

## અગનધરા

એપિસોડ-૩૭: ભારતમાં દરિયાઈ સપાટીમાં વધારો અને તેની અસરો

### પાત્ર

ડૉ.આકાશ: હવામાન શાસ્ત્રી, ઝ્લોબલ રીસર્ચ સેન્ટર

ડૉ.મૌસમી: ભૂગોળશાસ્ત્રી, હિન્દ મહાસાગર યુનિવર્સિટી, વેરાવળ

સરિતા: M.Sc. (ભૂગોળ) ની વિદ્યાર્થીની

સાગર: M.Sc. (ભૂગોળ) નો વિદ્યાર્થી

**પૃથ્વી:** હું છું પૃથ્વી. દરિયાકિનારા વિસ્તારમાં રહેનારા લોકો મારી પાસે આવ્યા હતા. તેઓની ફરિયાદ હતી કે ઝ્લોબલ વોર્મિંગના કારણે દરિયામાં પાણીની સપાટી ઉંચી આવવા માંડી છે. જેના કારણે અમારી જમીન ખારી થઈ ગઈ છે, અમારા રહેઠાણના પ્રશ્ન ઉભા થયા છે. અમારી જમીન દરિયામાં ગરકાવ થઈ ગઈ છે, એટલે અમે મૂંઝાયેલા છીએ કે શું કરવું? અને શું ના કરવું? તેથી તેમને યોગ્ય માર્ગદર્શન મળી રહે તે માટે હું તેમને વૈજ્ઞાનિકો પાસે લઈ ગઈ અને દરિયાની સપાટી વધવા વિષે વાત કરી. વૈજ્ઞાનિકોએ જણાવ્યું કે આ માટે ઝ્લોબલ વોર્મિંગની અસરના લીધે ઉદભવતી ત્રણ પરિસ્થિતિઓ કારણભૂત છે. અમે પૂછ્યું કે એ કારણભૂત પરિસ્થિતિઓ તો કહો, ત્યારે એ વૈજ્ઞાનિકોએ કહ્યું કે તમારું આ નાનું જૂથ એ ત્રણ કારણો જાણીને શું કરશે? તમે એ ત્રણ કારણો જાણ્યા પછી, માત્ર તમારા પ્રયત્નોથી જ હકારાત્મક પરિણામ નહિ આવે. તે માટે ઓછામાં ઓછા આખા રાજ્યે કે દેશે પ્રયત્ન કરવા પડે. એટલે ગુજરાત રાજ્યે દરિયાઈ સપાટીમાં વધારા માટેના કારણો જાણવા હોય તો ચાલો મારી સાથે વેરાવળમાં હિન્દ મહાસાગર યુનિવર્સિટીમાં ત્યાં આજે આ વિષય પર ચર્ચા થવાની છે.

**સાગર:** શું સરિતા તે તો મને દોડતો કરી દીધો.

**સરિતા:** જો સાગર, આ બાબતમાં હું તો ચિઠ્ઠીની ચાકર હતી. મૌસમી મેડમનો ફોન હતો કે તારે અને સાગરે ઉષ્મીય વિસ્તરણ સમજાવતા હોય તેવા બે-બે પ્રયોગો વિચારીને તે કેવી રીતે કરી શકાય તેવી સમજ સાથે આવતી કાલે વહેલા આવવાનું છે, જેથી આ પ્રયોગોની ચર્ચા કરી શકાય. બસ મેં તો તને આ સમાચાર પહોંચાડ્યા હતા. તેમાં મારો શું વાંક?

**સાગર:** સરિતા, તે તૈયારી કરી લીધી છે?

સરિતા: આજે મેડમને રીપોર્ટ કરવાનો હતો એટલે તૈયારી તો કરવી જ પડે ને ! શું તે કઈ પણ તૈયારી નથી કરી?

સાગર: મેં કહ્યું કે તે તો મને દોડતો કરી દીધો. તેના પરથી તને ખબર ના પડી કે મેં પણ થોડી-ઘણી તૈયારી કરી હશે !

સરિતા: સારું તો ચાલ સાગર હવે આપણે લેબમાં જઈએ, મૌસમી મેડમ રાહ જોતા હશે.

સાગર: ગુડ મોર્નિંગ, મેડમ.

સરિતા: ગુડ મોર્નિંગ, મેડમ.

ડૉ.મૌસમી: ગુડ મોર્નિંગ, સરિતા અને સાગર. તમે મારી સુચના મુજબ વહેલા આવ્યા તે સારું કર્ચુ કારણ કે આકાશ સર આવે તે પહેલા આપણું થોડું કામ પૂરું થઈ જાય. મેં ગઈકાલે તમને બંનેને ફોન એટલા માટે કર્યો હતો કે આપણી યુનિવર્સિટીની બાજુમાં એક સરકારી પ્રાથમિક શાળા આવેલી છે, તેમના વિજ્ઞાન શિક્ષકને અકસ્માત થયો છે, તેમને દોઢ મહિનાનો ખાટલો છે. હાલમાં બીજા શિક્ષક વધુ લોડ લઈને વિજ્ઞાન તો શીખવે છે, પણ તે શાળાના આચાર્ય મારી પાસે આવ્યા હતા અને કહ્યું હતું કે તમારા વિદ્યાર્થીઓ રોજ એક-એક કલાક વિજ્ઞાન શીખવવા આવે તો અમારા વિદ્યાર્થીઓને પુરતો ન્યાય મળે. મેં તેમને કહ્યું કે આ તો અમારી પડોશી સંસ્થા તરીકેની ફરજ છે. વળી, અમારા વિદ્યાર્થીઓને પણ એક નવો અનુભવ થશે. તેમણે મને કેટલાક વિષય મુદ્દાની યાદી આપી છે તેમાં 'ઉષ્મીય વિસ્તરણ'ને અગ્રીમતા આપવા જણાવ્યું હતું. તેથી મેં તમને 'ઉષ્મીય વિસ્તરણ' વિષય મુદ્દાની તૈયારી કરવા કહ્યું હતું.

સાગર: મેડમ અમે તમારી સુચના મુજબ તૈયારી કરી લીધી છે. વળી, મેડમ આ બધું તો અમે અમારા શાળાકીય શિક્ષણ દરમિયાન શીખેલું જ છે.

સરિતા: હા મેડમ, અમે તૈયારી કરી લીધી છે. બસ એકવાર આપણે ચર્ચા કરી લઈએ.

ડૉ.મૌસમી: તમારે આ વિષય મુદ્દે શીખવવા શાળામાં આવતી કાલે મંગળવારે જવાનું છે. એટલે તમે આજે તેની પૂર્વતૈયારીના ભાગરૂપ એકવાર અહીં રજૂઆત કરી દો. તમારે હાલ વિદ્યાર્થીઓને સમજાવતા હોય તેમ રજૂઆત કરવાની છે. જો તમે તૈયાર હોવ તો શરૂઆત કરી દો.

સાગર: આજે આપણે આપણી આસપાસના ઘન, પ્રવાહી અને વાયુ સ્વરૂપના પદાર્થો પર ગરમીની શી અસર થાય છે તે સમજીશું. આ માટે હું તમને એક પ્રયોગ કરીને બતાવું છું. આ પ્રયોગનું નામ છે ગોળા અને કડીનો પ્રયોગ. જુઓ આ એક ધાતુનો ગોળો છે અને આ તેના માપની કડી છે. તમે જોઈ શકો છો કે આ ગોળો કડીને સહેજ ઘસાઈને પસાર થઈ શકે છે. હવે આપણે આ ગોળાને ગરમ કરીએ, હવે ગોળો બરાબર ગરમ થઈ ગયો હોવાથી તેને ફરીથી અગાઉની જેમ

કડીમાંથી પસાર કરવાનો પ્રયત્ન કરીએ. તમે જોઈ શકો છો કે અગાઉ જે ગોળો કડીને ઘસાઈને પસાર થઈ શકતો હતો તે બિલકુલ પસાર થઈ શકે તેમ નથી. હવે ગોળાને સહેજ ઠંડો પડવા દઈએ. આ ઠંડા પડેલા ગોળાને ફરીથી કડીમાંથી પસાર કરતા તે કડીને ઘસાઈને પસાર થઈ શકે છે. વિચારીએ, આવું કેમ થયું? વિચાર કરતા જણાય છે કે ગોળાને ગરમી આપતા તેના કદમાં વધારો થયો હોવાથી તે કડીમાંથી પસાર થઈ શક્યો નહિ અને ગોળાને ઠંડો પાડતા તેના કદમાં ઘટાડો થઈ મૂળ કદમાં ફેરવાયો હોવાથી તે કડીમાંથી પસાર થઈ શક્યો હતો. આમ, ઘન પદાર્થ ગરમ થતા તેના કદમાં વધારો થાય છે.

**ડૉ.મૌસમી:** ખુબ સરસ, સાગર. જો તું આ રીતે આવતી કાલે બધા વિદ્યાર્થીઓને સમજાવીશ તો બધાને ચોક્કસ સરળતાથી સમજાઈ જશે તેવી મને ખાતરી છે. સરિતા, હવે તું તારી રજૂઆત કર.

**સરિતા:** વિદ્યાર્થી મિત્રો તમે રેલવે ટ્રેનમાં બેઠા જ હશો, વળી કેટલાક લોકોના નજીકમાં રેલવે પાટા હોય તો આવતા જતા તે પાટાનું અવલોકન કર્યું હોય તો ખ્યાલ હશે કે રેલવેના બે પાટા વચ્ચે સાંધો હોય ત્યાં થોડી જગ્યા રાખવામાં આવે છે, આજે આપણે તે વિચારવાનું છે કે આવું કેમ કરવામાં આવતું હશે? તો તેનો જવાબ એ છે કે ઉનાળામાં વાતાવરણનું તાપમાન વધુ હોય છે તેથી રેલવેના પાટાનું તાપમાન પણ વધે છે, હમણા જ સાગરભાઈએ જે પ્રયોગ કરી સમજાવ્યું તે મુજબ ઘન પદાર્થનું તાપમાન વધતા તેના કદમાં વધારો થાય છે, તેમ પાટાના કદમાં પણ થોડો વધારો થાય છે. જો આવી વખતે પાટાના સાંધા વચ્ચે જગ્યા ન હોય તો પાટાના કદમાં થયેલા વધારાના કારણે પાટા ઊંચા થઈ જાય અને જો તેના પરથી ટ્રેન પસાર થાય તો તે ઉથલી પડીને મોટો અકસ્માત થવાની સંભવાના રહે છે. આમ, આવા અકસ્માત ટાળવા રેલવેના બે પાટા વચ્ચે સાંધો હોય ત્યાં થોડી જગ્યા રાખવામાં આવે છે.

**ડૉ.મૌસમી:** સરિતા, તે તો 'ઉષ્મીય વિસ્તરણ'ને સુયોગ્ય એવું વ્યવહારિક ઉદાહરણ રજૂ કરીને તારી ચિંતન કરવાની વિશેષ ક્ષમતાનો ખ્યાલ આપ્યો છે. મને એ વાતનો આનંદ છે કે આવતી કાલે પ્રાથમિક શાળાના વિદ્યાર્થીઓને આવા વ્યવહારિક ઉદાહરણોથી તમારી સાથે ભણવામાં રસ જળવાઈ રહેશે.

**સાગર:** મૌસમી મેડમ, મેં આવું બીજું વ્યવહારિક ઉદાહરણ વિચારી રાખ્યું છે. તે રજૂ કરું છું. જે લોકો ગ્રામ્ય વિસ્તારમાં રહે છે તેઓએ જોયું હશે કે કેટલાક ગાડાને લાકડાના પૈડા હોય છે. લાકડાનું પૈડું ઝડપથી ઘસાઈ ના જાય તે માટે તેના જમીન સાથે સંપર્કમાં આવતા ભાગ પર લોખંડની પટ્ટી લગાડેલી હોય છે. લાકડાના પૈડાને આ લોખંડની પટ્ટી ખુબ જ કસોક્સ લગાવવી પડે છે નહિ તો તે ગમે ત્યારે લાકડાના પૈડાથી છૂટી પડી જવાની શક્યતા રહે છે. વિચારવાની વાત એ છે કે લાકડાના પૈડાને આ લોખંડની પટ્ટી ખુબ જ કસોક્સ કેવી રીતે લગાવતા હશે? તો તેનો જવાબ છે વિજ્ઞાનના સિદ્ધાંત 'ઉષ્મીય વિસ્તરણ' અને 'ઉષ્મીય સંકોચન'. લાકડાના

પૈડાને લગાવવાની થતી લોખંડની પટ્ટીનો અંદરનો વ્યાસ, લાકડાના પૈડાના બહારના વ્યાસ કરતા થોડો નાનો રાખવામાં આવે છે. હવે લોખંડની પટ્ટીને લાલચોળ ગરમ કરવામાં આવે છે તેથી ઉષ્મીય વિસ્તરણના સિદ્ધાંત પ્રમાણે તેનો વ્યાસ વધે છે જેથી લોખંડની પટ્ટી સહેલાઈથી લાકડાના પૈડા પર ચઢી જાય છે, ત્યારબાદ તેના પર ઠંડુ પાણી રેડવામાં આવે છે જેના કારણે ઉષ્મીય સંકોચન થઈ લોખંડની પટ્ટીનું કદ ઘટતા તે લાકડાના પૈડા સાથે બરાબર સજ્જડ રીતે બેસી જાય છે.

**ડૉ.મૌસમી:** ખુબ સરસ. તમે લોકો વિજ્ઞાનના સિદ્ધાંતને ખુબ સારી રીતે સમજ્યા છો અને સારી રીતે સમજાવી પણ શકો છો. આજની તમારી રજૂઆત મારી અપેક્ષા બહારની હતી. આપણે અત્યાર સુધી જે ઉદાહરણો આપ્યા તે ઘન પદાર્થના સંદર્ભના હતા. પણ આવી વાત પ્રવાહી અને વાયુ પદાર્થો માટે પણ કરવી જોઈએ.

**સરિતા:** હા મેડમ, તે સંદર્ભના નાના નાના પ્રયોગો અમે વિચાર્યા છે. મેં પ્રવાહી પદાર્થ માટે વિચાર્યું છે, જ્યારે સાગરે વાયુ પદાર્થ માટે વિચાર્યું છે.

**ડૉ.મૌસમી:** તો તો સરસ. હજુ આકાશ સરને આવવામાં થોડો સમય બાકી છે તો મને એમ થાય છે કે આ બે પ્રયોગોની ચર્ચા પણ કરી લઈએ જેથી કાલે સીધું શાળામાં જ જવાનું રહે.

**સરિતા:** પ્રવાહી માટે બહુ સાદા ઉદાહરણ છે, જેનો તમે રોજીંદા જીવનમાં અવાર-નવાર અનુભવ કરો છો. પાણીને કોઈ એક પાત્રમાં લઈને ગરમ કરીએ તો તેની સપાટી ઉંચી આવતી જણાય છે. આ ઉપરાંત, દૂધને જ્યારે ગરમ કરવામાં આવે છે ત્યારે તેની સપાટી પણ ઉંચી આવતી જણાય છે, આ જાત અનુભવો સૂચવે છે કે પ્રવાહી પદાર્થ ગરમ થતા તેના કદમાં વધારો થાય છે.

**સાગર:** હું તમને વાયુ પર ગરમીની અસર અંગેનો પ્રયોગ કરી બતાવું છું. આ કાચની ખાલી બાટલી છે. તેના મોં પર કુચ્છો લગાવ્યો છે. હવે આ બાટલીના નીચેના ભાગને ધીમે ધીમે ગરમ કરીએ. તમે જોઈ શકો છો કે બાટલીના મોં પાસે લગાવેલ કુચ્છો ધીમે ધીમે ફૂલવા માંડે છે. તમને પ્રશ્ન થશે કે આ કુચ્છામાં તો કોઈએ હવા ફૂંકી નથી તો તે ફૂલ્યો કેવી રીતે? તેનો જવાબ છે બાટલીમાં રહેલી હવા ગરમ થતા તેના કદમાં વધારો થાય છે તેથી બાટલીમાં પુરતી જગ્યા પ્રાપ્ત ન થતા હવા તેના મોં પર લગાવેલ કુચ્છામાં પ્રવેશે છે જેથી કુચ્છો ફૂલે છે. આમ વાયુ પદાર્થનું તાપમાન વધતા તેના કદમાં પણ વધારો થાય છે.

**ડૉ.મૌસમી:** આ સિવાય, ઉષ્મીય વિસ્તરણ સમજાવવા બીજા બે સાદા ઉદાહરણો આપી શકાય તેમ છે. પહેલું ઉદાહરણ જો ગેલ્વેનાઈઝની પાઈપ પર રબરની પાઈપ ચઢાવવી હોય ત્યારે જો રબરની પાઈપનો વ્યાસ અને ગેલ્વેનાઈઝની પાઈપનો વ્યાસ લગભગ સરખો હોય તો રબરની પાઈપના છેડાને સહેજ ગરમ કરવાથી તેનો વ્યાસ વધવાથી રબરની પાઈપને

સરળતાથી ગેલ્વેનાઈઝની પાઈપ પર ચઢાવી શકાય છે. અહીં પણ ઉષ્મીય વિસ્તરણ સિધ્ધાંત લાગુ પડ્યો તેમ કહી શકાય. બીજું ઉદાહરણ પ્રયોગશાળામાં રહેલી કાચની બોટલનું ઢાકણું ફીટ થઈ ગયું હોય ત્યારે બોટલના મોઢાને સહેજ ગરમ કરવાથી બોટલના મોઢાનો વ્યાસ વધે છે એટલે કે બોટલના મોઢા અને ઢાકણા વચ્ચે જગ્યા વધે છે જેથી ફીટ થયેલું ઢાકણું સરળતાથી ખુલી જાય છે. સાગર અને સરિતા મને એમ લાગે છે કે આપણે પાંચેક મિનીટનો બ્રેક લઈ લેવો જોઈએ.

**સાગર:** સરિતા, પાંચ મિનિટની બ્રેકમાં આપણે ક્યા બહાર જઈએ? એના કરતા અહીં રહીને, મેડમ અને સર આવે ત્યાં સુધી આપણે એક ગીત સાંભળી લઈએ.

**સરિતા:** સાગર તારો વિચાર બરાબર છે. આપણે ગીત જ સાંભળીએ, સાગર આજે પણ તું તારા મોબાઈલમાંથી એક સારું ગીત સંભળાવ.

(ગીત રજૂ કરવું)

**સરિતા:** સાગર સમયની મર્યાદા છે એટલે નહિ તો એમ થાય કે હજુ બીજું એક ગીત સાંભળી લઈએ.

**સાગર:** સરિતા, મેડમ અને સર આવી રહ્યા છે.

**સરિતા:** નમસ્તે આકાશ સર.

**સાગર:** નમસ્તે આકાશ સર.

**ડૉ.આકાશ:** મૌસમી મેડમ, તમે મને પૂછતા હતા ને કે વેરાવળ સુધીનો પ્રવાસ મને થકવી તો નથી દેતો ને? પણ તેનો જવાબ એ છે કે હું જ્યારે અહીં આવ્યા પછી આ સાગર અને સરિતાની વિષય શીખવાની તત્પરતા અને વિષયના ઊંડાણમાં પહોંચવાનો તેમનો રસ જોવું છું ત્યારે મને કોઈ યોગ્ય સ્થળે આવ્યાનો આનંદ થાય છે, જે મારા થાકને ઉતારી નાખે છે.

**ડૉ.મૌસમી:** તમારી વાત સાથે હું સંમત છું. સાગર અને સરિતા ખુબ જ મહેનતુ છે. આકાશ સર આજે આપણે 'ભારતમાં દરિયાઈ સપાટીમાં વધારો અને તેની અસરો' વિષય પર ચર્ચા કરવાની છે.

**ડૉ.આકાશ:** હાલના સમયમાં પર્યાવરણીય રોગોની યાદી બનાવીએ તો તેમાં ગ્લોબલ વોર્મિંગ, આબોહવા બદલાવ, ગ્રીનહાઉસ વાયુઓનું વધતું પ્રમાણ, પીગળતા ગ્લેશિયર્સ, અનિયમિત વરસાદ, કુદરતી આફતો જેવી કે વાવાઝોડું, ચક્રવાત, અતિવૃષ્ટિ, અનાવૃષ્ટિના વારંવાર હુમલા વગેરેનો સમાવેશ થાય છે. દરિયાઈ સપાટીમાં વધારો પણ પર્યાવરણમાં ખલેલ પહોંચાડતું હોવાથી વૈજ્ઞાનિકોના મતે તેને પણ પર્યાવરણીય રોગોના જુથમાં મુકવું જોઈએ. આમ 'દરિયાઈ સપાટીમાં વધારો અને તેની અસરો' એવા વિષયમુદ્દા પર ઊંડાણમાં ચર્ચા કરવી જરૂરી બને છે.

**ડૉ.મૌસમી:** સૌથી પહેલા આપણે 'દરિયાઈ સપાટીમાં વધારા' વિષયને વ્યાખ્યાયિત કરીએ તો દરિયામાં રહેલા પાણીનું સ્તર ઊંચું આવે તેને દરિયાઈ સપાટીમાં વધારો થયો એમ કહીએ છીએ. હવે, વિષયની શરૂઆતમાં પૃથ્વીનો વિચાર કરીએ તો આપણને એની સપાટી પર ભૂમિ પ્રદેશ કરતા પાણીનો પ્રદેશ વધુ જોવા મળશે. પાણીનો મોટાભાગનો વિસ્તાર મહાસાગરો અને સમુદ્રોનો બનેલો છે. તે પૃથ્વીની સપાટીનો 71% વિસ્તાર રોકે છે. જ્યારે તેના 29% વિસ્તારમાં જમીન આવેલી છે. પૃથ્વી પર પાણીપ્રદેશ એટલો વિશાળ છે કે એમાં ભૂમિખંડો ટાપુઓ જેવા લાગે છે. સમુદ્રશાસ્ત્રીઓએ પૃથ્વી પરની આ વિશાળ જળરાશીના ચાર મુખ્ય ભાગો પાડ્યા છે. પહેલો ભાગ પેસિફિક મહાસાગર, બીજો ભાગ એટલાન્ટિક મહાસાગર, ત્રીજો ભાગ હિન્દ મહાસાગર અને ચોથો ભાગ આર્કટીક મહાસાગર છે.

**સરિતા:** મને તો પહેલો પ્રશ્ન એ થાય છે કે આ દરિયાની સપાટી વધવાના કારણો શું હોઈ શકે?

**ડૉ.આકાશ:** સરિતા, હાલમાં સાબિત થઈ ચુક્યું છે કે ગ્રીનહાઉસ વાયુઓના વધારે પડતા ઉત્સર્જનને કારણે પૃથ્વીનું તાપમાન દિવસે દિવસે વધી રહ્યું છે. આમ, પૃથ્વીના વધતા તાપમાનના કારણે દરિયાના પાણીનું તાપમાન પણ વધે છે, જેને કારણે ઉષ્મીય વિસ્તરણ થઈ દરિયાના પાણીની સપાટી ઊંચી આવે છે.

**સાગર:** ઓ હો દરિયાની સપાટી વધવા માટે પણ ઉષ્મીય વિસ્તરણ જવાબદાર હોય છે! આકાશ સર તમે આવ્યા તે પહેલા અમે ઉષ્મીય વિસ્તરણ વિષે જ ચર્ચા કરતા હતા. આ ચર્ચામાં અમે શક્ય તેટલા વ્યવહારિક ઉદાહરણો સામેલ કરવાનો પ્રયત્ન કર્યો હતો.

**સરિતા:** આપણે ઉષ્મીય વિસ્તરણ માટેના વ્યવહારિક ઉદાહરણોની યાદીમાં દરિયાઈ સપાટી વધવાના ઉદાહરણને ઉમેરી દેવું જોઈએ.

**ડૉ.મૌસમી:** હા સાગર, સરિતાની વાત સાચી છે. આ ઉદાહરણ નોંધી લેવામાં આવે તો, આવતી કાલે શાળામાં જઈએ એટલે તેનો પણ ઉલ્લેખ થઈ શકે.

**ડૉ.આકાશ:** દરિયાની સપાટી વધવા માટેનું બીજું કારણ પૃથ્વીનું તાપમાન વધવાને કારણે હિમશીલાઓ પીગળવી તે છે.

**સરિતા:** આકાશ સર, આ વાત સહજ રીતે સમજાય તેવી રીતે છે. આપણે વ્યવહારમાં અનુભવીએ છીએ કે બરફના ટુકડાને ફીઝમાંથી કાઢ્યા પછી તે થોડી વાર બહાર ના બહાર જ રહી જાય તો તે પીગળી જાય છે અને પાણી બને છે. જો કોઈ જ્યુસ ભરેલા પ્યાલામાં બે -ત્રણ ટુકડા બરફના નાખવામાં આવે તો તે પીગળીને પ્યાલામાં જ્યુસની સપાટી વધારે છે.

**સાગર:** હા સરિતા, તું બરાબર કહે છે. આપણા પેલા શેરડીના રસવાળા મીઠાકાકા શેરડીનો રસ આપે ત્યારે અડધો ગ્લાસ બરફથી ભરી દે છે અને પછી અડધો ગ્લાસ જ રસ તેમાં ભરે છે. એટલે કે

અડધા ભરેલા શેરડીના રસમાં બરફ પીગળીને ઝલાસમાં ભરેલા શેરડીના રસની સપાટી વધારીને ઝલાસને પૂરો ભરી દે છે.

**ડૉ.આકાશ:** દરિયાની સપાટી વધવા માટેનું ત્રીજું કારણ નદીઓ સાથે ઢસડાઈ આવતો કાંપ દરિયાના તળિયે જમા થવો તે છે. આપણે જાણીએ છીએ કે નદીના પ્રવાહની સાથે રેતી, કાંપ, ખડકોના નાના ટુકડા વગેરે તણાઈ આવતા હોય છે જે દરિયાના તળિયે જમા થવાથી દરિયાની સપાટી ઉંચી આવે છે.

**સરિતા:** આકાશ સર, તમારી આ વાતથી મને મારા બાળપણની ચતુર કાગડાની વાર્તા યાદ આવી ગઈ.  
**સાગર:** સરિતા, કાગડાની ચતુરાઈની બે-ત્રણ વાર્તાઓ હતી, એમાંની તું કઈ વાર્તાની વાત કરે છે તેની સ્પષ્ટતા કર.

**સરિતા:** કુંજામાં રહેલા પાણીવાળી વાર્તાની વાત કરું છું. જેમાં કુંજામાં પાણી બહુ ઊંડે હતું. કાગડાભાઈને પાણીની તરસ લાગી હતી, પણ ચાંચ ડુબે તેમ હતી નહિ. તેથી તેણે ચતુરાઈ કરી કે પાણી ભરેલા કુંજામાં કાંકરા લાવીને નાંખ્યા જેથી પાણીની સપાટી ઉંચી આવી અને કાગડાભાઈ પાણી પી શક્યા.

**ડૉ.મૌસમી:** સરિતા અને સાગર. તમે જ્યારે આ વાર્તા સાંભળી હતી ત્યારે કાગડાની ચતુરાઈની વાત હતી, પરંતુ આજે એક વિષય શીખવા માટે તમે અહીં તેનું જોડાણ કરી તમારી ચતુરાઈના દર્શન કરાવ્યા છે.

**સાગર:** મેડમ, તમે અમારામાં ચતુરાઈના દર્શન કરીને તમારીના નમ્રતાના અને બીજાને પ્રોત્સાહિત કરવાના સ્વભાવના દર્શન કરાવ્યા છે.

**સરિતા:** મેડમ, સાગરની વાતને મારો ટેકો છે.

**ડૉ.મૌસમી:** થેંક યુ, થેંક યુ. સાગર અને સરિતા. હવે હું ઇન્ટરગવર્નમેન્ટલ પેનલ ઓન કલાઇમેટ ચેન્જ એટલે કે IPCCના છેલ્લા અનુમાનની વાત કરું તો તેના અનુમાન મુજબ હવે પછીના સો વર્ષોમાં સમુદ્રની સપાટી 18 થી 50 સેન્ટીમીટર ઉંચી આવવાની શક્યતા છે. ઘણા બધા ભારતીય વૈજ્ઞાનિકોએ પણ સમુદ્રની સપાટી કેટલી ઉંચી આવશે તે અંગેના અભ્યાસો હાથ ધરેલા હતા. પરંતુ તેઓમાં એકમત નીકળતો નથી.

**ડૉ.આકાશ:** વૈજ્ઞાનિકોએ એક એવી ધારણા દર્શાવી છે કે જો પશ્ચિમ એન્ટાર્કટીકાની હિમશીલાઓ પીગળે અને તુટવા માંડે તો સમુદ્રનું પાણી અઢીસો વર્ષમાં પાંચ મીટર જેટલું ઊંચું આવી જાય અને મોટી તબાહી મચાવી શકે.

**સાગર:** આકાશ સર, ભારતમાંના કે ગુજરાતમાંના દરિયાની આ અંગે શું સ્થિતિ છે?

**ડૉ.આકાશ:** એક અંદાજ મુજબ ભારતમાં કચ્છના અખાતમાં અને પશ્ચિમ બંગાળના દરિયાકિનારે

અરબીસમુદ્રની સપાટી સૌથી વધારે વધવાની સંભાવના છે. ગુજરાતના દરિયાકિનારાની ભૂસ્તરીય રચના સબમજર્સ પ્રકારની એટલે કે નીચાણવાળી છે. જેથી ગુજરાતમાં આ દરિયાની સપાટી ઉંચે આવવાથી ઘણી વિપરીત અસરો પહોંચી શકે છે, જેમ કે ઘણો બધો જમીનનો ભાગ દરિયામાં જતો રહેવાની સંભાવના છે. વિશેષમાં જણાવું તો માંડવીથી મુન્દ્રા ખાડી પાસે અને મહી, પૂર્ણા અને દમણગંગાના ડેલ્ટા વિસ્તારોમાં સમુદ્રના પાણી ઉપર આવ્યાના પુરાવાઓ પણ મળ્યા છે.

**ડૉ.મૌસમી:** બીજા રાજ્યોની સરખામણીમાં ગુજરાત રાજ્યનો સૌથી વધુ દરિયાકિનારાનો પ્રદેશ ડૂબી જવાની આશંકા છે. વૈજ્ઞાનિકોના અનુમાન મુજબ ગુજરાતની 181 હેક્ટર જમીન દરિયામાં ડૂબી જશે અને તેનાથી લગભગ ચાર લાખ એકતાલીસ હજાર (441000) જેટલા લોકોને સીધી અસર થશે.

**સરિતા:** મેડમ, તમે કહ્યું કે ચાર લાખ એકતાલીસ હજાર (441000) લોકોને સીધી અસર થશે, તો મેડમ અમારે તે અસરો વિષે જાણવું છે કે તે અસરો કેવી હશે?

**ડૉ.મૌસમી:** દરિયામાં પાણીની સપાટી ઉંચી આવવાથી દરિયાઈ વિસ્તારોમાં પૂર આવવાની શક્યતાઓ પણ વધી જશે. જેનાથી વેટલેન્ડના વિસ્તારો પણ પાણીમાં ડૂબી જશે, જેના કારણે જનજીવન અને વનસ્પતિનું વૈવિધ્ય છીનવાઈ જવાની શક્યતાઓ રહેલી છે. આ ઉપરાંત, દરિયાનું પાણી જે જમીનના સંપર્કમાં આવે છે તેની ખારાશ વધારી દે છે, જેથી આવી જમીન ખેતીલાયક રહેતી નથી.

**ડૉ.આકાશ:** સાગર અને સરિતા, આ કમ્પ્યુટર પર ઇન્ટરનેટ સુવિધા ઉપલબ્ધ છે, હવે તમે તેની મદદથી દરિયાઈ સપાટી વધી જવાથી શું શું અસર થાય છે? તે શોધો.

**સાગર:** આકાશ સર, અમારે અહિયાં ઇન્ટરનેટની સ્પીડ સારી છે, તમારા બોલતાની સાથે મેં કી વર્ડ નાખ્યો અને તરત જ કમ્પ્યુટરની સ્ક્રીન પર જવાબ તૈયાર છે. અહીં મુખ્ય પાંચ અસર બતાવી છે. દરિયાઈ સપાટી વધવાથી આપણા પીવાના પાણીના સ્ત્રોતો બિનપીવાલાયક બને છે તેમ દર્શાવ્યું છે. કારણ કે દરિયાનું પાણી નદી જેવા જળાશયોમાં ભળે છે અને તેના પાણીને બિનપીવાલાયક બનાવે છે તથા જમીનમાં ઉતરીને ભૂગર્ભજળને પણ ખાડું બનાવે છે. અહીં બીજી અસર તરીકે ખેતીને ખલેલ પહોંચાડે છે તેમ નોંધ્યું છે. આપણે સૌ જાણીએ છીએ તે મુજબ ખેતી એ વરસાદ પછી ભૂગર્ભજળ પર આધાર રાખવાનો હોય છે. આપણે પહેલી અસરમાં જાણ્યું તેમ દરિયાઈ સપાટી વધવાને કારણે ભૂગર્ભજળ ક્ષારવાળું બને છે, આવું ખાડું જળ ખેતીમાં પિયત માટે પણ બિનઉપયોગી બને છે. આમ, આવી સ્થિતિમાં ખેતી માટે પાણી ક્યાંથી લાવવું તે મોટો પ્રશ્ન બની જાય છે. સરિતા બાકીની અસરો વિષે તું જણાવ.

**સરિતા:** ત્રીજી અસરમાં એમ કહેવા માંગે છે કે દરિયાના આસપાસના વિસ્તારની વનસ્પતિસૃષ્ટિમાં



ફેરફાર થાય છે. દરિયાઈ સપાટીના વધારાના કારણે દરિયાકિનારાના આજુબાજુની જમીનનું બંધારણ બદલાય છે, જેને કારણે દરિયા કિનારે ઉગતી વનસ્પતિઓની કેટલીક જાતિઓને અનુકુલન ન સંધાતા તે નાશપ્રાય પણ બની શકે છે. ચોથી અસરમાં દરિયા કિનારે વસતા વન્યપ્રાણીઓના રહેઠાણ છીનવાઈ જવાની વાત છે. કેટલાક પક્ષીઓ અને દરિયાઈ કાચબા દરિયાકિનારે પોતાનું ઘર બનાવીને રહેતા હોય છે. પરંતુ દરિયામાં પાણીની સપાટી વધતા આવા પક્ષીઓ અને પ્રાણીઓના ઘર તણાઈ જાય છે, જેથી તેમને અન્ય સ્થાને વિસ્થાપન કરવું પડે છે અને પાંચમી અસરમાં દરિયા કિનારે વસતા લોકોને આર્થિક નુકશાન પણ પહોંચે છે, જેમ કે દરિયાકિનારે પર્યટન સ્થળ હોય તો તેને નુકશાન થાય છે, જો કોઈ સ્થાવર મિલકત કે કોઈ ઉદ્યોગ હોય તો તેને પણ નુકસાન થાય છે.

**ડૉ.આકાશ:** ભારતમાં દરિયાઈ સપાટીના વધારાની અસર કલકત્તા, મુંબઈ, સુરત અને ચેન્નાઈ એમ ચાર શહેરોને વધુ થવાની શક્યતાઓ રહેલી છે. ઓરિસ્સા અને પશ્ચિમ બંગાળમાં જો દરિયાના પાણી 1 મીટર ચઢે તો 17000 ચોરસ કિલોમીટર વિસ્તાર ડૂબી જાય અને 71 લાખ લોકોને તેની અસર થાય. હમણા 17 નવેમ્બર 2019ના રોજ સમાચાર પત્રમાં આવેલા સમાચારનું આ કટિંગ છે. તેમાં એક પ્રશ્નાર્થ વાક્ય છે અને તે એ છે કે "શું ભવિષ્યમાં ગુજરાતનો દરિયાકાંઠો ઘણો બધો અંદર આવીને મુંબઈની જેમ સુરત, ભાવનગર અને પોરબંદરને પણ ગળી ગયો હશે?" તેમાં લખાયેલું છે કે વર્ષ 1998માં ઈસરોમાં થયેલા સંશોધનનું તારણ કંઈક એવું હતું કે પોરબંદર અને ભાવનગર વિસ્તાર વર્ષ 2050ની આસપાસના સમયગાળામાં દરિયામાં ડૂબી શકે છે. ત્યારે આ વાત પર કોઈએ ગંભીરતા દાખવી ન્હોતી.

**ડૉ.મૌસમી:** પણ આકાશ સર હવે એમ ચાલે તેમ નથી, કારણ કે ગત ઓક્ટોબર માસના અંતમાં કલાઈમેટ સેન્ટ્રલ નામની અમેરિકી સંસ્થાએ સંશોધન કરી જાહેર કર્યું છે કે ગુજરાતમાં સુરત, મહારાષ્ટ્રમાં મુંબઈ, પશ્ચિમ બંગાળમાં કલકત્તા તથા તમિલનાડુમાં ચેન્નાઈ અને કેરળમાં સમગ્ર દરિયાકાંઠાના વિસ્તારો વર્ષ 2050ની આસપાસ ડૂબી જશે. અભ્યાસકર્તાઓએ તો આ ઘટના 2050ના બદલે 2040માં પણ થઈ શકે તેવી ભીતિ દાખવી છે કારણ કે આપણી ગતિવિધિઓ પરિસ્થિતિને સુધારવાના બદલે વધારે બગડી રહી છે. આ સમાચાર પણ 17 નવેમ્બર 2019ના દૈનિક સમાચારપત્રમાં આવેલા છે.

**સાગર:** આજની આ ચર્ચાના અંતે એટલી વાત પાકી થાય છે કે દેશના દરેક નાગરિકે કાર્બન ઉત્સર્જનમાં ઘટાડો કરવાનો પ્રયત્ન કરવો જોઈએ, જેથી ગ્લોબલ વોર્મિંગની અસર થોડી નિયંત્રિત થઈ શકે, બીજી બાજુ સરકારે દરિયાઈ સપાટીમાં વધારો થાય ત્યારે તેની નકારાત્મક અસરો તેની આસપાસની જીવસૃષ્ટિ પર ઓછામાં ઓછી થાય તેવા પ્રયત્નો કે પ્રોજેક્ટ હાથ ધરવા જોઈએ.

**સરિતા:** આજની આપણી આ ચર્ચામાં વિષય વસ્તુને વધુ રસપ્રદ બનાવવા માટે ડૉ.આકાશ સર અને

ડૉ.મૌસમી મેડમે કરેલા પ્રયત્નો બદલ હું તેમનો આપણા સૌ વતી આભાર માનું છું. સૌને જય વિજ્ઞાન, જય વિજ્ઞાન, જય વિજ્ઞાન.

\*\*\*\*\*