આબોહવા પરિવર્તન અને જળ સંસાધનોનું વ્યવસ્થાપન: પડકારો અને ટકાઉ ઉકેલો

Kanaiyalal L. Shah
Research Scholar
Veer Narmad South Gujarat University, Surat.
kanaiyashah2803@gmail.com

Dr. Hemali A. Desai
Principal
Smt. C.D.J. Rofel Arts & Smt. I.S.R.A. Rofel Commerce College, Vapi.

સારાંશ:

આબોહવા પરિવર્તન એક વૈશ્વિક જળ કટોકટી છે. દુષ્કાળ, પૂર કે પીવાના પાણીની અછત સ્વરૂપે તેની ગંભીર અસરો સીધી રીતે સમગ્ર જીવસૃષ્ટિ પર પડી રહી છે. જોકે, આ જળ જ આ સમસ્યાનો સૌથી મોટો ઉકેલ પણ બની શકે છે. આ અભ્યાસ દર્શાવે છે કે જો આપણે જળ વ્યવસ્થાપન યોગ્ય રીતે કરીએ, તો પર્યાવરણને બચાવવાની સાથે-સાથે કાર્બન ઉત્સર્જન પણ ઘટાડી શકીએ છીએ. આ માટે માત્ર આંતરરાષ્ટ્રીય સંધિઓ પૂરતી નથી સાથે, આપણા ઘર સુધીના નાના-નાના પ્રયાસો, તેમજ મેન્ગ્રોવ્સના જંગલોનું રક્ષણ, વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ, આબોહવા અનુકૂળ ખેતી અને ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ જેવા વ્યવહારુ ઉકેલો અપનાવવા અત્યંત જરૂરી છે. આબોહવા પરિવર્તન માનવીય જરૂરિયાતો માટે મૂળભૂત રીતે પાણીની ઉપલબ્ધતા, ગુણવત્તા અને જથ્થાને નોંધપાત્ર રીતે અસર કરે છે જેનાથી કરોડો લોકોના જળ અને સ્વચ્છતાના અધિકારો જોખમમાં મુકાઇ છે. જળ વ્યવસ્થાપન દ્વારા આબોહવા પરિવર્તન અનુકૂલન અને શમન ટકાઉ વિકાસ અને વૈશ્વિક લક્ષ્યાંકો હાંસલ કરવા માટે અત્યંત જરૂરી છે.

૧. પ્રસ્તાવના:

આબોહવા પરિવર્તનની અસરો આપણે વધુ વકરતા પૂર, દરિયાની સપાટીમાં થતા વધારા, સંકોચાતા હિમક્ષેત્રો, દાવાનળ અને દુષ્કાળ દ્વારા અનુભવીએ છીએ. જોકે, પાણી આબોહવા પરિવર્તન સામે લડી પણ શકે છે. ટકાઉ જળ વ્યવસ્થાપન સમાજ અને નિવસનતંત્રની પ્રતિકારક ક્ષમતા વધારવા તથા કાર્બન ઉત્સર્જન ઘટાડવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા નિભાવે છે. જેમાં વ્યક્તિગત અને ઘરગથ્થુ સ્તરે લેવામાં આવતા પગલાં અત્યંત મહત્વપૂર્ણ સાબિત થઈ શકે છે. (Water and Climate Change, n.d.) આબોહવા પરિવર્તનની નીતિઓમાં સામાન્ય રીતે બે અભિગમ હોય છે: 'અનુકૂલન' એટલે કે બદલાતી આબોહવા સામે ટકી રહેવું અને 'શમન' એટલે કાર્બન ઉત્સર્જન ઘટાડવું. જળ વ્યવસ્થાપન એ એક એવું ક્ષેત્ર છે જે બંને કામ એકસાથે કરે છે. દાખલા તરીકે, ભેજવાળી જમીન (Wetlands) નું સંરક્ષણ પૂર સામે પ્રતિકારક ક્ષમતા આપે છે, અને તે જ સમયે મોટા પ્રમાણમાં કાર્બન શોષીને ઉત્સર્જન પણ ઘટાડે છે. આબોહવા પરિવર્તન જેવી વૈશ્વિક સમસ્યા માટે ઘણીવાર એવી ધારણા કરવામાં આવે છે કે માત્ર આંતરરાષ્ટ્રીય સંધિઓથી જ ઉકેલ આવશે. પરંતુ વ્યક્તિગત અને ઘરગથ્થુ સ્તરે લેવામાં આવતા પગલાં જેમ કે, લાખો ઘરોમાં પાણીનો બગાડ અટકે છે ત્યારે તેને પંપ કરવા કે શુદ્ધ કરવા વપરાતી લાખો યુનિટ વીજળી અને પરિણામે કોલસાનું દહન આપોઆપ બચી જાય છે, જે આબોહવા એક્શનનું શ્રેષ્ઠ ઉદાહરણ છે.

ઔધોગિક ક્રાંતિ બાદ ગ્રીનહાઉસ વાયુઓના ઉત્સર્જનમાં ઐતિહાસિક વધારો થયો છે, અને આબોહવા પ્રણાલીમાં માનવીય હસ્તક્ષેપને કારણે પૃથ્વીનું તાપમાન સતત વધી રહ્યું છે. માનવ સ્વાસ્થ્ય, ગ્રામીણ અને શહેરી વિકાસ, ખાદ્ય સુરક્ષા, ઉર્જા ઉત્પાદન અને ઔદ્યોગિક વિકાસ સંપૂર્ણપણે પાણી પર નિર્ભર રહે છે અને તેથી આબોહવા પરિવર્તનના કારણે આ ક્ષેત્રો પર સૌથી વધુ નકારાત્મક અસર પડે છે. (The United Nations World Water Development Report 2020, 2020)

૨. સાહિત્યની સમીક્ષા:

"Climate Change and Eutrophication: A Short Review" વિષય પર આધારિત આ સંશોધન પેપર આબોહવા પરિવર્તન અને યુટ્રોફિકેશન (પાણીમાં ફોસ્ફરસ અને નાઈટ્રોજન જેવા પોષક તત્વોનું પ્રમાણ વધવાથી લીલનો ખૂબ જ ઝડપથી અને મોટા પ્રમાણમાં વિકાસ થાય છે તેના કારણે પાણીમાં ઓક્સિજન ઘટી જઈને જળચર જીવો અને પાણીની ગુણવત્તાને નુકસાન થવાની પ્રક્રિયાને 'યુટ્રોફિકેશન' કહેવાય છે.) વચ્ચેના સંબંધની સમીક્ષા કરે છે. સંશોધનનો મુખ્ય હેતુ તાપમાન, વરસાદ, પવન અને સૂર્યપ્રકાશ જેવા આબોહવાકીય પરિબળો ભવિષ્યમાં જળ સંસાધનોની ગુણવત્તા પર કેવી નકારાત્મક અસરો કરશે તેનું વિશ્લેષણ કરવાનો હતો. (Nazari Sharabian et al., 2018)

ગ્લોબલ વોર્મિંગના કારણે પાણીનું તાપમાન વધે છે, જે 'સાયનોબેક્ટેરિયા' એટલે કે ભૂરા અને લીલા રંગની લીલના (Blue-green algae) વિકાસને વેગ આપે છે. ૨૫°C થી વધુ તાપમાન તેમના વિકાસ માટે સૌથી અનુકૂળ હોય છે. લીલનું આવરણ પાણીની સપાટી પર છવાઈ જવાથી પાણીમાં ભળેલા ઓક્સિજનનું સ્તર ઘટી જાય છે આ પરિસ્થિતિ પાણીને ઝેરી બનાવે છે અને પાણીની ગુણવત્તા ગંભીર રીતે અસર કરે છે. ઓક્સિજન ઘટવાથી અને પાણી ઝેરી બનવાથી માછલીઓ તથા અન્ય જળચર જીવોનું જીવન મુશ્કેલ બને છે, જે આખરે પાણીની સામાન્ય ઇકોસિસ્ટમની કામગીરીને સંપૂર્ણપણે ખોરવી નાખે છે. ગરમ પાણીને લીધે જળાશયોના તળિયે રહેલા કાંપમાંથી આંતરિક ફોસ્ફરસ વધુ ઝડપથી મુક્ત થાય છે અને પાણીની પોતાને શુદ્ધ કરવાની ક્ષમતા ઘટી જાય છે. (Nazari Sharabian et al., 2018)

વરસાદની અનિયમિતતા યુટ્રોફિકેશનને બે રીતે અસર કરે છે. અતિશય ભારે વરસાદને કારણે જમીનનું ધોવાણ વધવાથી ખેતરોમાંથી ખાતર અને અન્ય પ્રદૂષકો નદીઓ અને તળાવોમાં ભળે

છે. બીજી તરફ, દુષ્કાળ કે ઓછા વરસાદને કારણે જળાશયોમાં પાણીનું સ્તર ઘટવાથી પ્રદૂષકોનું પ્રમાણ વધી જાય છે અને ઓક્સિજનું સ્તર ઘટી જાય છે. (Nazari Sharabian et al., 2018)

પવનની ગતિ પાણીના ઉપરના અને નીચેના સ્તરોને મિશ્ર કરવાનું કાર્ય કરે છે. આ પ્રક્રિયાથી તળિયે જમા થયેલા પોષક તત્વો સપાટી પર આવે છે, જે લીલના વિકાસને વધુ પોષણ આપે છે. જોકે, પેપર એ પણ નોંધે છે કે અત્યંત તીવ્ર પવન લીલના જથ્થાને વિખેરીને તેની ખરાબ અસરો ઘટાડી પણ શકે છે. (Nazari Sharabian et al., 2018)

પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે સૂર્યપ્રકાશ જરૂરી હોય છે. પૂરતો સૂર્યપ્રકાશ, ગરમ પાણી અને પોષક તત્વોની હાજરી એકસાથે મળવાથી લીલનો ભયજનક રીતે વિકાસ થાય છે, જે આખી ઇકોસિસ્ટમને નુકસાન પહોંચાડે છે. (Nazari Sharabian et al., 2018)

માનવસર્જિત આબોહવા પરિવર્તન જળ સંસાધનોની ગુણવત્તાને સતત બગાડી રહ્યું છે. માત્ર બાહ્ય પ્રદૂષણ ઘટાડવું પૂરતું નથી, કારણ કે આબોહવાના બદલાવને કારણે જળાશયોની અંદર જ એવા ભૌતિક અને રાસાયણિક ફેરફારો થઈ રહ્યા છે જે યુટ્રોફિકેશનને પ્રોત્સાહન આપે છે. પેપર ભારપૂર્વક જણાવે છે કે નીતિ નિર્માતાઓએ ભવિષ્યની પેઢીઓ માટે જળ સંસાધનોને સુરક્ષિત કરવા આ પડકારો માટે તાત્કાલિક પગલાં લેવા જોઈએ. (Nazari Sharabian et al., 2018)

"Effect of climate change on water resources management: a review of the literature" વિષય પર આધારિત આ અભ્યાસનો મુખ્ય હેતુ આબોહવા પરિવર્તનની જળ સંસાધન વ્યવસ્થાપન પર પડતી અસરો અંગેના સાહિત્યની સમીક્ષા કરવાનો હતો. તેમાં અનુકૂલન અને શમન વ્યૂહરચનાઓને લગતા વૈજ્ઞાનિક વલણોને ઓળખવા માટે સંશોધકોએ ૨૦૦૯ થી ૨૦૨૫ના સમયગાળા દરમિયાન પ્રકાશિત થયેલા ૪૦ પીઅર-રિવ્યુડ સંશોધન લેખોનું વિશ્લેષણ કર્યું હતું. (Chivambo et al., 2025)

વિશ્વની વસ્તી ૨૧૦૦ સુધીમાં ૧૧.૨ અબજ થવાની અનુમાન છે. આ વસ્તી વધારો અને આબોહવા પરિવર્તન મળીને જળ વ્યવસ્થાપન માટે ગંભીર પડકારો ઊભા કરે છે, જ્યારે માનવ વપરાશ માટે ઉપલબ્ધ પાણીનું પ્રમાણ ઘટી રહ્યું છે બીજી તરફ, વિશ્વની જરૂરિયાતોને પહોંચી વળવા માટે આગામી ૧૦ વર્ષમાં ઉપલબ્ધ પાણીના ૧૬૦% થી વધુ પાણીની જરૂર પડશે. (Chivambo et al., 2025)

આબોહવા પરિવર્તન અને પાણી અંગેના સંશોધનોનું ભૌગોલિક વિતરણ અત્યંત અસમાન છે. કુલ અભ્યાસોમાંથી ૪૪.૧૨% સંશોધન યુરોપમાં અને ૨૫% એશિયામાં કેન્દ્રિત છે, જે દર્શાવે છે કે

વૈશ્વિક સ્તરે આબોહવા પરિવર્તનનો સામનો કરવા માટે એકસમાન પ્રગતિ થઈ રહી નથી. (Chivambo et al., 2025)

અસરકારક જળ વ્યવસ્થાપન માટે વૈજ્ઞાનિકો, નીતિ નિર્માતાઓ અને સ્થાનિક સમુદાયો વચ્ચે મજબૂત સહકાર હોવો અત્યંત આવશ્યક છે. અનુકૂલન અને શમનની વ્યૂહરચનાઓ ત્યારે જ સૌથી વધુ અસરકારક સાબિત થાય છે જ્યારે તે દરેક પ્રદેશની સામાજિક-પર્યાવરણીય વાસ્તવિકતાઓને ધ્યાનમાં રાખીને બનાવવામાં આવે છે. આબોહવા પરિવર્તનના સંદર્ભમાં સ્થાનિક અને સ્વદેશી જ્ઞાનનું મૂલ્યાંકન કરવું અને તેને વૈજ્ઞાનિક જ્ઞાનના પૂરક તરીકે સ્થાનિક વિકાસની વ્યૂહરચનાઓમાં સામેલ કરવું જોઈએ. વિવિધ દેશો વચ્ચેની આર્થિક અસમાનતાઓ અનુકૂલન વ્યૂહરચનાઓ લાગુ કરવાની તેમની ક્ષમતાને સીધી અસર કરે છે. આ અસમાનતા દૂર કરવા માટે આંતરરાષ્ટ્રીય સહકાર અને લક્ષ્યાંકિત આબોહવા ધિરાણની જરૂર છે. (Chivambo et al., 2025)

"Hydrosocial Connectivity and Water Footprint Governance from Andean Headwaters to Coastal Landscapes" વિષય પર આધારિત આ સંશોધન પેપર એન્ડીઝ પર્વતમાળાના જળ સ્ત્રોતો અને પશ્ચિમ-દક્ષિણ અમેરિકાના દરિયાકાંઠાના વિસ્તારો વચ્ચેના હાઇડ્રોસોશિયલ જોડાણનું વિશ્લેષણ કરે છે. તેનો મુખ્ય હેતુ આબોહવા પરિવર્તન અને પાણીની અછત વચ્ચે 'વોટર ફૂટપ્રિન્ટ મેનેજમેન્ટ' (WFM), જૈવવિવિધતાનું સંરક્ષણ અને સ્વદેશી સમુદાયોના જળ અધિકારોનું એકીકરણ કેવી રીતે કરવું તે તપાસવાનો હતો. આ લેખમાં સમીક્ષાત્મક અભ્યાસ કરવા માટે સંશોધકોએ વર્ષ ૨૦૦૦ થી ૨૦૨૫ સુધીના વૈજ્ઞાનિક સાહિત્ય, નીતિગત માળખાં અને સ્થાનિક સમુદાયોના કેસ સ્ટડીઝનું વિશ્લેષણ કર્યું હતું. (Areche et al., 2026)

હિમનદીઓનું પીગળવું, બિનકાર્યક્ષમ સિંચાઈ પદ્ધતિઓ અને ખાણકામને કારણે થતું પ્રદૂષણ એન્ડીઝમાં જળ સંકટ અને દરિયાકાંઠાના ભૂગર્ભજળમાં ખારાશ વધારવાના મુખ્ય કારણો છે. જળ સંકટ અને પ્રદૂષણને કારણે એન્ડીઝના જળચર જીવો અને પક્ષીઓ, જેમ કે જાયન્ટ એન્ડિયન દેડકો અને એન્ડિયન ફ્લેમિંગો ગંભીર જોખમમાં મુકાયા છે. (Areche et al., 2026)

પાણીના સચોટ વ્યવસ્થાપન માટે રિમોટ સેન્સિંગ, આર્ટિફિશિયલ ઇન્ટેલિજન્સ (AI), ઇન્ટરનેટ ઓફ થિંગ્સ (IoT), અને ડ્રોન ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ કરવાની હિમાયત કરવામાં આવી છે. આધુનિક વૈજ્ઞાનિક સાધનો જેમ કે રિમોટ સેન્સિંગની સાથે સ્થાનિક સ્વદેશી જ્ઞાનનો સમન્વય કરતું 'હાઇબ્રિડ ગવર્નન્સ મોડલ' અપનાવવું જરૂરી છે. આ પ્રકારનું એકીકૃત મોડલ માત્ર એન્ડીઝના

પર્વતીય પ્રદેશો પૂરતું સીમિત ન રહેતા, દરિયાકાંઠાના પ્રદેશોની લાંબા ગાળાની જળ સુરક્ષા અને પર્યાવરણીય સ્થિતિસ્થાપકતા માટે પણ અત્યંત આવશ્યક છે. (Areche et al., 2026)

૩. સંશોધનના હેતુઓ:

આ અભ્યાસના મુખ્ય હેતુઓ નીચે મુજબ છે:

- આબોહવા પરિવર્તનના કારણોનો અભ્યાસ કરવો.
- આબોહવા પરિવર્તન અને જળ વ્યવસ્થાપન વચ્ચેના સંબંધનો અભ્યાસ કરવો.
- આબોહવા પરિવર્તનના કારણે જળ સંસાધનોના વ્યવસ્થાપનમાં રહેલા પડકારોનો અભ્યાસ કરવો.
- જળ વ્યવસ્થાપન માટેના વ્યવહારુ અને ટકાઉ ઉકેલોનો અભ્યાસ કરવો.

૪. સશોધનની પધ્ધતિઓ:

આ સંશોધન લેખમાં રજૂ કરવામાં આવેલી માહિતી, તથ્યો અને વિશ્લેષણ મુખ્યત્વે ગૌણ માહિતી પર આધારિત છે. જેમાં આંતરરાષ્ટ્રીય પર્યાવરણીય સંસ્થાઓના સત્તાવાર અહેવાલો જેમ કે યુનાઈટેડ નેશન્સ - UN Water, પર્યાવરણ અને જળ વ્યવસ્થાપનને લગતા સંશોધન લેખો અને અધિકૃત વેબસાઇટ્સનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે.

આ એક વર્ણનાત્મક અને વિશ્લેષણાત્મક પ્રકારનો અભ્યાસ છે. તેમાં આબોહવા પરિવર્તન અને જળ વ્યવસ્થાપન વચ્ચેના કારણ-પરિણામના સંબંધને સમજવા માટે ગુણાત્મક અભિગમ અપનાવવાની સાથે જરૂરી આંકડાકીય માહિતીનો પણ ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે.

૫. જળ અને આબોહવા પરિવર્તન:

૫.૧ સંયુક્ત રાષ્ટ્રના સંદર્ભમાં જળ:

યુએન જનરલ એસેમ્બલી રિઝોલ્યુશન ૬૪/૨૯૨ (UN General Assembly Resolution 64/292) અનુસાર, "પાણીનો માનવ અધિકાર એ વ્યક્તિગત અને ઘરેલુ ઉપયોગ માટે સુરક્ષિત, પર્યાપ્ત, સ્વીકાર્ય, ભૌતિક રીતે સુલભ અને પોસાય તેવા પાણીનો સાર્વત્રિક અધિકાર છે." વધુમાં, યુએન પાણીને પૃથ્વી પરના તમામ જીવનના આધાર અને મૂળભૂત માનવ અધિકાર તરીકે જુએ છે. (UN. General Assembly (64th sess.: 2009-2010), 3)

યુએન "સુરક્ષિત અને સ્વચ્છ પીવાના પાણી અને સ્વચ્છતાના અધિકારને એક એવા માનવ અધિકાર તરીકે સ્વીકારે છે, જે જીવન અને તમામ માનવ અધિકારોના સંપૂર્ણ ઉપભોગ માટે આવશ્યક છે." (UN. General Assembly (64th sess.: 2009-2010), 3)

૫.૨ આબોહવા પરિવર્તનની વ્યાખ્યા:

"આબોહવા પરિવર્તન એટલે પૃથ્વીના સરેરાશ તાપમાન અને હવામાનના સ્વરૂપમાં લાંબા ગાળા માટે થતો નોંધપાત્ર અને કાયમી ફેરફાર." (Nations, n.d.)

"હવામાન રોજબરોજ બદલાતું રહે છે જેમ કે ક્યારેક વરસાદ, ક્યારેક તડકો, પરંતુ જ્યારે કોઈ પ્રદેશની ઋતુઓ કે વૈશ્વિક તાપમાનના ચક્રમાં દાયકાઓ કે સદીઓ સુધી સતત મોટા ફેરફારો જોવા મળે, ત્યારે તેને 'આબોહવા પરિવર્તન' કહેવાય છે."

આબોહવા પરિવર્તન એટલે વૈશ્વિક તાપમાનમાં અસામાન્ય વધારો અને પર્યાવરણીય ચક્રમાં લાંબા ગાળાના ફેરફારો, જે મુખ્યત્વે માનવસર્જિત ગ્રીનહાઉસ વાયુઓના ઉત્સર્જનનું પરિણામ છે. વાતાવરણમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડ, મિથેન અને નાઈટ્રસ ઓક્સાઈડનું પ્રમાણ છેલ્લા ૮,૦૦,૦૦૦ વર્ષોમાં સૌથી ઉચ્ચ સ્તરે પહોંચી ગયું છે. (The United Nations World Water Development Report 2020, 2020)

૫.૩ આબોહવા પરિવર્તનના કારણો:

ભૂતકાળમાં હવામાનના સ્વરૂપમાં આવતા ફેરફારો કુદરતી રીતે થતા હતા, જે સૂર્યની ગતિવિધિઓમાં થતા ફેરફારો અથવા મોટા જ્વાળામુખી ફાટવાને કારણે થાય છે. પરંતુ ૧૯મી સદીની ઔદ્યોગિક ક્રાંતિ પછી માનવીય પ્રવૃત્તિઓ તેનું મુખ્ય કારણ બની છે. જેનું પ્રાથમિક કારણ કોલસો, તેલ અને ગેસ જેવા અશ્મિભૂત ઇંધણનું દહન છે. અશ્મિભૂત ઇંધણને બાળવાથી ગ્રીનહાઉસ ગેસનું ઉત્સર્જન થાય છે, આ વાયુઓ પૃથ્વીની ફરતે વીંટળાયેલા એક ધાબળાની જેમ કામ કરે છે. અને પૃથ્વીની ગરમીને અંતરિક્ષમાં પાછી જતા રોકે છે. પરિણામે પૃથ્વીનું સરેરાશ તાપમાન વધે છે, જેને ગ્લોબલ વોર્મિંગ કહે છે. આનાથી હિમનદીઓ ઓગળવી, દરિયાની સપાટીમાં વધારો થવો, કમોસમી વરસાદ, અતિવૃષ્ટિ અને ગંભીર દુષ્કાળ જેવી વિકટ પરિસ્થિતિઓનું નિર્માણ થાય છે. (Nations, n.d.)

આબોહવા પરિવર્તન માટે જવાબદાર મુખ્ય ગ્રીનહાઉસ વાયુઓમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને મિથેનનો સમાવેશ થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, કાર ચલાવવા માટે પેટ્રોલ અને ડીઝલ વાપરવાથી આ વાયુઓ ઉત્પન્ન થાય છે. પ્રાણીઓને ચરાવવા માટે ઘાસ અને તથા સોયાબીન કે મકાઈ જેવા પશુઆહાર ઉગાડવા માટે વિશાળ જમીનની જરૂર પડે છે. આ જમીન મેળવવા માટે મોટા પાયે જંગલો કાપવામાં આવતા હોવાથી વૃક્ષોમાં સંગ્રહિત કાર્બન ડાયોક્સાઇડ વાતાવરણમાં મુક્ત થાય છે, ઉપરાંત, કાર્બન ડાયોક્સાઇડ સંગ્રહ કરવાના પૃથ્વી પરના સ્ત્રોતોમાં ઘટાડો થાય છે. જેનાથી

પૃથ્વીના તાપમાનમાં નોંધપાત્ર વધારો થાય છે. પશુપાલન દ્વારા મિથેન વાયુનું ઉત્સર્જન તેમજ તેલ અને ગેસની કામગીરી કાર્બન ઉત્સર્જનના મુખ્ય સ્ત્રોતો છે. ઊર્જા, ઉદ્યોગ, પરિવહન, બાંધકામ, કૃષિ અને પશુપાલન એ ગ્રીનહાઉસ વાયુઓ ઉત્પન્ન કરનારા મુખ્ય ક્ષેત્રો છે. (Nations, n.d.)

૫.૪ જળ અને આબોહવા પરિવર્તન વચ્ચેનો સંબંધ:

જળ અને આબોહવા પરિવર્તન એકબીજા સાથે ગાઢ રીતે સંકળાયેલા છે. બદલાતી હવામાનની ઘટનાઓ પાણીને વધુ દુર્લભ, વધુ પ્રદૂષિત બનાવી રહી છે. સમગ્ર જળચક્ર પરની આ અસરો ટકાઉ વિકાસ, જૈવવિવિધતા અને લોકોની જળ તથા સ્વચ્છતા સુધીની પહોંચને જોખમમાં મૂકે છે. પૂર અને દરિયાની સપાટીમાં થતો વધારો જમીન અને જળ સંસાધનોને ખારા પાણી અથવા મળમૂત્રથી દૂષિત કરી શકે છે, અને જળ તેમજ સ્વચ્છતાની માળખાગત સુવિધાઓ, જેવી કે જાહેર નળો, કૂવા, શૌચાલયો અને ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણની સુવિધાઓને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે. હિમનદીઓ અને હિમક્ષેત્રોમાં બરફ ઝડપથી પિગળવાથી નદીઓ અને દરિયાના જળ સ્તરમાં વધારો થઈ રહ્યો છે. ક્રાયોસ્ફિયર (પૃથ્વીની સપાટી પરનો એવો ભાગ જ્યાં પાણી ઘન સ્વરૂપમાં એટલે કે બરફ રૂપે હોય છે, જેમ કે ધ્રુવ પ્રદેશો અને ઊંચા પર્વતોના શિખરો) માં રહેલી અસ્થિરતા મેદાની વિસ્તારોમાં રહેતા લોકો માટે મીઠા પાણીના સંસાધનોના નિયમનને અસર કરે છે. (Water and Climate Change, n.d.)

દુષ્કાળ અને દાવાનળ સમુદાયિક વ્યવસ્થાને અસ્થિર કરી રહ્યા છે અને ઘણા વિસ્તારોમાં નાગરિક અશાંતિ (જ્યારે મૂળભૂત જરૂરિયાતોની અછતને કારણે સમાજમાં બળવો, હિંસા કે કાયદો અને વ્યવસ્થા તૂટી પડવાની સ્થિતિ ઊભી થાય) તથા સ્થળાંતરને ઉત્તેજન આપી રહ્યા છે. વનસ્પતિ અને વૃક્ષોના આવરણનો નાશ જમીનનું ધોવાણ વધારે છે અને ભૂગર્ભજળના રિચાર્જને ઘટાડે છે, જેનાથી પાણીની અછત અને વૈશ્વિક ખાદ્ય સુરક્ષામાં ઘટાડો થાય છે. (Water and Climate Change, n.d.) અત્રે નોંધવું ઘટે કે, અહીં ઉલ્લેખિત નાગરિક અશાંતિ અને સ્થળાંતર તેનું સીધું પરિણામ છે. દાખલા તરીકે, સીરિયાના આંતરવિગ્રહ પહેલાં ત્યાં ભયંકર દુષ્કાળ પડ્યો હતો, જેના કારણે ખેતી નષ્ટ થઈ અને લોકો શહેરો તરફ સ્થળાંતરિત થયા, જેણે આર્થિક તણાવ વધાર્યો અને અંતે યુદ્ધનું સ્વરૂપ લીધું હતું.

ખાદ્ય ઉત્પાદન માટે, ખાસ કરીને માંસ અને બાયોફ્યુઅલ તરીકે ઉપયોગમાં લેવાતા પાકો ઉગાડવા માટે થતી વધુ પાણી માંગી લેતી ખેતી, પાણીની અછતને વધુ ગંભીર બનાવી શકે છે. (Water and Climate Change, n.d.) અત્રે નોંધવું ઘટે કે, પાણીને જમીનમાંથી ખેંચવા અને શુદ્ધ

કરવા ઊર્જા જોઈએ; ઊર્જા પેદા કરવા માટે થર્મલ પાવર પ્લાન્ટ્સમાં પાણી જોઈએ; અને ખેત પેદાશ ઉગાડવા માટે આ બંને જોઈએ. જો આમાંથી કોઈ એક સંસાધનની પણ અછત સર્જાય, તો આખું અર્થતંત્રનું ચક્ર ભાંગી પડે છે. તેથી નીતિ-નિર્માણમાં આ ત્રણેય ક્ષેત્રોને અલગ-અલગ જોવાના બદલે એક સંકલિત નેટવર્ક તરીકે સંચાલિત કરવા અનિવાર્ય છે. આબોહવા પરિવર્તનની સીધી અસર જળ સંસાધનો પર પડે છે. જેમ કે,

- વરસાદની અનિયમિતતા, વધતું તાપમાન અને બાષ્પીભવનથી જમીનમાં ભેજ અને ભૂગર્ભજળના રિચાર્જમાં ઘટાડો થાય છે.
- વધતા તાપમાન અને પાણીમાં ઓક્સિજનના ઘટાડાને કારણે તાજા પાણીની ગુણવત્તા બગડે છે અને જળ પ્રદૂષણ વધે છે.
- હિમનદીઓ પીગળવાથી પર્વતીય પ્રદેશો અને તેની આસપાસના વિસ્તારોના જળ સંસાધનો પર લાંબા ગાળે માઠી અસર પડે છે. અને પૂર જેવી પરિસ્થિતિ સર્જાય છે.
- દુષ્કાળ અને પૂરના કારણે પાક નિષ્ફળ જવાથી ખાદ્ય સુરક્ષા જોખમાય છે, જેથી લાંબા ગાળે બાળકોમાં કુપોષણ વધે છે.
- દરિયાની સપાટી વધવાથી કિનારાના મીઠા પાણીના સ્ત્રોતોમાં ખારાશનું પ્રમાણ વધે છે. (*The United Nations World Water Development Report 2020*, 2020)

૫.૫ આબોહવા પરિવર્તનની વૈશ્વિક અસર:

આબોહવા પરિવર્તનને કારણે પૂર, દુષ્કાળ અને હીટવેવ જેવી ઘટનાઓની તીવ્રતામાં નોંધપાત્ર વધારો થયો છે. આ અસરોને સમજવા માટે નીચે મુજબની આંકડાકીય માહિતી અત્યંત મહત્વપૂર્ણ છે:

સયુક્ત રાષ્ટ્રના અહેવાલ મુજબ,

- છેલ્લા ૧૦૦ વર્ષમાં વૈશ્વિક પાણીનો વપરાશ ૬ ગણો વધ્યો છે અને વસ્તીવધારાને કારણે વાર્ષિક ૧% ના દરે પાણીની માંગ વધી રહી છે.
- વિશ્વમાં ૨.૨ અબજ લોકો પાસે સુરક્ષિત પીવાના પાણીનો અને ૪.૨ અબજ લોકો પાસે યોગ્ય સ્વચ્છતા સેવાનો અભાવ છે.
- વિશ્વના તાજા પાણીના કુલ વપરાશમાંથી ૬૯% હિસ્સો માત્ર ખેતી અને સિંચાઈમાં વપરાય છે.

- છેલ્લા ૨૦ વર્ષમાં પૂર અને દુષ્કાળના કારણે ૧.૬૬ લાખ લોકોના મોત થયા અને ૩ અબજ લોકો પ્રભાવિત થયા છે.
- ૧૯૯૫ થી ૨૦૧૫ના સમયગાળામાં જળ-સંબંધિત આપત્તિઓએ વૈશ્વિક સ્તરે અંદાજિત ૬૩૦૦ અબજનું આર્થિક નુકસાન કર્યું છે.
- વૈશ્વિક સ્તરે ૮૦% થી વધુ ગંદુ પાણી કોઈપણ પ્રકારની પ્રક્રિયા વિના પર્યાવરણમાં સીધું છોડવામાં આવે છે, જે ગ્રીનહાઉસ વાયુઓનો મોટો સ્ત્રોત છે.
- વર્ષ ૨૦૫૦ સુધીમાં ૫૭૦ થી વધુ શહેરોમાં રહેતા અંદાજે ૬૮.૫ કરોડ લોકો આબોહવા પરિવર્તનને કારણે તાજા પાણીની ઉપલબ્ધતામાં ઓછામાં ઓછા ૧૦% ના ઘટાડાનો સામનો કરશે.
- કૃષિ, અને જમીનનો ઉપયોગ વૈશ્વિક ગ્રીનહાઉસ ઉત્સર્જનમાં આશરે ૨૩% હિસ્સો ધરાવે છે.
- આબોહવા પરિવર્તન માત્ર પર્યાવરણને જ નહીં, પરંતુ માનવ સ્વાસ્થ્યને પણ ગંભીર નુકસાન પહોંચાડી રહ્યું છે. અહેવાલ મુજબ, જો હાલના ગ્રીનહાઉસ ઉત્સર્જનના વલણો ચાલુ રહેશે, તો આબોહવા પરિવર્તન ૨૦૩૦ સુધીમાં કુપોષણ, મેલેરિયા અને ઝાડા જેવા રોગોને કારણે વાર્ષિક ૨,૫૦,૦૦૦ મૃત્યુનું કારણ બની શકે છે.
- વધતા તાપમાનને કારણે મચ્છરો જેવા રોગવાહકોના સંવર્ધન માટે સાનુકૂળ વાતાવરણ મળે છે, જેનાથી મેલેરિયા અને ડેન્ગ્યુ જેવા રોગોનો ફેલાવો વધે છે. પૂર અને ભારે વરસાદને કારણે પીવાના પાણીના સ્ત્રોતો દૂષિત થવાથી કોલેરા અને ટાઇફોઇડનો ખતરો પણ વધે છે. (*The United Nations World Water Development Report 2020*, 2020)

૫.૬ આબોહવા પરિવર્તનની ભારત પર અસર:

ભારતીય ઉપખંડમાં આબોહવા પરિવર્તન, ચોમાસાની અનિયમિતતા અને તાપમાનમાં વધારો નોંધપાત્ર પડકારો ઊભા કરી રહ્યા છે. જેમ કે,

સયુક્ત રાષ્ટ્રના અહેવાલ મુજબ,

- ઉત્તર ભારતના સિંધુ-ગંગાના મેદાનોમાં સિંચાઈ માટે ભૂગર્ભજળના વધુ પડતા ઉપયોગને કારણે પાણીનું સ્તર ગંભીર રીતે નીચે ગયું છે.

- દક્ષિણ એશિયામાં અને હિમાલયના પ્રદેશોમાં બરફ ઝડપથી પીગળવાની ઘટનાને કારણે ભારતીય પ્રદેશોમાં લોકો માટે જરૂરી મોસમી પાણી પુરવઠા પર માઠી અસર થવાની સંભાવના છે.
- વધતા તાપમાન અને અનિયમિત વરસાદને કારણે ભારતમાં ખેતી પર નિર્ભર ગ્રામીણ ગરીબ વસ્તી અને નાના ખેડૂતો અન્ન સુરક્ષાના જોખમનો સામનો કરી રહ્યા છે.
- વર્ષ ૨૦૦૧ થી ૨૦૧૮ની વચ્ચે ભારતમાં જળ-સંબંધિત અનેક ભયંકર આપત્તિઓ નોંધાઈ છે, જેમાં ૧૬૦ મોટી પૂરની ઘટનાઓ અને ૨૫૪ અન્ય વિષમ હવામાન ઘટનાઓ સામેલ છે, જેણે લાખો લોકોને સામાજિક-આર્થિક અસર કરી છે. (*The United Nations World Water Development Report 2020*, 2020)

૬. ટકાઉ જળ વ્યવસ્થાપન માટે ભવિષ્યનો માર્ગ:

આબોહવા નીતિ નિર્માતાઓ એટલે કે સરકારના ઉચ્ચ અધિકારીઓ કે નિષ્ણાતો જે પર્યાવરણ અને આબોહવા પરિવર્તનને લગતા કાયદાઓ અને ભવિષ્યની યોજનાઓ બનાવે છે તેમણે પાણીને તેમની કાર્ય યોજનાઓના કેન્દ્રમાં રાખવું જોઈએ. ટકાઉ જળ વ્યવસ્થાપન પ્રતિકારક ક્ષમતા નિર્માણ કરીને, સ્વાસ્થ્યનું રક્ષણ કરીને અને લોકોના જીવ બચાવીને સમાજને આબોહવા પરિવર્તન સામે અનુકૂલન સાધવામાં મદદ કરે છે. તે નિવસનતંત્રોનું રક્ષણ કરીને અને પાણી તથા સ્વચ્છતા સુવિધાઓના પરિવહન અને શુદ્ધિકરણમાંથી થતા કાર્બન ઉત્સર્જનને ઘટાડીને આબોહવા પરિવર્તનનું શમન પણ કરે છે. (Water and Climate Change, n.d.)

સમુદાયો, ઉદ્યોગ, કૃષિ અને નિવસનતંત્રોની પાણીની જરૂરિયાતોને સંતુલિત કરવા માટે સરકારે રાષ્ટ્રીય સરહદોની સીમા-પાર (એક કરતાં વધુ દેશો વચ્ચેનો સહકાર, ખાસ કરીને જ્યારે ભૌગોલિક સંસાધનો રાજકીય સીમાઓ વટાવતા હોય) સહકાર સાધવો જોઈએ. (Water and Climate Change, n.d.) અહીં ઉલ્લેખનીય છે કે, નદીઓ અને ભૂગર્ભજળ રાજકીય સરહદોને ઓળખતા નથી (દા.ત. સિંધુ નદી ભારત અને પાકિસ્તાન વચ્ચે, અથવા નાઇલ નદી આફ્રિકાના અનેક દેશો વચ્ચે). જ્યારે સરહદોની સીમા-પાર સહકારની વાત આવે છે, ત્યારે તે જળ-કૂટનીતિનો નિર્દેશ કરે છે. ભવિષ્યમાં જો દેશો વચ્ચે જળ-વહેંચણી માટે મજબૂત આંતરરાષ્ટ્રીય કરારો નહિ હોય, તો તે જળ-યુદ્ધોમાં પરિણમી શકે છે.

રોકાણ આકર્ષવા, રોજગારીનું સર્જન કરવા અને સરકારોને તેમના જળ અને આબોહવા લક્ષ્યાંકો પૂર્ણ કરવામાં ટેકો આપવા માટે જળ સંસાધન વ્યવસ્થાપન હેતુ નવીન નાણાકીય

વ્યવસ્થાપન એટલે કે પ્રોજેક્ટ્સ માટે માત્ર પરંપરાગત સરકારી બજેટ કે કરવેરા પર આધાર રાખવાને બદલે બજાર આધારિત નવા આર્થિક સ્ત્રોતો ઉભા કરવા જોઈએ. (Water and Climate Change, n.d.) અત્રે નોંધવું ઘટે કે, સરકારની તિજોરી પાસે આબોહવા પરિવર્તન સામે લડવા માટે પૂરતું ભંડોળ હોતું નથી. આથી, 'નવીન નાણાકીય વ્યવસ્થાપન' અંતર્ગત ખાસ જળ વ્યવસ્થાપન માટે ગ્રીન બોન્ડ્સ (Green Bonds), બ્લુ બોન્ડ્સ (Blue Bonds), કાર્બન ક્રેડિટ ટ્રેડિંગ (કાર્બન ક્રેડિટ ટ્રેડિંગ એ પર્યાવરણને નુકસાન પહોંચાડવા પર આર્થિક ખર્ચ નાખવાની અને પર્યાવરણને બચાવવા પર આર્થિક ફાયદો કરાવવાની એક વ્યવસ્થા છે) અને જાહેર-ખાનગી ભાગીદારી (Public-Private Partnership-PPP) જેવા નાણાકીય સાધનોનો ઉપયોગ અનિવાર્ય બને છે. આ સાધનો ખાનગી ક્ષેત્રની મૂડીને પર્યાવરણના રક્ષણ તરફ વાળે છે અને સાથે જ પર્યાવરણ-અનુકૂળ રોજગારીનું સર્જન કરે છે.

ટકાઉ, પરવડે તેવા અને વ્યાપક બનાવી શકાય તેવા જળ ઉકેલોમાં નીચેની બાબતો સામેલ છે:

૬.૧ કાર્બન સંગ્રહમાં સુધારો કરવો:

પીટલેન્ડ્સ એટલે એવી ભેજવાળી જમીન જ્યાં હજારો વર્ષોથી મૃત વનસ્પતિઓનો કચરો જમા થઈને એક ખાસ પ્રકારની માટી બની ગઈ હોય. જે કાર્બનનો શ્રેષ્ઠ સંગ્રાહક છે જે પૃથ્વીના તમામ જંગલો કરતા બમણો કાર્બન સંગ્રહિત કરે છે. મેન્ગ્રોવની જમીન પાર્થિવ જમીન (terrestrial soils- આપણી આસપાસ જે માટી જોઈએ છીએ, જેમાં આપણે ખેતી કરીએ છીએ અને જેના પર વૃક્ષો ઊગે છે, તે બધી જ ટેરેસ્ટ્રીયલ જમીન છે.) કરતા ત્રણ કે ચાર ગણો વધુ કાર્બન શોષીને સંગ્રહિત કરી શકે છે. આ પ્રકારના પર્યાવરણનું રક્ષણ અને વિસ્તરણ આબોહવા પરિવર્તન પર મોટી હકારાત્મક અસર કરી શકે છે. (Water and Climate Change, n.d.)

કુદરતી રક્ષણાત્મક આવરણો જેમ કે, મેન્ગ્રોવના જંગલો કે ભેજવાળી જમીન જે જમીનના ધોવાણ, દરિયાઈ તોફાનો કે પૂરની તીવ્રતાને ઘટાડીને માનવ વસાહતોનું રક્ષણ કરે છે. કારણ કે જંગલો પાણીના પ્રવાહને નિયંત્રિત કરવામાં મદદ કરે છે અને પૂરના મેદાનો, નદી કિનારાઓ અને દરિયાકાંઠાની જમીનને જકડી રાખે છે. (Water and Climate Change, n.d.) પરંપરાગત વહીવટમાં પૂર રોકવા માટે સિમેન્ટની મોટી દિવાલો (Gray Infrastructure) બનાવવામાં આવતી હતી. પરંતુ આધુનિક અર્થશાસ્ત્ર સાબિત કરે છે કે મેન્ગ્રોવ્સના જંગલો કે ભેજવાળી જમીનનો વિકાસ (Green Infrastructure) 'ખર્ચ-અસરકારક' પધ્ધતિ છે. તે માત્ર પૂર જ નથી રોકતા, પરંતુ

મત્સ્યોદ્યોગને પ્રોત્સાહન આપીને આર્થિક વળતર પણ આપે છે અને 'કાર્બન ક્રેડિટ્સ' દ્વારા આંતરરાષ્ટ્રીય ભંડોળ પણ આકર્ષી શકે છે.

૬.૨ વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ:

અસમાન વરસાદની વહેંચણી ધરાવતા પ્રદેશોમાં આંચકાઓ સામે પ્રતિકારક ક્ષમતા ઉભી કરવા અને ગરમીના સમયગાળા માટે પાણીનો પુરવઠો સુનિશ્ચિત કરવા માટે વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ ખૂબ ઉપયોગી છે. જે અંતર્ગત નાના પાયાના ઉપાય તરીકે છત પરથી પાણી એકત્ર કરવું અને જમીનનું ધોવાણ ઘટાડવા તેમજ ભૂગર્ભજળ રિચાર્જ વધારવા માટે વહેણને ધીમું પાડતા નાના નાના ચેક ડેમનો સમાવેશ થાય છે. (Water and Climate Change, n.d.)

૬.૩ આબોહવા અનુકૂળ કૃષિ અને ખાદ્ય સુરક્ષા:

કૃષિની એવી પદ્ધતિ જેમાં ઉત્પાદન વધારવાની સાથે સાથે આબોહવા પરિવર્તન સામે પ્રતિકારક ક્ષમતા કેળવવામાં આવે અને ગ્રીનહાઉસ ગેસનું ઉત્સર્જન ઘટાડવામાં આવે છે. જેમાં જમીનમાં ભેજ જાળવી રાખવાની ક્ષમતા વધારવા માટે કાર્બનિક દ્રવ્યો સુધારવાની સંરક્ષણ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ જેમ કે, ટપક સિંચાઈ, લણણી પછીના નુકસાન અને ખોરાકના બગાડને ઘટાડવો, અને જૈવિક કચરાને બાયોફ્યુઅલ અથવા બાયોગેસના સ્ત્રોતમાં રૂપાંતરિત કરવો જોઈએ. (Water and Climate Change, n.d.)

આબોહવા પરિવર્તનની સૌથી ગંભીર અસર ખેતી પર થઈ રહી છે, ત્યારે આબોહવા અનુકૂળ કૃષિને એક ઉકેલ તરીકે દર્શાવવામાં આવ્યું છે. આબોહવા અનુકૂળ કૃષિના મુખ્ય ત્રણ ઉદ્દેશ્યો છે: કૃષિ ઉત્પાદકતા અને આવકમાં ટકાઉ વધારો કરવો, આબોહવા પરિવર્તન સામે સ્થિતિસ્થાપકતા કેળવવી, અને ગ્રીનહાઉસ વાયુઓના ઉત્સર્જનમાં ઘટાડો કરવો જોઈએ. (The United Nations World Water Development Report 2020, 2020)

કેટલીક અસરકારક આબોહવા-અનુકૂળ કૃષિ પદ્ધતિઓ નીચે મુજબ છે:

- જમીનમાં ખેડાણ ઓછું કરવું અને પાકની વિવિધતા જાળવવી જોઈએ. આ પદ્ધતિ જમીનમાં ભેજ જાળવી રાખે છે અને કાર્બન સંગ્રહ કરવામાં મદદ કરે છે. ઉપરાંત, આબોહવાને અનુરૂપ બિયારણોનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ.
- ડીઝલ કે પેટ્રોલ પંપને બદલે સૌર ઉર્જા સંચાલિત પંપનો ઉપયોગ કરવો, જેનાથી કાર્બન ઉત્સર્જન ઘટે છે. (*The United Nations World Water Development Report 2020*, 2020)

૬.૪ બિનપરંપરાગત જળ સંસાધનો અને પ્રકૃતિ આધારિત ઉકેલો:

ભવિષ્યમાં પીવાના અને વપરાશના પાણીની અછતને પહોંચી વળવા માત્ર નદીઓ કે ભૂગર્ભજળ પર નિર્ભર રહેવું પૂરતું નથી. પરંતુ કેટલાક વૈકલ્પિક સ્ત્રોતો પર આપવો જોઈએ. જેમ કે,

- વપરાશ કરેલ ગંદા પાણી જેવા જળ સંસાધનોને શુદ્ધ કરીને તેનો સુરક્ષિત પુનઃઉપયોગ સિંચાઈ, ઔદ્યોગિક અને મ્યુનિસિપલ હેતુઓ માટે થઈ શકે છે. સલામત રીતે વ્યવસ્થાપિત ગંદુ પાણી એ પાણી, ઊર્જા, પોષક તત્વો અને અન્ય પુનઃપ્રાપ્ત કરી શકાય તેવી સામગ્રીનો એક પરવડે તેવો અને ટકાઉ સ્ત્રોત છે. (*Water and Climate Change*, n.d.)
- ગંદા પાણીને ટ્રીટમેન્ટ પ્લાન્ટ દ્વારા શુદ્ધ કરીને ખેતી કે ઔદ્યોગિક વપરાશમાં લેવું એ એક મોટો ઉકેલ છે. ઉદાહરણ તરીકે, નામીબિયાના વિન્ડહોક શહેરમાં છેલ્લા ૫૦ વર્ષથી ગંદા પાણીને શુદ્ધ કરીને તેનો પુનઃઉપયોગ સીધો પીવાના પાણી તરીકે સુરક્ષિત રીતે થઈ રહ્યો છે. (*The United Nations World Water Development Report 2020*, 2020) અહીં, ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગનની જે વાત છે. આ 'લિનિયર ઇકોનોમી' (Take-Make-Dispose એટલે કે વાપરો અને ફેંકી દો) નો અંત છે. પુનઃઉપયોગ (Circular Economy) મોડેલ હેઠળ, એક પ્રક્રિયાનો કચરો (ગંદુ પાણી) એ બીજી પ્રક્રિયાનો કાચો માલ (સિંચાઈ કે ઊર્જા માટેનો સ્ત્રોત) બની જાય છે. આનાથી નવા સંસાધનો કાઢવાનો ખર્ચ બચે છે અને અર્થતંત્ર 100% 'ઝીરો-વેસ્ટ' ની દિશામાં આગળ વધે છે.
- ખારા પાણીને મીઠું બનાવવાની પ્રક્રિયા ભલે વધુ ઊર્જા માંગી લેતી હોય, પરંતુ નવીનીકરણીય ઊર્જા જેમ કે સૌર કે પવન ઊર્જાના ઉપયોગથી તેને પર્યાવરણને અનુકૂળ બનાવી શકાય છે. ભારત જેવા દેશોમાં દરિયાકાંઠાના જળાશયો પણ વિકસાવવામાં આવી રહ્યા છે. (*The United Nations World Water Development Report 2020*, 2020)
- જંગલો અને ભેજવાળી જમીનોને (વેટલેન્ડ્સ - ભીની કે ભેજવાળી જમીન જે તળાવ, નદી કે દરિયા કિનારે જોવા મળે છે.) પુનર્જીવિત કરવી જોઈએ. આશ્ચર્યજનક રીતે, ભેજવાળી જમીનો જંગલો કરતાં બમણો કાર્બન સંગ્રહિત કરે છે, જે ગ્લોબલ વોર્મિંગ ઘટાડવામાં સીધી મદદ કરે છે. (*The United Nations World Water Development Report 2020*, 2020)

૬.૫ ભૂગર્ભજળનો યોગ્ય ઉપયોગ:

ઘણી જગ્યાએ, ભૂગર્ભજળનો વધુ પડતો ઉપયોગ થાય છે અને તે પ્રદૂષિત છે; અન્ય સ્થળોએ તેનો જથ્થો અજ્ઞાત સ્વરૂપમાં છે. ભૂગર્ભજળની શોધખોળ, રક્ષણ અને ટકાઉ ઉપયોગ એ આબોહવા પરિવર્તન સામે અનુકૂલન સાધવા અને વધતી જતી વસ્તીની જરૂરિયાતોને પહોંચી વળવા માટે મહત્વપૂર્ણ છે. (Water and Climate Change, n.d.)

૬.૬ વિષમ હવામાન ઘટનાઓનું વ્યવસ્થાપન:

જળ સંબંધિત વિષમ હવામાનની ઘટનાઓ જેમ કે પૂર અને દુષ્કાળનો સામનો કરવા માટે માળખાગત અને નીતિગત એમ બંને પ્રકારના પગલાં સૂચવવામાં આવ્યા છે.

- જળાશયો અને બંધને આબોહવા પરિવર્તનની અનિશ્ચિતતાઓ સામે ટકી શકે તે રીતે ડિઝાઇન કરવા જોઈએ.
- શહેરોને એવી રીતે વિકસાવવા જોઈએ જેથી ખુલ્લી જગ્યાઓ પૂરના પાણીને એકઠું કરી શકે અને તેને ભૂગર્ભમાં ઉતારી શકે.
- આધુનિક સોશિયલ મીડિયા અને મોબાઈલ ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ કરીને પૂર કે દુષ્કાળની સચોટ અને સમયસર માહિતી લોકો સુધી પહોંચાડવી જોઈએ, જેથી જાનહાનિ ટાળી શકાય.
- ભારત સહિતના એશિયન દેશો માટે સેટેલાઇટ ડેટા આધારિત Index-based flood insurance યોજનાઓ અસરકારક સાબિત થઈ શકે છે, જે ખેડૂતોને પૂરના નુકસાન સામે ઝડપી વળતર આપે છે. (*The United Nations World Water Development Report 2020*, 2020)

૬.૭ નવીનીકરણીય ઉર્જા:

ઉર્જા ક્ષેત્ર આબોહવા પરિવર્તનના શમનમાં કેન્દ્ર સ્થાને છે. વિશ્વના માનવસર્જિત ગ્રીનહાઉસ વાયુઓના ઉત્સર્જનમાંથી આશરે બે-તૃતીયાંશ (૨/૩) હિસ્સો ઉર્જા ઉત્પાદન અને તેના વપરાશમાંથી આવે છે. આથી,

- સૌર અને પવન ઉર્જા જેવી નવીનીકરણીય ઉર્જાનો ઉપયોગ વધારવો એ એક શ્રેષ્ઠ વિકલ્પ છે, કારણ કે તેમાં પાણીની જરૂરિયાત ખૂબ જ ઓછી હોય છે અને તેનો ખર્ચ અશ્મિભૂત બળતણની સરખામણીમાં ઓછો આવે છે.
- જળવિદ્યુત પ્રોજેક્ટ્સ આબોહવા પરિવર્તનના શમનમાં ભૂમિકા ભજવે છે, પરંતુ જળાશયોમાંથી થતા બાષ્પીભવન અને ગ્રીનહાઉસ વાયુઓના ઉત્સર્જન તેમજ પર્યાવરણીય અસરોને ધ્યાનમાં રાખીને તેની ટકાઉપણું ચકાસવું જરૂરી બને છે.

- પાણીના પુનઃઉપયોગ અને કાર્યક્ષમતા વધારીને ઉદ્યોગો માટે પાણીની અછત નિવારી શકાય છે. (*The United Nations World Water Development Report 2020*, 2020)

૬.૮ જળ-ઉર્જા-અન્ન-પર્યાવરણનું આંતરજોડાણ:

કોઈ એક ક્ષેત્રમાં લેવાયેલા પગલાંની અસર અન્ય ક્ષેત્રો પર પણ પડે છે. જેમ કે,

- પાણીના ઉપયોગ માટે ઉર્જાની જરૂર પડે છે જેમ કે પમ્પિંગ અને શુદ્ધિકરણ માટે. તેથી, પાણીના વપરાશમાં ઘટાડો કરવાથી ઉર્જાની માંગ ઘટે છે અને ગ્રીનહાઉસ વાયુઓનું ઉત્સર્જન પણ ઘટે છે.
- વૈશ્વિક સ્તરે ૮૦% થી વધુ ગંદુ પાણી સીધું પર્યાવરણમાં છોડાય છે, જે ગ્રીનહાઉસ વાયુઓનો સ્ત્રોત છે. ગંદા પાણીની ટ્રીટમેન્ટ કરવાથી તેમાંથી બાયોગેસ ઉત્પન્ન કરી શકાય છે, જેનો ઉપયોગ ટ્રીટમેન્ટ પ્લાન્ટ ચલાવવા માટે થઈ શકે છે.
- અન્નનો બગાડ ઘટાડવાથી પણ ખેતીમાં વપરાતા પાણી અને ઉર્જાની મોટી બચત થઈ શકે છે, કારણ કે વૈશ્વિક તાજા પાણીનો ૬૯% હિસ્સાનો ખેતીમાં વપરાશ થાય છે. (*The United Nations World Water Development Report 2020*, 2020)

૬.૯ આબોહવા ધિરાણ અને આર્થિક પાસાં:

જળ સંસાધનો અને સ્વચ્છતા માટે વર્તમાન નાણાકીય ભંડોળ અપૂરતું છે. વર્ષ ૨૦૧૬માં આબોહવા ધિરાણનો ૯૩.૮% હિસ્સો શમન પ્રોજેક્ટ્સને મળ્યો હતો, પરંતુ તેમાંથી જળ વ્યવસ્થાપનના પ્રોજેક્ટ્સનો હિસ્સો ૧% થી પણ ઓછો હતો. આબોહવા ધિરાણ મેળવવું સ્પર્ધાત્મક અને મુશ્કેલ છે. ભંડોળ મેળવવા માટે પ્રોજેક્ટ્સ બેન્કેબલ હોવા જોઈએ, એટલે કે તે પ્રોજેક્ટ્સ સ્પષ્ટપણે આબોહવા પરિવર્તનના કારણો અને અસરોને સંબોધતા હોવા જોઈએ. (The United Nations World Water Development Report 2020, 2020)

૬.૧૦ જળ શાસન અને વહીવટ:

આબોહવા પરિવર્તન અને જળ વ્યવસ્થાપન બંને માટે દેખરેખ અને સંકલન જરૂરી છે. જળ વ્યવસ્થાપનમાં સરકારી વિભાગો વચ્ચે સંકલનનો અભાવ મોટો પડકાર છે. નિર્ણય લેવાની પ્રક્રિયામાં લોકોની ભાગીદારી વધારવી જોઈએ. ખાસ કરીને સામાજિક રીતે સંવેદનશીલ અને ગરીબ વર્ગ, મહિલાઓ, લઘુમતીઓ અને ગ્રામીણ વિસ્તારોના લોકોને આપત્તિઓ સમયે સૌથી વધુ નુકસાન થાય છે, તેથી નીતિઓ તેમના હિતને ધ્યાનમાં રાખીને ઘડાવી જોઈએ. (The United Nations World Water Development Report 2020, 2020)

૬.૧૧ ટેકનોલોજીકલ નવીનતા:

આબોહવા પરિવર્તનની અસરોને સમજવા અને વ્યવસ્થાપન માટે નવીન ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ અનિવાર્ય છે.

- સેટેલાઇટ દ્વારા પૃથ્વીનું નિરીક્ષણ વરસાદ, બાષ્પીભવન, બરફનું આવરણ અને ભૂગર્ભજળના સ્તરને માપવામાં મદદરૂપ થાય છે.
- પાણીના વપરાશને માપવા માટે વાયરલેસ સેન્સર અને ડેટાના વિશ્લેષણ માટે બિગ ડેટા એનાલિટિક્સનો ઉપયોગ ઝડપથી વધી રહ્યો છે.
- પૂરની આગાહી અને પૂર્વ ચેતવણી પ્રણાલીમાં નાગરિકોની ભાગીદારી અને સ્માર્ટફોન આધારિત ક્રાઉડસોર્સિંગ મહત્વનો ફાળો આપી રહ્યા છે. (*The United Nations World Water Development Report 2020*, 2020)

૭. તારણો:

- પાણી માત્ર આબોહવા પરિવર્તનનો ભોગ નથી બની રહ્યું, પરંતુ તે આ વૈશ્વિક સંકટ સામે લડવાનું આપણું સૌથી મોટું સાધન પણ છે. જ્યાં સુધી નીતિ-નિર્માતાઓ પાણીને કેન્દ્રમાં રાખીને ભવિષ્યનું આયોજન નહીં કરે, ત્યાં સુધી આબોહવા પરિવર્તન સામે લડવું મુશ્કેલ થશે. ગ્રીન ઇન્ફ્રાસ્ટ્રક્ચર વિકસાવવા માટે નવા આર્થિક રોકાણો (જેમ કે ગ્રીન બોન્ડ્સ, બ્લૂ બોન્ડ્સ, કાર્બન ક્રેડિટ ટ્રેડિંગ), બે પ્રદેશો વચ્ચે જળ-સહકાર અને 'વાપરો અને ફેંકી દો' ની નીતિ છોડીને ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ જેવી પધ્ધતિ અપનાવવી પડશે.
- પાણી એ આબોહવા પરિવર્તન સામે લડવાનું એકમાત્ર સૌથી શક્તિશાળી માધ્યમ છે. કૃષિમાં આધુનિક ટેકનોલોજીનો સમન્વય, સ્વાસ્થ્ય માળખાની મજબૂતી અને બિનપરંપરાગત જળ સ્ત્રોતોનો સ્વીકાર કરીને આપણે ભવિષ્યના જળ સંકટને ટાળી શકીએ છીએ અને ટકાઉ વિકાસના લક્ષ્યાંકોને વાસ્તવિકતામાં ફેરવી શકીએ છીએ.
- આબોહવા પરિવર્તન સામે લડવા માટે પાણી એ માત્ર એક સમસ્યા નથી, પરંતુ તે ઉકેલનો એક મહત્વપૂર્ણ અને સક્રિય ભાગ છે. જળ સંસાધનોનું સુવ્યવસ્થિત સંચાલન, જંગલો અને વેટલેન્ડ્સનું સંરક્ષણ, આબોહવા-અનુકૂળ ખેતી પદ્ધતિઓ, તેમજ ગંદા પાણીનો સુરક્ષિત પુનઃઉપયોગ ગ્રીનહાઉસ વાયુઓનું ઉત્સર્જન ઘટાડવામાં સીધો ફાળો આપી શકે છે. પેરિસ કરાર અને ટકાઉ વિકાસ લક્ષ્યાંકો (SDGs) ને સફળતાપૂર્વક સિદ્ધ કરવા માટે જળ સુરક્ષા

અને આબોહવા પરિવર્તનની નીતિઓનું એકીકરણ કરવું અનિવાર્ય છે, જેથી ભવિષ્યની પેઢીઓ માટે એક સુરક્ષિત અને ટકાઉ વિશ્વનું નિર્માણ કરી શકાય.

- ગુજરાતીમાં કહેવત છે ને કે, "ટીંપે-ટીંપે સરોવર ભરાય". એ જ ન્યાયે, આપણા ઘરમાં પાણીનો બગાડ અટકાવીને બચાવેલું એક નાનકડું ટીપું પણ વીજળી બચાવે છે અને સરવાળે વૈશ્વિક કાર્બન ઉત્સર્જન ઘટાડવામાં પોતાનો મોટો ફાળો આપે છે. પ્રકૃતિ અને જળનું રક્ષણ કરીશું, તો જ પૃથ્વી પર સજીવ સૃષ્ટિનું અસ્તિત્વ ટકશે.

સંદર્ભ સૂચિ:

- Areche, F. O., Araujo Reyes, L. D., Estrada-Ayre, P. C., Basualdo-Garcia, P. E., Enriquez-Ochoa, A., Porras-Sarmiento, S., Palacios-Mucha, M. L., & Yaulilahua-Huacho, R. (2026). Hydrosocial Connectivity and Water Footprint Governance from Andean Headwaters to Coastal Landscapes. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, *14*(3), 1–35. https://doi.org/10.13044/j.sdewes.d14.0721
- Chivambo, J. M. F., Bonde, F., Chichava, I., Abuchir, J., Cuinica, S., & Muhala, V. (2025). Effect of climate change on water resources management: A review of the literature. *Urban, Planning and Transport Research*, *13*(1), 2504488. https://doi.org/10.1080/21650020.2025.2504488
- Nations, U. (n.d.). *What Is Climate Change?* United Nations. United Nations. Retrieved August 26, 2026, from https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change
- Nazari Sharabian, M., Ahmad, S., & Karakouzian, M. (2018). Climate Change and Eutrophication: A Short Review. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, *8*(6), 3668–3672. https://doi.org/10.48084/etasr.2392
- *The United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change*. (2020). UNESCO. https://doi.org/10.54679/ULUD7700
- UN. General Assembly (64th sess. : 2009-2010) (Ed.). (3). *The human right to water and sanitation: Resolution*. UN. https://digitallibrary.un.org/record/687002
- Water and Climate Change. (n.d.). UN-Water. Retrieved June 19, 2026, from https://www.unwater.org/water-facts/water-and-climate-change