यह समझना भी आवश्यक होता है कि विभिन्न स्थान एक-दूसरे से किस प्रकार

जुड़े हुए हैं। इसी उद्देश्य को पूरा करने के लिए GIS में कनेक्टिविटी विश्लेषण का उपयोग किया जाता है। इस विश्लेषण की सहायता से दूरी, पहुँच, यात्रा मार्ग, नेटवर्क संरचना तथा संसाधनों के वितरण का अध्ययन किया जाता है।

कनेक्टिविटी विश्लेषण विशेष रूप से सड़क नेटवर्क, नदी तंत्र, जलापूर्ति प्रणाली, विद्युत वितरण, वन गलियारों तथा आपदा प्रबंधन में अत्यंत उपयोगी सिद्ध होता है। उदाहरण के लिए यदि किसी क्षेत्र में बाढ़ या भूकम्प जैसी प्राकृतिक आपदा आती है, तो GIS यह निर्धारित कर सकता है कि राहत सामग्री सबसे कम समय में किस मार्ग से प्रभावित क्षेत्रों तक पहुँचाई जा सकती है। इससे राहत एवं बचाव कार्य अधिक प्रभावी बन जाते हैं।

वन्यजीव संरक्षण के क्षेत्र में भी यह विश्लेषण महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। विभिन्न वन क्षेत्रों के बीच जीव-जंतुओं के आवागमन के लिए सुरक्षित मार्गों की पहचान GIS के माध्यम से की जा सकती है। इससे जैव विविधता के संरक्षण में सहायता मिलती है तथा वन्यजीवों के प्राकृतिक आवास को सुरक्षित रखा जा सकता है।

शहरी क्षेत्रों में कनेक्टिविटी विश्लेषण का उपयोग यातायात व्यवस्था को बेहतर बनाने के लिए किया जाता है। इससे यह पता लगाया जा सकता है कि किन मार्गों पर अधिक भीड़ रहती है, किन क्षेत्रों में नई सड़क बनाने की आवश्यकता है तथा सार्वजनिक परिवहन व्यवस्था को किस प्रकार अधिक प्रभावी बनाया जा सकता है।

इसी प्रकार जल संसाधन प्रबंधन में नदी, नहर तथा जलाशयों के परस्पर संबंधों का अध्ययन कर जल वितरण की बेहतर योजना बनाई जा सकती है। इस प्रकार कनेक्टिविटी विश्लेषण पर्यावरणीय संसाधनों के वैज्ञानिक उपयोग में महत्वपूर्ण योगदान देता है।

पर्यावरणीय मॉडलिंग

पर्यावरणीय योजना में केवल वर्तमान स्थिति का अध्ययन पर्याप्त नहीं होता, बल्कि भविष्य में होने वाले संभावित परिवर्तनों का अनुमान लगाना भी आवश्यक होता है। GIS इस कार्य के लिए मॉडलिंग की सुविधा प्रदान करता है। मॉडलिंग के माध्यम से विभिन्न प्रकार के आँकड़ों का उपयोग करके संभावित परिस्थितियों का पूर्वानुमान लगाया जाता है, जिससे योजनाएँ अधिक प्रभावी एवं व्यवहारिक बनती हैं।

पर्यावरणीय मॉडल वास्तविक परिस्थितियों का डिजिटल रूप होते हैं। इनमें भूमि, जल, वनस्पति, जनसंख्या, वर्षा, तापमान तथा अन्य पर्यावरणीय कारकों को सम्मिलित करके भविष्य की स्थिति का आकलन किया जाता है। यदि किसी क्षेत्र में तेज़ी से शहरीकरण हो

रहा हो, तो GIS यह अनुमान लगाने में सहायता कर सकता है कि अगले दस वर्षों में भूमि उपयोग में किस प्रकार के परिवर्तन होंगे और उनका पर्यावरण पर क्या प्रभाव पड़ेगा।

इसी प्रकार यदि किसी नदी के जलग्रहण क्षेत्र में वनों की कटाई लगातार हो रही हो, तो GIS मॉडल यह अनुमान लगा सकता है कि भविष्य में बाढ़, मृदा अपरदन अथवा जल की उपलब्धता पर इसका क्या प्रभाव पड़ेगा। इस प्रकार योजनाकार समय रहते आवश्यक सुधारात्मक कदम उठा सकते हैं।

जलवायु परिवर्तन के अध्ययन में भी GIS आधारित मॉडलिंग का व्यापक उपयोग किया जाता है। वर्षा, तापमान, समुद्र स्तर तथा मौसम संबंधी आँकड़ों का विश्लेषण करके संभावित जोखिम वाले क्षेत्रों की पहचान की जाती है। इससे सरकार तथा संबंधित संस्थाएँ पहले से तैयारी कर सकती हैं और संभावित क्षति को कम किया जा सकता है।

कृषि क्षेत्र में मॉडलिंग के माध्यम से मिट्टी की गुणवत्ता, वर्षा की मात्रा तथा सिंचाई सुविधाओं का विश्लेषण कर उपयुक्त फसलों का चयन किया जा सकता है। इससे कृषि उत्पादन में वृद्धि के साथ-साथ प्राकृतिक संसाधनों का संतुलित उपयोग भी सुनिश्चित होता है।

इसी प्रकार प्रदूषण नियंत्रण के क्षेत्र में GIS मॉडल यह दर्शा सकते हैं कि यदि किसी औद्योगिक क्षेत्र का विस्तार किया जाए तो उसके कारण वायु, जल तथा भूमि प्रदूषण किन-किन क्षेत्रों तक फैल सकता है। इस प्रकार पर्यावरणीय प्रभावों का पूर्वानुमान लगाकर उचित नियंत्रण उपाय अपनाए जा सकते हैं।

पर्यावरणीय योजना में GIS के प्रमुख लाभ

GIS के उपयोग से पर्यावरणीय योजना एवं प्रबंधन की कार्यप्रणाली अधिक वैज्ञानिक, व्यवस्थित तथा पारदर्शी बन जाती है। इसके प्रमुख लाभ निम्न प्रकार से समझे जा सकते हैं–

(1) सटीक जानकारी उपलब्ध कराना: GIS विभिन्न स्रोतों से प्राप्त आँकड़ों को एकीकृत कर वास्तविक स्थिति का स्पष्ट चित्र प्रस्तुत करता है। इससे निर्णय अधिक विश्वसनीय बनते हैं।

(2) समय एवं लागत की बचत: डिजिटल सूचना प्रणाली होने के कारण आवश्यक जानकारी कम समय में प्राप्त हो जाती है। इससे सर्वेक्षण तथा विश्लेषण की लागत भी कम होती है।

(3) बेहतर निर्णय प्रक्रिया: मानचित्रों, चार्टों तथा विश्लेषणात्मक परिणामों के आधार पर योजनाकार विभिन्न विकल्पों की तुलना करके उपयुक्त निर्णय ले सकते हैं।

(4) पर्यावरणीय जोखिमों की पहचान: GIS संभावित बाढ़, भूस्खलन, सूखा, वनाग्नि तथा प्रदूषण जैसे जोखिमों का पूर्व आकलन करने में सहायता करता है।

(5) संसाधनों का संतुलित उपयोग: भूमि, जल, वन तथा अन्य प्राकृतिक संसाधनों के उचित उपयोग के लिए GIS महत्वपूर्ण आधार प्रदान करता है।

(6) सतत विकास को बढ़ावा: यह तकनीक विकास कार्यों और पर्यावरण संरक्षण के बीच संतुलन स्थापित करने में सहायता करती है, जिससे दीर्घकालीन विकास संभव हो पाता है।

निष्कर्ष

भौगोलिक सूचना प्रणाली (GIS) वर्तमान समय की सबसे प्रभावी भू-स्थानिक तकनीकों में से एक है। पर्यावरणीय योजना एवं प्रबंधन के क्षेत्र में इसका महत्व निरंतर बढ़ता जा रहा है क्योंकि यह विभिन्न प्रकार के पर्यावरणीय आँकड़ों को एकत्रित करने, व्यवस्थित करने, अद्यतन रखने, विश्लेषित करने तथा सरल रूप में प्रस्तुत करने की क्षमता प्रदान करती है। इसके माध्यम से प्राकृतिक संसाधनों की वास्तविक स्थिति का वैज्ञानिक मूल्यांकन संभव हो जाता है, जिससे योजनाओं की गुणवत्ता और निर्णयों की विश्वसनीयता दोनों में सुधार होता है।

इस अध्ययन से स्पष्ट होता है कि GIS केवल डिजिटल मानचित्र तैयार करने की तकनीक नहीं है, बल्कि यह एक समग्र निर्णय सहयोग प्रणाली के रूप में कार्य करती है। भूमि उपयोग परिवर्तन, जल संसाधन प्रबंधन, वन संरक्षण, जैव विविधता, प्रदूषण नियंत्रण, प्राकृतिक आपदा प्रबंधन तथा शहरी विकास जैसे अनेक क्षेत्रों में इसकी उपयोगिता सिद्ध हो चुकी है। GIS के माध्यम से वर्तमान परिस्थितियों का विश्लेषण करने के साथ-साथ भविष्य की संभावित स्थितियों का भी पूर्वानुमान लगाया जा सकता है, जिससे योजनाएँ अधिक प्रभावी और व्यावहारिक बनती हैं।

भविष्य में उपग्रह प्रौद्योगिकी, ड्रोन सर्वेक्षण, कृत्रिम बुद्धिमत्ता, मशीन लर्निंग तथा रिमोट सेंसिंग जैसी आधुनिक तकनीकों के साथ GIS का समन्वय पर्यावरणीय योजना एवं प्रबंधन को और अधिक सशक्त बनाएगा। यदि इन तकनीकों का उचित उपयोग किया जाए, तो प्राकृतिक संसाधनों का संरक्षण, पर्यावरणीय संतुलन तथा सतत विकास के लक्ष्यों की प्राप्ति अधिक प्रभावी ढंग से की जा सकती है।

इस प्रकार यह कहा जा सकता है कि बदलती पर्यावरणीय चुनौतियों के समाधान में GIS एक अपरिहार्य तकनीकी साधन है, जो वैज्ञानिक योजना, प्रभावी प्रबंधन तथा जिम्मेदार विकास की दिशा में महत्वपूर्ण योगदान देता है।

सुझाव

अध्ययन के आधार पर निम्नलिखित सुझाव प्रस्तुत किए जा सकते हैं–

1. पर्यावरणीय योजना एवं प्रबंधन से जुड़े सभी सरकारी विभागों में GIS आधारित सूचना प्रणाली का व्यापक उपयोग किया जाना चाहिए ताकि निर्णय अधिक वैज्ञानिक एवं पारदर्शी बन सकें।
2. पर्यावरण संरक्षण से संबंधित योजनाओं में उपग्रह चित्रों, ड्रोन सर्वेक्षण तथा GIS तकनीकों का नियमित उपयोग किया जाना चाहिए ताकि प्राकृतिक संसाधनों में होने वाले परिवर्तनों की समय पर पहचान की जा सके।
3. राज्य एवं जिला स्तर पर एकीकृत पर्यावरणीय जियोडेटाबेस विकसित किया जाना चाहिए, जिसमें भूमि उपयोग, जल संसाधन, वन क्षेत्र, जैव विविधता तथा प्रदूषण संबंधी सभी आवश्यक आँकड़े नियमित रूप से अद्यतन किए जाएँ।
4. विश्वविद्यालयों एवं उच्च शिक्षण संस्थानों में GIS तथा रिमोट सेंसिंग से संबंधित व्यावहारिक प्रशिक्षण को बढ़ावा दिया जाना चाहिए, जिससे भविष्य के शोधकर्ता आधुनिक तकनीकों का प्रभावी उपयोग कर सकें।
5. पर्यावरणीय प्रभाव आकलन की प्रत्येक प्रमुख परियोजना में GIS आधारित विश्लेषण को अनिवार्य रूप से सम्मिलित किया जाना चाहिए।
6. प्राकृतिक आपदाओं जैसे बाढ़, सूखा, भूस्खलन तथा वनाग्नि के पूर्वानुमान एवं प्रबंधन में GIS आधारित निर्णय प्रणाली का व्यापक उपयोग किया जाना चाहिए।
7. स्थानीय समुदायों की सहभागिता बढ़ाने के लिए GIS आधारित सरल डिजिटल मानचित्र एवं मोबाइल एप्लिकेशन विकसित किए जाने चाहिए, जिससे नागरिक भी पर्यावरण संरक्षण कार्यक्रमों में सक्रिय भूमिका निभा सकें।

संदर्भ

1. Baldwin, J. H. (1985). *Environmental Planning and Management*. Westview Press.
2. Lein, J. K. (2006). *Integrated Environmental Planning* (2nd ed.). Blackwell Publishing.
3. Ondieki, C. M., & Murimi, S. K. Geographic Information Systems Applications.

4. Huxhold, W. E. (1999). *Environmental Information Systems and Environmental Informatics*. University College London.
5. Environmental Systems Research Institute (ESRI). (2005). *GIS Solutions for Environmental Management*. Redlands, California.
6. Environmental Systems Research Institute (ESRI). (2010). *GIS Best Practices: Environmental Management*. Redlands, California.
7. World Resources Institute. (2001). *GIS Supporting Environmental Planning and Management in West Africa*.
8. Markus, B. (2011). *Spatial Analysis: Applications and Software*. University of West Hungary.
9. Sahu, P. M. *Spatial Data Analysis of Vector and Raster Data*.
10. Siddiqui, M. A., Poonia, M. P., & Parihar, S. M. *Network Analysis in GIS*.
11. Goodchild, M. F. *GIS and Modeling Overview*.