ચંદ્રની સફરે (ચંદ્રયાન)

વિઠ્ઠલભાઈ અં. પટેલ

પ્રસ્તાવના

જૂના જમાનામાં પૃથ્વી ઉપરના જુદાજુદા ભાગોના નકશાઓ તૈયાર કરવામાં ઘણા બધાએ ખૂબ જ મહેનત કરી છે. પૃથ્વીનું કામ પૂરું થતાં માનવજાતને પૃથ્વીની નજીકના ઉપગ્રહ ચંદ્ર વિશે જાણવાની ઇંતેજારી થઈ. સાથેસાથે ચંદ્ર ઉપર મોકલવા માટે જરૂરી ટેક્નૉલૉજીની શોધો થઈ અને થયે જાય છે. સૌથી પહેલો સ્પુટનિક આકાશમાં રશિયાએ ઑક્ટોબર ૪, ૧૯૫૭માં અવકાશમાં મૂકેલો. આ પછી તો રશિયા, અમેરિકા અને ચીને ચંદ્ર ઉપર માનવો મોકલીને ચંદ્રનો બને તેટલો અભ્યાસ કર્યો છે, છતાંયે ઘણું બધું બાકી છે. ૧૯૯૯ની ઇન્ડિયન સાયંસની (Indian Science) સભામાં ચંદ્રના અભ્યાસના વિચારનો મુદ્દો ચર્ચાયો. ઇન્ડિયન એસ્ટ્રોનોમિકલ સોસાયટીએ (Indian Astronomical Society) ૨૦૦૦માં આ વિચારને આગળ ધપાવ્યો. આ પછી તુરત જ ઇન્ડિયન સ્પેસ રિસર્ચ ઑર્ગેનિશને (Indian Space Research Organi sation, ISRO) નૅશનલ લુનર મિશન ટાસ્ક ફોર્સની સ્થાપના કરી. ઇન્ડિયન સ્પેસ રિસર્ચ ઑર્ગેનિશન ટૂંકમાં ઈસરો તરીકે ઓળખાય છે. નૅશનલ લુનર મિશન ટાસ્ક ફોર્સે (National Lunar Misson Task Force) અભ્યાસ કરીને જણાવ્યું કે ઈસરો પાસે ચંદ્ર ઉપર તપાસ કરવા મોકલી શકાય તેવાં જરૂરી સાધનો બનાવી શકે તેવો સ્ટાફ હોઈને ચંદ્ર ઉપર અભ્યાસ કરવાના (પ્રોબ) પ્રોજેક્ટને લીલી ઝંડી આપી. આથી એપ્રિલ, ૨૦૦૩માં ભારતનાં જુદાં જુદાં ક્ષેત્રોના (જેવા કે પ્લેનેટરી અને સ્પેસ, અર્થ સાયંસ, ભૌતિકશાસ્ત્ર, રસાયણશાસ્ત્ર, ખગોળશાસ્ત્ર, એન્જિનિયરિંગ અને કૉમ્યુનિકેશન વગેરે) ૧૦૦ પ્રખર વૈજ્ઞાનિકોએ આ પ્રોજેક્ટની બરાબર ચર્ચા કરીને નૅશનલ લુનર મિશન ટાસ્ક ફોર્સની ભલામણને ટેકો આપ્યો જે ચંદ્રનો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કરવાના ચંદ્ર ઉપર પ્રોબ (Probe) મોકલવાનો હતો. છ મહિના પછી એટલે કે નવેમ્બરમાં ભારત સરકારે પણ ટેકો આપ્યો.

આપણા વડાપ્રધાન અટલ બિહારી વાજપાઈએ સ્વાતંત્ર્યદિન ૧૫ ઑગસ્ટ, ૨૦૦૩ના રોજ ચંદ્ર ઉપર ચંદ્રયાન-૧ને (Chandrayan) મોકલવાના પ્રોજેક્ટની જાહેરાત કરી.

ચંદ્રયાન-૧ (Chandrayan-1)

પૃથ્વી અને ચંદ્ર વચ્ચેનું અંતર ૩૮૪, ૪૦૦ કિલોમીટર (૨૪૦,૦૦૦ માઈલ) છે. અવકાશયાનને પૃથ્વીથી ચંદ્ર ઉપર જતાં લગભગ ત્રણ દિવસ થાય છે, જોકે કયા રસ્તે અવકાશયાન જાય છે તેના ઉપર પણ આધાર રાખે. આશરે કલાકના ૧૦૦ કિલોમીટરની ઝડપે મોટર જતી હોય તો ૩૮૪૪ કલાક જોઈએ એટલે કે જો રાતદિવસ ચલાવતા હોઈએ તો ૧૬૧ દિવસ થાય.

ચંદ્રયાન-૧ને ૨૨ ઑક્ટોબર, ૨૦૦૪માં સતીશ ધવન સ્પેસ સેન્ટર, શ્રીહરિકોટા, આંધ્રપ્રદેશથી ભારતીય લૉન્ચ વેહિકલ PSLV-C11ની મદદથી અવકાશમાં મોકલવામાં આવ્યું. ચંદ્રયાન-૧ ઉપર ભાતભાતના કામ માટે ૧૧ વૈજ્ઞાનિક સાધનો હતાં. આ અગિયારમાંથી પાંચ ભારતમાં બનાવેલાં હતાં, જ્યારે બાકીનાં છ અન્ય દેશોમાં બનાવેલાં હતાં. ચંદ્રની આબોહવા, ચંદ્રની ધરતીમાં રહેલાં રસાયણિક તત્ત્વો વગેરેની જાણકારી મેળવવા માટે આઠ જ વૈજ્ઞાનિક સાધનો હતાં.

ચંદ્રની ધરતી સાથે જ્યારે ભારે અને મોટાં સાધનો અથડાય તે સમયે બધાની પરિસ્થિતિ કેવી થાય છે તેની માહિતી મેળવવા માટે ઇમ્પેક્ટ પ્રોબ (Impact Probe) પણ મોકલવામાં આવેલો. ૧૪ નવેમ્બર, ૨૦૦૮ના રોજ

છૂટો પડીને ચંદ્રના દક્ષિણ ધ્રુવની આસપાસની ચંદ્રની સપાટીને અથડાય છે અને ત્યાં ચંદ્રની સપાટી ઉપર પાણીના કણો છે તે પાકું કરે છે. ૨૮ ઑગસ્ટ, ૨૦૦૯ના રોજ ચંદ્રયાન-૧નો અંત આવ્યો.

ચંદ્ર ઉપર પાણી છે કે નહિ તેનો જવાબ ચંદ્રયાન-૧ આપી શક્યું તે માટે તેને દરેકે યાદ કરવાનું રહેશે. આ ઉપરાંત ચંદ્રના ઉત્તર ધ્રુવ પર થીજેલું પાણી (Water Ice) છે તે પણ ચંદ્રયાન-૧એ બતાવ્યું. આ ઉપરાંત ચંદ્રની સપાટીની નીચે મેગ્નેશિયમ, એલ્યુમિનિયમ અને સીલીકોન પણ છે તે ચંદ્રયાન-૧ એ શોધી બતાવ્યું છે. આખાયે ચંદ્રના લગભગ ઘણાય ફોટાઓ ચંદ્રયાન-૧એ લીધા છે. આથી ચંદ્રયાન-૧નો અંદાજે ખર્ચ રૂ. ૩૬૦ કરોડ (US $ 56 million) યોગ્ય રીતે વપરાયા ગણી શકાય.

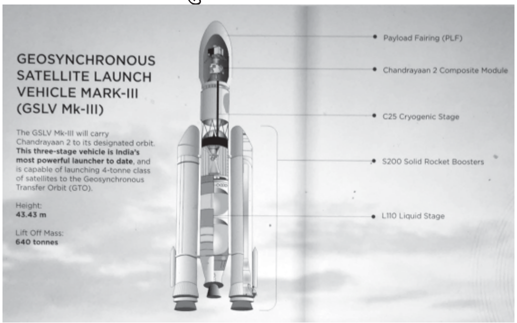
ચંદ્રયાન-૨

૧૨ નવેમ્બર, ૨૦૦૭ના રોજ રશિયન ફેડરલ સ્પેસ એજન્સી (Roscosmos) અને ઈસરો (ISRO)ના પ્રતિનિધિઓએ કરારપત્ર ઉપર સહીઓ કરી. આ કરાર પ્રમાણે બંને એજન્સીઓ સાથે મળીને ચંદ્રયાન-૨ના પ્રોજેક્ટ ઉપર કામ કરશે. ઈસરોની જવાબદારી ચંદ્રની ધરતી ઉપર ભટકનાર રોવર (Rover) અને ચંદ્રની આસપાસ ભ્રમણ કરનાર ઑર્બિટરની (Orbiter) હતી, જ્યારે રોસકોસમોસની જવાબદારી ઊતરનારની લેન્ડરની (Lander) હતી. ૧૮ સપ્ટેમ્બર, ૨૦૦૮માં ભારતના વડાપ્રધાન મનમોહનના પ્રમુખ સ્થાને મળેલા પ્રધાનમંડળે આના લગતો ઠરાવ પસાર કરેલો. આ ચંદ્રયાન-૨ની રૂપરેખા (Design) ઑગસ્ટ ૨૦૦૯માં પૂરી થઈ. ૨૦૧૫માં રોસકોસમોસે તેના ભાગનું કામ કરવાની અશક્તિ દર્શાવી. આથી ઈસરોએ કોઈનીયે મદદ વગર પોતે જ આ કામ પૂરું કરવાનો નિર્ણય કર્યો. આમાં ચંદ્રની આસપાસ ભ્રમણ કરતી યાન, ચંદ્ર ઉપર ઊતરનાર લેન્ડર અને ચંદ્રની ધરતી પર ભટકનાર રોવરનો સમાવેશ થાય છે.

હેતુઓ

ચંદ્રાયન-૨નો આશય ચંદ્રની સપાટી ઉપર દક્ષિણ ધ્રુવના નજીકના ભાગમાં સૌમ્ય રીતે વિક્રમ લેન્ડર ઉતારી શકાય છે અને રોબોટિક ભટકનાર પ્રજ્ઞાન ચંદ્રની સપાટી ઉપર સરળતાથી ફેરવી શકાય છે તે જોવાનો છે. અત્યારસુધી ચંદ્રના દક્ષિણધ્રુવના વિસ્તારમાં કોઈ ગયું નથી, આપણે પહેલા છીએ. ચંદ્રની ભ્રમણકક્ષામાં ફરતું યાન ચંદ્રની સપાટીના ફોટાઓ લેશે અને 3Dના ફોટાઓ નક્કી કરવામાં મદદરૂપ થશે. આ ઉપરાંત ચંદ્રનું વાતાવરણ, ચંદ્રની જમીનમાં રહેલાં તત્ત્વો, ખનીજો મેળવવામાં મદદરૂપ થશે. આ ઉપરાંત ચંદ્રયાન-૧માં મેળવેલી પાણીની માહિતી અને ઉત્તરધ્રુવ પર રહેલા થીજેલા પાણીની (Iced Water) ઊંડાણથી તપાસ કરવાની રહેશે.

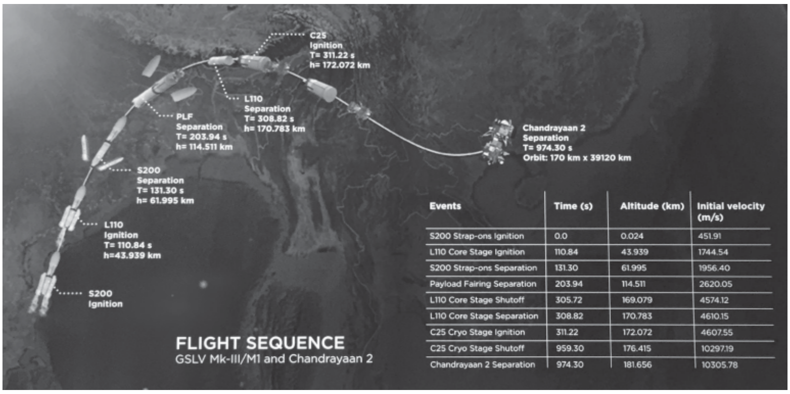
ઘણાં ભાતભાતનાં કારણોને લીધે ચંદ્રયાન-૨નું ચંદ્ર ઉપર મોકલવાનું લંબાવે રાખતા.



આકૃતિ૧

ભ્રમણકક્ષામાં મૂકનાર શક્તિશાળી લૉન્ચર (Launchar)

૨૨ જુલાઈ, ૨૦૧૯ના રોજ જીઓસીન્ક્રોનસ સેટેલાઈટ લૉન્ચ વેહિકલ માર્ક-III (Geosynchronous Satellite Launch Vehicle Mark-III, GSLV Mk-III) જે આકૃતિ ૧માં આપ્યું છે તેનાથી ચંદ્રયાન-૨ને પૃથ્વીની ભ્રમણકક્ષામાં મૂકવામાં આવ્યું. આની ઊંચાઈ ૪૩.૪૩ મીટર અને વજન ૬૪૦ ટન હતું. આ સતીશ ધવન સ્પેસ સેન્ટર, શ્રીહરિકોટ, આંધ્રપ્રદેશથી અવકાશમાં મોકલ્યું. આ લૉન્ચર આજ સુધીનું ભારતનું ત્રણ તબક્કાનું શક્તિશાળી લૉન્ચર છે. આકૃતિ ૨માં GSLV Mk-IIIનો રસ્તો બતાવ્યો છે અને ક્યારે બધા ભાગો છૂટા પડે છે તે બતાવ્યું છે.

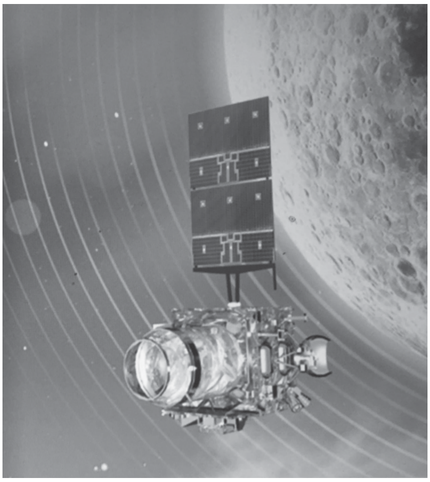


Events	Time (s)	Altitude (km)	Initial velocity (m/s)
S200 Strap-ons Ignition	0.0	0.024	451.91
L110 Core Stage Ignition	110.84	43.939	1744.54
S200 Strap-ons Separation	131.30	61.995	1956.40
Payload Fairing Separation	203.94	114.511	2620.05
L110 Core Stage Shutoff	305.72	169.079	4574.12
L110 Core Stage Separation	308.82	170.783	4610.15
C25 Cryo Stage Ignition	311.22	172.072	4607.55
C25 Cryo Stage Shutoff	959.30	176.415	10297.19
Chandrayaan 2 Separation	974.30	181.656	10305.78

આકૃતિ૨

ભ્રમણકક્ષામાં ફરતું યાન (Orbiter)

હાલમાં આ યાન યંત્રની આસપાસ ફરે છે જે આકૃતિ ૩માં બતાવ્યું છે. આ ચંદ્રની ઉપર સો કિલોમીટરે તેની ભ્રમણકક્ષામાં ફરે છે. આમાં આઠ વિજ્ઞાનનાં સાધનો છે જેમાંનો એક ઉચ્ચ રીઝોલ્યુશનવાળો કૅમેરા પણ છે જે ચંદ્રની ધરતી ઉપર ઉતરનાર વિક્રમ લેન્ડર માટેની જગ્યાની બરાબર તપાસ આ યાનનું માળખું હિંદુસ્તાન એરોનૉટિક્સ લિમિટેડે (Hindustan Aeronautics Limited) બનાવેલું અને ઈસરોને ૨૨ જૂન, ૨૦૧૫ના રોજ સોંપેલું. આનું આયુષ્ય ૭.૫ વર્ષ છે.



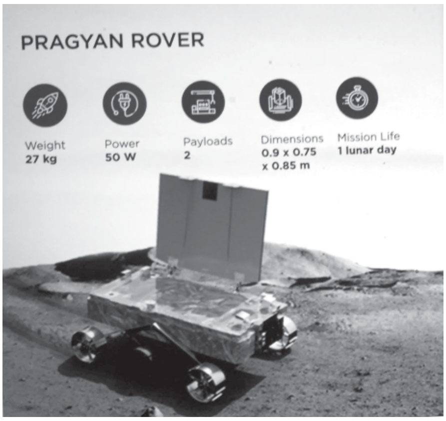
આકૃતિ૩

ચંદ્રની ધરતી ઉપર ઉતરનાર વિક્રમ લેન્ડર (Vikram Lander)

આ ચંદ્રની ધરતી ઉપર ઊતરનારનું નામ ભારતના સ્પેસ પ્રોગ્રામની શરૂઆત કરનાર ડૉ. વિક્રમભાઈ સારાભાઈની (૧૯૧૯-૧૯૭૧) યાદમાં વિક્રમ લેન્ડર તરીકે ઓળખાય છે. વિક્રમભાઈ અમદાવાદના કેલિકો મિલના માલિક અંબાલાલ સારાભાઈના પુત્ર અને તેમણે ગુજરાત યુનિવર્સિટીની પાસે ફિઝિકલ રિસર્ચ લેબોરેટરી (Physical Research Laboratary) બાંધવામાં અને શરૂ કરવામાં ખૂબ જ મોટો ફાળો આપેલો. હાલમાં આ ફિઝિકલ રિસર્ચ લેબોરેટરી ઈસરોના (ISRO) નામે ઓળખાય છે. ચંદ્રયાન-૨ જે ચંદ્રની આસપાસ ફરે છે તેમાંથી છૂટું પડીને વિક્રમ લેન્ડર ચંદ્રની નીચેની ભ્રમણકક્ષામાં ૩૦ કિમી x ૧૦૦ કિમીમાં આવ્યું જે આકૃતિ ૪માં બતાવ્યું છે. આની અંદર રોબોટથી ભટકનાર રોવર પણ છે જે આકૃતિ ૫માં બતાવ્યું છે. અહીં આ ભ્રમણકક્ષામાં આ બધી વ્યવસ્થા બરાબર તપાસી લીધી. આ ભટકનાર રોવર ગાડી અને વિક્રમ લેન્ડર ફક્ત એક જ ચંદ્રદિવસ (જેના બરાબર પૃથ્વી ઉપરના ચૌદ દિવસો થાય) બરાબર કામ કરે તે રીતે તૈયાર કર્યા છે. ચંદ્ર ઉપર રાતના ખૂબ જ ઠંડી હોઈને કામ ન પણ આપે. જો ચંદ્રના રાતદિવસ કામ કરે તેવા લેન્ડર અને રોવર તૈયાર કરવામાં આવે તો મશીનરી ભારે બનતાં ચંદ્ર ઉપર લાવવા માટે પણ ભારે મશીનરી જોઈએ. આથી આ બધાનો વિચાર કરીને આ બધું બનાવવામાં આવ્યું છે.

ઑક્ટોબર, ૨૦૧૬માં આ બધાને કઈ જગ્યા પસંદ કરવી અને વિક્રમ લેન્ડરે ક્યાં ઊતરવું તેને લગતા અખતરાઓ ઈસરોએ પ્યાલાના આકારની દસ ખાડીઓ કરીને કરેલા. આ ભટકનાર ગાડીને પ્રજ્ઞાન (ડહાપણ) રોવર તરીકે ઓળખતા. તેને છ પૈડાં હતાં અને તેનું વજન ૨૭ કિલોગ્રામ હતું. આ ૧ સેમી / સેકંડની ઝડપે ૫૦૦ મીટર સુધી જ જઈ શકે. વિક્રમ લેન્ડર સાથે વાત કરી શકે.

આકૃતિ૪



આકૃતિ૫

અંતસમય

ચંદ્રાયન-૨ કે ઑરબિટરમાંથી છૂટા પડીને વિક્રમ લેન્ડર ચંદ્રની ધરતી ઉપર ઊતરવા માટે આવી રહ્યું હતું. ત્યારે ચંદ્રની ધરતી ઉપર ઊતરતી વખતે કોઈ કારણસર ધારવા પ્રમાણે ન બન્યું. 'ઇન્ડિયા ટુડે'નું (India Today) વિક્રમ લેન્ડરે મોકલેલી માહિતીમાંથી તારણ નીચે મુજબ છે :

ઊતરવાનું શરૂ કર્યું ત્યારનો સમય	ઊભો વેગ Vertical Velocity	આડો વેગ Horizontal veocity.	ધરતીથી ઊંચાઈ
.06 min 16 Sec	0	841.5 m/s	20 km
11 min 28 Sec	42.9 m/s	65 m/s	5 km
12 min 56 Sec	58.9 m/s	48.1 m/s	2.1 km

વિક્રમ લેન્ડરને કોઈ એક જગ્યાએ ઊતરવાની જગ્યા નક્કી કરવા માટે ફોટો લેવા માટે સહેજ ગોળ ફરવાની જરૂર હતી. આ અગત્યની ક્ષણે બ્રેક લગાવીને સહેજ ગોળ ફેરવવા જતાં વિક્રમ લેન્ડર અણધાર્યું અને સમજી ન શકાય તેવાં કારણોથી આખુંયે ગુલાંટ ખાઈ ગયું. આના કારણે ઊભો વેગ ૪૨.૯m/s ઘટવાને બદલે વધ્યો અને ૫૮.૯ m/s બન્યો. આ જ સમયે વિક્રમ લેન્ડર સાથેનો સંપર્ક તૂટી ગયો અને સાથે વિક્રમ લેન્ડરે યોજના મુજબના રસ્તાથી રસ્તો થોડોક બદલ્યો. આજે લગભગ બે અઠવાડિયાથી ઈસરો કે નાસા (Nasa) વિક્રમ લેન્ડર સાથે કોઈ જાતનો સંપર્ક સાધી શક્યા નથી. આ સપ્ટેમ્બર ૭, ૨૦૧૯ના રોજ બન્યું. આ બન્યાના બીજા દિવસે ઈસરોએ જણાવ્યું કે ચંદ્રની ધરતી પર વિક્રમ લેન્ડર ક્યાં છે તે સ્થાન નક્કી કરી શક્યા છીએ. નાસાનું યાન જ્યાં વિક્રમ લેન્ડર છે તે વિસ્તારમાંથી પસાર થશે ત્યારે શક્ય હશે તો વિક્રમ લેન્ડરનાં ચિત્રો લેશે.

જૂન, ૨૦૧૯ના અંત સુધીમાં આ પ્રોજેક્ટમાં રૂ. ૯૭૮ કરોડ વપરાઈ ગયા છે. તેમાં રૂ. ૩૭૫ કરોડ GSLVIII માટે અને રૂ. ૬૦૩ કરોડ બાકીના કામમાં વપરાયા છે.

આ લેખ લખવામાં નીચેના સ્રોતો ઉપયોગી થયા છે.

(૧) website : Isro. gov. inમાંથી ચિત્રો લીધાં છે. આ માટે ઈસરોનો આભાર.

(૨) Chandrayan-2 : How a Somersault did Vikram lander in. India Today Exclusive, India Today, Sept. ૧૪, ૨૦૧૯.

વિઠ્ઠલભાઈ અં. પટેલ
'સ્વરાજ', નરસિંહજીના મંદિર પાસે,
ઉવારસદ રોડ, મુ. પો. શેરથા,
તા. જિ. ગાંધીનગર
મો. ૯૪૨૮૦ ૧૯૦૪૨