

जल सङ्कलनको वैकल्पिक स्रोतः

कुहिरो

मोहनबहादुर कार्की*



चित्र नं. १ : कुहिरोबाट पानी सङ्कलन गर्ने जाली

परिचय

मानवका निमित्त प्रकृति प्रदत्त स्रोतहरूमध्ये पानी अतीव आवश्यक तथा आधारभूत तत्व हो । नेपालमा हामीले आवश्यक पानी विभिन्न

स्रोतहरू जस्तै, खोला, मूल, पोखरी, कुवा, इनार, ट्यूबवेल आदिबाट प्राप्त गर्दै आएका छौं । वर्तमान परिप्रेक्ष्यमा उपलब्ध पानीका स्रोतहरू या त अपर्याप्त हुँदै गएका छन्, या विभिन्न

फोहरजन्य पदार्थहरूको विसर्जनले प्रदूषित हुँदै गएका छन् । तसर्थ पानीको स्रोतको विभिन्न विकल्पहरूको खोजी गर्दै लिनुपर्ने आजको आवश्यकता हुन गएको छ । वर्षात्को पानी पनि परापूर्वकालदेखि नै वैकल्पिक जलस्रोतको रूपमा प्रयोग हुँदै आएको छ । तर यहाँ उल्लेख गरिन लागेको विषय भने कुहिरोबाट पानी सङ्कलन गर्ने प्रविधिको सम्बन्धमा हो ।

वायुमण्डलमा सूक्ष्म कणहरूको रूपमा पानी अवस्थित हुन्छ भन्ने तथ्यदेखि हामीहरू अवगत नै छौं । यसले वायुमण्डलमा अवस्थित पानी मौसम अनुसार कहिले वर्षा, कहिले असिना, कहिले हिउँ, कहिले शीत आदि विभिन्न रूपमा जमीनमा खस्ने गर्दछ । नेपालको विभिन्न पहाडी भाग कुहिरोद्वारा समय-समयमा आच्छादित हुने गर्दछन् र सरर बहने कुहिरोबाट नै पानी सङ्कलन गर्न सकिने प्रविधि अहिले नेपाल लगायत सन्सारका विभिन्न भागमा सफलतापूर्वक प्रयोगमा ल्याइसकिएको छ ।

जल सङ्कलन गर्ने प्रविधि

आकाशमा उडिरहेको बादल नै जब पहाडी भूभागमा पुगेपछि जमीनको सामिप्यमा भएर बग्नु थाल्दछ त्यसैलाई कुहिरो भन्ने गरिन्छ । वर्षात्को रूपमा जमीनमा खस्ने पानीको थोपाको व्यास ०.५-५.० मिलिमिटर हुन्छ भने कुहिरोमा हुने पानी कणको व्यास १-४० माइक्रोमिटर हुन्छ । यसरी विचार गर्ने हो भने वर्षात्को पानीकण कुहिरोको पानीकणभन्दा १२५-५०० गुणासम्म ठूलो हुन्छ । तसर्थ हलुका हावाले पनि कुहिरोलाई मजाले उडाई लान सक्छ । जाडो महिनामा कुहिरो लाग्दा जब हामी छिटोछिटो पैदल अथवा मोटरसाइकलमा चढी हिँड्यौं भने हाम्रो आँखी भौं तथा कपालबाट तपतप पानीको थोपाहरू चुहिन थाल्दछ । त्यसैगरी कुहिरो लागेको बेलामा ठूलो रुखको तल हेर्नुपर्ने भन्ने पातबाट पानीका थोपाहरू झर्न थालेको देख्न सकिन्छ । ठीक यही सिद्धान्तमा आधारित रहेर कुहिरोबाट पानी सङ्कलन गर्ने प्रविधिको विकास भएको हो ।

* मोहनबहादुर कार्की सामुदायिक खानेपानी तथा सरसफाई आयोजनामा इन्जिनियरको हैसियतले कार्यरत हुनुहुन्छ ।

यस प्रविधिमा एक प्लाष्टिक (Polypropylene) बाट बनेको जालीदार पर्दालाई बलियो टेकाहरू (Poles) को मद्दतले बहिरहेको कुहिरोको सामुन्ने उभ्याइन्छ। उक्त कुहिरो जालीभित्र छिर्ने क्रममा कुहिरोमा अवस्थित धेरै साना-साना जलकणहरूको आपसमा सम्मिलन हुन गई ठूला कणहरूको निर्माण हुन जान्छ। यसरी पानीका थोपाहरूको निर्माण हुने क्रम जारी रहन्छ, र पानी खसेर जाली मुन्तिर राखिएको जल सङ्कलन यन्त्र हुँदै पानी जम्मा हुने ट्याङ्की (Water Tank) मा जम्मा हुन जान्छ। यो प्रविधिलाई चित्र नं. १ मा दर्शाइएको छ।



चित्र नं. २ : प्रमाणिक कुहिरो सङ्कलक

जुन स्थानमा अन्य स्रोतहरू (खोला, मूल, कुवा आदि) बाट पानी उपलब्ध हुन सक्दैन तर लगातार कुहिरो लागिरहन्छ, त्यस्ता ठाउँमा यो प्रविधि उपयोगी हुन्छ। पानीको आवश्यकता अनुसार जालीको सङ्ख्या बढाउन सकिन्छ। यो जालीमा औसततन् १२ मि.मि. साइजको त्रिकोणाकार (Triangular) प्वालहरू हुन्छन्। जालीको चौडाई २ मीटर तथा लम्बाई आवश्यकतानुसार ४०/५० मीटरसम्म पनि हुन्छ। यो ज्यादै हलुको हुने हुँदा जतासुकै बोकेर लान सकिन्छ। साधारणतया यो जालीलाई १० वर्षभन्दा बढी समयसम्म प्रयोगमा ल्याउन सकिन्छ।

प्रविधि प्रयोग गर्ने तरिका

यो नौलो प्रविधि भएकोले केही कुराहरूमा विशेष ध्यान पुऱ्याउनु पर्ने देखिन्छ। सर्वप्रथम, सम्भावित स्थानमा (चित्र नं. २) प्रमाणिक कुहिरो सङ्कलक (Standard Fog Collector) हरूलाई हावा बग्ने दिशाको सामुन्ने लम्ब रूपमा खडा गरिन्छ। यसको उचाइ साधारणतया जमीनभन्दा २ मीटर माथि र आकार १ मि. × १ मि. को तथा पानी सङ्कलन गर्ने जालीको क्षेत्रफल (Mesh area) १ वर्ग मीटर हुन्छ। यस संयन्त्रको साथै हावाको गति तथा दिशा नाप्ने यन्त्रहरू, तापक्रम तथा आर्द्रता (Humidity) नाप्ने उपकरणहरू पनि उक्त क्षेत्रमा कम्तिमा १२ महिनासम्मको लागि स्थापित गरिन्छ। त्यसपछि उक्त स्थानको

तापक्रम, आर्द्रता, हावाको गति एवम् दिशा र मुख्य रूपमा १ वर्गमीटर जालीले सङ्कलन गरेको पानीको परिमाण (L/m²/day) को तथ्याङ्क दैनिक रूपमा विहान र बेलुकी लिने गरिन्छ। वर्षभरीको सबै तथ्याङ्कहरूलाई जम्मा गरी विश्लेषण पश्चात् निम्न कुराहरूको यकिन गरी उक्त स्थानको लागि उपयुक्त संयन्त्र तयार गरिन्छ।

- वर्षभरी हावा बहने मुख्य दिशाको पहिचान
- दैनिक हावाको गति मापन
- दैनिक तापक्रम रेकर्ड
- हावाको सापेक्षित आर्द्रता
- दैनिक पानी सङ्कलनको औसत परिमाण

यसको साथै जुन स्थानका लागि अध्ययन गरिएको हो त्यस स्थानको जनसङ्ख्यालाई आवश्यकपर्ने दैनिक पानीको मागको आधारमा कति वर्गमीटर जाली चाहिने हो सो को गणना गरिन्छ। उदाहरणको लागि ५० जनालाई दैनिक १५ लिटर पानी प्रतिव्यक्ति प्रतिदिनको हिसाबले जम्मा ७५० लिटर प्रतिदिनको आवश्यकता देखिन आउँछ। यदि कुहिरो सङ्कलनले सो स्थानमा १ वर्गमीटर जालीले प्रतिदिन १० लिटर पानी सङ्कलन गर्न सक्थो भने हामीलाई चाहिने कूल जालीको क्षेत्रफल $750/10 = 75$ वर्गमीटर हुन आउँदछ। ठाउँ मिलेको छ भने २ मीटर × १२.५ मीटरको पर्दा ३ वटा राख्यौं भने हाम्रो आवश्यकता पूरा हुन जान्छ। यस प्रविधिको

गहनरूपमा विश्लेषण यस लेखमा गरिएको छैन।

नेपालमा यस प्रविधिको सम्भाव्यता

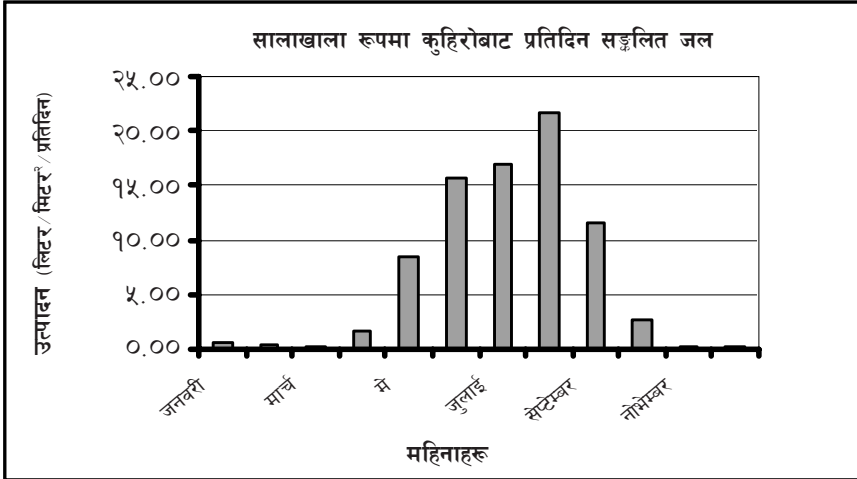
सन् १९९७ मा नै यस प्रविधिको परीक्षण नेपालमा गरिए तापनि त्यति सफल हुन सकेको थिएन। उक्त समयमा यस विषयमा विस्तृत जानकारी एवम् प्राविधिक ज्ञान एवम् अनुभवको कमी पनि थियो, तर त्यसपछिको निरन्तर प्रयत्न भने जारी नै रह्यो। सन् २००० मा क्यानडाको प्राविधिक एवम् आर्थिक सहयोगमा नेपाल स्वास्थ्यको लागि पानी (NEWAH) नामक संस्थाले विधिपूर्वक यो प्रविधिलाई प्रयोग गरी धनकुटा र इलाम जिल्लामा खानेपानी प्रणालीको निर्माण गरेको हो। हाल यस्ता प्रणालीहरू निम्न स्थानहरूमा सफलतापूर्वक प्रयोग भैरहेका छन्।

- (१) इलामको कालपोखरी, मेगमा
- (२) धनकुटाको डाँडाबजार
- (३) तेह्रथुमको तिनजुरे
- (४) ताप्लेजुङ्को पाथीभरा

विश्वमा नै यो प्रविधि सफल प्रमाणित भैसकेको सन्दर्भमा यसले काम गर्छ, गर्दैन भन्ने विषयमा छलफल गरिरहनु आवश्यक नदेखिएकोले यो प्रविधिलाई नेपालमा कुन-कुन स्थानमा कसरी दीगोरूपले प्रयोग गर्न सकिन्छ, भन्ने तर्फ बढी जोड दिन जरुरी देखिन्छ। यसै सन्दर्भमा लेखकले कुहिरो तथा वर्षात्को पानीलाई एकीकृत रूपले सङ्कलन गरी ग्रामीण समुदायमा खानेपानी सुविधा पुऱ्याउने; उक्त एकीकृत प्रणालीको सामुदायिक व्यवस्थापन, सञ्चालन तथा सम्भार, प्राविधिक तथा आर्थिक दीगोपन आदि विषयहरूमा अध्ययन अनुसन्धान गर्ने क्रममा धनकुटाको डाँडाबजार र तेह्रथुमको तिनजुरे बजारस्थित प्रणालीहरूको अवलोकन गरिएको थियो। उक्त अनुसन्धानबाट पनि यस प्रविधि आर्थिक, प्राविधिक र सामाजिक दृष्टिकोणले पनि सरल र सफल देखिन आएको थियो।

सन्सारमै यस प्रविधिको सम्भाव्यता भएको २२ भन्दा बढी मुलुकहरू पहिचान गरिसकिएको छ भने अबै नयाँ स्थानहरू पहिचान गर्ने क्रम

तालिका १ : विभिन्न महिनामा सङ्कलित पानीको परिमाण



जारी छ। त्यसमध्ये नेपाल लगायत भारत, पाकिस्तान, चीन, अफगानिस्तान, चिली, पेरु, दक्षिण अफ्रिका, नामिबिया, क्यानरी आइल्याण्ड, ओमन, स्लोभिया, मेक्सिको, फिलिपिन्स, केप आइल्याण्ड, सुडान, मोरक्को, एङ्गोल, क्यानडा, अमेरिका, बोलिभिया आदि मुलुकहरू प्रमुख छन्। नेपालमै पनि हालसम्म देखिएको इलाम, पाँचथर, ताप्लेजुङ्ग, धनकुटा, तेह्रथुम, संखुवासभा, दैलेख, सुर्खेत, डडेल्धुरा, बैतडी, बझाङ्ग, डोटी आदि जिल्लाहरूमा सम्भाव्य प्रयोग गर्न सकिने देखिएको छ। यी बाहेक नेपालमा अन्य स्थानहरूको

पहिचान गर्ने कार्य अद्यापि बाँकी नै छ।

यो प्रविधि प्रयुक्त हुनको लागि बाक्लो कुहिरो लागि रहनुपर्दछ र साथै हल्का हावाको गति कायम भैरहनु पर्दछ। यी दुई कुराहरू यसका आधारभूत आवश्यकता हुन्। निम्न प्राकृतिक अवस्थाहरू रहेको खण्डमा त्यस्तो ठाउँमा अत्यन्त उत्साहजनक रूपमा पानी सङ्कलन गर्न सकिन्छ।
 (१) वर्षको ६ महिनाभन्दा बढी कुहिरो लागि रहने
 (२) १०० मीटर भन्दा पर देख्न नसकिने बाक्लो

कुहिरो

(३) हलुका गतिको (८-१० किमी/घण्टा) हावा निरन्तर बहिरहने

नेपालको पूर्वी तथा सुदूर पश्चिमी पहाडी जिल्लाहरूमा यस प्रकारको जलवायु देख्न सकिन्छ। मुख्य रूपमा मे देखि अक्टोबर महिनासम्मको अवधिमा यस्तो कुहिरो लाग्ने गरेको हामी देख्न सक्दछौं। अनुसन्धानकै सिलसिलामा तथ्याङ्कहरूको अध्ययन गर्दा धनकुटामा १ दिनमा १ वर्गमीटर जालीले १८० लिटरसम्म पानी सङ्कलन गर्न सकेको देखिन्छ भने इलाममा त्यो भन्दा पनि बढी सङ्कलन भएको देखिएको छ। डाँडाबजारको तथ्याङ्कलाई हेर्ने हो भनेपनि सन् २००० मा १०० वर्गमीटर जालीले २,५०,००० लिटर कुहिरोको पानी सङ्कलन गरेको देखिन्छ भने सोही अवधिमा १०० वर्गमीटर जस्ताको छानाबाट १,२०,००० लिटर वर्षातको पानी सङ्कलन भएको देखिन्छ। यसबाट के बुझिन्छ भने उक्त स्थानमा वर्षातको पानीभन्दा कुहिरोको पानीको सङ्कलन परिमाण दोब्बर छ। तर यो परिमाण भने ठाउँ अनुसार भिन्न हुन सक्दछ। उदाहरणको लागि डाँडाबजार धनकुटामा सङ्कलन भएको पानी परिमाण तालिका १ मा देखाइएको छ।

तालिका २ : विभिन्न मुलुकमा सङ्कलित पानीको परिमाण

देश	कुहिरोबाट जल उत्पादन एवम् कुहिरोको उत्पादन हुने मौसमको समयावधि		
	सालाखाला उत्पादन (लिटर्/मिटर²/प्रतिदिन)	दिन प्रति वर्ष	सालाखाला वार्षिक उत्पादन (लिटर्/मिटर²/प्रतिदिन)
चिली	३	३६५	१०९५
पेरु	३०	७५	२२५०
ओमन	९	२१०	१८९०
नेपाल	१३	१९२	२४९६

तालिका ३ : कुहिरोको पानीको गुणस्तर मापन

पानीको गुणस्तर परामिति	परिमाण
पानीको तापक्रम	१५.२५ ^० C
सूचालकता	२७८ माइक्रो सेकेण्ड प्रतिमिटर
पिएच	५.५५
रङ्ग	सफा
स्वाद	स्वादिलो
धमिलोपना	<५
क्लोराइड	शून्य
कडापन	२४ मिलिग्राम प्रतिमिटर
क्षारियता	२६ मिलिग्राम प्रतिमिटर बाइकार्बोनेट
टिडिएस	१७८ मिलिग्राम प्रतिमिटर

तालिका २ हेर्दा अन्य मुलुक र नेपालको धनकुटा डाँडाबजारमा सङ्कलित पानीको परिमाणबारे तुलना गर्न सजिलो पर्नेछ।

उक्त तालिका अनुसार नेपालमा कुहिरो लाग्ने समयावधि भण्डै ६ महिनामात्र भएपनि औसत वार्षिक सङ्कलन अन्य ठाउँको भन्दा बढी देखिन्छ। तर चिली तथा ओमानमा भण्डै वर्षभरी कुहिरो लाग्ने भए तापनि औसत वार्षिक सङ्कलन थोरै देखिन्छ। लागतको तुलना गर्दाखेरी पनि यो प्रणाली

अन्य प्रणाली (गुरुत्व, वर्षात्को पानी सङ्कलन आदि) भन्दा सस्तो पर्ने देखिएको छ। सङ्कलित पानीको पनि गुणस्तर पनि उच्च रहने र पिउने प्रयोजनको लागि योग्य रहने हुन्छ। उक्त परीक्षणको केही अंशहरू तालिका ३ मा उल्लेख गरिएका छन्।

यसरी अहिलेसम्मको तथ्यहरूलाई हेर्दा यो प्रविधि सरल र नेपालको विभिन्न जिल्लाहरू जहाँ यसका लागि आवश्यक जलवायु विद्यमान छ एवम् पानीका अन्य स्रोतहरू उपलब्ध छैनन् त्यस्ता ठाउँहरूमा एउटा वैकल्पिक भरपर्दो उपायको रूपमा प्रयोग गर्न सकिने देखिन्छ। यद्यपि हरेक प्रविधिको आ-आफ्नै विशेषता एवम् समस्याहरू रहन्छन्, त्यस्तै गरी यसका प्रविधिमा पनि निम्नानुसार विशेषताहरू रहेका छन् :

- यो उपाय सरल र छरितो छ, सजिलै जडान गर्न सकिन्छ।
- पानीको मुहान सम्बन्धी विवाद यसमा आउँदैन।
- यो Modular प्रणाली भएकोले पानीको माग र उपलब्ध बजेट अनुसार पछि जाली थप्दै जान सकिन्छ।

- कुनै पनि ऊर्जा स्रोतको आवश्यकता पर्दैन।
 - सानो समुदायको लागि र थोरै आवश्यकताको लागि उपयुक्त छ।
 - थोरै मर्मत सम्भारको आवश्यकता रहन्छ।
 - कुनै पनि वातावरणीय दुष्प्रभाव देखिएको छैन, तर
 - यसका लागि जलवायुको प्रभाव धेरै पर्ने भएकोले जलवायुको परिवर्तनले पानी सङ्कलनमा पनि अनिश्चितता रहन सक्छ।
 - हावा हुरीले जाली विग्रने सम्भावना रहन्छ।
 - ठूलो समुदाय र पानीको उच्च मागको लागि महङ्गो पर्न जान्छ।
 - जाली पर्दा लगाउन उपयुक्त र धेरै स्थानको आवश्यकता पर्दछ।
 - जालीलाई आगोले छिटो नष्ट गर्न सक्दछ।
- कुहिरोको पानी सङ्कलन गर्ने प्रविधिलाई विभिन्न प्रयोजनको लागि उपयोग गरिँदै आएको छ, जस्तै- पिउने पानीको लागि, कृषि व्यवसायको लागि, सुख्खा स्थानमा वृक्षरोपणको लागि, वातावरणीय प्रदूषण अध्ययन आदिको लागि।

सन्दर्भ सामाग्रीहरू

- (१) Cruzart, A., 1998: Design, Construction & Operation System of a Fog Water Collector, Proceedings of Second International Conference on Fog and Fog Collection, Canada
- (२) Furrey S.G., 1998: Fog Water Collection for Community Water Supply, Cranefield.
- (३) Howard, J. Critchfield, 4th Edition, 1983: General Climatology, Prentice Hall of India.
- (४) Karkee, M.B., 2003: Application of Fog Water Collection Technology to Highland Community Water Supply Systems. M.Sc. Thesis Report, TU, IOE.
- (५) Pokhrel, A.K., and K.I.A. Macquarie, 2001: Climatology of Hindu Kush Himalayas: Potential for Fog Water Collection, Proceedings of 2nd International Conference on Fog and Fog Collection.

■