

# जल विज्ञान एवं जल संसाधन पर

## प्रथम राष्ट्रीय जल संगोष्ठी



राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान

जलविज्ञान भवन, रुड़की- 247667 (उत्तराखण्ड)

फोन:- 01332-272106, फैक्स:- 01332-272123,

Email: nihmail@nih.ernet.in, Web: www.nih.ernet.in

## जलविज्ञान की शिक्षा - कब, क्यों और कितनी ?

गगन प्रसाद<sup>1</sup>

### सारांश

जल सम्पूर्ण जीव जगत के अस्तित्व का रक्षक है, पर्यावरण का अपरिहार्य अंग । हमारे जल संसाधन सीमित हैं और अबाध गति से बढ़ती जनसंख्या की आवश्यकतायें सुरसा मुख की तरह फैलती जा रही हैं । यदि इन जल संसाधनों का वैज्ञानिक ढंग से सम्यक विकास नहीं किया गया और उपयोग विवेकपूर्ण ढंग से संयत नहीं किये गये तो परिणामी असंतुलन विनाशकारी हो सकता है क्योंकि जल का कोई विकल्प नहीं है । इस अभीष्ट की सिद्धि में जलविज्ञान ही हमारी अर्थपूर्ण सहायता कर सकता है । अतः विभिन्न स्तर पर जलविज्ञान की शिक्षा देकर प्रत्येक नागरिक में जल-बोध पैदा करने एवं उच्च स्तर पर प्रशिक्षण देकर विशेषज्ञों की एक दक्ष सेना खड़ी करने की आवश्यकता है जो इस समस्या का प्रभावकारी ढंग से सामना कर सके ।

### जल परिचय

जल के "ज" में सृष्टि के जन्म और "ल" में लय की कथा छिपी है । जीवन इन दोनों अक्षरों के बीच कहीं है ।

कहते हैं कि सूक्ष्म जीवों के रूप में जल से ही जीवन का आरम्भ हुआ । हम जल में थे और जल से हैं । मूल विकास की बात छोड़ें, आज भी सोचें तो केवल हमारे और आपके नहीं, समस्त पृथ्वीवासियों के प्रथम स्पन्दन में इस जल की जो भूमिका है क्या उसके अभाव में जन्म संभव है ? इस ब्रह्माण्ड में और कहीं जीवों की उत्पत्ति हुई या नहीं यह तो नहीं मालूम, किन्तु पृथ्वी पर पौधों और प्राणियों का विकास इसलिए संभव हो सका क्योंकि इसपर जल है । जल हमारे लिए उतना ही आवश्यक है जितनी यह हवा जिसमें हम सांस लेते हैं । वस्तुतः इस हवा में भी जल वाष्प के रूप में विद्यमान है ।

हवा के लयताल पर पौधों का झूमना या फूलों का खिलकर रंग बिखेरना, किल्लोल करते पंछियों का स्वर—संगीत या सागर—सरोवरों में निःशब्द तैरती मछलियाँ, खेत—खलिहानों में गायों का रम्भाना या वन में सानन्द विचरते केंसरी की दहाड़ — सबका मूलाधार जल है । प्रकृति की हरीतिमा, उसकी इन्द्रधनुषी छटा सब इसी जल से हैं । जल सृष्टि का सौभाग्य है । जल है तो जीवन के सब राग रंग हैं, जल नहीं तो जीवन नहीं ।

### जल पर निर्भरता

अपने तृषित कण्ठ की तृप्ति, शरीर और परिवेश की स्वच्छता और खेतों में पौधों का अभिसिंचन कर अन्न प्राप्त करने के लिए तो हम पूर्ण रूप से जल पर आश्रित हैं ही, जल—विद्युत शक्ति का प्रजनन कर अंधकार पर विजय प्राप्त

1 निदेशक, राजकीय जलविज्ञान कोषांग, जल संसाधन विभाग, 5वीं मंजिल, विस्कोमान भवन, पटना—800 001

करने और वर्तमान भौतिक जगत के चक्र को निरन्तर गतिशील रखने के लिए भी हमें इस जल पर निर्भर करना पड़ता है । और, किस हद तक ? विश्व मौसम विज्ञान संगठन के एक आकलन के अनुसार हमें एक पाव रोटी के लिए 2,500 किलोग्राम, आधा किलो मांस के लिए 17,000 किलोग्राम और एक टन स्टील के लिए 2,90,000 किलोग्राम जल की आवश्यकता होती है । जीवन की प्रत्येक क्रिया में हर स्तर पर सहयोग प्रदान कर जल हमारा परिवर्द्धन करता है ।

निःसन्देह जल हमारा पालनकर्त्ता है, विष्णु है । इसलिए पावस में हम वर्षा की लड़ी वाले बादलों का स्वागत मेघ-मल्हार से करते हैं । लेकिन जब इस रस-धार के तार नहीं टूटते, श्याम धन गरज-गरज कर बरसते ही चले जाते हैं और अनवरत जलदानसे रह-रहकर कौपती पृथ्वी की रक्षा के लिए कोई घनश्याम गोवर्द्धन उठाने का उपक्रम नहीं करता तो नदी नाले अपना कूल तोड़ देने को विवश हो जाते हैं । चारों ओर फ़ैल जाता है जल, केवल जल और आरम्भ हो जाता है सृष्टि का संहार - शंकर का ताण्डव । चराचर का आर्त्तनाद उठता है - त्राहिमा । और, कितनी ही मोहंजोदारों और हड़प्पा की सभ्यतायें इस प्रलय का ग्रास बन जाती हैं । तो यह है जल-महिमा । यही है ब्रह्मा, यही विष्णु, यही महेश-हमारा ईश्वर । तो हम क्यों न करें इसकी उपासना, आराधना ।

लेकिन हमारी आराधना का स्वरूप कैसा हो ? निरन्तर जल-भजन ? नहीं, जल-चिन्तन । दर्शन, मज्जन और पान तो करें ही, जल के विषय में अधिक से अधिक ज्ञान प्राप्त किया जाये ताकि मानवता की भावी पीढ़ी को दुख और दरिद्रता से मुक्ति दिला सकें ।

### जल पर्यावरण का अभिन्न अंग

जल पर्यावरण का एक अभिन्न अंग है । जल सागर में है, नदियों तालाबों में है, बादलों में है, हम जो सांस लेते हैं उस हवा में है, वसुन्धरा के गर्भ में है, हिमाच्छादित पर्वतों पर है और है पृथ्वीवासी सभी प्राणियों में । ठोस, तरल, गैस - किसी न किसी रूप में सहज रूप से प्राप्य । कई स्थानों पर तो तीनों स्वरूपों में एक साथ उपलब्ध । घट-घट में व्याप्त है जल । जित देखौं तित लाल ।

सागर से वाष्पीभूत होकर वरिमा में आने, आकाश में बादल बनने, वर्षा की बूंदों के रूप में टपकने, कुछ वृक्ष-पातों द्वारा ग्रहण किये जाने और शेष धरती पर आकर नदी नालों अथवा भू-गर्भीय मार्गों द्वारा पुनः समुद्र में चले जाने का एक निरन्तर गतिशील जल-वृत्त है । कभी न समाप्त होने वाली यात्रा - अनादि, अनन्त । और इस सारी यात्रा में न एक बूंद घटता है और न एक बढ़ता है - एक अविनाशी संतुलन । जल के इसी संतुलन पर सृष्टि का संतुलन है ।

### जल संसाधन विकास की आवश्यकता

धरती पर पनपी सभ्यताओं के इस जल के साथ अटूट रिश्ते रहे हैं, मित्र और शत्रु दोनों ही रूपों में । जबतक यह शुद्ध है और जीव जगत की आवश्यकताओं के लिए यथेष्ट है तो मित्र और यदि अपवित्र, अपर्याप्त अथवा अनियंत्रित अवस्था में आवश्यकता से कई गुणा अधिक तो शत्रु ।

बहुत हाल तक जल समाचार नहीं बनता था । इसे प्रकृति-प्रदत्त सहज-सुलभ मान लिया जाता था । किन्तु तेजी से बढ़ती जनसंख्या की निरन्तर आवश्यकता पूर्ति के लिए की जा रही आर्थिक गतिविधियों ने यह जागरूकता पैदा की है कि यह अमूल्य संसाधन अपरिसीम नहीं है । संसार के अनेक कोनों में जल की खोज तेल से अधिक महत्वपूर्ण हो गयी है क्योंकि तेल का विकल्प है, जल का नहीं । अपने देश में ही अनेक राज्य इसके लिए उलझने लगे हैं और विद्वानों ने यह भविष्यवाणी करनी शुरू कर दी है कि तीसरा विश्वयुद्ध पानी के लिए ही होगा ।

जल संसाधन वस्तुतः अपनी अवधारणा में यह अर्थ समेटे हुए है कि जलापूर्ति असीम नहीं है और इसलिए इसके विकास के लिए बहुत सोच समझ कर मानवीय प्रयास और धन लगाने की आवश्यकता है ताकि इसे वांछित स्थान पर

और ठीक समय पर आवश्यक मात्रा में उपलब्ध कराया जा सके । साथ ही यह सुनिश्चित किया जाये कि इसकी एक बूंद भी नष्ट न हो ।

## जल संसाधन विकास में जल विज्ञान की भूमिका

ऊपर अंकित तथ्य हमारे जल संसाधनों के सम्यक विकास की आवश्यकता को स्वतः रेखांकित करते हैं । लेकिन ठहरिये, जल संसाधन विकास के पूर्व जल को पूरी तरह जानना होगा, स्रोत को ठीक-ठीक पहचानना होगा । पर यह कैसे होगा ? जो शास्त्र हमें सहायता प्रदान करेगा वह है जलविज्ञान ।

जल के घटित होने, समस्त धरा पर विभिन्न स्वरूपों में उसका प्रसार, वितरण, उसके भौतिक एवं रासायनिक गुण, पर्यावरण के साथ पारस्परिक संतुलन, पृथ्वी की सतह से ऊपर वरिमा में पलायन और पुनरागमन, सतह और भूगर्भ में उसकी उपस्थिति, गतिविधि, गुणवत्ता एवं जीवजगत से उसके संबंध आदि का विवरण जो शास्त्र हमें उपलब्ध कराता है उसे ही "जलविज्ञान" कहते हैं । यह पृथ्वी पर जल की अनन्त यात्रा का सम्पूर्ण वांगमय अपने में समेटे हुए है । जल संसाधन विकास के लिए यह विज्ञान मूलाधार है ।

अतः यदि हमें जीना है तो इस विज्ञान की अनदेखी नहीं कर सकते । अपने सर्वांगीण विकास के लिए हम इसपर आश्रित तो हैं ही, सच पूछिए तो हमारा अस्तित्व ही इसपर निर्भर है ।

## जल विज्ञान की शिक्षा

स्पष्ट है कि बहुत सुघड़ ढंग से और योजनाबद्ध तरीके से इस ज्ञान को प्राप्त करने एवं समाज के विभिन्न वर्गों में इसका व्यापक प्रसार किये जाने की आवश्यकता है । प्रश्न उठता है किस स्तर से, कहां से हम आरम्भ करें और इस ज्ञान-यात्रा में किस पड़ाव पर कितना कुछ जानें ।

## जल-बोध

सबसे अधिक महत्वपूर्ण है जल के प्रति बोध जगाने की । इसके लिए शैशवकाल से ही बच्चों के मस्तिष्क को इस ओर अभिमुख किया जाना चाहिए । नानी-दादी की कहानियों में इसका समावेश कर एवं उनमें अनुकूल आदतें डालकर आरम्भ से ही यह शिक्षा आरम्भ की जा सकती है । एलेक्ट्रॉनिक माध्यम इसमें बड़े सहायक हो सकते हैं ।

हमारे समाज का एक बड़ा हिस्सा अबोध शिशु की ही तरह है और उन्हें भी जलविज्ञान के प्रति साक्षर किये जाने और अपेक्षित चेतना जगाकर उनमें परिष्कृत जल-संस्कार उत्पन्न करने की उतनी ही आवश्यकता है, विशेष रूप से जल संरक्षण के प्रति । यहां एक बात ध्यान देने की है कि इस स्तर पर सीधे उपदेश का प्रभाव नहीं पड़ता जिसे एक कान से सुनकर दूसरे से निकाल दिया जाता है । अतः इसे रोचक, बोधगम्य और मनोहारी बनाया जाना चाहिए । दैनंदिन जीवनसे जुड़े आचरणों को कथा-कहानियों, प्रहसन-नाटकों एवं काव्यात्मक शैली में उनके समक्ष परोसने से वे इसे सहज ही स्वीकार कर सकते हैं ।

इस स्तर पर जल के सीमित होने, हमारे दैनिक जीवन में उसके महत्व को उजागर करने, जल-दुरुपयोग के दुष्परिणामों के परिदृश्य उपस्थापित करने, जल-संरक्षण में प्रत्येक व्यक्ति की भूमिका, क्या करें और क्या न करें आदि के प्रति सामान्य समझदारी पैदा करने, कर्तव्य निर्वाह में आत्म सम्मान-बोध एवं जल के विषय में और भी जानने के लिए उत्सुकता उत्पन्न करने की आवश्यकता है । संक्षेप में जल चेतना का एक ऐसा संस्कार पैदा किया जाये जो सम्पूर्ण समाज के लिए हितकारी हो ।

## माध्यमिक स्तर पर अनिवार्य विषयों में समावेश

किशोरावस्था किसी ज्ञान को ग्रहण करने की सबसे अच्छी उम्र है । इस समय ज्ञान के सभी चक्षु खुले रहते हैं । उत्कंठा, उत्सुकता एवं ग्रहण-क्षमता अपने चरम पर होती है । अतः इस स्थिति का लाभ उठाकर जलविज्ञान के विभिन्न पहलुओं की मौलिक शिक्षा दी जानी चाहिए । अभी तक भूगोल की किताबों में ही अंशतः जल से किशोरों का परिचय कराया जाता रहा है । अब समय की मांग है कि इन्हें जलविज्ञान से यहाँ साक्षात्कार कराया जाये ।

पृथ्वी पर जल की उपलब्धता, उसका प्रसार, वितरण, जलचक्र तथा जीव-जगत के लिए उसका महत्व तथा उसके विभिन्न अवयवों का मूल-इसी स्तर पर उनके मस्तिष्क में डाला जाये । इस बात पर बल दिया जाये कि पृथ्वी पर जीवनका मूलाधार जल है और पर्यावरण के साथ उसका संतुलन उनके अस्तित्व के लिए कितना आवश्यक है । यह भी कि मानवीय क्रियाओं का जलचक्र पर क्या प्रभाव पड़ता है और प्रकृति के प्रति उनका आचरण कैसा होना चाहिए कि वह उन्हें भविष्य में भी इसी तरह पालती रहे । वनीकरण के लाभ और जल-प्रदूषण के दुष्परिणाम भी उनके पाठ्यक्रम में सम्मिलित होने चाहिए । इस तरह जल से उनकी विशेष पहचान करायी जाये ।

अतः माध्यमिक स्तर पर इसे एक स्वतंत्र विषय के रूप में मान्यता दी जानी चाहिए । पाठ्यक्रम ऐसे रखे जायें जो विज्ञान एवं कला दोनों ही वर्ग के विद्यार्थियों के लिए सुग्राह्य हों । आशय यह है कि इसे इस स्तर पर अनिवार्य विषयों में शामिल किया जाये । माध्यमिक स्तर पर पाठ्यक्रम ऐसे हों जिससे इस विषय की उपादेयता के प्रति शिक्षार्थियों के मन में झुकाव उत्पन्न हो ताकि आगे ऐच्छिक विषय के रूप में इसे अपनाने के लिए वे प्रोत्साहित हों । साथ ही जल-ज्ञान की इतनी खाद उनके मस्तिष्क में डाली जाये जो भविष्य में विज्ञान की इस शाखा को ग्रहण करने के लिए पर्याप्त रूप से उर्वर हो सके और मनोवृत्ति अनुकूल होने पर इसे जीविकोपार्जन का एक साधन बना सके ।

## व्यावसायिक शिक्षा

मौसम विज्ञान के साथ जलविज्ञान का अन्योन्याश्रय संबंध है । जल-मौसम-विज्ञान संबंधी आंकड़ों का विश्लेषण कर ही जल संसाधन विकास से सम्बद्ध आयोजक योजनाओं की रूपरेखा का निर्धारण करते हैं और अभियन्ता संरचनाओं का निरूपण करते हैं । इन्हीं आंकड़ों के आधार पर योजनाओं एवं उसके अंगोपांगों के रूप एवं आकार तय किये जाते हैं जिन पर लागत राशि तो निर्भर करती है इनसे ही योजनाओं की सफलता और क्षेत्र के जान-माल की सुरक्षा भी सीधे जुड़ी होती है । यदि आंकड़े त्रुटिपूर्ण हों तो फिर सारा रूपांकन संगठन ही, चाहे वह कितने ही विशेषज्ञों एवं उपकरणों से सज्जित हो, बालू की भीत पर खड़ा हो जाता है । आरम्भ की यह गलती किसी भी स्तर पर सुधारी नहीं जा सकती क्योंकि इसके आधार पर निरूपित निर्माण या तो बहुत महंगे होंगे या अनर्थकारी । एक प्रसिद्ध लोकोक्ति है कि एक चिकित्सक की गलती एक कब्र बना सकती है किन्तु अभियन्ता की भूल कब्रिस्तान बनाती है । इस तरह आंकड़े संग्रह करने में बरती गयी लापरवाही दुखद इतिहास बनकर रह जाती है । दूसरी ओर संदेहास्पद आंकड़ों से भयभीत अभियन्ता अधिक सुरक्षा गुणांक अपनाकर बहुत महंगी संरचनाओं का निरूपण कर देते हैं ।

स्पष्ट है कि सबसे अधिक सावधानी इसी आरंभिक स्तर पर अपेक्षित है । दुर्भाग्यवश हमारे देश में दूर दराज के क्षेत्रों में जो कार्मिक आंकड़ों का संग्रहण कर रहे हैं उनमें से अधिकांश को इन आंकड़ों के महत्व का बोध अपेक्षित सीमा तक नहीं है । बहुधा ऐसे आंकड़ें प्राप्त होते हैं जो जलविज्ञान की कसौटी पर खरे नहीं उतरते । इसका मुख्य कारण है कि इनसे जुड़े लोगों को जलविज्ञान का ज्ञान नहीं होता ।

अतः जलविज्ञान आंकड़ों के संग्रहण से जुड़े लोगों को विशेष प्रशिक्षण की आवश्यकता है । श्रेयष्कर तो यह होगा कि औद्योगिक प्रशिक्षण संस्थानों में ऐसे पाठ्यक्रम रखें जायें जिनमें शिक्षार्थियों को जलविज्ञान आंकड़ों के संग्रहण एवं पंजीकरण से सम्बद्ध ज्ञान उपलब्ध कराये जायें । इस स्तर पर विभिन्न उपकरणों के परिपालन से तो उन्हें अवगत कराया

ही जाये इसके साथ ही जलविज्ञान एवं द्राविकी के मूलभूत सिद्धान्तों से भी उनका यथेष्ट परिचय कराया जाये ताकि वे आंकड़ों की महत्ता को भलीभांति समझ सकें ।

## स्नातक स्तर पर

भारत जैसे विशाल कृषि-प्रधान देश में, जहां के जल संसाधनों में स्थानिक एवं कालिक असंतुलन विद्यमान है, कुशल जल प्रबंधन की आवश्यकता पर अधिक कुछ कहने की आवश्यकता नहीं । किन्तु पूरे राष्ट्र के परिदृश्य में देखा जाए तो जल प्रबंधन से जुड़े लोग, जो राष्ट्रीय बजट की एक बड़ी धनराशि खर्च करते हैं, मूलतः असैनिक अभियन्ता होते हैं । तकनीकी संस्थानों में इन्हें जो शिक्षा दी जाती है उसके पाठ्यक्रम कई दशक पूर्व निर्धारित किये गये थे और देश की तत्कालीन सामान्य आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए विविध विषयोंमुख्य थे — रेलवे, उच्च-पथ, भवन निर्माण, जन-स्वास्थ्य, पत्तन एवं गोदी, नगर-आयोजन आदि । ध्यान देने योग्य है कि चार वर्षों की स्नातक शिक्षा अवधि में पढ़ाये जाने वाले लगभग तीस-बत्तीस विषयों में से मात्र दो-तीन विषय ही जल संसाधन विकास से संबंध रखते हैं और उनका स्तर भी ऐसा होता है जिसके बूते काम तो चलाया जा सकता है किन्तु कुशल जल प्रबंधन नहीं किया जा सकता जो आज विविध आयामी होने के साथ-साथ चुनौतीपूर्ण हो गया है ।

अतः आज की आवश्यकताओं के परिप्रेक्ष्य में स्नातक स्तर पर जल संसाधन विकास एवं जल-प्रबंधन, जिसमें जलविज्ञान पर विशेष बल दिया गया हो, को अभियांत्रिकी की विशेष शाखा के रूप में प्रतिष्ठित एवं परिचालित किये जाने की आवश्यकता है । पाठ्यक्रम ऐसे रखे जायं जो जल संसाधन विकास एवं प्रबंधन के विभिन्न आयामों से उन्हें भलीभांति अवगत करायें ।

मितव्ययी आयोजन एवं सटीक निरूपण के अतिरिक्त क्षेत्र में आये दिन उत्पन्न होने वाली समस्याओं से कुशलतापूर्वक जुझने, क्षेत्र से जलविज्ञान संबंधी आंकड़े प्राप्त करने, उन्हें संसाधित एवं विश्लेषित कर आवश्यकतानुसार उनका उपयोग करने आदि कार्य ऐसे हैं जिसका ज्ञान इन स्नातकों को दिया जाना अपेक्षित है । इस बात का स्मरण रखा जाए कि तकनीकी शिक्षा व्यावसायिक होती है, अतः जल संसाधन विकास को अपना पेशा बनाने वाले छात्रों को अन्य अनावश्यक विषयों में समय एवं शक्ति का अपव्यय रोककर केवल सम्बद्ध विषयों में अधिक गहरी पैठ बनाने का अवसर दिया जाना चाहिए । स्पष्ट है कि इस पेशे से जुड़ने वाले अभियन्ताओं को जलविज्ञान का गहन अध्ययन कराया जाना आवश्यक है ।

## सेवाकाल में प्रशिक्षण

राष्ट्रीय जलनीति (1987) के दस्तावेज इस बात पर बल देते हैं कि प्रशिक्षण की एक संदर्श योजना जल संसाधन विकास का अभिन्न अंग होनी चाहिए । इसे स्पष्ट रूप से मान्यता दी गयी है कि जल संसाधन विकास से जुड़े लोगों को स्वतन्त्र रूप से उनका उत्तरदायित्व सौंपने के पूर्व सम्बद्ध विषयों में पर्याप्त प्रशिक्षण दिया जाए और कार्य विशेष के लिए उन्हें तैयार किया जाये ।

जलविज्ञान जल संसाधन विकास एवं प्रबंधन की कुंजी है । क्षेत्र विशेष में जल की मात्रा एवं उनका स्थानिक एवं कालिक वितरण जाने बिना जल का प्रबंधन कर पाना असंभव है । उपलब्ध जल के सही आकलन के अभाव में किसी जल संसाधन विकास की योजना का न तो आयोजन संभव है और न परिचालन । इसी तरह जलविज्ञान के मूल तत्वों जैसे वर्षा, वाष्पीकरण, जल गति-विज्ञान, साद-वहन, जल-प्रवाह एवं जल की गुणवत्ता का ज्ञान योजना के निरूपण, निर्माण एवं परिचालन के लिए परमावश्यक है । स्पष्ट है कि योजना की सुरक्षा, उसकी लागत राशि एवं कार्यक्षमता जलविज्ञान आंकड़ों के सम्यक विश्लेषण एवं उनके परम परिमाण की सम्भावित बारम्बारता के आधार पर महत्तम जल निस्सरण एवं जलोपलब्धता की विश्वसनीय गणना पर निर्भर करती है । इस तरह जल प्रबंधन के प्रत्येक स्तर पर जलविज्ञान अध्ययन की अनिवार्यता अंकित होती है ।

अतः स्नातकों के जल प्रबंधन में एक कड़ी के रूप में जुड़ने के पूर्व उस क्षेत्र के जल संसाधन, उनकी विशिष्टता, विविधता एवं पूर्ण जलविज्ञान से अवगत कराया जाना परमावश्यक है ताकि आसन्न समस्याओं का वे क्षेत्र सापेक्ष एवं समय के अनुकूल तत्काल समाधान ढूँढ पाने में सक्षम हो सकें ।

उल्लेखनीय है कि एक जलविज्ञानी जबतक क्षेत्र विशेष को ठीक-ठीक नहीं पहचानता वह उपलब्ध आंकड़ों का उपयोग भी दक्षतापूर्ण ढंग से नहीं कर सकता । अतः प्रशिक्षार्थियों का क्षेत्र-भ्रमण उनके प्रशिक्षण का एक अनिवार्य अंग होना चाहिए ।

सेवा में इन स्नातकों को ऐसे पदस्थापित किया जाना चाहिए ताकि इन्हें अनुभवी विशेषज्ञों का सानिध्य प्राप्त हो । वरीय विशेषज्ञ अभियन्ताओं के ज्ञान एवं अनुभव वे अर्वरक हो सकते हैं जिन पर नये अभियन्ताओं की पौध विकसित हो सकती है ।

ज्ञान अर्जन एक सतत प्रक्रिया है अतः सेवाकाल में कुछ समय के अन्तराल पर कार्यरत अभियन्ताओं को अद्यतन ज्ञान एवं विश्लेषण की सम्मुन्नत तकनीक से अवगत कराने के लिए प्रशिक्षण संस्थानों में लाया जाना परमावश्यक है ताकि उनकी धार पैनी बनी रहे ।

इसके साथ ही इन्हें समय-समय पर देश के विभिन्न क्षेत्रों में आयोजित संगोष्ठियों एवं कार्यशालाओं में भाग लेने के लिए प्रेरित किया जाना चाहिए ताकि इन्हें जल प्रबन्धन के क्षेत्र में हुई प्रगति, विभिन्न क्षेत्रों में विद्वानों द्वारा किये गये अभिनव प्रयोगों एवं क्षेत्रीय समस्याओं से जूझने के उनके तरीके का ज्ञान प्राप्त हो सके ।

## स्नातकोत्तर शिक्षा

अपेक्षाकृत छोटी अवधि में इस विषय में पर्याप्त शोध हुए हैं विश्लेषण की नयी प्रणालियाँ विकसित हुई हैं, विविध मापकों एवं उपकरणों का उन्नयन हुआ है और विशेष रूप से तीव्र गति से काम करने वाले कंप्यूटरों की सहायता से पिछले कुछ वर्षों में इस ज्ञान ने विकास की नयी-नयी ऊंचाइयाँ नापी हैं । इन सबका अध्ययन स्नातक स्तर तक के अभियन्ताओं के लिए संभव नहीं है । इसलिए इन्हें स्नातकोत्तर पाठ्यक्रम में रखने का सुझाव है ।

जलविज्ञान कुछ अर्थों में अन्य विज्ञानों से भिन्न है । प्रकृति में जो कुछ घटित होता है वह किसी न किसी नियम के तहत ही होता है । वैज्ञानिक इन नियमों की खोज करते हैं और तद्रूप के धरातल पर इनकी व्याख्या करते हैं । जल से संबंधित घटना-क्रिया जिनसे जलविज्ञान को सीधा सरोकार है की स्पष्ट व्याख्या और विशिष्ट समाधान किसी निर्धारित पद्धति द्वारा संभव नहीं । ये बड़ी जटिल होती हैं । जल विज्ञानियों को अनेक विधियों एवं व्यक्तिगत विवेक का सहारा लेकर किसी निष्कर्ष पर पहुँचना पड़ता है ।

ऐसा नहीं कि आज की सम्मुन्नत तकनीक उपलब्ध होने के पहले हाइड्रोलिक संरचनायें नहीं बनी । लेकिन तब या तो वे भयवश आवश्यकता से अधिक सशक्त अर्थात् दूसरे शब्दों में बहुत महंगी बनायी गयीं अथवा कालान्तर में असफल हुई क्योंकि जलविज्ञान तब इतना विकसित नहीं था और इसकी उपादेयता सीमित थी । इतिहास ऐसी अनेक संरचनाओं के अकाल में नष्ट होने की घटनाओं से भरा है । इन नष्ट हुई संरचनाओं का अध्ययन कर विद्वानों ने पता लगाया कि इनमें से बहुसंख्यक संरचनायें संरचनात्मक कारणों से नहीं बल्कि जलविज्ञानीय कारणों से नष्ट हुई । इस तरह जलविज्ञान के अध्ययन न केवल आर्थिक कारणों से महत्वपूर्ण है बल्कि जन सम्पदा की सुरक्षा के लिए भी प्रासंगिक है । अतः इन कार्यों में विशेषज्ञों की विशेष भूमिका है ।

भविष्य में जल वैज्ञानिक अभियन्ताओं को बढ़ती जलावश्यकता की पूर्ति हेतु पहले से अधिक विकट स्थितियों का सामना करना पड़ेगा, क्योंकि जल संसाधन विकास अधिक मात्रे पड़ते जा रहे हैं । इसलिए आने वाले दिनों में

उपलब्ध ज्ञान का महत्तम उपयोग करते हुए ऐसी योजनायें बनानी होंगी जो सस्ती तो हो हीं, साथ ही निरापद एवं सुरक्षा प्रदायिनी हों। ऐसे आयोजनों के लिए जलविज्ञान विशेषज्ञों की सेवा अपरिहार्य होंगी। इसीलिए अधुनातन तकनीक की शिक्षा देकर जल संसाधन विकास एवं प्रबंधन से जुड़े अभियंताओं में विशेषज्ञों का एक वर्ग खड़ा करना होगा जो स्नातकोत्तर प्रशिक्षण के माध्यम से ही संभव हो पायेगा।

स्नातकोत्तर स्तर पर जलविज्ञान की शिक्षा को दो खण्डों में विभक्त किया जाना चाहिए :-

(क) परिचालनात्मक

(ख) अनुप्रयुक्त

### (क) परिचालनात्मक

आंकड़ों की विश्वसनीयता एवं गठन के तरीकों पर जल विज्ञान अध्ययन की निर्भरता इससे पूर्व विशेष रूप से रेखांकित की गयी है। परिचालनात्मक अध्ययन से जुड़े स्नातकोत्तर शिक्षार्थियों को जल विज्ञान आंकड़ों का पठन करने वाले विभिन्न उपकरणों की जानकारी, उनका विकास, क्षेत्र में यथास्थान वांछित संख्या में उनका प्रतिष्ठापन, पठन की वैज्ञानिक पद्धति, उनमें विकास की संभावनायें तलाशने एवं विपरीत परिस्थितियों में भी सही आंकड़े एकत्र करने के तरीकों का गहन अध्ययन कराया जाना चाहिए। इसके साथ ही दूर संवेदी उपकरणों, फोटोग्रामेटरी से जुड़े कार्यों, साद-वहन, जल की गुणवत्ता एवं पर्यावरणीय अध्ययन संबंधी आंकड़ों के एकत्र करने के कार्यों में भी इन्हें पारंगत कराया जाना अपेक्षित है।

### (ख) अनुप्रयुक्त

अनुप्रयुक्त कार्यों में विशेषज्ञता अर्जित करने के इच्छुक शिक्षार्थियों को आंकड़ों के विश्लेषण की आधुनिक तकनीक, अपर्याप्त आंकड़े अथवा संदिग्ध आंकड़ों की स्थिति में अपनाये जाने वाले तरीके, स्थान विशेष परिस्थिति विशेष एवं संरचना विशेष के लिए उपलब्ध आंकड़ों के आधार पर समय सीमा में जलविज्ञान अध्ययन करने की तकनीक से भलीभांति अवगत कराया जाना चाहिए। इसी तरह आंकड़ा प्रकालन, बाढ़ का पूर्वानुमान, बाढ़ निष्क्रमण, जलाशय परिचालन, चरम घटना चक्र विश्लेषण, मौसम विज्ञानीय आंकड़ों के विश्लेषण, जलग्रहण क्षेत्र-जलोपलब्धि, वायवीय छायांकन-व्याख्या, भूगर्भीय जल प्रवाह एवं समुत्थान, पैरामीट्रिक जलविज्ञान में स्टीकेस्टिक प्रक्रिया साद-वहन, जल छाजन प्रबंधन, जल गुणवत्ता प्रबंधन तथा राष्ट्रीय जल-नीति से सम्बद्ध ज्ञान दिये जाने चाहिए। आशय यह है कि ये जलविज्ञान संबंधी उपलब्ध आंकड़ों का व्यावहारिक उपयोग कर विवेकपूर्ण निर्णय पर पहुंचने में सक्षम हों।

जैसा ऊपर कहा गया है कि जलविज्ञान एक असाधारण विज्ञान है। इस क्षेत्र में कार्य करने वाले वैज्ञानिकों को प्रकृति की घटना क्रियाओं की सम्यक व्याख्या में अन्य अनेक संबंधित विषयों का सहारा लेना पड़ता है। मौसम विज्ञान, जलवायु विज्ञान, मृदा-विज्ञान, भू-विज्ञान, द्राविकी एवं सांख्यिकी से तो जलविज्ञान का चोली दामन का साथ है किन्तु जीव विज्ञान, अर्थशास्त्र, समाजशास्त्र एवं राजनीति शास्त्र का ज्ञान भी जल संसाधन विकास के आयोजन, निर्माण एवं परिचालन के लिए उतना ही आवश्यक है। अतः जलविज्ञान में विशेषज्ञता प्राप्त करने वाले स्नातकोत्तर शिक्षार्थियों से यह अपेक्षा की जाती है कि इन विषयों पर भी उनकी पर्याप्त पकड़ हो।

### उपसंहार

जल संसाधन विकास और जल प्रबन्धन में जलविज्ञान की महत्वपूर्ण भूमिका है। इसकी शिक्षा विभिन्न स्तरों पर आवश्यक है।