जलविज्ञान एवं जल संसाधन
पर राष्ट्रीय संगोष्ठी
15-16 दिसम्बर, 1995, रूड़की

वाष्पीकरण द्वारा जलक्षति - एक सरल नियंत्रण विधि

एस० बी० सूरी[1]
एच० सी० गांधी[3]

मुरारी रत्नम[2]
राजेन्द्र प्रसाद पाठक[4]

सारांश

जल की निरन्तर बढ़ती हुई खपत के फलस्वरूप उपलब्ध जल संसाधनों पर अत्यधिक दबाव को ध्यान में रखते हुए जल संरक्षण अति आवश्यक हो गया है । जल के बिना जीवधारियों का संसार में रहना दुर्लभ ही नहीं बल्कि असम्भव है ।

इस शोध पत्र में भारत तथा विदेशों में जल की वाष्पीकरण द्वारा क्षति को रोकने के लिए किए गए प्रयोगों का सारांश प्रस्तुत किया गया है । अध्ययन से पता चलता है कि वाष्पीकरण द्वारा हुई जल की क्षति को लगभग 30% तक कम किया जा सकता है ।

प्रस्तावना

सृष्टि के पांच आधारभूत तत्वों पृथ्वी, जल, अग्नि, वायु व आकाश में से जल एक है जिससे जीवन की उत्पत्ति हुई है । जल प्रकृति का एक वरदान है । संसार में इस मूल्यवान जल संपदा का अपार भंडार है परन्तु आज विश्व की बढ़ती हुई जनसंख्या के कारण कृषि क्षेत्र, औद्योगिक क्षेत्र एवं शहरों के विकास की वजह से उपलब्ध स्वच्छ/पेय जल संसाधनों पर निरन्तर दबाव बढ़ता जा रहा है । भारतवर्ष आंशिक रूप से उष्ण कटिबन्धीय एवं अधोउष्ण कटिबन्धीय क्षेत्र में आता है । इस देश में कहीं बहुत अधिक तथा कहीं पर बहुत कम तथा कुछ भागों में नहीं के बराबर वर्षा होती है । मानसून के समय पर न आने से अथवा बिल्कुल न आने पर स्वच्छ/पेय जल की इतनी कमी हो जाती है कि मानव एवं अन्य जीव जन्तुओं का जीवित रहना भी दुर्लभ हो जाता है । कुछ समय पूर्व दक्षिण पश्चिम भारत में मानसून के असफल हो जाने से लोगों में पानी के लिए हाहाकार मच गया था । पानी की कमी को कुछ हद तक पूरा करने के लिए प्रबन्धकों ने दूर दराज के इलाकों से रेल टैंकरों का सहारा लेकर लोगों को पेय जल उपलब्ध कराया।

उष्ण एवं शुल्क क्षेत्रों में जलाशयों एवं तालाबों की खुली सतह से जल के वाष्पीकरण द्वारा जल की मात्रा एवं गुणवत्ता दोनों की क्षति होती है । जल की निरन्तर मांग को देखते हुए जल संरक्षण का क्षेत्र एक आवश्यक विषय बन गया है । इस आवश्यकता ने वैज्ञानिकों एवं अभियन्ताओं को ऐसे उपाय सोचने पर विवश कर दिया जिनसे जल की

---

1 निदेशक, केन्द्रीय मृदा एवं सामग्री अनुसंधानशाला, जल संसाधन मंत्रालय, भारत सरकार, नई दिल्ली–16
2 मुख्य अनुसंधान अधिकारी, केन्द्रीय मृदा एवं सामग्री अनुसंधानशाला, जल संसाधन मंत्रालय, भारत सरकार, नई दिल्ली–16
3 वरिष्ठ अनुसंधान अधिकारी, केन्द्रीय मृदा एवं सामग्री अनुसंधानशाला, जल संसाधन मंत्रालय, भारत सरकार, नई दिल्ली–16
4 अनुसंधान सहायक, केन्द्रीय मृदा एवं सामग्री अनुसंधानशाला, जल संसाधन मंत्रालय, भारत सरकार, नई दिल्ली–16

क्षति को अधिक से अधिक रोका जा सके । अभी तक किए गए अध्ययनों से पता चलता है कि वाष्पीकरण द्वारा जलक्षति को रोकने में प्रयोग की गई विधियों में कुछ तो कार्यान्वयन विधियों पर आधारित है और कुछ विधियों में जलाशयों की सूक्ष्म जलवायु में परिवर्तन कर, जैसे कि हवा के बहाव इत्यादि में परिवर्तन लाकर तथा जल सतह पर विशेष रसायनों की पतली परत फैलाकर वाष्पीकरण को कम करने के प्रयास किये गये है ।

इस क्षेत्र में कार्य करने वाले देशों में मुख्यतः आस्ट्रेलिया, स्पेन, संयुक्त राज्य अमेरिका, भूतपूर्व सोवियत गणराज्य एवं भारत के नाम उल्लेखनीय है । सोवियत गणराज्य में जलाशयों में जल के वाष्पीकरण को कम करने के लिए जलाशयों के चारों ओर जंगलों का विकास तथा छोटी–छोटी झाड़ियों को उगाने के कार्य पर जोर दिया गया । अन्य देशों में यांत्रिक विधियों का प्रयोग हुआ जिनमें प्लास्टिक की छतों का एवं वायुरोधकों का निर्माण मुख्य है । संयुक्त राज्य अमेरिका के केलिफोर्निया राज्य में नगर जलाशय के ऊपर एल्यूमिनियम के आवरणों का निर्माण किया गया । परन्तु यह सब विधियां प्रयोगिक तौर पर कठिन तथा महंगी सिद्ध हुई ।

आजकल विभिन्न देशों में वाष्पीकरण द्वारा जलक्षति को रोकन के लिए प्लास्टिक की पतली चादरों का आवरण बनाकर या जल की सतह पर तैलीय पदार्थो की परत चढ़ाकर या एकाणुविक पदार्थो की परत का प्रयोग किया जा रहा है । उपरोक्त विधियों में एकाणुविक पदार्थो की परत जैसे कि वसीय एल्कोहल सीटाईल/सीटाईल–स्टेराईल एल्कोहल का प्रयोग काफी प्रचलित बनता जा रहा है । इन पदार्थो का प्रयोग जलाशय के पारिस्थितिकी को प्रभावित नहीं करता, क्योंकि ये पदार्थ न तो विषैले होते हैं न ही गैसों के विसरण में रूकावट डालते हैं ।

भारत में मुख्यतः तीन अनुसंधान संस्थानों का नाम उल्लेखीय है जिन्होंने इस क्षेत्र में सबसे पहले अनुसंधान कार्य शुरू कियाः

* केन्द्रीय मृदा एवं सामग्री अनुसंधानशाला, नई दिल्ली
* इन्स्टीट्यूट आफ हाइड्रोलिक्स तथा हाईड्रोलाजी, पून्डी, मद्रास
* केन्द्रीय नमक एवं समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान, गुजरात

केन्द्रीय मृदा एवं सामग्री अनुसंधानशाला, नई दिल्ली ने भारत में सर्वप्रथम 1960 के दशक में बडकल झील, फरीदाबाद (हरियाणा) में अनुसंधान कार्य शुरू किया, जिसकी विदेशों में काफी प्रशंसा की गई ।

वाष्पीकरण का सिद्धान्त

वाष्पीकरण गति के सिद्धान्त के अनुसार जल के अणु समान रूप (constant) से गतिमान होते हैं, एवं आपस में टकराते हैं । द्रव अवस्था में ये अणु कोहेसिव बलों के द्वारा आपस में बंधे रहते हैं परन्तु कुछ अणुओं के पास पर्याप्त मात्रा में गतिज ऊर्जा रहती है जिससे कि वे इन कोहेसिव बलों को तोड़कर जल सतह से बाहर गैस के रूप में निकल जाते हैं । यह प्रक्रिया कई घटकों पर निर्भर करती है । इनमें निम्न मुख्य हैं :–

* एक्सपोज्ड जल सतह का क्षेत्रफल
  खुली हुई जल सतह का क्षेत्रफल अधिक होने से वाष्पीकरण अधिक होगा तथा क्षेत्रफल कम होने से वाष्पीकरण कम होगा ।

* जल तथा जल के बाहर वायुमण्डल का तापमान :
  अधिक तापमान पर वाष्पीकरण की दर अधिक होती है ।

* वाष्पीय दबाव में अन्तर
  वाष्पीकरण की दर, जल के तापमान पर संतृप्त वाष्पीय दबाव एवं हवा के "ओसांक" के अन्तर पर निर्भर करती है । यह प्रक्रिया तब तक चलती रहती है जब तक कि दोनों का अन्तर शून्य न हो जाए ।

* हवा का प्रभाव
  हवा की गति अधिक होने से वाष्पीकरण की दर बढ़ जाती है यह दर और भी अधिक हो जाती है जब जल की सतह समतल न हो तथा जलाशय का क्षेत्रफल भी अधिक हो ।

* जल गुणवत्ता
  वाष्पीकरण की क्रिया जल में लवणों की मात्रा पर भी निर्भर करती है । जल में अधिक लवणों[1,2] की मात्रा होने से जल की वाष्पीकरण क्रिया कम हो जाती है ।

वाष्पीकरण की दर का मापन

सर्वप्रथम सन् 1834 में डाल्टन [3] ने वाष्पीकरण का नियम प्रतिपादित किया और उनके अनुसार

$$E = C (Pw - Pa)$$

जहां E = खुली सतहों से प्रतिदिन होने वाला वाष्पीकरण की दर–इन्चों में
Pw = जल सतह के समीप वायु की परत में वाष्प दाब
Pa = जल सतह के समीप वायु की परत के ऊपर वायु में वाष्प दाब
C = गुणांक जो कि वायुदाब मापी के दबाव, हवा की गति तथा अन्य परिवर्तनीय घटकों पर निर्भर करता है ।

यह समीकरण एवं इसके रूपान्तरों का प्रयोग वाष्पीकरण की दर के आकलन में प्रयोग होता है ।

वाष्पीकरण की दर को कम करने की विधियां

वाष्पीकरण रोकने का तात्पर्य वाष्पीकरण की उस दर को कम करना है जिस पर जल वाष्प, जल की खुली सतह को छोड़कर गैस के रूप में वायुमण्डल में चली जाती है (जैसा कि 2.0 में वर्णन किया गया है) । कई भौतिक एवं रासायनिक विधियों द्वारा वाष्पीकरण की क्रिया को कम किया जा सकता है । फ्रीज (4) ने जलाशयों से वाष्पीकरण नियंत्रण पर पहली अर्न्तराष्ट्रीय कान्फ्रेंस में वाष्पीकरण को कम करने की कई विधियों पर प्रकाश डाला । ये विधियां खुली सतह के क्षेत्रफल को कम करने या खुली सतह को आवरणों से ढकने पर आधारित हैं । इनको तीन वर्गो में बांटा जा सकता है :

सतह के क्षेत्रफल को कम करना

जलाशयों को गहरा करके सामान्य जलाशयों की अपेक्षा अधिक जल संचित किया जा सकता है तथा इससे खुली सतह भी कम हो जाती है । जल को भूमि के नीचे जगह बनाकर जल संचित करना एवं छोटे–छोटे जलाशयों की जगह पर बड़ा तथा गहरा जलाशय का निर्माण करना उपयोगी सिद्ध हो सकता है । उचित स्थान पर ऐसे जलाशय के निर्माण से वाष्पीकरण की क्रिया को कुछ हद तक कम किया जा सकता है ।

सतह को यांत्रिक आवरणों से ढ़कना

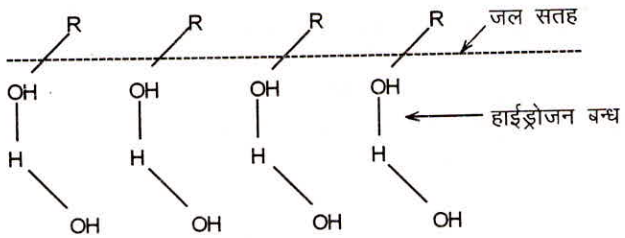
यांत्रिक आवरणों में छतों का निर्माण एवं वायुरोधी एल्यूमिनियम के आवरणों का उपयोग करना मुख्य है । केलिफोर्निया के म्यूनिसिपल जलाशय में इस विधि का प्रयोग किया गया है । रूस में जलाशय के चारों ओर वनों के विकास, झाड़ियों

की बाड़ एवं जलीय जीव जन्तुओं के विकास पर जोर दिया गया है क्योंकि ये भी वाष्पीकरण कम करने में सहायक होते हैं ।

जल सतह को पतली परत के आवरण से ढ़कना

पहली दो विधियों की कमियों को देखते हुए, जल सतह पर रसायन की पतली परत के चढाने की विधि पर विश्वभर के शोधकर्ताओं का ध्यान गया तथा अनेक तरह के प्रयोग किए गए जिसके फलस्वरूप आज इस विधि का भारत एवं विदेशों में अत्यधिक प्रचलन है ।

एग्नेस पोकेल [5] ने सन् 1891 में तैलीय पदार्थो की एकाणुविक परतों को जल की सतह पर फैलाकर वाष्पीकरण को कम करने के लिए प्रयोग किये । सर्वप्रथम ओलिक अम्ल (कार्बनिक अणु) का प्रयोग किया गया तत्पश्चात इस विधि पर कई तरह के अनुसंधानों के परिणामों से ज्ञात हुआ कि ओलिक अम्ल की एकाणुविक परत वाष्पीकरण को नियंत्रित करने में काफी हद तक सक्षम है । लेगम्यूर [6] ने बताया कि -COOH,-OH या -CO- समूह यदि किसी भी कार्बनिक अणु के साथ जुडे हैं तो वे अणु जल में आसानी से घुल जाते हैं तथा इस समूह के साथ जुड़े हाईड्रोकार्बन की श्रृंखला पानी की सतह से बाहर की ओर रहती है । ध्रुवीय -OH समूह पानी के ऊपरी सतह के साथ कमजोर हाईड्रोजन बॉन्ड का निर्माण करती है इससे जलाशय के जल का वायुमण्डल की वायु से सीधा संपक्र नहीं रहता जिसके फलस्वरूप वाष्पीकरण की दर कम हो जाती है । प्रयोगों से मालूम पड़ता है कि वसीय अम्लों की अपेक्षा वसीय एल्कोहल का प्रयोग अधिक सक्षम है । सर्वप्रथम वसीय एल्कोहलों में हेक्साडेकनोल ($C_{16}H_{33}OH$) या सीटाइल एल्कोहल का प्रयोग वाष्पीकरण को कम करने में किया गया । इसी श्रृंखला के उच्च सदस्यों में स्टेराईल एल्कोहल (ओक्टाडेकेनोल) पर शोध कर्ताओं का काफी हद तक ध्यान गया ।



R = – एल्काईल ग्रुप

रिटार्डेशन की प्रक्रिया

सीटाइल एवं स्टेराइल एल्कोहलों का मिश्रण शुष्क जलवायु में अधिक प्रभावशाली साबित हुआ । राष्टमंडल वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान संस्थान, आस्ट्रेलिया [7] ने सीटाईल एल्कोहल शुद्ध एवं निम्न रसायनों का अनुपात वाष्पीकरण को कम करने के लिए प्रयोग करने की सलाह दी ।

हेक्साडेकनोल	80% (न्यूनतम मान)
ओक्टाडेकेनोल	10% (अधिकतम)
टेट्राडेकेनोल एवं डोडाडेकेनोल	5% (अधिकतम)
दस कार्बन से कम एल्कोहलों की श्रृंखला	0.5% (अधिकतम)
असंतृप्त एल्कोहल	4.0% (अधिकतम)

सीटाईल/सीटाईल–स्टेराईल एल्कोहल का प्रयोग एक प्रभावी वाष्पीकरण मन्दक के रूप में निम्नलिखित कारणों से किया जाता है –

* यह मजबूत संयोजक बलों से बनी अवशेषी श्रृंखलाओं के साथ एक संहत एकल परत बनाता है ।
* इसको फैलाने की दर व इसकी पुनः सील करने की योग्यता बहुत अच्छी है ।

पहली विशेषता वाष्पीकरण की दर को कम करती है तथा दूसरी विशेषता हवा एवं जल सतह के तरंग गति के प्रभाव को नियंत्रण में रखती है । सतह पर परत जलतरंगों के साथ फैलती एवं सिकुड़ती रहती है पर टूटती नहीं है। इस फिल्म की कार्य क्षमता कई घटकों पर निर्भर करती है जैसा कि जल की स्वच्छता ।

वाष्पीकरण मन्दकों के सुचारू रूप से कार्य करने के लिए जल की स्वच्छता अनिवार्य है । स्वच्छता का परीक्षण एंटी पाईरीन अथवा केम्फर पानी की सतह पर डालकर, इनकी पानी की सतह पर गति का निरीक्षण किया जाता है। यदि जल स्वच्छ एवं तैलीय पदार्थो से मुक्त होगा तो इस पर वाष्पीकरण मन्दकों का पानी की सतह पर फैलाने का कार्य सुगम हो जाता है ।

जल सतह का तापमान भी वाष्पीकरण की दर को प्रभावित करता है । यदि सतह का तापमान पहले ही अधिक हो तो वाष्पीकरण मन्दकों की कार्य क्षमता में कमी आ जाती है ।

हवा की तेज गति, वाष्पीकरण मन्दकों की पतली परत को जलाशयों की सतह के ऊपर बिछाने में काफी घातक सिद्ध होती है । यदि यह गति 24 कि0मी0/घ0 से अधिक हो जाती है तो पतली परत टूट जाती है और सतह जल का वायुमण्डल से सीधा सम्पक्र हो जाता है और वाष्पीकरण नियन्त्रण करने वाले रसायनों का प्रभाव न्यूनतम हो जाता है ।

वाष्पीकरण मन्दकों को जलाशय के ऊपर फैलाने की विधियां

उपकरणों तथा उपलब्ध साधनों को ध्यान में रखते हुए सीटाईल/सीटाईल – स्टेराईल एल्कोहल का प्रयोग करने की निम्नलिखित विधियां प्रचलित हैं । प्रत्येक विधि के अपने गुण एवं अवगुण हैं ।

पेलेटस

पेलेटस को पानी की सतह पर मेनुअली या कान्सटेन्ट फीड चेम्बर द्वारा फैलाया जाता है । इस विधि की कई कमियां हैः

1. जल सतह पर कम क्षेत्रफल में फिल्म बनाती है ।
2. शैवाल एवं अन्य एग्रेसिव बलों की उपस्थिति पेलेटस को फैलाने में बाधक होती है ।

पाउड़र

वाष्पीकरण मन्दकों को महीन पाउडर के रूप में लाया जाता है और इस पाउडर को हेन्ड डस्टर की सहायता से पानी की सतह पर छिड़का जाता है । इस विधि की कमियां निम्नलिखित हैं :

1. महीन पाउडर के छिड़कने से एक समान परत का बनाना कठिन एवं काफी परिश्रम का कार्य है ।
2. एक आपेक्षित दाब को बनाए रखने के लिए वाष्पीकरण मन्दकों का छिड़काव दिन में कई बार करना पड़ता है।

विलियन/घोल

इस विधि में वाष्पीकरण मन्दकों को स्प्रिट अथवा तारपीन तेल इत्यादि में घोलकर चलती हुई नाव की सहायता से पानी की सतह पर स्प्रे यन्त्रों द्वारा फैलाया जाता है । इस विधि के गुण एवं अवगुण दोनों ही हैं :

1. इस विधि की उपयोगिता इसलिए अधिक है कि वाष्पीकरण मन्दकों को अधिक तेजी से फैलाया जा सकता है।
.2. आपेक्षित दबाव को आसानी से प्राप्त किया जा सकता है ।
3. स्प्रिट अथवा तारपीन तेल के महंगे होने से यह विधि अधिक लोकप्रिय नहीं हो सकी ।

पायस (इमलशन्स)

वाष्पीकरण मन्दकों को महीन पाउडर के रूप में लाया जाता है एवं साफ तथा गर्म पानी को इस महीन पाउडर में मिलाकर तेज गति से हिलाया जाता है ताकि यह लेई के रूप में आ जाये । इस लेई में पायसीकारक तत्व जैसे कि साबुन का पानी इत्यादि डालकर पायस तैयार किया जाता है । इस पायस को पानी की सतह पर स्प्रे यन्त्रों द्वारा फैलाया जाता है । इस विधि के गुण निम्नलिखित हैं :

1. विलायक मुक्त होता है ।
2. फैलने की दर संतोषजनक है ।
3. वाष्पीकरण मन्दकों की पायस के रूप में फैलाई गई परत काफी मंजबूत एवं टिकाऊ होती है । अतः इस विधि में वाष्पीकरण कम करने की अधिक क्षमता पाई गई है ।
4. पतली परत बिछाने में सरल

जल की सतह पर वार्ष्पीकरण मन्दक की पतली परत ठीक ढंग से फैली या नहीं इसका परीक्षण करने के लिए केम्फर या एंटीपाईरीन को परत के ऊपर छिड़का जाता है यदि इसमें कोई गति नजर आती है तो यह समझ लेना चाहिए कि परत ठीक ढंग से फैली नहीं है ।

भारतवर्ष में वाष्पीकरण नियन्त्रण का अध्ययन

भारतवर्ष के मानचित्र से पता चलता है कि इसकी सीमाएं ट्रोपीकल एवं सवट्रोपीकल क्षेत्र में फैली हुई हैं तथा तापमान में बहुत अधिक भिन्नता पाई जाती है । कुछ भागों में वर्षा बहुत अधिक होती है तथा कुछ भागों में बहुत कम, कहीं–कहीं तो बिल्कुल सूखा ही पड़ा रहता है । मानसून के समय पर न आने अथवा बिल्कुल न आने पर जल संसाधनों पर खासकर सतह जल पर अत्यधिक दबाव पड़ता है तथा ऐसी परिस्थितियां पैदा हो जाती हैं कि मानव एवं जीव जन्तुओं के लिए पेयजल भी उपलब्ध कराना कठिन हो जाता है । ऐसी परिस्थितियों से निपटने के लिए कई अनुसंधान संस्थान वाष्पीकरण के द्वारा होने वाली क्षति को रोकने के लिए कार्यरत हैं । पिछले कई दशकों से कई प्रयोगशालाओं [8] में परीक्षण चल रहे हैं । कुछ अनुसंधानों के परिणामों के मुख्य अंश निम्न हैं:

सिंचाई प्रभाग, पी0 डब्लू0 डी0, बम्बई

इस विभाग ने कसूर्डा और मन्ड गांव टैकों जो कि पुने के निकट स्थित है, पर सीटाईल–स्टेराईल एल्कोहल को पाउडर रूप में फैलाकर वाष्पीकरण से होने वाली जलक्षति को रोकने में काफी सफलता पाई । वाष्पीकरण से जल की क्षति को 14–30% तक रोका जा सका ।

इन्स्टीट्यूट आफ हाईड्रोलिक्स तथा हाईड्रोलोजी, पून्डी, मद्रास

सीटाईल–स्टेराईल एल्कोहल विलियन, पायस तथा पाउडर रूप में 1960 के आसपास बुडीरी टेंक पर प्रयोग किये गये । इस अध्ययन से निम्न निष्कर्ष निकाले गये :

* परत की दक्षता तापमान में वृद्धि के साथ घटती है ।
* पासय रूप को आर्थिक एवं आसान सक्रिया के कारण अधिक पसन्द किया गया ।
* इष्टतम फिल्म दबाव 40 डाईन/सेमी0 पर 20% तक जलक्षति को रोका जा सका ।
* हवा की गति 5–10 मील/घंटा से अधिक हो तो वाष्पीकरण मन्दक की परत को काफी क्षति पहुंचती है।

केन्द्रीय नमक एवं समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान, गुजरात

खोडियार झील, भावनगर तथा आजी झील, राजकोट पर दो से तीन साल तक सीटाईल स्टेराईल एल्कोहल के पाउडर एवं पायस रूप में पानी की सतह पर फैलाकर कई परीक्षण किये गये तथा फिल्म दबाव 24 डाईन/सेमी0 से कम रखा गया । अध्ययन से निम्न निष्कर्ष निकाले गये :

* वाष्पीकरण की दर को कम किया जा सकता है तथा इससे होने वाली जल की हानि को 20–30% तक रोका जा सकता है ।

* वाष्पीकरण रोकने के लिए पाउडर रूप को उपयुक्त समझा गया परन्तु रसायन की इस विधि में दुगनी मात्रा लगी ।

आन्ध्र प्रदेश इंजीनियरिंग प्रयोगशाला, हिमायत सागर, हैदराबाद

सीटाईल एल्कोहल को मिनरल तारपीन में घोलकर वाष्पीकरण मन्दक के तौर पर प्रयोग किया गया । मौसम संबंधी प्रेक्षण भी लिये गये । इष्टतम दबाव 18–24 डाईन/सेमी0 पर वाष्पीकरण की दर में लगभग 38% तक की कमी लाई गयी ।

केन्द्रीय मृदा एवं सामग्री अनुसंधानशाला, नई दिल्ली

बडखल झील (हरियाणा), तखत सागर (राजस्थान) तथा मीर आलम टैंक (आ0प्र0) जो कि एरिड एवं सेमी एरिड क्षेत्रों में आते हैं, पर परीक्षण किये गये । मौसम विज्ञान संबंधी प्रेक्षण भी लिये गये । टैंकों पर एक कन्टूर सर्वेक्षण भी किया गया, जिससे पता चला कि पानी की कितनी मात्रा जमा है । पेन वाष्पीकरण मापो यन्त्र भी प्रेक्षण स्थल पर लगाए गए । सीटाईल एवं सीटाईल स्टेराईल एल्कोहल को विलियन एवं पायस रूप में प्रयोग में लाया गया । प्रयोग के तौर पर पाउडर रूप को भी इस्तेमाल किया गया तथा निम्नलिखित परिणाम प्राप्त हुए :

क्र0 सं0	परीक्षण स्थल	पानी का क्षेत्रफल जिस पर प्रयोग किया (हे0)	किस रूप में प्रयोग किया गया	वाष्पीकरण में कम (%)
(1)	वडखल झील (फरीदाबाद)	50.59	मिनरल तारपीन में घोल	37.8
(2)	"	25.90	–वही–	21.0
(3)	"	46.95	जल के साथ पायस	32.4
(4)	"	30.35	मिनरल तारपीन में घोल	30.0
(5)	मीर आलम टैंक (आ0प्र0)	145.69	–वही–	41.3
(6)	तखत सागर टैंक जोधपुर (राज0)	43.31	जल के साथ पायस	48.2

विदेशों में वाष्पीकरण नियन्त्रण पर किया गया कार्य

आस्ट्रेलिया, दक्षिणी डेकोटा, नैरोवी, टैवोरा (तन्जानिया) एवं स्पेन इत्यादि देशों में वाष्पीकरण नियन्त्रण पर कार्य किया जा रहा है । वहां पर भी मुख्यतः सीटाईल–स्टेराईल एल्कोहल का प्रयोग मन्दक के तौर पर किया जा रहा है। इन प्रयोगों से पाया गया कि जल की वाष्पीकरण के द्वारा क्षति को लगभग 30% तक रोका जा सकता है । इनके मुख्य अंश निम्न हैं :

क्र0सं0	देश का नाम	प्रयोग का स्थान	जलक्षति का नियन्त्रण (%)
1.	आस्ट्रेलिया	जलाशय का क्षेत्रफल 2–20 एकड़	20–70
2.	दक्षिणी डेकोटा (पेक्टोला)	पेक्टोला जलाशय	14
3.	नैरोवी	जलाशय का क्षेत्रफल 6.5 एकड़	30
4.	टेवोरा (तन्जानिया)	जलाशय का क्षेत्रफल 105 एकड़	30
5.	स्पेन	जलाशय का क्षेत्रफल 31 एकड़	31–35

निष्कर्ष

* ऐसे अनुसंधान कार्यो पर जोर दिया जाए जिससे कि ऐसे वाष्पीकरण मन्दकों का विकास हो सके जो कि भौतिक एवं रासायनिक अपेक्षाओं को तो पूरा करें ही साथ ही साथ आर्थिक दृष्टि से भी अनुकूल हों तथा हवा के दुष्प्रभावों को झेलने में सक्षम हों ।

* सभी अनुसंधान संस्थानों द्वारा मिलकर प्रयास किया जाना चाहिए जिससे कि अधिकाधिक पानी की क्षति को रोका जा सके एवं प्रयोगों पर आने वाली लागत को कम किया जा सके ।

संदर्भ

कार्ल रेवार (1933), "इवोपरेशन फ्रोम साल्ट सोल्यूशन एन्ड फ्राम आयल कवर्ड वाटर सरफेसेज", एग्रीकल्चरल रिसर्च, वाल्यूम 46, पेज 715–729 ।

टी0सी0 एडम्स (1934), "इवोपरेशन फ्राम ग्रेट साल्ट लेक", अमेरिकन सोसायटी बुलेटिन, वोल्यूम 15, नं0 2, पेज 35–39 ।

जोन डाल्टन (1798–1802), "एक्सपेरिमेन्टल एसेज आन दि कोन्स्टिटयूशन आफ मिक्सड गैसेज, आन दि फोर्स आफ स्टीम ओर वेपर फ्रोम वाटर एन्ड अदर लिक्विड्स इन डिफेरेन्ट टेम्पेरेचर्स, बोथ इन टोरिसेलिएन वेक्यूम एन्ड इन एयर, आन इवोपरेशन, एन्ड आन दि एक्सपंशन आफ गैसेज बाई हीट", मांचेस्टर लिटरेचर, एन्ड फिलोसोफीकल सोसाईटी मेम0 एन्ड प्रोसीडिंग0, वोल्यूम 5, पेज 535–602 ।

एस0डब्लू0 फ्रीज (1956), "रिजरवायर इवेपोरेशन कंट्रोल बाई अदर टेक्नीक्स", इन प्रोसीडिंग्स आफ फर्स्ट इन्टरनेशनल कांफ्रेस आन रिजरवायर इवेपोरेशन कन्ट्रोल, सेन एन्टोनियो, टेक्सास, अप्रैल 14, साउथ वेस्ट रिसर्च इन्स्टीटयूट ।

एग्नेस पोकेल (1891), "सर्फेस टेन्सन", नेचर, वोल्यूम 43, पेज 437–439 ।

इविंग लेग्गयूर (1917), "द शेप्स आफ ग्रुप मोलिक्यूल्स फोमिंग द सर्फेसेज आफ मोलिक्यूल्स", 1451 नेचुरल अकेडेमी साईस प्रोसीडिंग, वोल्यूम 3, पेज 251–257 ।

"वर्डवाईड सर्वे आफ एक्सपेरिमेंटस एन्ड रिजल्टस आन द प्रीवेन्शन आफ इवेपोरेशन लोसेज फ्राम रिजरवायर", प्रीपेर्ड बाई आई0सी0आई0डी0, 1967, नई दिल्ली ।

"जलाशयों में वाष्पीकरण नियन्त्रण", स्टेट आफ आर्ट रिपोर्ट, प्रीपेर्ड बाई सी0एस0एम0आर0एस0, (1987), नई दिल्ली।