ઇન્દિરા ગાંધી
નેશનલ ઓપન યુનિવર્સિટી

ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર
ઓપન યુનિવર્સિટી

F.Y. B.A.
ફરજિયાત વિષય

F.Y. B.Com.
BCHEN 107

માનવ પર્યાવરણ

વિભાગ

3

માનવ પ્રવૃત્તિઓ અને પર્યાવરણ - II

એકમ 10

વાતાવરણીય પ્રદૂષણ 7

એકમ 11

જળ પ્રદૂષણ 30

એકમ 12

ભૂમિ અવક્રમણ 53

એકમ 13

જોખમી રાસાયણિક અવશિષ્ટ 70

Course Design Committee

Prof S.Z.Qasim (Chairman)
Vice-Chancellor
Jamia Millia Islamia, New Delhi

Mr. K.P. Geetakrishnan
Secretary
Ministry of Environment & Forests
New Delhi

Prof. Nadira Khan
Allama Iqbal Open University
Islamabad

Prof. T.N. Khoshoo
Tata Energy Research Institute
New Delhi

Dr. S.W.Kotagama
Sri Lanka Open University
Sri Lanka

Prof. M.N.Palsane
Department of Psychology
University of Poona

Prof. Moonis Raza
Ex-Vice-Chancellor
University of Delhi

Prof. C.K. Varshney
School of Environmental Sciences
Jawaharlal Nehru University
New Delhi

Faculty Members, School of Sciences IGNOU
Prof. Shakti R. Ahmed
Late Prof. S.C.Goel
Dr. S.S. Hasan
Prof. R.N.Mathur
Dr. (Mrs.) S.M. Raza
Ms. Bano Saidullah

Block Preparation Team

Prof. T.R.Rao (Editor)
Department of Zoology
University of Delhi

Dr. K.C. Agrawal
Department of Botany
Dungar College, Bikaner

Dr. D.C Das
Director (TE)
Ministry of Environment & Forests
New Delhi

Prof. M. Habibullah
School of Life Sciences
Jawaharlal Nehru University
New Delhi

Dr. K.P. Nyati
Director, PC Cell
National Productivity Council
New Delhi

Prof S.Z.Qasim
Vice Chancellor
Jamia Millia Islamia
New Delhi

Dr. S.P.Sinha
Department of Geography
Kurukshetra University

Faculty Members, IGNOU
School of Sciences

Prof. (Mrs.) Shakti R. Ahmed
Dr. Amrita Asthana
Dr. Kailash Mandhan
Dr. Masood Parveez

School of Humanities

Dr. S.P. Kamra, Dr. R.Nandiyal, Prof. G.S. Rao — *Language Editors*

Division of Distance Education
Dr. S.S.Panda (Format Editor)
Ms Neera Kapoor (Course Co-ordinator)

Production

Mr. Balakrishna Selvaraj
Registrar (PPD)
IGNOU

July, 1991

© *Indira Gandhi National Open University, 1992*

ISBN-81-7091-840-5

All rights reserved. No part of this work may be reproduced in any by mimeograph or any other means, without permission in writing from the Indira Gandhi National Open University.

આ પુસ્તિકામાંની અભ્યાસ-સામગ્રી મૂળે ઇન્દિરા ગાંધી નેશનલ ઓપન યુનિવર્સિટી,
નવી દિલ્હી દ્વારા તૈયાર કરાવવામાં આવી છે. તેની સંમતિથી
ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી (અમદાવાદ)એ
તેનો ગુજરાતી અનુવાદ કરાવી આ પુસ્તિકા પ્રસિદ્ધ કરી છે.

Printed at : Navjivan Mudranalaya, Ahmedabad - 380 014.

અનુવાદ :

પ્રો. વાય.પી.પાઠક	ભૂગોળ વિભાગ એલ.ડી.આર્ટસ કૉલેજ નવરંગપુરા અમદાવાદ.

પરામર્શ (વિષય) :

પ્રો.એ.બી.વોરા	એમ/૪, લેઇક વ્યુ એપાર્ટમેન્ટ વસ્ત્રાપુર અમદાવાદ.

પરામર્શ (ભાષા) :

ડૉ. બકુલાબેન ત્રિવેદી	૯, રમણનગર સોસાયટી, મણિનગર ક્રોસિંગ પાસે, અમદાવાદ.

સંપાદન અને સંયોજન :

શ્રી જી.એન.ગૌસાઈ	નિયામક ડૉ.બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી અમદાવાદ - ૩૮૦ ૦૦૩.
શ્રી એસ.એચ.બારોટ	મદદનીશ કુલસચિવ ડૉ.બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી અમદાવાદ - ૩૮૦ ૦૦૩.

પ્રકાશક
કુલસચિવ, ડૉ.બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી,
સરકારી બંગલા નંબર - ૯, ડફનાળા, શાહીબાગ, અમદાવાદ - ૩૮૦ ૦૦૩. ફોન : ૨૮૬૯૬૯૦
© સર્વ હક સ્વાધીન. આ પુસ્તિકાના લખાણ યા તેના કોઈ પણ ભાગને
ડૉ.બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી, અમદાવાદની લેખિત સંમતિ વગર
મિમિયોગ્રાફી દ્વારા યા અન્ય કોઈ પણ રીતે પુનઃમુદ્રિત કરવાની મનાઈ છે.

વિભાગ 3 માનવપ્રવૃત્તિઓ અને પર્યાવરણ - II

જીવોને ટકી રહેવા માટે પર્યાવરણીય કુદરતી પ્રક્રિયાઓ અતિ આવશ્યક છે. અને તે પર્યાવરણના વિભિન્ન ઘટકોના પુનઃકચરાના તેમજ પુર્નઃચક્ર નવીનીકરણ ઉપર આધાર છે. મુખ્યત્વે માનવપ્રવૃત્તિઓ કુદરતી પ્રક્રિયાઓમાં હસ્તક્ષેપ કરે છે. વર્તમાન પરિપ્રેક્ષ્યમાં આ હસ્તક્ષેપથી પેદા થતી પર્યાવરણીય અસરોને સમજવી અતિ આવશ્યક થઈ પડે છે. આપણે ન ફક્ત સંશોધનોનું પરીક્ષણ જ કરવું પડશે, પરંતુ તેના પુનઃભરણ તથા નવિનીકરણ કરવાનું પણ શીખવું પડશે. પર્યાવરણની કાર્યશૈલી બાબતે વિસ્તીર્ણ સભાનતાથી ઘણું બધું કરી શકાય છે. આ વિભાગ યા દિશામાં એક પ્રયત્ન છે.

અગાઉના વિભાગમાં તમે પર્યાવરણ-અવનતિ વિષે શીખ્યા છો. નિર્વનીકરણ, રણીકરણ, અતિચરાણ, અતિશય સિંચાઈ, શહેરી હવા-ગુણવત્તાની અવનતિ, વન્યજીવનનો નાશ અને અતિવસ્તી વાર્તાને અર્ધી પૂરક બને છે. હવા, જળ અને ભૂમિ પ્રદૂષણની સમસ્યાઓ તથા જોખમી અપ-રસાયણોના નિકાલ-સંબંધી સમસ્યાઓને આ વિભાગમાં પ્રકાશમાં આણી છે.

ઈ. સ. 1984ની ભોપાલ દુર્ઘટના આજદિન સુધીના ઈતિહાસની સૌથી દારૂણ પર્યાવરણીય દુર્ઘટના હતી, આ દુર્ઘટનાએ લોકોનું ધ્યાન હવા પ્રદૂષણ તરફ દોર્યું હતું. એકમ 10માં હવા પ્રદૂષણના સ્રોતો અને પ્રકારોનું વર્ણન કરવામાં આવ્યું છે. તેમાં હવા પ્રદૂષકોના જૈવિક તેમજ અજૈવિક ઘટકો પર થતી અસરો બતાવી છે. હવા પ્રદૂષકોની માત્રાને વધારનાર વિભિન્ન કુદરતી ઘટનાઓનું પણ વર્ણન કરવામાં આવ્યું છે.

ઘરેલુ, કૃષીય તેમજ ઔદ્યોગિક પ્રવૃત્તિઓ માટે જરૂરી 'પાણી' એક મહત્ત્વપૂર્ણ સંસાધન છે. પાણીમાં ઉમેરાતાં કે ભળતાં પ્રદૂષકો ઘણી બીમારીઓ માટેનું કારણ બની શકે છે અને પાણીની ગુણવત્તામાં ઓછપ આવે છે. તેનાથી આર્થિક મુશ્કેલીઓ પણ ઊભી થાય છે. એકમ 11માં જળપ્રદૂષણના મુખ્ય સ્રોતો, તેમની અસરો અને તેમની ક્રિયાવિધિ અન્વયે વિસ્તારપૂર્વક દર્શાવ્યું છે.

ભૂમિ-ફળદ્રુપતા માનવજાતિની અસ્તિત્વતાને માટે અત્યંત મહત્ત્વપૂર્ણ છે. તેના ભૂમિઅવક્રમણ માટે સઘન ખેતી, નિર્વનીકરણ, ઉત્પનન અને વિકાસીય પરિયોજનાઓ કારણભૂત છે. એકમ 12માં જમીન-ઘસારો અને ભૂમિઅવક્રમણ વિશેની ચર્ચા કરવામાં આવી છે. આ એકમમાં ભૂમિ પુનરુદ્ધારના વિભિન્ન ઉપાયોનું સંક્ષિપ્ત વર્ણન પણ કરવામાં આવ્યું છે.

ઔદ્યોગિક અવશિષ્ટ રસાયણોનો બેદરકારીથી કરેલ નિઃસ્રાવ માનવી માટે ભયંકર પરિણામ લાવી શકે છે. એકમ 13માં આપત્તિજનક અવશિષ્ટ રસાયણોના વિભિન્ન સ્રોતો તથા તેમના સ્વરૂપ વિશે અને તેમના સુરક્ષિત રૂપે થતી નિવારણની પદ્ધતિઓનું વર્ણન કરવામાં આવ્યું છે.

આ ને વાંચ્યા પછી તમે

- પર્યાવરણના ભૌતિક ઘટકોમાં આવતા પરિવર્તનોને માનવપ્રવૃત્તિઓ સાથે સાંકળી શકશો.
- ગ્રીનહાઉસ અસરો, એસીડ વર્ષા, ઓઝોનસ્તરમાં ઘટાડો (અપક્ષય), અતિપોષણ અને નાઈટ્રોસમીનિયાનાં કારણોને સમજાવી શકશો.
- હવા, પાણી અને ભૂમિ જેવાં પર્યાવરણના ભૌતિક ઘટકોમાં પ્રદૂષકોનાં પથદર્શક રેખાચિત્રો બનાવી શકશે.
- સલામત પદ્ધતિઓ દ્વારા આપત્તિજનક અવશિષ્ટ રસાયણોના અપવ્યયની વિવિધ રીતોની તુલના કરી શકાશે.
- સંભવિત આપત્તિજનક રસાયણોનું જીવન-આધાર તંત્રોમાં બેદરકારીથી કરેલ વિસર્જનથી પેદા થતી મુશ્કેલીઓનાં કારણો બતાવી શકશો.

એકમ 10 : વાતાવરણીય પ્રદૂષણ

રૂપરેખા

10.1 પ્રસ્તાવના

ઉદ્દેશો

10.2 વાતાવરણીય બંધારણ

10.3 હવા-પ્રદૂષકોના પ્રકારો

10.3.1 કુદરતી પ્રદૂષકો

10.3.2 પ્રાથમિક પ્રદૂષકો

10.3.3 દ્વિતીયક પ્રદૂષકો

10.4 કેટલાક મુખ્ય હવા-પ્રદૂષકો

10.4.1 સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ

10.4.2 નાઇટ્રોજન-ઓક્સાઇડ

10.4.3 હાઇડ્રોકાર્બન્સ

10.4.4 કાર્બન મોનોક્સાઇડ

10.4.5 કાર્બન ડાયોકસાઇડ

10.4.6 સીસા પ્રદૂષણ

10.4.7 નિલંબિત પરમાણુ કણ-પદાર્થ

10.4.8 ધૂમ્રપાન

10.4.9 રેડિયોધર્મિતા રેડિયો એક્ટિવિટી

10.4.10 ધ્વનિ પ્રદૂષણ

10.5 હવા-પ્રદૂષણ પર ભૂ-ભૌતિકીય અસરો

10.5.1 ભૂગોળ

10.5.2 આબોહવા

10.5.3 હવામાન

10.5.4 પવન

10.6 અ-જૈવિક તંત્ર પર પ્રદૂષણની અસરો

10.6.1 આબોહવાકીય અસરો

10.6.2 ક્ષયધર્મી અને જમીન-પ્રદૂષણ પ્રભાવ

10.6.3 ઓઝોન-અવક્ષય-ઘટાડો

10.7 જૈવિક તંત્ર પર પ્રદૂષણની અસરો

10.7.1 વનસ્પતિઓ પર

10.7.2 પ્રાણીઓ પર

10.8 સારાંશ

10.9 અંતિમ કસોટી / સ્વાધ્યાય

10.10 જવાબો

10.1 પ્રસ્તાવના

આ પહેલાંના વિભાગમાં તમે અભ્યાસ કરી ગયા છો કે માનવપ્રવૃત્તિઓ પર્યાવરણને કેવી રીતે અસર કરે છે. તમે એ પણ જોયું કે એકબાજુ સઘન કૃષિવિકાસ અને બીજી બાજુ ઝડપી શહેરીકરણની સાથે ઔદ્યોગીકરણે કુદરતી તથા જૈવિક સંસાધનોનો ખાત્મો બોલાવી દીધો છે. આજે આપણા કુદરતી સંસાધનો, જમીન, જળ અને વાતાવરણ વધુ પ્રમાણમાં પ્રદૂષિત થઈ ગયાં છે.

આ એકમમાં અમે તમને વાતાવરણીય પ્રદૂષણ તથા હવા-પ્રદૂષકોના વિભિન્ન સ્રોતો, તેમની પ્રકૃતિ તથા પ્રાણી અને વનસ્પતિ જીવન પર તેમની નુકસાનકારક અસરો વિષે ચર્ચા કરીશું. આ પછીના એકમમાં આપણે જળ-પ્રદૂષણ, જમીન-પ્રદૂષણ તથા રેડિયોધર્મી અવક્ષેપ અને તેના નિકાલસંબંધી સમસ્યાઓનો અભ્યાસ કરીશું.

ઉદ્દેશો

આ એકમનો અભ્યાસ કર્યા પછીથી તમે :

- પર્યાવરણ પરિવર્તનની સાથે માનવ હસ્તક્ષેપ સંબંધી જાણી શકશો.
- વિભિન્ન કુદરતી અને માનવરચિત પરિબળો કે જેનાથી હવા-પ્રદૂષણ થાય છે તે સમજી શકશો.
- (ગ્રીનહાઉસ ઇફેક્ટ), તેજાબી એસિડ વરસાદ (એસિડ રેઇન), ઓઝોન અવક્ષય અને પ્રકાશ રાસાયણિક ધુમ્મસનાં કારણો અને અસરોને સમજાવી શકીશું.
- હવા પ્રદૂષકોથી થતું ક્ષારણ ક્ષયધર્મી અને જમીન-પ્રદૂષણ-અસરોની યાદી તથા તેનાં ઉદાહરણ આપી શકીશું, અને
- સજીવોના જીવન-વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ પર હવા પ્રદૂષણની હાનિકારક અસરોને બતાવી શકીશું.

10.2 વાતાવરણીય બંધારણ

વાતાવરણ એ જુદી જુદી માત્રામાં આવેલા વાયુઓનું મિશ્રણ છે. એમાં 78% નાઇટ્રોજન, 21% ઑક્સિજન તથા લગભગ 1.0% ઑર્ગન અને અન્ય નિષ્ક્રિય વાયુઓ હોય છે. આ ઉપરાંત વાતાવરણના અન્ય મહત્ત્વપૂર્ણ સંઘટક કાર્બન ડાયોક્સાઇડ છે, જેનું પ્રમાણ 0.1% થી 0.3% સુધી હોય છે. આની માત્રાનો ફરક મુખ્યત્વે દહન અને પ્રકાશસંશ્લેષણ ક્રિયાને લીધે હોય છે. અન્ય વાયુઓ જેવા કે – સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ, નાઇટ્રોજન ડાયોક્સાઇડ, ઓઝોન વગેરે ઘણા ઓછા પ્રમાણમાં જોવા મળે છે. વરાળ (જળબાષ્પ) પણ એક મહત્ત્વપૂર્ણ સંઘટક છે જે એક પ્રદેશથી બીજા પ્રદેશમાં ભિન્ન ભિન્ન પ્રમાણમાં હોય છે.

જો આપણે વાતાવરણના રાસાયણિક સંઘટકો અને પૃથ્વી પર જીવનના અસ્તિત્વ પર નજર કરીએ તો આપણે જોઈશું કે વરાળની સાથે સાથે નાઇટ્રોજન, ઑક્સિજન અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડ વાતાવરણના મુખ્ય સંઘટકો છે, જે જીવન-પ્રક્રિયા સાથે જોડાયેલાં છે. નાઇટ્રોજન વાયુ, રાસાયણિક રીતે અમિશ્રિત સ્વરૂપની અપેક્ષાએ વધારે અક્રિયાશીલ હોય છે. સજીવોમાં આ એમિનો એસિડ તથા પ્રોટીનના સ્વરૂપે અસ્તિત્વ ધરાવે છે. જમીનમાં નાઇટ્રોજન, નાઇટ્રેટ અને એમોનિયમ સંયોજનના સ્વરૂપમાં રહેલો હોય છે.

સજીવો દ્વારા નાઇટ્રેટ અને એમોનિયમ લવણનું પરિપાચન થઈ જવું એક એવી મુખ્ય પ્રક્રિયા છે કે જેના દ્વારા આ કાર્બનિક નાઇટ્રોજન સજીવોમાં પ્રવેશ કરે છે. જો એકવાર નાઇટ્રોજન સજીવોમાં ભળે અથવા સ્થિર થઈ જાય તો તે આપમેળે ક્રમબદ્ધ પુનઃચક્રણ પામે છે. આ પ્રક્રિયાને 'નાઇટ્રોજન ચક્ર' કહે છે. તમે એકમ-4માં આનો વિસ્તૃત અભ્યાસ કરી ચૂક્યા છો.

આકાશમાં થતી વીજળીને લીધે (વિદ્યુત ક્રિયા) થયા પછી વાતાવરણીય નાઇટ્રોજન ઑક્સિજન સાથે પ્રક્રિયા કરે છે, જેનાથી નાઇટ્રોજનના ઑક્સાઇડ બને છે. જે વરસાદ કે હિમવર્ષા દ્વારા પૃથ્વી પર નાઇટ્રસ

અથવા નાઇટ્રિક એસિડ રૂપે આવે છે.

નાઇટ્રોજનની વિરુદ્ધ 'ઑક્સિજન' એક ઘણો જ અભિક્રિયાશીલ પદાર્થ છે. ઑક્સિજન, બધા જ સજીવોના જીવન માટે અનિવાર્ય હોય છે. હકીકતમાં ઉપાપચય (metabolism)ને એક સફળ ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયા માનવામાં આવે છે. શ્વસનક્રિયા દરમિયાન સજીવો – વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓ ઑક્સિજનને પોતાની અંદર લે છે તથા કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને જળબાષ્પ (વરાળ) બહાર કાઢે છે. વાતાવરણીય ઑક્સિજન વનસ્પતિઓ દ્વારા થતી પ્રકાશસંશ્લેષણ ક્રિયાના ફળસ્વરૂપે પરિણમે છે. વનસ્પતિઓ સૂર્યના પ્રકાશમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અંદર લે છે અને ઑક્સિજન બહાર કાઢે છે.

વાતાવરણમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડ જોકે નાઇટ્રોજન અને ઑક્સિજનના પ્રમાણમાં ઘણો ઓછો હોય છે, છતાં પણ જીવન માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. આહાર-શૃંખલા પ્રકાશસંશ્લેષણથી શરૂ થાય છે. જેમાં વનસ્પતિઓ સૂર્યપ્રકાશમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને પાણીનો ઉપયોગ કરે છે, જેથી સ્ટાર્ચ અને શર્કરા બને છે. વાતાવરણમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડના પ્રમાણનું પણ વૈશ્વિક તાપમાનને નિર્ધારણ કરવામાં મુખ્ય યોગદાન છે.

વાતાવરણમાં પણ જળબાષ્પ (વરાળ) હોય છે. જોકે જળની માત્રા તાપમાન પર આધારિત છે. તેથી આ જળમાત્રામાં વધુ કે પ્રમાણમાં બહુ ફેરફારો જોવા મળે છે. છતાં પણ વાતાવરણીય આર્દ્રતાનો લગભગ અર્ધો ભાગ પૃથ્વી-સપાટીથી એકથી દોઢ કિલોમીટરની ઊંચાઈએ રહેલો હોય છે. તથા ભૂ-સપાટીથી 10 કિલોમીટરની ઊંચાઈ પછી વાતાવરણમાં આર્દ્રતા ભાગ્યે જ જોવા મળે છે.

વાયુઓ અને વરાળ સિવાય વાતાવરણમાં સૂક્ષ્મ નક્કર કણો પણ હોય છે. આ કણો, નક્કર ધૂલીકણોના સ્વરૂપે દેખાય છે. ધૂલીકણોની ઉપત્તિ ભૂ-સપાટી પર જ થતી હોય છે, તેથી તે ભૂ-સપાટીથી વાતાવરણના મુખ્યત્વે 1.8 કિ.મી.ની ઊંચાઈ સુધી રહે છે. વાતાવરણ, ઉષ્મારોધી સ્તરનું કામ દિવસ-રાત કરે છે. ધ્વનિ-કંપન તથા ધ્વનિ-સંચરણ પણ વાતાવરણના અસ્તિત્વને કારણે શક્ય બને છે. વિશેષતઃ ખાસ કરીને વાતાવરણ વિના કોઈ સજીવો-વનસ્પતિ, પ્રાણીઓ તથા વરસાદ નહીં રહે અને ન તો ઋતુમાં કોઈ પરિવર્તન થશે. તેના વગર સૂર્યથી પૃથ્વી પર અતિ ઘાતક વિકિરણો પડશે. જેથી પૃથ્વી પર બધાને માટે પ્રતિકૂળ કે વિકટ પરિસ્થિતિઓ ઊભી થશે.

વાયુઓની માત્રા-ટકાવારી, સંપૂર્ણ વાતાવરણમાં ઓછામાં ઓછા 24 કિ.મી.ની ઊંચાઈ સુધી લગભગ સ્થિર હોય છે. પરંતુ આ વાત મોટાં નગરો અને ઔદ્યોગિક કેન્દ્રોની ચારે બાજુના વાતાવરણની બાબતમાં સાચી નથી. મોટાં નગરો અને ઔદ્યોગિક કેન્દ્રોમાં વિદ્યુતયંત્રો અને મોટરગાડીઓમાં ઇંધણ-દહન તથા મોટી સંખ્યામાં માનવ ગીચ-વસ્તીના પરિણામસ્વરૂપ કાર્બન ડાયોક્સાઇડમાં વધારો તથા ઑક્સિજનમાં ઘટાડો થાય છે.

બોધપ્રશ્નો - 1

(1) બતાવો : નીચેનાં વિધાનો સાચાં છે કે ખોટાં ?

(i) વિદ્યુતક્રિયા થતાં વાતાવરણીય નાઇટ્રોજન, ઑક્સિજન સાથે પ્રક્રિયા કરે છે, જેથી નાઇટ્રોજન ઑક્સાઇડ બને છે. તે પૃથ્વી પર વરસાદ અથવા હિમવર્ષા દ્વારા નાઇટ્રસ અથવા નાઇટ્રિક એસિડ સ્વરૂપે પહોંચે છે. [ ]

(ii) વનસ્પતિઓની પ્રકાશસંશ્લેષણ ક્રિયાના પરિણામસ્વરૂપે વાતાવરણીય ઑક્સિજન બને છે. [ ]

10.3 હવા-પ્રદૂષકોના પ્રકારો

વાતાવરણીય પ્રદૂષણ, પૃથ્વીના વાતાવરણની ગુણવત્તામાં એક અવાંછિત પરિવર્તન છે. જેનું કારણ જીવાશ્મ ઇંધણના બળવાથી વાયુઓનું નીકળવું, જ્વાળામુખીઓના પ્રસ્ફોટનથી રાખ અને વાયુઓનું નીકળવું, જંગલમાં લાગેલી આગથી ધુમાડો ઊઠવો અને જમીન-ધોવાણને કારણે રજકણોમાં પદાર્થોમાં વધારો થતો હોવાનું છે. વનસ્પતિઓની પર્ણો તથા વૃક્ષોના વિઘટનથી ઉત્પન્ન થતા બાષ્પીય સેન્દ્રિય સંયોજનો પરાગરજ તથા વનસ્પતિઓમાંથી નીકળતા સેન્દ્રિય પદાર્થો અને વિદ્યુત સ્ફુરણ પણ વાતાવરણને દૂષિત કરે છે.

હવે આપણે વિભિન્ન કારકોનો અભ્યાસ કરીશું જે હવા-પ્રદૂષણ કરે છે. સરળતા માટે હવા-પ્રદૂષકોને નીચે મુજબ ત્રણ પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે :

i) કુદરતી પ્રદૂષકો

ii) પ્રાથમિક પ્રદૂષકો

iii) દ્વિતીયક પ્રદૂષકો

10.3.1 કુદરતી પ્રદૂષકો

વીજળી પડવી, જંગલમાં આગ લાગવી, જંગલનો દવ, પરાગ રજકણોનું હવામાં વિખરાવું, જમીન-ધોવાણ થવું, જ્વાળામુખી પ્રસ્ફોટન થવું, વનસ્પતિઓ દ્વારા બાષ્પશીલ કાર્બનિક સંયોજનોનું નીકળવું, જૈવિક પદાર્થોનું વિઘટન થવું તથા કુદરતી રેડિયોધર્મિતાનું હોવું વગેરે, કુદરતી સ્રોતોમાંથી નીકળતાં પ્રદૂષકોને કુદરતી પ્રદૂષકો કહે છે. આ પ્રકારનું વાતાવરણીય પ્રદૂષણ થવું કોઈ નવી ઘટના નથી. આ પ્રકારનાં પ્રદૂષણ સંભવતઃ આપણી - આ પૃથ્વી જેટલી જ પુરાણી પ્રાચીન છે. આવાં પ્રદૂષકોને ખાળવા માટે પ્રકૃતિની પોતાની વ્યવસ્થા હોય છે. કોઈ પણ ભોગે કુદરતી સ્રોતોથી ઉત્પન્ન થતા પ્રદૂષકોનું કેન્દ્રિકરણ ઘણું કરીને ઘણું ઓછું હોય છે અને તેના પરિણામસ્વરૂપે કોઈ ગંભીર ક્ષતિ માઠી અસર કોઈ-કોઈ વાર જ થાય છે.

10.3.2 પ્રાથમિક પ્રદૂષક

કોઈ પ્રાથમિક પ્રદૂષકને એક હાનિકારક રસાયણ કુદરતી ઘટનાઓથી કે માનવીની પ્રવૃત્તિઓથી ઉત્પન્ન થઈને જે હવામાં બારોબાર ભળી જાય છે. ઉદાહરણ તરીકે જ્યારે કોલસો, કુદરતી વાયુ કે તેલ કે લાકડાં બાળવામાં આવે છે ત્યારે કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને કાર્બનમાંથી મોનોક્સાઇડ બને છે. મોટરગાડીઓમાંથી પણ ભારે પ્રમાણમાં કાર્બન મોનોક્સાઇડ નીકળે છે. તે બધા વાયુઓ વાતાવરણમાં પ્રવેશ કરે છે. તેની અન્ય મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રદૂષક સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ (SO_2) છે. જે વિદ્યુતશક્તિ (ઇલેક્ટ્રિક પાવરહાઉસમાંથી સંચાલિત યંત્રોમાં) કોલસો તથા ગંધકવાળું અશુદ્ધ ખનીજતેલના દહનથી નીકળી અને વાતાવરણમાં ભળી જાય છે. અન્ય પ્રાથમિક પ્રદૂષક નાઇટ્રોજન ઑક્સાઇડ, હાઇડ્રોકાર્બન અને નિલંબિત રજકણો હોય છે.

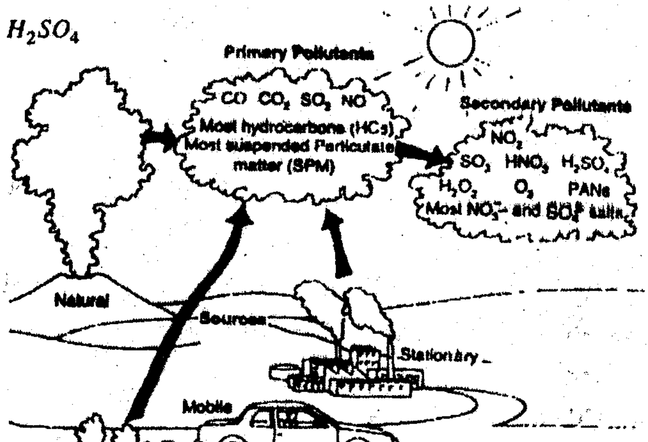
10.3.3 દ્વિતીયક પ્રદૂષકો

દ્વિતીયક પ્રદૂષકો બે અથવા તેથી વધુ ઘટકોની વચ્ચે થતી હાનિકારક ક્રિયાના ફળસ્વરૂપે પરિણમે છે. ઉદાહરણ તરીકે - સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ પ્રાથમિક પ્રદૂષક છે અને તે વાતાવરણમાં ઑક્સિજન સાથે પ્રક્રિયા કરે છે જેથી દ્વિતીયક પ્રદૂષક સલ્ફર ટ્રાય-ઑક્સાઇડ (SO_3) બને છે.

$$2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$$

તે પછી સલ્ફર ટ્રાય-ઑક્સાઇડ, વાતાવરણમાં જલબાષ્પ(વરાળ)ની સાથે પ્રક્રિયા કરી સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ (H_2SO_4) નાં ટીપાં બનાવે છે જે દ્વિતીયક પ્રદૂષક (આકૃતિ 10.1) છે.

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$



આકૃતિ 10.1 : પ્રાથમિક અને દ્વિતીયક હવા-પ્રદૂષકો

બોધપ્રશ્નો - 2

(1) દ્વિતીયક પ્રદૂષકો કોને કહે છે ? નીચે આપેલી જગ્યામાં સમજાવો.

....

....

....

....

10.4 કેટલાંક મુખ્ય હવા-પ્રદૂષકો

મુખ્ય હવા-પ્રદૂષકો એ છે કે જે વિશિષ્ટ માત્રામાં ઉત્પન્ન થાય છે અને સ્વાસ્થ્ય તથા અન્ય પર્યાવરણીય જોખમ સંકટ રૂપે છે. અહીં આપણે કેટલાંક મુખ્ય હવા-પ્રદૂષકોનું વર્ણન કરીશું.

10.4.1 સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ

સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ પર્યાવરણીય હાનિકારક અસર પહોંચાડે છે. તે વિદ્યુત શક્તિસાધનો, જે કોલસાનો ઇલેક્ટ્રિક પાવર પ્લાન્ટ્સમાં ઉપયોગ કરે છે, વાતાવરણમાં સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ ઉત્સર્જન કરવામાં વ્યાપક દૃષ્ટિએ દોષિત છે.

સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ સ્વયં જ વનસ્પતિઓ તેમજ પ્રાણીઓ માટે હાનિકારક છે. તે વાતાવરણમાં ઓઝોન, હાઇડ્રોજન પેરા ઑક્સાઇડ કે વરાળની સાથે પણ પ્રક્રિયા કરી શકે છે, જેથી સલ્ફયુરિક ઍસિડ (H_2SO_4) બને છે. સલ્ફયુરિક ઍસિડ બધા તેજ ઍસિડો પૈકી એક છે. તે ચૂના પથ્થર તથા ધાતુઓને સંક્ષારિત ધોવાણ કરે છે. તથા કાપડમાં પણ કાણાં પાડી દે છે. તે શ્વસનતંત્ર માટે પણ ખતરનાક છે. સલ્ફયુરિક ઍસિડને 'ઍસિડ વર્ષા'(તેજાબી વરસાદ)ના મુખ્ય ઘટક હોવાને લીધે એક અત્યંત ઝેરી તથા ખતરનાક હવા-પ્રદૂષકના સ્વરૂપે માનવામાં આવે છે. તમે આ એકમના આગળના પરિચ્છેદોમાં ઍસિડ વર્ષાના વિષયમાં હજી વધારે વિસ્તૃત અભ્યાસ કરશો.

સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ સૌથી વધારે વિદ્યુતશક્તિ સાધનોમાં વપરાતા કોલસાના દહનથી નીકળે છે, તેથી વાતાવરણમાં સલ્ફર ડાયોક્સાઇડના ઉત્સર્જન પર નિયંત્રણ રાખવું કે ઊર્જાનું ઉત્પાદન તેમજ તેનો વપરાશ અને તેના માટે વપરાતા કોલસાની ગુણવત્તા ઉપર આધારિત છે.

10.4.2 નાઇટ્રોજન-ઑક્સાઇડ

ઈંધણના ઊંચા તાપમાને થતી દહનક્રિયા દ્વારા નાઇટ્રોજન-ઓક્સાઇડ ઉત્પન્ન થાય છે. નાઇટ્રોજન, જે સામાન્ય નિષ્ક્રિય વાયુ છે -- ઊંચા તાપમાનની ઝપટમાં ઑક્સિજન સાથે ભળી જાય છે અને જો બહાર નીકળતા વાયુઓ શીઘ્ર ઠંડા થઈ જાય તો તે સંયુક્ત રીતે જ વાતાવરણમાં રહે છે.

સામાન્ય સ્થિતિમાં નાઇટ્રોજન-ઓક્સાઇડ તુલનાત્મક રીતે નુકસાનકારક હોતો નથી. તે મુખ્યત્વે વાહનો (મોટરગાડીઓ)ના ધુમાડા, વિદ્યુતયંત્રો, ઔદ્યોગિક વસાહતો, વ્યાપારી સંસ્થાઓ અને રહેઠાણો-સ્થળો દ્વારા વાતાવરણમાં ફેલાતા રહે છે. વાહનોમાંથી નીકળતા ધુમાડાથી ઘણી અધિક માત્રામાં નાઇટ્રોજન-ઓક્સાઇડ બહાર આવે છે જે કુલ માત્રા કે જથ્થાના લગભગ 50% હોય છે. વિદ્યુતયંત્રોથી લગભગ 33% નાઇટ્રોજન-ઓક્સાઇડ બને છે અને બાકીમાં ક્રમશઃ 12%, 14% અને 1% હોય છે. ભારતનાં શહેરોમાં ડીઝલથી ચાલતાં વાહનોથી લગભગ 90% નાઇટ્રોજન-ઓક્સાઇડ વાતાવરણમાં જાય છે.

વાતાવરણીય નાઇટ્રોજનનું ઊંચા તાપમાને ઑક્સિજનની સાથે સંયોજાઈ સર્વપ્રથમ નાઇટ્રિક ઑક્સાઇડ (NO) બને છે. ઊંચી સાંદ્રતાએ નાઇટ્રિક ઑક્સાઇડથી શ્વાસ લેવામાં અવરોધ પેદા થાય છે. તે પછી નાઇટ્રિક ઑક્સાઇડ, વાતાવરણીય ઓક્સિજનની સાથે સહેલાઈથી સંયોજાય છે, જેથી નાઇટ્રોજન ડાયોક્સાઇડ (NO_2) બને છે. નાઇટ્રોજન ડાયોક્સાઇડથી માનવીય શરીરમાં કેટલીય પ્રકારની બીમારી કે માંદગી આવી શકે છે. આ બીમારીઓ પેઢાંના સોજાથી માંડીને આંતરિક રક્તસ્રાવ, ન્યુમોનિયા, ફેફસાંના કેન્સર વગેરે સુધી આવી શકે છે.

10.4.3 હાઇડ્રોકાર્બન્સ

હાઇડ્રોકાર્બન્સ એવા સંયોજનો છે જે કાર્બન અને હાઇડ્રોજનથી બને છે. કેટલાક હાઇડ્રોકાર્બન્સ માનવી પર સીધી અસર કરે છે અને તેઓમાં કેન્સરજન્ય (Carcinogenic) હોય છે. અર્થાત્ કેન્સર પેદા કરનારા હોય છે. તે કોકના ઉત્પાદન તથા કોલસાની ખાણોની નજીક કચરાપટ્ટીના ઢગલાના અંદરો-અંદર સળગવા દરમિયાન અથવા કોલસાના અનુચિત સ્વરૂપે થતી દહનક્રિયા દરમિયાન ઉત્પન્ન થાય છે.

10.4.4 કાર્બન મોનોક્સાઇડ

કાર્બન મોનોક્સાઇડ (CO) વાહનોમાંથી નીકળતા પ્રદૂષકો પૈકી એક છે. વાહનોમાંથી જેટલું ઉત્સર્જન થાય છે. તેમાં 80% કાર્બન મોનોક્સાઇડ હોય છે. તે જ્વાળામુખીઓ તથા જંગલમાં લાગતી આગથી પણ કેટલાક પ્રમાણમાં ઉત્સર્જિત થાય છે. કાર્બન મોનોક્સાઇડ, ઇંધણના અપૂર્ણ દહનનું પરિણામ છે. કાર્બન મોનોક્સાઇડ, રક્તની ઓક્સિજન વહનક્ષમતાને ઓછી કરી દે છે. આ 1000 ppmથી વધુ સાંદ્રતાએ ઘાતક નીવડી શકે છે. તેથી બંધ ઓરડામાં કોલસો બાળી કામ કરવું ઉચિત હોતું નથી.

10.4.5 કાર્બન ડાયોક્સાઇડ

કાર્બન ડાયોક્સાઇડ (CO_2) જીવાશ્મ ઇંધણ, કાગળ, પાંદડાં, તમાકુ અને કાર્બનયુક્ત અન્ય સામગ્રીના બળવાથી ઉત્પન્ન થતો એક મૂળભૂત અંત્ય-પેદાશ છે. કાર્બન ડાયોક્સાઇડને તુલનાત્મક રીતે ઓછો હાનિકારક માનવામાં આવે છે. કારણ કે તેની સ્વાસ્થ્ય પર સીધી અસર પડતી નથી. પરંતુ તેની ઘણી-બધી મહત્વપૂર્ણ પ્રતિકૂળ અસરો પડે છે. તેનાથી અમ્લવર્ષા તથા 'ગ્રીનહાઉસ'(હરિતગૃહ) પર અસર પડે છે.

10.4.6 સીસા (સીસુ) પ્રદૂષણ

સીસુ એક રાસાયણિક પ્રદૂષક છે. જે વાહનોમાંથી નીકળતા ધુમાડા દ્વારા વાતાવરણમાં પ્રવેશ કરે છે. સીસુનો એક સંયોજન ટેટ્રાએથિલ સીસા(TEL)નો ઉપયોગ વાહનોના સરળ સંચાલન માટે પેટ્રોલ અથવા ગેસોલિનમાં અપસ્ફોટરોધી કારક તરીકે કરવામાં આવે છે. જો પેટ્રોલનો ઓક્ટેન દર ઓછો હોય તો ઇંધણ અને હવામિશ્રણ પોતાના નિયત સમય પહેલાં સળગી શકે છે અને ઇંધણના યોગ્ય સ્વરૂપના દહનમાં અવરોધ થઈ શકે છે તથા વિસ્ફોટ થઈ શકે છે. પરિણામે ગેસોલિનના ઓક્ટેન દરને ટેટ્રાએથિલ સીસુ દર લીટરે 0.3 અને 0.6 ગ્રામની વચ્ચે સાંદ્રિત અવસ્થામાં ભેળવીને વધારવામાં આવે છે. વિકસિત દેશોએ મોટાભાગે હવે ટેટ્રાએથિલ સીસાના અપસ્ફોટરોધક કારકના સ્વરૂપમાં થતો ઉપયોગ બંધ કર્યો છે અને ગેસોલીન(પેટ્રોલ)ના ઓક્ટેન દરને વધારવા માટે અન્ય પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવો શરૂ કરી દીધો છે. ચિંતા એ વાતની છે કે ભારતમાં આપણે હજી પણ સીસાયુક્ત ગેસોલીનનો જ ઉપયોગ કરી રહ્યા છીએ.

જે સીસુ મિશ્રિત હવા શ્વાસ દ્વારા અંદર જાય તે એનાથી કિડની, રુધિર અને યકૃત પર ખતરનાક અસર પડી શકે છે. આ પાણી અને ખાદ્ય પદાર્થોમાં ભળી 'સંચયી ઝેર' (Cumulative Poisoning) પેદા કરી શકે છે. ઉછરતાં બાળકોમાં તેની દૂરગામી અસરો પડે છે. બાળકોના શરીરમાં સીસાનું સ્તર વધી જવાથી તેમની બુદ્ધિ મંદ થઈ શકે છે. આથી, આ હવા પ્રદૂષણનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ઘટક બને છે.

10.4.7 નિલંબિત કણાકાર પદાર્થો

વાતાવરણમાં તરતા એવા અથવા લટકતા નાના નાના નક્કર કણ અને તરલ ટીપાંના કણાકાર પદાર્થ રૂપે રહેલા જણાય છે. વાતાવરણમાં તેના લટકતા રહેવાના નિર્ધારણનો આધાર તેના આકાર અને વિશેષ તો વજન પર રહેલો હોય છે. જે કેટલીક સેકંડોથી લઈને મહિનાઓ સુધી હોય છે. આ પ્રકારના કણાકાર પદાર્થો વધુ માત્રામાં એવાં (ઔદ્યોગિક) સ્થળોથી ઉત્સર્જિત થાય છે. જેમાં કોલસાનો ઉપયોગ ઇંધણ સ્વરૂપે કરવામાં આવે છે. આ હવા પ્રદૂષકો વાયુવિલય એરોસોલ્સ (aerosols) તરીકે પણ જાણીતા છે.

એરોસોલ, પૃથ્વીની ગુરુત્વાકર્ષણ શક્તિની અસરમાં હંમેશાં રહે છે. વાતાવરણમાં બે પ્રકારના એરોસોલ

હોય છે : પ્રથમ કુદરતી - જેવા કે ધુમ્મસ, બેક્ટેરિયા, બીજાણું, પરાગકણ વગેરે. સામાન્ય રીતે તેનાથી કોઈ પર્યાવરણીય પ્રદૂષણ થતું નથી. તેનો બીજો પ્રકાર-સિમેન્ટનો પાઉડર છે. કોલસાના બળવાથી ઉત્પન્ન રાખ, ચિમનીની રાખ, ક્વાર્ટ્ઝ અને એસ્બેટોસનો પાઉડર, તેલનો ધુમાડો, તમાકુનો ધુમાડો અને કિરણોત્સર્ગી એરોસોલ વિગેરે - જે મુખ્યત્વે માનવ-પ્રવૃત્તિઓથી ઉત્પન્ન થતા પ્રદૂષકો છે અને વાતાવરણ માટે લગાતાર ભયજનક બની રહે છે તથા ક્ષતિ પહોંચાડે છે.

10.4.8 ધૂમ્રપાન

ધૂમ્રપાનનો નિર્દેશ તમાકુનો ધુમાડો પીવા સાથે છે, પરંતુ એવા અન્ય પદાર્થો પણ છે કે જેમનો ધુમાડો પી શકાય છે. ઉદા. તરીકે : અફીણ, ધંતુરો અને અન્ય જડી-બુટ્ટીઓ.

સિગારેટ પીવાથી ઘણા રોગો થાય છે કારણ કે સિગારેટના ધુમાડામાં કેન્સરજન્ય તારકોલ (tars) મળી આવે છે. સિગાર અને પાઈપ પીવાથી કેન્સરજન્ય પીળા-ગાઢાં દ્રવ્યો, તારકોલની અસર તુલનાત્મક રીતે ઓછી હોય છે, કારણ કે જે તાપમાને તમાકુનો ધુમાડો પીવામાં આવે છે. તે પ્રમાણમાં નિમ્ન હોય છે. પ્રસ્તુત હાનિકારક અસરને કારણે ભારત સરકારે દેશના સિગારેટ ઉત્પાદકો માટે એક કાનૂની જોગવાઈ કરી છે કે તે સિગારેટના દરેક પેકેટ પર આ ચેતવણી છાપી કે "સિગારેટ પીવી સ્વાસ્થ્ય માટે હાનિકારક છે."

તે સિવાય આ વાત પણ નિશ્ચિત થઈ છે કે જે લોકો સિગારેટ પીતા નથી, તેમને જો ધુમાડાથી ભરેલા વાતાવરણમાં કામ કરવું પડે તો તેમને પણ ધુમાડાથી થતી સ્વાસ્થ્યની સમસ્યાનો સામનો કરવો પડે છે. અનેક ચેતવણી પછી પણ લોકો સિગારેટ પીએ છે. તેનાથી ભવિષ્યમાં ઘણીબધી સમસ્યાઓ ઊભી થવાની શક્યતા છે. સ્વાસ્થ્ય માટે સૌથી મોટી સમસ્યા એ છે કે તેના પ્રયોગથી ફેફસાં અને ગળાનું કેન્સર થઈ શકે છે. ધૂમ્રપાનથી સ્વાસ્થ્યસંબંધી અન્ય સમસ્યા હ્રદયરોગ છે. ઘણું કરીને સિગારેટ પીવાવાળાને સાધારણ ખાંસી થઈ જાય છે. જેનાથી પ્રદાહ (smokers cough) અને ઉધરસની બીમારી આવે છે. આ નિશ્ચિત છે કે મધ્યમ આયુ વર્ગના એ લોકો જે એક દિવસમાં 20 થી વધારે સિગારેટ પી જાય છે. એમાં બધા રોગોને ધ્યાનમાં રાખીએ તો સિગારેટ ન પીવાવાળાઓની અપેક્ષાએ મૃત્યુ-દર બમણો થઈ જાય છે.

છતાં પણ, સિગારેટ પીવાની ટેવ પર નિયંત્રણ કેવળ ઇચ્છાશક્તિથી જ થઈ શકે છે. કેટલીક બાબતોમાં સિગારેટના સ્થાને ચૂસવા યોગ્ય અરુચિકર ગળ્યા પદાર્થોનો પણ ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

10.4.9 રેડિયોવિકિરણ એક્ટિવિટી

તમે એ અવશ્ય જાણતા હશો કે રેડિયોધર્મી પદાર્થ, વિકિરણ ઉત્સર્જિત રીતે વિઘટિત થઈ જાય છે. ત્રણ પ્રકારનાં વિકિરણ જેવાં કે- આલ્ફા, બીટા અને ગામાની ઓળખ કરવામાં આવી છે. આ વિકિરણ જીવંત પેશીઓ સાથે આંતરક્રિયા-પ્રક્રિયા કરીને તેને નુકસાન કરે છે. વિકિરણના સ્રોત કુદરતી હોઈ શકે છે જેમાં અંતરિક્ષી કોસ્મીક કિરણો (cosmic) અને સ્થળીય (terrestrial) અર્થાત્ કૃત્રિમ કે માનવનિર્મિત બંને સામેલ છે. અંતરિક્ષી કિરણો વિકિરણનો પ્રાથમિક સ્રોત છે. જે અંતરિક્ષથી વાતાવરણમાં પ્રવેશ કરી દે છે. પ્રાથમિક વિકિરણ વાતાવરણમાં પ્રવેશ કરીને વાતાવરણમાં પરમાણુઓની સાથે આંતરક્રિયા કરી દ્વિતીયક વિકિરણ ઉત્પન્ન કરે છે.

સ્થળીય રેડિયો એક્ટિવિટી, પૃથ્વીની રેડિયોએક્ટિવ સામગ્રીથી ઉત્પન્ન થાય છે. આ વિકિરણ ઘણી મોટી માત્રામાં રેડિયોએક્ટિવ સામગ્રી જેવી - યુરેનિયમ, થોરિયમ, પ્લેટિનમ, પોટેશિયમ તથા કાર્બનથી બને છે. સ્ટ્રોન્સિયમ - 90, વનસ્પતિ તથા ડેરી પેદાશોમાં સમાવિષ્ટ થઈ જાય છે અને તે બાંધકામ સામગ્રી જેમ કે - ઈંટ તથા કોન્ક્રિટ વિગેરેમાં પણ ભળી જાય છે. આ તત્ત્વોના વિકિરણથી દીર્ઘકાલીન જોખમ છે. એવું માનવામાં આવે છે કે એ સામગ્રી પૃથ્વી પર પ્રારંભથી જ મોજૂદ છે.

તાજેતરના દસકામાં રેડિયોધર્મી સામગ્રીનો ઉપયોગ મોટા પ્રમાણમાં વીજળી ઉત્પન્ન કરવામાં સંશોધન તથા ઔષધીય પ્રયોજનો માટે કરવામાં આવ્યો છે. ઔદ્યોગિક અને સંશોધન એકમોને પરિરક્ષણ પદ્ધતિથી રાખવામાં આવ્યા છે તથા એમાં એટલા સુસ્પષ્ટ ઉપાયો નિર્ધારિત કર્યા છે કે 'પરમાણુભઠ્ઠી-ગર્ભ'

(reactor's core)ની બહાર વિકિરણ-સ્તર, ભયજનક-સ્તરથી ઘણું ઓછું હોય છે. તે સિવાય આ પરમાણુભઠ્ઠી રીએક્ટર એવી પદ્ધતિથી બનાવવામાં આવી છે કે તે પરમાણુ બોમ્બની જેમ ફાટી જતી નથી. વાસ્તવિક ભય, વિનાશકારી ઉદ્દેશ્યોને માટે જાણીબૂઝીને રેડિયોએક્ટિવ સામગ્રીનો ઉપયોગ કરવાથી રહે છે. જગત એ વિનાશને હજી સુધી ભૂલ્યું નથી. જે દ્વિતીય વિશ્વયુદ્ધની સમાપ્તિ થતાં થતાં હિરોશીમા અને નાગાસાકીમાં બે વિખંડન એટમ બોમ્બ(Atom Bomb)ના ઝીંકવાથી થયું હતું. વિભિન્ન સ્રોતો દ્વારા નીકળતાં વિકિરણોનું સ્તર નીચેથી સારણી 10.1માં આપવામાં આવ્યું છે.

સારણી 10.1 વિશિષ્ટ વિકિરણ સ્તર

મિલિરેમ / વર્ષ		મિલિરેમ / વર્ષ	
અંતરિક્ષી કિરણોથી	- 35	એક સમુદ્રતટથી બીજા સમુદ્ર તટ - જેટ ફ્લાઇટથી	- 5
વાતાવરણથી	- 5	રંગીન ટેલિવિઝનથી	- 1
બાંધકામ સામગ્રીથી	- 34	છાતીના એક વારના એક્સ-રેથી	- 50
ખાદ્યપદાર્થોથી	- 25	નાભિકીય શક્તિ સંયંત્રથી 50	
સ્થળથી	- 11	માઇલ ત્રિજ્યાત્મક ક્ષેત્રમાં રહેવાથી	- 0.001

કોઠા 10.1થી સ્પષ્ટ છે કે ચેરનોબીલ અથવા થ્રીમાઈલ આઇલેન્ડ ખાતે આકસ્મિક ઘટનાને બાદ કરતા માનવનિર્મિત અથવા કૃત્રિમ સ્રોતોની અપેક્ષાએ કુદરતી સ્રોતો દ્વારા નીકળતાં વિકિરણો ઘણાં વધારે હોય છે.

વિકિરણની હાનિકારક અસરથી કેન્સર, જનીન ઉત્પપરિવર્તન (gene mutation) થાય છે તથા કેન્દ્રિય ચેતાતંત્ર, રુધિર નિર્માણ કરનારી પેશીઓ, આંખ, ત્વચા અને ઘણા અન્ય અંગોને ક્ષતિ પહોંચે છે. જો કે વર્તમાન સમયમાં માનવનિર્મિત બધા સ્રોતો દ્વારા નીકળતાં કુલ વિકિરણ ઘણાં ઓછાં હોય છે. ગમે તેમ પણ, આવતાં વર્ષોમાં રેડિયોધર્મી સામગ્રીનો વ્યાપક ઉપયોગ થવાથી એમાં વૃદ્ધિ થઈ શકે છે. આથી, જીવો પર વિકિરણની પ્રતિકૂળ અસરનું મૂલ્યાંકન સાવધાનીથી કરવું જોઈએ.

10.4.10 ધ્વનિ પ્રદૂષણ

ધ્વનિની પરિભાષા મુજબ તેનો અર્થ છે - 'મૂલ્યહીન' 'ધ્વનિ' અથવા "એવી ધ્વનિ જે સાંભળનારને અનિચ્છનીય લાગે." આમ, અન્ય પ્રકારના પ્રદૂષણથી ધ્વનિ પ્રદૂષણની પર્યાવરણીય અસર થોડી જુદી છે.

સામાન્ય રીતે, શહેરી વિસ્તારોમાં વધારે ઘોંઘાટ હોય છે. કારણ કે ત્યાં વધારે વસ્તી-કેન્દ્રીકરણ થયું છે તથા ઔદ્યોગિક અને અન્ય પ્રવૃત્તિઓ જેવી કે - પરિવહન અને વાહનોની અવર-જવર વિગેરે લગાતાર થતી રહે છે. ઘોંઘાટના ઔદ્યોગિક સ્રોતો સિવાય અન્ય સ્રોત ધાર્મિક કે રાજનૈતિક પ્રચાર માટે સાર્વજનિક ભાષણનાં સહાયક ઉપકિરણો, મનોરંજન, ફેરિયાઓના અવાજો અથવા ગલીઓ અને સડક-માર્ગો પરના અન્ય પ્રકારનાં અવાજોનો સમાવેશ થાય છે. શોર-બકોર કુદરતી સ્રોત જેવા વાદળાંના ગડગડાટથી પણ થઈ શકે છે.

ધ્વનિ પ્રદૂષણનું એક પ્રબળ જોખમ છે. એનું મૂલ્યાંકન 'ધ્વનિ સ્તર'ના ધોરણે અથવા ડેસિબલ (decibles (dB)) માં કરવામાં આવે છે. છતાં પણ સ્વાસ્થ્ય-જોખમ 'અનુભૂતિ કરેલા ધ્વનિસ્તર ડેસિબલ' (PNdB. Perceived noise level decibles), જે WHO World Health Organization વિશ્વ આરોગ્ય સંસ્થાન મુજબ દિવસ દરમિયાન 45 dB અને રાત્રિ દરમિયાન 35 dB મુજબ ઇષ્ટતમ ધ્વનિ સ્તરના રૂપે નક્કી કરવામાં આવ્યો છે. સારણી 10.2માં ધ્વનિ-સ્રોતોની સૂચિ અને તેની માત્રા આપવામાં આવી છે.

સારણી 10.2 : ધ્વનિના સ્રોતો અને તેમની માત્રા

	ધ્વનિસ્રોત	ધ્વનિ-પ્રમાણમાપ		ધ્વનિસ્રોત	ધ્વનિ પ્રમાણમાપ
1.	શ્વાસોચ્છ્વાસ	10 dB	13.	સ્પોર્ટસ કાર-	80-95 dB
2.	વૃક્ષોમાં ચાલતો પવન	20 dB	14.	ભારે ટ્રક-	90-100 dB
3.	શાંત વાર્તાલાપ	20-30 dB	15.	મોટરસાઇકલ-	105 dB
4.	કાંટાવાળી ઘડિયાળ	10 dB	16.	વાતચાલિત હીલ	90-100 dB
5.	શાંત ગલીમાં મકાન	35 dB	17.	ગાજવીજ તોફાન-	110 dB
6.	રેડિયો સંગીત	50-60 dB	18.	તાલ સંગીત (વીજશક્તિથી તેજ કરેલા અવાજ સાથે)	120 dB
7.	ઊંચા સ્વરે થતો વાર્તાલાપ	60 dB			
8.	કચેરીનો અવાજ	60 dB	19.	વાયુયાન - ધ્વનિ	90-120 dB
9.	બાળકોની રમત રમવું	60-80 dB	20.	જેટ-વિમાનોનું ઉડ્ડયન (100 મી.ના અંતરે)	120 dB
10.	લૉન કર્તણ	60-80 dB			
11.	નિર્વાત માર્જક (વેક્યુમ ક્લીનર)	60 dB	21.	જેટ-એન્જિન(25મી.ના અંતરે)	140 dB
			22.	અવકાશ-વાહન પ્રક્ષેપણ (ઓછા અંતરેથી)	140-170 dB
12.	વાહનોનો અવાજ-	60-90 dB			

ધ્વનિ પ્રદૂષણના અન્ય ઘણાં જુદાં જુદાં પ્રકારના જોખમો કે ભયસ્થાનો છે. ઉદાહરણ તરીકે - જે લોકો 110 dB ધ્વનિસ્તરથી અસરગ્રસ્ત થાય છે. તેમને માનસિક તણાવ, બહેરાપણું, શારીરિક થાક અને હાઈપર ટેન્શન, હ્રદય તથા રક્તવાહિની સંબંધી રોગ, અનિદ્રા રોગ, આંતરડામાં ચાંદી, ખરજવું અને દમ થઈ શકે છે. મનોવૈજ્ઞાનિકોના મતે કેવળ એક દિવસ માટે વધારે સમય સુધી શોરબકોરની વચ્ચે રહેવાથી અત્યંત માનસિક ભ્રમ થઈ શકે છે અને કેટલાક કિસ્સામાં તો હિંસાત્મક વ્યવહાર પણ જોવા મળે છે.

સાધારણ શોર-બકોરથી થતા પ્રદૂષણ અન તેની માત્રા પર નિયંત્રણ, પરસ્પરની સૂઝ-બૂઝ અને સહકારની ભાવનાથી થઈ શકે છે. છતાં પણ કેટલાક કિસ્સામાં ધ્વનિ પ્રદૂષણને સખ્ત કાનૂની રાહે અને વિધિ પ્રવર્તન વિભાગના સત્પ્રયાસોથી ઓછું કરી શકાય છે.

બોધપ્રશ્ન - 3

યોગ્ય શબ્દોથી ખાલી જગ્યાની પૂર્તિ કરો :

i) .... ને એસિડ-વર્ષાના મુખ્ય ઘટક હોવાને લીધે એક અત્યંત ઝેરી અને ખતરનાક હવા-પ્રદૂષકના સ્વરૂપે માનવામાં આવે છે.

ii) .... ઈંધણની એક અર્ધબળેલી નીપજ છે. આ રુધિરની ઓક્સિજન વહનક્ષમતાને ઓછી કરી દે છે.

iii) અંતરિક્ષી કિરણોથી ઉત્સર્જિત વિકિરણ પ્રતિવર્ષ .... મિલિરમ હોય છે.

iv) વિશ્વ આરોગ્ય સંસ્થાન મુજબ (નિર્ધારિત) ઈષ્ટતમ ધ્વનિસ્તર દિવસમાં .... અને રાત્રિ દરમિયાન .... છે. ....થી વધારે હોવું ખતરનાક છે.

10.5 હવા-પ્રદૂષણ પર ભૂ-ભૌતિકીય અસર

તમે શીખી ગયા છો કો વાયુવીય આવરણ (બ્લેન્કેટ), જેનાથી પૃથ્વીનું વાતાવરણ બને છે - તે જીવનને સુરક્ષિત રાખવામાં પાયાની ભૂમિકા નિભાવે છે. વાતાવરણના ઉપરના સ્તરને સમતાપમંડળ

(Stratosphere) કહે છે. તે ઉલ્કા, અંતરિક્ષી કિરણો, સૂર્યમાંથી આવતાં પારજાંબલી (અલ્ટ્રાવાયોલેટ) વિકિરણો, પૃથ્વી સુધી આવી પહોંચતાં અન્ય હાનિકારક વિકિરણો તથા કણોથી ભૂ-સપાટી માટે સુરક્ષાનું કામ કરે છે. વાતાવરણના નીચલા સ્તરને ક્ષોભમંડળ (troposphere) કહે છે. તે વિભિન્ન પદાર્થોને સંચિત રાખવાનું અને તેને વિતરિત કરનાર એક માધ્યમ છે. આપણે સૌ જલબાષ્પ (પાણીની વરાળ) તથા ઉષ્મા-ઊર્જાને સંબંધિત એનાં કાર્યોથી સારા એવા પરિચિત છીએ. જલ-બાષ્પ તથા ઉષ્મા-ઊર્જાના વિતરણથી આબોહવા સંતુલિત રહે છે.

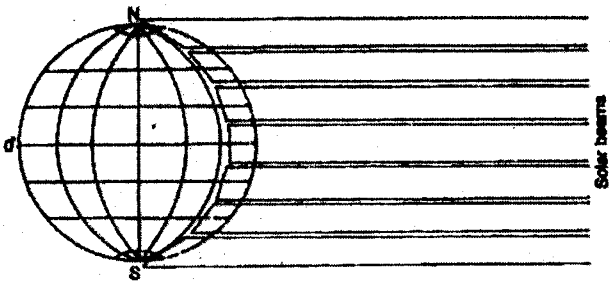
ક્ષોભમંડળમાં દરેક પ્રકારના સજીવોથી સંબંધિત ઓક્સિજન-કાર્બન ડાયોક્સાઇડ વિતરણચક્ર ચાલુ રહે છે. ક્ષોભમંડળ તે બધાં સંદૂષકોને એકત્રિત અને વિતરિત કરે છે, જેને આપણે તેમાં છોડતા રહીએ છીએ. તેનું આ કાર્ય હવા-પ્રદૂષણ બાબતે આપણા માટે પ્રાથમિક રસનો વિષય છે.

સૈદ્ધાન્તિક રૂપે કોઈ પ્રદૂષક, ક્ષોભમંડળમાં થઈને જ જઈ શકે છે, પરંતુ તે સમતાપમંડળમાં પ્રવેશ કરી શકતો નથી. સામાન્યરીતે હવા-પ્રદૂષણની ઘણી સમસ્યાઓ ભૂ-સપાટીથી ઉપરના વાતાવરણના પ્રથમ 100 મીટરની ઊંચાઈ સુધી જ મર્યાદિત હોય છે. વાતાવરણનો વર્તાવ જ એકમાત્ર પરિબળ છે જે સંપૂર્ણ સ્વયં એ નક્કી કરે છે કે આપણા દ્વારા ઉત્પન્ન થતું પ્રદૂષણ આપણને જ નુકસાન પહોંચાડશે અથવા તો તેનાથી કોઈ અન્ય જગ્યાને જોખમમાં મૂકી દેશે.

10.5.1 ભૂગોળ

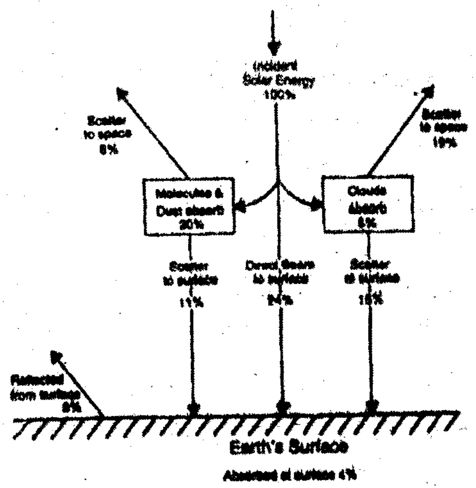
પૃથ્વી દ્વારા પ્રાપ્ત સૌર-ઊર્જાનું વિતરણ, વિષુવવૃત્તની સરખામણીએ (તુલનામાં) ઘણા મોટા વિસ્તારમાં થયું છે (આકૃતિ 10.2 જુઓ). આમ, દર એકમ વિસ્તાર (ક્ષેત્રફળ) દ્વારા ઊર્જાનું પ્રમાણ વિષુવવૃત્ત પર વધારે હોય છે. જેના ફળસ્વરૂપે ધ્રુવોની તુલનામાં વિષુવવૃત્તીય ક્ષેત્ર વધુ ગરમ રહે છે.

આથી ઊલટું, નીકળનારાં વિકિરણો અક્ષાંશ પર વધુ સમરૂપ માત્રામાં વિતરિત થાય છે. આ બંને પરિસ્થિતિઓ એક સાથે ઊભી થવાને કારણે વિષુવવૃત્તીય પ્રદેશોથી ધ્રુવો તરફ ઉષ્મા-ઊર્જાનું વધારે સ્થળાંતર થતું જોવા મળે છે. આ કાર્ય વાતાવરણની ગતિશીલતા અર્થાત્ પવન ફૂંકાવાથી પૂરું થાય છે. વાતાવરણમાં રહેલા પ્રદૂષકો એ પવન દ્વારા એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ આવ-જા કરે છે. તેથી એક રાષ્ટ્રનું પ્રદૂષણ પોતાના પડોશી રાષ્ટ્રને માટે સમસ્યા બની શકે છે. (આકૃતિ 10.2).



આકૃતિ 10.2 : અક્ષાંશથી થતા વિકિરણના વિતરણમાં વિભિન્નતા

પૃથ્વીની સપાટી પોતાના આવરણ, વાતાવરણ અને વાદળાંની સાથે મળીને આવનારાં સૌર વિકિરણોને મિશ્ર રૂપે ગ્રહણ કરે છે. સૌર-ઊર્જાનો કેટલોક ભાગ પવન દ્વારા, કેટલોક ભાગ વાદળાં દ્વારા અને કેટલોક ભાગ પૃથ્વી દ્વારા અવશોષિત થાય છે અને કેટલોક ભાગ અંતરિક્ષમાં પરાવર્તિત થઈ જાય છે (આકૃતિ 10.3). તમને ખ્યાલ હશે કે વિકિરણનો મોટોભાગ, વાતાવરણની તુલનામાં જમીન દ્વારા શોષિત થાય છે. તેનો અર્થ એ છે કે સામાન્યતઃ હવા ભૂ-સપાટીથી ગરમ થાય છે. અર્થાત્ ભૂ-સપાટીના સંપર્કથી સૂર્ય દ્વારા ગરમ થાય છે, નહિ કે સૂર્યના સીધા વિકિરણથી. તેથી દિવસ દરમિયાન પૃથ્વી-સપાટીની નજીકની હવા ઘણુંકરીને ગરમ હોય છે (આકૃતિ 10.3).



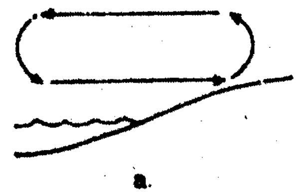
આકૃતિ 10.3 : આગંતુક સૌર વિકિરણચક્ર (વૈશ્વિક વાર્ષિક સરેરાશ)

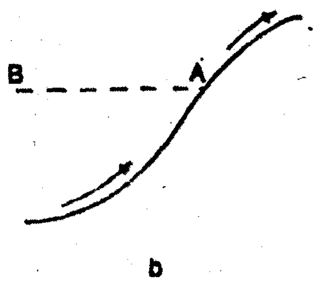
જોકે હવાને એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યા સુધી લઈ જવા માટેનું મુખ્ય પરિબળ તાપમાનમાં તફાવત છે. છતાં પણ પ્રદેશનું ભૂપૃષ્ઠ હવાને એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ જવામાં કેટલીક અસર પહોંચાડે છે અને આમ પ્રદૂષણ પર પણ અસર પડે છે. અહીં આપણે બે બાબતો પર ચર્ચા કરીશું -- જમીન-દરિયાઈ લહેરો અને પર્વત-ખીણ લહેરો, જેનો સ્થાનિક હવા-પ્રદૂષણ પર મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રભાવ પડે છે.

સમુદ્રકિનારાના વિસ્તારોમાં ભૂમિ અને સમુદ્રના તાપમાનમાંના ફરકને કારણે પરિસંચરણ થાય છે. સવારે સૂર્ય, પાણી કરતાં જમીનને વધુ ઝડપથી ગરમ કરે છે. જમીન પરની ગરમ હવા ઉપર જાય છે અને પછી સમુદ્રની ઠંડી હવા તે જગ્યા લઈ લે છે જેથી સમુદ્રની લહેરો બને (સર્જાય) છે.

(આકૃતિ 10.4 અ) દરિયાઈ લહેરોનું હવા-પ્રદૂષણ પર બે રીતે અસર કરે છે. પ્રથમ તો - આ (દરિયાઈ લહેર) સમુદ્રની નજીક પેદા થતા પ્રદૂષણને જમીન પ્રદેશી તરફ લઈ જવામાં ઘણો મોટો ફાળો આપે છે. બીજું - જો સાંજની જમીનલહેરો પ્રદૂષણને સમુદ્ર તરફ લઈ ગઈ હોય તો સવારની દરિયાઈ લહેરો તે પ્રદૂષણને જમીન તરફ પરત કરી દે છે.

પર્વત-ખીણ પવનો પણ આ જ પ્રકારે ફૂંકાય છે, સિવાય કે તાપમાનનો ફરક ઊંચાઈમાં તફાવત હોવાને કારણે જોવા મળે છે. આકૃતિ 10.4 બમાં બિંદુ A પૃથ્વીની સાવ નજીક છે એટલે ત્યાંની હવા બિંદુ Bની તુલનામાં વધુ ગરમ છે. બિંદુ Aની ગરમ હવા ઉપર જાય છે. જેથી ખીણ તરફ સવારની લહેર સર્જાય છે. સાંજે મોટા ભાગે બિલકુલ તેથી વિરુદ્ધ બને છે. સામાન્યતઃ ખીણ તરફ પ્રદૂષકોના સ્રોતો આવેલાં હોવાથી, પરિસંચરણની આ તરાહ પ્રદૂષકોનો અણધાર્યો ફેલાવો અણધાર્યા રીતે કરશે.





આકૃતિ 10.4 (અ) જમીન-દરિયાઈ લહેર (બ) પર્વત-ખીણ લહેર

10.5.2 આબોહવા

આબોહવા એટલે સમયે સમયે બદલાતી ઋતુની સરેરાશ તરાહ. સરેરાશ તરાહ(સ્વરૂપ)નું નિર્ધારણ એક મહિનાથી લઈને દશાબ્દી સુધીની લાંબી અવધિ સુધી કરવામાં આવે છે. કોઈ પણ પ્રદેશની આબોહવા ત્યાં જળનું હોવું કે ન હોવું, સૌર-વિકિરણનું પરાવર્તિત હોવું, વાતાવરણમાં પાણીના પરત થવાની ક્ષમતા (બાષ્પીકરણ), ઉષ્માને સંચિત કરવાની ક્ષમતા તથા પ્રદેશની સ્થળાકૃતિ અને સંરચના પર નિર્ભર કરે છે.

જોકે તેઓ પૃથ્વીના કુલ ભૂમિપ્રદેશના આંશિક ભાગને જ છે. છતાં પણ મહાનગરીય પ્રદેશો / વિસ્તારો ઘણી માત્રામાં હવા પ્રદૂષકો છોડે છે. આ હવા પ્રદૂષકો તાપમાન, દૃષ્ટિગોચરતા અને વરસાદ તથા આબોહવા સંબંધી અન્ય તત્ત્વો પર અસર કરે છે.

આપણે એ હકીકતથી પરિચિત છીએ કે શહેરો નજીકના ગ્રામીણ પર્યાવરણની સરખામણીમાં વધુ ગરમ રહે છે. આ પ્રકારની 'સૂક્ષ્મ આબોહવા' તૈયાર થવામાં શહેરી ઉષ્મા એક મહત્ત્વપૂર્ણ પરિબળ છે. આ પ્રકારની ઉષ્મા શહેરમાં રહેતા લોકો દ્વારા છોડાયેલ કે બહાર કાઢવામાં આવતા જૈવિક ઉષ્મા (biological heat), મકાનને હૂંફાળું રાખનારા સાધનો તથા ઉદ્યોગો અને ઓટોમોબાઈલ્સ સ્વયંસંચાલિત વાહનો દ્વારા છોડવામાં આવેલી ઉષ્માનો પણ સમાવેશ થાય છે. તેનાં અન્ય પરિબળોમાં વરસાદના પાણી ઝડપી વહી જવાથી શોષણ કે બાષ્પીકરણ થવાને બદલે તેનું ઝડપથી અપવાહ થવું તથા પરિવર્તિત વિકિરણ

અને ઉષ્મા સંચિત કરવાની ક્ષમતા છે. આવું એટલા માટે બને છે કે જંગલો અને ખેતરોની જગ્યાએ પાકાં મકાનો બની રહ્યાં છે, પરિણામે જમીન-સપાટી વધારે ઉબડ-ખાબડ બનતી જઈ રહી છે. આથી, માનવજાતિ સ્થાનિક આબોહવા પર નાટકીય પ્રભાવ પાડી રહી છે.

શહેરની આબોહવામાં થતા પરિવર્તન માટેનું અન્ય પરિબળ તે શહેર પર નિલંબિત તરતા (લટકતા) પ્રદૂષકોનું આવરણ (બ્લેન્કેટ) છે. આ બ્લેન્કેટરૂપી આવરણ પૃથ્વી-સપાટીથી ઉપરની તરફ જતા ઉષ્મા વિકિરણનો અમુક હિસ્સાને શોષિત કરી લે છે. વિકિરણનો અમુક હિસ્સો પ્રદૂષકો દ્વારા પુનઃ છોડવામાં આવે છે અને બીજો ભાગ આસપાસના વાતાવરણને ગરમ કરે છે. આ એક એવી પ્રક્રિયા છે કે જેનાથી શહેરની નીચલા સ્તરે વાતાવરણીય સ્થિરતામાં વૃદ્ધિ થાય છે અને ઉચ્ચ પ્રદૂષક સાંદ્રતાની સંભાવનાઓ વધી જાય છે. આમ, હવાજન્ય પ્રદૂષકો ન કેવળ અત્યાધિક 'ઉષ્મા દ્વીપ' (heat island) બનવાનું કારણ બને છે, બલ્કે ઊર્ધ્વ તાપમાનના બંધારણને આ રીતે પરિવર્તિત પણ કરે છે કે તેનું પોતાનું (તાપમાન) પ્રકીર્ણન પણ અવરોધક બને છે.

મનુષ્ય દ્વારા થતી ઔદ્યોગિક પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા અતિ માત્રામાં છોડવામાં આવતા કાર્બન ડાયોક્સાઇડ, ક્લૉરોફ્લુરો કાર્બન અને મિથેન વાયુ પૃથ્વીના વાતાવરણમાં ફસાઈ રહે છે. તે ભૂપૃષ્ઠથી પુનઃવિકિરિત સૌર-ઉષ્માને અવકાશમાં જતાં અટકાવી દે છે, જે 'હરિત-ગૃહ પ્રભાવ(અસરો)' (Green house effect) નામથી ઓળખાય છે. તેનાથી લાંબા ગાળે પૃથ્વીના સરેરાશ તાપમાનમાં સારો એવો વધારો થઈ શકે છે. 'હરિતગૃહ પ્રભાવ'ની બાબતમાં તમે પરિચ્છેદ 10.6માં વિસ્તૃત અભ્યાસ કરશો.

હવે અમે તમને તેની વિરુદ્ધ એક અન્ય દૃષ્ટિકોણથી સમજાવીએ. વાતાવરણમાં ધુમાડો અને રાખ જેવી રજકણોમાં વધારો થવાથી વાતાવરણની વિકિરણધારિતા વધી જાય છે. એનો અર્થ એમ થાય કે સૂર્યમાંથી નીકળતાં મોટાભાગનાં વિકિરણો, ભૂ-સપાટી પર પહોંચતાં પહેલાં અંતરિક્ષમાં પરાવર્તિત થઈ જશે. આથી પૃથ્વીના તાપમાનમાં ઘટાડો થશે અને આપણા ગ્રહ માટે ફરી બીજો હિમયુગ શરૂ થઈ જશે. આણ્વિક યુદ્ધ થવા ઉપરાંત 'આણ્વિક શિયાળો' (nuclear winter)ની ભવિષ્યવાણી એક એવા જ હિમયુગની બાબતમાં પ્રસિદ્ધ વૈજ્ઞાનિક કાર્લ સાગને કરી છે.

10.5.3 હવામાન

હવામાન અને આબોહવા એક જ બાબત નથી. તાપમાનની બદલાતી સ્થિતિ, વાદળાં, પવન, આર્દ્રતા તથા વરસાદ જે તત્કાલ -- જે તે વખતે પ્રવર્તતા હોય તેમજ લાંબા ગાળે આ પરિસ્થિતિની સરેરાશને 'હવામાન' કહે છે. હવામાન દર કલાકે, પ્રતિદિન અથવા દર અઠવાડિયે બદલાઈ શકે છે.

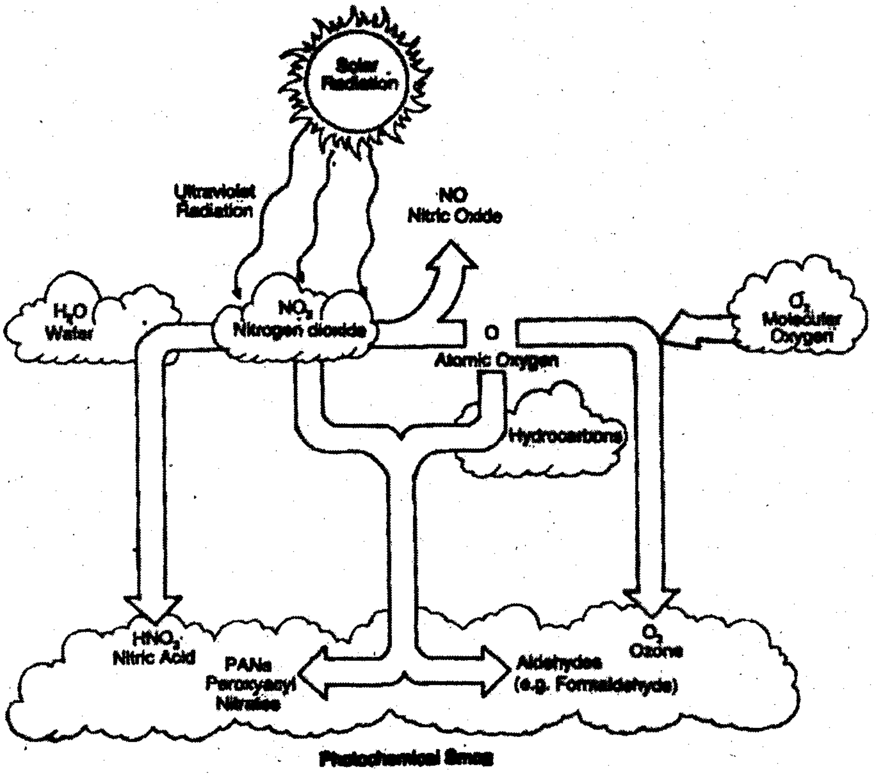
ક્ષોભમંડળ જ એક માધ્યમ છે. જેમાં ઋતસંબંધી ઘટનાઓ બને છે, થતી રહે છે કે થાય છે. ક્ષોભમંડળની સંરચના અને તેના તળભાગે રહેલી અતિ ગરમ હવા, ઊર્ધ્વ અસ્થિરતાને વધારે છે, જેથી ગરમ હવા ઉપર જાય છે અને ઠંડી હવા નીચેની બાજુએ જાય છે. આવું થવાનું કારણ એ છે કે ગરમ હવા, ઠંડી હવાની તુલનામાં હલકી હોય છે. તેથી ક્ષોભમંડળ ઊર્ધ્વ સ્વરૂપે સારી રીતે ભળતું દેખાય છે. છતાં પણ ચોક્કસ સંજોગોમાં ભૂમિસપાટી નજીક ક્ષોભમંડળનું સામાન્ય તાપમાન પરિવર્તિત થઈ જાય છે. જેથી ઊંચાઈની સાથે સાથે તાપમાનમાં વધારો થાય. આવી સ્થિતિમાં ગરમ હલકી હવાનું ઉપર જવું અને ઠંડી ભારે હવાનું નીચે આવવું - આ ક્રિયા 'વ્યુત્ક્રમણ' (inversion) કહેવાય છે. એમાં ઊર્ધ્વમિશ્રણ એવી ઊંચાઈએ અવરોધિત થાય છે જ્યાં તાપમાનમાં વધારો થઈ ચૂક્યો હોય છે. ઊર્ધ્વમિશ્રણ એવી સ્થિતિમાં પણ અવરોધિત થાય છે જ્યાં તાપમાનમાં ઊંચાઈની સાથે ઘટે છે, પરંતુ આ વધારો એટલો નથી હોતો કે જે પરિવર્તનની સ્તરીકૃત અસરને ખાળી શકે. વાતાવરણમાં મોટા પ્રમાણમાં આ કણો (પદાર્થો) રહેવાથી ઉત્ક્રમણ થઈ શકે છે.

વ્યુત્ક્રમણ, પર્યાવરણીય વિજ્ઞાન માટે વિશેષ મહત્ત્વ ધરાવે છે. કારણ કે પ્રદૂષણને મંદ કરવા (dilution)માં અવરોધ ઊભો કરે છે જેને લઈને 'ધૂમ્ર ધુમ્મસ' (Smog) થાય છે. ધૂમ્ર-ધુમ્મસ શબ્દપ્રયોગ ઇંગ્લેન્ડમાં કરવામાં આવ્યો. ધૂમ્ર-ધુમ્મસ-પ્રદૂષણ તે દેશ સાથે જોડાયેલું છે. ડિસેમ્બર 1952માં લંડન દસ દિવસો સુધી ધૂમ્ર-ધુમ્મસથી અ. ચ્છાદિત રહેલું. જોકે તે સમયે થયેલાં મૃત્યુને સીધેસીધા ધૂમ્ર-ધુમ્મસ સાથે જોડી નહિ દેવાતાં, પછીથી અપાયેલા આંકડાઓથી સિદ્ધ થયેલું કે તે વર્ષે એ દિવસોમાં 6000થી વધારે મૃત્યુ વિશેષ કરીને બીમાર અને વૃદ્ધ લોકોનું થયું હતું. આ ધૂમ્ર-ધુમ્મસ, ધુમાડો અને કણોવાળી રાખને કારણે જ થયું ન હતું, બલ્કે શહેરમાં ગરમી અને ઔદ્યોગિક હેતુ માટે વપરાતા કોલસાના દહનથી, વાતાવરણમાં

ઘણા મોટા પ્રમાણમાં સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ વાયુની હાજરી પણ કારણભૂત બની હતી.

'લંડન સ્મોગ' (લંડનનું ધૂમ્ર-ધુમ્મસ), 'લોસ ઍજિલ્સ સ્મોગ' અથવા 'પ્રકાશ-રાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસ'થી (photochemical smog) બિલકુલ જુદું હોય છે. પ્રકાશ રાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસ એક નવા પ્રકારનું ધૂમ્ર-ધુમ્મસ છે જે મોટરગાડીઓ દ્વારા થાય છે. પ્રકાશ રાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસનું બનવું, સહપ્રક્રિયા સહયોગિતાનું ઉદાહરણ છે. અર્થાત્ તેને સામાન્ય માણસની ઉક્તિમાં "બે વત્તા બે મળીને ચારથી વધારે થાય છે" કહેવા બરાબર છે. આવો, હવે પ્રકાશ રાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસના નિર્માણમાં સહયોગિતા સહપ્રક્રિયા પર વિચાર કરીએ. તમે જાણો છો કે નાઇટ્રોજન ઓક્સાઇડ અને દહન નહીં થયેલા હાઇડ્રોકાર્બન્સ - બંને મોટરગાડીઓના ધુમાડા રૂપે નીકળે છે. સૂર્યના પ્રકાશમાં પારજાંબલી (અલ્ટ્રાવાયોલેટ) વિકિરણોની હાજરીમાં તેઓની આંતરક્રિયાના પરિણામે પેરોક્સીએસિટલ નાઇટ્રેટ (PAN) અને ઓઝોન પેદા થાય છે.

પેરોક્સીએસિટલ નાઇટ્રેટ (PAN) અને ઓઝોન, નાઇટ્રોજન ઑક્સાઇડ અને હાઇડ્રોકાર્બન્સથી વધારે હાનિકારક હોય છે. પણ જો એ બંને સાથે ભળી હાનિ પહોંચાડે તેના કરતાં વધારે હાનિકારક 'પાન' અને 'ઓઝોન' હોય છે. પૂર્વીય પેસિફિક મહાસાગરમાં પવનના સ્વરૂપને કારણે તથા લૉસ એન્જિલ્સ બેસીનની ચોપાસ રહેલા પર્વત-વલય(ring of mountains)ને કારણે વ્યુત્ક્રમણ થવાની પરિસ્થિતિઓ માટે તે એક આદર્શ સ્થાન છે. સામાન્ય રીતે એવી પરિસ્થિતિ નદી-ખીણની લગભગ 2000 ફૂટ ઊંચાઈએ પેદા થાય છે. લૉસ એન્જિલ્સની હવા પ્રદૂષણની સમસ્યામાં વધારો કરવામાં અન્ય આબોહવાકીય લક્ષણ એ છે કે ત્યાં ભરપૂર સૂર્યપ્રકાશ છે - જે PAN, ઑઝોન અને હાઇડ્રોકાર્બન્સની સાથે ઉપર્યુક્ત ચર્ચા મુજબ પારસ્પરિક ક્રિયા કરીને પ્રકાશ રાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસ પેદા કરે છે (આકૃતિ 10.5).

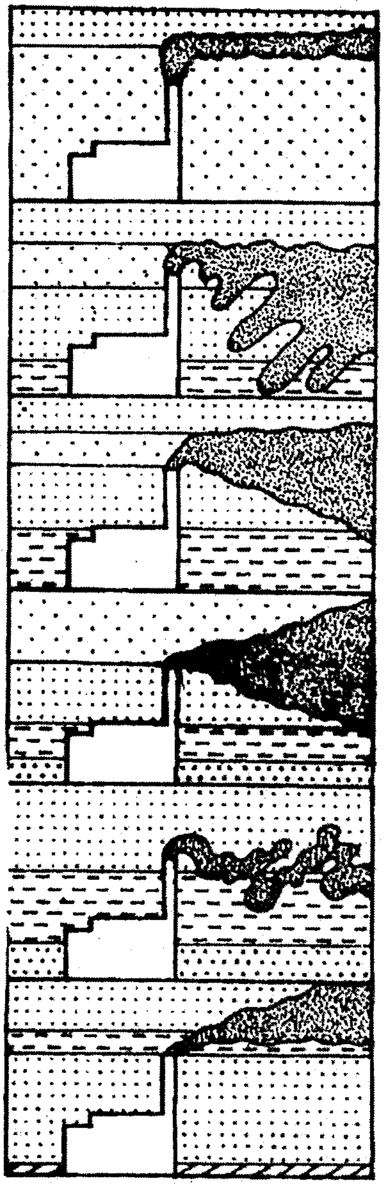


આકૃતિ 10.5 : પ્રકાશ રાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસ નિર્માણનું સરળ રેખાચિત્ર

અવક્ષેપણ અર્થાત્ વૃષ્ટિ, બરફ, સ્લીટ અને કરાવૃષ્ટિ પણ વાતાવરણમાં તરતા પ્રદૂષકોને ભૂ-સંપાટી પર પોતાની સાથે લાવે છે. જોકે ક્લોરોફ્લુરો કાર્બન્સ જેવા પ્રદૂષક નીચે આવતા નથી, પરંતુ સલ્ફર ડાયોક્સાઇડના અણુઓ અને જળ-અણુઓ વચ્ચે પ્રબળ આકર્ષણ થાય છે, જેના સંયોજનથી એસિડ વર્ષા અમ્લ-વૃષ્ટિના રૂપે અવક્ષેપણ થાય છે. એસિડ વર્ષા (acid rains) અમ્લ-વૃષ્ટિ ન કેવળ મનુષ્યના સ્વાસ્થ્ય અને વનસ્પતિઓ પ્રાણીઓના જીવન માટે વિનાશકારી હોય છે બલ્કે મકાનો માટે પણ તે વિનાશકારી બને છે. તમે પરિચ્છેદ 10.6માં અમ્લ-વૃષ્ટિ વિષે વિસ્તૃત અભ્યાસ કરશો.

10.5.4 પવન

જળ-પ્રદૂષણ કે ભૂમિ-પ્રદૂષણની સરખામણીએ હવા-પ્રદૂષણથી ઘણી મોટી સંખ્યામાં લોકો પ્રભાવિત રહે છે. હવા એક મહાન સમતલક છે જે લોકોમાં કોઈ ભેદ રાખતી નથી. આપણે બધા એક જ પ્રકારની હવા શ્વાસ દ્વારા અંદર ખેંચીએ છીએ અને હવા તેને પ્રત્યેક ખૂણા સુધી ફેલાવી દે છે. ડિસેમ્બર 1984માં ભોપાલમાં એક ભયંકર દુર્ઘટના સર્જાઈ હતી. યુનિયન કાર્બાઇડ ફેક્ટરી દ્વારા 45 ટન મિથાઈલ આઈસોસાઈનેટ (MIC) વાયુના ગળતરની આકસ્મિક દુર્ઘટના જોવા મળી. ઠંડી રાત્રિ દરમિયાન ઉત્તરની હવાએ એ વિષયુક્ત વાદળો(વાયુઓનાં વાદળો)ને લગભગ આખા સમગ્ર ભોપાલમાં ફેલાવી દીધાં. પરંતુ તેની સાંદ્રતા, ફેક્ટરીથી 1.5 કિમીની આસપાસમાં સૌથી વધુ રહી, પરિણામે લગભગ 3000 લોકો મૃત્યુ પામ્યા અને 60,000થી વધારે લોકો જીવનભર શારીરિક રીતે અશક્ત તથા અકથનીય દુઃખથી પીડાયા.



રાત્રિ દરમિયાન જ્યારે આકાશ સ્વચ્છ રહે છે અને પવન મંદ-મંદ વાય છે. ત્યારે પૃથ્વી નજીકની વધુ ઠંડી હવાના સ્તર ઉપર હૂંફાળી હવા જોવા મળે છે. (તાપમાન ઉત્ક્રમણ) આ પરિસ્થિતિમાં ધૂમ્ર-પટ્ટી અથવા ધૂમ્ર-ચાદર સ્વરૂપે વહે છે.

સવારના સમયમાં હૂંફાળી જમીન પોતાની નજીકની હવાને ગરમ કરે છે અને આમ ઉત્ક્રમણને સમાપ્ત કરે છે. કેટલાક સમય માટે વાયુના પરસ્પર ભળવાથી ધુમાડો નીચેની બાજુએ આવવા લાગે છે.

ઉત્ક્રમણના એકધારા નીચેથી થતા વિનાશને કારણે ધૂમ્ર-પિચ્છનો આકાર ગ્રહણ કરી લે છે. પહેલાં એવું લાગે છે કે ધૂમ્ર-પિચ્છ નીચેની બાજુએ વધુ નમેલ છે.

કેટલોક સમય વીત્યા પછી તાપમાન ઊંચાઈની સાથે સ્થિર થાય છે અને શંકુ સમમિત થઈ જાય છે.

જ્યારે સૂર્યથી પૃથ્વી વધુ ગરમ થઈ જાય છે ત્યારે મોટા સંવાહક પ્રવાહ દ્વારા ધૂમ્ર-પિચ્છ તૂટી જાય છે અથવા પાશબંધન-આકારે બદલાઈ જાય છે.

સાંજ પડતાંની સાથે જો પવન ધીમેથી વાતો હોય અને આકાશ સ્વચ્છ રહે તો તાપમાન-ઉત્ક્રમણ પૃથ્વીના વિકિરણ-શીતલનને કારણે સ્થાપિત થાય છે. ધૂમ્ર-પિચ્છની ઉપરની બાજુએ થયેલ ઝુકાવ એ નિર્દેશ કરે છે કે ઉત્ક્રમણની ઉપરના સ્તર પર ધુમાડો વેરવિખેર થઈ રહ્યો છે.

આકૃતિ 10.6 : ચીમનીમાંથી ધૂમ્ર-પિચ્છ નીકળવાનો વર્તાવ. આ આકૃતિમાં હવાની સામાન્ય તાપીય સંરચના બતાવી છે. જેમાં તૂટક રેખાઓ, હૂંફાળી હવાના સ્તરો અને ટપકાંથી ઠંડી હવાના સ્તરો બતાવ્યા છે.

સામાન્યતઃ વાયુવીય અને રજકણ પદાર્થોનું પ્રકીર્ણન, ઉત્સર્જનના પ્રકાર તથા પવન અને વાતાવરણની તાપમાન-સંરચના પર આધાર રાખે છે. જોકે પવન અને વાતાવરણની તાપમાન-સંરચનામાં પારસ્પરિક સંબંધ છે, છતાં પણ પવનના યોગદાનનું અલગ મૂલ્યાંકન કરવું શક્ય છે.

આવો, હવે આપણે 100 ફૂટ ઊંચી ચીમની પર વિચાર કરીએ. તેના અગ્રથી એક નિશ્ચિત દરે પ્રદૂષક વાયુઓ અને કણો નીકળે છે અને બિલકુલ સીધા ઉપર જવા જુદી જુદી ગતિ કે દરથી જ ક્ષિતિજે પવન વાય છે. પવન જેટલો વધારે હશે તેટલા વધુ પ્રમાણમાં ચીમનીમાં થઈને વાયુ પ્રવેશશે. તેથી પવનમાં જેટલી ઝડપ અને તીવ્રતા હશે, તેટલી જ ઝડપ અને તીવ્રતાથી પ્રદૂષકો વેરણછેરણ થઈ જશે. આથી ભૂ-સપાટી પર ફૂંકાતા વેગીલા પવનો, મંદગતિથી ફૂંકાતા પવનોની સરખામણીએ ઉત્સર્જિત સામગ્રી / પદાર્થો અલ્પ સંકેન્દ્રતા થવા છતાં પણ ધૂમ્ર-પિચ્છ પીંછા જેવું (Smoke Flame) ઉત્પન્ન કરે છે. આકૃતિ 10.6માં એ સ્પષ્ટ કરવામાં આવ્યું છે કે તાપમાન અને પવનની ગતિ અને દિશા ચીમનીથી નીકળતા ધૂમ્ર-પિચ્છના ફેલાવાથી કઈ રીતે અસર કરે છે.

10.6 અજૈવિક તંત્ર પર પ્રદૂષણની અસરો

ઘણા લાંબા સમયથી એ સમજવામાં આવે છે કે હવા પ્રદૂષણ, સ્થાનિક આબોહવા વિશેષ રીતે વરસાદને અસર પહોંચાડી શકે છે. તાજેતરનાં વર્ષોમાં વૈશ્વિક આબોહવા પર હવા પ્રદૂષણની સંભવિત અસરો વિશે ઘણી ચર્ચા કરવામાં આવી રહી છે. હવે આપણે હવા પ્રદૂષણની કેટલીક આબોહવાકીય અસરોની જાણકારી પ્રાપ્ત કરીએ.

10.6.1 આબોહવાકીય અસરો

હરિતગૃહ પ્રભાવ (ગ્રીનહાઉસ અસરો) : છેલ્લાં બે સૈકાઓ દરમિયાન વાતાવરણમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડના પ્રમાણમાં ભારે વધારો થયો છે. એનું સંભવિત કારણ જીવાશ્મ ઈંધણના દહન તથા ખેડૂતો દ્વારા જંગલોને લગાડાતી આગ છે.

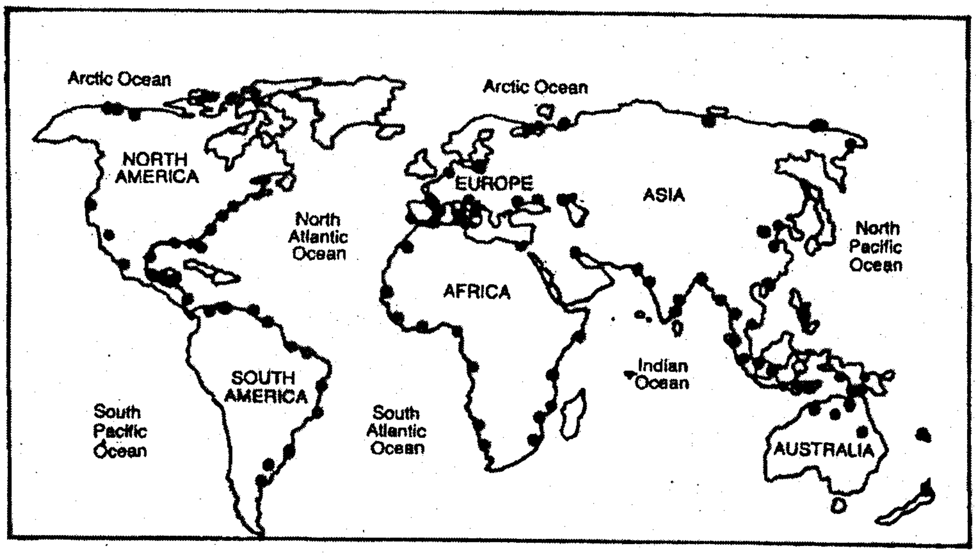
વૈજ્ઞાનિકો આ બાબતે ચિંતિત છે કે કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને અન્ય વાયુઓના પ્રમાણમાં થતો વધારો પૃથ્વીના વાતાવરણને બદલી નાંખશે. સામાન્ય સંજોગોમાં ઘણા વધારે સૌરવિકિરણ, જે પૃથ્વીના વાતાવરણમાં પ્રવેશ કરે છે. ભૂ-સપાટીની ગરમી રૂપે પુનઃ વિકિરિત થાય છે અને અંતરિક્ષમાં અદશ્ય થઈ જાય છે. આમ કાર્બન ડાયોક્સાઇડમાં વધારો થવાથી મોટાભાગનાં સૌરવિકિરણ વાતાવરણમાં પ્રવેશ તો કરે છે પરંતુ ભૂમિ અને જળાશયો દ્વારા પુનઃવિકિરિત ભાગનું અંતરિક્ષમાં છટકવાનું અટકી જાય છે. જેમ જેમ કાર્બન ડાયોક્સાઇડ સંચિત થાય છે તેમ તેમ વધુને વધુ પ્રમાણમાં ગરમી વાતાવરણમાં વધતી જાય છે અને ધીમે ધીમે વાતાવરણ ગરમ થઈ જાય છે.

મિથેન અને ક્લોરોફ્લુરો કાર્બન જેવા અન્ય વાયુઓના લીધે પણ 'હરિતગૃહ પ્રભાવ' સર્જાય છે. મિથેન વાયુ છાણિયા ખાતર દ્વારા ડાંગરની વધારે થતી ખેતી દ્વારા તથા લુગલોની વ્યાપક સાફસૂફીથી છૂટાં પડેલ ઊધઈથી સડતાં લાકડાં દ્વારા મોટા પ્રમાણમાં પેદા થાય છે.

ઔદ્યોગિક પ્લાન્ટસ્ તથા કારખાનાંથી ઉત્સર્જિત વાયુઓનો મોટો ભાગ નજીકના વિસ્તારોમાં ચાલી જાય છે. કેટલાક ઉત્સર્જનને પવન ઉડાવી જાય છે, જે આકાશમાંથી હિમ, વૃષ્ટિ અથવા ધુમ્મસ દ્વારા સાફ થઈ જાય છે. પરંતુ કેટલાંક રાસાયણિક તત્ત્વો જેવા કે ક્લોરોફ્લુરો કાર્બન નિમ્ન સ્તરે ઓગળી જતાં નથી. અથવા તો રાસાયણિક મિશ્રણ બનાવતા નથી. તે અધિક સ્તર પર ઊર્ધ્વ બની જાય છે અને સમતાપમંડળને પ્રદૂષિત કરે છે. ક્લોરોફ્લુરો કાર્બનનો ઉપયોગ શીતળતા રેફ્રિજરેટર; એર કન્ડીશનરોને ઠંડા કરવામાં આવે છે અને કેટલીક જગ્યાએ તેનો ઉપયોગ હજી પણ 'સ્પ્રે કેન પ્રોપલેન' રૂપે કરવામાં આવે છે. તે જેવા ઉપરની બાજુએ વહન પામે છે તેવો જ 'હરિતગૃહ પ્રભાવ' પડે છે.

સંશોધનકારોના અંદાજ પ્રમાણે જો 'હરિતગૃહપ્રભાવી' વાયુઓ પ્રવર્તમાન દરે વધતા રહ્યા તો આ સૈકાના અંત સુધીમાં-વાતાવરણના તાપમાનમાં સંભવિત 2^{0} C વૃદ્ધિ-વધારો થશે. વૈશ્વિક તાપમાન વધવાથી

હિમનદીઓ પીગળશે અને સમુદ્રોનો વ્યાપ વધશે, કારણ કે ગરમ પાણી, ઠંડા પાણીની અપેક્ષાએ વધુ ભાગ આવરે છે. જો વાતાવરણમાં હરિતગૃહ પ્રભાવી વાયુઓના સ્તર બેગણા થઈ ગયા તો સમુદ્ર- જળનું સ્તર ઊંચે આવશે. તેની સરેરાશ વૃદ્ધિ-આકલન 0.5 થી 2.5 મીટર દરમિયાન ભિન્ન ભિન્ન હશે. અપેક્ષા રખાય કે એવી ઘટના ધીમે ધીમે આગલી શતાબ્દીમાં બનશે, જેનાથી સમુદ્રના તટવર્તી વિસ્તારો અસરગ્રસ્ત થશે. ત્યાં લગભગ એક અબજ લોકો હાલ રહે છે અને જે જગતની વસ્તીનો ચોથો ભાગ છે. આ સિવાય, સમુદ્રી પારિસ્થિતિક તંત્ર પણ વધુ અસરગ્રસ્ત બનશે (આકૃતિ 10.7).



આકૃતિ 10.7 : વૈશ્વિક તાપમાન વૃદ્ધિથી વિશ્વના પ્રહાર્ય ક્ષેત્રો

અમ્લવૃષ્ટિએસિડ વર્ષા (acid rains) :

વિદ્યુત સંયંત્રો, ઔદ્યોગિક બોયલરો અને એક પ્લાન્ટ્સમાં કોલસાના દહનથી નીકળતા સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ સામાન્યતઃ વાતાવરણમાં ચાલ્યો જાય છે, જેનાથી તેનું ઑક્સિકરણ થઈ જાય છે. પરંતુ જ્યારે આ વાયુ નિલંબિત (તરતા) ધૂલિકણો, ઉડતા ભસ્મ-કણો વિ. જેવા કણોને પોતાનામાં શોષી લે છે અને પછી પાણીના ટીપાં સાથે મિશ્રિત થઈને સલ્ફ્યુરિક એસિડ બનાવે છે. પછીથી તે ફેફસાંની ભીની પેશીઓના સંપર્કમાં આવે છે અને માનવના શરીરતંત્રનું ક્ષરણ કરે છે. આ જ પ્રમાણે વાહનોના ઉત્સર્જનથી નીકળતા નાઇટ્રોજન ડાયોક્સાઇડ, નાઇટ્રિક એસિડમાં બદલાઈ જાય છે. જ્યાં સુધી વાતાવરણમાં અલ્કાલાઇન સંયોજનો સાથે અભિક્રિયા કરીને તટસ્થ (PH) ન થઈ જાય તો આ જલદ એસિડ છેવટે 'અમ્લ વર્ષા'ના સ્વરૂપે પૃથ્વી પર પરત આવશે.

અપ્રદૂષિત વિસ્તારોમાં વરસાદ સામાન્યતઃ થોડોક એસિડિક અમ્લીય હોય છે અને એમાં 5.5 અને 6.5ની વચ્ચે PH હોય છે. કારણ કે કાર્બન ડાયોક્સાઇડ પાણીની સાથે વાતાવરણમાં ભળીને એક મંદ એસિડ બનાવે છે, જેને કાર્બનિક અમ્લ કહે છે. અમ્લ વર્ષાનું PH ઘણું કરીને 4 થી ઓછું હોય છે આટલા સુધી કે આ 3 થી 3.5 સુધી પણ હોઈ શકે છે.

(એસિડ વર્ષા) અમ્લવૃષ્ટિ, ધાતુઓ અને ચૂના પથ્થરને ક્ષારણ કરે છે જેનાથી ઘણું કરીને વધારે નુકસાન થાય છે. તે વનસ્પતિ તથા વન્યજીવનને નષ્ટ કરી દે છે અને મોટરગાડીની ઉપલા ફીનીશીંગ-સજાવટ સ્તરને પણ નુકસાન કરે છે તથા મકાનો અને પુલોને પણ અસર કરે છે. તે ઉપરાંત, અમ્લ વર્ષા ક્યારેક જ સ્થાનીય હોય છે. વધુમાં, આ પ્રદૂષકો, સેંકડો કિમીથી માંડી હજારો કિમી સુધીની મુસાફરી કરીને 'અમ્લ વર્ષા' કરી શકે છે. આ પ્રદૂષકો કોઈ પણ રાષ્ટ્રની સીમાની મર્યાદામાં બંધાયેલા હોતાં નથી.

પારિસ્થિતિકી તંત્ર પર સમગ્ર રીતે અમ્લવૃષ્ટિની અસર હજી સુધી સમજી શકાઈ નથી, પરંતુ તેનાથી ગંભીર નુકસાનની સંભાવનાઓ છે. 1950માં સ્વીડનના જંગલોના વૃદ્ધિ દરમાં ઓટ આવી છે, જેનું કારણ અમ્લ વર્ષા માનવામાં આવે છે. સાલમન (Salmon) અને ટ્રાઉટ (Trout) જેવી માછલીઓ

સ્વીડનનાં તળાવો અને ઝરણાંમાંથી અદશ્ય થઈ ગઈ, કારણ કે ત્યાં PH 5 થી પણ વધારે નીચું ગયું હતું. સ્વીડનમાં થયેલ અમ્લવૃષ્ટિનું ઉદ્‌ગમસ્થાન પશ્ચિમી યુરોપ વિશેષ કરીને યુનાઈટેડ શંકુદ્રુમ કિંગડમ હતું. અમ્લ વર્ષા, પશ્ચિમ જર્મનીના શંકુદ્રુમ(Conifer)ના જંગલોમાં પણ મોટા પાયા પર નુકસાન થયું હતું. જોકે અમ્લ, વનસ્પતિનાં પાંદડાં અને માટીના પોષક તત્ત્વોને પોતાની સાથે ભેળવીને નીચે વહાવી લઈ જાય છે. એટલા માટે ત્યાં ઊગતાં સ્પ્રુસ અને ફર વૃક્ષો સૂકાઈ જાય છે. એલ્યુમિનિયમ અને ભારે ધાતુઓ જેવી કે -- કેડમિયમ, ઘણી જમીનોમાં આવેલી હોય છે, પણ સામાન્ય રીતે તે ત્યાં જ સ્થિર રહે છે. અમ્લ વર્ષા ધરાવતા વિસ્તારો જેવા કે - જર્મનીમાં આ ભારે ધાતુઓ અમ્લની હાજરીમાં ગતિશીલ રહે છે અને વૃક્ષો દ્વારા શોષી લે છે. પરિણામે પહેલેથી જ કમજોર થઈ ગયેલાં વૃક્ષોને ઘણું મોટું નુકસાન પહોંચ્યું છે. અમ્લ વર્ષા જમીનના સૂક્ષ્મ જૈવિક દ્રવ્યો, વિશેષ કરીને નાઇટ્રોજન સ્થિરીકરણ માટે ઉપયોગી સૂક્ષ્મ જીવાણુઓને પણ ઓછા કરી શકે છે. જીવાણુ અને રોગજન્યને પણ અસર કરે છે.

10.6.2 સંક્ષારક ક્ષારણ અને દૂષણ પ્રભાવો

પ્રદૂષકોથી મકાનો, પુલો અને માનવરચિત અન્ય સંરચનાઓ દૂષિત થઈ શકે છે. સંચિત ધૂળ અને અન્ય જીવો તે મકાનોની સંરચનાને બદલી શકે છે જેમાં પ્રદૂષિત પેદાશોનો ઉપયોગ થાય છે. પરંતુ વધારે અસર હવા અને વર્ષા-જળ બંનેમાં રહેલાં અમ્લોને કારણે થાય છે. પથ્થરની નક્શી ખવાઈ જાય છે. એનું ઉદાહરણ એથેન્સમાં 'મારબલ પાર્થેનન'(Marble Parthenon)નું છે. એથેન્સમાં ધૂમ્ર-ધુમ્મસમાં રહેલ સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ રાસાયણિક સ્વરૂપે આરસને ચિરોડી (Gypsum) ચૂર્ણમાં પરિવર્તિત કરી દે છે. જેથી એમાં તિરાડો પડી ગઈ અને કેટલાંક પડ બહાર નીકળી આવ્યાં. એને કારણે 24 વર્ષોમાં પૅરાથેનોનના પ્રસ્તર ગલ પેનલ(Frieze Pannels)માં એટલું વધારે (ખવાઈ) ક્ષારણ થયું જેટલું ચોવીસ સૈકાઓમાં પણ થયું ન હતું. લંડનમાં 'વેસ્ટમિનસ્ટર એબે' (Westminster Abbey) અને પ્રાચીન રોમન કોલોસિયમમાં પણ અમ્લ ખવાણ નિક્ષેપણને કારણે વધારે ક્ષતિગ્રસ્ત અસર પહોંચી.

ભારતમાં અમ્લવૃષ્ટિથી આપણા પ્રસિદ્ધ ઐતિહાસિક સ્મારક તાજમહેલને જોખમ છે. તેની નજીક મથુરામાં ક્રુડ તેલની રિફાઇનરી વાતાવરણમાં વધારે પ્રમાણમાં સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ છોડે છે. આ સલ્ફર ડાયોક્સાઇડને પવન, અન્ય સ્થળોની સાથે સાથે આગ્રા સુધી પણ પહોંચાડે છે, જ્યાં આ ભેજના ટીપાં દ્વારા શોષાઈ જાય છે અને પછી તાજમહેલ પર વરસાદની સાથે પડે છે. તાજમહેલ કેવળ આરસનો બનેલો છે એટલે તે ખવાઈ જવાનો ભય છે. જો આ ભવ્ય ઐતિહાસિક શાહી સ્મારકને એક વાર ક્ષતિ પહોંચી તો આ એક બેજવાબદાર ક્ષતિ હશે. તેથી આ આવશ્યક છે કે રિફાઇનરીથી નીકળતા સલ્ફર ડાયોક્સાઇડની ગુણવત્તા તથા તે વિસ્તારમાં પવનની દિશા બંને પર દેખરેખ રાખવી પડશે. કોઈ પણ સંજોગોમાં તે જરૂરી છે કે રિફાઇનરીમાંથી ઉત્સર્જિત સલ્ફર ડાયોક્સાઇડના સ્થાનાંતરણ માટે પહેલેથી જ યોગ્ય પગલાં કે ઉપાયો લેવા જોઈએ.

10.6.3 ઑઝોન અવક્ષય

સમતાપ મંડળીય ઓઝોન લગાતાર ઉત્પન્ન અને નષ્ટ થઈ રહ્યો છે. આ ઓઝોનનું ઉત્પન્ન ત્યારે થાય છે જ્યારે આણ્વિક ઓક્સિજન O_2 પારજાંબલી સૌર વિકિરણો દ્વારા વિખંડિત થાય છે અને વિખંડિત ઓક્સિજન પરમાણુ 'O' ખુદ અન્ય O_2 અણુઓથી જોડાઈ જાય છે.

$O_2 \rightarrow O + O$

$O + O_2 \rightarrow O_3$ ઓઝોન

તેના વિખંડનનું પરિણામ આ મુજબ છે :

$2O_3 \rightarrow 3O_2$

ઓઝોન જ્યારે ધૂમ્ર-ધુમ્મસમાંથી ઉત્પન્ન થાય છે ત્યારે તે મનુષ્યને અંધ બનાવી શકે છે અને શ્વસનક્રિયાને અવરોધે છે. પરંતુ જ્યારે તે ઉપરના વાતાવરણમાં જમીનથી 12 થી 30 માઈલ ઉપર હોય છે. ત્યારે સૂર્યમાંથી નીકળેલાં હાનિકારક પારજાંબલી વિકિરણોને વચ્ચેથી અવરોધી પૃથ્વી પર રહેતા જીવોની રક્ષા

કરે છે. છતાં પણ ઓઝોનનું આ રક્ષણાત્મક પડ દક્ષિણ ધ્રુવ પર પાતળું થઈ ગયું છે. 1979થી આજ સુધી સ્તરનું તેનું ગાબડુ ઘણું મોટું થઈ ગયું છે જેમાંથી ઓઝોનની સાંદ્રતા લગભગ 40% ઓછી થઈ ગઈ છે.

કેટલાક વૈજ્ઞાનિકો માને છે કે બહોળો ઉપયોગ કરાતા ઔદ્યોગિક રસાયણો- જેમ કે ક્લોરોફ્લુરો કાર્બનથી મુક્ત થતા ક્લોરિન વાયુ ઓઝોન સાથે અથડાય છે. જ્યારે ક્લોરોફ્લુરો કાર્બન ઉપરની બાજુએ અપવહન કરી સમતાપમંડળમાં પહોંચે છે ત્યારે તે ઓઝોનની સાથે વિનાશકારી ઢંગથી પ્રક્રિયા કરે છે. ઓઝોન, વાયુગતિકીય (સુપરસોનિક) જેટથી નીકળતા નાઇટ્રિક ઓક્સાઇડથી પણ નષ્ટ થઈ જાય છે. આ પણ સંભવ છે કે ઓઝોન, વાતાવરણના નીચલા સ્તરની ઉપર જતી તેજ હવા દ્વારા દૂર ફેંકાઈ ગયો હોય. ગમે તે કારણ હોય, સંભવિત અસરો ગંભીર હોઈ શકે છે. જો ઓઝોન, જે અત્યધિક પારજાંબલી વિકિરણોથી આપણું રક્ષણ કરે છે, લગાતાર નષ્ટ થતું રહે તો તેનાથી મેલાનોમાસ(melanomas)ની બીમારી અને ચામડીનું કેન્સર તથા અનાજના ઉત્પાદનમાં ઘટાડો જેવી ઘટનાઓ ઘટી શકે છે.

10.7 જૈવિક તંત્ર પર પ્રદૂષણની અસરો

આ પહેલાંના પરિચ્છેદમાં તમે અજૈવિક તંત્ર પર પ્રદૂષણની અસરોનો અભ્યાસ કર્યો. આ પરિચ્છેદમાં આપણે જૈવિક તંત્ર પર હવા-પ્રદૂષણની અસરોનો અભ્યાસ કરીશું.

10.7.1 વનસ્પતિઓ પર

વનસ્પતિઓ પણ આપણા દ્વારા પેદા કરેલ પ્રદૂષકોથી રક્ષિત નથી. વાસ્તવમાં, વનસ્પતિ જ આપણા માટે ખોરાક પેદા કરનાર એક માત્ર ઘટક છે અને તેનાથી પૃથ્વી પર જીવન સંભવ છે. વનસ્પતિઓ જે તે પ્રદૂષણો ગ્રહણ કરાય છે પછી કોઈને કોઈ સ્વરૂપમાં આપણને અસર કરે છે. તેનાથી કૃષિ ઊપજ પર ઘણી અસર પહોંચે છે અને માનવજાતિ માટે તે ગંભીર પરિણામ લાવી શકે છે.

પ્રકાશ-રાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસ વનસ્પતિ પર ઝેરી અસર પહોંચાડે છે. જેમકે આગળ વર્ણન કર્યું છે તેમ સૂર્યના પ્રકાશની હાજરીમાં વિભિન્ન પ્રદૂષકો એક સાથે મળીને ઓઝોન અને પેરોક્સીએસિટલ નાઇટ્રેટ (PAN) બનાવે છે. ઓઝોન વનસ્પતિ માટે અત્યધિક હાનિકારક છે. તે સામાન્ય વાયુ વિનિમય સાથે તે પણ વાયુરંધ્ર (Stomata) દ્વારા પર્ણોમાં પ્રવેશે છે અને વાયુરંધ્રની અંતઃત્વચા આવરણની પ્રવેશ્યતા (પારગમ્યતા)ને પણ બદલી નાંખે છે. તેના પોષકતત્ત્વો અને અયનો વચ્ચે અસંતુલન પેદા થાય છે, જેનાથી કોષો મરી જાય છે. વસ્તુતઃ ઓઝોન, પર્ણોની શ્વસનક્રિયાને વધારી દે છે અને વનસ્પતિના ખોરાકસંગ્રહને ક્ષીણ કરીને તેને સમાપ્ત કરી દે છે. ઓઝોનથી સતત અસરગ્રસ્ત થવાને લીધે વનસ્પતિ કમજોર થઈ જાય છે અને તે રોગગ્રસ્ત થવાની શક્યતાઓ વધી જાય છે અથવા તે સમયથી વહેલા પાકી જાય છે, જેને બાહ્ય રોગ લક્ષણ દેખાતું નથી, પણ તેની પાક-ઊપજ ઓછી થઈ જાય છે.

પેરોક્સીએસિટલ (PAN) નાઇટ્રેટ - જે પ્રકાશ રાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસનો અન્ય ઘટક છે. વનસ્પતિ માટે તે ઝેરી છે. તે પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયાને અટકાવી દે છે તથા વનસ્પતિના ખોરાક ઉત્પાદન અટકાવી દઈને તેને મારી નાંખે છે.

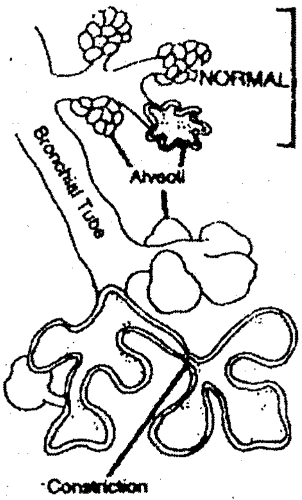
સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ એસિડ અમ્લ વર્ષા દ્વારા વનસ્પતિને ગંભીર નુકસાન પહોંચાડી શકે છે. આગળ જણાવવામાં આવ્યું છે તેમ અમ્લ વર્ષા જમીન અને પર્ણસમૂહનાં પોષકતત્ત્વોને પોતાનામાં ઓગાળીને તેને લીચ નીચે પહોંચાડે છે અને જમીનના નાઇટ્રોજનનું સ્થિરીકરણ કરતા સજીવોને માઠી અસર કરે છે. યુરોપ અને અમેરિકા પશ્ચિમી સંયુક્ત રાજ્યના શંકુદ્રુમ જંગલોને ઘણી માઠી અસર કરી છે.

10.7.2 પ્રાણીઓ પર

જોકે દૂષિત કે ભેળસેળવાળું અન્ન ખોરાક ખાવાથી પ્રાણીઓની પેશીઓ દ્વારા ઘણાં પ્રદૂષકો શોષિત થાય છે. હવામાં ફેલાયેલા પ્રદૂષકોની સીધી અસર પ્રાણીઓ પર પડી શકે છે. જોકે હવા-પ્રદૂષકોની અસર પ્રાણીઓ પર પડે છે. તથા તે મનુષ્ય પર લગભગ સમાન હોયછે. તે ધ્યાનમાં રાખીને આપણે

પ્રાણીઓ ઉપર થતા હવા-પ્રદૂષકોની ચર્ચા કરીશું.

સરેરાશ, પ્રૌઢવ્યક્તિ પ્રતિદિન લગભગ 14000 લીટર હવા શ્વાસમાં લે છે. આ હવા નાક વાટે અને ફેફસાંમાં હવાની વિવિધ નિસ્યંદક ક્રિયાથી સ્વચ્છ થાય છે. શ્વાસ દ્વારા જે મોટા કણ અંદર જાય છે તેને નાકના વાળ રોકી લે છે. નાક અને ફેફસાંની વચ્ચે નરમ સર્પિલ હાડકું હવાને સાંકડા ઘુમાવદાર સ્રોતમાં જવા માટે વિભાજીત કરી દે છે, જ્યાં થઈને બિલકુલ નાના-નાના કણ, નાકના રસ્તાની ચીકણી દીવાલને ચોંટી જાય છે. અન્ય અશુદ્ધિઓ, શ્વાસનળી અને અન્ય શ્વસનમાં એક શ્લેષ્મ સ્તર દ્વારા રોકી લેવામાં આવે છે, જે ગળાની તરફ એક આવરણની જેમ ધકેલી દેવામાં આવે છે, જ્યાં પાતળું શ્લેષ્મ સ્તર છે ત્યાં અશુદ્ધિઓ - બંનેને ઝાટકાથી ધકેલી દેવામાં આવે છે.



આકૃતિ 10.8 : શ્વાસનળી શોથ - (ખાંસી) એવો રોગ છે. જે હવા પ્રદૂષણને કારણે થાય છે અથવા તેને લીધે વધી જાય છે. સામાન્ય ફેફસાંમાં શ્વાસનળી, લાખો વાતકોટરોમાં જઈને ફેલાઈ જાય છે. જ્યાં ઑક્સિજન રુધિર સાથે ભળે છે. રોગગ્રસ્ત ફેફસાંમાં વાતકોષો એકબીજામાં ભળી જાય છે. જેનાથી ઑક્સિજન સ્થાન-ફેરનું ક્ષેત્ર ઓછું થાય છે. શ્વાસનળી પણ સાંકડી થઈ જાય છે. જેનાથી હવાની અવર-જવર ઓછી થઈ જાય છે.

ફેફસામાં ઝીણાં વાતકોટર છે. જેમનું રક્ષણ Scarangh કોષો દ્વારા થાય છે. આ કોષો આ સંરક્ષણ તંત્રમાં પ્રવેશતા કે ઘૂસતાં નાની કદની રજકણોને આવરી લઈને ફેફસાં (અંદર) જતા અટકાવી દે છે.

સામાન્ય વાતાવરણીય પરિસ્થિતિમાં એક ચાળણી કે ગરણી(filtering)ની એ ક્રિયાવિધિ વધારે સારું કાર્ય કરે છે. પરંતુ ઘણાં ક્રિયાવિધિ શહેરોમાં વાતાવરણ પ્રદૂષકોના ભારથી એટલું ચાર્જયુક્ત થઈ જાય છે કે એની ક્રિયાવિધિ પર અસહ્ય બોજ પડે છે. આ ઉપરાંત, ઘણા ઝેરી પ્રદૂષકો નાના કદના ધૂળની રજ સાથે સંલગ્ન થઈ જાય છે કે નિસ્યંદક ક્રિયાવિધિથી બિલકુલ બચી જાય છે અને વાયુવીય રૂપમાં અન્ય પ્રદૂષકો અંતિમ કક્ષાએ રક્તમાં ચાલ્યા જાય છે. કેટલાક પ્રદૂષકોની અતિ ગંભીર અસરો પૈકી એક અસર એ પડે છે કે જે દર પ્રમાણથી ઑક્સિજન, વાતકોટરોમાંથી રક્તવાહિનીમાં જવું જોઈએ. તે દર / પ્રમાણ ધીમું પડી જાય છે. તેનાથી એક વધારાનો ભાર ન કેવળ ફેફસાં પર પડે છે, બલ્કે હૃદય પર પણ પડે છે. આ જ કારણને લઈને વધારે દિવસો સુધી રહેતું ધૂમ્ર-ધુમ્મસ હૃદય અને શ્વસનરોગીઓ માટે ઘાતક સાબિત થાય છે (આકૃતિ 10.8).

ઓઝોન અને પેરોક્સીએસિટલ નાઈટ્રેટ (PAN), બંને પ્રકાશ-રાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસના ઘટકો છે. તેનાથી આંખોમાં બળતરા થાય છે, જોવામાં તકલીફ પડે છે. શ્વાસ લેવો મુશ્કેલ બને છે અને દમ વધી જાય છે.

હવામાં રહેલો સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ (SO_2) શ્વાસ લેવામાં અવરોધક બને છે અને આંખોમાં બળતરા પેદા કરે છે. પરંતુ તેની અસર એવી સ્થિતિમાં વધારે કે જ્યારે ફેફસાંમાં આર્દ્રઉત્તકોને અવશોષે છે. પછી આ સલ્ફ્યુરિક અમ્લ બનાવે છે ત્યારે જે ફેફસાંમાં બળતરા કરે છે અને શ્વસન રોગોજન્ય બને છે. આ પ્રમાણે નાઇટ્રિક એસિડનું પણ બને છે અને તેમાં પણ SO_2 જેમ જ શ્વસન રોગ ઉત્પન્ન કરે છે. NO_2 અને SO_2 બંનેના યોગદાનથી જ (એસિડ વર્ષા) અમ્લ વર્ષા થાય છે. અમ્લ વર્ષા, જલજ જીવો પર અત્યંત માઠી અસરો પહોંચાડી શકે છે. કેટલીક વિશિષ્ટ પ્રકારની માછલીઓ, PHના થોડા વધારા-ઘટાડાને પણ સહન કરી શકતી નથી. પરિણામે નાની નદીઓ અને તળાવોમાં રહેતી માછલીઓ પર અમ્લ વર્ષાને કારણે ઘણી વધારે અસર પડે છે. જેમ કે અગાઉ ઉલ્લેખ કર્યા પ્રમાણે સ્વીડનની નદીઓ અને તળાવોમાં સાલ્મન અને ટ્રૂઉટ જાતિની માછલીઓ અદશ્ય થઈ ગઈ કે જ્યાં PH_5 કરતાં પણ ઓછું થઈ ગયું હતું : ઓટોમોબાઇલ્સ સ્વયંચાલિત વાહનોમાંથી નીકળતું સીસું વાતાવરણમાં ચાલ્યું જાય છે. જ્યારે તે શ્વાસ દ્વારા અંદર જાય છે ત્યારે હાડકાં અને અન્ય પેશીઓમાં તે સંચિત થઈ જાય છે. જેનાથી મગજ અને કીડનીને અપરિવર્તનશીલ હાનિ પહોંચે છે. નાના બાળકો તેનો વધારે શિકાર બને છે. કારણ કે તેમનું ચેતાતંત્ર વિકાસશીલ હોય છે. સીસાનું વધારે માત્રામાં અંદર જવું, બાળકની બુદ્ધિને મંદ કરી શકે છે તથા કોઈ પણ બાબત તરફ ધ્યાન કેન્દ્રિત કરવાની શક્તિને ઓછી કરી શકે છે. જેથી તેમનામાં શીખવાની / ભણવામાં શિથિલતા આવી જાય છે. જોકે કેટલીક વાર તેઓ અતિક્રિયાશીલ પણ થઈ જાય છે. પ્રૌઢ પુરુષોના રુધિરમાં સીસાનું સ્તર વધી જવાથી તેનો સંબંધ ઊંચા લોહીના દબાણ સાથે જોડાયેલો છે અને તે એક બાબતનો સંકેત કરે છે કે ઘણા 'હાર્ટ ઍટેક' શરીરતંત્રમાં પ્રવેશેલા સીસાને કારણે થયા હશે.

કાર્બન મોનોક્સાઇડ (CO) વાહનોમાંથી નીકળતો ધુમાડો તથા કોઈ જૈવિક પદાર્થના અપૂરતા દહનથી

ઉત્પન્ન થાય છે. તે રંગહીન અને ગંધહીન વાયુ છે. પરંતુ જીવંત પ્રાણીઓ માટે ઘણો ઝેરી છે. કાર્બન મોનોક્સાઇડ, હિમોગ્લોબિનમાં ભળીને રુધિરની ઓક્સિજન વહનક્ષમતાને ઓછી કરી દે છે અને કાર્બોક્સીહિમોગ્લોબિન બનાવે છે. આમ, તે શ્વાસ-અવરોધ ઉત્પન્ન કરે છે. સૂક્ષ્મ માત્રામાં પણ તે શ્વાસની કમી અને થાક પેદા કરી શકે છે.

બોધપ્રશ્નો - 4

સાચા જવાબો માટે (✔) ની નિશાની કરો :

(i) તાપમાન-ઉત્ક્રમણની ઘટના માટે જવાબદાર છે.

(ક) હરિતગૃહ અસર (ગ્રીનહાઉસ અસર)

(ખ) સૂક્ષ્મ આબોહવા

(ગ) ધૂમ્ર-ધુમ્મસ

(ઘ) તાપીય બેટો, ટાપુઓ

(ii) પૃથ્વીના ઓઝોન સ્તરના અવક્ષય માટે જવાબદાર છે.

(ક) ક્લોરોફ્લુરોકાર્બન

(ખ) મિથેન

(ગ) કાર્બન ડાયોક્સાઇડ

(ઘ) સલ્ફ્યુરિક અમ્લ એસિડ

(iii) પેરોક્સીએસિટલ નાઇટ્રેટ (PAN) વનસ્પતિને નષ્ટ કરી દે છે :

(ક) તેને સમય પહેલાં પકાવીને

(ખ) પ્રકાશસંશ્લેષણ ક્રિયાને બંધ કરીને

(ગ) તેના ખોરાકને ઓછો કરીને

(ઘ) તેનાં પોષકતત્ત્વો પોતાની સાથે ભેળવી કે વહાવીને

(iv) વાતાવરણમાં સીસાનું (અસ્તિત્વ) હોવાને કારણે :

(ક) મગજને હાનિ

(ખ) શ્વાસ રોગ

(ગ) આંખોમાં બળતરા

(ઘ) શ્વાસોચ્છવાસવિહીન

10.8 સારાંશ

આ એકમમાં તમે શીખ્યા :

- હવામાં 78% નાઇટ્રોજન, 21% ઓક્સિજન અને 1.0% ઓર્ગન તથા અન્ય અક્રિય વાયુઓ હોય છે. વાતાવરણમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડનું પ્રમાણ 0.1% થી 0.3% ની વચ્ચે હોય છે. અન્ય વાયુઓ જેવા કે સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ, નાઇટ્રોજન ડાયોક્સાઇડ, ઓઝોન વિગેરે ઘણી ઓછી માત્રામાં મળી આવે છે. વાતાવરણીય પ્રદૂષણ, પૃથ્વીના વાતાવરણની ગુણવત્તામાં એક અનિચ્છનીય પરિવર્તન છે.
- માનવીની પ્રવૃત્તિઓ, હવા-પ્રદૂષણનું મુખ્ય કારણ છે. તે પ્રવૃત્તિઓ છે - ઉદ્યોગોમાં દહનસ્રોત, પરિવર્તનશીલ અથવા ચલદહનસ્રોત (જેમ કે - વાહનો દ્વારા ઈંધણનું દહન વગેરે) અને

વિનિર્માણ-સ્રોત - મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રદૂષક છે : સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ, નાઇટ્રોજન ઓક્સાઇડ, કાર્બન મોનોક્સાઈડ અને નિલંબિત કણાકાર પદાર્થો.

- રેડિયોક્રિયાશીલ પદાર્થોથી પેદા થતું વિકિરણ પણ મોટા પાયા પર પર્યાવરણીય સમસ્યા પેદા કરે છે. તેનાથી ઘણા બધા જૈવિક દુષ્પ્રભાવો પડે છે જેમાં જનન-ક્ષતિ પણ સામેલ છે. રેડિયો-ક્રિયાશીલ ઉત્સર્જનની અલ્પ માત્રા સિવાય આપણે કુદરતી અને માનવરચિત સ્રોતોથી પણ લગાતાર જોખમમાં રહીએ છીએ. જેનો દર વધતો જાય છે. કારણ કે ન્યૂક્લિઅર દુર્ઘટનાઓથી ઉત્સર્જિત ઘણા મોટા પ્રમાણમાં વિકિરણો પણ મોજૂદ છે. પર્યાવરણીય એક ગંભીર સમસ્યા એ છે કે રેડિયોક્રિયાશીલ અવશિષ્ટ કચરો(radioactive waste)નો સુરક્ષિત અને સમુચિત નિકાલ કેવી રીતે કરવામાં આવે.

- ઘોંઘાટ - જેને અવાંછિત ધ્વનિ કે અવાજના રૂપમાં પરિભાષિત કરવામાં આવ્યો છે. આ દિવસોમાં એક નડતર બની રહ્યો છે. તે પણ વાતાવરણીય પ્રદૂષકો પૈકી એક છે. પરંતુ એક જુદા અર્થમાં. તેનાથી શ્રવણશક્તિ નષ્ટ થઈ જાય છે તથા ચિંતા, તણાવ, ભય અને અન્ય શારીરિક તથા માનસિક અસરો પડે છે.

- મોસમ વિજ્ઞાન સંબંધી સરેરાશ પરિસ્થિતિને અંતર્ગત હવાનું તાપમાન ઊંચાઈની સાથે લગાતાર ઓછું થતું જાય છે. છતાં પણ જો ઉપરની હવા પોતાની નીચેની હવાથી ગરમ રહે છે તો વાતાવરણ બિલકુલ સ્થિર થઈ જાય છે અને પ્રદૂષકો ગરમ હવામાં ફસાઈ જાય છે. આ પરિસ્થિતિને **વાતાવરણીય ઉત્ક્રમણ** કહે છે.

- હવા પ્રદૂષણની વૈશ્વિક તાપમાન પર અસર પડી શકે છે. વધતા પ્રમાણમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડ, મિથેન અને અન્ય વાયુઓ પૃથ્વીથી નીકળતાં અવરક્ત વિકિરણોને શોષી લે છે અને તેને ઉપર જવા દેતાં નથી. તેનાથી ગરમી વધે છે જેને 'હરિતગૃહ અસર' (ગ્રીનહાઉસ) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

- અન્ય હવા પ્રદૂષક - જેને કારણે આ દિવસોમાં ઘણી વધારે ચિંતા થઈ રહી છે - ક્લોરો-ફ્લુરોકાર્બન છે. તે ઓઝોનના સ્તરમાં પહોંચી જાય છે અને ઓઝોનને ઓક્સિજનમાં વિઘટન થઈને ઓઝોનના સ્તરને નષ્ટ કરી દે છે. ઓઝોન, ભૂ-સપાટી પર પહોંચતાં હાનિકારક પારજાંબલી કિરણોથી કવચ રૂપે રક્ષણ કરે છે. એટલા માટે ઓઝોનની ક્ષીણતાથી (ઓછપ) આ કવચવાળું સ્તર ઘટના પારજાંબલી કિરણોને આપણા સજીવો પર પડીને માનવશરીરની ત્વચા (ચામડી)નું કેન્સર થઈ શકે છે અને અન્ય જૈવમંડળ પર દબાણની અસર પડી શકે છે.

- નાઇટ્રોજન ઓક્સાઇડ અને સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ વાતાવરણમાં પ્રક્રિયા કરે છે, જેથી જલદ અમ્લ બને છે - જે અમ્લ વર્ષા, બરફ અથવા ધૂળ રૂપે શોષાય છે. તે અમ્લીય અવક્ષેપણે જંગલો અને મત્સ્યઉદ્યોગનો વધુ વિનાશ કર્યો છે. સાથે સાથે પથ્થર આરસની ઈમારતો, ધાતુઓ તથા એવા જ અન્ય પદાર્થોનું ક્ષરણ કર્યું છે.

  વાહનોમાંથી નીકળતો ધુમાડો વિ. સૂર્યના પ્રકાશમાં પ્રકાશ રાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસ તૈયાર કરે છે. પ્રકાશ રાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસથી જૈવમંડળ પર પ્રતિકૂળ અસરો પડે છે.

- સામાન્યતઃ હવા પ્રદૂષણ, જૈવિક તંત્રોને જુદા જુદા સ્વરૂપે અસર કરે છે અને છેવટે વનસ્પતિ તથા જીવજંતુઓને નષ્ટ કરી દે છે.

10.9 અંતિમ કસોટી

i) નીચેનાં વિધાનો ખરાં છે કે ખોટાં તે જણાવો.

(અ) હવા પોતાની કુદરતી અવસ્થામાં શુદ્ધ હોય છે.

(બ) કુદરતી હવામાં વાયુઓ, ધૂળ અને જલ-બાષ્પ (વરાળ) હોય છે.

(ક) હવા મુખ્યત્વે ઇંધણ-દહનથી પ્રદૂષિત થાય છે.

(ડ) ક્લોરોફ્લુરોકાર્બન, ઓઝોનની વિઘટન પ્રક્રિયાને વધારી દે છે.

(ઇ) ક્લોરોફ્લુરોકાર્બન, ઓઝોનની વિઘટન અને નિર્માણ પ્રક્રિયાને વધારી દે છે.

ii) ચાર-પાંચ લીટીઓમાં ઉત્તરો લખો :

(અ) લંડન-ધૂમ્ર-ધુમ્મસ અને પ્રકાશ રાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસ વચ્ચેનો ભેદ.

....

....

....

....

(બ) હરિતગૃહ અસર (ગ્રીનહાઉસ અસર) શું છે ?

....

....

....

....

(ક) અમ્લ વર્ષા શું છે ?

....

....

....

....

(ડ) અમ્લ વર્ષાથી તાજમહેલ કેવી રીતે પ્રભાવિત બન્યો ?

....

....

....

....

(ઇ) સમતાપમંડળથી ઓઝોનનું અવક્ષય થવાને માનવજીવનને કેવી રીતે પ્રભાવિત કરશે ?

....

....

....

....

10.10 જવાબો

સ્વ-મૂલ્યાંકન પ્રશ્નો

(1) i) સાચું ii) સાચું

(2) પરિચ્છેદ 10.3.3 જોવા ભલામણ છે.

(3) (i) સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ

(ii) કાર્બન ડાયોક્સાઇડ -

(iii) 35

(iv) 45, 35, 80

(4) (i) ગ (ii) ક (iii) ખ (iv) ક

અંતિમ કસોટી

(i) (અ) ખરું (બ) ખરું (ક) ખરું (ડ) ખોટું (ઇ) ખોટું

(ii) (અ) લંડન-ધૂમ્ર-ધુમ્મસ એ ધુમાડો, ધુમ્મસ, રાખ, ધૂળ અને સલ્ફર ડાયોક્સાઇડનું મિશ્રણ છે. પ્રકાશ રાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસ, સૂર્યના પ્રકાશની હાજરીમાં વાહનોમાંથી નીકળતા હાઇડ્રોકાર્બન્સ અને નાઇટ્રોજન ઑક્સાઇડની પરસ્પર પ્રક્રિયાના ફલસ્વરૂપે તૈયાર થાય છે. ઓઝોન અને પેરોક્સીએસિટલ નાઇટ્રેટ (PAN) તે સહક્રિયાત્મક પ્રક્રિયાથી થયેલ નીપજ, મૂળ પ્રક્રિયકોથી વધારે નુકસાન પહોંચાડવામાં સમર્થ હોય છે.

(બ) કોલસાના દહનથી ઉત્પન્ન કાર્બન ડાયોક્સાઇડ, વાતાવરણમાં ફસાયેલો રહે છે. તે ભૂ-સપાટીથી પરાવર્તિત સૌર-ઊર્જાને અંતરિક્ષમાં પુનઃવિકિરિત થવાને રોકે છે. તેનાથી પૃથ્વીનું વાતાવરણ ગરમ થઈ જાય છે, જેથી તેની પર થતી અસરોને 'હરિતગૃહ અસર' કહે છે.

(ક) ઔદ્યોગિક સંયંત્રો દ્વારા વાતાવરણમાં છોડાયેલ સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ, જલ-ટીપા અને ભેજ ધૂળના કણોને અવશોષે છે. પછી તે સંઘનિત થઈને અમ્લ વર્ષા રૂપે અવક્ષેપિત થાય છે.

(ડ) મથુરા ક્રુડ-ઓઈલ રિફાઇનરી દ્વારા નીકળતો સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ, તાજમહેલ પર અમ્લ વર્ષા થવાનું મુખ્ય કારણ છે. તાજમહેલ આરસના પથ્થરોથી બનેલો છે અને અમ્લ વર્ષાથી આરસ-પથ્થરોનું સંક્ષારણ થશે અને તેમાં પોપડીઓ બહાર નીકળી આવશે.

(ઇ) જો સમતાપમંડળમાં રહેલા ઑઝોનનું આવરણ નષ્ટ થઈ ગયું તો સૂર્ય દ્વારા આવતાં પારજાંબલી વિકિરણો, પૃથ્વીના વાતાવરણમાં પ્રવેશ કરી દેશે. તેનાથી ચામડીનું કેન્સર અને મેલાનોમા જેવા રોગોમાં વધારો થશે.

એકમ 11 જળ પ્રદૂષણ

રૂપરેખા

11.1 પ્રસ્તાવના

ઉદ્દેશ્યો

11.2 જળ પ્રદૂષણ સંબંધી કેટલીક સંકલ્પનાઓ

11.2.1 પ્રાકૃતિક જળનું સ્વયં શુદ્ધિકરણ

11.2.2 જૈવિક ઑક્સિજન માંગ (BOD)

11.2.3 અતિપોષણ

11.2.4 જળ પ્રદૂષણના પ્રકારો

11.3 મીઠા જળનું પ્રદૂષણ

11.3.1 પૃષ્ઠ સપાટીના જળ પ્રદૂષણના સ્રોતો

11.3.2 વાહિતમલના ઉપચારો સુએજની માવજત

11.3.3 સુએજ ટ્રીટમેન્ટ બાદ જળના લક્ષણો

11.4 ભૂમિગત જળ પ્રદૂષણ

11.5 દરિયાઈ પ્રદૂષણ

11.5.1 તેલ-(અધિપ્લાવ) છંટકાવ-ઢોળાવું

11.5.2 ઔદ્યોગિક રસાયણો

11.5.3 તાપીય પ્રદૂષણ

11.5.4 બહુધાત્વિક પિંડોનું ખનન

11.6 સારાંશ

11.7 અંતિમ કસોટી

11.8 જવાબો

11.1 પ્રસ્તાવના

પર્યાવરણની સમસ્યાઓ પૈકી જળ પ્રદૂષણ એક ગંભીર સમસ્યા છે. જ્યારે મનુષ્યને પ્રાણીઃ ેના મળ અને કચરો, ઝેરી ઔદ્યોગિક રસાયણો, ખેતીકીય અવશિષ્ટ ખનીજતેલ જેવા પદાર્થોથી તેમ ઉષ્માથી જળ સંદૂષિત થાય છે ત્યારે તે સમસ્યા ઊભી થાય છે. આપણા મોટાભાગના જળસમૂહો - નદીઓ, તળાવો, સમુદ્રો, મહાસાગરો, નદીનાળા અને ભૂમિગત જળ-સ્રોતો (ટ્યૂબવેલ, બોર-કૂવા) ક્રમશઃ પ્રદૂષિત થઈ રહ્યાં છે. અત્યાર સુધી શીખી ગયેલા પાઠ્યક્રમમાં તમે જાણ્યું કે કેવી રીતે નિર્વનીકરણ, શહેરીકરણ, સઘન ખેતી અને ઔદ્યોગીકરણે આપણી જળરાશિઓને પ્રદૂષિત કરી દીધી છે. હવા પ્રદૂષણના વિવિધ પાસાંથી - જેમાં અમ્લ વર્ષાના હાનિકારક પરિણામોનો પણ સમાવેશ થાય છે. તમે માહિતગાર છો. આ એકમમાં આપણે વિવિધ પ્રદૂષણના સ્રોતો અથવા કારકોથી થતા વિવિધ જળ પ્રદૂષણ વિષે ટૂંકમાં જણાવીશું. આ ઉપરાંત કેટલીક અગત્યની સંકલ્પનાઓ પણ સમજાવીશું - જેવી કે સ્થાનિક તે જ સ્થળે અથવા અન્ય સ્થળના સ્રોતો, જૈવિક ઓક્સિજન માંગ (BOD), અતિપોષણ, કુદરતી જળરાશિઓની સ્વયં શુદ્ધિકરણ ક્ષમતા, પૃષ્ઠ-સપાટીએ જળમાં પ્રદૂષકોની અંતઃ સ્પંદન, તાપીય પ્રદૂષણ અને તેલવાહક જહાજોના અકસ્માતથી થતું પ્રદૂષણ. આગલા એકમમાં તમે ભૂમિ સંસાધનોનું અવક્રમણ

અને ભૂસ્થળીય વિશેષતાઓ વિશે વાંચશો.

પ્રદૂષિત જળ જોવામાં સ્વચ્છ અથવા ગંદુ હોઈ શકે છે, પરંતુ તે નિર્વિવાદરૂપે જીવાણુ, રસાયણો અથવા અન્ય પદાર્થો ધરાવે છે. જેને કારણે અસુવિધા કે બેચેની, બિમારી અથવા મૃત્યુ પણ થઈ શકે છે.

ઉદ્દેશ્યો :

આ એકમના અધ્યયન પછી તમે કરી શકશો :

- જળાશયમાં અતિ પોષણને કારણે થતાં પરિવર્તનો સમજાવી શકાશે.
- જૈવિક ઑક્સિજન માંગ (BOD)ની સંકલ્પનાઓનો ઉપયોગ કરી શકાશે.
- જળરાશિના વિવિધ પ્રદૂષણ-સ્રોતો નિર્દિષ્ટ કરી શકાશે.
- જળ-પ્રદૂષણના વિવિધ પ્રકારોની સૂચિ બનાવી શકાશે.
- મીઠા જળ અને સમુદ્ર જળરાશિના સ્વરૂપ વચ્ચેનો ભેદ પાડી શકાશે.
- પ્રાથમિક અને દ્વિતીયક સુએજના ઉપચારોની તુલના કરી શકીશું.
- ભારતમાં પૃષ્ઠ જળમાં પ્રદૂષકોના અંતઃપ્રવેશનાં ઉદાહરણો આપી શકાશે.
- દરિયાઈ પ્રદૂષણના સ્રોતો અને અસરોને સમજી શકાશે અને તેલ-છલકાવ ગરમ એવા સ્રોતોનું વિસર્જન બહાર છોડવાથી થતા તથા બહુધાત્વિક પિંડોના ખનનથી ઉદ્ભવતી સમસ્યાઓ પણ સમજાશે.

11.2 જળ પ્રદૂષણ સંબંધી કેટલીક સંકલ્પનાઓ

જળ પ્રદૂષણના સ્રોતો સામાન્ય રીતે બે બહોળા વર્ગમાં સ્વીકૃત પામ્યા છે. પ્રથમ છે - સ્થળ-સ્થાનિક પ્રદૂષણ સ્રોત (Point Sources) જેમાં પ્રદૂષણ-સ્રોત એક સુનિશ્ચિત સ્થાન પર હોય છે જેમ કે સુએજ મલના નિકાસદ્વાર અથવા ફેક્ટરીની નીક અર્થાત્ એવી પાઈપ કે જેમાંથી ફેક્ટરીનું અપજળ નદીઓમાં છોડવામાં આવે છે. પ્રદૂષણનો એવો સ્રોત અસરકારક રીતે, ઉચિત તકનિકી ટેકનિકપૂર્ણ કૌશલ્ય દ્વારા નિયંત્રિત કરવામાં આવે છે. બીજા વર્ગમાં પ્રદૂષણ સ્થળ બહાર-પ્રદૂષણ સ્રોત (non-point) આવે છે જે વધુ બહોળા ક્ષેત્રમાં ફેલાયેલા હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે - ફાર્મ, ચરિયાણ ભૂમિ, બાંધકામ સ્થળો, પરિત્યક્ત છોડી દેવાયેલી ખાણો અને ખાડા વિ. દ્વારા અપવાહ થઈને આવેલ જળમાં કાંપ (Silt) હોય છે - જે અનિયત માર્ગોથી ફેલાઈને નદીઓ અને તળાવોમાં પહોંચી જાય છે. આવા કિસ્સામાં જળ પ્રદૂષણને રોકવું સહેલું નથી અને મોટા પાયા પર એકધારા વ્યાપક પ્રયત્નોની જરૂર પડે છે.

જળ પ્રદૂષણ પણ એવી પ્રક્રિયાઓમાં ગડબડ ઉત્પન્ન કરે છે. જે જળરાશિઓમાં કુદરતી રીતે થતી રહે છે. આ પ્રક્રમ જળ પ્રદૂષણમાં જળમાં દ્રાવ્ય-ઓગળેલો (વિલીન) ઑક્સિજનનો ઉપયોગ કરીને જળ-અપદ્રવ્યોને હાનિરહિત બનાવી દે છે. આવો, કેટલીક આવી પ્રક્રિયાઓનો અભ્યાસ કરીએ.

11.2.1 પ્રાકૃતિક જળનું સ્વયં શુદ્ધિકરણ

જો તમે કોઈ જળાશય, જેમાં સીમિત માત્રામાં વિઘટન થઈ શકે તેવા અપદ્રવ્યો રહેલાં છે તેવા જળને એમ જ રહેવા દો તો સેન્દ્રિય કેટલાક સમય બાદ તે સ્વયં સેન્દ્રિય પ્રદૂષકો-રહિત થઈ જશે. તમે પ્રથમ વિભાગના એકમ 3માં વાંચ્યું હશે કે વિઘટનકારી હવાજીવી સૂક્ષ્મ જીવો કાર્બનિક સેન્દ્રિય પદાર્થોને (અસેન્દ્રિય) અકાર્બનિક પોષકતત્ત્વોમાં રૂપાંતર કરી દે છે. રોગજનક જીવાણુઓ ધરાવતા જળાશયને સ્વચ્છ કર્યા ઉપરાંત આ જળાશયને સ્વચ્છ કરીને પાણી સ્વચ્છ કરવા ઉપરાંત તેની હાલત પણ સુધારે છે. કારણ કે જીવાણુ દ્વારા સેન્દ્રિય પદાર્થોનું વિઘટન થતાં તેમાં બંધાયેલ પોષકદ્રવ્યો પણ પાણીમાં પાછાં ભળી જાય છે. આ પોષકદ્રવ્યોનો ઉપયોગ લીલી વનસ્પતિઓ કરે છે. આ પ્રક્રિયાનો સમય સેન્દ્રિય પદાર્થનો જથ્થો કોપાર અને આસપાસની ઉષ્ણતામાન ઉપર આધાર રાખે છે.

કોઈ પણ કુદરતી જળ દ્રાવ્ય વાયુઓ ધરાવે છે અને તેની માત્રા વાતાવરણ સાથ સંતુલિત અવસ્થામાં રહે છે. આમ, માછલી અને અન્ય જલજ સજીવો પોતાના શ્વસન માટે આવશ્યક ઑક્સિજન પ્રાપ્ત કરે છે. સંતૃપ્ત અવસ્થામાં રહેલું જળ જેટલો ઑક્સિજન ગ્રહણ કરી શકે, તે ઑક્સિજનની માત્રા તથા તાપમાન પર આધારે રાખે છે અને ભૌતિક નિયમ તાપમાન વૃદ્ધિથી તે ઓછી થાય છે. અર્થાત્ વ્યસ્ત પ્રમાણમાં છે. સ્વરૂપ તાપમાન વધારવાં, પાણીમાં દ્રાવ્ય ઑક્સિજન પરપોટા સ્વરૂપે બહાર નીકળી જશે.

અપશિષ્ટ જળમાં રહેલા અપઘટિત અથવા ઉપચનીય પદાર્થો અને તેવા જ અન્ય હવાજીવી જીવો દ્વારા ત્યાં હાજર દ્રાવ્ય (અવક્ષય) ઑક્સિજનનું લઈને વિઘટિત થઈ જાય છે. હવાજીવી જીવો કાર્બનિક સેન્દ્રિય કચરાને અપદ્રવ્યોને પોતાના ખોરાક તરીકે વાપરે છે તથા દ્રવ્ય ઑક્સિજનનો પોતાના શ્વસન માટે ઉપયોગ કરે છે. જો આવાં અપદ્રવ્યો કે કચરાનું પ્રમાણ વધુ હોય તો આ પ્રક્રિયા દ્રવ્ય ઑક્સિજનના પ્રમાણને ખૂબ ઝડપથી ઓછું કરી દે છે અને જળાશયમાં માછલી અને અન્ય જલજ પ્રાણીસમૂહના જીવન પર માઠી અસર પહોંચાડે છે. જો પૂર્ણ દ્રવ્ય ઑક્સિજન ઉપયોગમાં આવી જાય તો તો જલજ સજીવોને ગૂંગળામણ થાય છે અને મરી જાય છે. આવી પરિસ્થિતિમાં જળાશયોને અતિપોષિત થયેલા માનવામાં આવે છે. આવાં જળાંશયોમાંથી બદબો આવે છે અને તે ઘણું વિકૃત દેખાય છે કારણ કે તેની સ્વયં-શુદ્ધિકરણ ક્ષમતાને નડતર થઈને હરકત - મંદ પડે છે.

બોધપ્રશ્ન - 1

નીચેનાં વિધાનો સાચાં છે કે ખોટાં તે જણાવો. સામે આપેલી જગ્યામાં સાચા માટે (✓)ની અને ખોટા માટે (×)ની નિશાની કરો અને તમારા જવાબોને આ એકમના અંતમાં આપેલા જવાબો સાથે મેળવો.

(અ) કોઈ પણ પ્રાકૃતિક જળરાશિમાં આપમેળે શુદ્ધ થવાની ક્ષમતા રહેલી છે, જો......

i) પ્રદૂષણને આગળ વધતું અટકાવવામાં આવે અને જળરાશિને આપમેળે પુનઃ પ્રાપ્તિ માટે પૂરતો સમય આપવામાં આવે. ( )

ii) જળરાશિમાં કેવળ જૈવ વિઘટનીય પ્રદૂષકો હોય - જોવા મળે. ( )

iii) પાણીમાં પૂરતા પ્રમાણમાં દ્રાવ્ય ઑક્સિજન હોય ( )

iv) જૈવિક પદાર્થોના ઑક્સિડેશન માટે ઉચિત તાપમાન હોય ( )

(બ) શુદ્ધિકરણ પછી જળરાશિમાં રહી જાય છે -

i) રોગજનક જીવાણુઓ ( )

ii) અપઘટનીય રસાયણો ( )

iii) કાર્બનિક (જૈવિક) સેન્દ્રિય અપદ્રવ્યો - કચરો ( )

iv) અપઘટનીય રસાયણો અને અરોગજનક જીવાણુઓ ( )

11.2.2 જૈવિક ઑક્સિજન માંગ (BOD)

વાતજીવીહવા જીવાણુઓ અપદ્રવ્યો(કચરા)ને વિઘટિત કરતી વખતે દ્રાવ્ય ઑક્સિજનનો ઉપયોગ કરે છે. વૈજ્ઞાનિકો પાણીમાં રહેલા કચરામાં સામેલ સેન્દ્રિય પદાર્થોની માત્રા-જીવાણુ દ્વારા વપરાતાં ઑક્સિજન માપીને નક્કી કરી શકે છે. કારણ કે આ સેન્દ્રિય પદાર્થોના વિઘટનમાં જીવાણુ ઑક્સિજન વાપરે છે.

કોઈ પણ જળાશયમાં ઉપસ્થિત જૈવિક દ્રવ્યોના વાતજીવી સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા વાતજીવી ઑક્સિજનથી થતા વિઘટન માટે જરૂરી ઑક્સિજનના પ્રમાણને 'જૈવિક ઑક્સિજન માંગ' (Biological Oxygen Demand) કહે છે. કારણ કે જૈવિક ઑક્સિજનનું મૂલ્ય સામાન્યતઃ પાણીમાં રહેલા જૈવિક દ્રવ્યો (કાર્બનિક દ્રવ્યો)ની માત્રાના અનુપાતમાં હોય છે. જૈવિક ઑક્સિજન માંગ મૂલ્ય અપદ્રવ્ય - પ્રદૂષકો

સાંદ્રતાને માપવા કામમાં આવી શકે છે અને તે પ્રદૂષણની માત્રાનો સૂચક પણ બની શકે છે. પાણીમાં વિઘટન થઈ શકે તેવા યોગ્ય જૈવિક દ્રવ્યોની માત્રા જેટલી વધારે હશે તેટલી વધુ માત્રામાં તે પદાર્થોના જૈવ વિઘટન થવા માટે ઓક્સિજનની જરૂર પડશે અને તેથી પાણીના નમૂનાનું જૈવિક ઓક્સિજન માંગ-મૂલ્ય તેટલું જ વધારે હશે. બીજી બાજુ, અપ્રદૂષિત જળ જૈવિક ઓક્સિજન માંગનું મૂલ્ય સરખામણીએ ઓછું બતાવે છે.

જૈવિક ઓક્સિજન માંગ મૂલ્ય જળ-પ્રદૂષણ નિયંત્રણ વ્યવસ્થાપનમાં કેટલીક બાબતોની ઉપયોગિતાને માપવા માટે સારા માપદંડ તરીકે છે. આ બાબતો નીચે મુજબ છે :

જળ-સંસાધન પ્રક્રિયાની રૂપરેખા, ભારણસંબંધી ગણતરીઓ, સંયંત્રોની કાર્યદક્ષતા સંસાધન અને તે સિવાય કુદરતી જળરાશિઓની સ્વયં સ્વચ્છ થવાની ક્ષમતાનું મૂલ્યાંકન કરવાની પણ સારી કસોટી છે. જૈવિક ઓક્સિજન માંગના માનાંકન માટે પાણીના નમૂનાને અંધારામાં પાંચ દિવસ સુધી 20^0 સેન્ટિગ્રેડ પર ઉષ્માપન (incubation) કરે છે અને આ પ્રક્રિયાની પહેલાં અને પછીથી પાણીના નમૂનાની ઓક્સિજન-સાંદ્રતા માપી લેવામાં આવે છે. બંને માત્રા-અંકોનો તફાવત ટકાના મૂલ્યમાં દર્શાવાય છે. માત્રા-અંકોના તફાવતના ટકા દર્શાવતો પાણીનો નમૂનો 'જૈવિક ઓક્સિજન માંગ મૂલ્ય' કહેવાય છે. જૈવિક ઓક્સિજન માંગ મૂલ્ય પર અસર કરતાં વિવિધ કારકો આ મુજબ છે : સજીવોના પ્રકારો, PH, પાણીમાં રહેલાં ઝેરી તત્ત્વો, સેન્દ્રિય પદાર્થો, પ્રાપ્ય પોષકતત્ત્વો અને નાઇટ્રીકરણ-દર. આ સંબંધી વધારે વિગતો તમે 'અતિપોષણ' વાળા વિભાગમાંથી પ્રાપ્ત કરશો.

બોધપ્રશ્ન - 2

નીચે આપેલાં વિધાનો પૈકી સાચા વિધાન સામે ખરાની નિશાની કરો અને તમારા જવાબોને એકમના અંતમાં આપવામાં આવેલા જવાબો સાથે સરખાવો.

(અ) જૈવિક ઓક્સિજન માંગ (BOD) દર્શાવે છે :

i) પાણીના આપેલ નમૂનામાં સૂક્ષ્મ જીવો દ્વારા લેવાયેલ ઓક્સિજનનું પ્રમાણ

ii) કોઈ આપેલા તાપમાન પર અને આપેલા સમયમાં પાણીના નમૂનાના એકમ-આતન કદ (volume)માં ઉપસ્થિત વાયુજીવી જીવો દ્વારા જૈવ રાસાયણિક ઉપચયનમાં પ્રયુક્ત ઓક્સિજનની માત્રા

(બ) જૈવિક ઓક્સિજન માંગ (BOD) પરીક્ષણ મૂલ્યાંકનમાં ઉપયોગી છે :

i) કોઈ પાણીના નમૂનામાં કાર્બનિક સેન્દ્રિય અને અકાર્બનિક અસેન્દ્રિય કચરો કે અપદ્રવ્યનું પ્રમાણ કેટલું છે.

ii) પાણીના નમૂનામાં કાર્બનિક અપદ્રવ્યનું પ્રમાણ કેટલું છે.

iii) પાણીના નમૂનામાં અકાર્બનિક અપદ્રવ્યોનું પ્રમાણ કેટલું છે.

11.2.3 અતિપોષણ

પાણીમાં પોષકતત્ત્વોનું ઉચ્ચ પ્રમાણ અતિપોષણની અવસ્થા પેદા કરે છે. કાર્બનિક અપદ્રવ્યોની અધિક માત્રામાં વધારો થવાથી પણ પોષકતત્ત્વોની માત્રા વધી શકે છે. જળાશયોમાં પોષકતત્ત્વોની (પરિસાંદ્રણ) પ્રચુરતાને અતિપોષણ દ્વારા સૂચિત કરે છે. મુખ્ય પોષકતત્ત્વો છે - નાઇટ્રેટ અને ફોસ્ફેટ. કુદરતી ખડક વિઘટન અને કાર્બનિક દ્રવ્યના ખનિજીકરણથી પણ ઘણાં પોષકતત્ત્વો પરિણમે છે. કુદરતી અતિપોષણ ઘણી ધીમી પ્રક્રિયા છે, જે ઘણું કરીને સો વર્ષથી વધારે સમય પણ લે છે. પરંતુ કૃત્રિમ અતિપોષણ - માનવીય પ્રવૃત્તિઓનું પરિણામ છે જે એક નાટ્યાત્મક ઝડપી પ્રક્રિયા છે. જ્યારે ઘરેલુ કચરો, કૃષીય અવશિષ્ટ ભૂમિ ડ્રેનેજ Drainage અપવાહ અને ઔદ્યોગિક અવશિષ્ટ (અપદ્રવ્ય) કોઈ જળરાશિમાં પહોંચી જાય છે ત્યારે આમ બને છે. પાણીમાં વસતા હવાજીવી જીવાણુઓ ઓક્સિજનની હાજરીમાં

જૈવિક વિઘટનની ક્રિયા દ્વારા મોજૂદ પોષકતત્ત્વોને મુક્ત કરી દે છે. તેમાંથી અતિપોષણની સમસ્યા ઊભી થાય છે. આ પોષકતત્ત્વો પારિસ્થિતિક તંત્ર-સંતુલન અને જલજ સજીવોના બંધારણમાં ફેરફારો પ્રેરે છે. આકૃતિ 11.1માં અતિપોષણની કુદરતી પ્રક્રિયા બતાવી છે. બધા પોષકપદાર્થો સૂક્ષ્મ જલજ વનસ્પતિ (જેમ કે લીલ) તથા મોટી જલજ વનસ્પતિ (જેમ કે ડકવીડ duckweed અને જલકુંભી) ની વૃદ્ધિમાં મદદ કરે છે. અધિક માત્રામાં નિવેષિત પોષક પદાર્થોથી જલજ વનસ્પતિઓ વધારે પ્રમાણમાં ઊગી નીકળે છે. જેમ જેમ વધારે વનસ્પતિઓ ઊગી નીકળે છે (વૃદ્ધિ પામે) તેમ તેમ પહેલાંની તુલનામાં અધિક સંખ્યામાં મરી પણ જાય છે. અને આ જ દરે તે સડી પણ જાય છે. આ બંને પ્રક્રિયાઓ (વૃદ્ધિ અને સડવું) ઑક્સિજનમાં ઑક્સિજન વપરાય છે અને જળાશયમાં ઑક્સિજન ઓછો થઈ જાય છે.

આકૃતિ 11.1 અતિપોષણમાંથી પરિણમતી ક્રમિક ઘટનાઓ દર્શાવતો ફ્લો-ચાર્ટ

અપવ્યય અને ખાતરો
લીધેલું અપવાહી જળ

નદીઓ અને સરોવરોમાં પ્રચુર માત્રામાં
રહેલ પોષક દ્રવ્યોનું સંચિત થવું (અતિપોષણ)

શેવાળ અને અન્ય એક કોશિકીય
જીવોનું બહુગુણન (શેવાળ-પ્રસ્ફુટન)

શેવાળ અને હરિત છોડવા : ઑક્સિજન
વપરાઈ જવો અને મરણોલ ફટકાનો પ્રારંભ

વાયુજીવી વિઘટકોનું (મુખ્યત્વે બેક્ટેરિયા)
બહુગુણન અને વધુ ઑક્સિજનનું વપરાઈ જવું

વાયુજીવી જીવો - (માછલી વિ.)
ઑક્સિજન-ઓછપને કારણે મૃત્યુ થવું

આકૃતિ-11.1માં બતાવ્યું છે કે પોષક પદાર્થો અને કાર્બનિક કચરાના આપણા દ્વારા કૃત્રિમ વધારાથી જળાશયના પરિચક્રણ-સંતુલનને ખલેલ પડે છે. ઘણી ઝડપથી પોષકતત્ત્વોના મળવાથી લીલ વૃદ્ધિ-દર વધી જાય છે. જેમ જેમ ઉત્તરોત્તર લીલ મરતી જાય છે, સેન્દ્રિય અપદ્રવ્યોની માત્રા પણ વધે છે.

આ ઉપરાંત, અપદ્રવ્યોની આટલી બધી માત્રાને જૈવ અપઘટિત કરીને પોષક પદાર્થોમાં ફેરવવા માટે જે જીવાણુઓ કોઈ વાર એટલો બધો ઑક્સિજન વાપરી નાંખે છે જેને લીધે તે ઑક્સિજનમાં થતી આ કમીના કારણે માછલીઓ બચી શકતી નથી.

આવાં જળાશયોમાંથી દુર્ગંધ આવે છે. જૈવ ઑક્સિજન માંગ વધી જાય છે. જલરાશિનું મૂલ્ય નષ્ટ થઈ જાય છે. અતિપોષણને કારણે જલીજ વનસ્પતિમાં વધારે વૃદ્ધિ જોવા મળે છે. સમય જતાં મોટાભાગે લીલ-algalનો વિશાળ પુંજ blooms બની જાય છે. આવું જળાશય અતિપોષિત જળાશય કહેવાય છે અને અંતે જળાશય અદશ્ય થઈ જાય છે. પાણીના સૂકાવાથી એવાં સ્થળો સ્થળીય પારિતંત્રોમાં બદલાઈ જાય છે.

બોધપ્રશ્ન - 3

યોગ્ય શબ્દોથી નીચેની ખાલી જગ્યા પૂરો અને એકમના અંતે આપેલા જવાબો સાથે તમારા જવાબો સરખાવો.

(અ) સરોવરો અને તળાવોના કુદરતી કાલપ્રભાવનના ઘટનાક્રમ - જેના દ્વારા તે દલદલ અને અંતે સ્થલજ નિવસનતંત્રમાં ફેરવાઈ જાય છે. .... નામથી ઓળખવામાં આવે છે.

(બ) અતિપોષણ કૃત્રિમ પણ હોઈ શકે છે, જેમાં કોઈ જળાશયના પોષકતત્ત્વોમાં થતો વૃદ્ધિ-દર માનવનિર્મિત કારણોથી .... થઈ જાય છે.

(ક) અતિપોષણ કોઈ જળાશયમાં .... માત્રામાં ....ના સંચિત થવાને કહે છે જે વનસ્પતિ અને પ્રાણીજીવનની .... વૃદ્ધિને મદદ કરે છે. સજીવોના શબમાં ઉપસ્થિત કાર્બનિક પદાર્થોના સડવાથી (જૈવ અપઘટન) છીછરા પાણીમાં ઑક્સિજનની માંગ ધરાવતા (વાયુજીવી) જીવો પોષણ પામે છે. આવા પ્રદૂષિત જળાશયમાંથી .... ગંધ આવે છે.

(ડ) કોઈ જળાશયમાં કાર્બનિક અપદ્રવ્યો સભર પદાર્થો(જેમાં પોષકતત્ત્વો મોજૂદ હોય છે.)ના વિસર્જનથી થતી અસરોને નીચે આપેલી ત્રણ કે ચાર લીટીમાં વર્ણન કરો.

....

....

....

....

11.2.4 જળ પ્રદૂષણના પ્રકારો

પ્રદૂષણ-વર્ગીકૃત માટે વપરાતી કસોટીઓ જળ પ્રદૂષણના વર્ગીકરણનો આધાર બને છે. જે માધ્યમમાં પ્રદૂષકો હોય છે તેના આધારે જળ પ્રદૂષણને મીઠા જળનું પ્રદૂષણ (Fresh Bllution Water) અને દરિયાઈ પ્રદૂષણ (Marine Pollution) વચ્ચે ભેદ પાડવામાં આવે છે. મીઠાં જળ-પ્રદૂષણના બે વર્ગ પડી શકે છે. પૃષ્ઠજળનું પ્રદૂષણ અને ભૂમિગત જળનું પ્રદૂષણ. જ્યારે પ્રદૂષકો કોઈ સરોવર, તળાવ કે નદીમાં પ્રવેશ કરે છે તો તેને પૃષ્ઠજળ પ્રદૂષણ કહે છે. પરંતુ જો પ્રદૂષકો અંતઃસ્રાવી જળ સાથે કોઈ જળસંચય સ્તરમાં પ્રવેશ કરે છે તો તે આ ભૂમિગત જળની ગુણવત્તાને બગાડી નાખે છે અને તેથી તે ભૂમિગતજળ પ્રદૂષણ કહેવાય છે. તમે જાણતા હશો કે ભૂમિગત જળરાશિ અને પૃષ્ઠ જળરાશિને એક જ વર્ગ એટલે કે 1000 C.C.ક્યૂબીક સેન્ટિમીટરમાં ક્ષારનું પ્રમાણ 5 મિલિગ્રામ હોય છે. મીઠા જળાશયોમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે. કારણ કે તેમાં લવણ કે ક્ષારની માત્રા ઘણી ઓછી (હંમેશાં 5 ppt-Parts Per Thousand) ' હોય છે. આથી ઊલટું જો જળાશયોમાં લવણની સાંદ્રણ-માત્રા 35 ppt અથવા તેથી વધારે હોય તો તેને દરિયાઈ જળાશય કહે છે. નદીનાળા અને ખારાં જળાશયોમાં માત્રા 35 pptની વચ્ચે રહે છે. મહાસાગરો, સમુદ્રો, નદીનાળા, ક્ષારવાળો કાદવ, લવણકચ્છો અને અન્ય સમરૂપ જળરાશિઓના પ્રદૂષણને દરિયાઈ પ્રદૂષણ અથવા મહાસાગરીય પ્રદૂષણ કહે છે. આ વિશે આપણે અલગ ચર્ચા કરીશું. કારણ કે સમુદ્રોમાં થતું પ્રદૂષણ અને જળરાશિઓના આકારો અત્યંત વિસ્તૃત થવાને કારણે વિવિધ પરિમાણો મળે છે.

11.3 મીઠા જળનું પ્રદૂષણ

કેટલીક વાર જળ પ્રદૂષણનાં કુદરતી કારણો, માનવરચિત કારણો સાથે એટલાં જટિલ રીતે મળેલાં હોય છે કે બંને એકબીજાને અલગ પાડી શકાતાં નથી. ઉદાહરણ તરીકે – સાંદ (સિલ્ટ) નિર્માણનું (અર્થાત્ કોઈ જળાશયમાં કાંપ ભરાવાથી નિલંબીત કણોની પ્રચુરતામાં વૃદ્ધિ અથવા કણોનું અધિક માત્રામાં બનવું) અવસાદનની કે કાંપના થરો બની જાય છે. સાથે હોવાની એક સામાન્ય સમસ્યા મોટા ભાગની જળરાશિઓની છે. નદીઓ પોતાના પ્રવાહની સાથે પર્વતો પર પથ્થરોના પરસ્પર અથડાતા બનેલ સાદ (સિલ્ટ)ને સ્વાભાવિક રીતે મેદાનો તરફ લાવે છે. કુદરતી રીતે અવસાદના રૂપે સાદનું નિક્ષેપણ થવાનું કારણ પાણીના પ્રવાહ-વેગની વધ-ઘટ છે. જે સમયના થોડા ગાળામાં શૂન્ય પ્રવાહથી આકસ્મિક પૂરનું સ્વરૂપ લઈ શકે છે. જળરાશિઓમાં માનવરચિત અવસાદને કે થર બનવા માટે પણ થઈ શકે છે. વાહિતમલ ઔદ્યોગિક બહિસ્રાવ અને ખેતરો પરથી વહેતું અવશિષ્ટ જળ કેટલીકવાર તો ટનબંધી કાંપને

નદી તળ પર ઠાલવે છે. જેને કારણે તે દુર્ગંધયુક્ત દલદલ-કીચો બની જાય છે. અહીં કુદરતી અને કૃત્રિમ (માનવરચિત) કારણોને અલગ પાડવાં મશ્કેલ છે.

ફ્લોરાઇડ એક પ્રબળ પ્રદૂષક છે – જે ઘૂંટણનાડ (knok-nee) બિમારી માટે કારણભૂત છે – જળાશયોમાં તે કુદરતી ધોરણે મળી આવે છે. પરંતુ તે સિવાય પણ સીરેમિક ઉદ્યોગ, ફોસ્ફેટયુક્ત ખાતરનો પ્લાન્ટ અને એલ્યુમિનિયમના કારખાનાં જેવી ઔદ્યોગિક પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા પરિણમે છે.

હવે આપણે જળપ્રદૂષણના કેટલાક માનવરચિત (કૃત્રિમ) સ્રોતો અર્થાત્ જળરાશિઓમાં માનવપ્રવૃત્તિઓને કારણે ઉત્સર્જિત પ્રદૂષકો દ્વારા થતા પ્રદૂષણ પર ચર્ચા કરીશુ.

11.3.1 પૃષ્ઠ જળ પ્રદૂષણના સ્રોતો

ઘરમાંથી નીકળતું ગટર-સુએજનું પાણી, ઔદ્યોગિક અવશિષ્ટ, કૃષીય અવશિષ્ટ, રેડિયોધર્મી પદાર્થો અને ગરમ અવશિષ્ટ જળ જેવા મુખ્ય પ્રદૂષકો, જે મનુષ્યની પ્રવૃત્તિઓનું ફલસ્વરૂપ છે. જોકે આ જ રીતે કોઈ જળાશય એકથી વધારે સ્રોતો દ્વારા એક સાથે પ્રદૂષક ગ્રસ્ત બની શકે છે. અહીં આપણે સરળ કરવાના હેતુથી જળ પ્રદૂષણના સ્રોતોનો નીચે મુજબના ઉપ-શીર્ષકો હેઠળ અભ્યાસ કરીશું.

- ઘરેલુ કચરાયુક્ત જળ અને ગટર-સુએજ
- ઔદ્યોગિક કચરો
- કૃષીય કચરો
- ભૌતિક પ્રદૂષકો (રેડિયોક્રિયાશીલ અને તાપીય)

આ પૈકી પ્રથમ ત્રણની અહીં ચર્ચા કરી છે. ભૌતિક પ્રદૂષકો - જેમાં રેડિયોક્રિયાશીલ અને તાપીય પ્રદૂષકો સામેલ છે. જોકે વિભાગ 11.5.3માં મીઠા જળરાશિઓમાં ઉત્પન્ન થતાં તાપીય પ્રદૂષણ વિશે જાણી શકશો. પરંતુ સામુદ્રી નિવસનતંત્રોમાં ઘણાં બધાં દૃષ્ટાન્તો દ્વારા સૂચિત કરવામાં આવ્યું છે. તેથી વિભાગ 11.5.3માં 'દરિયાઈ પ્રદૂષણ' અન્વયે તાપીય પ્રદૂષકોની ચર્ચા કરી છે. આમ તો એકમ 10માં તમે રેડિયોક્રિયાશીલ પ્રદૂષકો વિષે વાંચ્યું હશે. હવે આપણે એકમ 13, વિભાગ 13.4.4માં રેડિયોક્રિયાશીલ પ્રદૂષકોના ભૂમિગત નિકાલની ચર્ચા કરીશું.

(અ) ઘરેલુ (અપજળ) જળકચરો અને સુએજ (વાહિતમલ) :

આમાં ઘરેલુ કામકાજ દ્વારા ઉત્પન્ન જળવાહિત કચરો સામેલ છે. આ કામકાજ છે - સ્નાનક્રિયા, કપડાં ધોલાઈ, ભોજન બનાવવું અને વાસણો સાફ કરવાં. ઘરેલુ અપદ્રવ્યોમાં કચરો, સાબુ, ડિટરજન્ટ, છાંડેલું ભોજન, કાગળ-કપડું, વપરાયેલ કૉસ્મેટિક, મળવાળું જળ અને માનવમળનો સમાવેશ થાય છે. આ વાહિતમલ (sewage) અપદ્રવ્ય જળ પ્રદૂષણનો સૌથી મોટો પ્રાથમિક સ્રોત છે.

(ડિટરજન્ટ્સ)માં મુખ્ય ઘટક તરીકે ફૉસ્ફેટ હોય છે. જ્યારે પાણીમાં વિસર્જિત થાય છે ત્યારે ફૉસ્ફેટ લીલની પ્રચુર વૃદ્ધિનું તે કારણ બને છે. જે લીલ Algal blooms પ્રસ્ફુટન કહેવાય છે. પરિણામે જળરાશિઓ દુર્ગંધિત વાસ અને રોધક બને છે.

(બ) ઔદ્યોગિક (અવશિષ્ટ) કચરો :

મોટાભાગની નદીઓ અને મીઠાં જળપ્રવાહો કે જે મોટાં શહેરો, નગરો અને અન્ય માનવવસાહતો પાસેથી પસાર થાય છે તથા ઔદ્યોગિક કચરો અથવા બહિ-સ્રાવથી પ્રદૂષિત થાય છે. તમે કોઠા 11.1નો અભ્યાસ કરી શકશો કે જેમાં ભારતની મુખ્ય નદીઓ અને તેને પ્રદૂષિત કરનારા ઉદ્યોગોની સૂચિ આપવામાં આવી છે. તમારા ધ્યાનમાં આવ્યું હશે કે કેટલાક સામાન્ય ઉદ્યોગો પૈકી-કાગળ ઉદ્યોગ, સુતરાઉ કાપડ ઉદ્યોગ અને ખાંડની મિલો, દારૂ ઉત્પાદન કરતા કારખાનાં અને થર્મલ પાવર પ્લાન્ટ પણ છે. આ ઉદ્યોગોમાંથી અનેક પ્રકારનો પુષ્કળ બહિસ્રાવ થાય છે. રંગ અને વાર્નિશ ઉદ્યોગો દ્વારા લાંબી શૃંખલા ધરાવતા સુગંધી એરોમેટિક હાઇડ્રોકાર્બન્સ ઉત્સર્જિત થાય છે. કાપડ ઉદ્યોગ દ્વારા ઘણા રંજક પદાર્થો તથા રંગબંધક

(રંગસ્થાપક)ની રૂએ ઉપયોગમાં લવાયેલ ધાતુના ક્ષારો નીકળે છે. ઘણા બધા પ્રદૂષકો ઉત્પન્ન કરનારા અન્ય ઔદ્યોગિક બહિસ્રાવમાં તેલ, ગ્રીસ, પ્લાસ્ટીક ધાત્વીય અપદ્રવ્યો, (જેવાં કે તાંબુ, જસત, આર્સેનિક, કેડમિયમ, સીસુ, પારો) અમ્લ, એલ્કલીસ્ (ક્ષારો). સાયનાઇડ અને ક્લોરિન જેવા વિવિધ પદાર્થો હોય છે.

કોઠો 11.1 : ભારતની કેટલીક પ્રદૂષિત નદીઓ અને અનેક મુખ્ય પ્રદૂષણ સ્રોતો

નદીનું નામ	પ્રદૂષણના સ્રોતો
ભદ્રા (કર્ણાટક)	કાગળ અને પોલાદ ઉદ્યોગો
કાવેરી (તામિલનાડુ)	ટેનરી ચર્મશોધન શાળા, દારૂ ગાળવાની ભઠ્ઠી, કાગળ અને રેયોન મિલો
ચંબલ (મધ્ય પ્રદેશ)	રેયોન-મિલો, કોસ્ટિક સોડાની મિલો
કૂઅમ (તામિલનાડુ)	ઓટોમોબાઇલ વર્કશોપ
દામોદર (બોકારો અને પાનચેટની વચ્ચે)	ખાતરો, પોલાદનાં કારખાનાં, કોલસો-પ્રક્ષાલન અને પાવરસ્ટેશન
ગંગા (કાનપુરમાં - ઉત્તર પ્રદેશ)	રસાયણ, ધાતુ અને સર્જરીનાં ઉપકરણ-સંબંધી ઉદ્યોગો, ચર્મશોધન શાળા અને કાપડ ઉદ્યોગ, ટેનરી
ગોદાવરી (આંધ્રપ્રદેશ)	કાગળ મિલો
ગોમતી (લખનૌ પાસે)	કાગળ અને લુગદી(માવો)ની મિલો
હુગલી (કલકત્તાની પાસે)	તાપવિદ્યુતમથકો, કાગળની લુગદી, કાપડ, રસાયણની મિલો, રંગ, વાર્નિશ, ધાતુ, પોલાદ, વનસ્પતિ તેલ, રેયોન અને સાબુ દિવાસળી અને પોલિથિન ઉદ્યોગ
યમુના (દિલ્હી પાસે)	ડી.ડી.ટી.ની ફેક્ટરી, ઇન્દ્રપ્રસ્થ તાપવિદ્યુતમથક, મથુરા રિફાઇનરી
કાળી (મેરઠ)	ખાંડની મિલો, મદ્યનિર્માણ કારખાનાં, દારૂ ગાળવાની ભઠ્ઠીઓ, રંગ, સાબુ, રેયોન સિલ્ક, યાર્ન, કલાઈ અને ગ્લિસરીન ઉદ્યોગો
નર્મદા (મધ્ય પ્રદેશ)	કાગળની મિલો
સિવાન (બિહાર)	કાગળ, સિમેન્ટ, ગંધક અને ખાંડની મિલો
શોણ (ઉત્તર પ્રદેશ)	કાગળની મિલો
સુવાપ (બલરામપુર)	ખાંડ ઉદ્યોગ

ઘરેલુ કચરાના પદાર્થોની એક સમાનતા મળી આવે છે. તેથી ઊલટું, ઔદ્યોગિક કચરામાં પદાર્થો જુદા જુદા પ્રકારના હોય છે અને આ વિવિધતા ઔદ્યોગિક ક્રિયાવિધિની જટિલતાની સાથે વધતી જાય છે. કોઠો 11.2માં મુખ્ય ઉદ્યોગોની યાદી આપવામાં આવી છે અને સાથે જ તેના અપજળનાં સામાન્ય લક્ષણો અને અથવા અવાંછિત અભિલક્ષણો પણ આપવામાં આવ્યાં છે.

કોઠો 11.2 પ્રદૂષિત અપજળમાં જોવા મળતાં ઔદ્યોગિક અવશિષ્ટનું સ્વરૂપ

ઉદ્યોગ	પ્રક્રમ અથવા અપદ્રવ્ય	આડપેદાશ અને અસર
મદ્યનિર્માણ	માલ્ટ-આથવણ (યવસુરા)	કાર્બનિક અપદ્રવ્ય (કચરો)
ડેરી	દૂધ-પ્રોસેસીંગ, બૉટલિંગ, પેકિંગ, માખણ અને ચીઝ બનાવટો	કાર્બનિક અમ્લ અને અવશિષ્ટ
ફુડ પ્રોસેસીંગ	ડબ્બાબંધી (નિર્વાત્‌બંધી) અને હિમીકરણ (શીતલન)	કાર્બનિક બોજ, અમ્લીય અને ક્ષારીય
લૉન્ડ્રી	કપડાં ધોવાં, ડ્રાયક્લીનિંગ	ફૉસ્ફેટ, કાર્બનિક દ્રાવક
રાસાયણિક ઉદ્યોગ	સમગ્ર	અમ્લીય અને ક્ષારીય
કાપડ ઉત્પાદન અને રંગાઈ	કાંજી-લેપ, વિરંજન, કાપડ-રંજન ઊન-અભિમાર્જુન	કાર્બનિક અને અકાર્બનિક બોજ, રંજક પદાર્થ, ધાતુ-લવણ અમ્લીય અને ક્ષારીય અપદ્રવ્ય
ચર્મ ઉદ્યોગ	ચામડાની સફાઈ અને ચર્મશોધન ટ્રેનીંગ	કાર્બનિક બોજ, અમ્લીય અને ક્ષારીય અપદ્રવ્ય
ધાતુ ઉદ્યોગ	અયસ્ક-ખનન, સમપરિષ્કરણ, પ્રગાલન	અકાર્બનિક બોજ, પંક, અમ્લાય અપદ્રવ્ય
કાગળ ઉદ્યોગ	લુગદી અને કાગળ-ઉત્પાદન	અમ્લીય અપજળ, ધાતુ-લવણના ક્ષારો, કાષ્ઠ-તંતુ અવશિષ્ટ
વિદ્યુતલેપન (વીજઢોળ) ઉદ્યોગ	વિદ્યુતલેપન	અમ્લીય અવશિષ્ટ અને ધાતુ-લવણ

(ક) કૃષીય કચરો (અવશિષ્ટ) :

અહીં નીચે મુજબના પ્રકારોના (અવશિષ્ટ) કચરાનો સમાવેશ થાય છે : ખાતર તથા ખેતર પોલ્ટ્રી દ્વારા પ્રાપ્ત અન્ય અપદ્રવ્યો, કતલખાનાનો કચરો, કૃષીય ખેતરોમાંથી ખાતર સાથેનો અપવાહ, કાપણી - જળ સાથે અપવાહિત અપદ્રવ્યો, જંતુનાશક દવાઓ, સિંચાઈ તથા જમીન ધોવાણના ક્ષારો અને કાંપ વગેરે. તમે એકમ 8માં વાંચ્યુ હશે કે જો કોઈ જળાશય(ફૉસ્ફેટ નાઈટ્રેટ્સ)માં ખાતર પ્રવાહ સાથે આવે છે તો પાણીમાં પોષકતત્ત્વોની માત્રા વધી જાય છે. જેથી અતિપોષણ અને ઑક્સિજનનો અવક્ષય થઈ જાય છે. ભૂજળમાં વધુ નાઈટ્રેટ્સના અંતઃસ્ત્રવણ દ્વારા અને પછી તે પાણી બાળકો દ્વારા પીવાથી મીથ હીમોગ્લોબિનિયા નામનો ગંભીર રોગ લાગુ પડ્યો હતો. નાઈટ્રેટ્સની ઝેરી અસરના અહેવાલની નોંધ રાજસ્થાનના કેટલાય ભાગોમાં લેવાઈ છે. આ એકમના વિભાગ 11.4 માં તમે ભૂમિગત જળ દૂષણ વિષે વધુ વિગતે વાંચશો.

જળ-પ્રદૂષકો પૈકી ગંભીર પ્રદૂષક જંતુનાશક દવાઓ / પદાર્થો છે, જેમાં મુખ્ય છે ડીડીટી (ડાઇક્લૉરો ડાઇફિનાઇલ ટ્રાઇક્લૉરો ઇથેન) - જેનો ઉપયોગ મચ્છરો અને કૃષીય જંતુનાશકના નિયંત્રણ માટે કરવામાં આવે છે. કુદરતી પરિસ્થિતિમાં અવિઘટનશીલ હોવાને કારણે વારંવાર વપરાવાથી જમીન અને જળમાં એકઠા થતા જાય છે. ખેતરોમાંથી નીકળતા જંતુનાશક પદાર્થોના વરસાદના પાણીમાં ભળીને નજીકની નદીઓમાં વહી જવાથી માછલીઓની નષ્ટ થવાની ગંભીર ઘટનાઓ બની છે. મોટાભાગના જંતુનાશક પદાર્થો ચરબી દ્રાવ્ય થવાથી પ્રાણીઓના (જેમાં મનુષ્ય પણ સામેલ છે.) ખોરાકમાં ભળીને મેદીય પેશીમાં પહોંચી જાય છે. ચરબીના વિઘટનથી જંતુનાશક પદાર્થો લોહીમાં ભળી જાય છે અને પોતાની ઝેરી અસરો પેદા કરે છે. કેટલાંક સામાન્ય જીવકો—BHC-બેન્ઝીન હેક્ઝોક્લૉરાઇડ, હેક્ઝી 2, 4,D- 2-4 ડાઇક્લૉરો ફીનોક્ષી એસિટિક એસિડ, 2, 4-5 - ટ્રાઇક્લૉરો ફીનોક્ષી એસીટીક એસિટિકનો સમાવેશ થાય છે.

બોધપ્રશ્ન - 4

યોગ્ય શબ્દોનો ઉપયોગ કરી ખાલી જગ્યા પૂરો અને આ એકમના અંતમાં આપેલા જવાબો સાથે તમારા જવાબો સરખાવો :

(અ) કેટલીક વાર જોવામાં સ્વચ્છ લાગતા પાણીમાં .... અથવા અન્ય .... પદાર્થો હોઈ શકે છે. જે .... બીમારી અથવા કેટલીક વાર .... સુધીનું કારણ બને છે.

(બ) એવી જળરાશિઓ જેમાં ક્ષારોની સાંદ્રતા 30 pptથી પણ વધારે હોય તો .... જળ કહેવાય છે.

(ક) ઘરેલુ કચરામાં પ્રદૂષકોની એકસમાનતાની તુલનામાં ઉદ્યોગો દ્વારા પ્રાપ્ત અપજળમાં ક્યાંક અધિક .... વાળા રાસાયણિક યૌગિક બને છે જે ઔદ્યોગિક ....ની જટિલતાની સાથે સાથે વધતી જાય છે.

(ડ) ઘરેલુ જળ પ્રદૂષણથી ગંભીર રોગજન્ય વિકૃતિ પેદા થાય છે જેને સામૂહિક રૂપથી .... નામના રોગથી ઓળખવામાં આવે છે.

(ઇ) ડી.ડી.ટી. ચરબીમાં દ્રાવ્ય રાસાયણિક સંયોજન છે. જે ખોરાક સાથે મનુષ્ય શરીરમાં ચરબી પેશીમાં પહોંચી જાય છે. ચરબીના વિઘટનથી આ જંતુનાશક ....માં વિમુક્ત થઈ જાય છે. જેથી વિષજન્ય અસરો પડે છે.

(ફ) જળમાં નાઇટ્રેટ્સનું આધિક્ય .... નામની ગંભીર બિમારી પેદા કરે છે.

11.3.2 વાહિત્‌મલની માવજત (ટ્રીટમેન્ટ)

મળજળ દ્વારા સાથે વહન થતાં કોઈ પણ (આગળ ખેંચેલ) પદાર્થો સુવેજ કહેવાય છે. ઘરેલુ અથવા ઔદ્યોગિક ગૃહો અથવા કચરો ઠાલવવા આવતા અપજળને સામાન્ય રીતે સુવેજ કહે છે. કેટલીક વાર એમાં વરસાદી જળ અને સપાટીથી વહી જતું જળ (પૃષ્ઠ-અપવાહ) પણ હોઈ શકે છે. કચરાયુક્ત ગંદા પાણીની માવજત નીચેના છ ચરણમાં થાય છે.

- અવસાદન
- સ્કંદન (જમાવટ)
- નિસ્પંદન
- જંતુનાશક (રોગાણુનાશન)
- મૃદુકરણ
- વાત / વાયુમિશ્રણ - હવાનું મિશ્રણ

જો ગંદુ કચરાવાળું જળ કોઈ નદી, પ્રવાહ અથવા અન્ય ગ્રાહી જળાશયોમાં વિસર્જિત કરવું હોય તો તેનું ઉપરોક્ત માવજત ચરણોમાંના પહેલા ચાર ઉપાયો - અવસાદન, સ્કંદન, નિસ્પંદન અને જંતુનાશન થવું જરૂરી છે. આ પ્રાથમિક ઉપચાર તરીકે ઓળખાય છે. આજકાલ અપદ્રવ્યો એટલાં જટિલ રસાયણોના બનેલાં છે કે સુવેજને ગ્રાહી જળરાશિમાં વગર ઉપચારે છોડી દેવા માટેની અનુમતિ આપવામાં આવતી નથી. બીજા શબ્દોમાં ગંદુ કચરાવાળું જળ (અપજળ)ની પહેલાં મોટી-મોટી અશુદ્ધિઓને દૂર કરવા માટે પ્રાથમિક ઉપચાર કરવામાં આવે છે અને પછી આ જ પાણીને જળપ્રવાહમાં છોડી દેવામાં આવે છે. જો આ રીતે પ્રાપ્ત જળનો પીવા માટે ઉપયોગ કરવો હોય તો તેની પુનઃ માવજત કરવી જરૂરી છે. એમાં મૃદુકરણ અને વાત (વાયુ) આવશ્યક છે. આ બંને સંયુક્ત રીતે દ્વિતીયક ઉપચાર તરીકે ઓળખાય છે.

સુવેજ ટ્રીટમેન્ટ માટે બનેલાં વિશિષ પ્રકારનાં પ્લાન્ટસ્‌માં અપજળ / વાહિતમલને લાવવામાં / ઠાલવવામાં આવે છે. અમારી તમને સલાહ છે કે તમારા સ્થળની નજીક આવેલા કોઈ શહેરી સુવેજ ટ્રીટમેન્ટ પ્લાન્ટની મુલાકાતે જાઓ. અપજળ અને વાહિતમલની માવજત / ટ્રીટમેન્ટ જળની મૂળ શુદ્ધતા મેળવવા માટે કરવામાં આવે છે, જેથી તે ગ્રાહી જળરાશિઓમાં છોડી દેવામાં આવે, પછીથી પેય જળ સ્વરૂપે ખપમાં આવી શકે. નીચેના પરિચ્છેદમાં આપણે સુવેજની માવજત-ટ્રીટમેન્ટના વિવિધ ઉપાયો પર ચર્ચા કરીશું :

અવસાદન : આ પ્રક્રિયા કુદરતી રીતે જ જળાશયોમાં થાય છે. તેના માટે સુવેજ અપજળ અથવા ગંદુ પાણી વાહિતમલને માવજત માટે બનાવેલ મોટા-મોટા હોજ અથવા ટાંકીઓને સંઘરવા માટે છોડવામાં આવે છે. પાણીને આ પ્રમાણે સ્થિર રહેવા દીધું અથવા તો ઘણી ધીમી ગતિથી શાંત વહેવા દેવામાં આવે તો કાંપ, માટી અને અન્ય સૂક્ષ્મ કણ-પદાર્થો નીચે બેસતા જાય છે. અતિ સૂક્ષ્મકણો અથવા કલિલી પદાર્થોને સરળ અવસાદનક્રિયા નીચે બેસવા દેતી નથી. ખાસ તો આ પગલું અન્ય માવજતોના પ્રારંભિક ઉપયોગ દ્યોતક બને છે. સ્કંદન દ્વારા સૂક્ષ્મકણો અને કલિલી પદાર્થો સંગુટિકાશ્મ(કૉંગ્લોમરેટ)માં જોડાવી એક સમૂહ બનાવે છે, સંયુક્ત રીતે જોડાયેલા જોવા મળે છે. આ આવર્ધિત (મોટા) કણો ઊર્ણ કહેવાય છે અને મોટા પાયા પર ટાંકીઓમાં બેસી જાય છે તથા ફિલ્ટરની સપાટી પર બેસતાં તેને લઈ શકાય છે. સ્કંદન માટે વિશેષ રાસાયણિક પદાર્થ જેમ કે પોટાશ ફટકડીનો પ્રયોગ કરવામાં આવે છે. જેને સ્કંદક અથવા ઊર્ણક કહે છે. આ ઉપાય-ઊર્ણન તરીકે પણ ઓળખાય છે.

પ્રાથમિક માવજત દરમ્યાન રહેલી મળની અશુદ્ધતાઓને સામૂહિક રીતે 'સ્લજ' કહેવામાં આવે છે. જેનું વિઘટન થતાં સ્લજ ગેસ-વાયુ નીકળે છે. કમ્પોસ્ટ બને છે. કમ્પોસ્ટ એટલે અવાયુજીવી જીવાણુને સ્લજમાં રહેલા સેન્દ્રિય પદાર્થોનું વિઘટન દ્વારા જેના અંતે સ્લજ ગેસ ઉત્પન્ન થાય છે. આ ગેસમાં મુખ્યત્વે ઘરમાં વપરાતાં ગેસ-મિથેનનું પ્રમાણ વધારે હોઈ તેનો ઉપયોગ ઘર માટે (ઘરેલુ), લાઈટ-વીજળી તેમ અન્ય વપરાશ માટે વાપરી શકાય તે આ વિષે તમે યુનિટ 21માં 5માં બ્લોકમાં ભૌતિક સંપદાનું સંસ્મરણ II-'જેમાં ભારતમાં સ્લજ ગેસના ઉપયોગ વિષેનું લખાણ તમે વાંચી શકશો.

નિલંબિત કણો, કલિલી પદાર્થો, બેક્ટેરિયા (જીવાણુઓ અને અન્ય જીવોને નિસ્પંદિત કરવા માટે અપજળને રેતી અથવા સૂક્ષ્મ કોલસાની ઝીણી ભૂકીના સંસ્તર દ્વારા અથવા તો પછી છિદ્રયુક્ત અભ્યંતર પર જામેલા રેસાદાર પદાર્થમાંથી (Matrix) પસાર કરાય છે. નિસ્પંદન કરવાથી દ્રાવ્ય પદાર્થો જેવા કે - ક્ષારો અને ધાતુઓના અયનો છૂટા પડતા નથી.

નિસ્પંદન પછી પાણીને જંતુનાશન (રોગાણુનાશન) કરવામાં આવે છે. પાણીમાં રહેલાં સજીવો, વિશેષ કરીને રોગજનક જીવાણુઓના નાશ માટે ઘણી બધી માવજત કે રીતો કરી શકાય છે. સામાન્ય રીતે જંતુનાશન માટે ક્લોરિન અથવા તેના સંયોજનો જેમ કે - વિરંજક બ્લીચીંગ (bleaching) પાઉડરનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. ઓછી પ્રચલિત જંતુનાશનની પદ્ધતિઓ પણ હોય છે — જેવી કે પારજાંબલી કિરણો પ્રકાશ, ઑઝોન અથવા સિલ્વર અયનોનો ઉપયોગ. ઘરેલુ જરૂરિયાત માટે જંતુનાશનનો એક અંદાજ એવો પણ છે કે પાણીને ઉકાળીને પીવું પડે.

ગેસ નીકળ્યા બાદ સ્લજ-સ્લરી તરીકે ઓળખાય છે. તે સુકાતાં તેમાંથી (રગડો) ઘન-નક્કર પદાર્થો બની શેષ તરીકે રહે છે. આ રગડાને એક સારા ખાતર તરીકે વાપરી શકાય છે. ક્યારેક તેનો ઉપયોગ ખાડા-જમીન પુરવામાં પણ થાય છે. યુનિટ 13માં ઝેરી રાસાયણિક કચરામાં તમે તે વિષે શીખશો.

અત્યાર સુધી બતાવવામાં આવેલા ગંદા પાણીની માવજતના ઉપાયો **પ્રાથમિક ઉપચાર** કહેવાય છે અને એમ કરીને વાહિતમલ અથવા મલજળના બાકી રહેલા અપદ્રવ્યોની તપાસ કરીને જળપ્રવાહોમાં અવિષાણુ રૂપે છોડી શકાય છે. પરંતુ આ પાણી હમણાં પીવાયોગ્ય નથી અને તેનું મૃદુકરણ અને વાતન કરીને તેને પીવાયોગ્ય બનાવવા માટે જરૂરી છે. આ ઉપાયને **દ્વિતીયક ઉપચાર** તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

મૃદુકરણ એક એવી પ્રક્રિયા છે કે જેમાં કઠિન જળમાંથી કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ જેવા અનિચ્છનીય કે બિનજરૂરી ઘન-આયનો દૂર કરવામાં આવે છે. મૃદુકરણ માટે બે પદ્ધતિનો ઉપયોગ થાય છે : (1) પાણીમાં ચૂનો અને સોડાએશ ભેળવવામાં આવે છે. જેથી કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયન કાર્બોનેટરૂપે અવક્ષિપ્ત થઈ જાય છે. જેને ફિલ્ટર કરી લેવાય છે. (2) પાણીને સછિદ્ર કે કાણાંવાળા ઘનાયન વિનિમાપકમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે, જેથી જળ ધનાયન યુક્ત થઈ જાય છે.

વાતનની પ્રક્રિયામાં પાણીની અંદરથી હવા પરપોટાના રૂપે ઝડપથી પસાર કરવામાં આવે છે. આમ, પાણીમાં ઑક્સિજનની માત્રા વધી જાય છે અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડ, હાઇડ્રોજન સલ્ફાઇડ અને બદબૂ પેદા કરનારા અવાંછિત વાયુઓ અથવા બાષ્પની માત્રામાં ઘટાડો થઈ જાય છે.

11.3.3. માવજત અપાટેલન સુએજ વાહિતમલનાં લક્ષણો

ટ્રીટમેન્ટ-માવજતના પરિણામે સુએજમાં કાંપ નીકળી આવે છે. જળ રંગહીન થઈ જાય છે. રોગજનક જીવાણુઓની સંખ્યા ઘટીને લગભગ શૂન્ય થઈ જાય છે. જૈવિક ઑક્સિજન માંગ (BOD) અને કોલાઈ જીવાણુનો કાઉન્ટ ઓછા થઈ જાય છે અને કચરો ઝેરમુક્ત થાય ને સામાન્ય થઈ જાય છે. ડહોળું પાણી સ્વચ્છ બને છે. નિલંબિત કણોથી મુક્ત થઈ જાય છે અને તે જીવનદાયક ઑક્સિજન ભરપૂર માત્રામાં મેળવે છે.

ભારતમાં દિલ્હી અને અન્ય મોટાં શહેરોની એક વિચિત્ર બાબત એ છે કે આપણે પીવાનું પાણીનો સ્રોત વહેતી નદી હોય છે — જેમાં આપણે માનવીય અને રાસાયણિક કચરો છોડતા રહીએ છીએ. આપણી એ વાતની ખાત્રી કરી લેવી જરૂરી છે કે આપણે પીવાના પાણીને દ્વિતીયક ઉપચાર દ્વારા શુદ્ધ થયું છે કે નહીં પરંતુ એટલા જ વિશ્વાસ સાથે કહી શકતા નથી કે શુદ્ધિકરણ પ્રક્રિયામાં અશુદ્ધિઓ સંપૂર્ણ રીતે દૂર થઈ જાય છે. જળપ્રવાહના હેઠવાસમાં વસતાં લોકોને પ્રદૂષકો, રોગાણુઓ (Pathogens) અને અન્ય પ્રતિકૂળતાઓનો ભય રહે છે. કેટલીક વાર આંશિક ઉપચારિત કરેલા નિષ્કાળજીથી વિસર્જિત જળથી રોગચાળો ફાટી નીકળે છે. 1988માં કોલેરાનો રોગચાળો ફેલાવાથી દિલ્હીમાં 300 માણસો મૃત્યુનો ભોગ થયા હતા.

એક રસપ્રદ બાબત એ છે કે ક્લોરિનના ઉપયોગ દ્વારા રોગાણુજન્ય જીવાણુઓ તો મરી જાય છે પરંતુ જળમાં ઘણી ઓછી માત્રામાં ઉપસ્થિત કાર્બનિક પદાર્થો ક્લોરિનની સાથે ભળીને ક્લોરિનીકૃત હાઇડ્રોકાર્બન બનાવે છે. જેમાં કેન્સર પેદા કરવાની ક્ષમતા હોય છે. ક્લૉરિન એક રસાયણ તરીકે હેલોજન તત્ત્વ છે. આપણા દેશમાં મોટાભાગના શહેરોના જળ-પુરવઠા-પૂર્તિ અન્વયે હેલોજન યૌગિકો માટે પરીક્ષણ કરતાં તેમાં આવાં સંયોજનો થાય છે. તેથી એ ખાસ જરૂરી છે કે ક્લૉરિનીકરણથી પહેલાં પાણીમાં કાર્બનિક પદાર્થોની માત્રા બિલકુલ ઓછી કરવામાં આવે.

વધારે સારું તો રોગાણુનાશનની અન્ય પદ્ધતિઓ જેવી કે :- પારજાંબલી કિરણો, ઓઝોન અને સિલ્વર આયન વિગેરેનો આ હેતુસર ઉપયોગ થવો જોઈએ. જોકે આ પદ્ધતિઓ ખર્ચાળ છે છતાં એનો ઉપયોગ થવો જરૂરી છે.

પાણીની ગુણવત્તાને માપવા માટે વૈજ્ઞાનિકોએ વિભિન્ન માપદંડો વિકસાવ્યા છે. તે પ્રદૂષિત જળનાં લક્ષણો અને કુદરતી જળાશયોમાં થતી ક્રિયાવિધિઓની માહિતી / જ્ઞાન પર આધારિત છે. જો તમે ઇચ્છો તો 'ભારતીય માનક ભવન' (Bureau of Indian Standards), નવી દિલ્હી દ્વારા પ્રકાશિત "માનક જળની ગુણવત્તાના માપદંડો"ની પુસ્તિકાઓને સલામત ઉપયોગ માટે (નિઃશુલ્ક પ્રાપ્ત કરી શકો છો.) મફત ખરીદી શકશો.

બેદરકારીથી કે લાપરવાહીથી છોડાયેલા વિષાણુ (ઝેરી) ઔદ્યોગિક ઝેરી કચરો (અપજળે) ભૂમિગત જળના પૂરવઠા માટે ભય પેદા કરી દીધો છે. તમે નીચે આપેલા કેટલાક ફકરાઓમાં વાંચશો કે ગ્રામીણ પેયજળ પૂરવઠો, ભૂમિગત જળ પ્રદૂષણથી કેટલો દૂષિત થઈ ગયો છે અને તે પણ વાંચશો કે આવું પાણી પીવાથી કયા કયા સમ્ભવિત પરિણામો આવી શકે છે. પરંતુ તે પહેલાં SAQ વિષે વિચારો...

બોધપ્રશ્ન - 5

(I) કોલમ 'અ' માં આપવામાં આવેલા પારિભાષિક શબ્દો કોલમ 'બ' માં આપેલી તેમની પરિભાષા (વ્યાખ્યા) સાથે મેળવો અને તમારા જવાબોને એકમના અંતમાં આપેલા જવાબો સાથે સરખાવો:

કૉલમ 'અ'	કૉલમ 'બ'
(ક) ઊર્જન અથવા સ્કંદન	(ક) જળમાં રહેલા સૂક્ષ્મ રોગજનક જીવાણુઓનો, વિશેષતઃ રોગાણુ-જીવોને મારવા માટે જળ-ઉપચાર
(ખ) અવસાદન	(ખ) આવર્ધિત અશુદ્ધિ-કણોને દૂર કરવા માટે પાણીને રેતીના સંસ્તર દ્વારા અથવા તો પછી છિદ્રયુક્ત અંતરંગ પર જામેલ રેસાદાર પદાર્થના શ્રેણીક (Matrix) પરથી પસાર થવું.
(ગ) રોગાણુનાશન	(ગ) પાણીને ઓછી ઝડપથી શાંતિપૂર્વક વહેવા દેવું અને આ મુજબ કાંપ, ચીકણી માટી અને અન્ય સૂક્ષ્મકણોને નીચે ઠારવા.
(ઘ) નિસ્પંદન	(ઘ) વિશેષ રાસાયણિક પદાર્થોનો ઉપયોગ કરીને સૂક્ષ્મકણો અને કલિલી પદાર્થોને મોટા આકારના કણોમાં આવર્ધિત કરવું.

(ii) ખાલી જગ્યા પૂરો અને તમારા જવાબોને આ એકમના અંતમાં આપેલા જવાબો સાથે મેળવો :

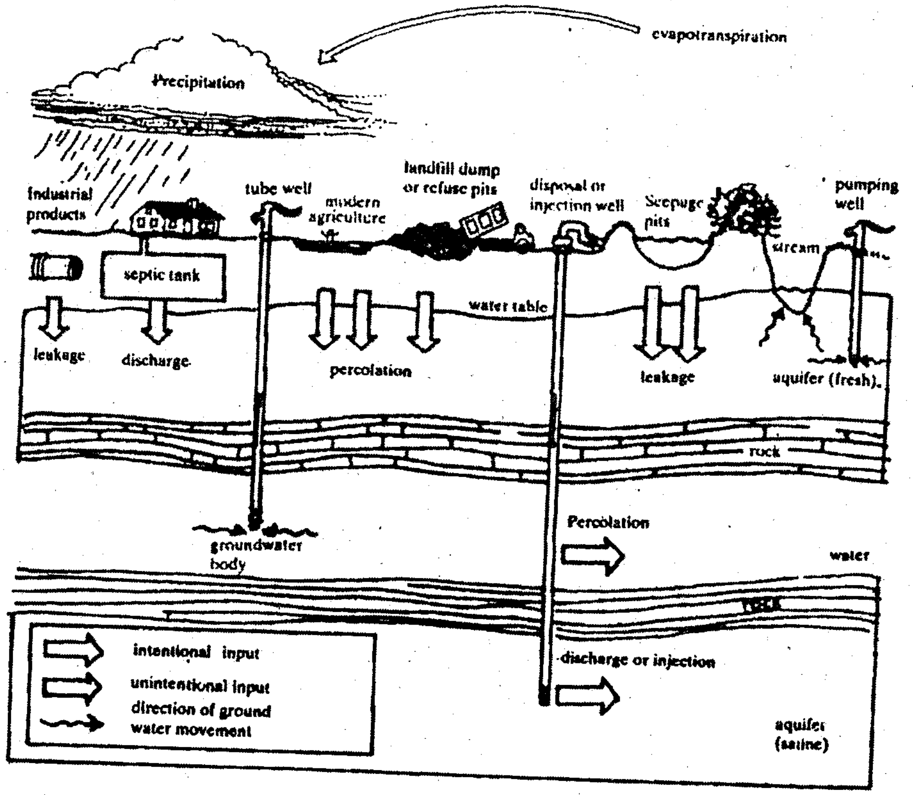
સામાન્યરીતે, જળ-ઉપચારને બે તબક્કા / વિભાગોમાં વિભાગવામાં આવે છે. ઉપરવાસના ઉપભોક્તા પાણીનો ઉપયોગ પહેલાં કરે છે અને મળજળ એ (સુએજ)ને .... ઉપચાર કર્યા પછી ગ્રાહી જળાશયોમાં છોડી દે છે. જળાશયો નીચાવાસતા (નીચાણવાસ) ઉપભોક્તા તે જ સ્રોત દ્વારા પાણી મેળવે છે, પરંતુ પાણીના પીવા અને અન્ય ઘરેલુ હેતુ પાર પાડતાં પહેલાં .... ઉપચાર કરે છે.

(iii) નીચેનું વિધાન સાચું છે કે ખોટું જણાવો :

જો માવજત ન કરેલ જળ ગ્રાહી જળાશયોમાં છોડી દેવામાં આવે છે તો ખાસ્સી એક પ્રબળ શક્યતા એ છે કે આ જળનું દૂષિત થવાનું સ્તર વાત વાયુજીવી જીવાણુઓ (બેક્ટેરિયા)ની વિઘટનક્ષમતાની (ઉપર વધી જશે) તો તેનું પરિણામ શું આવશે ?

11.4 ભૂમિગત જળ-પ્રદૂષણ

બિનમાવજત વગરનું સુએજ(અપરિષ્કૃત વાહિતમળ)જળને છીછરા અવશોષણ ખાડાઓમાં છોડી દેવા (અપવાહિત કરવામાં)ની વ્યાપકતાથી ઘણાં શહેરોમાં ભૂમિગત જળ પ્રદૂષિત થઈ ગયું છે. નિસ્પંદન (Seepage) ગર્ત, અવસ્રાવણ ગર્ત, (સેપ્ટીક) મળદ્રાવી ટાંકી (Septic tanks) વગેરેમાં સમાવિષ્ટ પ્રદૂષકો મૃદા-સ્તરો દ્વારા અંતઃસ્રવણ થઈ ભૂમિગત જળમાં પહોંચી જાય છે. કેટલીક વાર વાહનવ્યવહારની (પરિવહન) દુર્ઘટના પણ જળમાં ભળીને ભૂમિગત જળ સ્રોતોને દૂષિત કરી શકે છે. કેટલીક ઔદ્યોગિક પેદાશો અને પ્રક્રિયાઓથી પ્રાપ્ત અપદ્રવ્યો પણ ભૂમિગત જળનું પ્રદૂષણ કરી શકે છે. પંજાબ અને હરિયાણાના ઔદ્યોગિકક્ષેત્રો જેવા કે — અંબાલા, લુધિયાણા, સોનીપત (જ્યાં સાઇકલો અને ઊની કપડાં બને છે) દ્વારા નિકલ, લોહ, તાંબુ, ક્રોમિયમ અને સાયનાઇડનું પ્રચુર માત્રામાં થયેલ સાંદ્રણ ભૂમિગત જળમાં પહોંચેલું જોવા મળ્યું છે. (આકૃતિ 11.2)



આકૃતિ 11.2 ભૂમિગત જળ સંદૂષણ-સ્રોતો

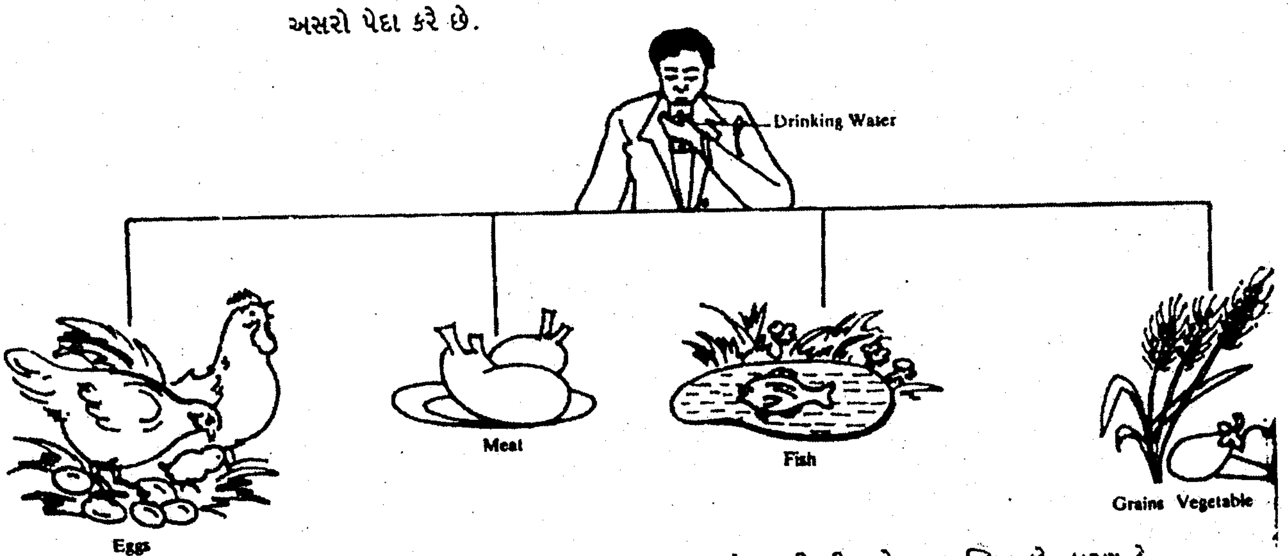
ખેતીના આધુનિકીકરણે નાઇટ્રોજન ખાતરોના અતિશય (ઉપયોગને ઉત્તેજન આપ્યું છે. તમે વિભાગ 11.2.3માં વાંચ્યું છે કે સિંચાઈ-જળનું ભૂમિગત જળસ્રોતમાં નિસ્પંદન દ્વારા મેટહીમોગ્લોબિનીમિયા નામની બીમારી કેવી રીતે આવી પડે છે. અહીં એકમ 8 દ્વારા પુનઃ સ્મરણ થશે કે આજકાલ આધુનિક ખેતીવાળા ખેતરોમાં નાઇટ્રેટના અતિશય ઉપયોગથી ગંભીર સ્વાસ્થ્ય સંકટ પેદા થયું છે. પાણીમાં દ્રાવ્ય હોવાથી નાઇટ્રેટ માટીના સ્તરોમાં થઈને પાણીના ભૂમિગત સ્રોતો સુધી પહોંચી જાય છે. ઘણાં ગામો અને નગરોમાં પીવાના પાણીના સ્રોત કેવળ ભૂમિગતજળ જ છે. આવું જળ પીવાથી મેટ-હીમોગ્લોબિનીમિયા બીમારી (રોગ) આવી પડે છે. વિશેષતઃ આ બીમારી બાટલીનું દૂધ પીતાં બાળકોને લાગુ પડે છે. કારણ કે તે આ પ્રદૂષક પ્રતિ અતિ સંવેદનશીલ હોય છે.

હવે તમે જાણવા માંગશો કે આ બીમારી કયા કારણે થાય છે. આમાં એવું બને છે કે, જ્યારે નાઇટ્રેટયુક્ત જળ પીવામાં આવે તો તે આંતરડામાં જાય છે, જ્યાં બેક્ટેરિયા નાઇટ્રેટને નાઇટ્રાઇટમાં બદલી નાંખે છે. નાઇટ્રાઇટ આયન હીમોગ્લોબિન સાથે મિશ્ર થઈ મેટહિમોગ્લોબિન બનાવે છે જે રુધિરની ઑક્સિજન-વહનક્ષમતાને અવરોધે છે. જેનાથી પછી મેટહીમોગ્લોબિનીમિયા નામની બીમારી આવી પડે છે. નાઇટ્રેટને પાણીમાંથી દૂર કરવાનું સરળ નથી. નાઇટ્રેટ એક દ્રાવ્ય વિષાણુ (ઝેરી) કચરો છે. દ્રવિત વિષાણુ અપદ્રવ્યોને દૂર કરવા માટે ઉપચારની જટિલ કાર્યવિધિના પ્રયોગો કરવા પડે છે. જેમ કે રાસાયણિક ઉપસયન ઑક્સિડેશન (Oxidation) અને નિસ્યંદન, કાર્બન અવશોષણ, રાસાયણિક ઉપચયન (ઑક્સિકરણ), અયન વિનિમયન વિદ્યુત અમોહન અને વ્યુત્ક્રમ પરાસરણ (પરાસરણ) reverse osmosis. સંસાધનોની ઉપલબ્ધતા આધારિત નાઇટ્રેટને દૂર કરવા માટે કોઈ પણ એક અથવા અધિક પદ્ધતિઓના સંયોગનો ઉપયોગ થઈ શકે છે.

વિષાણુ ઔદ્યોગિક અપદ્રવ્યો જેવા કે - આર્સેનિક લેડ, કેડમિયમ અને પારાના યૌગિક તથા બહુ ક્લૉરીનિકૃત બાઇફિનાઈલ (PCB) વિગેરેના અવિવેકપૂર્ણ વિસર્જનથી કુદરતનાં ભૂમિગત જળસ્રોત પ્રદૂષિત થઈ શકે છે. આ બાબત ભૂમિગતજળ પૂરવઠાની ગુણવત્તા માટે ઘણી ગંભીર હોઈ શકે છે. વિશેષતઃ એવા વિસ્તાર જ્યાં ઉચ્ચ ભૂમિગત જળ-સ્તર ભૂ-સપાટી નજીક આવેલું છે. વૈજ્ઞાનિકો આ બાબતે ચિંતિત છે કે કારણ કે ઘણાં વર્ષો સુધી થોડી માત્રામાં પીધેલું પાણી શરીરમાં તે વિષાણુ પદાર્થોનું જૈવ સંચયન અથવા બાયોસાંદ્રણ (Bio magnifiah) કરી દેશે. બને છે એવું કે યૌગિક ઉત્સર્જન માટે

Y-5198 (Book-3)-6

મુશ્કેલ હોવાથી શરીરમાં મોટાભાગે મેદસ્વી ઉતકોમાં સંગ્રહિત થઈ જાય છે. સંદૂષિત જળ-પૂરવઠા પર આધારિત માણસો દરરોજ થોડી થોડી માત્રામાં તેનો સંચય કરતા જાય છે. આ ઘટના જૈવ સંચયન નામે ઓળખાય છે. મનુષ્ય એવા વિવિધ પ્રદૂષિત વનસ્પતિઓ - શાકભાજી વગેરેથી ઉપલબ્ધ પેદાશો / પદાર્થોને પણ આરોગે છે જેનાથી મનુષ્યમાં એવાં વનસ્પતિઓમાં રહેલાં પણ શરીરમાં આવે છે. આવી વનસ્પતિથી જે પ્રદૂષિત જળ મૂળ દ્વારા શોષે છે અને પોતાના શરીરમાં તે ઝેરી પદાર્થોનો સંચય કરી રહ્યા છે. 'પોર્ક' અને 'સ્ટીક' માછલી જેવું માંસાહારી ભોજન પણ આવાં પ્રાણીઓ દ્વારા આપણે લઈએ છીએ કે જે પોતાના જૈવભારમાં તે પ્રદૂષકોનો સંચય કરી લીધો છે. (જુઓ વિભાગ 11.5.2) મનુષ્ય અહીં એક એવું કેન્દ્ર બની જાય છે. જેના શરીરમાં વિવિધ પ્રકારના સ્રોતો દ્વારા પ્રદૂષકો આવી જાય છે. વિષાણુ પદાર્થોની માત્રા આ રીતે તથા આવર્ધિત (અધિક) થઈ જાય છે. આ પ્રક્રમમાં પ્રદૂષકો મનુષ્ય-શરીરમાં જૈવિક સ્રોતો દ્વારા સંચિત થઈને માત્રામાં વધારો થતો હોય છે. તેથી જ તો વિષાણુ પદાર્થોની માત્રા પોષણકડી (આહારકડી) દ્વારા વધારવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયાને **જૈવ આવર્ધન** (Bio magnification) પણ કહે છે. ભૂખ્યા રહેવાથી (ક્ષુધાવસ્થા) જ્યારે શરીર પોતાનામાં સંચિત અથવા અન્ન પર આધાર રાખે છે ત્યારે આ સંયોજનો રુધિર પ્રવાહમાં મુક્ત થઈ જાય છે અને પોતાની વિષાણુ અસરો પેદા કરે છે.



આકૃતિ 11.3 : મનુષ્ય ખાદ્ય-શૃંખલાની શીર ટોચ પર સ્થિત છે. કારણ કે તે પ્રત્યક્ષ રીતે પ્રકાશસંશ્લેષી જીવોને અને માંસાહારી જીવો એટલે સુધી કે પરોક્ષ રીતે અપરદહારી જીવોને પણ ભોજન રૂપે ગ્રહણ કરે છે.

એવા પ્રદેશોમાં - જ્યાં જળસ્તર નીચું છે. ભૂમિગત જળની (સંદૂષણ) ભેળસેળની ગંભીર સમસ્યા પેદા કરી શકે છે, તે નીચેના ઉદાહરણ દ્વારા સ્પષ્ટ થશે.

એક કિસ્સાનું દૃષ્ટાન્ત અધ્યયન : પાલી(રાજસ્થાન)નું જળ પ્રદૂષણ, ભૂમિગત જળ પ્રદૂષણનું ઉત્તમ ઉદાહરણ છે. શહેરની લગભગ એક લાખની વસ્તી માટે પેય જળનો એક માત્ર સ્રોત ભૂમિગત જળ છે. ત્યાં 450થી વધારે કાપડ ઉદ્યોગનાં એકમો છે. જે કાપડની ડિઝાઇન કરવી, રંગ કરવો અને રંગનાશ (વિરંજન)નું કામ કરે છે. તે બધાં એકમો ગંધકનો તેજાબ અને કેન્સરજન્ય પદાર્થોને ઔદ્યોગિક એકમોમાંથી બહાર ફેંકે છે. (બહિઃસ્રાવ દ્વારા વિસર્જિત થાય છે.) ઝેરી રંગીન હોય છે અને શહેરના મોટા વિસ્તારોમાં ફેલાઈ જાય છે. રાજસ્થાન રાજ્ય જળ અને હવા પ્રદૂષણ નિવારણ અને નિયંત્રણ મંડળ દ્વારા હાથ ધરાયેલા અભ્યાસનો નિષ્કર્ષ એ છે કે ચોમાસાના પ્રારંભ સાથે એ ઝેરી પદાર્થોનું અંતઃસ્રવણ થઈ ભૂમિ હેઠળ પહોંચી જાય છે અને ભૂમિગત જળ સાથે ભળી જઈ તેને સંદૂષિત કરી દે છે. સૂચિત કરવામાં આવ્યું છે કે સંદિગ્ધ વિસ્તારોમાં વિભિન્ન ઊંડાઈઓથી ભૂમિગત જળના નમૂના અનુશ્રવણ નિયમિત ચકાસવામાં આવ્યા હતા અને સમય જતાં સમુચિત ઉપાયો દ્વારા તે સમસ્યાનું બિલકુલ નિવારણ કરી શક્યા હોત.

બોધપ્રશ્ન - 6

(અ) ભૂમિગત જળ પ્રદૂષણનું વર્ણન કરતાં નીચેના વિધાનોમાં ખાલી જગ્યા પૂરો અને આ એકમના અંતમાં આપેલા જવાબો સાથે તમારા જવાબો મેળવો :

.... અને .... નાં ઔદ્યોગિક વિસ્તારોમાં જ્યાં સાઇકલ અને .... બને છે.

ભૂમિગત જળમાં ધાતુ પ્રદૂષકો મળી આવે છે. .... માં .... પ્રદૂષણનું એક ઉદાહરણ પાલીમાં છે. અહીંના રંગીન બહિઃસ્રાવોમાં ગંધકના તેજાબ અને .... પદાર્થ હોય છે. જે ભૂમિગત જળ સુધી પહોંચીને તેને પીવા માટે અયોગ્ય બનાવી દે છે.

(બ) સાચાં વિધાનો પર ખરાની નિશાની કરો અને ખોટાં વિધાનોની સામે ચોકડીની નિશાની કરો : મેટહીમોગ્લોબિનીમિયા બીમારી નીચેનાં કારણોથી આવી પડે છે :

(i) ફૉસ્ફેટયુક્ત ડિટરજન્ટસ્‌ના અતિ અધિક ઉપયોગથી

(ii) આર્સેનિક, કેડમિયમ અને પારાના સંયોજનો તથા પી.સી.બી.ના ભૂમિગત જળમાં સ્રવણ થઈને, વિશેષતઃ એ વિસ્તાર જ્યાં જળસ્તર ઊંચે હોય.

(iii) પેય ભૂમિગત જળ જે નાઇટ્રેટ્સ દ્વારા દૂષિત થઈ ગયું હોય

(iv) પેય પૃષ્ઠ-જળ જેમાં સ્ટ્રિકીન જેવા પદાર્થો મળી આવે છે.

11.5 દરિયાઈ પ્રદૂષણ

પૃથ્વીની સપાટીનો આશરે 71 ટકા ભાગ મહાસાગરોથી ઘેરાયેલો છે તે (મહાસાગરો) પર્યાવરણના સંવર્ધનમાં નિર્ણાયક ભૂમિકા અદા કરે છે. કારણ કે તે જૈવારણ જૈવ-મંડળ (biosphere)માં મૂળભૂત ઑક્સિજન-કાર્બન ડાયૉક્સાઇડની વચ્ચે સંતુલન જાળવી રાખે છે. જેની પર માનવ અને પ્રાણીસૃષ્ટિનું જીવન નિર્ભર છે. પૃથ્વી પર મળતા ઑક્સિજનનો આશરે 70 ટકા ભાગ સમુદ્રના પાદપપ્લવકોથી બને છે. સાગરજળનું બાષ્પન થઈ વાદળો બને છે. જે મેદાનો અને પહાડીઓ તરફ પવન લઈ જાય છે. જ્યાં તે વાદળો વરસાદ આપે છે. પૃથ્વી પર ઉપલબ્ધ જળનો મુખ્ય સ્રોત સમુદ્ર છે. મનુષ્યના હસ્તક્ષેપ જેવા પ્રદૂષકોની માત્રામાં કૃત્રિમ વૃદ્ધિ, સાગરીય સંસાધનોનો વિવેકહીન ઉપયોગ સ્ટીમરોમાંથી તેલનો છંટકાવ અને ન્યૂક્લિઅર પરીક્ષણો વિગેરેથી વૈશ્વિક જલ-ચક્રમાં પ્રબળ અસંતુલન આવી જવાનો ડર છે અને તેનાથી આબોહવાનું પ્રતિરૂપ તરાહ ધરખમ રીતે પણ બદલાઈ શકે છે.

સમુદ્ર તટ પરની સ્થિત નદીઓના અંતિમ ભાગોને 'નદીનાળા' કહે છે. તેઓ પૃથ્વી પરના સૌથી વધુ ઉત્પાદક નદીમુખ કે દોઆબ પ્રદેશો નિવસનતંત્રો છે. સમુદ્ર કિનારાને ઘસારા અને નુકસાનીથી બચાવવામાં આ પ્રદેશ મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા પ્રદાન કરે છે. લીલી વનસ્પતિઓની હરિયાળીને કારણે તે સમુદ્ર અને નદીજળની વચ્ચે ઉભય પ્રતિરોધી બફર (buffer) ક્ષેત્રનું કામ કરે છે. તેઓ પણ નાજુક રીતે સંતુલિત નિવસન તંત્રો તરીકે ભાગ ભજવે છે.

આ જ રીતે, પ્રવાલ ભિત્તિએ પરવાળાના ટાપુઓ સમૃદ્ધતમ જૈવ વૈવિધ્ય ધરાવતા આવાસો છે. તે ચૂનાવાળા કોષ્ઠી વસાહતી સીલેન્ટ્રેટ સમુદાય પ્રાણીઓના અને તેના અસ્થિ કંકાલથી બને છે. પૃષ્ઠવંશી જીવોમાં માછલીઓ અને અપૃષ્ઠવંશિઓની ઘણી પ્રજાતિઓ માટે તે વિવિધ પ્રકારના સૂક્ષ્મ આવાસનું કામ કરે છે. સમુદ્રી નિવસન તંત્રનું પ્રદૂષણ ખાસ કરીને માનવની આર્થિક પ્રવૃત્તિઓનું પરિણામ છે. કેટલીક સમસ્યાઓ દીર્ઘકાલીન છે અને તેથી આ સમસ્યાઓ કેટલાક દેશોમાં ઘણી જટિલ પણ છે, પરંતુ અન્ય દેશોમાં તુલનાત્મક રીતે સરળ પ્રકારની છે. ભારતની આશરે 7000 કિલોમીટર લાંબી તટરેખા છે. જેમાં સમુદ્રકિનારા નજીક વસેલો જનસમુદાય, ઉદ્યોગો અને ખેતીવાડીમાંથી સમુદ્રમાં 1645 ઘન km 3 કિમી જથ્થામાં કચરો છોડે છે. તમે જાણો છો કે બધી નદીઓ નહેરો અને અન્ય જળપ્રવાહો અંતે સમુદ્રમાં મળે છે. ભારતની ચૌદ જેટલી મોટી નદીઓ પોતાના બહિઃસ્રાવના 85 ટકા અપવાહિત જળને હિંદ મહાસાગરમાં ઠાલવે છે અને પોતાની સાથે લવાયેલા પ્રદૂષકોને પણ સમુદ્રમાં વિસર્જિત કરી, સમુદ્રજળના પ્રદૂષણનું કારણ બને છે. સમુદ્રી સંસાધનોના ઉપયોગની આ પદ્ધતિ ઘણી અવિવેકી છે. આ એકમના અધ્યયન પછી તમે જાણશો કે હાલ લેવામાં આવેલી મહાસાગરોની સંભાળ કાળજીની તુલનામાં માણસો વધારે સંભાળ મહાસાગરોની રાખવી જોઈએ.

આ ત્રણ સ્રોતો સિવાય, સમુદ્ર-જળ કેટલીક એવી પદ્ધતિઓથી પ્રદૂષિત થાય છે જે સમુદ્રો અને મહાસાગરોને માટે અજોડ કે અનન્ય છે. આ વિભાગમાં આપણે તેલ ઢોળાવું - અધિપ્લાવ - છંટકાવ

ઔદ્યોગિક બહિઃસ્રાવ દરિયામાં છોડાતા ગરમ પાણીનું અને બહુધાત્વીય પિંડોના ખનનથી પેદા થતા સમુદ્રીય જળ-પ્રદૂષણ પર ચર્ચા કરીશું.

11.5.1 તેલ-અધિપ્લાવ - ઢોળાવું

તેલ-અધિપ્લાવનો અર્થ છે : નદીનાળો, પ્રવાલભિત્તિ અથવા તેલવાહક જહાજો દ્વાર ઢોળાયેલું તેલ અને તેને સંબંધિત ઉત્પાદનોનું અકસ્માતે થયેલો બહિઃસ્રાવ. જોકે મોટા મોટા તેલ અધિપ્લાવો પર પર્યાવરણ સંબંધી ઘટનાઓના સ્વરૂપે વધારે ચર્ચા થાય છે, પરંતુ સમગ્ર જગત આખામાં થતા વાર્ષિક તેલ-અધિપ્લાવના કુલ પ્રમાણમાં તે (મોટી દુર્ઘટનામાં થતો અધિપ્લાવ) 25-30 ટકા જ છે. તેલ અધિપ્લાવની ઘણી નાની ઘટનાઓની કોઈ નોંધ લેવાતી નથી. આ સિવાય તેલ દ્વારા થતા પ્રદૂષણનાં અન્ય પરિબળો પણ છે. જેમ કે સમુદ્રમાં તેલનું સંશોધન, પેટ્રોકેમિકલની રિફાઇનરી અને ઓટોકેક કિસ્સાઓ તથા પેટ્રોલિયમ ઉદ્યોગ મશીનરીથી થતા પ્રદૂષણ વિગેરે પણ સમુદ્રી તેલ પ્રદૂષણમાં ફાળો આપે છે. પ્રતિવર્ષ એક અંદાજિત દર મુજબ 5 મિલિયન (50 લાખ) મેટ્રિકટનથી વધારે તેલ સમુદ્રી નિવસનતંત્રમાં છલકાઈ જાય છે. આ તેલ ઘણી મોટી માત્રામાં છે અને પર્યાવરણ સંબંધી ચિંતાનો તે મહત્ત્વપૂર્ણ વિષય છે.

તેલ એક કિંમતી જણસ (પદાર્થ) છે. આર્થિક નુકસાન અને તેલથી સંદૂષિત સમુદ્રતટના પ્રારંભિક સૌંદર્ય વિરોધી પ્રભાવ સિવાય તેલના અધિપ્લાવનું પ્રમુખ પારિસ્થિતિકી અસર એ છે કે ત્યાંના માટે તે ઘાતક છે. જળચર પક્ષીઓ, માછલી, મૃદુકવચી છીપો અને શંખોનું ગુંગળાઈને મરી જવા પાછળનું કારણ એ છે કે તેમના ગિલ ઝાલર અથવા શ્વસનતંત્ર તૈલી સ્તરથી ઢંકાઈ જાય છે. પ્રકાશ ન મળવાથી પ્રકાશ-સંશ્લેષણની ક્રિયા પણ થતી નથી અને પરિણામે સમુદ્રી વનસ્પતિઓ મરી જાય છે. તેલના ઘટકો પાણીમાં જલદીથી દ્રાવ્ય થાય છે. તેની અસર વધારે ગંભીર અને ઝેરી બને છે. આ ઘટકોથી સજીવોમાં પ્રજનન દીર્ઘ કાળ સુધી થંભી જાય છે. અથવા તો જેમનું અસ્તિત્વ ખતરામાં છે તેવી વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓને આનુવંશિક નુકસાન પહોંચી શકે છે. કોઈ-કોઈ વખત દુર્ઘટના એવા ક્ષેત્રોમાં થઈ શકે છે જે પારિસ્થિતિ વિજ્ઞાનની દૃષ્ટિએ મહત્ત્વપૂર્ણ હોય.

ખાસ તો તેલ-અધિપ્લાવની તાજેતરમાં બનેલી એક દુર્ઘટના જોતાં આ વાત સાચી ઠરે છે. માર્ચ 24, 1989માં એલાસ્કા પાસે 'પ્રિન્સ વિલિયમ સાઉન્ડસ રીફ' પર 50 મિલિયન (પાંચ કરોડ) ગેલન તેલવાહક ટૅંકર 'એક્સોન' નામની ટેન્કરમાંથી ગળતર દ્વારા તેલ વહી ગયું. આ પરવાળાના ટાપુમાં (પ્રવાલ-બાટું) સમુદ્રી અને સ્થળ જ સજીવો માટે મોટી સંખ્યામાં (જેમાં ઘણા વિલોપશીલ જાતિઓ વસે છે. સમુદ્રજળના આ તટ ક્ષેત્રને રાસાયણિક પદાર્થો (તેલમાં ઉપસ્થિત રસાયણો અને તે જેને તેલ સાફસૂફી કરવામાં આવતા રસાયણો/સાધનોથી થતા પ્રદૂષણથી સંપૂર્ણ મુક્ત થવામાં વર્ષો લાગશે અને ત્યાં સુધી નિવસનતંત્રને નુકસાન થતું રહેશે.

માનવી કેટલીક વાર જાણીબુઝીને તેલને સમુદ્રમાં છોડીને તેલનો ઉપયોગ યુદ્ધ આયુધોશસ્ત્રની જેમ કરે છે. 1991ની લડાઈમાં ઇરાક અને અન્ય દેશોના યુદ્ધ દરમ્યાન હજારો ગેલન કાચું તેલ અખાતમાં છોડી રહ્યું અને તેનાથી સમુદ્રની જીવસૃષ્ટિ વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ ભયાનક મોતે મર્યા. સાથે સાથે પડોશી દેશોને જળ-નિઃક્ષાર કરતાં અલવણીકરણ કારખાનાં સંદૂષિત થઈ જવાના ડરથી બંધ કરી દેવાં પડ્યાં હતાં. વિશેષ કરીને કુવૈત, બહેરીન અને સાઉદી અરેબિયા તત્કાળ અસરગ્રસ્ત બન્યા હતા, જ્યાં પાણીની તંગી એક ખરેખર સમસ્યા છે.

11.5.2 ઔદ્યોગિક રસાયણો

તેલ પ્રદૂષક આપણે જોઈ શકીએ છીએ. જ્યારથી તેલ વધુ છેતરામણુ અદશ્ય ઝેરી રસાયણો જે ઉદ્યોગોમાં ઉત્પન્ન થતાં હોય છે. અમુક જલજીવી કેટલાંક રસાયણોના વિષાણુ પ્રભાવને અસરકારક બનાવે છે. કારણ કે તે બહારથી આવેલા પદાર્થોને શરીરમાં શોષી એકત્રિત કરી લેવાનું વલણ અપનાવે છે અને તેમનું ઉત્સર્જન ન કરતાં અને તેઓ આમ તેમના શરીરમાં વિષાણુ ઝેરી પદાર્થોની માત્રા ચારે બાજુના પાણીમાંની મોજૂદ માત્રાના પ્રમાણમાં ઊંચા સ્તરે હોય છે. જ્યારે આ પ્રક્રિયા અન્નશૃંખલા-સોપાનમાં ઘણીવાર બેવડાઈ જાય છે, ત્યારે વિષાણુપ્રભાવનું **જૈવ આવર્ધન** થઈ જાય છે. હવે આપણે જોઈશું કે આ પરિભાષાનો શો અર્થ છે.

અન્ન શૃંખલા કે સ્તરમાં આવાં ઘણાં બધાં સજીવોને ઉપલા સ્તરનાં માંસાહારી સજીવો ખાય/આરોગે છે. ત્યારે આ પ્રદૂષક રસાયણો તેમનાં શરીરમાં ભોજન કે ભક્ષ કરેલાં સજીવોમાંથી પ્રવેશે છે. આમ

આ રસાયણોનું પ્રમાણ સજીવોમાં વધતું જાય છે. જ્યારે કે જેટલી અન્નશૃંખલા લાંબી હોય રસાયણો એક સજીવ બીજા સજીવને આરોગતાં તેમાંના રસાયણો વધતાં રહે છે. દા.ત. સૂક્ષ્મજીવો, નાની માછલી - મોટી માછલી... અર્થાત્ પ્રદૂષક રસાયણનું જૈવ આવર્ધન થતું જાય છે. અથવા તો પોષક-સોપાનમાં મળી આવતા જીવોમાં સોપાન દર સોપાન સાંદ્રિત થતું જાય છે. જો આહાર-શૃંખલા લાંબી હોય તો તે પ્રવિધિના ઘણીવારના પુનરાવર્તનથી સૌથી ઉચ્ચ માંસાહારીમાં વિષાણુ રસાયણોની માત્રા અત્યાધિક પરિમાણમાં વધી જાય છે. મનુષ્ય પણ પોતાના આહાર માટે પોષણકડીમાં ઊંચા સ્તરનાં પ્રાણીઓ પસંદ કરે છે. તેનાથી કેટલાંક મત્સ્ય ક્ષેત્રોમાં માછલી ખાનારાં લોકો પર ઘેરી અસર પડી છે જેમ કે જાપાનમાં બન્યું હતું. (જુઓ આકૃતિ : 11.3.)

1930ના દાયકાના અંતે એક મોટા ઔદ્યોગિક સંસ્થાને જાપાનમાં મિનિમાટા ખાડીના કિનારે એક ફેક્ટરી વિનાઈલ ક્લોરાઇડ અને ફાર્મેલ્ડીહાઇડના ઉત્પાદન માટે સ્થાપિત કરી. આડ-પેદાશો જેમાં પારાના સંયોજનો હતા - ખાડીમાં વિસર્જિત કરવામાં આવ્યા. જૈવ-આવર્ધન મારફતે સમુદ્રી માછલીઓ અને કવચ-માછલીઓ તે વિસ્તારના નિવાસીઓ દ્વારા ખાવામાં આવી. જેને ખાઈને લોકોએ વધુ માત્રામાં વિષાણુ અપદ્રવ્યોને પોતાના શરીરમાં જમા કર્યા. એક વિચિત્ર રોગ થયો જેમાં કાયમ માટે ચેતાઓ ઉપર તેમનો કાબૂ જતો રહ્યો. આ રોગને 'મિનામાટા રોગ' કહેવામાં આવ્યો. અન્વેષણ દ્વારા 1960 સુધી તો આ રોગનાં કારણોમાં સક્રિય પારાના સંયોજન ગણાવાયા છે.

બોધપ્રશ્ન - 7

નીચેનાં વિધાનો સાચાં છે કે ખોટાં તે બતાવો અને તમારા જવાબોને એકમના અંતમાં આપેલા જવાબો સાથે મેળવો. નીચેનામાંથી કયું વિધાન **જૈવ-આવર્ધનનું** વર્ણન કરે છે :

(અ) (વિષાણુ) ઝેરી પદાર્થોનો અધિક માત્રામાં ઉપયોગ કર્યા પછી કોઈ સજીવના કદમાં વૃદ્ધિ થાય છે.

(બ) કેટલાંક સજીવો - જે પોતાના પરભક્ષી માટે ભોજન/આહાર બની જાય છે - પોતાના શરીરમાં ઘણી મોટી માત્રામાં (વિષાણુ) ઝેરી પદાર્થોને એકત્રિત કરી લે છે.

(ક) જળમાં વિષાણુ ઝેરી પદાર્થોની ઉપસ્થિતિ કેવળ સૂક્ષ્મ અને નાના કદવાળા સજીવોની વૃદ્ધિમાં સહાયક છે.

(ડ) કેવળ માંસાહારી જ વિષાક્તતાનાં લક્ષણો બતાવે છે કારણ કે (વિષાણુ) ઝેરી પદાર્થ કેવળ તેમના શરીરમાં જ ઘણી વધારે માત્રામાં પહોંચે છે.

(ઇ) કોઈ સજીવ કેટલા અને કેવા સંદૂષિત ભોજ્ય પદાર્થોને ખાય છે, તે મુજબ તેના શરીરમાં વિભિન્ન પ્રકારના ઝેરી (વિષાણુ) પદાર્થો એકત્રિત થાય છે.

11.5.3. તાપીય પ્રદૂષણ (ઉષ્મીય પ્રદૂષણ)

સ્થળ જ નિવસનતંત્રો કરતાં. જલજ નિવસનતંત્રમાં ઉષ્ણતામાનના ફેરફારો ઘણાં તીવ્ર નથી હોતાં. કુદરતમાં થતા તાપમાનના (અચાનક) ફેરફારોની જલજ નિવસનતંત્રો પર અસર પડતી નથી. આટલા માટે જલજ નિવસનતંત્રના સજીવોમાં તાપમાનના જલદ ફેરફારો માટે અનુકૂલિત નથી હોતાં. વળી જલજ નિવસનતંત્રમાં ઑક્સિજન-પ્રાણવાયુ પાણીમાં ઓગળેલો હોય છે. જે જળાશયોનું તાપમાન જો કૃત્રિમ રીતે અચાનક વધારવામાં આવે તો શું થશે - તે તમે કલ્પી શકશો.) અહીં અમે વિવિધ માનવીય પ્રવૃત્તિઓથી કઈ રીતે ગરમ પાણી ઉત્પન્ન થાય છે તેમ જ મહાસાગરો અને સમુદ્રોમાં નંખાતા ગરમ પાણીની ત્યાં વસતાં સજીવો પર શું અસરો કરશે. કેવી રીતે આ સજીવો અસરગ્રસ્ત થશે.

એકમ 4માં તમે ઉષ્માગતિકીના નિયમો વિષે વાંચ્યું હશે. તમે જાણો છો કે ઊર્જા કાર્ય કરવાની શક્તિ કે ક્ષમતા છે. તમે ઊર્જાના એકદિશીય પ્રવાહની વિભાવનાથી પણ પરિચિત છો. ઉષ્માગતિકીનો બીજો નિયમ ઘણી રીતે અર્થઘટન થઈ શકે છે. નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય : આ નિયમાનુસાર કોઈ પણ પ્રક્રિયા જેમાં ઊર્જાનું રૂપાંતરણ થતું હોય છે. તે રૂપાંતરણ આપોઆપ નથી થતું, જ્યારે સંકેન્દ્રિત કે સભર ઊર્જાનું અવઘટન થાય તો તે વિખરાય છે, ત્યારે જ આવું રૂપાંતરણ થાય છે.

આ ગરમ પાણી પરિસ્થિતિ મુજબ, જ્યાં તાપ વિદ્યુત મથક થર્મલ પાવર પ્લાન્ટની નજીકની નદીઓ, જળ અપવાહો અથવા સમુદ્રોમાં છોડી દેવામાં આવે છે. એટલા માટે આપણે ગરમ પાણીને સમુદ્રોમાં

વિસર્જિત કરવા જ્યાં આ સમસ્યા વિકટ છે. તેના પરિણામો પર ચર્ચા કરીશું.

રાસાયણિક ઉદ્યોગો, જીવાશ્મ ઇંધણ અને નાભિકીય ઊર્જા મથકો પ્લાન્ટસ્ શીતલન અર્થે પુષ્કળ પાણીનો ઉપયોગ કરે છે અને પછી વપરાયેલું પાણી જે ઉચ્ચતર તાપમાને હોય છે નદીઓ, જળ અપવાહો અથવા સમુદ્રોમાં છોડી દેવામાં આવે છે. સમુદ્રજળ વાપરી શકાતું હોવાથી ફાયદો ઉઠાવવા માટે જ સમુદ્રતટ પર આ plants બાંધવામાં આવે છે. ગરમ પાણીના આ પદ્ધતિના વિસર્જનથી દરિયાઈ સજીવો, વનસ્પતિ, પ્રાણીઓમાં અસંતુલન કે ગડબડ પેદા થયું છે. ગરમ પાણીથી તાપીય પ્રદૂષણ થાય છે. પાણીમાં દ્રાવ્ય ઑક્સિજનની માત્રા ઓછી થઈ જાય છે જે પછીથી જલજ જીવન પર પ્રતિકૂળ અસરો પહોંચાડે છે. ન્યૂકિલઅર ઊર્જા પ્લાન્ટ દ્વારા ઉત્પન્ન થયેલી ઉષ્માના પચાસ ટકા તટીય સાગરજળમાં વિસર્જિત કરી દે છે. વિશેષતઃ ગરમીના મહિનાઓમાં ઉષ્ણકટિબંધીય જલજ વનસ્પતિ સૃષ્ટિ અને પ્રાણીસૃષ્ટિ આ ઘાતક તાપમાન જળે નજીક વસતા હોવાથી આ તાપમાન (ગરમી) ઘાતક નીવડે છે. તાપમાનની આ મર્યાદાની ઉપર થોડુંઘણું પણ પરિવર્તન જીવો માટે તાપીય પ્રતિબળ (તણાવ)નું કારણ બને છે. ગરમ ક્ષારજ જળનું વિસર્જન વાતાવરણની સાથે મળીને કિનારાના દૂરવર્તી વિસ્તારો તરફથી આવતા પ્રવાહોને પરિવર્તિત કરી દે છે અને તેમના પરસ્પર મિશ્રણ-ભેગા મળવાના પ્રવાહ પ્રતિરૂપને બદલી નાંખે છે. જ્યાં ભરતી -ઓટનો ગાળો ઘણો હોય તેવા ઉષ્ણકટિબંધીય વિસ્તારોમાં આ બાબત વધુ સંભવિત છે.

11.5.4 બહુધાત્વિક પિંડોનું ખનન

તમે વિજ્ઞાન અને તકનિકીના બુનિયાદી (આધારભૂત) પાઠ્યક્રમ (FST)ના વિભાગ 5માં 'સાગરીય સંસાધનો' શીર્ષક અન્વયે પરિચ્છેદ 17.2માં ધાત્વિક પિંડો વિશે વાંચ્યું હશે. ભારત, પશ્ચિમ જર્મની અને અન્ય દેશો પેસિફિક અને હિંદ મહાસાગરના સમુદ્ર ક્ષેત્રોમાંથી બહુધાત્વિક પિંડોના નિષ્કર્ષણ અને સંસાધનની યોજના બનાવી રહ્યા છે. અહીં બટાકા-આકારના પિંડ 5000 મીટરની ઊંડાઈએ પડેલા હોય છે, જેમાં 30 થી 40 ટકા મૅંગેનીઝ (પોલાદની કેટલીક મિશ્ર ધાતુ બનાવવામાં કામે લાગતી) અને થોડી માત્રામાં નિકલ અને કોબાલ્ટ જેવી મહત્ત્વપૂર્ણ વ્યાવસાયિક ધાતુઓ હોય છે. એવું સૂચન છે કે એક વેક્યુમક્લીનર જેવા મશીનને બાંધવામાં કે વિકાસ કરવામાં આવે. જે આ પિંડોને ઊંડા મહાસાગર તળ પરથી ખેંચી લે અને એક લાંબી પાઈપ દ્વારા ખનન-સ્થાન ઉપર ઊભેલા (સ્થિત) એક જહાજ સુધી પહોંચાડી દે. પર્યાવરણ વિશેષજ્ઞ માને છે કે આવા સમુદ્રતળ પર કરવામાં આવેલું ખનન, ભૂસપાટી પર કરવામાં આવેલા ખનનથી કદાચ ઓછું હાનિકારક હશે, પરંતુ તેમને એક બાબતની ચિંતા છે કે ઊંડા સમુદ્રી અવસાદનને હલાવવાથી તેમાં રહેલા અવસાદી-સૂક્ષ્મકણો નિલંબિત થઈ જશે. જે સાગરીય જીવોના ઝાલર અને ગાળણ કરનારા અંગો બંધ કરતા તેઓ ગુંગળાઈ જશે. આ પ્રક્રિયા ઊંડી સમુદ્રીપોષી શ્રૃંખલાઓ પર એવી અણસમજાયેલી અજ્ઞાત અસરો પણ પાડી શકે છે. ખનન જહાજો, તરતા પ્લેટફોર્મ અને દ્વીપો પર સ્થિત યુનિટો દ્વારા કરવામાં આવેલી પ્રક્રિયાઓ અન્વયે વિસર્જિત અવસાદથી પણ સમુદ્રોનું પૃષ્ઠ-જળ પ્રદૂષિત થઈ શકે છે.

જગતના સમુદ્રોને, ખોરાકના અક્ષય સ્રોત અને આપણા અપદ્રવ્યોને પોતાનામાં સમાવી લેવાવાળા તથા વિષરહિત કરવાના અસીમ સામર્થ્ય ધરાવતા જળાશયો ગણવામાં આવ્યા છે. તાજેતરમાં ઔદ્યોગિક કાચામાલ-સામગ્રીના સ્રોતના રૂપે તેમની એક ઉપયોગિતામાં વધારો થયો છે. તે જાહેર છે કે આ માન્યતાઓની પોતાની મર્યાદાઓ છે અને માનવજાતિ ઉપલબ્ધ તકનિકી સાધનો દ્વારા ભૂમિ સપાટી કરતાં પણ ઘણો ભારે વિનાશ પહોંચાડવાની ક્ષમતા રાખે છે. હજી સુધી સમુદ્રો, ભૂમિસપાટીની તુલનામાં સારી દશામાં રહ્યા છે. પરંતુ ભવિષ્યમાં તેમને બગાડવા માટે આપણે અનુમતિ આપવી પોષાય તેમ નથી. આપણે સાવધાન રહેવું જોઈશે કે મહાસાગરો સુપ્તશક્તિનો ઉપયોગ તો કરવામાં આવે પરંતુ અકારણ કોઈ પારિસ્થિતિકીય નુકસાન ન થવા દે.

11.6 સારાંશ

આ એકમમાં આપણે જળ-પ્રદૂષણ પર, તેના સ્રોતો, પ્રકારો અને જલીય જીવન પર તેની અસરોના સંદર્ભમાં વિચાર કર્યો છે. આપણે શીખ્યા કે :

- જળ પ્રદૂષણનો અર્થ છે કોઈ પદાર્થ (અથવા ઉષ્મા)ના અતિ-માત્રામાં પાણીમાં ભળવું, જે માનવી, પ્રાણીઓ અથવા અન્ય વાંછિત ઈચ્છનીય જલજીવો માટે હાનિકારક છે. અથવા તો જલજ પર્યાવરણની નજીક કે પછી તેમાં રહેતા જીવ-સમુદાયોની સાધારણ પ્રવૃત્તિઓમાં અસુવિધાકારી પરિવર્તન લાવી દે છે.
- વાહિતમલ (Sewage), ઘરેલુ અપદ્રવ્ય, ઔદ્યોગિક અપદ્રવ્ય, કૃષીય અપદ્રવ્ય અને ભૌતિક પ્રદૂષકો, પૃષ્ઠીય જળ પ્રદૂષણના વિભિન્ન સ્રોતો છે. આ સ્રોતો કોઈ નિયત સ્થળે મર્યાદિત હોઈ શકે છે અથવા તો વિસ્તૃત ક્ષેત્રો પર ફેલાયેલા હોઈ શકે છે.
- જૈવઘાતી (કીટનાશક, તૃણનાશક, ફૂગનાશક વિ.), બહુલીકૃત અણુ (Polymer) પ્લાસ્ટિકના અવશિષ્ટ અને અધિસ્થાની ધાતુઓ વગેરે ઘણા જોખમકારક જળ પ્રદૂષકો પૈકીના કેટલાક છે.
- ફોસ્ફેટ ખાતરો અતિપોષણ થાય છે. જ્યારે નાઇટ્રાઇટ અને નાઇટ્રેટ ખાતરો મનુષ્યોમાં ગંભીર બીમારીઓનું કારણ બને છે.
- કેટલીક વાર તે પ્રદૂષકો માટીના મૃત-સ્તરોમાં થઈને ખૂબ ઊંડાણે આવેલા ભૂમિગત-સ્તરોમાં થઈને ભૂમિગત જળસ્રોતોને સંદૂષિત કરે છે.
- તાપીય પ્રદૂષણથી પાણીમાં દ્રવ્ય ઑક્સિજનની માત્રા ઓછી થઈ જાય છે - જેનાથી જલજ જીવન પર પ્રતિકૂળ અસરો પડે છે.
- કેટલીક વાર મોટાં તેલવાહક ટૅંકરો ચૂવાક સ્થિતિમાં આવે છે, સાથે સાથે ભારણ અને સ્થાનાંતરણની ક્રિયા દરમિયાન તેલ-અધિપ્લાવ દ્વારા સમુદ્રોનું પણ પ્રદૂષણ થઈ શકે છે.
- જળરાશિઓમાં અવિવેકપૂર્ણ રીતે છોડેલાં વિષાણુ સંયોજનો જૈવ-આવર્ધન એક ગંભીર સમસ્યા છે. જે જલજ વનસ્પતિ અને પ્રાણી જીવન પર ભારે અસર કરે છે.

11.7 અંતિમ કસોટી

(1) નીચેનાં વિધાંનો પૈકી કયા પ્રદૂષિત જળનું વર્ણન સૌથી વધારે સમુચિત છે ?

(અ) ડહોળાયેલું થાય છે અને પીવા, નાહવા, કપડાં ધોવા અને અન્ય માનવીય પ્રવૃત્તિઓ માટે સમુચિત નથી.

(બ) ડહાળાયેલું થાય છે, પીવા, ઘરેલુ, કૃષીય, મનોરંજન માછીમારી અને અન્ય પ્રવૃત્તિઓ માટે ઓછું મહક આપે છે.

(ક) ડહોળાયેલું થાય છે અને જળજીવનની ક્રિયાશીલતામાં હસ્તક્ષેપ કરે છે.

(ડ) ડહોળાયેલું થાય છે, કેટલીક વાર ખરાબ વાસ આવે છે, પીવામાં સારું લાગતું નથી, અથવા મનુષ્ય સહિત સજીવો - જેમાં બધાના સ્વાસ્થ્ય માટે હાનિકારક હોય છે.

(2) નીચેના પ્રશ્નોના ફાળવાયેલી જગ્યામાં ચારથી પાંચ લીટીઓમાં ટૂંકમાં જવાબો આપો :

(અ) જ્યારે નાઇટ્રેટના અતિરેકી વાયુની (NO_3) જળ પીવા માટે વાપરવામાં આવે છે ત્યારે તેને મેટહીમોગ્લોબિનીમિયા નામનો રોગ લાગુ પડે છે.

1. આ રોગ કેવી રીતે થાય છે ?

....

....

....

....

2. આવા કરારયુક્ત અપજળની ઉપચાર પદ્ધતિઓ અન્વયે તેના શુદ્ધિકરણ માટે તમે કઈ પદ્ધતિઓ સૂચવી શકશો ?

....

....

....

....

(3) નીચેના સંક્ષિપ્તાક્ષરોને પૂર્ણ રૂપે લખો :

BHC, DDT, PCBs, 2, 4-D, 2, 4, 5-T

....

....

....

....

(4) મીઠા પાણીના જળાશયો પર ડિટર્જન્ટોની કઈ અસરો પડે છે ?

....

....

....

....

(5) ભૂમિગત જળ-પ્રદૂષણના સ્રોતોનું ત્રણ કે ચાર લીટીઓમાં વર્ણન કરો. તમારો જવાબ આપેલી જગ્યામાં લખો.

....

....

....

....

(6) જળરાશિના સુપોષણને અટકાવવાના પગલાં કે ઉપાયો સૂચવો. તમારો જવાબ આપેલી જગ્યામાં લખો.

....

....

....

....

11.8 જવાબો

બોધપ્રશ્ન - 1

(અ) i) સાચું ii) સાચું iii) સાચું iv) સાચું

(બ) i) ખોટું ii) સાચું iii) ખોટું iv) સાચું

બોધપ્રશ્ન - 2

(અ) i) X ii) ✔

(બ) i) X ii) ✔ iii) X

બોધપ્રશ્ન - 3

(અ) અતિપોષણ

(બ) ઘણા વેગથી (ઝડપથી)

(ક) પ્રચુર, પોષકતત્ત્વો, અત્યાધિક, ધૃણાસ્પદ

(ડ) પોષક પદાર્થો જળાશયમાં પહોંચે છે ત્યારે તેના કાર્બનિક અપદ્રવ્યોની પ્રચુર માત્રા જોવા મળે છે. તેનાથી જલીય પારિસ્થિતિકતંત્રની ઉત્પાદકતા વધી જાય છે. પરિણામે અતિપોષણની અવસ્થા આવે છે. તેથી દ્રાવ્ય ઑક્સિજનમાં ઓછપ આવી જાય છે અને જળ, જલજજીવોની વૃદ્ધિ અને તેમનું સ્વાસ્થ્ય સાચવવા માટે કાબેલ હોતું નથી.

બોધપ્રશ્ન - 4

(અ) રોગાણુ, રાસાયણિક, અસુવિધા, મૃત્યુ

(બ) દરિયાઈ (સમુદ્રી)

(ક) વિવિધતા, પ્રક્રિયા (ક્રિયાવિધિ)

(ડ) જલજન્ય (જલજ)

(ઇ) રુધિર પ્રવાહ

(ફ) મેટહીમોગ્લોબિનીમિયા

બોધપ્રશ્ન - 5

i)

કૉલમ 'અ'	કૉલમ 'બ'
અ	ડ
બ	ક
ક	અ
ડ	બ

ii) પ્રાથમિક, દ્વિતીયક

iii) સાચું

બોધપ્રશ્ન - 6

(અ) પંજાબ અને હરિયાણા, ઊની વસ્ત્રો, રાજસ્થાન, ભૂમિગત જળ, કેન્સરજન્ય

(બ) i) x ii) x iii) ✔ iv) x

બોધપ્રશ્ન - 7

(અ) ખોટું (બ) સાચું (ક) ખોટું (ડ) ખોટું (ઇ) સાચું

અંતિમ કસોટી/ સ્વાધ્યાય :

(1) ડ

(2) (અ) i) જ્યારે એવું પાણી પીવામાં આવે છે ત્યારે તેના દ્વારા શરીરમાં પેસેલા નાઇટ્રેટ આંતરડાના બેક્ટેરિયા દ્વારા વિષાણુ નાઇટ્રેટોમાં રૂપાંતર થઈ જાય છે. જે પછી હિમોગ્લોબિન સાથે ભળીને મેટહીમોગ્લોબિન બનાવે છે. તે રુધિરની ઑક્સિજન-વહનક્ષમતાને અવરોધે છે જેનાથી મેટહીમોગ્લોબિનીમિયા નામનો રોગ થઈ જાય છે.

ii) રાસાયણિક સ્કંદન અને નિસ્પંદન, કાર્બન અવશોષણ, રાસાયણિક ઉપચયન, આયન વિનિમય, વિદ્યુત અપોહર અને વિલોમ પરાસરણ

(3) BHC - બેન્ઝીન હેક્સાક્લોરાઇડ

DDT- ડાઇક્લોરો ડાઇફિનાઈલ ટ્રાઇક્લોરોઈથેન

PCBs -પોલિક્લોરિનેટેડ બાઇફિનાઈલ્સ

2,4 -D -ડાઇક્લોરો ફેનોક્સી એસિટિક એસિડ

2, 4, 5 - T - 2, 4, 5 -ટ્રાઇક્લોરો ફેનોક્સી એસિટિક એસિડ

(4) મીઠા જળમાં ફોસ્ફેટયુક્ત ડીટરજન્ટ, લીલની વિપુલ વૃદ્ધિ કરાવે છે. જેથી ઑક્સિજનનો હ્રાસ થઈ જાય છે અને દુર્ગંધ આવવા લાગે છે. કેટલીક વિઘટિત થતી વનસ્પતિઓ સડીને કહોવાઈને સ્ટ્રિકનીન જેવા વિષાણુ પદાર્થો બનાવે છે. જે પ્રાણીઓને પણ ચોપગા પશુઓ - ગામલોકો ઘેટાં બકરાં મારી નાંખે છે.

(5) ભૂમિગત જળ પ્રદૂષણનો સૌથી વધુ સામાન્ય સ્રોત છીછરી અવશોષણ-ખાડામાં અવમલ કચરાવાળું અથવા મલજળનું વ્યાપક ઠાલવવામાં આવે છે. અન્ય સ્રોતો છે :

અવસ્રાવણ ગર્ત (Seepage pits), અવશિષ્ટ જમાવ, સેપ્ટીક ટેંક અને કેટલાક કૃષીય તથા ઔદ્યોગિક પ્રદૂષકો

(6) i) ગંદા જળના ઉપચારથી પોષક પદાર્થોની નિવેશ મર્યાદાઓ.

ii) મત્સ્યસંગ્રહણ અને આવર્તી લીલ પ્રસ્ફૂટનને ઉખેડીને ખસેડવું algel blooms બહાર ફેંકી દેવું.

iii) વધતું જીવાણ્વિક - વિઘટન દ્વારા પાણીમાંના પોષક પદાર્થોની માત્રામાં અપચયન.

પોષક દ્રવ્ય જથ્થાનું જીવાણુ દ્વારા વિઘટન વધારીને તે જથ્થાને ઘટાડવો. ઘટાડો કરવો.

એકમ 12 ભૂમિનો ખરાબો

રૂપરેખા

12.1 પ્રસ્તાવના

    ઉદ્દેશ્ય

12.2 જમીન ખરાબો

    12.2.1 જમીનનું ધોવાણ

12.3 ભૂમિ અવક્રમણના કારણો

    12.3.1 કુદરતી

    12.3.2 માનવ પ્રવૃત્તિઓ

    12.3.3 ભૂમિ અવક્રમણનો વિસ્તાર

12.4 ભૂમિ અવક્રમણની અસરો

    12.4.1 સપાટી પરનો જળ-પ્રવાહ અને પૂર રણીકરણ - મરુભૂમિ

    12.4.2 પોષાકો ઓછા થવા અને ભૂ-ઉત્પાદકતા

    12.4.3 જમીન ધોવાણની કિંમત

12.5 ઉપચારો

12.6 સારાંશ

12.7 અંતિમ કસોટી

12.8 જવાબો

12.1 પ્રસ્તાવના

આ ખંડના પૂર્વ એકમોમાં તમે હવાના પ્રદૂષણ તથા જળ પ્રદૂષણ વિશે વાંચી ચૂક્યા છો. આ એકમમાં આપણે જમીન અવક્રમણ માટે જવાબદાર પરિબળોનો અભ્યાસ કરીશું.

જમીનનું ધોવાણ અને ભૂમિ અવક્રમણ સામાન્ય રીતે વિશ્વ અને ખાસ કરીને ભારતમાં સૌથી વ્યાપક પારિસ્થિતિક સંકટ ઉત્પન્ન કરે છે. માનવ સભ્યતાના 6000 વર્ષ લાંબા ઇતિહાસમાં યોગ્ય રીતે જ નોંધવામાં આવ્યું છે કે અનેક સંપન્ન સંસ્કૃતિઓની પડતી માટે બે કારણો હતા- કાંપ (silt) અને મીઠુ (salt). આનું કારણ એ કે માત્ર સર્વે પ્રાથમિક ઉત્પાદનો માટે જ ભૂમિની પૂર્વ-જરૂરિયાત નથી, પરંતુ તે ઉપરાંત પ્રત્યેક સામાજિક અગ્રતા સંતોષવા માટે અને જરૂરી તેમજ ઇચ્છિત આર્થિક પ્રવૃત્તિઓ હાથ ધરવા માટે પણ તે જરૂરી છે.

આ એકમમાં આપણે ભૂમિ અવક્રમણના પ્રાકૃતિક અને માનવ પ્રવૃત્તિઓથી ઉત્પન્ન થતા કારણોની ચર્ચા કરીશું. આપણે ભૂમિ અવક્રમણની અસરોની ચર્ચા પણ સપાટી પરના જળપ્રવાહ અને પૂર, પો[illegible] ઓછા થવા અને ભૂમિ ઉત્પાદકતાના સંદર્ભમાં કરીશું. અંતમાં, જમીનનું ધોવાણ અને ભૂમિ અવક્રમણ અટકાવવા માટે કેટલાક ઉપાય સૂચવવામાં આવ્યા છે.

ઉદ્દેશ્ય :

આ એકમ વાંચ્યા પછી તમે :

- જમીનના ધોવાણ અને ભૂમિ અવક્રમણની વ્યાખ્યા કરી શકશો.
- ભૂમિ અવક્રમણના કારણો અને તેના વિસ્તારનું વિશિષ્ટ કિસ્સાઓ દૃષ્ટાન્ત અભ્યાસો આપી વર્ણન કરી શકશો.
- ભૂમિ અવક્રમણની અસરોનું વર્ણન કરી શકશો.
- ભૂમિ અવક્રમણ અટકાવવા માટેના ઉપાયોની રૂપરેખા તૈયાર કરી શકશો.

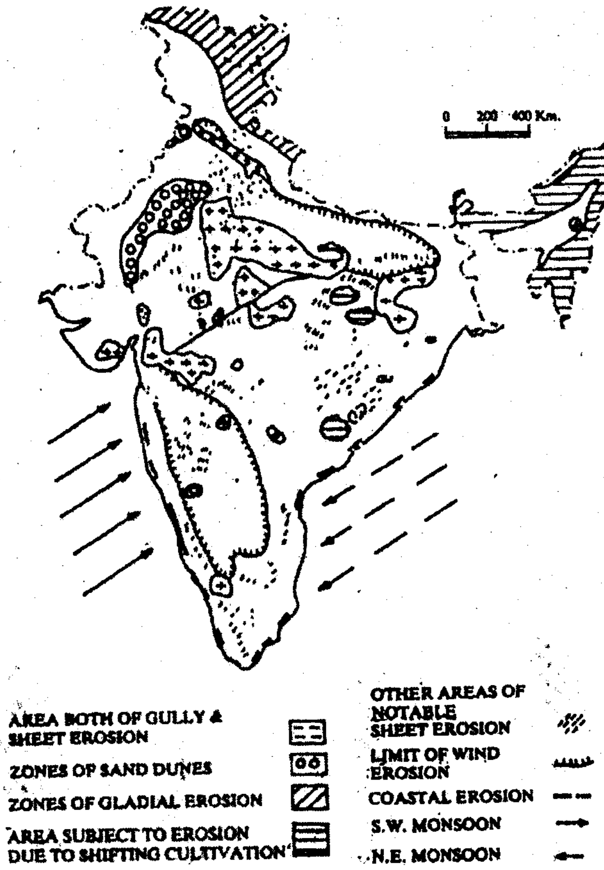
12.2 જમીન અવક્રમણ (Soil Degradation)

જમીન એક જટિલ વસ્તુ છે અને તે ભૂમિ સપાટી અને ક્રિયાત્મક જમીનના સ્તરની ઊંડાઈ દ્વારા વ્યક્ત થાય છે. તે ભૌતિક રાસાયણિક તેમજ જૈવિક રૂપે કાર્ય કરે છે.

તેથી વિવિધ ભૂમિ ઉપયોગો માટે તેની તંદુરસ્તી અને ઉપયોગિતા પણ આ 3 દષ્ટિકોણથી ચકાસવી પડે છે. સદીઓના વપરાશ દ્વારા ભારતીય જમીનોની વારસાગત ફળદ્રુપતાનું સ્તર નીચું છે. જે તેમની વ્યાપક સીમિતતા છે.

વધારામાં, જમીનની ફળદ્રુપતાની પુનઃપ્રાપ્તિ માટે જૈવિક પુનર્ચક્રણ અને પોષાકોના નીચલા સ્તરોથી ઉપરના ઉત્પાદક સ્તરોમાં પોષકોના વહન દ્વારા સહાયક વનસ્પતિમાં પણ સતત ઘટાડો થઈ રહ્યો છે. બળતણ અને ચારાની તીવ્ર તંગીને કારણે ખેત પાકોના અવશિષ્ટો પણ જમીનમાં ભળી શકતા નથી. ગાયના છાણનો મુખ્યત્વે ઇંધણ તરીકે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. જ્યારે બેફામ નિર્વનીકરણ સાથે જંગલનો હ્યુમસી સેન્દ્રિય પદાર્થો પણ ઉપલબ્ધ નથી. સૂકી ઋતુમાં વિસ્તરણ અને દુકાળને કારણે પાણીની વ્યાપક તંગી અન્ય સીમિતતા છે. આનું કારણ એ કે પાણીનો પૂરવઠો નિશ્ચિત સમય માટે સીમિત છે જ્યારે વિવિધ હેતુઓ માટે પાણીની માંગ આખું વર્ષ ચાલુ રહે છે. ભારત સરેરાશ વાર્ષિક વરસાદના સંદર્ભમાં નસીબદાર હોવા છતાં, ભારતના વિશાળ ભાગો ઓછો થી અતિ ઓછો વરસાદ મેળવે છે. ભારે કે સાધારણ વરસાદ મેળવતા પડતા સ્થળોમાં, મોટા ભાગનું જળ બીજે વહી જાય છે અને જ્યાં તે અન્યત્ર પૂરની સમસ્યા ઊભી કરે છે. માનવી, પશુઓ અને વનસ્પતિને આ પાણી ભૂમિ સપાટી અને જમીનના સ્તરમાંથી ખેંચ્યા પછી જ ઉપલબ્ધ થાય છે. ભૂમિ અને જળ ચક્રને નિકટનો સંબંધ છે. આ સંબંધ વધુ મહત્ત્વનો એટલા માટે બને છે કારણ કે સપાટી પરનો જળપ્રવાહ અને પૂર, પોષકો અને ઉત્પાદકતામાં ઘટાડાના કેટલાક મુખ્ય કારણો છે. હવે આપણે જમીનનું ધોવાણ કે જે જમીનનું અવકર્ષણ કરતી ઘટનાઓ પૈકી એક છે, તેનો અભ્યાસ કરીશું.

12.2.1 જમીનનું ધોવાણ (Soil Erosion)



આકૃતિ 12.1 : જમીન ધોવાણ (આ નકશો રાજકીય સીમાઓ દર્શાવતો નથી.)

જમીનના ધોવાણમાં એ બધી જ ભૌતિક પ્રક્રિયાઓનો સમાવેશ થાય છે, જેનાથી જમીનકણો ઢીલા પડે છે કે તૂટે છે અને છૂટા થયેલા આ કણોને તેમના મૂળ સ્થાનેથી અન્યત્ર લઈ જાય છે. ઘણું ખરું ધોવાણ પૃથ્વીના ગુરુત્વાકર્ષણને કારણે ભૂમિના જથ્થામાં અસંતુલનને આભારી છે અને ધરતીના આ જથ્થામાં વધુ પડતા ભેજ કે પાણીને કારણે સંતુલન સીધુ ગુમાવાય છે. ઘણીવાર આ બાબતનો ઉલ્લેખ સ્ખલન, સર્કણ કે પ્રવાહ જેવા ગુરુત્વાકર્ષણ ધોવાણ તરીકે થાય છે. તેથી ભૂમિ સર્કણ, પંક પ્રવાહો કે નદીના ઘસારણ કાર્યમાં ખંડિત ખડક ગતિ, અન્ય અસંગઠિત પદાર્થો અને દાણાદાર જમીનની જથ્થામાં ગતિ હોઈ આવું ધોવાણ જથ્થામાં ધોવાણ તરીકે પણ ઓળખાય છે. આ પ્રક્રિયા ભૌતિક છે, અને તે વરસાદના ટીપાંની અસર અને ઘસારણના કારકોના પ્રવાહના કારણાત્મક બળો સામે કોહેશન સુએજ જતા (whesion) અને ઘર્ષણના સ્વરૂપે જમીનની ટકી રહેવાની ક્ષમતાના પૃથ્થકરણ દ્વારા સમજી શકાય છે. આકૃતિ 12.1માં દેશના વિવિધ ભાગોમાં સમસ્યાવાળા વિસ્તારોનો ફેલાવો જોઈ શકાય છે.

જમીનનું ધોવાણ કુદરતી તેમજ માનવપ્રવૃત્તિઓ દ્વારા થાય છે. કુદરતી પ્રક્રિયાઓને

(I) ભૂસ્તરીય ધોવાણ અને

(II) ઝડપી કે વેગીલું ધોવાણ

(I) ભૂસ્તરીય ધોવાણ :

જમીનનું ભૂસ્તરીય ધોવાણ એ કુદરતી ક્રિયા છે જે પૃથ્વી સપાટીને સમાન સ્તર પર લાવવા કટિબદ્ધ છે. વિદારણ જે ગુણમાં નિશ્ચિત ભૌતિક, રાસાયણિક પ્રકારનું છે. જે આ ક્રિયાનું ધોવાણનું પ્રથમ (પગથિયું) ચરણ છે. આ બાબત અપક્ષય દ્વારા પદાર્થોને વધુ સરળ બનાવે છે અને કેટલીક જૈવિક ગુણધર્મ કે ખાસિયતોની મદદથી વધુ વિભંજન થાય છે. આ પ્રક્રિયા નિશ્ચિત ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક ગુણધર્મો ધરાવતા જટિલ જમીન પ્રકારોના વિકાસ તરફ દોરી જાય છે. તેથી, ભૂસ્તરીય પ્રક્રિયાના ભાગ રૂપે, ધોવાણ વિવિધ વિદારણ ક્રિયાઓ દ્વારા થાય છે. તમે ભૂસ્તરીય ધોવાણ બાબતે વિભાગ 12.3.1માં વધુ વિગતે વાંચી શકશો.

(II) ઝડપી ધોવાણ :

વાવેતર દરમ્યાન ભૂમિ બહારથી ઘણું દબાણ અનુભવે છે અને પરિણામે વનસ્પતિના આવરણ અને આબોહવા વચ્ચેનું સંતુલન ખોરવાય છે. આમ, કુદરતી કારકોથી થતું જમીન ધોવાણ સપાટી પરની જમીનના નિર્માણ કરતા વધુ ઝડપી થાય છે. આ પરિસ્થિતિ હેઠળ થતા ધોવાણને ઝડપી ધોવાણ કહે છે. તેનો દર અને પ્રમાણ સામાન્ય ભૂસ્તરીય ધોવાણ કરતા ઊંચો હોય છે.

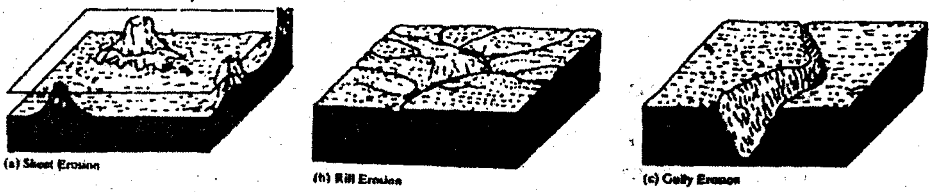
કારક મુજબ ધોવાણનું વર્ગીકરણ નીચે મુજબ છે :

પાણી દ્વારા થતું ધોવાણ :

પાણી એ જમીનનું વહન કરનાર અગત્યનું પરિબળ છે. વરસાદના ટીપાંઓ, પાણીવહન, તરંગો કે હિમના માધ્યમથી પાણી દ્વારા જમીનનું ધોવાણ થઈ શકે છે. પીગળેલા બરફ સહિત વરસાદના પાણી દ્વારા જમીનનું ધોવાણ તે વર્ષાબિંદુ (ટીપાં) ધોવાણ છે.

ભૂમિ સપાટી પર પડતા વરસાદના બિંદુ જમીન કણોને છૂટા પાડી તેમને વહેતા પાણી સાથે અન્યત્ર લઈ જાય છે. જમીન સ્તરની પાતળી સ્તર-ત્વચા છૂટી પડે છે અને ભૂમિ સપાટી પર વહેતા વરસાદના પાણી સાથે વહન પામે છે. આ પ્રકારનું ધોવાણ ચાદર-ધોવાણ કહેવાય છે. (આકૃતિ 12.2 a) ચાદર ધોવાણ નોંધપાત્ર રીતે ધ્યાનમાં કદાચ ન પણ આવે, પરંતુ તેનો અનુભવ કરતી જમીનો દર વર્ષે ટોચની ફળદ્રુપ જમીનનું પાતળુ સ્તર ગુમાવે છે. ચાદર ધોવાણનો બીજો તબક્કો જેમાં ભૂદ્રશ્યાવલિ પર આંગળી જેવા ચીરા પડે છે. તે "ચીરા ધોવાણ" (Rill Erosion)(આકૃતિ 12.2 b) કહેવાય છે. સામાન્ય કૃષિ

કોતરો સમગ્ર દેશમાં 3000 તારાજ કરી દે છે. પ્રતિ વર્ષ જમીન ઉપર માઠી અસર પહોંચાડે છે, જ્યાં આશરે 0.5% કોતરોના સ્રાવ વિસ્તારોનું ધોવાણ થાય છે. કોતરો મુખ્યત્વે નદીઓ આજુબાજુ જોવા મળે છે જેવા કે યમુના, ચંબલ, સાબરમતી, મહી, ગોમતી વગેરે નદીઓ.



(a) Sheet Erosion (b) Rill Erosion (c) Gully Erosion

(આકૃતિ 12.2 : જમીન ધોવાણના પ્રકારો)

કાર્યો દરમિયાન દર વર્ષે આ ચીરા સમથળ બની જાય છે. પરંતુ દર વર્ષે ક્રમશઃ આ ચીરા સંખ્યા, કદ અને આકારમાં વધતા જાય છે. તે વધુ પહોળા અને ઊંડા બને છે અને પાક ઉત્પાદનને પ્રતિકૂળ અસર કરે છે.

ખીણ કે નાળું (કોતર), હરી અપરહન કે ધોવાણ, એ ચીરા ધોવાણનો આગળ વધેલો તબક્કો છે. (આકૃતિ 12.2 C) જ્યારે ચીરા પ્રત્યે ધ્યાન ન રખાય ત્યારે તે કદમાં વિકસી કોતર બને છે. ખેતીકીય ભૂમિ પર નિશ્ચિત બિંદુ પર સપાટી પરનો જળ પ્રવાહ કેન્દ્રિત થવાથી કોતરો બને છે. કોતરો પર નિયંત્રણ ન કરાય તો વર્ષોવર્ષ તે વિસ્તરણ પામે છે. કોતરો નાળા કે હરી ધોવાણ છે. વહેતા પાણી દ્વારા ઝરણાના (કિનારા) કાંઠાનું ધોવાણ "ઝરણાના કાંઠા ધોવાણ" તરીકે ઓળખાય છે. કેટલાક વિસ્તારોમાં જ્યાં નદી કે નાળા માર્ગ બદલતા હોય છે ત્યાં ઝરણાના કાંઠા કિનારો વધુ ઝડપથી ધોવાણ અનુભવે છે.

ઝરણાનું કાંઠા ધોવાણ, ખેતભૂમિ, ધોરીમાર્ગો, રેલવેમાર્ગો અને પુલોને હાનિ કરે છે.

દરિયા-કિનારા (તટ પ્રદેશ)નું ધોવાણ મોજાના કાર્ય અને કેટલીક જગ્યાએ દરિયાના (ભૂમિ તરફ) આગળ વધવાથી દરિયા-કિનારા પર થાય છે. પાણીથી થતા અન્ય પ્રકારના ધોવાણો કરતા કિનારાના ધોવાણને કાબૂમાં લેવું વધુ મુશ્કેલ છે.

પવનથી થતું ધોવાણ :

જે વિસ્તારોમાં જમીનને ઢાંકવા અને રક્ષણ આપવા વનસ્પતિ પૂરતા પ્રમાણમાં નથી ત્યાં પવનો દ્વારા જમીનનું ધોવાણ ઘણું સામાન્ય છે. આવી પરિસ્થિતિ શુષ્ક ભૂમિમાં અને મહાસાગરો, સરોવરો અને નદીઓના રેતાળ કિનારા પર જોવા મળે છે. બારીક અને ઢીલા જમીન કણો જમીન સપાટી પરથી ઊડે છે અને પવનો દ્વારા વહન પામે છે. ક્રમબદ્ધ ટૂંકા કૂદકા સ્વરૂપે જમીનનું વહન કાંપ જમાવટ "સિલ્ટેશન" (Siltation) કહેવાય છે. જમીનના બારીક કણો હવામાં ઊંચકાઈને લાંબા અંતરે વહન પામે છે. જમીનની આ ગતિ "સસ્પેન્શન ગતિ" નિલંબન / અવલંબન (Suspension Movement) કહેવાય છે. પવનના ઝડપી વેગને કારણે પ્રમાણમાં ભારે જમીન કણો ભૂ સપાટી પર વહન પામે છે, જે "સપાટી પરનું સર્પણ" વિસર્પણ (surface creep) કહેવાય છે. રેતી સતત એક જગ્યાથી બીજી જગ્યા પર ઊડતી હોય છે. ખેતરો, ફળની વાડીઓ વગેરે જે કાંઈ પણ તેના માર્ગમાં આવે છે તે રેતી હેઠળ ઢંકાઈ જાય છે અને કાળક્રમે બિનઉત્પાદક બને છે. વનસ્પતિઓ રેતીમાં દટાઈ જાય છે અને કાયમ માટે નાશ પામે છે. રેતીના આગળ વધવા સાથે રણવિસ્તારમાં વધારો થાય છે.

યોગ્ય શબ્દોનો ઉપયોગ કરી ખાલી જગ્યા પૂરો.

(a) ....માં એ તમામ ભૌતિક પ્રક્રિયાઓનો સમાવેશ થાય છે જે જમીન-કણોને ઢીલા પાડે છે કે તોડે છે અને છૂટા થયેલા આ કણોને તેમના મૂળ સ્થાનેથી અન્યત્ર લઈ જાય છે.

(b) વરસાદના પાણીથી થતા જમીનના ધોવાણના 3 તબક્કા
(i) ...., ધોવાણ, (ii) ....ધોવાણ, અને (iii) ....ધોવાણ છે.

(c) દરિયાકાંઠે દરિયા કિનારાનું ધોવાણ દરિયાની .... ક્રિયા અને આગેકૂચ દ્વારા થાય છે.

(d) સિલ્ટેશન, કાંપ જમાવ સસ્પેન્શન ગતિ નિલંબિત કે અવલંબિત અને સપાટી પરનું સર્પણ .... ધોવાણની ઘટનાઓ છે.

12.3 ભૂમિ અવક્રમણના કારણો

જમીનનું અવક્રમણ કુદરતી પ્રક્રિયાઓ તેમજ માનવ પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા થાય છે. હવે આપણે આ બંને વિશે ટૂંકમાં અભ્યાસ કરીએ.

12.3.1 કુદરતી

જમીન એક જટિલ રચના છે જે પૃથ્વીનું પાતળું બાહ્ય સ્તર બનાવે છે. તે ખડકોના ખનીજ ઘટકોમાંથી પ્રત્યક્ષ કે પરોક્ષ રીતે બને છે. આ પ્રક્રિયાનો **પ્રથમ તબક્કો અપક્ષય** છે જે મુખ્યત્વે ભૌતિક-રાસાયણિક પ્રકારનો છે. અપક્ષય વિભંજન દ્વારા ખડકો સર્જતા જટિલ પદાર્થોને સરળ બનાવે છે. સુદ્રઢીકરણની ક્રિયા દ્વારા જમીન નિર્માણ તે બીજો તબક્કો છે. તે ગુણમાં જૈવ-ભૂ-રાસાયણિક પ્રકારનો છે. આ પ્રક્રિયામાં

કેટલીક જૈવિક અસરોનો સમાવેશ થાય છે. જે અનેક પદાર્થોના સંયોજનમાં પરિણામે છે અને નિશ્ચિત ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક ગુણધર્મો ધરાવતી જટિલ જમીનોના વિકાસ તરફ દોરી જાય છે. અપક્ષયની આ કુદરતી ક્રિયા ધીમી છે અને ઉત્ક્રાંતિ ચક્રનો એક ભાગ છે.

આ કુદરતી ઘસારણ પ્રક્રિયાની તીવ્રતાનો અનુભવ ધોવાણના દર કે ભૂમિ સપાટીના નીચા થવાના દર પરથી કરી શકાય.

ભારતમાં ધોવાણનો દર ખાસ કરીને હિમાલયના પટ્ટામાં વ્યાપક ફેરફાર દર્શાવે છે. સતલજની તાસક બેઝીન માટે તે 0.21 મિમી પ્રતિ વર્ષ છે. જ્યારે દાર્જીલિંગમાં તે 20 મિમી પ્રતિ વર્ષ છે. પરંતુ ધરતી માટે એકંદરે અંદાજ 0.1 થી 1.0 મિમી પ્રતિ વર્ષની વચ્ચે છે. ઘણુંખરું કુદરતી ઘસારણ ભૂમિ સપાટીના ઊંચકાવ દ્વારા નિષ્ક્રિય થાય છે. અંદાજી ગાળો 1 મિમી પ્રતિ વર્ષથી 9 મિમી પ્રતિ વર્ષ છે. તેમ છતાં, ભારતમાંથી જમીનના ક્ષય, ખડક પદાર્થ નિક્ષેપણ દર અને અન્ય સંબંધિત માહિતી પરથી તારણ કાઢી શકાય કે ઊંચકાવનો અંદાજી દર 5 મિમી પ્રતિ વર્ષ કરતાં નીચો છે.

વર્તમાન સમયમાં અંદાજી ભૂસ્તરીય ઘસારણનો દર 100 સેમી/1000 વર્ષ છે, જે અગાઉના 4 કરોડ વર્ષો કરતાં પાંચ ગણો છે. નજીકના ભૂતકાળમાં વ્યાપક વિસ્તારોમાં કોઈ અસામાન્ય ભૂસ્તરીય ઉથલપાથલના પુરાવા જણાતા નથી. જ્યારે, છેલ્લી બે કે ત્રણ સદીઓમાં માનવ વસ્તી અને તેને સંબંધિત પ્રવૃત્તિઓમાં નોંધપાત્ર વધારો થયો છે, જે ભૂમિ અવક્રમણમાં વધારા માટે માનવીની દખલ હસ્તક્ષેપ તરફ આંગળી ચીંધે છે.

12.3.2 માનવ પ્રવૃત્તિઓ

પૃથ્વી પર અત્યાર સુધી જે જીવ સ્વરૂપો રહી ચૂક્યા છે કે રહે છે, તેમાં માનવીએ કુદરતી સંસાધનના જથ્થામાં ગંભીર રૂપાંતર કર્યું છે અને તેમ કરવા પાછળ માનવ સમાજની વિવિધ જરૂરિયાતો પૂરી પાડવાનો હેતુ રહ્યો છે. હસ્તક્ષેપ અનેકવિધ છે. ઘણીવાર તે હસ્તક્ષેપ પાછળનો હેતુ ધરતી માતા પાસેથી મહત્તમ પ્રાપ્ત કરવાનો છે, અને આ ક્રિયામાં જૈવ-ભૂ-ભૌતિક વ્યવસ્થાઓમાં સંતુલનને તીવ્ર રીતે ખોરવી નાંખે છે. આનાથી પ્રતિકૂળ કે માઠી અસરોને શોષી લેવાની ધરતીની ક્ષમતામાં ઘટાડો થયો છે અને દોહન દ્વારા થતા નુકસાનને સરભર કરવા માટેની તેની પુનર્જનન ક્ષમતાને કુંઠિત કરી છે; બીજી બાજુ, માનવી દ્વારા જાણી જોઈને વિનાશક પગલાં લેવાયા છે, જેમ કે વૈશ્વિક યુદ્ધો જેને આ ગ્રહના કુદરતી સંરક્ષણને ગંભીર હાનિ પહોંચાડી છે. વધુ મહત્ત્વના હસ્તક્ષેપો નીચે મુજબ છે :

(a) નિર્વનીકરણ

(b) ખેતી

(c) આર્થિક પ્રવૃત્તિઓ : ઉત્ખનન વગેરે

(d) વિકાસાત્મક કાર્યો : વસાહતો, પરિવહન અને સંદેશાવ્યવહાર

આપણે ભૂમિની ગુણવત્તા પર તેમની અસરોનું ટૂંકમાં વર્ણન કરીશું.

(a) નિર્વનીકરણ

ભૌતિક રીતે નિર્વનીકરણની પ્રક્રિયામાં વારંવાર વૃક્ષો કાપવા, પાડવા, વન આચ્છાદન દૂર કરવું, પશુધન દ્વારા ચરાણ અને વનસ્પતિનું કચડાવું, દાવાનળ વગેરેનો સમાવેશ થાય છે. 1976 થી 1985 વચ્ચે નિર્વનીકરણના વાર્ષિક દરનું નિરીક્ષણ જણાવે છે કે ભારતમાં વાર્ષિક 1.74 લાખ હેક્ટર જંગલોનું નિર્વનીકરણ થયું હતું. વિભાગમાં 8.3.1માં જણાવ્યા મુજબ, 1951 અને 1972 વચ્ચે 34 લાખ હેક્ટર વન વિસ્તાર વિવિધ હેતુઓ માટે નાશ પામ્યો છે.

ભારત અને નેપાળમાં અનેક અભ્યાસોએ સાબિત કર્યું છે કે ખોરાક, પશુધન અને બળતણ માટેના લાકડાની માંગમાં થતો વધારો નિર્વનીકરણ માટે પ્રત્યક્ષ જવાબદાર છે.

ખોરાક ઉત્પાદનમાં વધારો કરવા માટેના આ સુઆયોજીત પ્રયત્નો ઘણીવાર નિષ્ફળ જાય છે અને સામાન્ય રીતે મોટી પર્યાવરણીય હાનિમાં પરિણમે છે. જમીનનું ધોવાણ, ભૂમિ અવકર્ષણ, તત્ત્વ હાનિ અને જમીન, વનસ્પતિ અને વાતાવરણની નાજુક સંતુલનમાં ભંગાણના સંદર્ભમાં નિર્વનીકરણના પરિણામો

ઉજ્જડ અને બિનઉત્પાદક ભૂમિનાં વિશાળ ક્ષેત્રોમાં જોઈ શકાય છે કે જયાં એક સમયે લીલાંછમ જંગલો ઊગતા હતા.

જંગલોના નાશ માટે અન્ય અગત્યનું કારણ બળતણ માટેના લાકડાની માંગ પૂરી કરવાનું છે. ઉષ્ણકટિબંધીય વિસ્તારોમાં ગ્રામીણ વસ્તી તેમની ઊર્જાના પ્રાથમિક સ્રોત માટે જલાઉ લાકડા પર જ આધાર રાખે છે. એક અંદાજ મુજબ ગ્રામીણ ક્ષેત્રોમાં કુલ ઊર્જા જરૂરિયાતોના જલાઉ લાકડા દ્વારા પૂરી કરાતી માંગ ટકામાં આ મુજબ છે : કેન્યામાં 90%, ઝાંબિયામાં 88% અને નેપાળ, શ્રીલંકા અને થાઈલેન્ડ દરેકમાં 95%. જલાઉ લાકડાનો અંદાજી વપરાશ 0.8 થી 2.0 m^3 /વ્યક્તિ/ વર્ષ છે, અને સરેરાશ વપરાશ 1.5 m^3 /વ્યક્તિ/વર્ષ છે. જયાં સુધી ગ્રામીણ વસ્તીને વૈકલ્પિક, એટલા જ આધારભૂત અને સસ્તા બળતણના સ્ત્રોત ઉપલબ્ધ કરવામાં નહિ આવે ત્યાં સુધી નિર્વનીકરણ અબાધિતપણે થયા કરશે.

એકમ 8માં તમે વાંચ્યું કે ઇંડિયન ઇન્સ્ટિટ્યુટ ઑફ સાયન્સિસ, બૅંગ્લોર, નોર્થ-ઈસ્ટ હિલ યુનિ., શિલોંગ, સેન્ટર ફોર એન્વાયરમેન્ટલ સ્ટડીઝ, નવી દિલ્હી અને અન્ય સંસ્થાઓ દ્વારા હાલમાં હાથ ધરાયેલા અભ્યાસો જણાવે છે કે નિર્વનીકરણના વધતા દર માટે જંગલોમાં અને તેમની આસપાસ વસતા માનવ સમુદાય અને પોતાના ગુજરાન માટે વન પેદાશો પર ખૂબ નોંધપાત્ર રીતે આધાર રાખતા લોકો જવાબદાર નથી. વાસ્તવમાં, વન પેદાશના પરંપરાગત પ્રાપ્યતા/વેચાણ વગેરે પ્રવાહનું પૃથ્થકરણ દર્શાવે છે કે આ લોકો વન આવરણને હાનિ પહોંચાડ્યા વગર જ ગૌણ વન પેદાશોનો ઉપયોગ કરે છે. બીજી બાજુ, વન સંસાધનોના કેન્દ્રીય વ્યવસ્થાપનના આગમન સાથે, માનવ સમુદાયે ધમશાખરા વન ગુમાવતા તેને વિકલ્પો તપાસવા પડ્યા છે.

વાસ્તવમાં હાલ થતું વ્યાપક નિઃવનીકરણ સ્થાનિક લોકોની માંગને સંતોષવા માટેનું જંગલો પરનું અનિવાર્ય દબાણને લીધે ન થતાં, મુખ્યત્વે તો ત્યાંથી દૂરના સ્રોતોની માગ પોષવા વિશેષતઃ થાય છે. સ્થાનિક દબાણ કરતાં બાહ્ય માંગથી જંગલો વિશેષતઃ કપાયાં છે. વન અને જનના - લોકો વચ્ચેની પરંપરાગત એકસૂત્રતાના સ્થાને, પરાયાપણાનો કે ઉદાસીનતા વ્યાપક બન્યો છે. હાલ ભેજાળ અને અર્ધ-ભેજવાળા ઉષ્ણકટિબંધીય ક્ષેત્રોમાં થતા મોટા પાયા પર નિર્વનીકરણ શક્ય પારિસ્થિતિકી અસરોએ સમગ્ર વિશ્વના વૈજ્ઞાનિકો, પર્યાવરણવિદો અને આયોજકોમાં ઘણી ચિંતાની લાગણી ફેલાવી છે. પર્યાવરણીય પરિવર્તનો, આબોહવા પર સ્થાનિક અને વૈશ્વિક અસર અને સંવેદનશીલ જમીન સાધનોના અવકર્ષણનો અંદાજ કાઢવા સુઆયોજીત અને પૂરતા સુસજ્જ લાંબા ગાળાના અભ્યાસોમાંથી નક્કર માહિતી મેળવવી જરૂરી છે. આ અભ્યાસોનું આયોજન નિર્વનીકરણની અસરો પ્રમાણમાં વ્યક્ત કરે છે. વન પરિવર્તનની કેટલીક અસરો કોઠા નંબર 12.1માં વર્ણવી છે.

કોઠો 12.1 : ઉષ્ણકટિબંધીય જમીનોના નિર્વનીકરણ અને ઘનિષ્ઠ કૃષિ દ્વારા જમીન અને સૂક્ષ્મ-આબોહવામાં પરિવર્તનો

હાઇડ્રોલોજિક ચક્ર - જળચક્ર

વનસ્પતિ દ્વારા પૂર અવરોધમાં ઘટાડો

જમીનના જળ-વહન અને જાળવણીમાં ઘટાડો

50 સે.મી. નીચેની ઊંડાઈએથી અધઃસ્તરમાંથી જળ-પ્રાપ્તિમાં ઘટાડો

બાષ્પીભવનમાં વધારો

સપાટી પરના જળ-પ્રવાહોમાં વધારો

આંતર-પ્રવાહ ઘટકમાં વધારો

સૂક્ષ્મ આબોહવા

તાપમાનના **ઍમ્પ્લિટ્યુડમાં** ફેરફારમાં વધારો

સરેરાશ સાપેક્ષ આર્દ્રતામાં ઘટાડો

જમીન-સપાટી સુધી પહોંચતા વિકિરણમાં વધારો

ઊર્જા સંતુલન

જમીનના તાપમાનમાં વધઘટમાં વધારો

જમીનની ઊર્જા ક્ષમતામાં ફેરફાર

ફેઝ કલા કાણ, સામયિકતા અને ભિનાશની ઊંડાઈમાં ફેરફાર.

જમીનની વનસ્પતિ અને પ્રાણીસૃષ્ટિ

ગુરૂ અને સૂક્ષ્મ જીવો ખાસ કરીને અળસિયાની જૈવિક પ્રવૃત્તિમાં ઘટાડો.

વનસ્પતિ સમૂહમાં ફેરફારો પહોળા પર્ણોવાળા વૃક્ષોથી તૃણ પ્રકારની અને ચિરસ્થાયીથી વાર્ષિક વનસ્પતિઓ

આબોહવાકીય ચરમ અવસ્થામાં ફેરફાર

(b) ખેતી

ખેતી તેના અનેકવિધ પરિમાણોમાં જમીનનું ધોવાણ અને જૈવ-વિવિધતાનો નાશ કરનાર મુખ્ય માનવ હસ્તક્ષેપ છે. ખેતીએ ભૂમિ ઉત્પાદકતાના પુનર્જતન અને ઉપલબ્ધ ભેજસંગ્રહની પુનઃપ્રાપ્તિ માટેના કુદરતી સાધનો સાથે હસ્તક્ષેપ કર્યો છે. ખેતીએ જૈવ-રસાયણો અને સિંચાઈના પાણીના ઉપયોગ દ્વારા જમીન તેમજ ભેજના સ્ત્રોત દૂષિત કરવાના માર્ગ ખોલ્યા છે. ખેત-ભૂમિ પર સૌથી ખરાબ પ્રકારનું ધોવાણ તે ચાદર ધોવાણ છે. તે ધીમું અને જલ્દી ધ્યાનમાં ન આવે તેવું છે. અગાઉ જણાવ્યા મુજબ, આ પછી ભૂમિ પરના ઘસારાત્મક જળ-પ્રવાહને કારણે ચીરાનું નિર્માણ થાય છે જે છેવટે કોતરોમાં પરિણામે છે. શુષ્ક અને અર્ધ-શુષ્ક ક્ષેત્રો પર રેતીનું ફૂંકાવું અને તેનો સ્થાનફેર ચાદર ધોવાણની જેમ જ થાય છે, જ્યાં પવન મુખ્ય કારક છે. પરિણામે, રણીકરણની ફેલાવાની (creeping) અસર શરૂ થાય છે અને ભૂમિ ઉત્પાદકતા અને તેની વહન ક્ષમતાનો નાશ કરે છે.

આડ બંધ, ટેરેસ, ટ્રેંચ, જેકેટ અને રિવેટ વગેરે જેવા યોગ્ય ભૂમિ ઉપચાર પગલા વગર પર્વતીય ઢોળાવો પર બેફામ વાવેતર પોષકોનો નાશ કરેલ છે.

તે પ્રમાણે વસ્તી વધારાને કારણે એકની એક જમીન પર સતત ખેતી કરવાથી કે સીમાંત અને અર્ધ સીમાંત ભૂમિઓ પર કૃષિનો વ્યાપ વધારવાથી કુદરતી પારિતંત્ર પાસે તેના મૂળ સ્વરૂપની પુનઃપ્રાપ્તિ માટે ધોવાણથી જમીનનું રક્ષણ કરવા માટે અલ્પ સમય હોય છે. સ્થળ બદલતી ફરતી ખેતી હેઠળના ક્ષેત્રોમાં, વસ્તીનું દબાણ પડતર ચક્રને ટૂંકાવે છે અને આમ બહુસ્તરીય વન આવરણમાં હોય છે તે મુજબ વનસ્પતિની અનેકવિધ જાતોના કુદરતી પુનર્જનનને અટકાવે છે. બીજી બાજુ, પશુધનની સંખ્યામાં વૃદ્ધિ, ખાસ કરીને ઘેટા-બકરાં અને અન્ય ઢોર ઘટતી જતી લોકોની જમીન પર અન્ય ચરાણ પ્રદેશો વધુ ને વધુ ચરી જાય છે. આનું સૌથી અગત્યના પરિણામોમાંનું એક તે ધોવાણમાં વધારો અને વનસ્પતિના વિકાસમાં ઘટાડો છે.

(c) આર્થિક પ્રવૃત્તિઓ

ભૂમિ આધારિત સમુદાયો સિવાય ખનીજો અને ધાતુઓ તેમજ અશ્મિભૂત ઇંધણ અન્ય કુદરતી સંસાધનો છે જેની સમાજને ઊર્જા જરૂરિયાતો સંતોષવા અને અન્ય પ્રવૃત્તિઓ માટે જરૂર પડે છે. આવા કુદરતી સંસાધનોનું નિષ્કર્ષણ નિર્વનીકરણ અને ભૂદ્રશ્યાવલિમાં ફેરફાર માંગી લે છે, જે કુદરતી ભૂમિ સંસાધનના પાયામાં સ્થાયી ફેરફાર કરે છે. ખાણકામ વાળો વિસ્તાર અને ખાણ અવશિષ્ટો ધોવાણ અને ભૂમિ અવકર્ષણના મુખ્ય સ્રોત છે, જે જળ સંસાધનો અને ભૂમિ ઉત્પાદકતામાં હાનિ કરે છે. તેલ, વાયુ વગેરે માટે વધુ ઊંડાઈએ ખાંણકામ અધોગમન અને ધોવાણ કરે છે. એકમ 7માં તમે જાણી ચૂક્યા છો કે વધુ પડતું ખાણકામ ભૂમિની ગુણવત્તા નીચે લાવે છે.

(d) વિકાસલક્ષી કાર્યો

માનવસમાજ આવાસ, પરિવહન, સંદેશાવ્યવહાર, આનંદપ્રમોદ વગેરે જેવી અનેક સામાજિક પ્રાથમિકતાઓ ધરાવે છે.

આ તમામ બાબતો માટે ભૂમિ અને ભૂમિ આધારિત વસ્તુઓ સ્ત્રોતોની જરૂર પડે છે. માનવ વસાહતો જમીન અને ભૂમિ માટે મુખ્ય ભય છે. કારણ કે વિકાસાત્મક તબક્કામાં બાંધકામ દરમિયાન વધુ ઝડપી

ધોવાણ થાય છે. તે પછી વસાહતો જમીનને સ્થાયી ધોરણે બિન-ઉત્પાદક ઉપયોગમાં મૂકે છે. પર્વત શ્રેણીમાં, ખીણો, ઝરણાં અને નદીઓ જેવા કુદરતી વિભાજકોને ભેદીને રસ્તા, રેલમાર્ગો વગેરે બનાવવા પડે છે. આ સગવડોનું નિર્માણ, ભૂમિ અને ખડક પદાર્થના પ્રચંડ જથ્થાનો સ્થાનફેર કરે છે. આથી ભારે ધોવાણ અને કુદરતી જળપરિવાહ વ્યવસ્થામાં ભંગાણ થાય છે જેને પરિણામે વિવિધ સ્થળે પાણી જમા થાય છે અને વ્યાપક વિસ્તાર પર ભૂસ્ખલન અને સર્કણ થાય છે.

12.3.3 ભૂમિ અવક્રમણનો વિસ્તાર

જમીન ધોવાણના વિસ્તાર બાબતે સંપૂર્ણ દેશ માટે સર્વગ્રાહી સર્વેક્ષણ કે દેશના નોંધપાત્ર વ્યાપ માટે કોઈ ત્વરિત સર્વેક્ષણ હાથ ધરવામાં આવ્યું નથી. 1.5 વર્ષ પહેલા તો વિવિધ સ્રોતોમાંથી ઉપલબ્ધ માહિતી એકઠી કરવાનો અને દેશમાં વિવિધ જમીન-સંબંધી સમસ્યાઓના પ્રમાણ અને વ્યાપની આકારણીની દૃષ્ટિએ તેને અન્ય આંકડાઓ સાથે સરખાવાનો પ્રયત્ન પણ થયો ન હતો. 1970ના શરૂઆતના દાયકામાં, નેશનલ કમિશન ઓન એગ્રિકલ્ચર (NCA)એ સમગ્ર દેશ માટે આ પ્રકારની કસરત હાથ ધરી અને જણાવ્યું કે લગભગ 17.5 કરોડ હેક્ટર કે દેશના ભૌગોલિક વિસ્તારના 53% જમીન ધોવાણની સમસ્યાઓ અને વિવિધ પ્રકારના ભૂમિ અવકર્ષણથી ગ્રસ્ત છે. આકૃતિ 12.1માં દેશના વિવિધ ભાગોમાં ધોવાણની વ્યાપક સમસ્યા આપવામાં આવી છે. આપણે બે દૃષ્ટાંત અભ્યાસો જોઈએ : એક ભારતમાંથી અને બીજો અમેરિકામાંથી.

દૂન ખીણ વૈવિધ્યપૂર્ણ વનસ્પતિ અને પ્રાણી સૃષ્ટિવાળો અતિ સુંદર પ્રદેશ છે. તેની એક બાજુ શિવાલિક અને હિમાલય પર્વતશ્રેણીઓ છે અને બીજી બાજુ ગંગા-યમુના નદીઓ છે. પરંતુ આજે આ સુંદર ખીણ ચૂનાના પથ્થરોના બેફામ ખોદકામ અને નિર્વનીકરણને કારણે બરબાદ થવાના ભય હેઠળ છે. ખીણમાં વૃક્ષાવરણ માત્ર 12% છે. જે સામે કાયદેસર સૂચવાયેલું પ્રમાણ 60% છે. ઉત્ખનન અને નિર્વનીકરણ જેવી માનવ પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા થતા ધોવાણનું દૂન ખીણ એક સારું ઉદાહરણ છે. પર્યાવરણ વિભાગના અહેવાલ મુજબ નદી અને નહેરના તળ પર પડવા દેવામાં આવતો ખાણકામનો ભૂકો, જળ પ્રવાહને અવરોધે છે અને સિંચાઈ પૂરવઠાને અસર કરે છે. વધારામાં, ચૂના પથ્થરના પટ્ટા પાણીને કાયમી ધોરણે પ્રાપ્ત કરવા, ટકાવી રાખવા અને છોડવામાં સહાયક ભૂમિકા ભજવતા હતા. યમુના, બિંદલ, સોંગ, સુસવા અને સહસ્રધારા વગેરે જેવી તમામ અગત્યની નદીઓ અને ઝરણા એ જ ક્ષેત્રમાંથી ઉદ્ભવે છે કે જ્યાં ચૂનાના પથ્થરનો જથ્થો આવેલો છે. ચૂનાના પથ્થરનું ઉત્ખનન નિર્વનીકરણ અને ચરાણ ભૂમિના ક્ષય કે ઘટાડા તરફ દોરી ગયું છે. ખાણકામ સંબંધી ક્રિયાઓએ જંગલો અને કુદરતી ઝરણાંનો નાશ કર્યો છે અને એ રીતે ક્ષેત્રમાં પારિસ્થિતિકી વિનાશ કર્યો છે. આ ક્રિયાઓએ ટેકરીઓને ઢીલી પાડી છે જેનાથી ભૂસ્ખલન અને નદીઓમાં કાંપ જમા થાય છે.

સરકાર દ્વારા આર્થિક ફાયદા સંબંધી પૃથક્કરણ દર્શાવે છે કે જો આ ક્ષેત્રમાં તમામ ક્રિયાઓ બંધ કરી દેવામાં આવે તો પણ ચૂના પથ્થરના ઉદ્યોગને સહન કરવું પડશે નહિ. સરકાર તેથી આ ખીણને પારિસ્થિતિકિ રીતે સંવેદનશીલ ક્ષેત્ર જાહેર કરતો વટહુકમ બહાર પાડી શકે છે.

ઉપરના દૃષ્ટાંત કે ઉદાહરણમાં તમે જાણ્યું કે કેવી રીતે ઉત્ખનન ધોવાણમાં વધારો કરી ભૂમિ ફળદ્રુપતાનો નાશ કરે છે.

હવે આપણે કૃષિ પ્રવૃત્તિઓ કેવી રીતે ભૂમિ, ખેડૂતો અને ઉત્પાદકતાને અસર કરે છે તેનો અભ્યાસ કરીશું. તેમ છતાં, સંબંધિત મુદ્દો બિન-ખેત પારિતંત્રો પર ખેતીકીય પ્રદૂષણની અસરનો છે. જ્યારે ખેતરોમાંથી જમીનોનું ધોવાણ થાય છે ત્યારે ખેતર જ નહિ પરંતુ હવા પણ ધૂળથી ભરાઈ જાય છે; ઝરણાંના તળિયે કાંપ ભેગો થઈ શકે છે. વિવિધ પોષકો ઉપરાંત, જંતુનાશકો ઝરણામાં પ્રવેશે છે અને ભૂમિગત જળ પૂરવઠાઓમાં પહોંચે છે. ઘણા ખેતીકીય પ્રદેશોમાં, કૂવાના પાણીમાં નાઇટ્રેટની સાંદ્રતા એટલી ઊંચી હોય છે કે તે પીવા લાયક હોતું નથી. ઉદાહરણ તરીકે અમે નીચે યુ.એસ.એ.માંથી દૃષ્ટાંત ઉદાહરણ આપ્યું છે.

શરૂઆતના યુરોપિયન વસાહતીઓને અમેરિકામાં વણવપરાયેલી લાખો હેક્ટર ભૂમિ મળી આવી. પૂર્વ કિનારો ગીચ જંગલો ધરાવતો હોવાથી સ્વાભાવિક જ તેમણે પોતાની નજર પશ્ચિમ પર માંડી. અહીં ટોચની ફળદ્રુપ જમીનો, બિન-ખડકાળ અને વૃક્ષ-રહિત ક્ષેત્રો સરળ ખેડાણ, વાવણી અને લણણી માટે લાયક હતા જે તેઓ માટે આકર્ષણરૂપ હતા. 1889માં, આવાસ માટે ઓક્લાહોમા ક્ષેત્ર ખુલ્લું થયું.

થોડા અઠવાડિયા પછી, ત્યાં રેડ ઇન્ડિયનોની વસ્તી લગભગ શૂન્યમાંથી 60,000ની નજીક પહોંચી. 1900 સુધીમાં, વસ્તી 3,90,000 હતી. તેમ છતાં, 20 થી 35 વર્ષોના સમયગાળા પર અયોગ્ય કૃષિ પદ્ધતિઓને કારણે જમીનની ફળદ્રુપતા ઘટી છે. જમીનોને યોગ્ય રીતે ફળદ્રુપ ન કરવાથી અને પવન અને પાણીથી થતા ધોવાણે તેનો ભાગ ભજવ્યો. છેવટે જ્યારે દુકાળ પડ્યો અને બીના અંકુર ફૂટી ન શકતા મહાસંકટ ઊભુ થયું. 1934માં, ઊનાળુ પવને સંપૂર્ણ દેશની ટોચની જમીન દૂર કરી અને આમાંની કેટલીક ધૂળને તો 1500 કિમીથી વધુ પૂર્વ તરફ ઉડાડીને એટલાંટિક મહાસાગરમાં પધરાવી.

કુલ મળીને 35 લાખ હેક્ટર ખેતરો નાશ પામ્યા અને વધારાની 300 લાખ હેક્ટર ભૂમિની ઉત્પાદકતા ગંભીર રીતે ઘટી ગઈ. આજદિન સુધી ભયાનક પવનથી થતું ધોવાણ ચાલુ છે અને કેટલાક કૃષિ અર્થશાસ્ત્રીઓને ભય છે કે અન્ય "ડસ્ટ બાઉલ" સૂકી ભૂમિમાં ફેરવાઈ જવાની ક્રિયામાં છે.

Q. 2. નીચેના વાક્યો સાચા/ખોટા છે તે જણાવો.

(a) કુદરતી કારણો કરતા માનવીના હસ્તક્ષેપે જમીનનું વધુ ધોવાણ કર્યું છે; આ બાબત એ મુદ્દા પરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે નજીકના ભૂતકાળમાં કાંઈ પણ અસામાન્ય ભૂસ્તરીય ઊથલપાથલ થઈ નથી, જ્યારે આ સમયમાં માનવ પ્રવૃત્તિઓએ મોટું સ્વરૂપ ધારણ કર્યું છે.

(b) નિર્વનીકરણના દરમાં થઈ રહેલા વધારા માટે જંગલમાં નિવાસ કરતો એ માનવ સમુદાય કે જે પોતાના ગુજરાન માટે તેની પર આધાર રાખે છે તે જવાબદાર નથી, પરંતુ કોન્ટ્રાક્ટર જેવા લોકો જવાબદાર છે જે બહારની માંગ પૂરી કરવા જંગલોનું દોહન કરે છે.

(c) ભૂમિ પર સતત ખેતી કરવાથી અને સીમાંત ભૂમિ પર વાવેતરથી, ભૂમિની ફળદ્રુપતાની પુનઃ સ્થાપના માટે પારિતંત્રોની કુદરતી ક્રિયા માટે સમય રહેતો નથી.

(d) આવાસો, રસ્તા માર્ગો, રેલમાર્ગો, પુલ, બંધ વગેરેનું નિર્માણ પૃથ્વી પર વજનનો સ્થાનફેર કરે છે. આ બાબત વ્યાપક વિસ્તારો પર ભૂસ્ખલન અને ભૂસર્કણમાં પરિણમે છે.

12.4 ભૂમિ અવક્રમણની અસરો

જમીનનું ધોવાણ એ ભૂમિ અવકર્ષણની સૌથી વિનાશક ઘટનાઓ પૈકીનું એક છે. આમાં પાણી અને વનસ્પતિ પોષાકોનો તો ક્ષય થવા ઉપરાંત, સ્વયં જમીનનો પણ ક્ષય થાય છે જે પાકની ઉત્પાદકતા પર પ્રતિકૂળ અસર કરે છે. આ જમીન ઝરણા અને નદીઓના તળિયે પહોંચે છે અને આમ કાંપ ભરાવાથી તેમની જળસંગ્રહ કરવાની ક્ષમતામાં ઘટાડો કરે છે અને તેથી પૂર લાવે છે. આપણે ભૂમિ અવકર્ષણની અસરો એક પછી એક જોઈશું.

12.4.1 સપાટી પરનો જળ-પ્રવાહ અને પૂર

મોટા ભાગની જમીનનો સપાટી પરના જળ-પ્રવાહ દ્વારા ક્ષય થાય છે. સપાટી પરનો જળ-પ્રવાહ એટલે શું તે આપણે જોઈએ. જે તે વિસ્તારની વૃષ્ટિ કે વરસાદ જે ઝરણાઓ વાટે વિસ્તારમાંથી મુક્ત થાય છે અને આમ જમીનમાં પ્રવેશ કર્યા વગર જ જેનો લોપ થાય છે, તેને સપાટી પરનો જળ-પ્રવાહ કહેવાય છે. સપાટી પરનો જળ-પ્રવાહ ભૂમિમાં પાણીના નીતરવાની ક્રિયામાં ઘટાડો કરે છે કે અટકાવે છે. પ્રવાહનું આ પ્રમાણ પ્રદેશ-પ્રદેશ અને જમીન-જમીન મુજબ નોંધપાત્ર રીતે બદલાય છે. કેટલાક ભેજવાળા પ્રદેશોમાં, આવો ક્ષય વાર્ષિક વરસાદના 50-60% જેટલો ઊંચો હોય છે. અર્ધ શુષ્ક અને શુષ્ક પ્રદેશોમાં પ્રવાહનો વાર્ષિક ક્ષય ઘણો ઓછો હોય છે ત્યારે તીવ્ર વંટોળિયો દરમિયાન જમીન ક્ષયનો ઊંચો દર સામાન્ય છે. આ પ્રવાહ કાંપ-માટીના પુરાણ અને પૂરમાં પણ વધારો કરે છે.

ભારતમાં પૂરની સમસ્યાનું હાર્દ ગંગાના બેસિનમાં રહેલું છે. આ વિસ્તાર 6 કરોડ હેક્ટર જેટલી કૃષિ ભૂમિનો બનેલો છે. અને દેશના કુલ પૂર સંભવિત વિસ્તારનો 60% વિસ્તાર છે. આ બેસિન ભારતની કુલ વસ્તીના 40% વસ્તીને આધાર પૂરો પાડે છે. તે ઉપરાંત દેશના અગત્યના ઉદ્યોગો પણ અહીં છે અને ખનીજ સંસાધનો પૂરા પાડે છે. બીજી બાજુ, બ્રહ્મપુત્રા બેસિન એ હકીકતે સંવેદનશીલ છે. કારણ કે અહીં પૂર વધુ સામાન્ય છે, અને તમામ વિકાસાત્મક પ્રવૃત્તિઓને ગંભીર અસર કરે છે. એ બાબત નોંધવી રસપ્રદ છે કે ગંગા બેસિનમાં પૂરનું કારણ વધુ પડતો વરસાદ અને ટેકરીઓ પરથી બરફનું પીગળવું

માત્ર નથી, પરંતુ ગંગા નદીની જમણા કિનારાની શાખા નદીઓની સમયસર વહેવાની અશક્તિ અને વિશાળ આલ્કલાઇન વિસ્તારની સ્થળ પરના વરસાદને શોષવાની અને ઉપયોગમાં લેવાની અશક્તિ છે.

શક્ય છે કે પૂર મૂળભૂત રીતે ટૂંકા ગાળાઓ પરના અસામાન્ય ભારે વરસાદને કારણે હોય તેમ છતાં, ઘણા માનવ હસ્તક્ષેપો કે જે સપાટી અને જમીન-સ્તરની, વરસાદનું પાણી શોષવાની, ટકાવી રાખવાની અને વાપરવાની દક્ષતા પર પ્રતિકૂળ અસર કરે છે અને ઉપ-સપાટીના જળપ્રવાહ કે આંતરપ્રવાહો તરીકે તેની મુક્તિ લંબાવે છે, તે પણ મુખ્ય ફાળો આપનાર પરિબળો છે.

12.4.2 રણીકરણ

સામાન્ય રીતે રણીકરણની સમસ્યા દેશની શુષ્ક ભૂમિઓ સાથે સંકળાયેલી છે. જ્યારે પાણીની તંગી અને દુકાળ શુષ્ક રણો, અર્ધ-શુષ્ક અને સાધારણ વરસાદવાળા વિસ્તારો સહિત વિશાળ ક્ષેત્રો પર અનુભવાય છે, ઉત્પાદકતા તેમજ સ્વસ્થ પર્યાવરણ માટે, આ બંને વર્ગોની સમસ્યા ધ્યાનપૂર્વક તપાસવાની જરૂર છે.

રણીકરણની સમસ્યા એ છે કે તે ભૂમિની જૈવિક ક્ષમતાનું અવક્રમણ કરે છે કે તેમાં ઘટાડો કરે છે જે છેવટે રણ જેવી પરિસ્થિતિ તરફ દોરી જાય છે. આ પ્રક્રિયા વનસ્પતિ અને પ્રાણી ઉત્પાદનના ક્ષય સાથે નિર્વસનતંત્રોના વ્યાપક વિનાશમાં પરિણમે છે. પવનના ઘસારણ અને શુષ્ક પરિસ્થિતિઓનો ભોગ બનેલો વિસ્તાર 70.3 લાખ હેક્ટરના ઠંડા શુષ્ક વિસ્તારો સહિત લગભગ 387.3 લાખ હેક્ટર જેટલો અંદાજવામાં આવે છે. ગરમ રણો અને શુષ્ક વિસ્તારો 7 રાજ્યોમાં આવેલા છે જે આ પ્રમાણે છે - રાજસ્થાન, ગુજરાત, હરિયાણા, પંજાબ, આંધ્ર પ્રદેશ, કર્ણાટક અને મહારાષ્ટ્ર. જમીનોની ઘસારો અનુભવવાની લાક્ષણિકતા અને તે સાથે વેગીલા પવનો અને કુદરતી વનસ્પતિનું ઘટેલું આવરણ પહેલેથી જ રણીકરણ હેઠળના વિસ્તારમાં વધુ અવક્રમણ કરે છે, તેમ છતાં અહીં રણના વિસ્તરણનો ભય નથી.

તમે એકમ 7માં રણીકરણના કારણો અને અસરોનો અભ્યાસ કરી ચૂક્યા છો. હવે આપણે ઉત્પાદકતા પર ભૂમિ અવક્રમણની અસરોની ચર્ચા કરીશું.

12.4.3 પોષકોનો ક્ષય અને ભૂમિ ઉત્પાદકતા

જમીનના ઘસારણની સૌથી નોંધપાત્ર અસર તે ધોવાણ સ્વરૂપે જમીનનો ક્ષય છે. અંદાજે ભારતીય ઉપખંડમાંથી વાર્ષિક 600 કરોડ ટન જમીનનો ક્ષય થાય છે. ધોવાણ દ્વારા દરિયામાં જમીનના ક્ષયનો વાર્ષિક દર 5 મિમી છે. આ ધોવાઈ જતી સામગ્રી તેની સાથે અનેક કિંમતી પોષકતત્ત્વો લઈ જાય છે, જે કાયમ માટે ગુમાવવાના થાય છે. વનસ્પતિઓના નાઇટ્રોજન, પોટેશિયમ ફોસ્ફરસ (*NPK*) મુખ્ય પોષકોના સંદર્ભમાં આવા ક્ષયના જથ્થાનો અંદાજ પ્રતિ વર્ષ 53.7 થી 84 લાખ ટન આંકવામાં આવ્યો છે. કેટલાક પોષકોનો સપાટી પરના જળપ્રવાહ અને લીચિંગ (નીચલા સ્તરો તરફનું ધોવાણ)ને કારણે પૂર દરમિયાન ક્ષય થાય છે. જે પ્રદેશોમાં પાણી નીતરવાનો દર ઊંચો છે ત્યાં લીચિંગ માટેની ક્ષમતા પણ ઊંચી છે.

જમીનના ગુણધર્મોની પણ પોષક-લીચિંગ ક્ષય પર નિશ્ચિત અસર હોય છે. માટી કરતા રેતાળ જમીનમાં પોષકોનો ક્ષય વધુ થાય છે કારણ કે રેતાળ જમીનમાં પાણી નીતરવાનો દર ઊંચો હોય છે અને પોષક શોષવાની શક્તિ ઓછી હોય છે. આમ રેતાળ જમીનમાં, પવન ઘસારણ અને વધુ ઝડપી લીચિંગને કારણે ટોચની જમીનમાંના પોષકોનો ક્ષય થાય છે.

બહુ-સ્તરીય વન સિવાય પ્રાથમિક ઉત્પાદન વ્યવસ્થા હેઠળ કોઈ પણ ઘનિષ્ઠ ભૂમિ વ્યવસ્થાપન ભૂમિને સત્વહીન કરે છે. જૈવિક સ્ત્રોતો દ્વારા ગુમાવાયેલી ઊર્જાનું પુનઃસ્થાપન કરવા નિશ્ચિત કાળજી જરૂરી છે. વિવિધ રીતો દ્વારા જમીનનું ધોવાણ અને ભૂમિ અવક્રમણ ઘન, જળ, હવાના ગુણોત્તર તેમજ રાસાયણિક અને જૈવિક સંતુલનના સંદર્ભમાં જમીન સ્તરો અને પર્યાવરણની ભૌતિક સંયોજકતાને વધુ અસર કરે છે. આ બાબત વનસ્પતિને પોષકો અને જળની ઉપલબ્ધતા અને છેવટે ભૂમિ ઉત્પાદકતામાં ઘટાડો કરે છે.

જે તે વિસ્તારની સંભાવ્ય વસ્તીનું કે ટકાવવાની પોષણ કરવાની ક્ષમતાનો અભ્યાસ દર્શાવે છે કે ચાલી રહેલું જમીન ધોવાણ, ઉત્પાદકતાના સંદર્ભમાં 33% વિસ્તારને બિન નોંધપાત્ર કરશે; જ્યારે તેવા

ધોવાણવાળા વિસ્તારોમાં ઉત્પાદનમાં 36%નો ઘટાડો થશે. તેથી, ભારત સહિત 16 દેશોમાં સિંચાઈવાળી ભૂમિની કુલ ઉત્પાદકતામાં વધારો છતાં, આપણા દેશનું કુલ મળીને ઉત્પાદન 12%થી ઘટવાની શક્યતા છે.

ભૂમિનો ખરાબો

જ્યારે વર્ષો સુધી ભૂમિ ક્ષય થવા દેવામાં આવે (અહીં 12 ટન/હે./વર્ષ)ની સરખામણીએ વધુ પ્રમાણમાં ભૂમિ સંવર્ધનને આગળ વધવા દેવામાં આવે તો જમીનોની નીચે ઉત્પાદકતા તરફ અવનતિ થાય છે અને છેવટે શૂન્ય ઉત્પાદકતામાં પરિણમે છે. વાવેતર ક્ષમતા અને સંવર્ધનની જરૂર મુજબ ભૂમિને જ ઉત્પાદકતા વર્ગોમાં વર્ગીકૃત કરાય છે. 8 ઉત્પાદકતા વર્ગો આ મુજબ છે :

I. વાવેતર માટે યોગ્ય

II. સારું જમીન વ્યવસ્થાપન માંગી લે છે

III. સાધારણ સંરક્ષણ જરૂરી

IV. ઘનિષ્ઠ સંરક્ષણ જરૂરી

V. વાવેતર માટે અયોગ્ય

VI. ઉપયોગમાં કોઈ નિયંત્રણ નહિ

VII. ઉપયોગમાં સાધારણ નિયંત્રણ, અને

VIII. ઉપયોગમાં તીવ્ર નિયંત્રણ

વર્ગ I વાવેતર માટે યોગ્ય સપાટ કે લગભગ સપાટ ભૂમિ છે પરંતુ જૂજ સંવર્ધન પદ્ધતિઓ જરૂરી છે. II, III અને IV ભૂમિઓ માટે કૃત્રિમ ખાતરોનો ઉપયોગ જરૂરી થશે, પરંતુ સંરક્ષણાત્મક વ્યવસ્થાપનના વિશેષ પગલા ઉમેરવા જ પડશે. વર્ગ V, VI, VII ઉપયોગ પર વિવિધ અંશે નિયંત્રણોવાળી ચરાણ કે વન ભૂમિઓ છે. કોઠો 12.2 જમીન ધોવાણના દર અને ભૂમિ ઉત્પાદકતામાં લાંબા ગાળાના ઘટાડા વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવે છે.

કોઠો 12.2 : જમીન-ધોવાણનો દર અને ભૂમિ ઉત્પાદકતામાં લાંબા ગાળાના ઘટાડા વચ્ચેનો સંબંધ જમીન ક્ષયનો દર અંદાજી અપેક્ષિત લાંબા ગાળાની ઉત્પાદકતાનો ક્ષય

(ટન/હે./વર્ષ)	
12 થી ઓછો	ભૂમિ ઉત્પાદકતામાં કોઈ પરિવર્તન નહિ.
12-15	અત્યંત ઉત્પાદક ભૂમિનો 50% ભાગ ગુણવત્તામાં ઘટી ઉત્પાદક ભૂમિ બને છે, બાકીના ભાગમાં પરિવર્તન થતું નથી.
50-100	તમામ ઉત્પાદક ભૂમિના 100%ની ગુણવત્તામાં એક ઉત્પાદક વર્ગથી ઘટાડો થાય છે.
101-200	તમામ ઉત્પાદક ભૂમિના 50% વિસ્તાર ગુણવત્તામાં ઘટીને અયોગ્ય (બિન-ઉત્પાદક ભૂમિ) બને છે; બાકી ભૂમિની ગુણવત્તા એક ઉત્પાદક વર્ગથી ઘટે છે.
201 થી વધુ	ઉત્પાદક ભૂમિના તમામ ક્ષેત્રો અયોગ્ય બને છે (બિન-ઉત્પાદક ભૂમિ)

12.4.4 જમીન-ધોવાણની કિંમત

જમીન ધોવાણ એ આર્થિક રીતે વિશ્વમાં સૌથી વધુ વિનાશક ઘટના છે. ધોવાણ થયેલ ભૂમિની ઉત્પાદકતા જ નાશ નથી પામતી, પરંતુ આ જમીન ઉત્પાદક ભૂમિ પર પહોંચતા તે પણ ઉત્પાદકતા ગુમાવી દે છે. આનું મુખ્ય ઉદાહરણ રણોનું વિસ્તરણ છે. નીચેના કોઠા નંબર 12.3માં કૃષિ ભૂમિની ઉત્પાદકતામાં થતો વાર્ષિક ક્ષય આપેલો છે.

કોઠો 12.3 : ભૂમિ ઉત્પાદકતાનો વાર્ષિક ક્ષય (ભારત)

સ્રોત	ક્ષય હે./વર્ષ
(1) કૃષિ ભૂમિનો ક્ષય	
(a) ઉત્પાદક ભૂમિમાં હરી ધોવાણ અને કોતર ખીણોના અતિક્રમણ દ્વારા	8,000
(b) ખેતીલાયક ભૂમિના ઉત્પાદન માટે અયોગ્ય થવું.	22,50,000
(c) વસાહતો, નગરો, શહેરો વગેરે પ્રતિ પથાંતર	15,00,000
(d) ખાદ્ય નાશ (1953-1988)નું સરેરાશ	38,20,000
(e) 1989ની જેમ ખાણ પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા ક્ષય	500
કુલ	75,78,500
★ વર્ષ 2000 સુધીમાં વધીને 1440 હે/વર્ષ થઈ શકે છે.	
(2) વન ભૂમિનો ક્ષય	
(a) તમામ હેતુઓ માટે નિર્વનીકરણ	1,47,000
(b) સ્થળ બદલતી, કૃષિ હેઠળ વૃક્ષોનું છેદન અને દહન	1,00,000
(c) અત્યાર સુધી બંધ અને જળાશયોમાં અધોગમન	12,500
સરવાળો	2,59,500
કુલ સરવાળો	78,38,000

આમ, ઉત્પાદક વપરાશના સંદર્ભમાં અંદાજે 78.4 લાખ હેક્ટર ભૂમિને પ્રતિકૂળ અસર થાય છે. કેટલાકમાં ક્ષય અનુત્ક્રમણીય છે. જ્યારે ન્યમાં તે ધીમો છે અને તેનું પુનઃ સ્થાપન થઈ શકે છે. તેમ છતાં, આપણા તેને કેટલાક દાખલાઓ દ્વારા રજૂ કરવા પ્રયત્ન કરીશું.

કોતર ખીણો અને કોતરોના વિકાસને કારણે જળ-ગ્રહણ ક્ષેત્રોમાં ઉત્પાદક ભૂમિનો નાશ થાય છે. આમાંથી ઓછામાં ઓછી 50% ઉત્પાદક પાક ભૂમિ છે, પ્રત્યેક હેક્ટરનું મૂલ્ય રૂ. 10,000 - 20,000 વચ્ચે છે. જો આપણે 8,000 હેક્ટરના વાર્ષિક ક્ષય માટે સરેરાશ રૂ. 15,000 લઈએ તો કુલ 4000 x 15000 = 60 x 10^6 કે રૂ. 6 કરોડ/વર્ષનું નુકસાન થશે. કોલસાના ખાણકામથી તે 500 x 10^4 કે રૂ. 50 લાખ/વર્ષ છે.

સૌથી ગંભીર હાનિ પૂર દ્વારા થાય છે. જે 1953 અને 1988 વચ્ચેના ગાળા દરમિયાન પાક ભૂમિ, માનવ જીવ અને પશુધન અને ઉત્પાદકતાઓ વગેરે જેવા તમામ ક્ષય માટે રૂ. 886 કરોડ છે. 38.2 લાખ હેક્ટર/વર્ષની સરેરાશ પાક ભૂમિની હાનિ રૂ. 10,000 લાખ હેક્ટરના દરે જોતાં, રૂ. 382 કરોડનું આર્થિક નુકસાન થાય છે.

વિવિધ જળાશયોમાં કાંપ-માટીનું પુરાણ તે જમીન ધોવાણના સૌથી વિનાશક પરિણામો પૈકીનું એક છે. 534.4 કરોડ ટન ઘર્ષિત પદાર્થના અંદાજે 48 કરોડ ટન ભારતના વિવિધ જળાશયોમાં જમા થાય છે અને તેમની સિંચાઈ અને જળ-વિદ્યુત ઉત્પાદન ક્ષમતામાં નોંધપાત્ર ઘટાડો કરે છે. જળાશયોમાં નિક્ષેપ ક્રિયાના સંદર્ભમાં, ઘસારણનું વાર્ષિક મુલ્ય ઓછામાં ઓછા રૂ. 10,000 x 1000 લાખ હેક્ટર - મીટર કે રૂ. 10,00,000 (રૂ. દસ લાખ/વર્ષ) અંદાજવામાં આવ્યું છે.

ધોવાણ થયેલ જમીન NPK જેવા મુખ્ય વનસ્પતિ પોષકો દૂર કરે છે જે 5.3% થી 84 લાખ ટન વચ્ચે અંદાજવામાં આવી છે. અંદાજોમાં ત્યારે તફાવત વર્તાતો હોવા છતાં, આ ક્ષય સમગ્ર દેશમાં ઉપયોગમાં

લેવાના ખાતરોના પ્રમાણની લગભગ બરાબર છે. દર વર્ષે 0.03 કિગ્રા/હેક્ટર પોષકોનો ક્ષય થાય છે.

ધોવાણ દરમિયાન અન્ય અનેક વસ્તુઓનો ક્ષય થતો હોય છે અને તેમનું આર્થિક મૂલ્ય આંકવું મુશ્કેલ છે. તે આ પ્રમાણે છે :

(i) પશુચારો અને તેના ઉત્પાદનનો ક્ષય, ઇમારતી લાકડાના ઉત્પાદનમાં ઘટાડો.

(ii) વનસ્પતિ અને પ્રાણીસૃષ્ટિનો ક્ષય અને જૈવ-વૈવિધ્યમા ઘટાડો.

(iii) ઝરણા અને નાળાના સુકાઈ જવાથી જળસ્ત્રોત કેન્દ્રોનો ક્ષય થવો અને કૂવાઓમાં જલસ્તર નીચું જવું.

(iv) જ્યારે પવન ધોવાણ કે જળ ધોવાણને કારણે ભૂમિનો ક્ષય થાય છે, ત્યારે ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક અવક્રમણ ઉપરાંત, રોજગારની તકોનો ક્ષય થાય છે. આ બાબત શહેરો અને નગરો તરફ સ્થળાંતર તરફ દોરી જાય છે, જે બિનઆયોજિત શહેરીકરણ સંબંધી સમસ્યાઓ કરે છે.

આમ, જમીન ધોવાણના મૂલ્યમાં માનવી માટે મહત્ત્વના અનેક પ્રકારના ઘટકોનો સમાવેશ થાય છે.

બોધપ્રશ્ન - 3

(I) યોગ્ય શબ્દોનો ઉપયોગ કરી ખાલી જગ્યા પૂરો :

(a) વિવિધ માનવ પ્રવૃત્તિઓમાં, ઉત્પાદક વપરાશના સંદર્ભમાં કુલ 78.4 લાખ હેક્ટર ભૂમિ ને પ્રતિકૂળ અસર થવાનો અંદાજ છે. સૌથી તીવ્ર હાનિ .... દ્વારા થઇ હતી જેમાં 38.2 લાખ હેક્ટર જેટલી સારી ભૂમિ બિનઉત્પાદક બની હતી.

(b) .... નું પુરાણ એ જમીન ધોવાણના સૌથી વિનાશક પરિણામા પૈકીનુ એક છે, જેનું મૂલ્ય લગભગ રૂ. 10 લાખ/વર્ષ થાય.

(c) જો ધોવાણમાં ભૂમિ ક્ષયનો દર 100-200 ટન/હે./ વર્ષ હોય તો આશા રાખી શકાય કે કુલ વિસ્તારના .... % બિનઉત્પાદક બનશે.

(d) મારી કરતા રેતાળ જમીનમાં પોષક ક્ષય વધુ થાય છે કારણ કે .... નો દર ઊંચા છે. જ્યારે રેતાળ જમીનમાં પોષકોની શક્તિનો ક્ષય થાય છે.

(II) ભૂમિને તેમની વાવેતર ક્ષમતા અને સંવર્ધનની જરૂર મુજબ 8 ઉત્પાદક વર્ગોમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે. આ 8 ઉત્પાદક વર્ગો કયા છે ? નીચે આપેલી જગ્યામાં જણાવો.

....

....

....

....

....

12.5 કારવાઈ કે ઉપચારના પગલાં

અગાઉના વિભાગોમાં તમે ભૂમિ અવક્રમણના કારણો અને અસરોનો અભ્યાસ કર્યો હતો. હવે આપણે એ પ્રતિ ઉપચારોનો અભ્યાસ કરીશું કે જેનો અમલ ભૂમિ અવક્રમણ અટકાવે છે.

જમીન ધોવાણમાં ઘટાડો કરે તેવા પગલાં છેલ્લી 10 સદીઓથી જાણમાં છે. ખેતીલાયક ભૂમિઓ પર સૌથી અગત્યના પ્રાચીન સોપાનીય ખેતી પગલાઓ પૈકીનું એક તે પગથિયા સોપાન બનાવવા હતું, જે પ્રાચીન માનવના નોંધપાત્ર રીતે પ્રભાવશાળી પ્રયત્નોનું સૂચક છે. આ પ્રાચીન પદ્ધતિમાં ઘણો સુધારો થયો છે અને તેમાં અનેક ફેરફાર થયા છે. આજે, જમીન ભેજ સંવર્ધનની તકનિકો પ્રત્યે સંગઠિત દષ્ટિકોણનો અમલ થાય છે.

પ્રથમ ભૂમિના ટુકડાની ક્ષમતા નક્કી કરવામાં આવે છે. એટલે કે, તેનો ઢાળ, જમીનનો પ્રકાર, અપવાહ, વૃષ્ટિ, પવનોની અસર અને અન્ય પારિસ્થિતિકી બાબતો ધ્યાનમાં લેતાં, જે તે ટુકડા માટે ભૂમિ ઉપયોગ

અને આર્થિક ઉત્પાદન નક્કી કરવામાં આવે છે. એક વાર ભૂમિના ટુકડાની ક્ષમતા નક્કી થાય પછી જમીન ધોવાણ નિયંત્રણ માટેના નિશ્ચિત પગલાં મહત્ત્વના બને છે. ભૂમિની ક્ષમતાના આધારે તેને 8 વર્ગોમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે. જેના વિશે તમે વિભાગ 12.4.3 માં અભ્યાસ કર્યો છે.

વર્ગ I ભૂમિ માટે, પ્રતિ ઉપચારોની જરૂર નથી. વાવેતર હેઠળ કુદરતી પોષક ખનીજોમાં ઘટાડો શરૂ થતા, જૈવિક અને અજૈવિક ખાતરોનો ઉમેરો જરૂરી બને છે. વર્ગ II, III અને IVની ભૂમિઓ પર જમીન ધોવાણ નિયંત્રણ માટે અટકાવે તેવા પ્રતિ ઉપચારો જરૂરી છે. આ જમીનો સંયુક્ત રીતે અવક્રમિત ખરાબો પણ કૃષિ યોગ્ય ભૂમિઓ કહેવાય છે. પ્રતિ ઉપચારો (પગલાં) બે પ્રકારના છે. (1) પ્રતિબંધક અટકાવવા પ્રતિ ઉપચારો, અને

(2) અવક્રમિત ભૂમિનું પુનર્વસન.

હવે આપણે તેમના વિશે અભ્યાસ કરીએ.

12.5.1 પ્રતિબંધક/અટકાવવા માટે ઉપચારો

Fig. 12.3 : Contour farming.

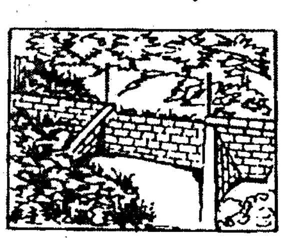


Fig. 12.4 : Concrete dam built to protect field from erosion

પવન ધોવાણ અટકાવવા, પવનનું બળ તોડવા માટે વૃક્ષો રોપવામાં આવે છે. વૃક્ષો ફક્ત સૂર્યથી જમીનને ઢાંકતા જ નથી, તે જમીન કણોને જકડી રાખવામાં પણ મદદ કરે છે. પવનની દિશાના કાટખૂણે વાવેતર કરવાથી પવન ધોવાણ ઘટે છે.

તીવ્ર ઢોળાવો પર પગથિયા દ્વારા કે કંટૂર-કૃષિ દ્વારા વધુ સરળ ઢોળાવો પર જળ ધોવાણ અટકાવી શકાય છે. કંટૂર-સમોચ્ચ કૃષિમાં સમાન ઊંચાઈ પર ક્ષિતિજ-સમાંતર રેખાઓ પર ખેડાણ કરવામાં આવે છે. (આકૃતિ 12.3) જળ-ધોવાણમાં ઘટાડા માટેની અન્ય તકનિક પટ્ટી-કૃષિ છે જેમાં ઘનિષ્ઠ રીતે ઊગતા પાકને આંતરે એવો પાક લેવામાં આવે છે. જે મોટા પ્રમાણમાં ભૂમિ ખુલ્લી રાખે છે. ખુલ્લા વિસ્તારોમાંથી ધોવાતી જમીન પાસે-પાસે ઊગતી વનસ્પતી દ્વારા પકડી રાખવામાં આવે છે. ઉષ્ણ કટિબંધમાં ભૂમિ પર વૃક્ષોનું છત્ર વરસાદના ટીપાંઓનું બળ તોડી નાખે છે અને આમ તેમની ઘસારાત્મક શક્તિમાં ઘટાડો કરે છે. આ છત્ર સીધા સૂર્યપ્રકાશને પણ અવરોધે છે. સૂર્યપ્રકાશ કેટલાક પાકને હાનિ કરવા ઉપરાંત, ઇચ્છિત દર કરતા વધુ ઝડપે જમીનમાં જૈવિક પદાર્થોને તોડી પાડે છે./ વિઘટન કરે છે.

12.5.2 અવક્રમિત ખરાબા ભૂમિનું પુનર્વસન/પુર્નનિર્માણ

આગળના વિભાગમાં વર્ણવેલા પગલા અટકાવતો કહી શકાય. પુનર્વસનનો પુનઃ નિર્માણના પગલાં પણ છે. જેમાં જે ખેતરો ઘસારણનાં ભોગ થઈ પડ્યા હોય છે તેમના પુનર્વસનની શક્યતાઓ પૂરી પાડવામાં આવે છે. V, VI, VII અને VIII વર્ગો માટે, જેમનો મુખ્ય ગુણધર્મ એ છે કે આ જમીનો કૃષિ સિવાયના હેતુઓ માટે ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે. જમીન ધોવાણના નિયંત્રણ માટે પુનર્વસનાત્મક પદ્ધતિઓ જરૂરી છે. આ પદ્ધતિમાં અવકર્ષિક જમીનોના સુધારા માટેનો પ્રયત્ન છે. મુખ્ય સિદ્ધાંત સતત જમીન આવરણ મેળવવા સાથે લાકડા અને અન્ય પેદાશનું મહત્તમ ઉત્પાદન છે. યાંત્રિક ઉપકરણોનો ઉપયોગ કરી ભૂતપૂર્વ કોતરો પર નાના આડ-બંધનું નિર્માણ કરી જમીનોનું ક્રમણ આવું એક ઉદાહરણ છે. (આકૃતિ 12.4)

ધોવાણ નિયંત્રણનું અન્ય પુનર્વસનીય પગલું ઝરણાના કિનારાના ધોવાણનું લઘુતમીકરણને ધ્યેય બનાવે છે. આમ રેવેટમેન્ટ એટલે નક્કર કૅક્રીટની દિવાલ બાંધીને ધોવાણ અટકાવવું જાળવી રાખે. તેવી દિવાલ અને જેટી જે કિનારાનું નીચેથી ઘસારણ ધીમુ પાડે છે અને ખૂણાઓ પર રેતી અને કિનારાને પકડી રાખે છે. આ રેવેટમેન્ટમાં જમીનને બાંધે તેવી વાઇટેક્ષ નગોડ, લેન્ટી ઇન્દ્રધનુ આવી પાકમિયા કે અન્ય વનસ્પતિ સ્થાપિત થઈ શકે છે. ખડક પદાર્થ દૂર કરતા જળાશયો પણ પ્રવાહની ઘસારાત્મક શક્તિમાં ઘટાડો કરે છે. જળ ગ્રહણ કે પૂર નિયંત્રણ સંગ્રહ પણ ઝડપી પ્રવાહોમાં ઘટાડો કરે છે. આ પગલાં ખર્ચાળ છે અને જમીન ક્ષમતા ખૂબ ધીમે પુનઃ પ્રાપ્ત કરી શકે છે.

ઘર્ષિત પશુ-આવાસ ભૂમિઓ અને તૃણ ભૂમિઓ માટે, ચારા તરીકે ઉપયોગી વનસ્પતિનું અનુકૂલન થવું જોઈએ. ચરાણ પ્રવૃત્તિ ત્યાં સુધી જ ચલાવી શકાય જ્યાં સુધી ચારા તરીકે ઉપયોગી વનસ્પતિ એટલી ગમે ત્યારે આવી પડતા દુકાળના સમયમાં ટકી જવા જેટલી શક્તિશાળી કે પ્રબળ હોય.

બોધપ્રશ્ન - 4

યોગ્ય શબ્દો વડે ખાલી જગ્યા પૂરો :

(a) પવન ધોવાણ અટકાવવા .... વાવવામાં આવે છે. જેથી પવનનું બળ તોડી શકાય.

(b) .... સૂર્યથી જમીનને ઢાંકતા જ નથી તેઓ જમીન કણોને જકડી પણ રાખે છે.

(c) તીવ્ર ઢોળાવો પર .... દ્વારા કે .... કૃષિ દ્વારા ઢળતી ભૂમિ પર જળ ધોવાણ અટકાવી શકાય છે. .... કૃષિમાં સમાન ઊંચાઈની ક્ષિતિજ સમાંતર રેખાઓ પર ખેડાણ કરવામાં આવે છે.

(d) ખુલ્લા વિસ્તારોમાંથી ધોવાતી જમીનને .... કૃષિ દ્વારા અટકાવી શકાય.

(e) સૂર્યપ્રકાશ કેટલાક પાકને હાનિ કરવા ઉપરાંત, ઇચ્છિત દર કરતા વધુ ઝડપે જમીનમાં જૈવિક પદાર્થોને .... છે.

12.6 સારાંશ

આ એકમમાં તમે જાણ્યું કે :

- ભૂમિ અવક્રમણ કુદરતી પ્રક્રિયાઓ તેમજ માનવ પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા થાય છે.
- જમીન ધોવાણ એ પાણી અને પવન દ્વારા થતી ભૂમિ અવક્રમણની એક ઘટના છે.
- મુખ્ય માનવ પ્રવૃત્તિઓ જે ભૂમિ ધોવાણના દરમાં વધારો કરે છે. તેમાં નિર્વનીકરણ, ઘનિષ્ઠ કૃષિ, ખાણકામ અને અન્ય વિકાસાત્મક પ્રવૃત્તિઓનો સમાવેશ થાય છે.
- દૂન Doon ખીણમાં ઉત્ખનને નદીઓમાં કાંપનું પુરાણ અને ભૂભાગમાં અસ્થિરતા ઊભી કરી છે, જેથી સિંચાઈ માટે પાણી પૂરવઠામાં ઘટાડો થયો છે અને ચરાણ ભૂમિનો લોપ થયો છે.
- સપાટી પરનો જળપ્રવાહ અને પૂર, રણીકરણ, પોષકો અને જમીન ઉત્પાદકતાનો ક્ષય ભૂમિ અવક્રમણના પરિણામો છે.
- જમીન ધોવાણ આર્થિક રીતે સૌથી વિનાશક ઘટના છે. ઘર્ષિત ભૂમિની ઉત્પાદકતા જે નાશ નથી પામતી, પરંતુ ઘર્ષિત જમીન ઉત્પાદક ભૂમિ પર પહોંચી તેનો પણ નાશ કરે છે.
- રક્ષાત્મક પગલાંના અમલ દ્વારા જમીનનું અવક્રમણ અટકાવી શકાય છે. યોગ્ય પુનર્વસનીય તકનિકોને અનુસરી અવકર્ષિત જમીનનું પુનઃસ્થાપન થઈ શકે છે.

12.7 અંતિમ કસોટી

(1) નીચેની બાબતો પર ટૂંકમાં લખો :

(a) ચાદર ધોવાણ

....

....

....

(b) ચીરા ધોવાણ

....

....

....

(c) હરી gully ધોવાણ

....

....

....

(d) કિનારા પરનું ધોવાણ

....

....

....

(2) નિર્વનીકરણની અસરોનું ટૂંકમાં વર્ણન કરો.

....

....

....

....

....

(3) ભૂમિ અવક્રમણની અસરો કઈ છે ?

....

....

....

....

....

(4) જમીન સંવર્ધન માટે બે રક્ષાત્મક પ્રતિ-ઉપચાર પગલાંનું ટૂંકમાં વર્ણન કરો.

....

....

....

....

....

12.8 સ્વ મૂલ્યાંકન કસોટી

(1) (a) જમીન ધોવાણ

(b) ચાદર, ચીરા, કોતર

(c) મોજું

(d) પવન

(2) (a) T (b) T (c) T (d) T

(3) I. (a) પૂર (b) જળાશયો (c) 50 (d) નીતરવું, શોષવું.

II.	વર્ગ I	કૃષિ માટે યોગ્ય
	વર્ગ II	સાફ જમીન વ્યવસ્થાપન જરૂરી
	વર્ગ III	સાધારણ સંરક્ષણ પદ્ધતિ
	વર્ગ IV	ઘનિષ્ઠ સંરક્ષણ પદ્ધતિ
	વર્ગ V	કૃષિ માટે અયોગ્ય

વર્ગ VI ઉપયોગમાં કોઈ બંધન નહિ

વર્ગ VII ઉપયોગમાં સાધારણ બંધન

વર્ગ VIII ઉપયોગમાં તીવ્ર બંધન

(4) (a) વૃક્ષો

(b) વૃક્ષો

(c) પગથિયા બનાવવા

(d) પાસે-પાસે ઊગવું

(e) તૂટી પડવું

અંતિમ કસોટી

(1) (a) વિભાગ 12.2.1 જુઓ.

(b) "

(c) "

(d) "

(2) વિભાગ 12.3.2 જુઓ.

(3) વિભાગ 12.4 જુઓ.

(4) વિભાગ 12.5.2 જુઓ.

એકમ - 13 જોખમી રાસાયણિક અવશિષ્ટો

એકમની રૂપરેખા

13.1 પ્રસ્તાવના

13.1.1 ઉદ્દેશ્યો

13.2 જોખમી અવશિષ્ટ પદાર્થોનું લક્ષણ ચિત્રણ

13.2.1 ઝેરી વિરુદ્ધ જોખમી અવશિષ્ટ

13.2.2 જોખમી અવશિષ્ટની પરિભાષા

13.2.3 અવશિષ્ટ પદાર્થોનું વર્ગીકરણ

13.3 અવશિષ્ટોના વ્યવસ્થાપનની સંકલ્પના

13.3.1 અવશિષ્ટ પદાર્થોની ન્યૂનતમ માત્રા

13.3.2 ઔદ્યોગિક અવશિષ્ટનું પુનઃચક્રણ

13.3.3 જોખમી અવશિષ્ટના ઉપચારો

13.4 જોખમી અવશિષ્ટનો નિકાલ

13.4.1 ભૂમિપૂરક (સ્થળપૂરક) નિકાલ - ખાડા પૂરીને

13.4.2 અગ્નિદાહ (દાહન) - બાળીને-સળગાવીને

13.4.3 સમુદ્રલાદન દરિયામાં ફેંકવું

13.4.4 ભૂગર્ભીય નિકાલ જમીનમાં દાટી દેવું

13.5 ભારતમાં જોખમી અવશિષ્ટ - વ્યવસ્થાપન

13.5.1 અવશિષ્ટ સર્જન - સ્રોતો

13.5.2 નિકાલની રૂઢ પદ્ધતિઓ

13.6 અયોગ્ય અવશિષ્ટ નિકાલની અસરો

13.7 સારાંશ

13.8 અંતિમ કસોટી

13.9 જવાબો

13.1 પ્રસ્તાવના

તમે જાણો છો કે સજીવોને ખોરાકની આવશ્યકતા હોય છે. તેઓ તેમના વિકાસ અને વૃદ્ધિ માટે ખોરાકનો ઉપયોગ કરે છે અને શક્તિ પેદા કરે છે. આ પ્રક્રિયામાં તેઓ અવશિષ્ટ પણ પેદા કરે છે.

ઉદ્યોગો પણ કાચામાલનો ઉપયોગ કરી, ઉપયોગી પેદાશોના ઉત્પાદન માટે પ્રક્રિયાના પ્રયોગના અંતે અવશિષ્ટ પેદા કરે છે જે કેટલીક વાર તો ઉપયોગમાં લીધેલા કાચામાલના 50 ટકાથી પણ વધારે હોય છે. ઉદ્યોગોનાં કદ વધવાની સાથે જટિલતા પણ વધતી જાય છે અને આ એક અનિવાર્યતા પણ છે. આપણે એકમ-6માં શીખી ગયા છીએ કે પ્રાકૃતિક નિવસનતંત્ર તો ખોરાકની જરૂરિયાતોની સાથે-સાથે અવશિષ્ટ પદાર્થોના નિકાલની સ્વયં વ્યવસ્થા કરી લે છે, પરંતુ ઉદ્યોગોના કિસ્સામાં અવશિષ્ટ-કચરાના નિકાલની યોગ્ય વ્યવસ્થા ન કરાય તો તે જમા થતો જાય છે. આ પૈકી કેટલાક અવશિષ્ટ પદાર્થો જોખમકારક હોય છે અને તેના નિકાલમાં વિશેષ સાવધાની માગી લે છે.

જોકે કુલ ઔદ્યોગિક કચરાનો 15 ટકા ભાગ એવા ખતરનાક રાસાયણિક પદાર્થોનો હોય છે જેની બેહદ ભયાનકતાને કારણે તેને સાવધાનીથી અને ઉચિત પદ્ધતિથી નિકાલ કરવો જરૂરી છે. જો આ કચરાનો વિવેકપૂર્ણ નિકાલ કરવામાં ન આવે તો, કુદરતી સંસાધનો ગંભીર રીતે સંદૂષિત થઈ શકે છે, જેનાથી પર્યાવરણ, વિશેષતઃ માનવીય સ્વાસ્થ્ય માટે ગંભીર ભય પેદા થઈ શકે છે. આ એકમમાં તમે જોખમકારક કચરાની પરિભાષા અને ઝેરી રસાયણોથી તેના ભેદને સમજી શકશો.

જોખમકારક અવશિષ્ટ (કચરો)ની વૈજ્ઞાનિક સર્વમાન્ય, વ્યાપક પરિભાષા તથા તેને વર્ગીકૃત કરનારી પદ્ધતિઓ વિશે હજી સુધી એકમત થયો નથી, કારણ કે અવશિષ્ટોની વિનાશકતાને પારખવા માટે નક્કી કરેલા માપદંડોને નિર્ધારિત કરી શકાતા નથી. મતભેદનું એક મુખ્ય કારણ એ પણ છે કે અવશિષ્ટની પરિભાષાના યોગ્ય માપદંડો ઓળખવા મુશ્કેલ છે. આ એકમમાં તમે જોખમી અવશિષ્ટની પરિભાષા કઈ રીતે કરવી અને ઝેરી રસાયણોથી તેના ભેદ (તફાવત)ને સમજી શકશો.

અવશિષ્ટ ઘણું કરીને એક જટિલ મિશ્રણ હોય છે અને તેના સંઘટનનું વિશ્લેષણ મુશ્કેલ તથા મોટાભાગે ખર્ચાળ હોય છે. ભલે વિશ્લેષણ માટે પર્યાપ્ત માહિતી ઉપલબ્ધ હોય, છતાં પણ અવશિષ્ટના કોઈ વિશેષ સંઘટકનું મહત્ત્વ યોગ્ય પદ્ધતિથી આંકવામાં આવતું નથી. આ એકમમાં તમે જોખમી અવશિષ્ટ-વ્યવસ્થાપનની સંકલ્પના (વિભાવના) શીખશો, જેમાં નિકાલ પહેલાં અવશિષ્ટ અંગેના કયા ઉપચારો કરી શકાય અને અવશિષ્ટ અંગેના કયા ઉપચારો કરી શકાય અને અવશિષ્ટની અયોગ્ય પદ્ધતિઓથી થતા નિકાલની દૂરગામી અસરો કઈ હોય છે. ભારતમાં અવશિષ્ટ - વ્યવસ્થાપનનો વિશેષ ઉલ્લેખ કરવામાં આવ્યો છે.

ઉદ્દેશ્ય :

- આ એકમનો અભ્યાસ કર્યા પછીથી તમે :
- અવશિષ્ટ પદાર્થોમાં રહેલા જોખમકારક રસાયણોની પરિભાષા અને વર્ગીકરણ કરી શકીશું તથા ઝેરી રસાયણોથી તે કઈ રીતે જુદા પડે છે. તે સ્પષ્ટ કરી શકીશું.
- જોખમકારક અવશિષ્ટ-વ્યવસ્થાપન માટે જરૂરી પૂર્વજરૂરિયાતો સમજાવી શકશો.
- જોખમકારક અવશિષ્ટના નિકાલની વિવિધ પદ્ધતિઓની તુલના અને તફાવત સમજાવી શકશો.
- આપણા દેશમાં આજે જોમખકારક અવશિષ્ટના નિકાલની કઈ વ્યવસ્થા છે તેનું વર્ણન કરી શકાશે.
- અવશિષ્ટમાં જોવા મળતા જોખમકારક રસાયણોના અયોગ્ય વ્યવસ્થાપનનાં પરિણામોની સમાલોચના કરી શકશો.

13.2 જોખમી અવશિષ્ટ-પદાર્થોનું લક્ષણચિત્રણ

'જોખમી અવશિષ્ટ'ના અંતર્ગત કોઈ ઉદ્યોગ, કારખાનું કે રાસાયણિક પ્લાન્ટની બધી આડ-પેદાશોનો સમાવેશ થાય છે. આવા પદાર્થો કોઈ ઘરેલુ પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા અથવા કોઈ હૉસ્પિટલ કે અનુસંધાન પ્રયોગશાળામાં પણ પેદા થઈ શકે છે. પરમાણુ અથવા રાસાયણિક હથિયારોનો ઉપયોગ કરાતાં યુદ્ધોથી પણ મોટા પ્રમાણમાં નુકસાનકારક અવશિષ્ટ પદાર્થો પેદા થાય છે. આ પૈકી કોઈ પણ સ્રોત દ્વારા પેદા થતા કોઈ રાસાયણિક પદાર્થ જે માનવ સ્વાસ્થ્ય માટે જોખમ પેદા કરવાની ક્ષમતા રાખતા હોય, પર્યાવરણને પ્રદૂષિત કરતા હોય અથવા અયોગ્ય કે અનુચિત પદ્ધતિથી નિકાલ કરવાથી તેનાથી જીવન માટે કોઈ અદશ્ય સંકટ (આપત્તિ) હોય - 'જોખમી' કહેવાય છે.

અવશિષ્ટના કોઈ પણ ઘટકમાં જો નીચેના પૈકી કોઈ પણ એક લક્ષણની ઉપસ્થિતિ હોય તો 'જોખમી' માનવામાં આવે છે :

- જ્વલનશીલતા - અર્થાત્ જલદીથી આગ પકડે તો
- (ખવાઈ જવું) ક્ષારણ-ક્ષમતા - અર્થાત્ અન્ય પદાર્થોને જીર્ણ કરે તો
- પ્રતિક્રિયાશીલતા - અર્થાત્ પાણી સાથે તીવ્ર પ્રતિક્રિયા કરે અથવા અન્ય રસાયણો દ્વારા પ્રતિક્રિયા થવાથી વિસ્ફોટ થઈ જાય તો

- રેડિયોએક્ટિવીટી - અર્થાત્ આયનીકૃત વિકિરણો છોડે તો, અને
- વિષાણુતા - અર્થાત્ ઉપાયચયી અવ્યવસ્થા, વિષાક્તતા, બીમારી, ઉત્પરિવર્તન (શરીરમાં આકસ્મિક પરિવર્તનકારી લક્ષણ) કેન્સર અથવા ખોડ ખાંપણ(કુરચના, અપરૂપતાઓ) પેદા કરી શકે તો.

13.2.1 ઝેરી વિરુદ્ધ જોખમી અવશિષ્ટ

સામાન્ય રીતે 'ઝેરી' (toxic) અને 'જોખમી' (hazardus) - આ બંને શબ્દો પરસ્પર પરિવર્તનીય ઉપયોગમાં પર્યાય તરીકે વપરાય છે, પરંતુ આ સાચું નથી. ઝેરી હોવું પદાર્થનો આંતરિક ગુણ છે, જ્યારે 'જોખમી' થવામાં તેની બાહ્ય વિશેષતાઓ પણ સામેલ છે. કોઈ પણ ઉપભોક્તા, પ્રાણી, વનસ્પતિ અથવા માનવીય ઉપાયચીય પ્રક્રિયામાં દાખલ થઈને નુકસાન પહોંચાડવાની ઘટકની ક્ષમતાને 'ઝેરી' (વિષાણુ) કહે છે. શરીરમાં ઝેરી પદાર્થો પહોંચવાથી રોગજનક (Pathogenic) ઉત્પરિવર્તજનક (mutagenic) વિરુપજનક (teratogenic) અથવા કેન્સરજનક (carcinogenic) પરિવર્તન થઈ શકે છે. આવા પરિવર્તન ઘટકોને ઝેરી અવશિષ્ટ કહેવામાં આવે છે. જ્યારે જોખમીનો અર્થ કોઈ પદાર્થના વિભિન્ન લક્ષણોની જીવો અથવા મિલકતને સંકટમાં નાંખવાની અથવા નુકસાન પહોંચાડવાની અદશ્ય ક્ષમતા થાય છે. આ લક્ષણો છે : વિષાણુતા, ક્ષારણ-ક્ષમતા, પ્રતિક્રિયાશીલતા, વિસ્ફોટક થવું અથવા રેડિયોધર્મિતા. આમ, 'જોખમી' (જોખમકારક) વ્યાપક શબ્દ છે જેમાં વિષાણુતા પણ સામેલ છે.

તમે સમજી શકો છો કે કેટલાંક જોખમી અવશિષ્ટ ઘટકોમાં એકથી વધારે હાનિકારક લક્ષણો હોઈ શકે છે. જેમ કે બેન્ઝિન ઝેરી પણ છે અને જ્વલનશીલ પણ. તીવ્ર અમ્લ અને ક્ષારોના મિશ્ર પદાર્થોનું ક્ષારણ તો કરે જ છે, બેધ્યાનપણે થતો અનુચિત ઉપયોગથી વિસ્ફોટ પણ થઈ શકે છે. પરંતુ પદાર્થોનો જો અયોગ્ય પદ્ધતિથી નિકાલ ન કરવામાં આવે તો તે હાનિરહિત સાબિત થાય છે.

13.2.2 જોખમી અવશિષ્ટની પરિભાષા

જોકે જોખમી શબ્દમાં આંતરિક તથા બાહ્ય બંને ગુણો સામેલ છે. જોખમી અવશિષ્ટની પૂર્ણ પરિભાષા એવી હોવી જોઈએ, જેમાં નીચેના પાંચ પ્રશ્નોના જવાબો મળવા જોઈએ :

(i) કોના માટે જોખમી છે ?

(ii) કેટલા અંશે જોખમી છે ?

(iii) કયા કારણે જોખમી છે ?

(iv) કયા સમયે જોખમી છે ?

(v) કઈ પરિસ્થિતિમાં જોખમી છે ?

જોખમી અવશિષ્ટની પરિભાષા :

ઉપર્યુક્ત પ્રશ્નોના જવાબો મળવાથી જોખમી અવશિષ્ટની પૂર્ણ પરિભાષા આ મુજબ થઈ શકે :

જોખમી અવશિષ્ટ પદાર્થો એવો કચરો છે જે પોતાની માત્રા, સાંદ્રણ અથવા ભૌતિક, રાસાયણિક કે જૈવ લક્ષણોથી -

(અ) નોંધપાત્ર મૃત્યુદર વધવાના યોગદાનથી અથવા તો અપરિવર્તનશીલ કે ગંભીર બીમારીને કારણે અક્ષમ બનાવી દે.

(બ) અયોગ્ય રીતોથી થતા ઉપયોગ, ભંડારણ, આવાગમન અથવા નિકાલ કે અન્ય પદ્ધતિઓ દ્વારા થતા પ્રયોગોથી માનવતા વર્તમાન સ્વાસ્થ્ય પર સંકટ પેદા કરે અથવા આવા સંકટોની સંભાવના પેદા કરે.

બોધપ્રશ્ન 1

યોગ્ય શબ્દો વડે ખાલી જગ્યા પૂરો અને આ એકમના અંતે આપેલા જવાબો સાથે તમારા જવાબો મેળવો.

(i) શરીરમાં પહોંચીને આનુવંશિક પરિવર્તન લાવનારા યૌગિકોને .... કહે છે. જો તેનાથી

ઝેર ફેલાય અથવા શારીરિક વિકૃતિ થવાની શક્યતા હોય તો તેને .... કહે છે. જો તેનાથી કેન્સર થવાની શક્યતા હોય તો તેને .... કહેવાય છે.

જોખમી રાસાયણિક અવશિષ્ટો

(ii) કોઈ અવશિષ્ટને જોખમી કહેવામાં આવે છે, જ્યારે તેમાં નીચનાં પૈકી કોઈ લક્ષણ હોય -

(અ) .... અર્થાત્ જલદીથી સળગી ઊઠે.

(બ) .... અર્થાત્ અન્ય પદાર્થો ખવાઈ જવા.

(ક) .... અર્થાત્ પાણી સાથે તીવ્ર ક્રિયા કરે.

(ડ) .... અર્થાત્ અયનોવાળા કરનારાં વિકિરણો પેદા કરે.

(ઇ) .... અર્થાત્ વિષાણુતા પેદા કરનારાં લક્ષણો પેદા કરે.

(iii) 'જોખમી અવશિષ્ટ'ની પૂર્ણ પરિભાષામાં અવશિષ્ટતા એવા ભૌતિક, રાસાયણિક કે જૈવ લક્ષણો સામેલ છે, જે પરિમાણ અથવા સાંદ્રણથી...

(અ) .... નું કારણ બને અથવા તેની માત્રા વધારવામાં યોગદાન આપે કે પછી ગંભીરતાથી .... અથવા અક્ષમ બનાવવા માટે પરંતુ બીમારી વધારી દે.

(બ) એવા અવશિષ્ટ જેની અયોગ્ય રીતોથી .... અથવા આવાગમન .... કરવાથી માનવના વર્તમાન સ્વાસ્થ્ય અથવા પર્યાવરણને માટે સંભવિત જોખમ બને અથવા એવા જોખમ પેદા કરવામાં .... હોય, જોખમી અવશિષ્ટ કહેવાય છે.

13.2.3 અવશિષ્ટ-પદાર્થોનું વર્ગીકરણ :

જોખમી અવશિષ્ટ-પદાર્થોની અસરકારક વ્યવસ્થા અને નિકાલ માટે અવશિષ્ટ પદાર્થોનું વર્ગીકરણ એક જરૂરી પૂર્વ-શરત છે અવશિષ્ટ પદાર્થોના વર્ગીકરણ માટે આંતરરાષ્ટ્રીય સ્તર પર નીચેના અભિગમો અપનાવવામાં આવ્યા છે :

- સ્રોત - અભિગમ દ્વારા સૂચિકરણ
- શુદ્ધ ઘટક-અભિગમ દ્વારા સૂચિકરણ
- પ્રમાણો - અભિલક્ષણ - અભિગમ
- અનન્ય સૂચિ-અભિગમ

સ્રોત-અભિગમ દ્વારા સૂચિકરણ :

કેટલીક ચોક્કસ માનવપ્રવૃત્તિઓ એવી હોય છે કે જેનાથી જોખમી અવશિષ્ટ-પદાર્થો પેદા થાય છે. વર્ગીકરણની આ પદ્ધતિમાં, કચરાને તેના ઉત્પન્ન થવાના સ્રોતને આધારે વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે. કોઠા 13.1 માં આવા સ્રોત અને તેનાથી ઉત્પન્ન થનારા જોખમી અવશિષ્ટ-પદાર્થોનું સૂચિકરણ કરવામાં આવ્યું છે.

સારણી : 13-1 અવશિષ્ટ પદાર્થોને ઉત્પન્ન કરનારા સ્રોતો અને તેમની પ્રવૃત્તિઓ

ક્રમ	સ્રોત	પ્રવૃત્તિઓ
1.	કોલસા-ઉદ્યોગ	કોસલો અને કોલસાની પેદાશોનું ઉત્પાદન
2.	પેટ્રોલિયમ ઉદ્યોગ	પેટ્રોલિયમ તથા કુદરતીવાયુનું નિષ્કર્ષણ, પેટ્રોલિયમ શુદ્ધિકરણ
3.	ધાતુકર્મય ઉદ્યોગ	ખનન તથા અયસ્ક-શુદ્ધિકરણ, અયસ્ક-નિષ્કર્ષણ
4.	ઇલેક્ટ્રોપ્લેટીંગ ઉદ્યોગ	મેટલ ફિનીશીંગ ક્રિયા અને અરીસાનું ઉત્પાદન
5.	રસાયણ ઉદ્યોગ	પ્રાથમિક કાર્બનિક અને અકાર્બનિક રસાયણો, જંતુનાશકો, દવાઓ, ડિટર્જન્ટ વિગેરેનું ઉત્પાદન

6.	રંગ અને સંબંધિત ઉદ્યોગો	શાહી, વાર્નિશ, પેઇન્ટસ્, રંગ, ગુંદર, ફોટોગ્રાફી સંબંધી પેદાશો, રબર, કૃત્રિમ સુગંધ, વિસ્ફોટક તથા અન્ય ગૌણ રસાયણોનું ઉત્પાદન
7.	ચર્મ ઉદ્યોગ	ચર્મ શોધન તથા રંગ-ઉત્પાદન સાથે જોડાયેલી પેદાશો
8.	ઑટોમોબાઈલ ઉદ્યોગ	ઑટોમોબાઈલ ઍન્જિનોની સેવા-વ્યવસ્થા અને મરામત
9.	કાપડ ઉદ્યોગ	કપડાંની ધોલાઈ, બ્લીચીંગ અને રંગકામ (વિરંજન તથા રંજન)
10.	ઇસ્પિતાલો	ચિકિત્સા સેવાઓ, બાહ્ય દર્દીઓને સહાય, ઉપકરણોન કીટાણુ-રહિત કરવાં, રેડિયોથેરાપી.
11.	પ્રયોગશાળાઓ	પુરાતન રસાયણો/પદાર્થોનું સંશોધન અને વિશ્લેષણ, નૂતન રસાયણો/પદાર્થોનું અન્વેષણ
12.	ઇંધણ-પુનર્યોજન ઉદ્યોગો	રેડિયોધર્મી અવશિષ્ટનું પુનર્યોજન અને પુનઃપ્રાપ્તિ
13.	ઘરેલુ પ્રવૃત્તિઓ	સ્નાન, ભોજન અને ધોલાઈ જેવી ઘરેલુ પ્રવૃત્તિઓ
14.	પ્રદૂષણ નિયંત્રણ સુવિધાઓ	પ્રદૂષણ નિયંત્રણ પ્રક્રિયા દ્વારા કે દરમ્યાન નીકળનારા અવશેષો

શુદ્ધ સંઘટક-અભિગમ દ્વારા સૂચિકરણ :

આ પદ્ધતિમાં અવશિષ્ટમાં જોવા મળતાં 'જોખમી' અને ઝેરી પદાર્થોના ઘટકોને આધારે તેનું વર્ગીકરણ કરવામાં આવે છે. એકમના અંતમાં આપવામાં આવેલા પરિશિષ્ટ-I માં અવશિષ્ટ પદાર્થોના ઝેરી તથા જોખમી ઘટકોની યાદી આપવામાં આવી છે. અવશિષ્ટમાં હાજર રહેલા ઝેરી અને જોખમી ઘટકોના આધારે 35 જેટલા જાતિગત અવશિષ્ટોનાં પ્રકારો પડે છે.

પ્રમાણો કે અભિલક્ષણ-અભિગમ :

સામાન્ય રીતે કોઈ રસાયણ અથવા યૌગિક ઘટક, અવશિષ્ટમાં શુદ્ધ સ્વરૂપે મળી આવતું નથી. અવશિષ્ટ આમ તો અનેક રાસાયણો અને/અથવા યૌગિકોનું જટિલ મિશ્રણ હોય છે જેના વિશિષ્ટ સામૂહિક લક્ષણો હોય છે. અવશિષ્ટ પદાર્થોના વર્ગીકરણની આ પદ્ધતિમાં નીચેનાં લક્ષણો ધરાવતા કચરાને 'જોખમી અવશિષ્ટ પદાર્થ' તરીકે માનવામાં આવે છે.

- જ્વલનશીલતા - જેમ કે હાઇડ્રોકાર્બન
- પ્રતિક્રિયાશીલતા - જેમ કે નાઇટ્રેટ, ક્રોમેટ અને પરમૅંગેનેટ
- ક્ષારણ-ક્ષમતા - જેમ કે અમ્લ અને ક્ષાર
- વિષાણુતા (ઝેરી) - જેમ કે જંતુનાશક, સીસું, આર્સેનિક તથા કેડમિયમના સંયોજનો
- ઈ.પી. વિષાણુતા - જેમ કે રેડિયોધર્મી પદાર્થો

મોટાભાગના દેશો જોખમી અવશિષ્ટોના નિર્ધારણ અને તેના વર્ગીકરણમાં આ બધા અભિગમોને સંયુક્ત રૂપથી અપનાવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, યુ.એસ.એ., યુ.કે., પશ્ચિમ જર્મનીમાં સ્રોતોના આધારે તથા લક્ષણોના આધારે વર્ગીકરણના અભિગમોને સંયુક્ત રીતે અપનાવવામાં આવ્યા છે. નોર્વેએ શુદ્ધ-સંઘટક અભિગમને અપનાવ્યો છે.

તાજેતરમાં ભારત સરકારે ઝેરી અને જોખમી અવશિષ્ટોની સમુચિત વ્યવસ્થા માટે કાનૂની-નિયમો ઘડ્યા છે. આપણા દેશમાં શુદ્ધ ઘટક અને સ્રોતના સંયુક્ત સૂચિકરણ દ્વારા જોખમી અવશિષ્ટોની ઓળખ થઈ શકે છે. ભારત સરકાર દ્વારા ઓળખવામાં આવેલા જોખમી અવશિષ્ટોની સૂચિ પરિશિષ્ટ-II માં આપવામાં આવી છે.

વિશિષ્ટ સૂચિ-અભિગમ :

આ વિશિષ્ટ અભિગમમાં પોતાના અંદાજના આધારે એવાં રાસાયણિક અવશિષ્ટોની સૂચિ બનાવી છે, જે માનવીય સ્વાસ્થ્ય, પર્યાવરણ અને જીવન પર ખરાબ અસર પાડતી નથી. જે અવશિષ્ટ (કચરો) આ

સૂચિમાં આવતો નથી તેને જોખમી માની લેવામાં આવે છે. વર્ગીકરણની આ મનસ્વી પદ્ધતિ છે અને તેમાં વર્ગીકરણ કરનારાના વ્યક્તિગત અભિપ્રાય પર જ પરિણામ કાઢવામાં આવે છે. તેથી આ વર્ગીકરણની ઉચિત પદ્ધતિ નથી.

આગલા વિભાગમાં આપણે જોખમી અવશિષ્ટોના વ્યવસ્થાપનની ચર્ચા કરીશું. આ પહેલાં તમે નીચેના બોધપ્રશ્નોને હલ કરવાના પ્રયાસ કરો.

બોધપ્રશ્ન - 2

(1) યોગ્ય શબ્દોના ઉપયોગથી ખાલી જગ્યા પૂરો :

(1) જોખમી અવશિષ્ટના નિકાલ અને વ્યવસ્થાપનનું અસરકારક આયોજન કરવા માટે .... એક જરૂરી પૂર્વશરત્ત છે.

(2) સ્રોતના આધારે અવશિષ્ટ પદાર્થોનું વર્ગીકરણ કરવાં માટે અવશિષ્ટ પેદાશો ઉત્પન્ન કરનાર .... પ્રવત્તિઓ નિર્ધારિત કરવામાં આવી છે.

(3) શુદ્ધ-ઘટક અભિગમમાં અવશિષ્ટમાં રહેલા અને .... ઘટકોના આધારે 35 પ્રકારના અવશિષ્ટોની ઓળખ કરવામાં આવી છે.

(4) ભારતસરકારે જોખમી અવશિષ્ટોના વર્ગીકરણ માટે સંયુક્ત અભિગમ અને સૂચિકરણ અન્વયે ....અભિગમ અપનાવ્યો છે. આ સૂચિ અવશિષ્ટોના .... વર્ગોની ઓળખ દર્શાવે છે.

(2) કૉલમ 'અ' માં આપવામાં આવેલા ઉદ્યોગેને કૉલમ 'બ'માં આપેલી સંબંધિત પ્રવૃત્તિઓ સાથે મેળવો.

કૉલમ 'અ'	કૉલમ 'બ'
(અ) રસાયણ ઉદ્યોગ	(અ) ધાતુ ફિનિશીંગ કાર્ય, અરીસા-ઉત્પાદન
(બ) ચર્મ ઉદ્યોગ	(બ) અયસ્કઅનન તથા પરિક્રમણ, અયસ્કમાં થી ધાતુ કાઢવી (બહિષ્કરણ)
(ક) રંગ અને તેને સંબંધિત ઉદ્યોગ	(ક) શાહી, વાર્નિશ, રંગ, ગુંદર, ફોટોગ્રાફી સંબંધિત પેદાશો, રબર, કૃત્રિમ સુગંધ, વિસ્ફોટ તથા દ્વિતીયક રસાયણો બનાવવાં
(ડ) ઇલેક્ટ્રૉપ્લેટીંગ ઉદ્યોગ	(ડ) શાહી, વાર્નિશ, રંગ, ગુંદર, ફોટોગ્રાફી સંબંધિત પેદાશો, રબર, કૃત્રિમ સુગંધ, વિસ્ફોટક તથા દ્વિતીયક રસાયણો બનાવવાં
(ઇ) ધાતુકર્મ ઉદ્યોગ	(ઇ) ચર્મશોધન, રંજક તથા માધ્યમિક રંજક ઉત્પાદન

13.3 અવશિષ્ટોના વ્યવસ્થાપનની સંકલ્પના

જોખમી અવશિષ્ટોની સમસ્યા એક મહત્ત્વપૂર્ણ પર્યાવરણીય અને જનસ્વાસ્થ્ય સંબંધી મુદ્દો બની ગયો છે, જે દુનિયાના ઘણા દેશોને સ્પર્શે છે. જોખમી અવશિષ્ટના વ્યવસ્થાપન બાબતે આધુનિક સમયમાં, ચાર વ્યૂહ અપનાવ્યા છે :

(i) અવશિષ્ટ પદાર્થોની ન્યૂનતમ માત્રા

(ii) ઔદ્યોગિક અવશિષ્ટનું પુનઃચક્રણ

(iii) અવશિષ્ટના ઉપચારો/માવજત

(iv) પર્યાવરણીય દષ્ટિએ અવશિષ્ટનો જમાવ, પરિવહન અને તેનો નિકાલ

આ ચારેય અભિગમો મહત્ત્વપૂર્ણ છે અને એકબીજાનાં પૂરક છે. જોખમી અવશિષ્ટની કોઈ પણ સમસ્યાના

સમાધાન માટે આ ચારેય અભિગમોના સમન્વિત રૂપે આવશ્યકતા રહે છે. આપણે આ ચારે અભિગમોની સંક્ષેપમાં ચર્ચા કરીશું.

13.3.1 અવશિષ્ટ-ન્યૂનીકરણ

અવશિષ્ટના વ્યવસ્થાપનમાં પ્રથમ અગ્રતા અવશિષ્ટની માત્રાને ઓછી કરવાની છે. અવશિષ્ટ ઓછો કરવાની મુખ્ય ત્રણ રીતોનું સંક્ષિપ્તમાં વિવરણ આ મુજબ છે.

(i) પ્રક્રિયા-સુધાર

ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાને એવી બનાવી શકાય છે કે જેથી કાચામાલનો વધુમાં વધુ ઉપયોગ થઈ શકે અને જોખમી અવશિષ્ટ (કચરો) ઘણો ઓછો નીકળે. ઉદાહરણ તરીકે, જસતની વિદ્યુતલેખન પ્રક્રિયામાં થોડો ઘણો બદલાવ લાવીને સલ્ફેટ ક્ષારના સ્થાને ક્લૉરાઇડ ક્ષાર-સંયોજનનો ઉપયોગ થઈ શકે છે. તેનાથી સાઇનાઇડના અવશિષ્ટ રૂપે બહાર નીકળવાની સમસ્યા દૂર થઈ શકે છે.

(ii) અવશિષ્ટ - સાંદ્રણ

બાષ્પન, અવક્ષેપન (વૃષ્ટિ) અને નિતારણ જેવી તકનિકથી અવશિષ્ટનો મોટો ભાગ નષ્ટ થઈ શકે છે. અર્થાત્ આ વિભિન્ન તકનિકથી અવશિષ્ટના મોટા ભાગને ન્યૂનતમ કરી દેવું શક્ય છે. જ્વલનશીલ અવશિષ્ટને ઉપચયન દ્વારા ભસ્મ કરવાની પદ્ધતિ અથવા દહનને ઘણું કરીને ઉપયોગમાં લેવાય છે. તેનાથી અવશિષ્ટની માત્રા ઘણી ઓછી થઈ જાય છે. અવશિષ્ટના નિકાલની આ ઉત્તમ પદ્ધતિ છે, પરંતુ કુલ લાભની તુલનામાં પ્રક્રિયાત્મક ખર્ચ વધી જાય છે. દહન વિશે તમે વિભાગ 13.4.2માં હજી વધારે વાંચશો.

(iii) અવશિષ્ટને (વિસયોજન) અલગ કરવા

જોખમી અવશિષ્ટોને બીજ જોખમી અવશિષ્ટોથી અલગ કરી દેવાથી જોખમી અવશિષ્ટની વાસ્તવિક માત્રા ઓછી થઈ જાય છે અને ફરી તેને હાનિરહિત બનાવવાનું સરળ થઈ જાય છે.

13.3.2 ઔદ્યોગિક અવશિષ્ટોનું પુનઃચક્રણ

અસ્વીકૃત અવશિષ્ટોમાં રહેલા ઘણાં ઘટકો કિંમતી હોય છે. જેમાં કાચ, લાકડાના રેસા અને કાગળ-પેદાશો ધાતુનો સમાવેશ થાય છે. વૈજ્ઞાનિકોએ અવશિષ્ટ પદાર્થોમાંથી અનેક પદાર્થોને ફરી ઉપયોગી બનાવવાની તકનિકો શોધી કાઢી છે. લગભગ બધા પદાર્થોનો પુનઃઉપયોગ થઈ શકે છે. કેવળ કેટલીક બાબતોમાં, પુનઃઉપયોગી બનાવવામાં તેના ઉપયોગથી ઘણી વધારે ઊર્જા ખર્ચાઈ જાય છે.

જોખમી અવશિષ્ટ-પ્રક્રમણની બે રીતો છે :

અવશિષ્ટનો પુનઃ ઉપયોગ કરવો અને બીજી રીત પુનઃચક્રણ અર્થાત્ તેનાથી અન્ય ઉપયોગી વસ્તુઓનું ઉત્પાદન કરવું.

(1) અવશિષ્ટનો પુનઃ ઉપયોગ

કેટલીક બાબતોમાં અવશિષ્ટને નજીવા પ્રોસેસીંગ પ્રક્રમણ (processing) પછી ફરી કાચામાલનો સીધો જ ઉપયોગ કરી શકાય છે. અવશિષ્ટને તે જ રૂપમાં વિના કોઈ પ્રક્રમણના કોઈ અન્ય ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. તેને અવશિષ્ટનો પુનઃઉપયોગ કહે છે. કેટલાંક ઔદ્યોગિક સંસ્થાનો અવશિષ્ટનું નિયમિત રૂપે વિનિમય કરે છે વ્યાપારીક દૃષ્ટિએ અનાવશ્યક પદાર્થો જેવા કે આઉટ ડેટેડ (જૂના થયેલા) રાસાયણો અથવા બજારમાં ખરીદીની ગુણવત્તા - સ્તરોથી નીચેના અપરીક્ષિત પદાર્થ વિના વધુ પ્રક્રમણના ફરી ઉપયોગ માટે થઈ શકે છે. ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાથી બચેલા બેકાર કાર્ડબોર્ડનો સીધો જ કાગળનો માવો બનાવવાના કામમાં લાવવામાં આવે છે. આજ પ્રમાણે તાંબુ અથવા અન્ય ધાતુઓના નકામા ક્ષારોથી ધાતુ પ્રાપ્ત કરી શકાય છે. રદ્દીસદ્દા તેલનો ઉપયોગ ઇંધણ માટે કરી શકાય છે. આમ, અન્ય વિભિન્ન અવશિષ્ટ પદાર્થોનો ઉપયોગ ઔદ્યોગિક કાચામાલની જેમ થઈ શકે છે.

(2) અવશિષ્ટ પુનઃચક્રણ

પુનઃચક્રણ, પુનઃઉપયોગથી અલગ અભિવ્યક્તિ છે આ પ્રક્રિયામાં ઉપયોગના પહેલાં વિભિન્ન સાધનો દ્વારા કોઈ અવશિષ્ટને ઉત્પાદન પ્રક્રિયાને યોગ્ય બનાવામાં આવે છે. જ્યારે અવશિષ્ટનો તે જ સ્વરૂપે

ઉપયોગ શક્ય હોતો નથી. ત્યારે તેનાથી કોઈ ઉત્પાદિત પદાર્થને પુનઃપ્રાપ્તિ માટે વિભિન્ન પ્રક્રિયાઓ કરવામાં આવે છે. તેને પુનઃચક્રણ (recycling) કહે છે. ઉદાહરણ તરીકે, સ્ટીલ અભિક્રમણના ભંગારથી પ્રાપ્ત બેગહાઉસ ડસ્ટને અવશિષ્ટ ગંધકના તેજાબથી પ્રક્રિયા કરીને ગેલ્વેનાઈઝર્સ વિકલ ઍસિડ બનાવવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયા દ્વારા પ્રાપ્ત થતાં તરલ - જેને 'પિકલ લિકર' (pickle liquor) કહે છે - માં 8 થી 10 ટકા સુધી જસત અને લોહ-લવણ હોય છે તથા તેનો ઉપયોગ ખેતીમાં ઝિંક ઉવેરકના સ્વરૂપે કરવામાં આવે છે. આ ઉપરાંત, કેટલાક અન્ય ઉદ્યોગોમાં વધેલા-ઘટેલા કાર્બનિક દ્રાવકોનો ઉપયોગ પણ અવશિષ્ટના પુનઃ ચક્રણ દ્વારા ઉપયોગી વસ્તુઓના ઉત્પાદનનું શ્રેષ્ઠ ઉદાહરણ છે.

બોધપ્રશ્ન - 3

(1) યોગ્ય શબ્દોના ઉપયોગથી ખાલી જગા પૂરો :

(i) જોખમી અવશિષ્ટનો પર્યાવરણની દૃષ્ટિએ યોગ્ય નિકાલ માટે નીચેની 4 પ્રક્રિયાઓ અપનાવી શકાય છે.

(અ) અવશિષ્ટની માત્રાને ....

(બ) ઔદ્યોગિક અવશિષ્ટોનું ....

(ક) અવશિષ્ટનું

(ડ) અવશિષ્ટને .... અને અંતે વિસર્જન

(ii) અવશિષ્ટોની માત્રા ઓછી કરવાની નીચે મુજબ ત્રણ રીતો છે.

(અ) .... રૂપાંતર

(બ) .... નો અવશિષ્ટ અને

(ક) .... ખંડવિભાજન

(iii) કેટલાક અવશિષ્ટોની બિન પુનઃપ્રક્રિયા કરી, બીજા કામ માટે તેજ સ્વરૂપે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. તેને .... કહે છે. જ્યારે તે જ સ્વરૂપે અવશિષ્ટનો ઉપયોગ ન થઈ શકે તથા કારખાનામાં થતા ઉપયોગ પહેલાં તેમાંથી અન્ય ઉપયોગી વસ્તુઓની પુનઃપ્રાપ્તિ માટે અવશિષ્ટની ફરીથી પ્રક્રિયા કરવામાં આવે છે, તેને .... કહે છે.

(2) નીચેનાં વિધાનો સાચાં છે કે ખોટાં તે દર્શાવો.

(અ) જોખમી અવશિષ્ટોના વ્યવસ્થાપનમાં પહેલી અગ્રતા અવશિષ્ટ પદાર્થોની માત્રા ઓછામાં ઓછી કરવાની છે.

(બ) અવશિષ્ટને દહન કરી દેવો, વિસર્જનનો ઘણો સારો ઉપાય છે, પરંતુ તેમ કરવામાં ઘણી કિંમત ચૂકવવી પડે છે.

(ક) જોખમી અવશિષ્ટોના નિકાલની અસરકારકતા, સસ્તી અને પર્યાવરણની દૃષ્ટિએ સુરક્ષિત કોઈ રીત નથી.

(ડ) કોઈ ઉત્પાદન પ્રક્રિયામાં જરૂરી ઉપયોગ કરતાં પહેલાં, જો અવશિષ્ટ પદાર્થોની વિભિન્ન રીતો દ્વારા પ્રક્રિયા કરવામાં આવે તો તેને અવશિષ્ટનું પુનઃચક્રણ કહેવામાં આવે છે.

13.3.3 જોખમી અવશિષ્ટની માવજત

પદાર્થોની પુનઃપ્રાપ્તિ પછી, અવશિષ્ટમાં ઉપસ્થિત જોખમી રસાયણોને વિભિન્ન ઉપાયો દ્વારા હાનિરહિત બનાવવામાં આવે છે. જોખમી અવશિષ્ટોના અતિમ વિસર્જન પહેલાં તેને ઉપચારો માટેની અનેક પ્રૌદ્યોગિક ક્રિયાઓ ઉપલબ્ધ છે. અવશિષ્ટના ભૌતિક અને રાસાયણિક લક્ષણોને બદલીને તેને હાનિરહિત બનાવવામાં આવે છે. હાનિરહિત બનાવવાની પ્રક્રિયાની પસંદગી અનેક બાબતો પર આધાર રાખે છે, જેમ કે અવશિષ્ટની રાસાયણિક પ્રકૃતિને આપણે કયા સ્વરૂપમાં બદલવા ઇચ્છીએ છીએ; આર્થિક અને ઊર્જાસંબંધી અવશિષ્ટને હાનિરહિત બનાવવાના પ્રૌદ્યોગિક ઉપચારોને નીચે મુજબના જૂથોમાં વિભાગી શકાય છે :

- ભૌતિક ઉપચાર
- રાસાયણિક ઉપચાર
- જૈન ઉપચાર
- પિંડન (ઘનીભવન), અને
- દાહન

ભૌતિક ઉપચાર : ભૌતિક ઉપચારની અનેક પદ્ધતિઓ વપરાય છે. એમાં એક પદ્ધતિ વિભિન્ન તબક્કામાં અવશિષ્ટના વિભિન્ન ભાગોમાં અલગ કરવાની છે. આ પદ્ધતિને 'પ્રાવસ્થા વિભક્તિકરણ' કહે છે. આ પદ્ધતિનાં ત્રણ પાસાં છે : ખાડામાં પાણી ભરી રાખવું લેગૂનિંગ, લાંબા સમય સુધી ટાંકીઓમાં ભંડારણ અને અવપંકને સૂકવવો. લેગૂનિંગ અને ટાંકીઓમાં ભંડારણના પાસામાં અવશિષ્ટમાં ઉપસ્થિત કણોને અવસાદિત કરવામાં આવે છે. અમે સૂચવીએ છે કે તમે આ પદ્ધતિની તુલના એકમ 11માં અપાયેલ અપજલ ઉપચારણની 'અવસાદન' ક્રિયાથી કરો.

રાસાયણિક ઉપચાર : રાસાયણિક ઉપચારમાં જોખમી અવશિષ્ટને સંપૂર્ણ રીતે વિભિન્ન ઘટકોમાં વિભાજીત કરવામાં આવે છે. તેનાથી મોટાભાગે અવશિષ્ટના રાસાયણિક ગુણો બદલી દેવામાં આવે છે. જેમ કે પાણીમાં અવશિષ્ટ પદાર્થની વિલયશીલતા ઓછી કરી દેવામાં આવે છે અથવા અમ્લીયતા અને ક્ષારીયતા ઓછી કરવામાં આવે છે. તેની તકનીકોમાં અવશિષ્ટ પદાર્થોનું ઉપચયન (oxidation), રાસાયણિક ન્યૂનીકરણ, તટસ્થીકરણ, અધિસ્થાની ધાતુ નિક્ષેપણ, તેલ-પાણી વિયોજન અને દ્રાવક/ઈંધણ-પુનઃ પ્રાપ્તિ વિગેરેનો સમાવેશ થાય છે.

જૈવ-ઉપચાર : સુએજના ઉપચારોમાં રહેલી બધી અશુદ્ધિઓને સમગ્ર રીતે 'આયંક' તરીકે ઓળખવામાં આવે છે, જેને નિકાલ પહેલાં જૈવ-ઉપચાર આપવામાં આવે છે. ઔદ્યોગિક અવશિષ્ટ જળ-ઉપચારમાં થતા સુધાર પણ મહત્ત્વના બને છે, જે 'આયંક અભિક્રમણ' તરીકે જાણીતો છે. આયંક પ્રક્રિયાની પ્રોદ્યોગિકીમાં પ્રાનુકૂલન (conditioning), પાચન (digestion), કંપોસ્ટ બનાવવું (composting), પ્રગાઢન રગડા જેવું કરવું (thickening) અથવા સુકવી (વિજલન) (dewatering) અને ઘનીભવનનો સમાવેશ થાય છે.

(i) **પ્રાનુકૂલન :** આ પ્રક્રિયામાં નિયત સમય માટે ઇચ્છિત એકરૂપતા સધાય ત્યાં સુધી વાતાવરણમાં (સ્લજ) આયંક ખુલ્લો રહે છે.

(ii) **પાચન :** આ પ્રક્રિયામાં બેક્ટેરિયા સહિત (સ્લજ) આયંકનો ઉપચાર થાય છે. જે સરળતાથી યૌગિકોની દીર્ઘ-શ્રૃંખલાને તોડે છે.

(iii) **મિશ્ર ખાતર બનાવવું (કંપોસ્ટીંગ) :** અહીં અવશિષ્ટ આયંકની અંદર રહેલ અકાર્બનિક (જૈવિક) પદાર્થને રૂપાંતર કરી (ઉપચારમાં ઉપયોગી સ્થાયી પદાર્થ) બનાવી શકાય છે.

પિંડન (ઘનીભવન) : નક્કર પદાર્થમાં રૂપાંતર : આ પ્રક્રિયામાં અવશિષ્ટને નક્કર, અવિલેય, સખત-ખડક પદાર્થમાં રૂપાંતર કરી શકાય છે, જેથી તે પછી તેને નિર્ધારિત ભૂમિગર્તમાં ફેંકી દેવામાં આવે. તેના માટે અવશિષ્ટને વિભિન્ન રાસાયણિક પદાર્થો દ્વારા પ્રતિક્રિયા કરીને નક્કર/ઘન સ્વરૂપ આપવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયાનો મૂળ ઉદ્દેશ્ય અવશિષ્ટના ખતરનાક ઘટકોને નિર્ધારિત ભૂમિગર્ત દ્વારા નિતાર થવામાં કે વિખરાઈને ફેલાવાથી રોકે છે.

દહન : ઉપર્યુક્ત દર્શાવેલી પદ્ધતિઓ સિવાય દહન ભઠ્ઠીઓમાં બાળીને અવશિષ્ટ પદાર્થોના ખતરનાક અંશો નષ્ટ કરી દેવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયામાં ઉપચયન દ્વારા અવશિષ્ટના ઝેરી અંશો સમાપ્ત કરી દેવામાં આવે છે. આ વિશે તમે વિભાગ 13.4.2માં અભ્યાસ કરશો. આ અવશિષ્ટની માત્રાને ઓછામાં ઓછી કરી અને તેને વ્યયિત કરવાની સારી પદ્ધતિ છે.

13.3.4 સંચય, પરિવહન અને વ્યયન (નિકાલ) :

અવશિષ્ટ વ્યયન એક બહુમુખી પદ્ધતિ છે, જેના વિવિધ તબક્કા આ મુજબ છે : અવશિષ્ટ જમા કરવો, વચગાળાની પરિસ્થિતિમાં તેનો સંચય કરવો, લાવવો-લઈ જવો, હાનિરહિત બનાવવો અને નિકાલ કરવો - આ બધા તબક્કા તકનિકી અને સંગઠનાત્મક દૃષ્ટિએ પરસ્પર વધારે નિર્ભર છે. અવશિષ્ટના

ઉદ્‌ગમસ્થાન પર જ તેને હાનિરહિત બનાવવો તથા નિકાલની જગ્યાએ જમા કરવો અને લાવવો - લઈ જવો જેવા મહત્ત્વપૂર્ણ શ્રૃંખલાબદ્ધ કાર્યો છે. ખતરનાક અવશિષ્ટ બાબતે જેટલી સાવધાની જરૂરી છે, તેટલી સાવધાની અવશિષ્ટને લાવવા-લઈ જવામાં પણ જરૂરી છે. પરંતુ જોખમી અવશિષ્ટો સાથે કેટલીક ચોક્કસ સમસ્યાઓ રહેલી છે જેવી કે -

(i) સામાન્ય રીતે ઉત્પાદનકર્તાને માટે અવશિષ્ટની કોઈ આર્થિક મહત્ત્વ (કિંમત) હોતી નથી.

(ii) રાસાયણિક અવશિષ્ટ એક એવું જટિલ મિશ્રણ છે, જેમાંથી આર્થિક દષ્ટિએ લાભપ્રદ બધા પદાર્થો કાઢી લેવામાં આવ્યા છે, એટલા માટે તેના ભૌતિક અને રાસાયણિક લક્ષણોની ઠીક-ઠીક જાણકારી પણ હોતી નથી.

(iii) અવશિષ્ટોમાં એકબીજાની સાથે વિસ્ફોટક પ્રતિક્રિયા કરનારા ઘટકોને સુવિધાની દષ્ટિથી એકસાથે રાખવાથી તુર્તજ અથવા પછીથી ભંડારણ અથવા વહનની પ્રક્રિયાઓ દરમિયાન ભારે જોખમ હોઈ શકે છે. (જેમ કે ઈથર ધરાવતા અવશિષ્ટ સાથે સોડિયમ-અવશિષ્ટવાળા રાસાયણિક અવશિષ્ટો સાથે ભળવાથી વિસ્ફોટ થઈ જશે.)

તેથી, અવશિષ્ટ પદાર્થોના સુરક્ષિત અને આપત્તિરહિત વ્યયનને માટે તેને જમા કરવો તથા લાવવા-લઈ જવા અને રાખવાની ઉચિત વ્યવસ્થા હોવી જોઈએ. પરસ્પર પ્રતિક્રિયા કરનારા અવશિષ્ટોને અલગ-અલગ રાખવું (ભંડારણ) અને વાહિત (લાવવું-લઈ જવું) કરવું જોઈએ.

બોધપ્રશ્ન - 4

(1) યોગ્ય શબ્દોના ઉપયોગથી ખાલી જગ્યા પૂરો :

(i) ઉપયોગી ઘટકોને કાઢી નાંખ્યા પછી અવશિષ્ટને .... બનાવવા તથા .... કરવામાં આવે છે. તેનો ઉદ્દેશ્ય અવશિષ્ટોને ભૌતિક તથા રાસાયણિક ગુણોમાં પરિવર્તન લાવીને તેને .... બનાવાય છે.

(ii) અવશિષ્ટ પદાર્થોને હાનિરહિત બનાવવાના માવજત/ઉપચારોની પસંદગી અવશિષ્ટની રાસાયણિક પ્રકૃતિ .... ના ઇચ્છિત લક્ષણો અને આર્થિક તથા .... ને આધારે કરવામાં આવે છે.

(iii) ભૌતિક માવજતની પદ્ધતિઓમાં પ્રાવસ્થા વિભક્તિકરણ મુખ્ય છે, આ પદ્ધતિઓમાં અવશિષ્ટના વિભિન્ન પાસાંને અલગ કરવામાં આવે છે. તેના ત્રણ તબક્કા છે : .... , ... , ...

(iv) રલજ-રગડો આયંક પ્રક્રિયામાં .... , ... , ... અને તેને જલ-વિયોજન અને ઘનીભવન (પિંડન) કરવાનો સમાવેશ થાય છે.

(v) દહનમાં અવશિષ્ટોનું .... કરવામાં આવે છે. તેને જ્વલનશીલ અવશિષ્ટના ઝેરી તત્ત્વો સમાપ્ત થઈ જાય છે. તેનાથી અવશિષ્ટની .... પણ ઓછી થઈ જાય છે અને ફરીથી તેનો સરળતાથી નિકાલ કરી શકાય છે.

13.4 જોખમી અવશિષ્ટનો નિકાલ

જોખમી અવશિષ્ટ પદાર્થોના અંતિમ નિકાલ માટે સાવધાનીપૂર્વકનું આયોજન જરૂરી છે. જોખમી અવશિષ્ટના અંતિમ નિકાલ માટે વિવિધ ચાર પ્રકારની રીતો છે :

- ભૂમિપૂરક (સ્થળપૂરક) નિકાલ
- દાહન (અગ્નિદાહ) બાળવું કે સળગાવવું
- સમુદ્ર લાદન (સમુદ્રમાં ફેંકી દેવું)
- ભૂમિગત નિકાલ

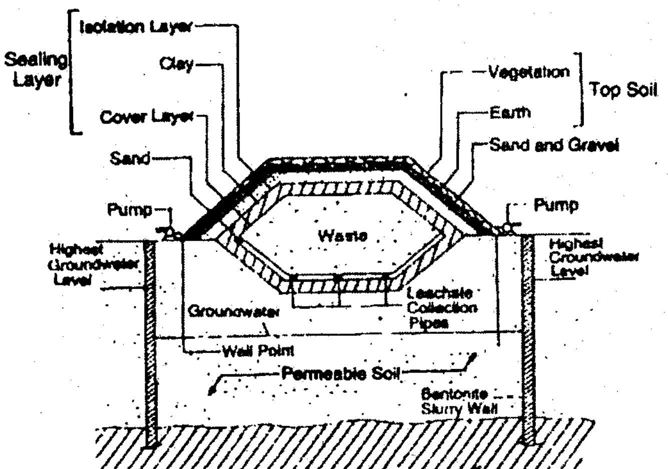
હવે આપણે જોખમી અવશિષ્ટોના નિકાલ માટેની ઉપર્યુક્ત દરેક પદ્ધતિઓની ચર્ચા કરીશું.

13.4.1 ભૂમિપૂરક નિકાલ

ઘણા દેશોમાં જોખમી અવશિષ્ટના નિકાલ માટે ભૂમિપૂરક એક એક મહત્ત્વપૂર્ણ પદ્ધતિ છે. તેનો અર્થ છે હાનિકારક ઘટકોને ભૂમિ નીચે જમા કરવા. આ પદ્ધતિમાં અવશિષ્ટને એક ચોક્કસ સ્થાન પર જમા કરી દેવામાં આવે છે. ભારતમાં અસ્વચ્છ પદ્ધતિથી ખુલ્લી જગ્યાઓમાં પણ અવશિષ્ટનો નિકાલ કરવામાં આવે છે તેનાથી માંડીને સ્વચ્છતાનું યોગ્ય ધ્યાન રાખીને સુરક્ષિત રીતે ભૂમિપૂરક નિકાલ કરાય છે. ખુલ્લી જગ્યાઓમાં અવશિષ્ટને ફેંકવો એક અનિચ્છનીય પદ્ધતિ છે કારણ કે તેનાથી પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ પેદા થાય છે. તેનાથી વિસ્તારનો દેખાવ તથા વાતાવરણ નષ્ટ થઈ જાય છે અને બીમારી ફેલાવતાં ઉંદર - છછૂંદરો માટે પણ મોકળાશ મળે છે, વળી ખુલ્લો અવશિષ્ટ સડવાથી દુર્ગંધ પણ ફેલાય છે. આવા અવશિષ્ટને બાળવાથી ધુમાડો ફેલાય છે. તે ઉપરાંત, વરસાદનું પાણી અવશિષ્ટ સાથે અપંવાહી થઈને કુદરતી જળસ્રોતો અને વહેતા પાણી નદી-નાળા સુધી પહોંચે છે તથા હાનિકારક ઘટકોને લઈ જાય છે.

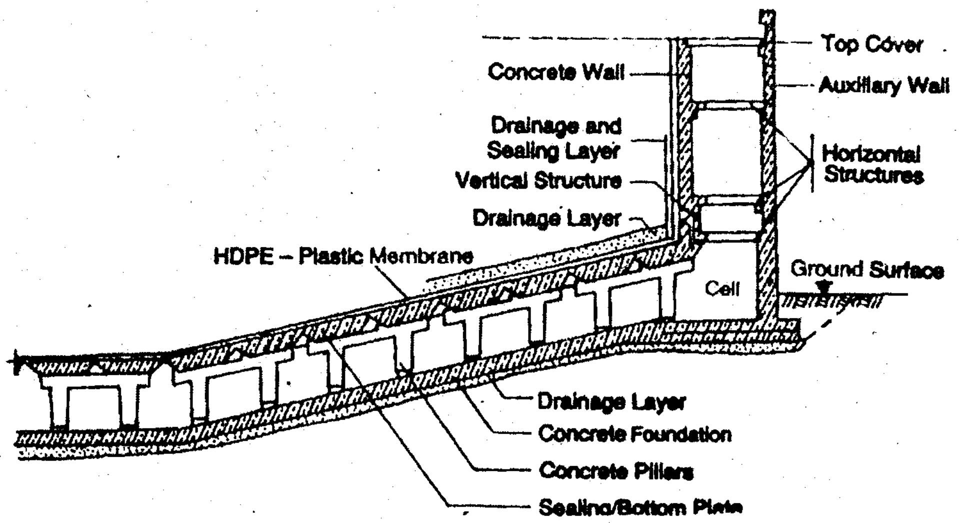
યોગ્ય પદ્ધતિથી અને સ્વચ્છતાનું ધ્યાન રાખીને બનાવવામાં આવેલી ભૂમિપૂરક પદ્ધતિ પર્યાવરણને ઘણું ઓછું નુસાન પહોંચાડે છે. અવશિષ્ટ ધરાવતા સ્થાનને ચારેબાજુથી મોટી અથવા high density polyethylene (HDPE) પ્લાસ્ટીક અંતઃત્વચા જેવા અછિદ્રાળુ ઘટકોનું પાકુ પડ પાથરવામાં આવે છે, જેથી અવશિષ્ટમાં આસપાસના ક્ષેત્રમાંથી પરિસ્પંદન ન થાય. અવશિષ્ટને નિયત સ્થાન પર રોજ ફેંક્યા પછી ઉપર માટીથી ઢાંકી દેવામાં આવે છે. આ પ્રમાણે, ઢાંકવાથી કીટાણુ અને ઉંદરોને ત્યાં દાખલ કરતા રોકે છે. અહીં અવશિષ્ટને બાળવા માટે ઓપરેટરો મનાઈ કરે છે. જ્યારે ભૂમિપૂરક ગર્ત (ખાડા) ભરાઈ જાય તો કેટલાક લોકો આ ક્ષેત્રને સંપૂર્ણ રીતે કાયમને માટે ઢાંકી દે છે અને તેનો મનોરંજન હેતુસર ઉપયોગ કરવા લાગે છે.

વિશિષ્ટ ભૂમિપૂરક ક્ષેત્રોમાં સૌથી નીચે (તળિયે) બેવડાં પડ હોય છે અને સૌથી ઉપર અવશિષ્ટ હોય છે. આવો એક જોખમી ભૂમિપૂરક ક્ષેત્રનો પ્રત્યયાત્મક છેદ આલેખ આકૃતિ 13.1માં બતાવ્યો છે.



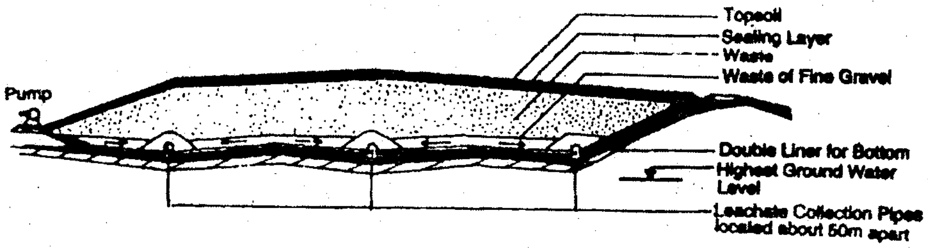
આકૃતિ 13.1 વિશિષ્ટ ભૂમિપૂરક સ્થળનું રેખાંકન

આ ડિઝાઇનમાં અવશિષ્ટોના સંચય સ્થાનની દેખરેખ અને મરામતની વ્યવસ્થા હોતી નથી. દરમિયાન તાજેતરમાં થોડાક સમય પહેલાં એક નવી વિભાવનાનો વિકાસ થયો છે જેમાં ભૂમિપૂરક ક્ષેત્રની રચનામાં વિભિન્ન ખંડો (cells) ધરાવતી એક બુનિયાદી સંરચના હોય છે. ખંડ એ એવું સ્થાન (જગ્યા) છે, જ્યાં કારીગર (પ્લાન્ટ ઓપરેટર) જાતે જઈને કોઈ પણ ક્ષતિની મુલાકાત અને નિરીક્ષણ કરી શકે છે તથા તેને રીપેર કરે છે. આવા અતિ સુરક્ષિત ભૂમિપૂરક ગર્તની ડિઝાઇન આકૃતિ : 13.2માં બતાવી છે.



આકૃતિ 13.2 અતિસુરક્ષિત એવા આધુનિક ભૂમિપૂરક ક્ષેત્રની ડિઝાઈન

કેટલાંય વર્ષો સુધી ભૂમિપૂરક ક્ષેત્રમાં કચરો નાંખતા રહ્યા પછી તેનો આકાર કંઈક આકૃતિ : 13.3 જેવો લાગે છે.

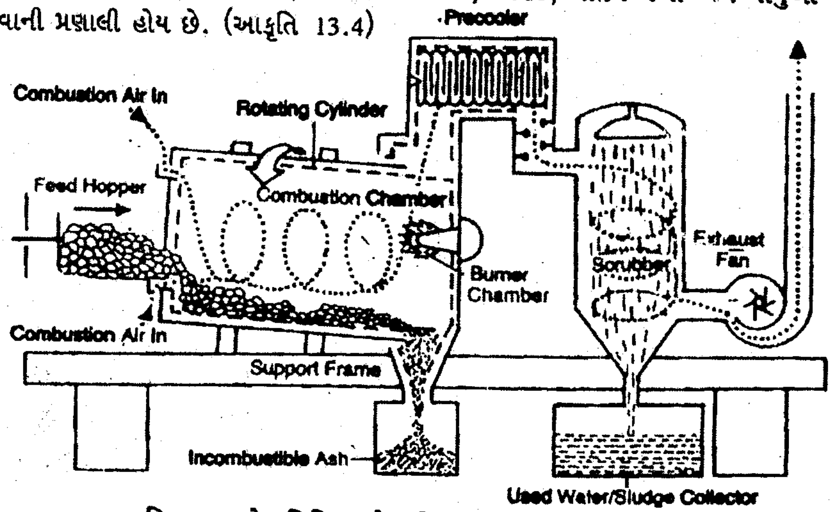


આકૃતિ 13.3 કેટલાંય વર્ષો સુધી ઉપયોગ કર્યા બાદ ભરતીપૂરક સ્થળનો અંતિમ આકાર

13.4.2 દહન

દહનની ક્રિયામાં સળગી (આગ) પકડી શકે તેવી અવશિષ્ટ પેદાશોને બાળી નાંખવામાં આવે છે. અનેક ઉદ્યોગોની પાસે અને મોટાં શહેરોમાં અવશિષ્ટ પદાર્થોને ફેંકવા માટે પર્યાપ્ત ખાલી સ્થાનો હોતાં નથી. આ પરિસ્થિતિમાં બાળવાની પદ્ધતિનો ઉપયોગ થાય છે. આ પદ્ધતિથી મોટાભાગના જોખમી અવશિષ્ટોને બિનઝેરી બનાવાય છે. અવશિષ્ટની માત્રાને ન્યૂનતમ કરવાની આ એક શ્રેષ્ઠ પદ્ધતિ છે. પરંતુ જો તેમાંથી ઉત્પન્ન થતી ગરમી-ઉષ્માને ફરી ઉપયોગમાં ન લેવાય તો આ પદ્ધતિ ચલાવવી ખર્ચાળ છે. પોષાય તેવી નથી.

દહન સંયંત્રની પસંદગી અવશિષ્ટનાં લક્ષણો અને પ્રકારો પર આધાર રાખે છે. એક સામાન્ય દહન-સંયંત્રમાં દહન-ભઠ્ઠી કક્ષ, બર્નર કક્ષ, પ્રશીતલન સંયંત્ર, માર્જક, વાતપંખો અને વાયુઓ બહાર નીકળવાની પ્રણાલી હોય છે. (આકૃતિ 13.4)



આકૃતિ 13.4 એક વિશિષ્ટ જોખમી અવશિષ્ટ-ભસ્મીકરણ એકમ

લાભ : ભસ્મીકરણ એવી એક પ્રક્રિયા છે જેમાં દ્રવ અથવા ઘન અવશિષ્ટોનું ઉચ્ચ તાપમાને વાયુવીય ઉપચયન થઈ, તેમનું વાયુઓ તથા અદાહ્ય અવશિષ્ટમાં રૂપાંતર કરી દેવામાં આવે છે. વાયુઓને (ઉષ્માની પુનઃપ્રાપ્તિ કરીને અથવા તેના વગર અને માર્જન (સફાઈ) કરીને અથવા તેના વગર) વાતાવરણમાં મુક્ત કરી દેવામાં આવે છે. બાકીનો બચેલો ધાતુમલ અથવા ભસ્મ-પેદાશોને ભૂમિપૂરક ગર્તમાં નિક્ષિપ્ત કરવામાં આવે છે. સમગ્રતયા, દહન એવા બેહદ ઝેરી અવશિષ્ટને બિનઝેરી બનાવવાની એક વૈકલ્પિક પદ્ધતિ છે. જેમાં હવે કોઈ ઉપયોગી પદાર્થ પ્રાપ્ત થઈ શકતો નથી. તે અવશિષ્ટની માત્રાને ઓછી કરવાની શ્રેષ્ઠ પદ્ધતિ છે અને કચરામાંથી ઉષ્માના રૂપમાં ઊર્જા પણ પ્રાપ્ત થઈ શકે છે. કેટલાંક સ્થળોએ અવશિષ્ટને બાળીને વરાળ પેદા કરવામાં આવે છે અને આ વરાળથી ટર્બાઇન ચલાવી, વિદ્યુતશક્તિ પેદા કરવામાં આવે છે. ઉષ્માનું પુનઃચક્રણ આમ દહનના પ્રક્રિયાત્મક મૂલ્યને ઘટાડે છે.

અવશિષ્ટ નિવેશ

સામાન્ય રીતે, જ્વલનશીલ લક્ષણો ધરાવતા અવશિષ્ટોને જ બાળી નાંખવામાં આવે છે. તેમાં પણ નીચે મુજબના અવશિષ્ટ પ્રકારો (પદાર્થો)ને જોખમી અવશિષ્ટમાં ગણી ભસ્મ ભઠ્ઠી(ભસ્મકયંત્ર)માં બાળી નાંખવામાં આવે છે.

- દ્રાવક અવશિષ્ટ અને (આયંક)સ્લજ
- અવશિષ્ટ ખનીજતેલ
- વાર્નિશ અને રંગની બનાવટમાં નીકળેલા અવશિષ્ટ તથા આયંક
- પ્લાસ્ટિક, રબર તથા લેટેક્ષનો અવશિષ્ટ અને પાયસ
- તેલ, પાયસ અને તેલ-પાણીનું મિશ્રણ
- ફિનોલ ધરાવતા અવશિષ્ટો
- ખનીજતેલનો આયંક-સ્લજ
- રાળનો અવશિષ્ટ
- ગ્રીઝ તથા મીણ-અવશિષ્ટો
- કીટનાશકોના અવશિષ્ટો
- અમ્લ, ડામર અને વપરાયેલો કાંપ (પાકી માટી)
- હેલોઝન, ગંધક અથવા ફૉસ્ફરસના યૌગિકો ધરાવતા કાર્બનિક અવશિષ્ટો

ક્લૉરિન, ગંધક, નાઇટ્રોજન, ફૉસ્ફરસ, પૉલીક્લોરિનેટેડ લાઇફિનાઈલ (PCB)નું વધારે પ્રમાણ તથા અધિસ્થાનક ધાતુઓ અને કેન્સરજન્ય પદાર્થો ધરાવતા અવશિષ્ટની દહનક્રિયામાં વિશેષ તકેદારી તથા પ્રૌદ્યોગિકની જરૂર પડે છે. અનેક શહેરોના દહન-સંયોજનો પ્રદૂષણ નિયંત્રણની યોગ્ય વ્યવસ્થા હોતી નથી. આ પદાર્થોમાં દહનથી એવા વાયુઓ અને નક્કર(ઘન) કણો ઉત્સર્જિત થઈ શકે છે. જે માનવીય સ્વાસ્થ્યને માટે ઘાતક નીવડી શકે, સંપત્તિનું નુકસાન કરે અથવા વનસ્પતિઓને પણ ઘાતક બની શકે. યોગ્ય પ્રદૂષણ નિયંત્રણ વ્યવસ્થા વિના કામ કરનારાં સામાન્ય દહન-સંયંત્રો દ્વારા નીકળતા વાયુઓ ખતરનાક હોઈ શકે છે. દહન કેટલીક વાર બેહદ મોંઘું થઈ પડે છે.

13.4.3 સમુદ્ર લાદન (સમુદ્રમાં ફેંકવું)

જોખમી અવશિષ્ટ નિકાલ માટેની એક અન્ય પદ્ધતિમાં તેને સમુદ્રમાં ઊંડે નાંખી દેવાની છે, જેથી ભૂમિ-જળ સંદૂષિત થતું અટકી શકે.

ભૂમિ પર પેદા થયેલા અવશિષ્ટને સમુદ્રમાં ફેંકવા પાછળ આ એક ખોટી ધારણા છે કે સમુદ્રમાં પાણીનો જે વિશાળ ભંડાર છે, એમાં અવશિષ્ટથી ગંદકી એટલી ઓછી થઈ જશે કે વિના કાપણી નુકસાનના કચરાનો નિકાલ કરી લેવામાં આવે છે. પરંતુ આ ધારણા ભ્રામક પણ છે અને અનુચિત પણ. આ પદ્ધતિને પસંદ કરવા પાછળ કદાચ સામાન્ય રીતે તેનું 'સસ્તું હોવું' છે, કારણ કે નિકાલના ક્ષેત્રની પસંદગી અવશિષ્ટ પેદા કરનારા સ્રોતની ભૌગોલિક પરિસ્થિતિના આધારે થતી હોય છે.

જોખમી રાસાયણિક અવશિષ્ટો

સમુદ્રમાં અવશિષ્ટના નિકાલ માટે આંતરરાષ્ટ્રીય કાયદા તથા તેની પુષ્ટિ માટે બનેલા રાષ્ટ્રીય-કાયદા-કાનૂન દ્વારા નિયંત્રણ કરવામાં આવે છે. અવશિષ્ટ ફેંકવાથી સમુદ્રમાં પ્રદૂષણ અટકાવવા માટે બનેલા આંતરરાષ્ટ્રીય કાયદામાં બેહદ ખતરનાક અવશિષ્ટોને સમુદ્રમાં ફેંકવા પર નિયંત્રણ મૂક્યું છે. આવા અવશિષ્ટોમાં કાર્બનિક સિલિકોન યૌગિકો, કાર્બનિક હેલોજનિક પદાર્થો, પારો અને તેના યૌગિકો, કેડમિયમ, કેન્સરજન્ય પદાર્થો, પ્લાસ્ટિક વિગેરે સમાવિષ્ટ છે. પ્લાસ્ટિકના અવશિષ્ટ દ્વારા માછલી પકડવા અને નૌકાનયનમાં ઘણી અડચણો આવે છે. એકમ-11 માં તમે વાંચ્યું હશે કે કેવી રીતે ઔદ્યોગિક અવશિષ્ટોનું સમુદ્રમાં વિસર્જન કરવાથી જાળાની માછીમારોમાં 'મિનામાતા' નામનો રોગ ફેલાઈ ગયો હતો.

13.4.4 નિકાલ

રેડિયોધર્મી અવશિષ્ટ પદાર્થ પરમાણુ ઊર્જાના રાષ્ટ્રીય સુરક્ષા સંયંત્રો તથા શાંતિપૂર્ણ ઉદ્દેશ્યોને માટે ઉપયોગ સંબંધી પ્રક્રિયાઓ દ્વારા પણ પેદા થાય છે. આ પ્રક્રિયાઓ રેડિયોધર્મી અયસ્કને ખાણોમાંથી કાઢવા, પરમાણુ (ઇંધણ) બળતણ તૈયાર કરવા, ચિકિત્સા સારવાર કાર્ય વિગેરે સાથે સંકળાયેલ છે. આવી પરિસ્થિતિમાં રેડિયોધર્મી અવશિષ્ટ જેવા હાનિકારક પદાર્થોને જમીન પર બાળીને, પર્યાવરણની દષ્ટિથી યોગ્ય પદ્ધતિ દ્વારા થતો નિકાલ ઘણો મોંઘો પડે છે. ભૂમિગત નિકાલ જ રેડિયોધર્મી અવશિષ્ટને માટે પર્યાવરણીય અને આર્થિક દષ્ટિએ અનુકૂળ પદ્ધતિ હોઈ શકે છે. નિષ્ક્રિય અથવા આંશિક રૂપથી સક્રિય ખાણોમાં જ એવા અવશિષ્ટના ભૂમિગત નિકાલ માટે મંજૂરી આપવામાં આવે છે. પ્રવર્તમાન સમયમાં દુનિયાભરમાં કેવળ એક ઊંડી ખાણમાં ભૂમિ હેઠળ નિકાલની સુવિધા ઉપલબ્ધ છે. તે પશ્ચિમ જર્મનીમાં હર્ફા ન્યૂરોદ(Herfa Neurode)ની હેલાઇટ / પોટાશ લવણની ઉપયોગ થઈ ચૂકેલી ગુફા ખાણ છે. (હાલ સંયુક્ત જર્મનીમાં)

રેડિયોધર્મી અવશિષ્ટના નિકાલ માટે ઘણું કરીને મીઠાની ખાણોનો ઉપયોગ થાય છે કારણ કે મીઠાનો જમાવ અવશિષ્ટોને અન્ય ભૂસ્તરીય પ્રક્રિયા સાથે થતી અવશિષ્ટ - આંતરક્રિયાને રોકે છે. આ જ મીઠાનો વિશિષ્ટ / શ્રેષ્ઠ ગુણ છે. મીઠાનો જમાવનું અસ્તિત્વ જ આ વાતની સાબિતી છે કે ભૂમિ હેઠળ સ્થિત આ નિર્ધારિત સ્થાનો લાખો વર્ષો સુધી પાણીથી અપ્રભાવિત રહ્યાં છે, મીઠું એ દ્રવ અને વાયુઓ માટે અપારગમ્ય છે. ભેજશોષકના ગુણને લીધે મીઠું બહારથી આપવા પાણીનું શોષણ કરવા સક્ષમ બને છે અને દીવાલમાં પડેલી નજીવી તિરાડોને પુનઃસ્ફટિકીકરણ દ્વારા ઠીક કરી લે છે. આમ, અસલ અપારગમ્યતા જળવાઈ રહે છે. સામાન્યતઃ ખાણોમાં એની સાથે જ અવશિષ્ટ ધરાવતા ઉપરના અપારગમ્ય સંસ્તરોનું વારંવાર અનુપૂરણ થવાનું આ લક્ષણ છે, મીઠાની ખાણોનું અંતરંગ વાતાવરણ ઘણું જ શુષ્ક હોય છે. તેથી ધાતુ ઉપકરણો તથા ડબ્બાઓને કાટ લાગતો નથી. કોલસાની ખાણોની જેમ અહીં મિથેન વિસ્ફોટો જેવી ઘટનાઓ બની શકે છે. પરંતુ તેનાથી કોઈ ભય નથી. ખડકોના ખોદકામ દરમિયાન મીઠાની ખાણોમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડ વાયુના વિસ્ફોટો જેવી ઘટનાઓ બની શકે છે, પરંતુ તેનાથી કોઈ ભય હોતો નથી. વિશેષતઃ જ્યારે ખાણમાંથી ખનન-કાર્ય પૂરું થઈ ગયું હોય. મીઠાની તાપીય-સંવાહક્તા સારી હોય છે. મીઠું મજબૂત કઠણ હોય છે અને ખોદકામ દરમિયાન ખાણમાંથી મોટી-મોટી ગેલેરી જેવા ચોકઠાં નીકળી શકે છે આ ઉપરાંત, દબાણ થવાથી મીઠામાં ચોક્કસ સુઘટ્યતા પણ જોવા મળે છે. જેથી ખાણની દબાણ સહન કરવાની શક્તિ વધી જાય છે તથા એકંદરે સ્થિરતા (સ્થાયીત્વ) જળવાય છે.

આમ, સિદ્ધાંત રૂપે તમે શીખ્યા કે અવશિષ્ટ નિકાલની ચાર પદ્ધતિઓ છે :

(i) ઘન-અવશિષ્ટ પદાર્થોનું ભૂમિપૂરક

(ii) જ્વલનશીલ કાર્બનિક અવશિષ્ટોનું દહન - બાળવું

(iii) અવશિષ્ટોનું સમુદ્રમાં ફેંકવું

(iv) રેડિયોધર્મી અવશિષ્ટોની સામાન્ય રીતે ભૂમિગત - નિકાલ વ્યવસ્થા

હવે પછી આગળ આવતા ઉપ-વિભાગોમાં આ પદ્ધતિઓને તમે કઈ રીતે વાસ્તવિક વ્યવહારમાં ક્ષેત્ર-પરિસ્થિતિ હેઠળ અપનાવશો તે જોશો.

બોધપ્રશ્ન - 5

(1) યોગ્ય શબ્દોના ઉપયોગથી ખાલી જગ્યા પૂરો :

(i) વાસ્તવમાં જોખમી અવશિષ્ટના નિકાલની સાથે નીચેની સમસ્યાઓ પેદા થાય છે. .... (અ) અવશિષ્ટ પદાર્થોને તેના ઉત્પાદનકર્તાને માટે સામાન્ય રીતે કોઈ .... મૂલ્ય હોતું નથી. (બ) એના ભૌતિક તથા રાસાયણિક ....ની જાણકારી હોતી નથી. અને (ક) .... અવશિષ્ટોને અનુકૂળતા મુજબ સાથે રાખવાથી ભારે જોખમ પેદા થઈ શકે છે.

(ii) બેદરકારીથી ખુલ્લામાં કચરો ફેંકવો અવશિષ્ટના નિકાલની મલીન પદ્ધતિ છે કારણ કે તે .... માટે ઘર (આવાસ) પૂરું પાડે છે અને .... વાસ આવે છે, અવશિષ્ટના બળવાથી .... અને વરસાદનું પાણી .... ઘટકોને નદી-નાળાં તરફ ખેંચી લઈ જાય છે.

(iii) યોગ્ય પદ્ધતિ દ્વારા સ્વચ્છતાનું ધ્યાન રાખીને .... માં અવશિષ્ટ પદાર્થો ભંડારણથી પર્યાવરણનું કોઈ નુકસાન થતું નથી. સૌથી પ્રથમ આવાં સ્થાનોમાં .... ઘટકો જેવાં ચીકણી માટીનાં પડ પાથરવામાં જોઈએ જેથી અવશિષ્ટના ભાગો .... થઈને આસપાસના ક્ષેત્રમાં ન ફેલાય.

(iv) મીઠાની ખાણો રેડિયોધર્મી અવશિષ્ટોના નિકાલ માટે ઘણી ઉપયોગી છે. કારણ કે મીઠા પાણીને માટે .... છે અને પાણીને પોતાનામાં શોષી લે છે. આ પુનઃસ્ફટિકીકરણ દ્વારા નજીવી તિરાડોની .... કરી લે છે. મીઠાની ખાણોનું વાતાવરણ શુષ્ક હોવાથી ધાતુ-પદાર્થો પર .... લાગતો નથી. સાથે જ, મીઠામાં .... હોય છે. જેનાથી ખાણની દબાણ સહન કરવાની શક્તિ વધી જાય છે અને સ્થિરતા સ્થાયીત્વ જળવાય છે.

13.5 ભારતમાં જોખમી અવશિષ્ટ-વ્યવસ્થાપન

હવે આપણે ભારતમાં અવશિષ્ટના ઉત્પાદન અને નિકાલ વિશે સંક્ષેપમાં ચર્ચા કરીશું.

13.5.1 અવશિષ્ટ ઉત્પાદનના સ્રોતો

સામાન્ય રીતે જોખમી અવશિષ્ટ ઉત્પાદન સ્રોતોને બહોળા અર્થમાં બે વર્ગમાં વિભાગી શકાય : પ્રક્રિયા નિર્ધારિત અને પ્રદૂષક નિયંત્રણ નિર્ધારિત. પ્રક્રિયા-નિર્ધારિત અવશિષ્ટ, કાચામાલથી થતી ઉત્પાદન સામગ્રી નિર્માણ દરમિયાન પેદા થાય છે, જ્યારે પ્રદૂષણ નિયંત્રણ-નિર્ધારિત અવશિષ્ટ, ઔદ્યોગિક અધિષ્ઠાનો દ્વારા વાયુરૂપી તથા દ્રવ-બહિસ્રાવોને હાનિરહિત બનાવતા દરમિયાન પેદા થાય છે.

ઔદ્યોગિક જોખમી અવશિષ્ટની માત્રા અને લક્ષણો વિવિધ પરિબળો પર આધાર રાખે છે - ઉદાહરણ તરીકે, ઔદ્યોગિક એકમનું કદ, ઉત્પાદન-ક્ષમતા, ઉત્પાદનની તકનીકો, પ્રક્રિયાની કાર્ય-કુશળતા અને કાચામાલની પ્રક્રિયા-વિધિ વિગેરે. સામાન્ય રીતે ભારતમાં મોટા પાયા પર પેદા કરનારા કેટલાક ઉદ્યોગોના નક્કર અવશિષ્ટોમાં હાનિકારક ભાગો ઓછી માત્રામાં હોય છે. (જેમ કે લોખંડ અને પોલાદ જેવા ધાતુ ઉદ્યોગો, ખાતરો થર્મલ વિદ્યુત મથકો વિગેરે). બીજી બાજુ કીટકનાશક સંયોજનો ઇલેક્ટ્રોપ્લેટીંગ મેટલ ફિનિશીંગ રસાયણો, ક્લોરિન આલ્કલી પદાર્થો, ફોટોગ્રાફિક રસાયણો વગેરે જેવા ઉદ્યોગોના અન્ય જૂથ દ્વારા નક્કર અવશિષ્ટોની માત્રા ઓછી બહાર નીકળે છે, પરંતુ તેમાં ઝેરી અન્ય હાનિકારક પદાર્થો ઘણી માત્રામાં હોય છે. એવી અવશિષ્ટ પેદાશોને જમા કરવા, હાનિરહિત બનાવવા અને તેના નિકાલ માટે વિશેષ તકનીકો હોય છે.

ઉદ્યોગો દ્વારા ઉત્પાદિત કુલ અવશિષ્ટના લગભગ 15 ટકા જોખમી અવશિષ્ટના વર્ગમાં આવે છે. અર્થાત્ હાનિકારક કચરો, કુલ કચરાનો એક નાનો હિસ્સો હોય છે. પરંતુ તેમની અસરો ઘાતક હોય છે. આ ન તો કેવળ પર્યાવરણ પર ગંભીર અસર કરે છે, બલ્કે આહારશ્રૃંખલા દ્વારા અવાર્પિત થઈને માનવસ્વાસ્થ્ય માટે પણ ખતરનાક થઈ પડે છે.

13.5.2 નિકાલની રૂઢ પ્રવર્તી પદ્ધતિઓ

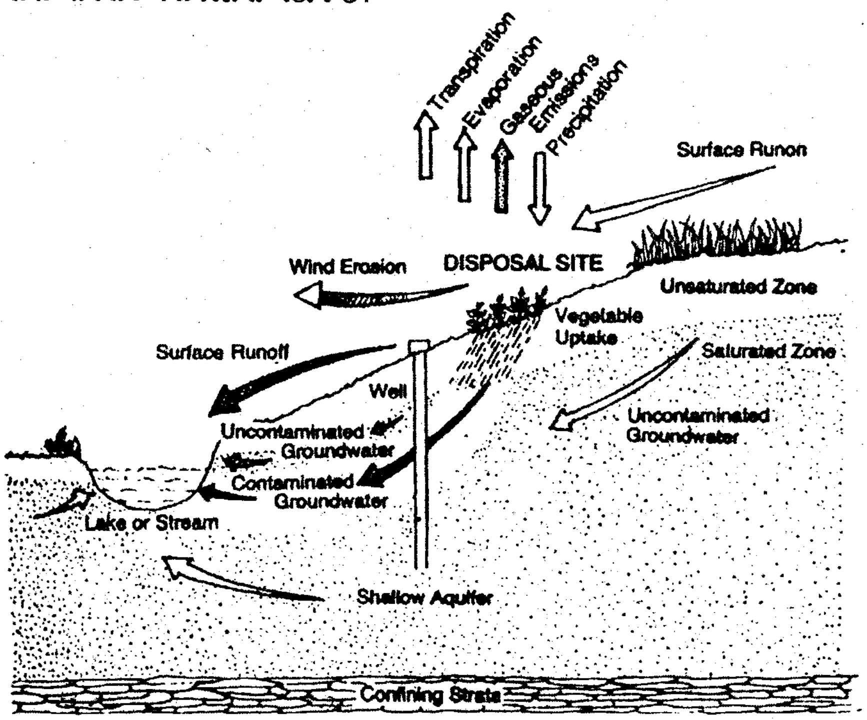
જોખમી અવશિષ્ટ બાબતે તેના પ્રબંધથી માંડીને ઉપચાર અને નિકાલ સંબંધી ગેરહાજરીમાં તેને સહેલાઈથી પ્રાપ્ત એવી સુગમ જગ્યાઓમાં ફેંકી દેવામાં આવે છે. વર્તમાન સમયમાં આપણા દેશમાં જોખમી ઔદ્યોગિક અવશિષ્ટના નિકાલ બાબતે નીચેની પદ્ધતિઓ અપનાવાઈ છે :

- શહેર-કચરા (અવશિષ્ટ) સહિતનો નિકાલ
- નદી-તલ અને નદી-કિનારે થતો નિકાલ
- ખુલ્લા-ગર્ત(ખાડા)માં બાળીને કરાતો નિકાલ
- જમીનના નીચાં વિસ્તારોમાં, નદી-નાળા તથા સમુદ્રોમાં થતો નિકાલ
- પોતાની સુવિધા મુજબ ડિઝાઇન કરેલા દાહન સંયંત્રો(દાહન ભઠ્ઠી)માં બાળીને થતો નિકાલ

મોટાભાગની અધિસ્થાની ધાતુઓ ધરાવતા અવશિષ્ટો અને કીટનાશકો, દ્રાવક નિસ્યંદિત, ફેનોલિક્સ, સાઇનાઇડ જેવાં તીવ્ર-ઝેરી પદાર્થોના નિકાલ માટે ઉપરની પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ થાય છે કચરાના નિકાલ દરમ્યાન ઉદ્ભવતી અસરોમાં મહત્ત્વપૂર્ણ બાબત એ છે કે આ અસરો કે પ્રભાવનું(આનું યોગ્ય) મૂલ્યાંકન કરવામાં આવે કે નિકાલની કઈ પદ્ધતિથી પર્યાવરણ પર કઈ પ્રતિકૂળ અસરો અને પ્રતિક્રિયા પડે છે. ભારતમાં આ નીતિઓની ઉચિત મૂલ્યાંકનની વ્યવસ્થા નથી. તેથી મોટાભાગના અવશિષ્ટોનો સસ્તો અને અનુચિત નિકાલ થાય છે. આવો, હવે આપણે અયોગ્ય પદ્ધતિથી અવશિષ્ટના નિકાલની હાનિકારક અસરોની ચર્ચા કરીશું.

13.6 અયોગ્ય અવશિષ્ટ-નિકાલની અસરો

અયોગ્ય પદ્ધતિથી અવશિષ્ટના વિસર્જનથી સ્વાસ્થ્ય તથા પર્યાવરણ પર પ્રતિકૂળ અસરો પડે છે. ખાસ કરીને જોખમી અવશિષ્ટોને અસ્વચ્છ પદ્ધતિથી ખુલ્લામાં અથવા નદીઓમાં ફેંકીને અને ખુલ્લામાં ખાડા(ગર્ત)માં બાળીને નષ્ટ ન કરવો જોઈએ. આ પદ્ધતિઓમાં સુધારા જરૂરી છે. અયોગ્ય પદ્ધતિથી અવશિષ્ટના નિકાલની પ્રતિકૂળ અસરો પડે છે. - ભૂમિ અને ભૂગર્ભીય જળનું ઝેરી થઈ જવું. ઘણું કરીને જોખમી અવશિષ્ટોને ખુલ્લામાં ફેંકી દેવાથી એવી પરિસ્થિતિ પેદા થાય છે. આકૃતિ 13.5માં સરળ પદ્ધતિથી આ સમજાવવામાં આવ્યું છે કે કેવી રીતે હાનિકારક પદાર્થો જમીન પર ફેંકીને, નિકાલ કર્યા પછી ફરીથી માનવીય પર્યાવરણમાં પહોંચે છે.



આકૃતિ 13.5 : હાનિકારક પદાર્થોના નિકાલ પછી માનવીય પર્યાવરણમાં પ્રવેશતા જોખમી ઘટકો

જોખમી અવશિષ્ટ નિકાલ સંબંધી કમ સે કમ પાંચ વિવિધ રીતોની માનવી પર શક્ય અસરો પડી શકે છે.

(i) પેયજળ દ્વારા સીધી અસર પડવાથી

(ii) પાણી ગરમ થવાથી, ઝેરી પદાર્થોની વરાળ શ્વાસમાં લેવાથી

(iii) નાહવા-ધોવા દરમિયાન ત્વચા દ્વારા ઝેરી પદાર્થોને શોષી લેવાથી

(iv) પ્રદૂષિત ભૂમિ-જળને શોષેલા વનસ્પતિઓ અથવા પ્રાણીઓ દ્વારા પ્રાપ્ત પેદાશોના ઉપયોગથી

(v) સંદૂષિત માટીના સંપર્કમાં આવવાને કારણે, માનવત્વચા દ્વારા એવા પદાર્થોને ગ્રહણ કરી લેવાથી

દુનિયાભરમાં લોકોમાં હમણાં હમણાં જોખમી અવશિષ્ટોની અયોગ્ય અને અનિયંત્રિત પદ્ધતિઓના નિકાલ વિરુદ્ધ જાગ્રત-સભાનતા પેદા થઈ છે. આ પ્રમાણે અવશિષ્ટના નિકાલથી પશુધન ગુમાવવું પડ્યું છે. અને માનવ સ્વાસ્થ્ય પર વિપરીત અસરો પડી છે. જોખમી અવશિષ્ટોની અયોગ્ય પદ્ધતિથી થતા વિસર્જનનાં કેટલાંક ઉદાહરણો નીચે આપેલાં છે.

સિત્તેરના દાયકામાં નેધરલૅન્ડના લેકરકર્ક (Lekkerkerk) નામના નગરમાં જયાં પહેલાં જોખમી અને ઝેરી અવશિષ્ટ (કચરો) દાટવામાં આવ્યો હતો.ત્યાં તે સ્થળે 25^0 થી વધુ મકાનો બાંધવામાં આવ્યા હતા. લગભગ દસ વર્ષ પછી, આ અવશિષ્ટની હાનિકારક અસરોની સ્થાનિક રહેવાસીઓને જાણકારી મળી અને ત્યારે લગભ દોઢ લાખ ટન પ્રદૂષિત માટી ખોદીને તેનો ઉચિત પદ્ધતિએ નિકાલ કરવામાં આવ્યો. અત્યંત દૂષિત અવશિષ્ટને હટાવવાના કામમાં આશરે 20 કરોડ (નાણું) ડચ ગિલ્ડર ખર્ચ થયો !

જાપાનમાં કમિઓકા (Kamioka) નગરમાં જસત-ખાણ ઉદ્યોગથી નીકળતા અવશિષ્ટના ઝેરી ઘટકોને વગર હાનિરહિત બનાવીને Zintsu નદીમાં વિસર્જિત કરી દેવામાં આવતો હતો. આ નદીનું પાણી પીવામાં તથા સિંચાઈ માટે ઉપયોગમાં લેવાનું હતું અને આજે પણ લેવાય છે. 1919માં એક 35 વર્ષના દર્દીમાં ઇતાઈ - ઇતાઈ (itai-itai) નામના રોગનાં લક્ષણો પહેલીવાર જોવા મળ્યાં. પાછળ જતાં ખબર પડી કે આ રોગ કેડમિયમ (Cadmium) નામે, અધિસ્થાની કે સ્થિર ધાતુથી ઝેરી અસરોને કારણે થાય છે. 1955માં 'સોસાયટી ઑફ મેડિસિન' ને આ રોગનો અહેવાલ આપ્યો. પણ ઘણા સમય પછીથી 1963માં જાપાનના જાહેર સ્વાસ્થ્ય અને કલ્યાણ મંત્રાલયે પ્રદૂષણ સાથે જોડાયેલા આ રોગની તપાસ માટે એક સર્વેક્ષણ સમિતિ બનાવવામાં આવી. આ સમિતિએ પણ દસ વર્ષનો સમય લીધો. તે પછી જ જાપાન સરકારે પોતાના નિષ્કર્ષોની અધિકૃત જાહેર કર્યું કે ઇતાઈ-ઇતાઈ નામનો રોગ કેડમિયમ દ્વારા શરીરને નુકસાન પહોંચાડવાથી થાય છે.

જર્મનીના હેમ્બર્ગ નગરમાં 1935 થી 1971 દરમિયાન લગભગ દોઢ લાખ મેટ્રિકટન અવશિષ્ટ તેલ તથા તરલ રાસાયણિક અવશિષ્ટ અને 50,000 ડ્રમ ઝેરી રાસાયણિક અવશિષ્ટ શહેરની ગંદકીની સાથે જ્યોર્જસ્વેર્ડર (Georgswerder) ભૂમિપૂરક-ગર્તમાં (કચરો ફેંકવાનું સ્થાન) ફેંકવામાં આવ્યો. આ ક્ષેત્રનું કુલ ક્ષેત્રફળ 42 હેક્ટર છે અને 40 મીટર ઊંચો ઢગ થઈ ગયો. 1983માં કચરાના સ્થાનથી નિક્ષાલિત થઈને આવી રહેલ તૈલી પદાર્થમાં ડાયોક્સીન નામનું ઘાતક રસાયણ જોવા મળ્યું છે. આ સ્થાનની સફાઈમાં 10 કરોડ ડોઇશ (ડચ) માર્કથી વધારે ખર્ચ થશે.

ઉદેપુર જિલ્લાના બિછરી નામના ગામનું દૃષ્ટાંત એક ચેતવણીરૂપ પ્રકાશમાં બહાર આવ્યું, જ્યારે 1988માં દૂષિત સિલ્વર કેમિકલ ફેક્ટરીમાંથી નીકળતા રંગીન અપવાહી જળના પીવાથી મોટી સંખ્યામાં લોકો મરી ગયા હતા. બધું જ પાણી રાતું થઈ ગયું છે, જે પીવાથી ઉલટી થતી. સિંચાઈ માટે નકામું ગણાતા આ પાણીમાં ઘાસ પણ ઊગી શકતું નથી. જે આજે પણ સંદૂષિત છે. અલિગઢ મુસ્લિમ વિશ્વવિદ્યાલયના એક અભ્યાસ મુજબ તેમાં માનક સલામત માત્રાથી 1.5 લાખ ગણી વધારે માત્રામાં પ્રદૂષકો ઉપસ્થિત છે. નિરીક્ષકના મત મુજબ દોષિતોને કોર્ટમાં રજૂ કરવામાં આવ્યા છે. પરંતુ કોર્ટની ન્યાય વ્યવસ્થા કાર્યાન્વિત થવામાં ઘણો સમય લાગે છે અને બિછરીના રહેવાસીઓને હજી સુધી કોઈ રાહત મળી નથી.

સાઇનાઇડનો ઉપયોગ ઇલેક્ટ્રોપ્લેટીંગ (વિદ્યુતલેપન) તથા ધાતુઓ સાથે જોડાયેલ વિભિન્ન પ્રક્રિયાઓમાં કાચામાલની જેમ થાય છે. આ પ્રક્રિયઓથી અવપંકના સ્વરૂપમાં જે અવશિષ્ટ બને છે, એમાં સાઇનાઇડનું સાંદ્રણ વધારે તીવ્ર થયેલું જોવા મળે છે.

મદ્રાસની પાસે અનેક નાના-મોટા એકમો કાચામાલ સામગ્રી તરીકે સાઇનાઇડનો ઉપયોગ કરે છે. આજે હાનિકારક અવશિષ્ટના નિકાલ પર કોઈ નિયંત્રણ નથી. તેથી મનમાની રીતોથી આ અવશિષ્ટનું વિસર્જન થાય છે. તાજેતરમાં 21 ઓગષ્ટ, 1989માં મદ્રાસમાં ભેંસોની મરણની ઘટના સાથે સાઇનાઇડ ધરાવતા અવશિષ્ટને ખુલ્લામાં ફેંકી દેવાનો મામલો પ્રકાશમાં આવ્યો. પોલીસના અહેવાલોને આધારે તમિલનાડુ પ્રદૂષણ નિયંત્રણ બોર્ડ મેસર્સ ટી. આઈ. સાઇકલ્સને કારણદર્શક નોટિસ બનાવી. તંપાસ પછી ખબર પડી કે આ એકમે પોતાનો સાઇનાઇડ ધરાવતો અવશિષ્ટ એંઝિલ નગર નહેરની પાસે ફેંકી દીધો હતો. તેનાથી નહેરનું પાણી પ્રદૂષિત થઈ ગયું અને આ ઝેરી પાણી મળવાથી ભેંસો મરણ પામી. સાઇનાઇડ સંદૂષિત પાણીને કારણે જ મૃત્યુ થયાની આ વાતને સમર્થન મળ્યું. ઔદ્યોગિક એકમે સ્વીકાર કર્યો કે તેણે એક (કોન્ટ્રાક્ટર) ઠેકેદારને મોટા જથ્થામાં સાઇનાઇડ ધરાવતો અવશિષ્ટ સમુદ્ર કિનારાથી 7 કિલોમીટરના ચોક્કસ અંતરે સમુદ્રમાં ફેંકવા માટે આપ્યો હતો. ઠેકેદારે (કોન્ટ્રાક્ટર) સાઇનાઇડ અવશિષ્ટ નહેરને કિનારે ફેંકી દીધો હતો. નહેરના પાણીની તપાસથી ખબર પડી કે એમાં પ્રતિ લીટરે 21 મિલીગ્રામ જેટલું સાઇનાઇડનું ઉચ્ચ પ્રમાણ હતું. આ નહેર ઓછી આવક ધરાવતા સમુદ્રના લોકોના ઘરોની નજીકથી પસાર થાય છે. તેથી એ પણ સંભવ હતું કે જો આ બાબતની ખબર પડી ન હોત તો આગળ જતાં નહેરના પ્રદૂષિત જળને પીવાથી માનવીના જીવને પણ જોખમ થાત.

બોધપ્રશ્ન - 6

(1) યોગ્ય શબ્દોના ઉપયોગથી ખાલી જગ્યા પૂરો :

(i) આપણા દેશમાં ઔદ્યોગિક અવશિષ્ટોના નિકાલની મુખ્ય પદ્ધતિઓ અપનાવાય છે :

(a) .... ની સાથે નિકાલ

(b) .... વિસ્તારમાં નિકાલ

(c) નદીતલ પર અને .... પર નિકાલ

(d) સમુદ્ર તથા સમુદ્રોના .... પર નિકાલ

(e) .... માં બાળવાથી નિકાલ

(f) પોતાની ઇચ્છા અનુસાર ડિઝાઇન કરેલ .... માં બાળીને

(ii) અયોગ્ય રીતે કરેલા જોખમી અવશિષ્ટના વિસર્જનનું મુખ્ય નુકસાન .... અને ....નું ઝેર થવું છે.

(iii) કેટલાંક અવશિષ્ટ નદીઓ અથવા સરોવરોને પ્રદૂષિત કરીને .... ઝેરી બનાવી દે છે, જેનાથી લોકો સુધી પણ ઝેર ફેલાય છે.

(iv) ચોક્કસ હાનિપ્રદ અવશિષ્ટ .... ને પણ પ્રદૂષિત કરે છે તો કેટલાકથી .... જોખમ પેદા થઈ શકે છે.

13.7 સારાંશ

આ એકમમાં આપણે શીખ્યા :

- બુનિયાદી સિદ્ધાંત રૂપે, જોખમી અવશિષ્ટોનો એવો નિકાલ હોવો જોઈએ કે સમાજના હિતમાં તેની પ્રતિકૂળ અસરો ઓછામાં ઓછી હોય, એનાથી માનવીના સ્વાસ્થ્યને જોખમ ન હોય અને પર્યાવરણની સ્વચ્છતા પર પ્રતિકૂળ અસર ન પડે.
- અવશિષ્ટને તેના જ સ્વરૂપમાં પુનઃઉપયોગી અથવા અન્ય પદ્ધતિઓથી પુનઃચક્રિત કરીને ફરીથી ઉપયોગ કરી શકાય છે અને બાળીને એની માત્રા ઓછામાં ઓછી કરી શકાય છે. ઝેરી અવશિષ્ટોને નિકાલ પહેલાં હાનિરહિત બનાવવા જરૂરી છે. આવી માવજત રાસાયણિક, ભૌતિક તથા જૈવ વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિઓ અપનાવી શકાય છે. બિનઝેરી બનાવ્યા પછી, અવશિષ્ટનો સાવધાનીપૂર્વક નિકાલ માટે નિર્ધારિત સ્થાને લઈ જવો જોઈએ, જેથી પરસ્પર પ્રતિક્રિયા કરનારા પદાર્થો સાથે સાથે ન રાખવામાં આવે.

- તે પછી અવશિષ્ટ (કચરો)નો યોગ્ય પદ્ધતિ દ્વારા ઉપયોગ થઈ રહેલા કચરાના સ્થાન પર ભૂમિપૂરક ગર્ત અથવા સમુદ્રમાં ફેંકવામાં આવે છે. કચરાને બાળવામાં પણ આવી શકે છે અથવા તો મીઠાની ખાણોમાં દબાવવામાં આવે છે.
- આપણે ભારત તથા અન્ય દેશોમાં કચરાની અયોગ્ય પદ્ધતિઓથી નિકાલની હાનિપ્રદ અસરોનો પણ અભ્યાસ કર્યો.

13.8 અંતિમ કસોટી

1. ઝેરી તથા જોખમી અવશિષ્ટો વચ્ચેનો કયો તફાવ છે ?
2. નીચેનાં વિધાનો સાચાં છે કે ખોટાં તે જણાવો :
   (i) ઝેરીપણું એક બાહ્ય લક્ષણ છે.
   (ii) મોટાભાગના દેશોમાં અવશિષ્ટોને વ્યાપક સૂચિના આધારે વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે.
   (iii) તૈલી અવપંક(સ્લજ)ને જમીન પર અવશિષ્ટ વિસર્જનના ચોક્કસ સ્થાન પર ભૂમિપૂરક-ગર્તમાં ફેંકાવો જોઈએ.
   (iv) ઇસ્પિતાલોમાં અવશિષ્ટને બાળી નાંખવો જોઈએ.
   (v) પ્રદૂષણ નિયંત્રણની સુવિધાઓમાં જોખમી કચરો પેદા થતો નથી.
3. અવશિષ્ટના વર્ગીકરણની વ્યાપક સૂચિ ધરાવતી પદ્ધતિ બતાવો.
4. વિભિન્ન જોખમી અવશિષ્ટોના નિકાલની કેવી વ્યવસ્થા હોવી જોઈએ ?
5. રાસાયણિક અવશિષ્ટોમાં એવા કયા-કયા પદાર્થો છે, જેને બાળવા માટે વિશેષ ટેકનોલોજી જોઈએ?
6. અવશિષ્ટના તેના સ્વરૂપમાં પુનઃઉપયોગ તથા અન્ય સ્વરૂપમાં થતા ઉપયોગ (પુનઃચક્રણ)નાં એક-એક ઉદાહરણ આપો.
7. ઝેરી અવશિષ્ટોના સાત સ્રોતો અને તેમની અવશિષ્ટ પદાર્થ પેદા કરનારી પ્રવૃત્તિઓનાં નામ લખો.

13.9 જવાબો

સ્વ-મૂલ્યાંકન પ્રશ્નો

(1) (i) વિકૃતિજન્ય, કેન્સરજન્ય
   (ii) (અ) જ્વલનશીલતા (બ) ક્ષરણકારિતા (ક) પ્રતિક્રિયાશીલતા
   (ડ) રેડિયોધાર્મિતા (ઈ) વિષાણુતા (ઝેરીલુ)
   (iii) (અ) મૃત્યુદર, અનુત્ક્રણીય, ઉત્ક્રમણીય
   (બ) સંભાવ્ય, સક્ષમ, ભંડારણ, નિકાલ

(2) (અ) (i) અવશિષ્ટ વર્ગીકરણ
   (ii) ચૌદ
   (iii) ઝેરી, જોખમી
   (iv) શુદ્ધ ઘટકો, અઢાર
   (b) (i) (ક)
   (ii) (ઈ)

(iii) (ડ)

(iv) (અ)

(v) (બ)

3. (અ) (i) ન્યૂનીકરણ, પુનઃચક્રણ, ઉપચાર, ભંડારણ કે સંચયન, વહન

(ii) પ્રક્રિયા, સાંદ્રતા, અવશિષ્ટ

(iii) પુનઃઉપયોગ, પુનઃચક્રણ

(બ) (i) . સાચું

(ii) સાચું

(iii) ખોટું

(iv) ખોટું

4. (i) બિનઝેરી,તટસ્થીકૃત, હાનિરહિત

(ii) નિર્ગત પ્રવાહ, ઊર્જા

(iii) લેગૂનીંગ, અવપંક (સ્લજ) સુકાવવો, ટાંકીઓમાં સંચયન

(iv) કંડિશનીંગ, ડાઇજેશન, કંપોસ્ટીંગ, થિકનીંગ

(iv) ઉપચયન, માત્રા

5. (i) આર્થિક લક્ષણો, પરસ્પર પ્રતિક્રિયા કરતાં

(ii) ઘર, દુર્ગંધ, ધુમાડો, હાનિપ્રદ

(iii) ભૂમિપૂરક-ગર્ત, અછિદ્રિલ, નિક્ષાલિત (લિચીંગ)

(iv) અપારગમ્ય, મરામત, કાટ, સુઘટયતા

6. (i) શહેરની ગંદકી, નીચા ભૂમિ વિસ્તારો, નદીતટો, નદી-નાળા, ખુલ્લા ખાડા, દહન-સંયંત્રો (દાહનભઠ્ઠી)

(ii) માટી, ભૂમિ-જળ

(iii) ખાદ્યસામગ્રી

(iv) હવા, આગ

અંતિમ કસોટી :

(1) વિષાણુતા(ઝેરીલુ)નો અર્થ પદાર્થની સજીવોની ઈજા તેમજ વિષાણુ કરવાની ક્ષમતા સાથે છે, જ્યારે જોખમી હોવાનો અર્થ આ સંભવિતા પદાર્થના ઉપયોગથી સંભવિત નુકસાન થઈ શકે તેને અનુલક્ષીને છે. વિષાણુતા કે ઝેરીલા પદાર્થો (ઘટકો)નું સંભવિત લક્ષણ છે કે કોઈ પદાર્થનું પર્યાવરણીયની દષ્ટિ જોખમી હોવું તેના આંતરિક કે બાહ્ય લક્ષણોના આધારે નિર્ધારિત ઘાતકતાનો નિર્દેશ કરે છે.

(2) (i) ખોટું

(ii) સાચું

(iii) ખોટું

(iv) સાચું

(v) ખોટું

(vi) ખોટું

(3) અવશિષ્ટના વ્યાપક સૂચિ વર્ગીકરણ ક્રિયા અન્વયે પોતાના અંદાજથી એવા કચરાની સૂચિ બતાવે છે - જે હાનિકારક ન હોય. આ સૂચિમાં સમાવિષ્ટ ન થતા બાકીના અવશિષ્ટોને જોખમી માની લેવામાં આવે છે. વર્ગીકરણની આ પદ્ધતિ સારી નથી.

(4) જોખમી અવશિષ્ટના યોગ્ય અને અસરકારક નિકાલ વ્યવસ્થાતંત્રમાં નીચેની વ્યૂહરચના (જાતિ) અપનાવાય છે.

(i) ન્યૂન જોખમી અવશિષ્ટો ઉત્પન્ન કરનારા અને પ્રદૂષણ ન ફેલાવનાર પ્રૌદ્યોગિકી ઉપયોગ કરીને જોખમી અવશિષ્ટ પેદાશોની માત્રા ઓછામાં ઓછી કરવામાં આવે છે.

(ii) અવશિષ્ટના કાચામાલ અન્વયે તેના ઉપયોગ કરવા કે તેમાંથી નીકળતાં યોગ્ય બધાં ઉપયોગી પદાર્થો કાઢી લીધા પછી જ તેના નિકાલની બાબત વિચારી શકાય છે.

(iii) ઉપચારણના ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવ-વૈજ્ઞાનિક ઉપચારો અથવા અવપંક પ્રક્રિયા અને નક્કર રૂપ આપીને અવશિષ્ટને અમ્લીયતા, ક્ષારીયતા તથા વિષાણુતાથી મુક્ત કરવામાં આવે છે.

(iv) જોખમી અવશિષ્ટોને બિન-જોખમી અવશિષ્ટોથી અલગ-અલગ કરી દેવામાં આવે છે. તે પછી જોખમી અવશિષ્ટ-અંશોને કચરો ફેંકવાના સુરક્ષિત ભૂમિપૂરક-ખાડાઓમાં દબાઈ દેવામાં આવે છે.

(5) ક્લોરિન, ગંધક, નાઈટ્રોજન, ફોસ્ફરસના અંશ, પોલિક્લોરિનેટેડ બાઇફિનાઈલ તથા ભારે ધાતુઓ અને કેન્સરજન્ય ઘટકોથી મુક્ત અવશિષ્ટના દહન માટે વિશેષ પ્રૌદ્યોગિકી અને તકેદારી જરૂરી છે.

(6) પ્રક્રિયા દરમિયાન પ્રાપ્ત પુનઃઉપયોગ થઈ શકે તેવાં અવશિષ્ટો જેમ કે રદ્દી કાર્ડ-બોર્ડને કાગળ ઉદ્યોગમાં ફરીથી લુગદી બનાવવાના કામમાં લાવી શકાય છે. સ્ક્રેપ સ્ટીલ પ્રક્રિયા દ્વારા પ્રાપ્ત બેગહાઉસ ધૂળના ગંધકના તેજાબ સાથે પ્રતિક્રિયા થવાથી 'સ્પેંટ પિકલ લિકર' નામનો ઉપયોગી ઉર્વરક (ખાતર) બને છે.

પરિશિષ્ટ 1 : અવશિષ્ટોના મૂળ(સ્રોતો)ના પ્રકારો

ક્રમ નં.	અવશિષ્ટ-ઉત્પાદનો (જેમાં નીચેનાં સંઘટકો સમાવિષ્ટ થાય છે)
1.	શારીરિક સંઘટકો, ઇસ્પિતાલ અને નૈદાનિક અવશિષ્ટ
2.	ઔષધીય, દવાઓ અને પશુ-ચિકિત્સાસંબંધી યૌગિક
3.	કાષ્ટ સંરક્ષાત્મક પદાર્થો
4.	જૈવનાશકો બાયોક્સાઇડ અને પાદપ ઔષધીય ઘટકો
5.	દ્રાવક રૂપે ઉપયોગી થઈ ગયેલ પદાર્થોના અવશિષ્ટ
6.	દ્રાવક રૂપે ઉપયોગ ન કરવામાં આવેલ હેલોજનીકૃત કાર્બનિક ઘટકો
7.	મૃદુલીકરણ (ટેંપરીંગ) ધરાવતું વલણ - જેમ કે સાઇનાઇડ
8.	ખનીજતેલ અને તૈલીય ઘટકો - જેમ કે કટીંગ અવપંક
9.	તેલ / પાણીના પાયસ, હાઇડ્રોકાર્બન / પાણીનું મિશ્રણ
10.	PCB અને / અથવા PCT વાળાં ઘટકો-જેમકે હાઇડ્રોક્રિક્સ
11.	પરિષ્કરણ, આસવન અને અગ્નિભંજક (પાયરોલેટિક) પ્રક્રિયા ઉત્પન્ન થતાં ગાઢાં દ્રવ્યો - જેમ કે તળિયે જમા-પદાર્થ
12.	શાહી, રંજક પિગમેન્ટ્સ, રંગો, લાખ, વાર્નિશ
13.	રાળ, લેટેક્સ, સુઘટ્યતાકારક, ગુંદર

14. શિક્ષણ-પ્રવૃત્તિઓ, અથવા સંશોધન અને વિકાસ-પ્રવૃત્તિઓ દરમિયાન પેદા થતાં રાસાયણિક ઘટકો, જેમની ઓળખ થઈ શકી નથી. અને / અથવા જે નવા પદાર્થ છે જેમની માનવ અને / અથવા પર્યાવરણ પર થતી અસરોની જાણકારી નથી. જેમ કે પ્રયોગશાળાઓના અવશિષ્ટ પદાર્થો — જોખમી રાસાયણિક અવશિષ્ટો

15. અગ્નિભંજક અને અન્ય વિસ્ફોટક સામગ્રી

16. ફોટોગ્રાફીક રાસાયણિક અને પ્રક્રિયાત્મક સામગ્રી

17. એવા પદાર્થો - જે પોલિક્લોરિનેટેડ ડાયબેંઝોફ્યુરા અથવા ઝેરી થઈ ગયા છે.

18. એવા પદાર્થો - જે પોલિક્લોરિનેટેડ ડાયબેંઝોફ્યુરાન અથવા સમજાતીય યૌગિક પદાર્થ દ્વારા સંદૂષિત થયા છે.

19. પ્રાણી અથવા વનસ્પતિ પદાર્થોથી બનેલા સાબુ, વસા અને મીણ

20. દ્રાવકના સંદર્ભમાં પ્રયોગ ન કરેલા બિન-હેલોજનીકૃત કાર્બનિક પદાર્થ

21. ધાતુરહિત અકાર્બનિક ઘટકો

22. રાખ અને / અથવા ભસ્મો

23. નદી વગેરેના તળથી નિષ્કર્ષણ પામેલી માટી, રેતી વગેરે

24. બિન-સાઇનાઇડ (મૃદુલીકારક ટેંપરીંગ) ક્ષાર

25. ધાતુચૂર્ણ

26. ઉપયોગ થઈ ગયેલ ઉત્પ્રેરક પદાર્થો

27. ધાતુઓ ધરાવતા તરત અથવા અવપંક

28. પ્રદૂષણ નિયંત્રણ પ્રવૃત્તિઓથી પ્રાપ્ત અવશિષ્ટ

29. અકાર્બનીકરણ અવશિષ્ટ

30. આયન-વિનિયોગ દરમિયાન પેદા થતા અવશિષ્ટો

31. ટેન્કો અને / અથવા ઉપકરણોની સફાઈથી નીકળતાં અવશિષ્ટો

32. જોખમી અને ઝેરી રસાયણોથી દૂષિત થઈ ગયેલા ડબ્બા

33. બેટરી તથા અન્ય વિદ્યુત સેલ

34. વનસ્પતિ તેલ, ઘરેલુ-અવશિષ્ટ (કચરો)

35. ઘરેલુ અવશિષ્ટમાંથી અલગ કરેલા એવા પદાર્થો જેમાં જોખમી લક્ષણો હોય - જેમ કે રેડિયોધર્મિતા

પરિશિષ્ટ II : ભારત સરકાર દ્વારા સ્વીકૃત જોખમી અવશિષ્ટ પદાર્થોના વિભિન્ન વર્ગ

અવશિષ્ટ પદાર્થોના વર્ગ	અવશિષ્ટના પ્રકાર	જોખમી પદાર્થોની કાયદા દ્વારા સ્વીકૃત અધિકતમ માત્રા
અવશિષ્ટ પદાર્થ વર્ગ - 1	સાઇનાઇડ અવશિષ્ટ	સાઇનાઇડની માત્રા 1 કિગ્રા. પ્રતિ વર્ષ
અવશિષ્ટ પદાર્થ વર્ગ - 2	ધાતુ ફીનીશીંગ અવશિષ્ટ	શુદ્ધ ધાતુના રૂપે સ્વીકૃત પદાર્થની માત્રા 18 કિગ્રા પ્રતિ વર્ષ
અવશિષ્ટ પદાર્થ વર્ગ - 3	સીસું, તાંબુ, જસત, ક્રોમિયમ, નિકલ, સેલેનિયમ, બેરિયમ અને એન્ટીમનીના પાણીમાં દ્રાવ્ય રાસાયણિક યૌગિકો ધરાવતા અવશિષ્ટો	શુદ્ધ ધાતુ રૂપે સ્વીકૃત ધાતુની માત્રા 10 કિગ્રા. પ્રતિવર્ષ

અવશિષ્ટ પદાર્થ વર્ગ - 4	પારો, આર્સેનિક, થેલિયમ અને કેડમિયમ ધારક અવશિષ્ટો	શુદ્ધ ધાતુના રૂપે સ્વીકૃત પદાર્થની માત્રા 5 કિગ્રા. પ્રતિ વર્ષ
અવશિષ્ટ પદાર્થ વર્ગ - 5	દ્રાવકો સહિત બિન-હેલોજનીકૃત હાઇડ્રોકાર્બન	બિન-હેલોજનીકૃત હાઇડ્રોકાર્બનની માત્રા 100 કિગ્રા. પ્રતિ વર્ષ
અવશિષ્ટ પદાર્થ વર્ગ - 6	દ્રાવકો સહિત હેલોજનીકૃત હાઇડ્રોકાર્બન	હેલોજનીકૃત હાઇકાર્બનની માત્રા 50 કિગ્રા. પ્રતિ વર્ષ
અવશિષ્ટ પદાર્થ વર્ગ - 7	રંગો, રંગ દ્રવ્યો, ગુંદર, વાર્નિશ અને મુદ્રણ કાર્યમાં વપરાતી શાહીના ઉત્પાદનમાં પેદા થતા અવશિષ્ટો	તેલ અથવા તૈલીય - પાયસના રૂપમાં અવશિષ્ટની માત્રા 250 કિગ્રા. પ્રતિ વર્ષ
અવશિષ્ટ પદાર્થ વર્ગ - 8	રંજકો તથા રંજકો સાથે જોડાયેલ માધ્યમિક પદાર્થ - જેમાં અકાર્બનિક યૌગિકો હોય.	અકાર્બનિક રસાયણોના રૂપે માત્રા 200 કિગ્રા. પ્રતિ વર્ષ
અવશિષ્ટ પદાર્થ વર્ગ - 9	રંજકો તથા રંજકો સાથે જોડાયેલ માધ્યમિક પદાર્થ-જેમાં કાર્બનિક યૌગિકો હોય.	કાર્બનિક રસાયણોના રૂપે માત્રા 50 કિગ્રા. પ્રતિ વર્ષ
અવશિષ્ટ પદાર્થ વર્ગ - 10	તેલ અને તૈલીય પાયસના રૂપે મળતા અવશિષ્ટો	તેલ અને તૈલીય પાયસના રૂપમાં માત્રા 1000 કિગ્રા. પ્રતિ વર્ષ
અવશિષ્ટ પદાર્થ વર્ગ - 11	પરિષ્કરણ દરમિયાન નીકળેલાં રાળ પ્રકારનાં અર્ધતરલ પદાર્થ પાયરોલિટિક પ્રક્રિયા દરમિયાન નીકળેલાં ડામર - અવશિષ્ટો	ડામરના રૂપમાં માત્રા 200 કિગ્રા. પ્રતિ વર્ષ
અવશિષ્ટ પદાર્થ વર્ગ - 12	ભારે ધાતુઓ, ઝેરી જીવાણુઓ, તેલ, પાયસ અને ઉપયોગ થઈ ચૂકેલ રસાયણો અને દાહનથી બચેલી ભસ્મથી લઈને દૂષિત જળને શુદ્ધ કર્યા પછી વધતો અવપંક	માત્રાની કોઈ સ્વીકૃતિ નથી.
અવશિષ્ટ પદાર્થ વર્ગ - 13	ફીનોલ	ફીનોલના રૂપમાં માત્રા 5 કિ.ગ્રા. પ્રતિ વર્ષ
અવશિષ્ટ પદાર્થ વર્ગ - 14	એસ્બેસ્ટોસ	એસ્બેસ્ટોસના રૂપે માત્રા 200 કિગ્રા. પ્રતિ વર્ષ
અવશિષ્ટ પદાર્થ વર્ગ - 15	કીટનાશકો તથા શાકનાશકોના ઉત્પાદનથી થતા અવશિષ્ટો તથા તેમના ઉત્પાદન-એકમોથી પ્રાપ્ત અવશિષ્ટો	કીટનાશક અને તેના માધ્યમિક પેદાશોના રૂપમાં માત્રા 5 કિગ્રા. પ્રતિ વર્ષ
અવશિષ્ટ પદાર્થ વર્ગ - 16	અમ્લ આલ્કલી અવશિષ્ટ	અમ્લ કે આલ્કલી ક્ષારના રૂપે માત્રા 200 કિગ્રા. પ્રતિ વર્ષ
અવશિષ્ટ પદાર્થ વર્ગ - 17	વિનિર્દેશન અને ત્યજી દીધેલી પેદાશોમાંથી	ગમે તેટલી માત્રા પ્રમાણ નક્કી નથી
અવશિષ્ટ પદાર્થ વર્ગ - 18	જોખમી અને ઝેરી રાસાયણિક રેડિયોધર્મી અવશિષ્ટ પદાર્થોના ફેંકી દીધેલા ડબ્બા	(માત્રાની કોઈ સ્વીકૃતિ નથી.) ગમે તેટલી માત્રા પ્રમાણ નક્કી નથી.

પારિભાષિક શબ્દ (Glossary)

અંતઃસ્રવણ :	ભૂમિ પરથી જળ-નીચેની તરફ ગતિ અંતઃસ્રવરણ અસરકારક રીતે નીચેની દિશામાં થાય છે.
અગ્નિભંજન (તકનીક) : ટૅકનિક	એવી (તકનીક) ટેકનીક જેમાં દ્રવ્યનું ઊંચા તાપમાને અપઘટન થાય છે.
અપક્ષય :	કોઈ ભૂમિખંડની હવા - અપક્ષેષણ, સજીવ કર્મક તથા રાસાયણિક ક્રિયાઓ દ્વારા અપક્ષયિત થવા માટેનો પ્રયોગ કરેલો એક શબ્દ આ પ્રક્રિયાનું એક મહત્ત્વપૂર્ણ લક્ષણ આ છે કે તે પાણીમાં ભૂ-ખંડને અસર કરે છે તથા તેનું સંરક્ષણ થવા દેતું નથી આ કારક તેને અપરદનથી સ્પષ્ટ રૂપે ભિન્ન પાડે છે.
અપસ્ફોટરોધી :	ઓછી માત્રામાં ગેસોલિનમાં ભેળવવામાં આવતો પદાર્થો (1 % થી ઓછો) જેનાથી વિસ્ફોટી દહન અટકી જાય છે (અપસ્ફોટન). તેમાં સારી રીતે ટેટ્રાએથિલ લેડ, $Pb.(C_2H_5)_4$ છે.
અનાચ્છાદન :	એવી પ્રક્રિયાઓના એકંદર યોગનો નિર્દેશ કરે છે જે સામાન્યતઃ ભૂમિ-તલને નીચે પાડે છે. એમાં અપક્ષય, સંચરણ તથા અપરદનનો સમાવેશ થાય છે.
અનુક્રમણ :	સમયની સાથે સમુદાય પરિવર્તનની પ્રક્રિયા
અવિલતા :	પાણીમાં વિલંબિત કણોને કારણે દશ્યતામાં ઘટાડાની સ્થિતિ
આકટેન સંખ્યા :	એવાં હલકાં મોટર-ઇંધણો (પેટ્રોલ)ની અપસ્ફોટનની માત્રાને નિર્દિષ્ટ કરનારી સંખ્યા, જેનો પ્રયોગ આંતરિક દહન-એંજીનમાં કરવામાં આવે છે. આને આઇસો આકટેન (આકટેન સંખ્યા 100) તથા n હેક્ટેન (આકટેન સંખ્યા શૂન્ય) જેને 100.0ના ગુણોત્તરના માનવ મિશ્રણના સંદર્ભમાં માપવામાં આવે છે.
આવરણ ફસલ :	એવી ફસલો, જે મુખ્યત્વે ભૂમિને ઢાંકવા તથા જળ અને હવા દ્વારા નિક્ષાલન કે અપરદનને કારણે થયેલ અભાવને ઓછો કરવા માટે ઉગાડવામાં આવે છે. આવી ફસલો મોટાભાગે કાપવામાં આવતી નથી.
ઇમ્લશન :	એક દ્રવ, જેમાં અન્ય દ્રવના સૂક્ષ્મ કણો નિલંબિત હોય - ઉદા. તરીકે - દૂધ પાણીમાં રહેલા કણોનું નિલંબન છે. ઇમ્લશન સાબુ-નિર્માણ, ખાદ્ય ઉદ્યોગ (માખણ તથા કૃત્રિમ માખણ), કુદરતી રબરની પ્રક્રિયાઓમાં વપરાતાં અનેક દ્રવસ્નેહકો, દવાઓ તથા રંગો વિગેરેના નિર્માણમાં એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા અદા કરે છે.
ઉત્પરિવર્તજન :	એવા પ્રકારના રાસાયણિક પદાર્થ અથવા ભૌતિક કર્મક (ઉદા. તરીકે પરમાણુ વિકિરણ) જે ઉત્તરાધિકારિક આનુવાંશિક પરિવર્તનની ક્ષમતા ધરાવે છે, - પદાર્થ અથવા કર્મક ઉત્પરિવર્તક કહેવાય છે. અનુવાંશિક પરિવર્તન ઉત્પરિવર્તન (mutation) કહેવાય છે. પરંતુ ઉત્પરિવર્તન કેન્સર અથવા જન્મજાત ક્ષતિઓને પણ (ઘણું કરીને) ઉત્પન્ન કરવા માટે સમર્થ છે. પરંતુ ઉત્પરિવર્તજનનો વિશેષ સંબંધ સંતતિ તથા ભાવિ પેઢીઓ પર થતી અસરને કારણે છે, કારણ કે બધા ઉત્પરિવર્તજન સ્પષ્ટ રૂપે કોઈ જાતિના જીવન પ્રત્યે હાનિકારક હોય છે.
કીલન :	માટી - ધોવાણથી બચવા માટે કૉન્ક્રિટની દીવાલનું નિર્માણ.
કંટૂર :	(1) ભૂ-પૃષ્ઠ પર એક કાલ્પનિક રેખા - જે સમાન ઊંચાઈ ધરાવતા બિંદુઓને જોડે છે (2) કોઈ નકશા પર દોરેલી રેખા - જે સમાન ઊંચાઈ ધરાવતા સ્થાનને પ્રદર્શિત કરે છે. નકશા પર કંટૂર રેખાઓની શ્રેણી ભૂમિના સ્થળાકૃતિને દર્શાવે છે.

કમ્પોસ્ટિંગ : કાર્બનિક અવશિષ્ટ વાહિતમલના જૈવિક અપઘટ્ટકરણ - જેમ અવશિષ્ટ હાનિરહિત થઈ જાય છે.

ગેલ્વનીકરણ : કોઈ ધાતુની વસ્તુ પર ગલિત ધાતુનો પ્રયોગ કરીને રક્ષાત્મક પડને નિક્ષેપિત કરવાની વિધિ.

પ્લાસ્ટિકારક : એક આબાષ્પશીલ કાર્બનીક દ્રાવક જેમાં (સુઘટ્યતાકારક) ભેળવવામાં આવેલ પદાર્થોની સાથે ઝેલ (gerl) બનાવે છે. આ બહુલક પદાર્થોના મૃદુકરણ તાપમાનને ઘટાડવામાં, તેના પ્રત્યાસ્થતા તથા વિખંડન વિરુદ્ધ પ્રતિશોધને વધારવા માટે પ્રયોગમાં લાવવામાં આવે છે. તેમનો મુખ્ય પ્રયોગ પ્લાસ્ટિક, રબર, સંશ્લેષણ-ચર્મ, લેકર તથા રંગ-નિર્માણમાં થાય છે. વધુને વધુ પ્રયોગ કરેલ પ્લાસ્ટિકારક પૈલિક અમ્લના એસ્ટર, ફોસ્ફોરિક અમ્લના એસ્ટર તથા વિભિન્ન તેલ છે.

વિદ્યુતલેપન : એવી પ્રક્રિયાઓનો એક સમૂહ - જેનો પ્રયોગ ધાતુની વસ્તુઓ ઉપર રક્ષાત્મક ધાતુનાં પડ ચઢાવવા માટે કરવામાં આવે છે. એવી કોઈ પણ ધાતુના ક્ષાર જલીય વિલયનમાં વિદ્યુત-અપઘટન દ્વારા કરવામાં આવે છે.

શ્વસનીશોથ : શ્વાસનળીની શાખાઓ (જે વાયુનળીનું કાર્ય કરે છે તથા જેને શ્વસનીશોથ કહે છે)માં સોજો.

સીડીદાર ખેતરો : સીડીના રૂપે કંટૂરની સાથે વિભિન્ન પ્લેટફોર્મ હોય છે. જે પહાડી-ઢાળમાં પિંડોની જેમ કપાયેલા હોય છે. આ પ્લેટફોર્મ નિયત અંતરો પર ઊર્ધ્વકાર/ઊભા ફલકો દ્વારા વિલગિત રહે છે તથા વનસ્પતિઓ કે પછી કોઈ-કોઈ બંધાયેલા પથ્થર - જે દીવાલથી લાગેલા રહે છે - ના દ્વારા સુરક્ષિત રહે છે.

પ્રાનુકૂલન (કંડીશનીંગ) : ઔદ્યોગિક અવશિષ્ટ, ધાતુમલનું કોઈ નિશ્ચિત સમય સુધી પ્રભાવન કરવું - ત્યાં સુધી કે ઔચ્છિક સ્થિરતા પ્રાપ્ત થતી નથી.

પરિરક્ષક : એવા પદાર્થો જે જીવાણુ ક્રિયા, વૃદ્ધિ કિણ્વન તથા અપઘટનને રોકે છે.

પેથોજેન રોગાણુ : વિશેષ રોગ ઉત્પન્ન કરનારા.

લેગૂન : ઔદ્યોગિક અવશિષ્ટ ધાતુમલના ભંડારણ માટે મોટું બાહ્ય બેસીન.

લેગૂનન : અનભિકૃત ઔદ્યોગિક અવશિષ્ટજળનું લેગૂનમાં ભંડારણ.

તાપ અપઘટન અથવા અગ્નિભંજન : જટિલ કાર્બનિક અણુઓનું ઊંચા તાપમાને સરળ અણુઓમાં તૂટવું. તાપ-અપઘટનમાં તાપમાન દ્વારા અપઘટન થાય છે, પરંતુ એમાં સંઘનન, સમાવયવીકરણ તથા અન્ય સમાન પ્રક્રિયાઓ પણ સામેલ છે. લગભગ 700° C. પર હવાની અનુપસ્થિતિમાં તથા પ્રાય: ઉત્પ્રેરકની ઉપસ્થિતિમાં પેટ્રોલનું પરિષ્કરણ. આ શબ્દને સાચી રીતે અભિવ્યક્ત કરે છે. પીટ તથા બિટ્યુમિનસ કોલસાના ભંજક આસવનમાં પણ તાપ અપઘટન થાય છે.

તાપીય પ્રદૂષણ : તાપમાનના વધારાથી પર્યાવરણના અવકર્ષ આવિષાક્ત રાસાયણિક ક્રિયાઓના ફલસ્વરૂપે તે મારવા, નુકસાન પહોંચાડવા તથા જીવાણુઓને કમજોર કરવા યોગ્ય હોય છે.

ટાર (ડામર) : કોલસો, લિગ્નાઇટ, લાકડું તથા શેલના ભંજક અસવનથી પ્રાપ્ત એક દ્રવ-ઉત્પાદન.

ધાતુ-ગતિશીલતા : દ્રાવ્ય ધાતુ અથવા લવણને માટીના પડોમાંથી અંત:સ્રવણ જળ દ્વારા નિષ્કર્ષણને નિર્દેશ કરતી પ્રક્રિયા ધાતુ ગતિશીલતા કહેવાય છે.

જૈવ-નિયંત્રણ : કોઈ પીડકના આવાસી-સ્થાનમાં ઉપર્યુક્ત પદાર્થોનો પ્રવેશ કરાવી તેની કમી અથવા નિયંત્રણ કરવું. ઉદા. તરીકે - છોડ ઘરને શ્વેત માખીઓ ગ્રાહરોડલના

નાના કેલ્સિડ ઇનકાર્સિયા દ્વારા થતું નિયંત્રણ. રોગાણુ, અન્ય એક પીડક છે. જેની ભમરો વસ્તીનિયંત્રણ માટે પરભક્ષીનો પ્રયોગ. **જોખમી રાસાયણિક અવશિષ્ટો**

જૈવઆવર્ધન : પોષણ-સ્તરમાં એક સ્તરથી બીજા સ્તરમાં જતાં થતાં પોષક સ્તરે પ્રાણીઓના શરીરમાં રસાયણોની સાંદ્રતામાં વૃદ્ધિ

નદી-નાળા : આંશિક રૂપે ઘેરાયેલી તટીય ખાડી જ્યાં તાજું પાણી તથા સમુદ્રી પાણી મળે છે તથા મિશ્ર થાય છે.

કેટલાંક ઉપયોગી પુસ્તકો :

(1) Brown, L. R. A. Durning C. Flavin, L. Heise, J. Jacobson, S. Postel, M. Renner, C. P. Shea and L. Stake, 1988, State of the world, 1989, W. W. Morton and Company, Inc. New York.

(2) Botkin D. B. M. F. Caswell, J. E. Estes and A. A. Orio, 1989 changing The Global Environment, perspectives on Human Involvement, Academic Press Inc. New York.

નોંધ

સરકારી મુદ્રણાલય, વડોદરા