વોયેજર યાનને સૌરમંડળની સીમાએ 50,000 કેલ્વિનની "અદૃશ્ય દિવાલ" મળી!

સૌરમંડળની સીમાએ મળેલી આ 50,000 કેલ્વિનની "અદૃશ્ય દિવાલ" કોઈ ભયજનક અવરોધ નથી, પરંતુ જ્ઞાન તરફ ખુલતું એક દ્વાર છે. તે આપણને યાદ અપાવે છે કે બ્રહ્માંડ રહસ્યોથી ભરેલું છે અને માનવજાતની જિજ્ઞાસા તેને સમજવાની ક્ષમતા ધરાવે છે

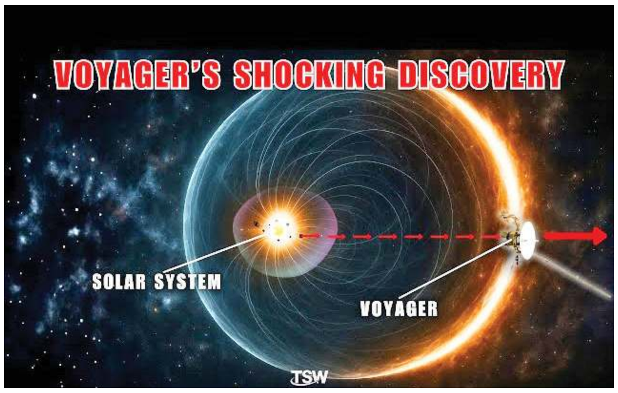
સાયન્સ એન્ડ નોલેજ

★ ધનંજય રાવલ

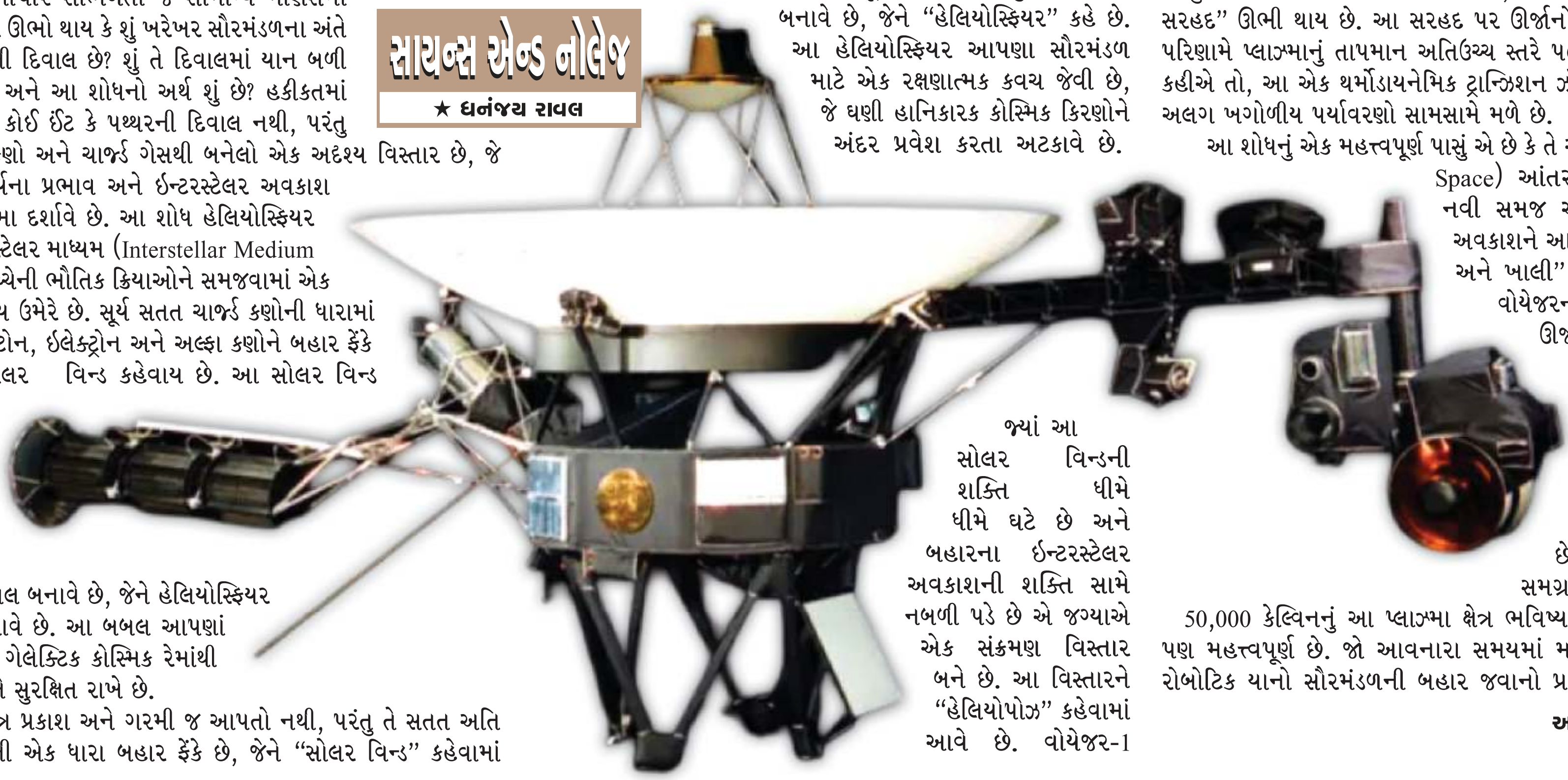
માનવ ઈતિહાસમાં બનાવેલા સૌથી લાંબા સમય સુધી કાર્યરત અને સૌથી દૂર પહોંચેલા યાનોમાં વોયેજર-1 અને વોયેજર-2નું નામ સોનાના અક્ષરે લખાયું છે. 1977માં લોન્ચ થયેલા આ યાનોને શરૂઆતમાં માત્ર ગુરુ અને શનિના અભ્યાસ માટે મોકલવામાં આવ્યા હતા, પરંતુ આજે લગભગ પાંચ દાયકાઓ પછી પણ તે આપણને બ્રહ્માંડના અતિ અજાણ્યા પ્રદેશમાંથી માહિતી મોકલી રહ્યા છે. તાજેતરમાં વોયેજર દ્વારા મળેલી એક વિસ્મયજનક શોધે વૈજ્ઞાનિક દુનિયામાં ખળભળાટ મચાવી દીધો છે. સૌરમંડળની સીમાએ લગભગ 50,000 કેલ્વિન તાપમાન ધરાવતી એક "પ્લાઝ્મા દિવાલ" અથવા "થર્મલ બેરિયર"નો અનુભવ થવો. તાજેતરમાં વોયેજર યાનો દ્વારા એક અત્યંત મહત્ત્વપૂર્ણ અવલોકન નોંધાયું છે. સૌરમંડળની સીમા નજીક લગભગ 30,000 થી 50,000 કેલ્વિન તાપમાન ધરાવતો એક ઊર્જાવાન પ્લાઝ્મા વિસ્તાર, જેને લોકપ્રિય રીતે "હોટ વોલ" અથવા "થર્મલ બેરિયર" તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

આ સમાચાર સાંભળતા જ સામાન્ય માણસના મનમાં પ્રશ્ન ઊભો થાય કે શું ખરેખર સૌરમંડળના અંતે કોઈ આગની દિવાલ છે? શું તે દિવાલમાં યાન બળી નહીં જાય? અને આ શોધનો અર્થ શું છે? હકીકતમાં આ દિવાલ કોઈ ઈંટ કે પથ્થરની દિવાલ નથી, પરંતુ ઊર્જાવાન કણો અને ચાર્જ્ડ ગેસથી બનેલો એક અદૃશ્ય વિસ્તાર છે, જે આપણાં સૂર્યના પ્રભાવ અને ઈન્ટરસ્ટેલર અવકાશ વચ્ચેની સીમા દર્શાવે છે. આ શોધ હેલિયોસ્ફિયર અને ઈન્ટરસ્ટેલર માધ્યમ (Interstellar Medium - ISM) વચ્ચેની ભૌતિક ક્રિયાઓને સમજવામાં એક નવો અધ્યાય ઉમેરે છે. સૂર્ય સતત ચાર્જ્ડ કણોની ધારામાં મુખ્યત્વે પ્રોટોન, ઈલેક્ટ્રોન અને અલ્ફા કણોને બહાર ફેંકે છે, જેને સોલર વિન્ડ કહેવાય છે. આ સોલર વિન્ડ સૂર્યના ચુંબકીય ક્ષેત્ર સાથે મળીને એક વિશાળ બબલ બનાવે છે, જેને હેલિયોસ્ફિયર કહેવામાં આવે છે. આ બબલ આપણાં સૌરમંડળને ગેલેક્ટિક કોસ્મિક રેમાંથી આંશિક રીતે સુરક્ષિત રાખે છે.

સૂર્ય માત્ર પ્રકાશ અને ગરમી જ આપતો નથી, પરંતુ તે સતત અતિ સૂક્ષ્મ કણોની એક ધારા બહાર ફેંકે છે, જેને "સોલર વિન્ડ" કહેવામાં



આવે છે. આ સોલર વિન્ડ પ્રકાશની ગતિથી ઓછી, પરંતુ પ્રતિ સેકન્ડે સેકડો કિલોમીટરની ઝડપે સમગ્ર સૌરમંડળમાં ફેલાય છે. આ પવન સાથે મળીને સૂર્ય એક વિશાળ ચુંબકીય બબલ બનાવે છે, જેને "હેલિયોસ્ફિયર" કહે છે. આ હેલિયોસ્ફિયર આપણા સૌરમંડળ માટે એક રક્ષણાત્મક કવચ જેવી છે, જે ઘણી હાનિકારક કોસ્મિક કિરણોને અંદર પ્રવેશ કરતા અટકાવે છે.



જ્યાં આ સોલર વિન્ડની શક્તિ ધીમે ધીમે ઘટે છે અને બહારના ઈન્ટરસ્ટેલર અવકાશની શક્તિ સામે નબળી પડે છે એ જગ્યાએ એક સંક્રમણ વિસ્તાર બને છે. આ વિસ્તારને "હેલિયોપોઝ" કહેવામાં આવે છે. વોયેજર-1 એ 2012માં આ હેલિયોપોઝને પાર કરીને સત્તાવાર રીતે આંતરતારક અવકાશ એટલે કે ઈન્ટરસ્ટેલર સ્પેસમાં પ્રવેશ કર્યો હતો. પરંતુ તે પહેલાં અને તે પછી મળેલી માહિતી આજે પણ નવી નવી સમજણ આપે છે. જ્યારે સોલર વિન્ડની ડાયનામિક પ્રેશર ઈન્ટરસ્ટેલર માધ્યમના દબાણ સામે સમતોલ થવા લાગે છે, ત્યારે એક સંક્રમણ ક્ષેત્ર બને છે. આ ક્ષેત્રને હેલિયોપોઝ કહેવામાં આવે છે. વોયેજર-1 એ 2012માં અને વોયેજર-2 એ 2018માં આ હેલિયોપોઝને પાર કર્યો હતો. પરંતુ પાર કરવાના પૂર્વે અને પછીના ડેટાએ દર્શાવ્યું કે આ સરહદ કોઈ તીક્ષ્ણ સીમા નથી, પરંતુ એક વિસ્તૃત, અસમાન અને ઊર્જાવાન પ્લાઝ્મા ઝોન છે.

વોયેજર યાન પર લગાવવામાં આવેલા પ્લાઝ્મા વેવ ડિટેક્ટર અને પાર્ટિકલ સેન્સરોએ નોંધ્યું કે આ સીમા નજીક પ્લાઝ્મા અત્યંત ગરમ છે. તે આશરે 30,000 થી 50,000 કેલ્વિનની છે. અહીં ધ્યાન રાખવું જરૂરી છે કે અવકાશ ખાલી લાગે છે, પરંતુ વાસ્તવમાં તે સંપૂર્ણ ખાલી નથી. તેમાં અતિ સૂક્ષ્મ ગેસ, આયન અને ઈલેક્ટ્રોન હોય છે. જ્યારે વૈજ્ઞાનિકો 50,000 કેલ્વિન કહે છે, ત્યારે તેનો અર્થ એ નથી કે ત્યાં આગ સળગી રહી છે, પરંતુ આ કણોની સરેરાશ ઊર્જા એટલી ઊંચી છે. આ "ગરમ દિવાલ"ની સૌથી રસપ્રદ વાત એ છે કે તેની ઘનતા અત્યંત ઓછી છે. જો માનવી ત્યાં પહોંચી જાય (જે હાલ અશક્ય છે) તો તેને ગરમી અનુભવાશે નહીં, કારણ કે ત્યાં ગરમી પહોંચાડવા જેટલા કણો જ નથી. ધરતી પર 100 ડિગ્રી સેલ્સિયસ પાણી ઉકળે છે કારણ કે ત્યાં અણુઓની ઘનતા વધારે છે. જ્યારે અહીં હજારો કેલ્વિન હોવા છતાં, કણો એટલા છૂટા છે કે ગરમીનો અનુભવ થતો નથી. આ વિચાર સામાન્ય સમજણને પડકાર આપે છે. વોયેજર પર લાગેલા Plasma Wave Subsystem (PWS) અને Low Energy Charged Particle (LECP) ઈન્સ્ટ્રુમેન્ટ્સ દ્વારા નોંધાયું કે હેલિયોપોઝ નજીક પ્લાઝ્માની થર્મલ ઊર્જા અચાનક વધી જાય છે. આ તાપમાન ધરતી પરની પરંપરાગત "ગરમી" જેવી લાગતી નથી, કારણ કે અહીં ઘનતા અત્યંત ઓછી છે. પ્રતિ ઘન સેન્ટિમીટરમાં માત્ર થોડા જ કણો. અહીં "તાપમાન"નો અર્થ કણોની સરેરાશ કાઈનેટિક ઊર્જા છે, ન કે સંવેદનાત્મક ગરમી. વૈજ્ઞાનિકો માને છે કે આ ઊંચું તાપમાન સોલર વિન્ડ અને (interstellar medium) આંતરતારક માધ્યમ વચ્ચે થતી અથડામણ અને શોક વેવ્સના કારણે ઉત્પન્ન થાય છે. જેમ નદીનો પ્રવાહ અચાનક અવરોધ સાથે અથડાય ત્યારે ફીણ અને ધુમ્મસ બને છે, તેમ અહીં ઊર્જાવાન કણો એકબીજા સાથે ક્રિયા કરે છે. આ પ્રક્રિયા આપણને એ સમજવામાં મદદ કરે છે કે સૂર્ય માત્ર પ્રકાશ આપતો તારો નથી, પરંતુ તે આખા સૌરમંડળને આકાર આપનાર એક સક્રિય ઊર્જા કેન્દ્ર છે. સૂર્યમાંથી નીકળતી સોલર વિન્ડ જ્યારે આંતરતારક અવકાશના ઠંડા પરંતુ ઊર્જાવાન માધ્યમ સાથે અથડાય છે, ત્યારે એક પ્રકારની "કૉસ્મિક સરહદ" ઊભી થાય છે. આ સરહદ પર ઊર્જાનો સંગ્રહ થાય છે, જેના પરિણામે પ્લાઝ્માનું તાપમાન અતિઉચ્ચ સ્તરે પહોંચે છે. વૈજ્ઞાનિક રીતે કહીએ તો, આ એક થર્મોડાયનેમિક ટ્રાન્ઝિશન ઝોન છે, જ્યાં બે અલગ અલગ ખગોળીય પર્યાવરણો સામસામે મળે છે.

આ શોધનું એક મહત્ત્વપૂર્ણ પાસું એ છે કે તે આપણને (Interstellar Space) આંતરતારક અવકાશ વિશે નવી સમજ આપે છે. આંતરતારક અવકાશને આપણે સામાન્ય રીતે "ઠંડું અને ખાલી" માનીએ છીએ, પરંતુ વોયેજરના ડેટા બતાવે છે કે ત્યાં ઊર્જાવાન પ્રક્રિયાઓ સતત ચાલે છે. આ વિસ્તાર આપણાં ગેલેક્સી મિલ્કી વેના વિશાળ વાતાવરણનો એક નાનો ભાગ છે, જ્યાં તારાઓ જન્મે છે, મરે છે અને તેમના અવશેષો સમગ્ર અવકાશમાં ફેલાય છે.

50,000 કેલ્વિનનું આ પ્લાઝ્મા ક્ષેત્ર ભવિષ્યના અવકાશયાનો માટે પણ મહત્ત્વપૂર્ણ છે. જો આવનારા સમયમાં માનવ અથવા અદ્યતન રોબોટિક યાનો સૌરમંડળની બહાર જવાનો પ્રયાસ કરશે, તો તેમને

અનુસંધાન પાના 10....