अंकीय ऊंचाई प्रतिदर्श

तनवीर अहमद, पुष्पेंद्र कुमार अग्रवाल एल एन ठकुराल एवं पल्लवी चौधरी

वैज्ञानिक राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की।
पूर्व छात्रा, जी.बी. पंत इंजीनियरिंग कालेज, पौड़ी गढ़वाल।

सारांश

अंकीय ऊंचाई प्रतिदर्श (DEM) आपदा प्रबन्धन, जलविज्ञान एवं जल प्रबन्धन, भू आकृति विज्ञान एवं शहरी विकास जैसे महत्वपूर्ण क्षेत्रों के लिए अत्यधिक महत्वपूर्ण है। इसकी सहायता से किसी भू–भाग के बारे में महत्वपूर्ण जानकारी प्राप्त करना संभव है। उपग्रह की उपलब्धता के आधार पर कई प्रकार के DEM पाये जाते हैं इनमें SRTM, Aster, Cartosat DEM प्रमुख है। DEM के आंकलन के लिए विभिन्न तकनीकों जैसे ऊंचाई आंकलन विधि, निकासी तंत्र निर्धारण इत्यादि का प्रयोग किया जाता है।

वास्तव में DEM एक स्वतंत्र सार्वभौम अंकीय ऊंचाई निदर्श है। इसका प्रयोग सावधानी पूर्वक किया जाना आवश्यक है। परन्तु जटिल कार्यों हेतु इसका प्रयोग नहीं किया जाना चाहिए। लघु पैमाने पर इस निदर्श का प्रयोग करने पर श्रेष्ठ शुद्धता प्राप्त होती है।

प्रस्तुत प्रपत्र में अंकीय ऊंचाई निर्देश के विभिन्न प्रकारों, उपयोगों एवं इन्हें प्राप्त करने की विधियों का वर्णन किया गया है।

Abstract

Digital elevation Model (DEM) has wide applications in various areas like disaster management, hydrology and water management, geomorphology and in urban development. With the help of DEM It is possible to get the very important geographical information of any area. Based on the availability of satellites, several types of DEM's i.e. SRTM 90mtr Aster, Cartoset etc are available. Several techniques such as interpolation, or estimation of elevation, determining the network, basin map delineation etc. are used to find out a DEM.

DEM is an independently peer-reviewed global digital elevation model. It advised that the product should be interpreted cautiously and not to used in mission critical applications. Using on small scale the DEM provides very good accuracy.

In this paper an attempt has been made to describe the various methods, application, and obtaining process for various DEM's.

1.0 प्रस्तावना:

हम पांच इंद्रियों के माध्यम से आसपास की दुनिया के बारे में जानकारी प्राप्त करते हैं। कुछ इंद्रियों को संवेदन हेतु जैसे कि संवाद एवं स्पर्श हेतु बाहरी वस्तुओं के संपर्क की आवश्यकता होती है। लेकिन हमें देखने एवं सुनने के लिए संवेदन अंगों और बाहरी वस्तुओं के बीच निकट संपर्क की आवश्यकता नहीं होती है। ये कार्य सुदूर संवेदन द्वारा पूर्ण किये जाते हैं। मानव दृश्य प्रणाली सामान्य अर्थों में सुदूर संवेदन प्रणाली का एक उत्तम उदाहरण है। सुदूर संवेदन ऐसी विधि है जिसमें दूरस्थ स्थानों की वस्तुओं की गतिविधियों के आंकड़ें, बिना वस्तुओं के संपर्क में आए एकत्र किए जाते हैं। सामान्यतः सुदूर

संवेदन आंकड़े, हवाई विमान, अन्तरिक्ष उपग्रहों, अन्तरिक्ष शटल में स्थित प्लेटफार्मों पर लगे सेंसरों का उपयोग कर एकत्र किए जाते हैं।

अंकीय ऊंचाई प्रतिदर्श (DEM), त्रिविमीय अक्षों (x,y,z) के रूप में किसी सतह का सरल प्रतिरूपण करता है। यह प्रतिदर्श आपदा प्रबंधन, जल विज्ञान एवं जल प्रबंधन, भू–आकृति विज्ञान एवं शहरी विकास जैसे विभिन्न महत्वपूर्ण क्षेत्रों में अत्यधिक उपयोगी सिद्ध हुआ है। अंकीय ऊंचाई प्रतिदर्श (DEM) के उपयुक्त प्रयोग द्वारा किसी भू–भाग के बारे में महत्वपूर्ण जानकारी प्राप्त की जा सकती है।

1.1 अंकीय ऊंचाई प्रतिदर्श का परिचयः

अंकीय ऊंचाई प्रतिदर्श (DEM) भौगोलिक आंकड़ों का स्वरूप है जिसे रास्टर के रूप में जाना जाता है। रास्टर अंकीय, समान वर्ग को पिक्सले हैं, जो पृथ्वी पर आच्छादित भू–क्षेत्र को प्रदर्शित करती हैं। इसके अंतर्गत मानचित्र पर दर्शाने वाले भू–भाग की प्रत्येक पिक्सले को एक निश्चित मान प्रदान किया जाता है। अंकीय ऊंचाई प्रतिदर्श (DEM) की प्रत्येक पिक्सले को संबंधित भूमि या जल सतह की ऊंचाई का मान प्रदान किया जाता है। अंकीय ऊंचाई प्रतिदर्श (DEM) को पिक्सले का कोई भी आकार हो सकता है, तथापि इसका मान सामान्यतः 5 मीटर से 30 मीटर वर्ग की सीमा में लिया जाता है।

1.2 DEM के प्रकारः

उपग्रह की उपलब्धता एवं विभेदन के आधार पर DEM कई प्रकार के पाये जाते है। इनमें SRTM, Aster एवं Cartosat DEM प्रमुख हैं।

1.2.1 एस.आर.टी.एम. (SRTM) DEM

SRTM 90 मीटर DEM भूमध्य रेखा से 90 मीटर विभेदन पर 5 डिग्री x 5 डिग्री की टाइल स्वरूप में मोजाइक कर उपयोग हेतु प्राप्त होता है। SRTM 90 मीटर DEM Arc Info Asc II एवं Geo tiff प्रारूप में आंकड़ा प्रक्रमण एवं जी.आई.एस. अनुप्रयोगों के लिए उपलब्ध है। आंकड़ों को FTP साइट से ब्राउजर के उपयोग द्वारा डाउनलोड किया जा सकता है।

1.2.2 आस्टर (ASTER) DEM

ASTER DEM एक इमेजिंग साधन है जिसका निर्माण एम.ई.टी.आई. ने किया था और जो नासा टेरा प्लेटफार्म से संचालित होता है। इसके 14 वर्णक्रम बैंड का उपयोग तीन अलग–अलग दूरबीन और सेंसर प्रणाली के माध्यम से किया जाता है। इन 14 वर्णक्रम बैंड में 3 विसिबल बैंड और विएनआईआर बैंड (15एम), 6 एस.डब्लू.आई.आर. (30 एम) और 5 थर्मल अवरक्त बैंड (90 एम) शामिल है। ASTER DEM का वितरण पृथ्वी रिमोट सेंसिंग डाटा विश्लेषण केन्द्र (ई.आर.एस.जी.ए.सी.) और नासा भूमि प्रक्रियाओं के माध्यम से ए.ई.टी.आई. और नासा द्वारा किया जा रहा है।

ASTER DEM द्वारा जलविभाजन का कार्य बड़ी आसानी से GIS सॉफ्टवेयर के माध्यम से किया जाता है जो जलविज्ञान संबंधी कार्यों के लिए बहुत महत्वपूर्ण है।

ASTER DEM का प्रथम संस्करण अधिक उपयोगी नही पाया गया। परिणामतः इसमें सुधार कर ASTER GDEM V_2 के रूप में इसका संशोधित संस्करण प्राप्त हुआ। ASTER GDEM V_2 संस्करण की सहायता से 1x1 डिग्री टाइल को मोजाइक कर Geo Tiff प्रारूप में DEM प्राप्त किया जा सकता है।

1.2.3 कार्टोसेट–1 (CARTOSAT-1)

उच्च विभेदन वाले CARTOSAT-1 उपग्रह चित्रों की उपलब्धता ने पर्वतीय भूभाग में प्राचलों के मूल्यांकन हेतु नवीनतम संभावनाएं प्रदान की है। भारतीय सुदूर संवेदन उपग्रह CARTOSAT-1 पृथ्वी सतह के उच्च विभेदन (2.5 मीटर) चित्रों को PAN कैमरे की सहायता से उपयोग हेतु प्रदान करता है। DEM के संदर्भ में भू नियत्रंण बिन्दुओं (GCP) के प्रयोग

द्वारा DEM जनित आंकड़ों का संदर्थीकरण किया जाता है। जिनका उपयोग विभिन्न भू–प्राचलों उदाहरणतः ऊंचाई, कन्टूर, निकासी पद्धति, भूमि उपयोग मानचित्रों एवं मृदा मानचित्रों को तैयार करने के लिए किया जाता है। इन प्राचलों को भू–स्खलन विश्लेषण जैसे जटिल विषयों के अध्ययन हेतु अन्तर्वेशन के रूप में प्रयोग किया जाता है।

1.2.4 DEM का सृजनः

DEM के सृजन हेतु अनेकों तकनीकों जैसे USGS, फोटोग्रामेट्री इत्यादि का प्रयोग किया जा सकता है। इनके अंतर्गत उपग्रह से उपलब्ध चित्रों को स्कैन कर रास्टर में परिवर्तन किया जाता है। प्राप्त रास्टर वैक्टर स्वरूप में होते हैं इसके पश्चात कन्टूर रेखाओं को उनके ऊंचाई लेवल प्रदान किये जाते हैं। हाइड्रोग्राफी स्तर की सहायता से अतिरिक्त ऊंचाई आंकड़े जनित किये जाते हैं। अंततः कन्टूर आंकड़ों से प्रत्येक ग्रिड बिन्दु पर ऊंचाई अन्तर्वेशन की सहायता से परिणामी DEM प्राप्त किया जाता है।

1.3 DEM के प्रयोग–

DEM का प्रयोग विभिन्न प्रयोगों हेतु सुदूर संवेदी अध्ययन के लिए किया जाता है। संक्षेप में DEM के प्रमुख अनुप्रयोग निम्न हैं–

- & किसी भूभाग की विभिन्न विशिष्टताओं जैसे किसी बिन्दु पर ऊंचाई, ढाल इत्यादि का निर्धारण।
- & भूभाग के गुणधर्मों जैसे निकासी बेसिन एवं जल विभाजक, निकासी तंत्र एवं वाहिका, पहाड़ एवं गड्डे, इत्यादि को ज्ञात करना।
- & जल विज्ञानीय, क्रियाएं ऊर्जा फ्रलक्स एवं वनाग्नि का निदर्शन।

1.4 DEM की सहायता से जलविज्ञानीय क्रियाओं को ज्ञात करना–

निकासी बेसिन का प्रमुख घटक स्थलाकृतिय स्वरूप एवं निकासी तंत्र की स्थलीय संरचना है। इन घटकों का मात्रात्मक अध्ययन अत्यधिक जटिल है तथा इसकी मैनुअली गणना करने में बहुत अधिक समय की आवश्यकता होती है। भौगोलिक सूचना तंत्र प्रौद्योगिकी के प्रयोग द्वारा इन घटकों का निर्धारण सरलता से किया जा सकता है। DEM आंकलन की विभिन्न तकनीकों को निम्न चरणों में दर्शाया गया है।

1.4.1 ऊंचाई आंकलन विधि

किसी बिन्दु पर ऊंचाई के आंकलन हेतु सर्वप्रथम यह ज्ञात करना आवश्यक है कि जिस बिन्दु पर ऊंचाई ज्ञात करना है वह बिन्दु रास्टर में हैं, या मध्य में। प्रथम अवस्था में ऊंचाई को आंकड़ा बेस से प्रत्यक्षतः प्राप्त कर सकते हैं। द्वितीय अवस्था में ऊंचाई आंकलन हेतु अन्तर्वेशन की आवश्यकता होती है। इसके अन्तर्वेशन हेतु निकटतम बिन्दुओं की ऊंचाई का प्रयोग किया जा सकता है।

1.4.2 प्रवणता का आंकलन–

प्रवणता का आंकलन हेतु 3x3 को चित्र का प्रयोग किया जाता है। प्रवणता को ज्ञात करने हेतु निम्न सूत्र का प्रयोग करते हैं

$\tan^{-1}$ ऊंचाईयों का अन्तर / पिक्सले आकार

सामान्यतः मृदा मानचित्र या आकृति मानचित्र विभिन्न क्षेत्रों के विभिन्न मानों को प्रदर्शित करते हैं तथा किसी क्षेत्र के लिए प्रवणता के मान निश्चित सीमा में (उदाहरणतः 10–15%) पाये जाते हैं। जबकि आकृति मानचित्र के मान एक निश्चित चतुर्थांश (जैसे NW) के अन्तर्गत पाये जाते हैं।

किसी मानचित्र को तैयार करते समय किसी रास्टर बिन्दु पर प्रवणता या आकृति निर्धारण किया जाता है तथा इन मानों को पूर्व निर्धारित सीमा समूह के आधार पर बहुभुज के रूप में प्रदर्शित किया जाता है। इस प्रकार प्राप्त प्रवणता या आकृति मानचित्र की शुद्धता मूल रास्टर स्वरूप की तुलना में कम होती है।

1.4.3 निकासी तंत्र निर्धारण–

एक रास्टर DEM में निकासी एवं जलविभाजक के सामान्य पद्धति निर्धारण के लिए पर्याप्त सूचना सम्मिलित होती है। प्रत्येक रास्टर बिन्दु में एक वर्ग सैल एवं इस सैल के जल के प्रवाह की दिशा का निर्धारण निकटवर्ती सैलों की ऊंचाई द्वारा किया जाता है। प्रवाह की दिशा का निर्धारण सामान्यतः निम्न स्थितियों द्वारा किया जा सकता है। (a) प्रवाह की चार सम्भाव्य दिशाओं (उपर, नीचे, दांये, बांये)। (b) प्रवाह की आठ सम्भाव्य दिशाओं दोनों अवस्थाओं में जल प्रवाह दिशा घडी की चाल के अनुसार मानते हुए ऊपर से प्रारम्भ कर नीचे की ओर प्रत्येक निकटवर्ती सैल की ओर होगी। यदि नीचे की ओर कोई निकटवर्ती सैल नहीं है तो सैल का कोई 0 मान लेते हैं।

1.4.4 जल विभाजक का निर्धारण–

पूर्व काल में जल विभाजक का निर्धारण मुख्यतः हाथों से किया जाता था। वर्तमान में यह कार्य GIS तकनीक द्वारा किया जा सकता है। वर्तमान में GIS पद्धति का विस्तृत प्रयोग जलविभाजक के विभाजन एवं सरिता तंत्र के चयन के लिए किया जा रहा है। GIS पद्धति मुख्यतः DEM आंकड़ों पर आधारित है एवं उसमें DEM तैयार करने की अनेकों विधियां उपलब्ध हैं। इस कार्य को हाथों से करना कठिन कार्य है एवं इसमें त्रुटि की संभावना होती है। इसके अतिरिक्त ऐसे स्थलों पर जहां स्थलाकृतिय मानचित्र उपलब्ध न हो, यह कार्य संभव नहीं हो सकता है। इस कार्य हेतु सुदूर संवेदी तकनीकी द्वारा ग्लोब, SRTM, आस्टर, कारटोसैट जैसे अन्य स्रोतों से प्राप्त अंकीय ऊंचाई आंकड़ों के प्रयोग द्वारा DEM तैयार किया जा सकता है। ये आंकड़ें इन्टरनेट पर उपलब्ध है। वर्तमान में सुदूर संवेदी तकनीक से प्राप्त DEM आंकड़ों का विस्तृत उपयोग आवाह क्षेत्र की विशिष्टताओं को ज्ञात करने में किया जाता है। जलविज्ञानीय अध्ययनों में DEM का प्रयोग निकासी तंत्र को प्राप्त करने विभिन्न आवाह प्राचलों प्रवणता, कन्टूर इत्यादि को ज्ञात करने में किया जाता है। इन विधियों से प्राप्त परिणाम पूर्णतः शुद्ध होते हैं। इस विधि से प्राप्त DEM की सहायता जल विभाजक का निर्धारण सरलता से किया जा सकता है।

इस विधि से सरिता तंत्र के निर्धारण में प्रयुक्त चरणों में प्रवाह दिशा एवं निकासी तंत्र ज्ञात करने का कार्य पूर्व पद्धति के अनुसार ही किया जाता है। इसके अतिरिक्त इस पद्धति में निकासी तंत्र का क्रम एवं आवाह क्षेत्र को विलीन करने का कार्य किया जाता है।

1.4.5 नेटवर्क का निर्धारण–

सरिता नेटवर्क के निर्धारण के लिए DEM का जलविज्ञानीय प्रक्रमण किया जाता है। जलविज्ञानीय प्रक्रमण में DEM में निचले स्थलों को भरा जाता है। ये निचले स्थल DEM जनन के समय कुछ त्रुटियों के कारण प्राप्त होते हैं। यदि कोई अधिक ऊंचाई का सैल निकटवर्ती सैल में आ जाता है तो जल प्रवाह रूक जाता है। अतः उस सैल को उपयुक्त कोड प्रदान करना आवश्यक है।

DEM में निचले स्थलों को भरने के बाद उसे प्रक्रमित किया जाता है। इसकी सहायता से प्रवाह दिशा व प्रवाह एकत्रीकरण मानचित्रों की गणना की जाती है। प्रवाह की दिशा ऊपर से नीचे तक मानते हुए दिशा (D8) पद्धतियों का प्रयोग करते हुए प्रवाह की दिशा निर्धारित की जाती है। प्रवाह एकत्रीकरण मानचित्र के परिणामों को सरिता नेटवर्क तैयार करने में किया जाता है।

1.5 DEM के उपयोग

- DEM के विश्लेषण से अधिक उपयोगी परिणाम (जैसे किसी क्षण सूर्य स्थिति एवं अन्य गुण धर्मों जैसे सामग्री, अपरिवकृतता इत्यादि पर आधारित चित्र) प्रदान करता है।

- चित्रों की तुलना में उच्च गुणवत्ता के परिणाम विशिष्टतः आकारिकी अध्ययन के लिए 40% सरलता से प्रदान करता है।
- चित्रों की तुलना में रिलीफ संरचनाओं जैसे भूभाग प्रक्रमण सरलता से निर्धारित किया जा सकता है।
- विभिन्न तकनीकों के प्रयोग द्वारा रिलीफ का महत्वपूर्ण प्रदर्शन किया जा सकता है।
- उच्च संख्या में स्वतंत्र व्युत्क्रमित, जो आकरिकी विशिष्टताओं के लिए आवश्यक है, प्राप्त किए जा सकते हैं।

1.6 DEM की कमियां–

- परिणामों को प्राप्त करने के लिए अधिक प्रयत्न की आवश्यकता होती है।
- आंकड़ा स्रोतों एवं प्रक्रमण की त्रुटियों को यह उच्च स्तर पर संकलित करता है।
- इसका विभेदन सामान्यतः चित्रों के विभेदन की तुलना में निम्न होता है।
- इसके द्वारा रिलीफ के संबंध में प्रत्यक्षतः सूचना प्राप्त होती है। अन्य सूचनाओं जैसे मृदा–आद्रता इत्यादि को अप्रत्यक्ष रूप में विभिन्न तकनीकों द्वारा ही प्राप्त किया जा सकता है।
- कुछ अन्तर्वेदन पद्धतियां प्राप्त प्रतिबिम्बों की उच्च गुणवत्ता दर संवेदनशील होती है तथा उन्हें निम्न गुणवत्ता वाले चित्रों से प्राप्त कर पाना कठिन होता है। उदाहरणतः किसी पहाड़ की चोटी से दृश्यता विश्लेषण या इष्टतम मार्ग विश्लेषण।

1.7 निष्कर्ष–

DEM एक स्वतंत्र सार्वभौम अंकीय ऊंचाई निदर्श है। यह ध्यान देना चाहिए कि इस निर्देश का प्रयोग सावधानी से किया जाये एवं जटिल कार्यों के लिए इसका प्रयोग न किया जाए। लघु पैमाने जैसे 1:100000 पर बेसिन मानचित्रों को प्राप्त करने के लिए इस पद्धति से श्रेष्ठतम शुद्धता प्राप्त होती है तथापि इस पद्धति का प्रयोग, इस पैमाने पर कुछ स्थलों पर अत्यधिक परिवर्तनों के कारण किया जाना संभव नहीं हो पाता। इन परिवर्तनों के शुद्धिकरण के पश्चात इस पैमाने पर इस पद्धति के प्रयोग द्वारा मानचित्र को प्राप्त किया जा सकता है। यह ध्यान देते हुए कि इस भाग का मानचित्र उपलब्ध नहीं है, इस पद्धति से प्राप्त मानचित्र अत्यधिक उपयोगी सिद्ध हो सकता है।

संदर्भः

1. जे. गारबेचेट, एण्ड एल. डब्ल्यू. मार्टज, डिजीटल एलिवेशन मॉडल इसुयुज इन वाटर रिसोर्सिस मॉडलिंग.
2. जे.आर. सुलेबक ऐप्लिकेशन ऑफ डिजीटल एलीवेशन मॉडल, डायनमेप वाईट पेपर 2000.
3. राठौर, डी.एस. एंड तनवीर अहमद, बेसन एण्ड रीवर नेटवर्क डिलीनेशन युसुईंग ग्लोबल डिजीटल एलिवेशन मॉडल इन रीजनल वर्कशाप ऑफ वाटर मैनेजमैन्ट एक हाइड्रोकैमेस्ट्री इन उत्तराखण्ड, फरवरी 18–19, 2010.
4. डिजीटल एलिवेशन मॉड; जी.इ.एम.द्ध यू.एस.जी. एण्ड सांईस फॉर वेन्जीइंग वरंड।
5. डिजीटल एलिवेशन मॉडल फरोम वीपीडिया दा इनसाइकोपिडिया।