चतुर्थ राष्ट्रीय जल संगोष्ठी

2011

जल संसाधनों के प्रबंधन में नवीनतम तकनीकों का प्रयोग

16–17 दिसम्बर, 2011

आपो हि ष्ठा मयोभुवः

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान
जलविज्ञान भवन
रूडकी–247667 (उत्तराखंड)

विभिन्न जलवायु परिवर्तन के अर्न्तगत जल संसाधन निर्धारण के लिए वितरित बेसिन स्केल निदर्श

एम.के.गोयल, वैज्ञा. एफ
राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की

सारांश

जलवायु परिवर्तन के पूर्वानुमान के अनुसार निकट भविष्य ने तापमान में वृद्धि एवं वर्षण अभिलक्षणों में परिवर्तन को सभावना है जिसके कारण जल चक के विभिन्न घटको पर प्रभाव पडेगा। इसके फलस्वरूप समय एवं स्थान में जल की उपलब्धता में परिवर्तन आयेगा। जल संसाधनों पर जलवायु परिवर्तन के प्रभावों के कारण उत्पन्न खतरों से निपटने के लिए तथा अनुकूल युक्तियों का विकास करने के लिए यह महत्वपूर्ण हो जाता है कि बेसिन स्केल पर विस्तृत निदर्शन विश्लेशण किये जाये जिससे भू सतह के उपर व नीचे जल चक्र के प्रवाह घटको को आंकलित किया जा सके तथा विभिन्न जलवायु परिवर्तन की स्थिति में भविष्य के घटको का पूर्वानुमान किया जा सके।

वर्तमान निदशणों में नदी बेसिन में जल संसाधन अवयवों पर जलवायु संवेदनशील प्राचलो तथा विभिन्न विकास गतिविधियों के प्रभाव का निर्धारण करना कठिन कार्य है। इसलिए नदी बेसिन में जलविज्ञानीय चक्र के विभिन्न घटको के निर्धारण के लिए तथा विभिन्न उद्देश्यो के लिए जल मांग के आंकलन के लिए एक निदर्श के विकास की आवश्यकता महसूस की गयी।

नदी बेसिन में जलविज्ञानीय चक के विभिन्न घटको के आंकलन के लिए एक संकल्पनात्मक वितरित जल संतुलन निदर्श का विकास किया गया है। यह निदर्श नदी बेसिन में भूमि उपयोग, मृदा किस्म, वर्षा वाष्पो–उत्सर्जन, भूआकृतिक अभिलक्षण, फसल उत्पादन, सिंचाई विकास, भूजल अवस्था, नदी तथा हाइड्रोलिक संरचनाओं की स्थलिक विविधताओं को शामिल करता है। निदर्श से स्थिलिक आंकडो का जोडने के लिए जी. आई. एस. का अनुप्रयोग किया गया। बेसिन को समान आकार के ग्रिड मे विभाजित किया गया तथा निदर्ष जल विज्ञानीय चक के विभिन्न घटको, जैसे कि वाष्पो उत्सर्जन, भूमि पर प्रवाह, भूजल पुनः पूरण तथा मृदा जल अवयव (मासिक समय पर) का प्रत्येक ग्रिड के लिए गणना करता है। निदर्ष बेसिन में कुल जल उपलब्धता, विभिन्न उपयोगों के लिए उपभोग किया गया जल, तथा नदी बेसिन में विभिन्न हाइड्रोलिक संरचनाओं में, मृदा जल क्षेत्र में तथा भूजल जलदायी स्तर में जल संचयन के बारे में भी बताता है।

प्रस्तुत पत्र विकसित निदर्श का संक्षिप्त विवरण देता है। इस निदर्श का उपयोग करते हुए नदी बेसिन में विभिन्न भूत काल, वर्तमान, एवं भविष्य के जलविज्ञानीय स्थितियों का अनुमान करना संभव है।

परिचय

समय के साथ हम महसूस कर रहे है कि हमारी जल आपूर्ति की गुणता एवं मात्रा, दोनो की सीमाएं है। जल के बहुत उपयोग है सभी प्रतिभागियों की आवश्यकता को समय एवं स्थान के अनुसार सतुष्ट करना एक कठिन कार्य है। इसीलिए नदी बेसिन में जल एवं सम्बन्धित पर्यावरण के प्रभावी प्रबन्धन के लिए एक समेकित नियोजन की आवश्यकता है।

समेकित जल संसाधन नियोजन एवं प्रबन्धन के लिए संगणक निदर्श एक महत्वपूर्ण युक्ति है जो तीव्र गणना सरल आंकडा प्रबन्धन तथा वैकल्पिक जल नीति के बारे में निष्कर्श निकालने में सहायक होता है।

वर्तमान में बेसिन में उत्पन्न जल सम्बन्धी अथवा भविष्य में परिवर्तन से पडने वाली विभिन्नताओं में स्थलिक एवं कालिक परिवर्तनों के प्रभावों को निर्धारण करना कठिन कार्य है। उदाहरण के लिए मौसम विज्ञानीय प्राचल जैसे कि तापमान, वायु, एवं आर्द्रता में परिवर्तन बेसिन से वाष्पो–उर्त्सजन हानि को प्रभावित करती है जो फसल जल आवश्यकता एवं मृदा जलाशय में

आर्द्रता संचयन को प्रभावित करती है। बेसिन में कुल जल संसाधनों के निर्धारण में भूजल को अधिक महत्व नहीं दिया गया है। जल उपलब्धता आंकलन के लिए निस्सरण को आधारभूत ईकाई माना गया है जो विभिन्न बेसिन प्राचलो जैसे की जनसंख्या, औद्योगिकीकरण, सिंचित क्षेत्र में परिवर्तन, सिंचाई क्षमता के सुधार, भूजल उपलब्धता एवं विकास, भूमि उपयोग में परिवर्तन (वन क्षेत्र शहरी क्षेत्र बजर भूमि इत्यादि में परिवर्तन), क्षेत्र की जलवायु में परिवर्तन (तापमान वर्षण इत्यादि में परिवर्तन), हाइड्रोलिक संरचनाओं का निर्माण इत्यादि से प्रभावित होतो है। इसलिए नदी बेसिन में उपलब्ध जल संसाधनों के निर्धारण तथा विभिन्न उपयोगों के लिए जल मांग के आंकलन के लिए विस्तृत स्थलिक एवं कालिक निदर्श के विकास की आवश्यकता अनुभव की गयी। इस शोध पत्र में रा.ज.सं. द्वारा जल उपलब्धता आंकलन के लिए विकसित निदर्श का विवरण दिया गया है। इस निदर्श का उपयोग कर नदी बेसिन में भूत, वर्तमान एवं भविष्य की जलविज्ञानीय स्थिति का अनुमान किया जा सकता है तथा नदी बेसिन की जल सम्बन्धी विविधताओं पर जलवायु परिवर्तन के भविष्य में सम्भावित प्रभावों का निर्धारण किया जा सकता है।

2. निदर्श की व्याख्या

इस निदर्श का उद्देश्य नदी बेसिन में कालिक एव स्थलिक जल संसाधन उपलब्धता एवं मांग का अनुमान करना है। चूंकि नदी बेसिन निस्सरण बढ़त से कारकों से प्रभावित होता है इसलिए जल उपलब्धता निर्धारण के लिए वर्षा को आधार भूत इकाई लिया गया है। इसका उद्देश्य जलविज्ञानीय चक्र के विभिन्न घटको का अनुमान करना है ताकि भूत, वर्तमान, तथा भविष्य की विभिन्न स्थितियों के सापेक्ष जल उपलब्धता तथा मांग का मूल्यांकन किया जा सके। निदर्श के विशिष्ट अभिलक्षण निम्न प्रकार से हैं:

1. बसिन को सामान आकार के ग्रिड (1 कि.मी.) में विभाजित किया गया तथा प्रत्येक ग्रिड के लिए मृदा आर्द्रता की गणना की गयी। उपग्रह आंकडों (IRS अथवा NOAA) का उपयोग नदी बेसिन में स्थलिक भूमि उपयोग के निर्धारण के लिए किया गया। स्थलिक वितरित निदशन के लिए जी.आई. एस. का उपयोग किया गया।

2. निदर्श का विकास प्रतिदिन समय पद के लिए किया गया। बेसिन में मृदा निदर्शन भूजल पुनः पूरण आंकलन के लिए किया गया। निदर्श एक माह के लिए प्रचालित होता है तथा माह के दौरान जल उपलब्धता तथा विभिन्न उद्देश्यों के लिए जल मांग का आंकलन करता है। विभिन्न जल आवश्यकताओं में घरेलू एवं औधोगिक जल आवश्यकता, सिंचाई आवश्यकता, विभिन्न भू–उपयोगो से वाष्पोत्सर्जन आवश्यकता तथा बेसिन में आस–पास या बाहर से जल स्थानान्तरण शामिल है।

3. निदर्श बेसिन के प्रत्येक ग्रिड में जल विज्ञानीय चक के विभिन्न घटक, जैसे कि भूमि पर प्रवाह, वास्तविक वाष्पोत्सर्जन, मृदा आर्द्रता संचयन तथा भूजल पुनः पूरण की गणना करता है। प्रत्येक ग्रिड में भूमि पर प्रवाह उत्पादन के आंकलन के लिए तथा विभिन्न ग्रिडों में प्रवाह दिशा पर निर्भर नदी में इसके प्रवाह का आंकलन के लिए एस.सी.एस. विधि का उपयोग किया गया है।

4. मानक रेखीय प्रचालन नीति का उपयोग करते हुए विभिन्न जलाशयों/वियरों का प्रचालन किया गया है।

5. बेसिन में विभिन्न माह के लिए संशोधित भूजल अवस्थाओं की गणना के लिए एक भूजल अनुसार निदर्श (विसुअल माडफ्लो) को इस निदर्श के साथ जोड़ा गया। जी आई एस में भूजल सतह को बनाया जाता है तथा प्रत्येक ग्रिड में विभिन्न आवश्यकताओं के के लिए भूजल उपलब्धता आंकलन किया गया जाता है।

6. निदर्श के समायोजन एवं सत्यापन में बेसिन में विभिन्न मापन स्थलों पर अपवाह आयतन का मिलान करना तथा प्रेक्षण कूपों में भिन्न समय अन्तरालों पर प्रेक्षित एवं अनुकरित भूजल स्तर की तुलना करना है।

7. निदर्श का निम्न में उपयोग किया जा सकता है: बेसिन जल संसाधनों पर भूमि उपयोग परिवर्तन, फसल प्रवृत्ति में परिवर्तन, तथा जलसंख्या वृद्धि के प्रभाव को देखना, जल के अन्तः बेसिन स्थानान्तरण जैसे प्रबन्धन विकल्पों का विश्लेषण करना, वर्षा तथा मौसम विज्ञानीय अभिलक्षणों में परिवर्तन की विभिन्न जलवायु स्थितियों का विश्लेषण करना आदि।

2.1 आवश्यक आंकडे

बसिन का जल सन्तुलन विश्लेषण करने के लिए निदर्श द्वारा विभिन्न प्रकार के स्थलिक, लक्षणिक एवं गतिय आंकडो को समेयकित किया जाता है। सुदूर सम्वेदी विश्लेषण (भूमि उपयोग एवं फसल प्रकार) तथा जी.आई.एस. मं मानचित्रों के अंकिय करण से भू सन्दर्भित मानचित्रों के रूप मे स्थलिक सूचना प्राप्त की जाती है जिनमें शमिल हैः भूमि उपयोग मानचित्र (पांच भूमि उपयोग लिए गए) वन, वृक्षण एवं सिंचित एवं असिंचित कृषि भूमि, बंजर भूमि एवं जल स्रोत। फसल मानचित्र मृदा मानचित्र एफ बेसिन में मुख्य शहरों की स्थिति, टोपोग्राफिक विवरण, डी.ई एम प्रवणता, भूजल स्तर मानचित्र, नदी तन्त्र मानचित्र, जे संचयन/डाईवर्जन संरचना, जल फैलाव मानचित्र एवं सेच्य क्षेत्र मानचित्र, सिंचाई स्रोत मानचित्र, सतही जल अथवा भूजल एवं जलदायी स्तर अभिलक्षण संचयन गुणाक एवं प्रसारणता मानचित्र।

विभिन्न प्रकार क लक्षणिक आंकडे निम्न सूचनाओं पर आधारित हैंः फसल मृदा, हाइड्रोलिक सरंचना, नदी तंत्र मापन स्थल, एवं मानको से सम्बन्धित विभिन्न प्रकार की सूचनाए।

गतिय सूचनाए जो प्रतिदिन परिवर्तित होती रहती है तथा निदर्श को बाहर से आपूर्ति दती है इनमे शामिल है–विभिन्न वर्षा मापी स्थल पर वर्षा तथा सन्दर्भ वाष्पोंत्सर्जन। इसके अतिरिक्त विभिन्न मापित स्थलों पर प्रेक्षित मासिक जल प्रवाह तथा बेसिन में भिन्न प्रेक्षण कूपों में भूजल स्तर का उपयोग निदर्श के सत्यापन एवं समायोजन के लिए किया जाता है।

विभिन्न उप बेसिनो के लिए प्राचलों के तीन सैट निश्चित होते है 1. प्रत्येक उप बेसिन क लिए भिन्न–भिन्न भूमि उपयोग के CNFAC निश्चित होते है जो CN मान को व्यवस्थित (विशिष्ट रेंज के अन्दर) करते है तथा जिससे प्रेक्षित एवं अनुकारित प्रवाह का मिलान किया जा सके। 2. यदि CNFAC प्रेक्षित सतही प्रवाह को सन्तोषजनक रूप से उत्पादित नहीं कर सकती तो उप बेसिन के परिणामों को संशोधित करने के लिए प्रत्येक उप बेसिन के लिए SBFAC निश्चित होते है, तथा 3. प्रत्येक उप बेसिन के लिए भिन्न भिन्न माह के लिए GWFAC निश्चित होते ह तथा ये भिन्न मापन स्थल पर आधार प्रवाह में भूजल योगदान का आंकलन करते है।

2.2 विश्लेषण क्रम

नदी बेसिन में भिन्न भिन्न जल सम्बन्धी गतिविधियों को निदर्श में सात मुख्य माडयूल द्वारा निरूपित किया जाता है। इन माडयूल में शामिल हैः भूमि पर प्रवाह उत्पादन माडयूल, डी. एवं आई. मांग आंकलन माडयूल, मृदा जल संतुलन माडयूल, भूजल पुनः पूरण/निकासी मडयूल, तथा well माडयूल, भूमि पर प्रवाह माडयूल एस. सी. वक्र संख्या विधि उपयोग करते हुए प्रत्येक ग्रिड पर भूमि पर उत्पादि प्रवाह गहराई की गणना करता है। यह विधि ग्रिड में वर्षा मात्रा, भूमि उपयोग, मृदा किस्म टोपोग्राफी तथा पिछली आर्द्रता अवस्था पर निर्भर करती है।
निदर्श की विस्तृत विवरण (गोयल 2008) से प्राप्त किया जा सकता है। निदर्श के गणनात्मक पदों का संक्षिप्त विवरण नीचे दिया गया है।

1. स्थलिक आंकड़ा आधार का विकास ILWIS GIS तन्त्र मे किया गया तथा GIS आंकडों को ASCII फाइल्स के रूप मे भेजा गया। निदर्श विकल्पो एंव विशिष्ट आंकड़ो को पढता है। प्रत्येक ग्रिड के–लिए प्रत्येक जिले मे शहरी/ग्रामीण ग्रिड का उपयोग कर शहरी/ग्रामीण जनसंख्या का निर्धारण किया जाता है। अधिप्रवाह आवाह क्षेत्र में भूजल संचयन पर निर्भर, प्रत्येक मापत्र स्थल पर आधार प्रवाह योगदान का निर्धारण किया जाता है। माह के प्रथम दिन प्रत्येक ग्रिड में आरम्भिड मृदा आर्द्रता मात्रा की गणना की जातो है तथा आंकड़ा फाइल से विभिन्न हाइडोलिक संरचना में आरम्भिक संचयन पढा जाता है। सापक्ष सप्ताह का अभिनिधारण किया जाता तथा इस सप्ताह में विभिन्न फसलो की जड़ गहराई तथा फसल कारको का निधारण किया जाता है।

2. डो. एवं आई. माडयूल कार्य करता है तथा भिन्न ग्रिडो पर जल आपूति आवश्यकता की गणना की जाती है। प्रत्येक ग्रिड में इन आवश्यकता की पूति हेतु की गयी पम्पिंग, डो. एवं आई. उपयोग स सतहो निकासी के कारण उत्पादित भूमि प्रवाह तथा विभिन्न जलाशयो से डो. एवं आई. मांग की गणना की जाती है।

3. भूमि उपर प्रवाह माडयूल का प्रयोग करत हुए प्रत्येक ग्रिड मे वर्तमान एंव पॉच दिन पहले की वर्षा, मृदा किस्म, भूमि उपयोग ,प्रवणता के सापेक्ष अधिक वर्षा,के कारण भूमि पर प्रवाह का निधारण किया जाता है।

4. इसके बाद मृदा जल संतुलन माडयूल को अनुप्रयोग करते हुए गणना की जातो है। फसल ग्रिड के लिए तत्कालिक दिवस के फसल अभिलक्षण का निर्धारण कर। प्रभावी मृदा गहराई (फसल जड़ गहराई) का आंकलन किया जाता है। उसके पश्चात,आरम्भिक आर्द्रता मात्रा को पढा जाता है। यदि भूजल स्तर जड़ क्षेत्र के अन्दर होता है तो भूजल योगदान की गणना की जाती है। उसके पश्चात जड़ गहराई एंव मृदा किस्म के सापेक्ष भिन्न समान जल मात्रा का आंकलन किया जाता ह तथा PET एंव सिंचाई से कोई प्राप्ति नही मानकर जल संतुलन की गणना की जाती है। यदि जल की अन्तिम मात्रा न्यूनतम से नीचे रहती है तो जल न्यूनता स्थिति होती है तथा सापेक्ष ह्यासित वाष्पोत्सर्जन (AET) का निर्धारण किया जाता है। इसके पश्चात भूजल पुनःपूरण (यदि कोइ है) संतृप्त– अधिकत भूमि पर प्रवाह (यदि कोई है) तथा सिंचाई मॉग(फसल ग्रिड के लिए) का निर्धारण किया जाता है।

5. इसके बाद भूमि पर उत्पन्न प्रवाह को प्रवाह दिशा के अनुसार नदी व जलाशयों तक एकत्रित किया जाता है।

6. पत्येक ग्रिड तथा भिन्न हाइडोलिक संरचनाओ क सेच्च क्षेत्र सीमाओ पर सिचाई मॉग को जानने के पश्चात भिन्न जलाशयो से कुल सिंचाई मांग आंकलन के लिए सिंचाई आवश्यकता आंकलन किया जाता है। इसके पश्चात जलाशय प्रचालन माडयूल को चलाया जाता है। नदी खण्ड के एकदम अधिप्रवाह से आरम्भ कर नदी तन्त्र निरन्तरता के अनुसार प्रत्येक नदी खण्ड मे प्रवाह को निर्धारित किया जाता है यदि किसी खण्ड पर जलाशय स्थित होता है तो वहां जलाशय प्रचालन माडयूल चलाया जाता है।

7. हाइड्रोलिक संरचना जैसे कि नदी अन्तः प्रवाह, पेरीफेरल अन्तः प्रवाह, जलाशय पर वर्षा, जल आयात, वाष्पन हानि, डी एवं जल निर्यात इत्यादि के विभिन्न जल संतुलन घटको को प्रतिदिन कार्यकारी सारणी के प्रस्तुतीकरण के लिए संचित किया जाता है। इन आंकड़ों को मासिक परिणामो के प्रस्तुतीकरण हेतु माह के लिए जोड़ा जाता है।

8. तत्पश्चात, सतही जल आपूर्ति (डी एवं आई तथा सिंचाई आवश्यकताओं के लिए) तथा शेष आवश्यकता की पूर्ति के लिए भूजल की आवश्यकता की पूर्ति के लिए सतही जल एवं भूजल एलोकेशन माडयूल का प्रयोग किया जाता है।

9. जलाशयो के प्रचालन तथा नदी प्रवाह को जोड़ने के पश्चात, विभिन्न मापन स्थलों पर प्रतिदिन रिकार्ड प्रस्तुतीकरण के लिए प्रतिदिन प्रवाह को संचित किया जाता है। प्रत्येक मापन स्थल पर मासिक प्रस्तुतीकरण के लिए पूरे माह के लिए प्रवाह आंकड़ो को एकत्रित किया जाता है। प्रत्येक ग्रिड में अन्तिम मृदा जल अवयवो तथा भिन्न हाइड्रोलिक संरचनाओ में संचयन अवयवो को अस्थायी फाइल में लिखा जाता है तथा अगले दिन के लिए पुनः उपयोग में लाया जाता है।

10. माह के सभी दिनो के लिए गणना की जातो है तथा निदर्श परिणामो को भिन्न फाइलो में स्टोर किया जाता है। ग्रिड़ अनुसार मासिक भूजल पम्पिंग एवं पुनः पूरण जानने के पश्चात **VMOD** के लिए पम्पिंग/पुनः पूरण फाइल तैयार करने के लिए **WELL** माडयूल उपयोग में लाया जाता है। **VMOD** में मासिक पम्पिंग/पुनः पूरण को आयात कर अगले माह के लिए संशोधित भूजल स्तर निर्धारित किये जाते है।

11. निदर्श सत्यापन के लिए भिन्न उप–आवाह क्षेत्र के मापत स्थलो के लिए सतही प्रवाह कारक **(CNFAC** एवं **SBFAC)** एवं भूजल कारक **(GWFAC)** के समायोजन की

आवश्यकता होती है जिससे भिन्न मापन स्थलो पर प्रेक्षित एवं अनुसरित प्रवाह का तथा बेसिन में भिन्न प्रेक्षण कूपो पर प्रेक्षित एवं अनुकरित भूजल स्तर का मिलान किया जा सके।

2.3 निदर्श के परिणाम

निदर्श के परिणाम चित्रो एंव सारणी के रूप में मिलते है। निदर्श द्धारा तैयार किये गये इमेज चित्रों में निम्न शामिल हैः 1. माह के अन्त में अन्तिम मृदा जल मात्रा, 2. माह में भूजल पम्पिग एवं पुनः पूरण 3. मासिक वास्तविक वाष्पो उत्सर्जन। इन मानचित्रों को **ILWIS GIS** साफ्टवेअर में ले जाकर प्रदृशित किया जा सकता है।

निदर्श द्वारा प्रतिदिन एवं मासिक समय पर सारणी में परिणाम तैयार किये जाते है। प्रतिदिन समय याद पर तैयार की गयी सारणियों में शामिल हैः 1. बेसिन में भिन्न मापन स्टेशनों पर नदी प्रवाह, 2. बेसिन में भिन्न हाइड्रोलिक सरंचनाआें को कार्यकारी सारणी, 3. भिन्न उप बेसिनों के लिए जलविज्ञानीय विवरण जिनमें शामिल हैः घरेलू एवं औद्योगिक मांग एवं आपूति, भिन्न भूमि उपयोग के लिए जलविज्ञानीय विवरण, सिंचाई मांग एवं आपूति, उप बेसिन में रूका हुआ अपवाह अथवा बेसिन/उपबेसिन से प्रवाहित अपवाह तथा भिन्न जलाशयों के परिणाम।

निदर्श परिणामों के विश्लेषण द्वारा बेसिन में जल उपलब्घता एवं मांग की सम्पूर्ण स्थिति प्राप्त की जा सकती है। दीर्घ अवधि के लिए निदर्श के प्रचालन द्वारा विभिन्न जल संसाधन प्रबन्धन योजनाओं की अविरतता की समीक्षा की जा सकती है। विभिन्न कारकों के प्रभाव का विश्लेषण करने के लिए निदर्श का उपयोग किया जा सकता है। इसमे शामिल है 1. भूमि उपयोग में परिवर्तन (वन क्षेत्र, उपजाऊ क्षेत्र, तथा बंजर भूमि में वृद्धि अथवा ह्रास 2. क्षेत्र में फसल में परिवर्तन 3. जल उपयोग एवं क्षमता में परिवर्तन 4. नवीन जल संसाधन परियोजनाओं का निर्माण अथवा उपलब्ध परियोजनाआें अभिकल्प में परिवर्तन 5. जनसंख्या में परिवर्तन तथा बेसिन के जल संसाधन पर सापेक्ष डो. एवं आई. मांग। निदर्श किसी दिये गये जलवायु परिवर्तन स्थिति के सापेक्ष भविष्य की स्थिति का पूर्वानुमान कर सकता है। स्थलिक अथवा कालिक वर्षा प्रवृत्ति में परिवर्तन अथवा तापमान अथवा आर्द्रता उतार–चढाव के कारण सन्दर्भित वाष्पों उत्सर्जन में परिवर्तन।

1. तापी नदी बेसिन पर निदर्श का अनुप्रयोग

इस अध्ययन मे विकसित नदी बेसिन अनुकार निदर्श का प्रयोग तापी नदी बेसिन में किया गया जो भारत की पश्चिम प्रवाहित नदियों में दूसरी सबसे बडो है तथा इसका आवाह क्षेत्र मध्य प्रदेश, महाराष्ट्र तथा गुजरात राज्य में स्थिति है। उकई बाधं तक तापी बेसिन का कुल आवाह क्षेत्र 62,225 वर्ग किमी है। बेसिन का लगभग 80 प्रतिशत भाग महाराष्ट्र में स्थित है। सुदूर संवेदो एवं जी आईएस विश्लेषण का उपयोग कर **ILWIS GIS** में पन्द्रह स्थलिक आकंडा स्तर तैयार किये गये। बेसिन का **DEM** तथा अन्य टोपोग्राफिक लक्षण **SRTM** आंकडों से प्राप्त किये गये। बेसिन सीमा प्रवणता प्रवाह दिशा निकासी तन्त्र तथा उप बेसिन से सम्बन्धित मानचित्र की व्युत्पत्ति **ILWIS** के ''**DEM** हाइड्रो–प्रकमण'' माडयूल के उपयोग द्वारा के सापेक्ष उप–बेसिन मानचित्र तैयार किये गये।

थिसन पालीगन के विकास के लिए 55 वर्षा स्टेशनो तथा 8 **ET** स्टेशनोइ को सम्मिलित किया गया। टपोशीटस एवं लैंडसैट ईमेज का उपयोग कर बेसिन में 11 जिलों तथा 192 शहरो का परिसीमन किया गया। फसल तथा भिन्न जलाशयो का सिंचाई योग्य सेव्य क्षेत्र की व्युत्पत्ति के लिए बहु–कालिक **NOAA AVHRR** आंकड़े (1 किमी.), तापी बेसिन में **CCA** सूचनाओं का उपयोग किया गया। बेसिन में शहरो की सीमा तथा भिन्न जलाशयो की व्युत्पत्ति के लिए बेसिन के लैंडसैट (**TM** संवेदक) आंकड़ो का उपयोग किया गया। लैंडसैट **TM** ईमज का उपयोग करते हुए कुल 77 जलाशयो डायर्वजन संरचनाओ को सम्मिलित किया गया। मृदा मानचित्र **NBSSLUP** से प्राप्त किये गये तथा मृदा को 4 जलविज्ञानीय श्रेणी में विभाजित किया गया। यूरेशिया के लिए **USGC** भूमि उपयोग/भूमि आवरण मानचित्र से बेसिन के लिए भूमि उपयोग मानचित्र प्राप्त किया गया।

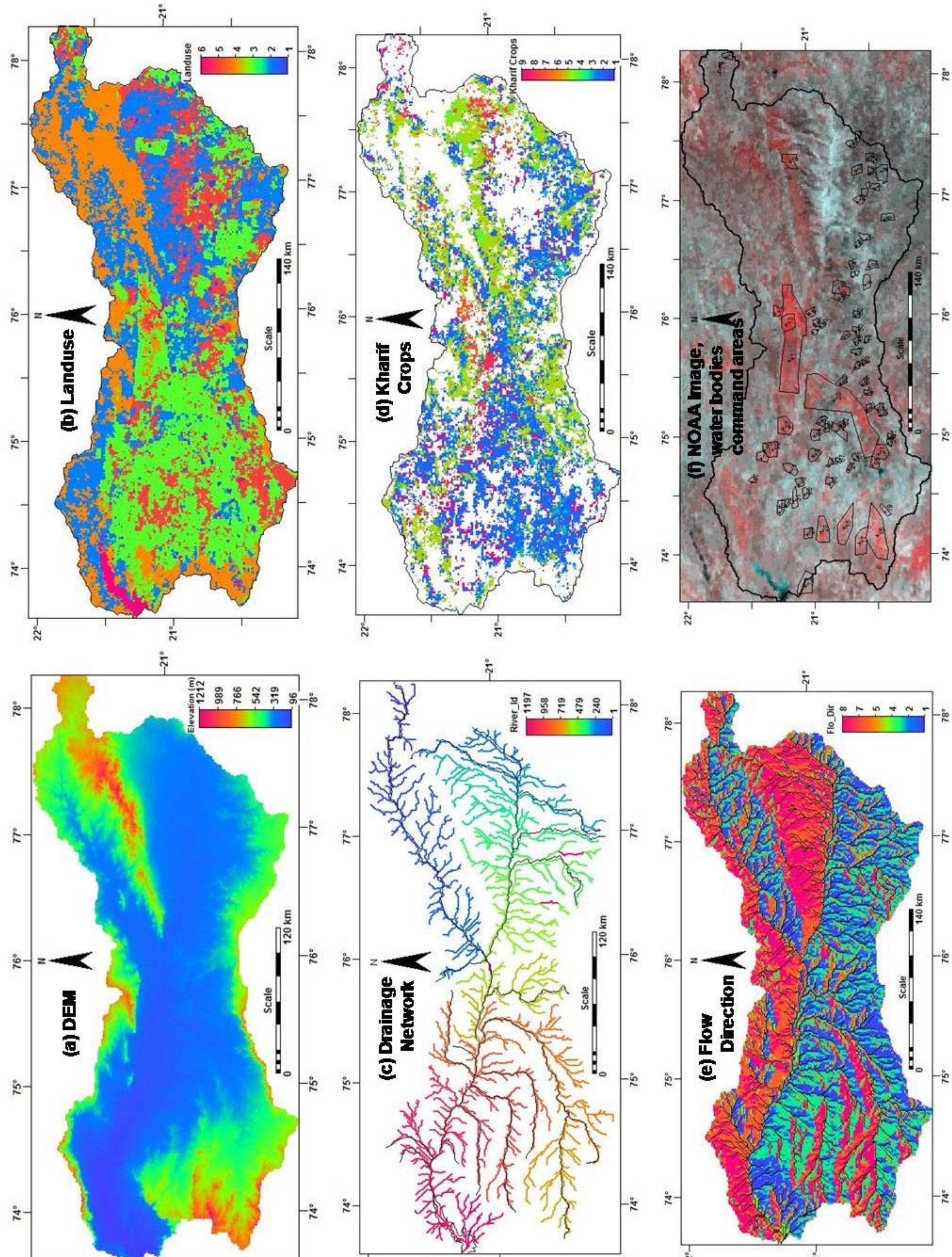

Figure – 1: Spatial Database Development for Tapi River Basin

भूजल गहराई सूचना **CGWB** से प्राप्त की गयी। माही बेसिन के कुछ मानचित्र चित्र–1 **(a-f)** में दर्शाये गये है।

फसल, मृदा, मापित स्थल, विभिन्न स्रोतो से प्राप्त किये गये। कुछ वर्षो (1992–96) के वर्षा के आंकड़े CWC से प्राप्त किये गये। औसत मौसम विज्ञानीय प्राचलो का उपयोग करते हुए CROPWAT निदर्श द्वारा औसत वाष्पोत्सर्जन गहराई की गणना की गयी। निदर्श के लिए आंकड़ा तैयार करना काफी मुश्किल कार्य था परन्तु तापी बेसिन के लिए यहाँ संक्षिप्त में विवरण दिया गया है। निदर्श के विस्तृत अनुप्रयोगो के लिए कृपया (गोयल इत्यादि 2008) का सन्दर्भ करे।

उकई बाँध तक सम्पूर्ण बेसिन के लिए कार्य 1992–96 अवधि के लिए 55 स्टेशनो के वर्षा आंकड़ो का उपयोग कर निदर्श का अनुप्रयोग किया गया तथा निदर्श प्राचलाको पुनः शोधित किया गया जिससे विभिन्न मापन स्थलो पर प्रेक्षित एवं अनुकारित प्रवाह में विचारणीय समानता आ सके। वर्ष 1992–93 के लिए 5 मुख्य मापन स्थलो पर प्रेक्षित एवं अनुकारित प्रवाह चित्र–2 (a-e) में दर्शाये गये है। यद्यपि आंकड़ो के कुछ सैटो में बहुत सी कल्पनाऐ की गयी हैं (वार्षिक औसत ET, SLOP नीति के अनुसार जलाशय प्रचालन, फसल इत्यादि) फिर भी परिणामो में विचारणीय समानता देखी गयी है।

4.1 सीमाऐं एवं और कार्य

यह निदर्श विकास एवं सुधार के पथ पर निरन्तर अग्रसर है वर्तमान निदर्श की कुछ सीमाऐं है जिनकों परिभाषित किया जाना है इनमें से कुछ है 1. भूमि पर प्रवाह एवं चैनल प्रवाह का मार्गाभिगमन 2. जलाशय का रूल वक्र आधारित प्रचालन जिससे भिन्न भिन्न प्रचालन नीतियों को समायोजित किया जा सके तथा 3. वैघुत उर्जा अनुकार का विकल्प जो जलाशय के लिए आवश्यक सूचनाओं मं वृद्धि करता है। इसके अतिरिक्त वर्तमान में जलाशय के लिए उदविक्षेप क्षेत्र वक को रेखीय के रूप में लिया जाता है जिसको प्रत्येक जलाशय के लिए विशिष्ट उदविक्षेप–क्षेत्र–क्षमता सारणी द्वारा सुधारा जा सकता है। विकास की अगली अवस्थाओ में जल गुणता को भी जोडा जा सकता ह।

नदो बेसिन में निदर्श के अनुप्रयोग के लिए आंकड़ो की सीमाओं के कारण भूजल अनुकार नही किया जा सका। निदर्श को अन्य अच्छे आंकडा आधार वाले नदी बेसिनों पर अनुप्रयोग करने का प्रयास किया जा रहा है।

5. निष्कर्ष

नदी बेसिन में जल संसाधनों के विभिन्न घटको (वर्षा, वाष्पों घरेलू आवश्यकता, जलाशय इत्यादि) को परस्पर जोडने के लिए बेसिन के वास्तविक प्रतिनिरूपण के लिए उप्युक्त विवरण (स्थलिक एवं कालिक) को शामिल करने कें लिए तथा हमारे देश में जल संसाधन उपलब्धता एवं आवश्यकता निर्धारण में आंकडों की उपलब्धता की सीमाओं के हल के उद्देश्य के साथ राजसं ने एक स्थलिक वितरित नदी बेसिन अनुकार निदर्श का विकास किया। निदर्श प्रतिदिन आधार पर प्रचलित होता है तथा विभिन्न जलविज्ञानीय परिवर्तनशील प्राचलों (वर्षा, वाष्पोंत्सर्जन, भूजल योगदान, अपवाह, मृदा आर्द्रता स्थिति आदि) का मात्रात्मक परिणाम बताता है तथा उप बेसिन स्केल पर जल की मांग एवं आपूति विभिन्न हाइड्रोलिक संरचनाओं की कार्यकारी सारणी तथा विभिन्न नदियो एवं सरिताओं में उत्पादित अपवाह बताता है। निदर्श के द्वारा यह संभव है कि बेसिन के बाहर से जलाशय अथवा नदी खण्ड में जल भेजा जाये अथवा बेसिन मे किसी सरिता/जलाशय में किसी अन्य सरिता/जलाशय को लिंक के द्वारा जल स्थान्तिरित किया जा सके। ऐसा माना जाता है कि बेसिन समान आकार के ग्रिड ईकाइयों में विभाजित है तथा प्रत्येक ग्रिड के लिए जलविज्ञानीय विश्लेषण किया गया है। निदश को ILWIS (एकीकृत भूमि एवं जल सूचना तन्त्र) GIS तन्त्र से जोडा गया।

प्रत्येक ग्रिड में भूमि पर प्रवाह जो प्रवाह दिशा के आधार पर नदी से माध्यम ग्रिड द्वारा मार्गाभिगमित होता है, के आंकलन के लिए संशोधित एस सी एस वक संख्या विधि का उपयोग किया जाता है। सिंचाई आवश्यकता एवं भूजल पुनः पूरण आंकलन के लिए प्रत्येक ग्रिड में मृदा आर्द्रता की कणना की जाती है। माह में आंकलित स्थलिक पम्पिंग/पुनः पूरण प्रवृत्ति के सापेक्ष माह के लिए अंशोधित भूजल अवस्थाओं की गणना के लिए निदर्श को भूजल अनुकार निदर्श (विसअल MODFOW) के साथ लिंक किया गया है। मानक रेखीय प्रचालन नीति का उपयोग कर विभिन्न जलाशयों/वियरों का प्रचालन अनुकारित किया गया। निदर्श का उपयोग किया जा सकता

है। (क) भूमि उपयोग परिवर्तन, फसल प्रवृत्ति परिवर्तन जलवायु परिवर्तन (वर्षा एवं आकडा वितरण तापमान आर्द्रता इत्यादि के रूप में) तक बेसिन जल संसाधनों पर जनसंख्या एवं औद्योगिक सूर्पद्ध प्रगति का प्रभाव को दर्शाने के लिए तथा (ख) नवीन जल संसाधन परियोजनाओं का विकास जल का अन्तः बेसिन स्थानान्तरण जैसी विभिन्न प्रबन्धन विकल्पों का विश्लेषण करना।

यहां यह प्रतिवेदिन करना आवश्यक है कि निदर्श के लिए आंकड़ा आधार आवश्यकता काफी व्यापक है तथा यह बहुत से विभागों/संस्थाआं जैसे कि **CWC, CGWB, IMD,** कृषि विभाग, सांख्याकी निदेशालय, नदी बेसिन में परियोजना प्राधिकरण द्वारा एकत्रित आंकड़ो को समेकित करता है। नदी बेसिन के लिए निदर्श के सफलता पूर्वक निष्पादन के लिए विभिन्न संस्थाओं/विभागों के साथ समन्वयन की प्रबल आवश्कता है।

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान
जलविज्ञान भवन
रूड़की–247 667 (उत्तराखंड)

दूरभाष : 01332–272106
फैक्स : 01332–272123
ई–मेल : nihmail@nih.ernet.in
वेब : www.nih.ernet.in