ಭಾರತದೊಳಗೆ ಹಾಗೂ ಅದರ ಗಡಿಯಿಂದಾಚೆ ಸುಮಾರು 1500 ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ದೂರವಿರುವ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಪಯಣಿಸುತ್ತಿರುವವರು, ತಮ್ಮ ಸ್ಥಾನ, ವೇಗ, ದಿಕ್ಕನ್ನು ಹಾಗೂ ಸಮಯವನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಅರಿಯುವುದನ್ನು ಸಾಧ್ಯಮಾಡಿವೆ. ಹೀಗಾಗಿ 'ನಾವಿಕ್' ಒಂದು ಪ್ರಾದೇಶಿಕ ಯಾನ ನಿರ್ವಹಣಾ ಉಪಗ್ರಹ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯೇ ಹೊರತೂ 'ಜಿಪಿಎಸ್'ನಂತೆ ಜಾಗತಿಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲ.

'ಆರ್ಯಭಟ'ನ ಪರಂಪರೆ

ಆರ್ಯಭಟನಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಲ್ಲಿ ಭಾರತದ ಇಂದಿನ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಗಾತ್ರ, ತೂಕ, ಸೇವಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ, ಅವುಗಳ ಸೌರಫಲಕಗಳು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ, ಇವು ಎಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿವೆ ಎಂಬುದು ತಿಳಿದಾಗ ಸಂಭ್ರಮಾಶ್ಚರ್ಯ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಉಡಾವಣೆ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿ ಆರ್ಯಭಟನ ತೂಕ 358 ಕಿಲೋಗ್ರಾಂನಷ್ಟಿದ್ದರೆ ಇಂದು ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿರುವ ನಮ್ಮ ಜಿಸ್ಯಾಟ್–11 ಉಪಗ್ರಹ ಉಡಾವಣೆಯ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 6000 ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ತೂಗುತ್ತಿತ್ತು! ಅದೇ ರೀತಿ ಮೈತುಂಬಾ ಸೌರಫಲಕಗಳನ್ನು ಹರಡಿಕೊಂಡಿದ್ದು ದೊಡ್ಡ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯೊಂದರಷ್ಟಿದ್ದ ಆರ್ಯಭಟ ಕೇವಲ 47 ವ್ಯಾಟ್‌ಗಳಷ್ಟು ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಇಂದಿನ ಜಿಸ್ಯಾಟ್–11 ತನ್ನ ಎರಡು ಸೌರಫಲಕಗಳ ಮೂಲಕ ಸುಮಾರು 14 ಸಾವಿರ ವ್ಯಾಟ್ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತಿದೆ.

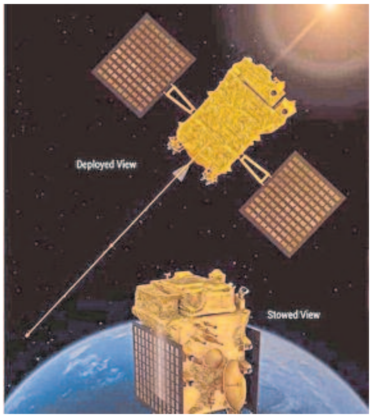
ಆರ್ಯಭಟನ ನಂತರ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಬೆಳವಣಿಗೆಯಾಗಿದೆಯೆಂದರೆ, ನಮಗೇನಾದರೂ ಹನುಮಂತನಂತೆ 36 ಸಾವಿರ ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ಎತ್ತರದ 'ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಗೆ' ಜಿಗಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ 'ಕೈಕಾಲು ಚಾಚಿಕೊಂಡ' ಅಲ್ಲಿನ ನಮ್ಮ ಕೆಲವು ಇನ್ಸಾಟ್ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಸುಮಾರು ಐದಾರು ಮಹಡಿಯಷ್ಟು ಎತ್ತರವಿರುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದಿತ್ತು! ಈ ವಿಷಯಗಳು ಉಪಗ್ರಹ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಾಗಿರುವ ಮುನ್ನಡೆಯ ಸ್ಯಾಂಪಲ್ ಅಷ್ಟೆ.

ಖಗೋಲ ವೀಕ್ಷಣಾ ಉಪಗ್ರಹಗಳು

ಇನ್ನು ಖಗೋಲ ವೀಕ್ಷಣಾ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ವಿಷಯಕ್ಕೆ ಬಂದರೆ ಆರ್ಯಭಟ ಅದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸರಳವಾದ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿತ್ತಷ್ಟೆ. ಆ ನಂತರ ಸ್ರಾಸ್, ಐಆರ್‌ಎಸ್–ಪಿ3, ಜಿಸ್ಯಾಟ್–2, ಯೂತ್ ಸ್ಯಾಟ್, ಆಸ್ಟ್ರೋಸ್ಯಾಟ್, ಎಕ್ಸ್ ಪೋ ಸ್ಯಾಟ್, ಹೀಗೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಅನೇಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಇಸ್ರೋ ನಿರ್ಮಿಸಿ ಹಾರಿಬಿಟ್ಟಿದೆ. ಆ ಪೈಕಿ ಬೆಳಕು, ಅತಿನೇರಿಳೆ (ಅಲ್ಟ್ರಾವಯೊಲೆಟ್) ಕಿರಣಗಳು, ಎಕ್ಸ್–ರೇ (ಕಿರಣಗಳು), ಕೆಲಮಟ್ಟಿಗೆ ಗ್ಯಾಮಾ ಕಿರಣಗಳು – ಈ ನಾಲ್ಕು ಬಗೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ ದಾಖಲು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲ ನಾಲ್ಕು ಬಗೆಯ 'ಕಣ್ಣು'ಗಳನ್ನು ಆಸ್ಟ್ರೋಸ್ಯಾಟ್ ಹೊಂದಿದೆ. 2015ರಲ್ಲಿ ಕಕ್ಷೆಗೆ ತೆರಳಿದಾಗಿನಿಂದ ಇಂದಿನವರೆಗೂ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿರುವ ಈ ಅತ್ಯಾಧುನಿಕ ಖಗೋಲ ವೀಕ್ಷಣಾಲಯವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುತ್ತಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಚಿತ್ರ ಕಂಡಾಗ, ಇವರೇನು ಉಪಗ್ರಹ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೋ ಅಥವಾ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸಾ ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲಿನ ಸರ್ಜನ್‌ಗಳೋ ಎಂಬ ಅನುಮಾನ ಬರುತ್ತದೆ.

ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸುತ್ತುತ್ತಲೇ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಬಗ್ಗೆ ಗಮನಹರಿಸಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಮಾತು ಹಾಗಿರಲಿ, ಭಾರತದ ನೆಲದಿಂದಲೇ ಮೇಲೇರಿ ಭೂಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ತಲುಪಿ, ಅನಂತರ ಇತರ ಕೆಲವು ಲೋಕಗಳತ್ತ ತೆರಳಿರುವ– ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಇಳಿದಿರುವ– ಅವುಗಳತ್ತ ತಮ್ಮ ಗಮನವನ್ನು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಿರುವ– ನಮ್ಮ ರೋಬಾಟ್ ಅಂತರಿಕ್ಷನೌಕೆಗಳ ವಿಷಯವೇನು?

ಇದಕ್ಕೆ ಉತ್ತರವನ್ನು 'ಚಂದ್ರಯಾನ–1'ರ ಸಾಧನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಹೇಳುವಾಗ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಲಾಗಿತ್ತು.



ಸೂರ್ಯನ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕಾಗಿ ಆದಿತ್ಯಎಲ್1 ನೌಕೆ, ಕಲಾವಿದನ ಕಲ್ಪನೆಯಲ್ಲಿ...

ಭೂಪರಿಸರಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಲಾಗದ ಭಯಂಕರ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ, ಅಂದರೆ ಉಷ್ಣತೆಯ ವೈಪರೀತ್ಯಗಳು, ಮಾರಕ ಕಣ ವಿಕಿರಣಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವ, ನಿರ್ವಾತ (ವ್ಯಾಕ್ಯೂಮ್), ಇವು ಇರುವ ಭೂಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ವರ್ಷಾನುಗಟ್ಟಲೆ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವುದು ಸುಲಭವಲ್ಲ.

ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಮಿಗಿಲಾದ ರೋಬಾಟ್ ನೌಕೆಗಳು

ಅದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಭಯಂಕರ ಪರಿಸರವುಳ್ಳ ಹಾಗೂ ಭೂಮಿಯಿಂದ ಒಂದು ಲಕ್ಷ ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ದೂರವಿರುವ 'ಕಡು ಅಂತರಿಕ್ಷ'ದಲ್ಲಿ (ಡೀಪ್ ಸ್ಪೇಸ್‌ನಲ್ಲಿ) ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವ ರೋಬಾಟ್ ನೌಕೆಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವುದು ಇನ್ನೂ ಕಷ್ಟ. ಆದರೆ ಚಂದ್ರ, ಮಂಗಳ, ಶುಕ್ರ, ಈ ಲೋಕಗಳಿಗೆ ತೆರಳಬೇಕಾದರೆ 'ಕಡು ಅಂತರಿಕ್ಷ'ದಲ್ಲಿ ಪಯಣಿಸುವುದು ಅತ್ಯಗತ್ಯ. ಅಂತಹ ಪರಿಸರದಲ್ಲೂ ನಂಬಿಕಾರ್ಹವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವ ರೋಬಾಟ್ ನೌಕೆಗಳನ್ನು ಭಾರತ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಹಾಗೂ ಸಾಕಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಖರ್ಚಿನಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮಿಸಿ ತನ್ನ ಉದ್ದೇಶವನ್ನು ಸಾಧಿಸಿದೆ. ಆ ಪೈಕಿ ಹಾಲಿವುಡ್‌ನ ಕೆಲವು ಚಲನಚಿತ್ರಗಳ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೆ ತಗಲುವ ವೆಚ್ಚಕ್ಕಿಂತ (ಸುಮಾರು 80 ಮಿಲಿಯನ್ ಡಾಲರ್‌ಗಳು) ಕಡಿಮೆ ವೆಚ್ಚದಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮಿಸಲಾಯಿತೆಂದು ಹೇಳಲಾದ 'ಮಂಗಳ ಕಕ್ಷಾ ಅಭಿಯಾನ' (ಮಾರ್ಸ್ ಆರ್ಬಿಟರ್ ಮಿಷನ್) ಅಥವಾ 'ಮಂಗಳಯಾನ ನೌಕೆ' 2013ರ ನವೆಂಬರ್ 5ರಂದು ಶ್ರೀಹರಿಕೋಟಾದಿಂದ ಉಡಾವಣೆಗೊಂಡಿತು. ಅದಾದ 10 ತಿಂಗಳುಗಳಲ್ಲಿ 67 ಕೋಟಿ ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ದೂರ ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಿ, 2014ರ ಸೆಪ್ಟೆಂಬರ್ 24ರಂದು ಮಂಗಳಗ್ರಹದ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹವಾಯಿತು. ನಂತರ 2023ರ ಆಗಸ್ಟ್ 23ರಂದು ನಮ್ಮ 'ಚಂದ್ರಯಾನ–3' ನೌಕೆ ಚಂದ್ರನ ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವ ಪ್ರದೇಶದ ಮೇಲೆ ಇಳಿದು ತನ್ನಲ್ಲಿದ್ದ ಒಂದು ಚಕ್ರಗಳುಳ್ಳ ರೋಬಾಟ್ ವಾಹನವನ್ನು ಅಲ್ಲಿ ಓಡಾಡಿಸಿ ಚಂದ್ರನ ಅನ್ವೇಷಣೆ ನಡೆಸಿತು. 2023ರ ಸೆಪ್ಟೆಂಬರ್ 2ರಂದು ಉಡಾಯಿಸಲಾದ 'ಆದಿತ್ಯ–ಎಲ್1' ನೌಕೆ ಇಂದು ಇಲ್ಲಿಂದ ಹದಿನೈದು ಲಕ್ಷ ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ವಿಶೇಷ ಪ್ರದೇಶವೊಂದರಿಂದ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲೆ ತನ್ನ ದೃಷ್ಟಿಯನ್ನು ನೆಟ್ಟಿದೆ.

ಕಳೆದ ಐದು ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಭಾರತದ ಉಪಗ್ರಹ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದ ವಿಕಾಸ ಕುತೂಹಲಕಾರಿಯಾದುದಾಗಿದ್ದು ಅನೇಕ ಏಳು ಬೀಳುಗಳನ್ನು ಕಂಡಿದೆ. ಮೈಕೊಡವಿಕೊಂಡು ಎದ್ದಿದೆ. ದಿನಕಳೆದಂತೆ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಸವಾಲು ಸ್ವೀಕರಿಸುತ್ತಾ ಬಂದಿದೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ನಿಭಾಯಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಅಂತಿಮವಾಗಿ ಗೆಲುವನ್ನು ಸಾಧಿಸಿದೆ.

ಪ್ರಸ್ತುತ ಚಂದ್ರನ ಕಲ್ಲುಮಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಕೊಂಡು ಭೂಮಿಗೆ ತರುವ ಉದ್ದೇಶವನ್ನುಳ್ಳ 'ಚಂದ್ರಯಾನ–4' ನೌಕೆಯ ಯೋಜನೆ ಕೈಗೆತ್ತಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ. ಅಮೆರಿಕದ 'ನಾಸಾ' ಸಂಸ್ಥೆ ಸಹಯೋಗದೊಂದಿಗೆ 'ನಿಸಾರ್' ಎಂಬ ಎರಡು ಬಗೆಯ ರೇಡಾರ್‌ಗಳನ್ನು ಉಳ್ಳ ಉಪಗ್ರಹವೊಂದರ ನಿರ್ಮಾಣದ ಅಂತಿಮ ಹಂತವನ್ನು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ತಲುಪಿದಂತಿದೆ. ಅನೇಕ ಸಂಪರ್ಕ, ಹವಾಮಾನ ವೀಕ್ಷಣೆ, ಭೂವೀಕ್ಷಣೆ ಹಾಗೂ ಯಾನ ನಿರ್ವಹಣಾ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ನಿರ್ಮಾಣದ ವಿವಿಧ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿವೆ. ಮಾನವರನ್ನು ಭೂಕಕ್ಷೆಗೆ ಕೊಂಡೊಯ್ದು ನಂತರ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಹಿಂತಿರುಗಿ ತರುವ 'ಗಗನಯಾನ' ನೌಕೆಯ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಕಾರ್ಯಗಳೂ ಭರದಿಂದ ಮುಂದೆ ಸಾಗುತ್ತಿವೆ.

ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯೋತ್ತರದ ಭಾರತ ವಿವಿಧ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಧಿಸಿರುವ ಯಶಸ್ಸುಗಳನ್ನು ಯಾರಾದರೂ ಪಟ್ಟಿಮಾಡಿದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಆರ್ಯಭಟನಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭವಾದ ಭಾರತದ ಉಪಗ್ರಹ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದ ಯಶಸ್ಸನ್ನು ಸೇರಿಸುವುದು ಅತ್ಯವಶ್ಯಕ. ಆದರೆ ಈ ಯಶಸ್ಸು ಸುಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ನಮ್ಮೆದುರಿನ ಪ್ರಮುಖ ಸವಾಲು.

ಲೇಖಕರು ಇಸ್ರೋದ ನಿವೃತ್ತ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಹಾಗೂ
'ಜವಹರಲಾಲ್ ನೆಹರು ತಾರಾಲಯ'ದ ನಿರ್ದೇಶಕರು