ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣದಲ್ಲಿ ಜೈವಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳು : ಏಕೆ, ಹೇಗೆ

ರಮೇಶ್ ನಾಯ್ಡು ವಿ.
ಎಸ್.ಇ.ಎಮ್.ಜಿ., ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ
ladu@ursc.gov.in

1.0 ಪೀಠಿಕೆ

ಜೀವದ ಉಗಮವು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಹಲವು ಲಕ್ಷ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಆಗಿದೆ. ಜೀವಜಾಲವು ಒಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣದ ರಕ್ಷಣೆಯಲ್ಲಿ ವಿಕಸನಗೊಂಡಿದೆ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಓಜೋನ್ ಪದರವನ್ನು ಒಳಗೊಂಡ ವಾಯುಮಂಡಲ, ಸೌಮ್ಯವಾದ ಬೆಳಕು, ಭೂಮಿಯ ಕಾಂತಿಯ ಕ್ಷೇತ್ರ, ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಶಕ್ತಿ, **ಇವುಗಳ** ಸುರಕ್ಷೆಯಡಿಯಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಪ್ರಾಣಿ ಮತ್ತು ಸಸ್ಯ ಸಂಕುಲಗಳು ವಿಕಸಿತಗೊಂಡಿವೆ. ಭೂಮಿಯ ಹೊರಗೆ ಹೋದಂತೆಲ್ಲ ಈ ವಾತಾವರಣದ ಲಭ್ಯತೆ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣ ಸುಮಾರು 100 ಕಿಲೋ ಮೀಟರ್ ಎತ್ತರದವರೆಗೂ ಇದೆ. ಇದರ ಹೊರಗೆ **ಇರುವ** ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ**ವು** ನಿರ್ವಾತ, ಅತೀವ ವಿಕಿರಣ ಹಾಗೂ ತೀವ್ರ ತಾಪಮಾನ ವ್ಯತ್ಯಯಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಇಲ್ಲಿ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ**ವೂ** ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಇಂತಹ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಾತಾವರಣವು ಜೀವಿಗಳ ಮೇಲೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಬಹುದು. ಮಾನವ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಪಯಣಿಸಬೇಕಾದಲ್ಲಿ, ಅಥವ ನೆಲೆಗೊಳ್ಳಬೇಕಾದಲ್ಲಿ, ಈ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸುವುದು ಅವಶ್ಯಕ. ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳಲು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣ ಒಂದು ಅತ್ಯುತ್ತಮ ವೇದಿಕೆ. ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಾತಾವರಣ, ಅವುಗಳಿಂದ ಜೀವಸಂಕುಲದ ಮೇಲೆ ಆಗುವಬಹುದಾದ ಪರಿಣಾಮಗಳು, ಈ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ನಡೆಸಬಹುದಾದ ಪ್ರಯೋಗಗಳು, ಅವುಗಳನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣದಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ನಡೆಸಬಹುದು ಮತ್ತು ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೂ ನಡೆಸಿರುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನು ಕ್ಲುಪ್ತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ.

2.0 ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಾತಾವರಣ ಮತ್ತು ಜೀವಿಗಳ ಮೇಲೆ ಅದರ ಪರಿಣಾಮ

ಭೂಮಿಯ ಅಥವಾ ಯಾವುದೇ ಒಂದು ಗ್ರಹದ ಅಥವಾ ಒಂದು ಆಕಾಶಕಾಯದ ವಾತಾವರಣದಿಂದ ಅಥವಾ ಅದರ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಹೊರಗಿರುವ ಒಂದು ಖಾಲಿ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಾತಾವರಣ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಈ ಮೊದಲೇ ಹೇಳಿದಂತೆ ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣವು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಸುಮಾರು **100** ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ಗಳವರೆಗೂ ಹರಡಿದೆ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ದಟ್ಟವಾಗಿರುವ ಗಾಳಿಯು, ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ

ದೂರ ಹೋದಂತೆಲ್ಲ ತೆಳುವಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಈ ಮೇಲಿನ ವಾತಾವರಣವು ಓಜೋನ್ ಪದರವನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಇದನ್ನೆಲ್ಲ ಮೀರಿ ಮೇಲೆ ಹೋದಲ್ಲಿ ನಾವು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತೇವೆ. ಈ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಏನಿದೆ ಅಥವಾ ಏನಿಲ್ಲ ಎಂದು ನೋಡೋಣ. ಇಲ್ಲಿ ಗಾಳಿ ಇರುವುದಿಲ್ಲ ಬದಲು ಇದು ನಿರ್ವಾತ ಪ್ರದೇಶ. ಇಲ್ಲಿ ಒತ್ತಡವು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಒಂದು ಒಂದು ಬಿಲಿಯನ್ ಅಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈ ವಾತಾವರಣದ ಒತ್ತಡ ಒಂದು ಬಾರ್ (bar) ಅಥವಾ ಒಂದು ಅಟ್ಮಾಸ್ಫೆರಿಕ್ ಪ್ರೆಷರ್ (atm) ಆದರೆ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಸುಮಾರು 170 ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ದೂರದಲ್ಲಿ ಈ ಒತ್ತಡವು ಸುಮಾರು 10^{-6} ಮಿಲಿಬಾರ್ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ನಿರ್ವಾತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ, ಕೇವಲ ಕೆಲವೇ ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ದೇಹದಲ್ಲಿರುವ ಆಮ್ಲಜನಕ ಸೇರಿದಂತೆ ಎಲ್ಲಾ ಅನಿಲಗಳು ದೇಹದಿಂದ ಹೊರ ಹೋಗಿ ನಮ್ಮ ರಕ್ತವು ಕುದಿಯಲು ಆರಂಭವಾಗುತ್ತದೆ. ಕೇವಲ ಒಂದರಿಂದ ಒಂದೂವರೆ ನಿಮಿಷದಲ್ಲಿ ಮನುಷ್ಯನ ಜೀವ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರಾಣಿಗಳಂತೆ ಸಸ್ಯಗಳು ಕೂಡ ಆಮ್ಲಜನಕ ರಹಿತ ಮತ್ತು ನಿರ್ವಾತ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಬದುಕಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಕೆಲವು ಸಸ್ಯಗಳು ಸುಮಾರು 20 ರಿಂದ 30 ನಿಮಿಷದವರೆಗೂ ನಿರ್ವಾತವನ್ನು ತಡೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಆದರೆ ತದನಂತರ ಕೆಲವೇ ನಿಮಿಷಗಳಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯಗಳು ಸಂಪೂರ್ಣ ಒಣಗಿಹೋಗುತ್ತವೆ.

ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಜೀವಿಗಳು ಪ್ರತಿ ವರ್ಷಕ್ಕೆ ಸುಮಾರು 0.3 ಮಿಲಿಸಿವರ್ಟ್ ನಷ್ಟು ವಿಕಿರಣಕ್ಕೊಳಗಾದರೆ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಈ ವಿಕಿರಣದ ಪ್ರಮಾಣ ಸರಾಸರಿ 1000 ಮಿಲಿಸಿವರ್ಟ್ ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು. ನಾವು ಒಂದು ವೈದ್ಯಕೀಯ ಎಕ್ಸ್–ರೇಗೆ ಒಳಗಾದಲ್ಲಿ ಅದರ ವಿಕಿರಣದ ಪ್ರಭಾವ 0.3 ಮಿಲಿಸಿವರ್ಟ್ ಇರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಿರುವಾಗ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಇರುವ ವಿಕಿರಣದ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ. ಭೂಮಿಯ ಓಜೋನ್ ಪದರವನ್ನು ಮತ್ತು ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಭೇದಿಸಿಕೊಂಡು ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಸೇರುವ ವಿಕಿರಣ ಕೇವಲ ಗೋಚರ ಬೆಳಕು ಮಾತ್ರ. ಎಕ್ಸರೇ, ಗಾಮಾ, ನೇರಳಾತೀತ ಇತ್ಯಾದಿ ಹಾನಿಕಾರಕ ವಿಕಿರಣಗಳು ಓಜೋನ್ ಪದರ ಮತ್ತು ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದಿಂದ ತಡೆಯಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಈ ಎಲ್ಲಾ ಹಾನಿಕಾರಕ ವಿಕಿರಣಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ಇದು ಮನುಷ್ಯನ / ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಚರ್ಮ, ಇತರೆ ಅಂಗಾಂಶಗಳು ಹಾಗೂ ದೇಹದ ಅಂಗಗಳ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ / ಹಾನಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಅದೇ ರೀತಿ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲೂ ಅವುಗಳ ಡಿಎನ್ಎ ಹಾನಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ.

ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಸರಾಸರಿ ತಾಪಮಾನ ಸರಿಸುಮಾರು **10** ರಿಂದ **30** ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಇರುತ್ತದೆ. ಅತಿ ಕಡಿಮೆ ಎಂದರೆ ತಾಪಮಾನ **–40** ಅಥವಾ **–50** ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಗೆ ಹೋಗಬಹುದು ಮತ್ತು ಅತ್ಯಧಿಕ ಉಷ್ಣಾಂಶ ಅಂದರೆ **50** ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಗಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಮೇಲೆ ಹೋಗಬಹುದು ಅಷ್ಟೇ. ಈ ತರಹದ ವಿಪರೀತ ಕಡಿಮೆ ಅಥವಾ ಅಧಿಕ ತಾಪಮಾನ ಕೆಲವು ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಇರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಗಾಢಾಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ (deep space) ತಾಪಮಾನ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ಎಂದರೆ **–270** ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ತಾಪಮಾನವು ಸರಿಸುಮಾರು **–150** ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಫಿಯಸ್ ನಿಂದ ಪ್ಲಸ್ **150** ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ವರೆಗೂ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕಿದ್ದಲ್ಲಿ

ಸುಮಾರು **150** ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ತಾಪಮಾನ ಇದ್ದರೆ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು ಮರೆಯಾಗಿ ನೆರಳು ಬೀಳುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ತಾಪಮಾನ ಥಟ್ಟನೆ –150 ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಗೆ **ಇಳಿಯು**ತ್ತದೆ. ಸರಿಯಾದ ರಕ್ಷಣೆ ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಇಂತಹ ತೀವ್ರ ತಾಪಮಾನ ವ್ಯತ್ಯಯವನ್ನು ಜೀವಿಗಳಿಗೆ ತಡೆದುಕೊಳ್ಳಲು ಅಸಾಧ್ಯ.

ನಮಗೆಲ್ಲ ತಿಳಿದಂತೆ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿ 9.81m/sec^2 ಇರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಇದರ ಮಟ್ಟ ಅತೀವ ಕಡಿಮೆ ಅಂದರೆ ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಣಶಕ್ತಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 10 ಸಾವಿರ ದಿಂದ 10 ಲಕ್ಷ ಪಟ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿ ಇರುವುದರಿಂದ ನಮ್ಮ ದೇಹದ ಮೂಳೆಗಳು ಮಾಂಸ ಖಂಡಗಳು ಬಲಯುತವಾಗಿವೆ. ಹಾಗೆಯೇ ನಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿರುವ ರಕ್ತ ಚಲನೆ ಹಾಗೂ ರಕ್ತದೊತ್ತಡ ಸರಿಯಾದ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿದೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಗುರುತ್ವರಹಿತ ಸ್ಥಿತಿಯು ಇವುಗಳೆಲ್ಲದರ ಮೇಲೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತ ಪರಿಣಾಮ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಸಸಿಗಳಲ್ಲೂ ಗುರುತ್ವ ರಹಿತ ಸ್ಥಿತಿಯು ಅವುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಮೇಲೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತ ಪರಣಾಮವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಮೇಲ್ಮುಖವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುವ ಗಿಡಗಳು ಮತ್ತು ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುವ ಅವುಗಳ ಬೇರುಗಳು ಸರಿಯಾದ ಪ್ರಚೋದನೆ ಇಲ್ಲದೆ, ಹೇಗೆಂದರೆ ಹಾಗೆ ಬೆಳೆಯಬಹುದು.

ಇದೆಲ್ಲಾ ಅಲ್ಲದೆ ದಿನಂಪ್ರತಿ ಕರಾರುವಾಕ್ಕಾಗಿ ನಡೆಯುವ ಸೂರ್ಯೋದಯ, ಸೂರ್ಯಾಸ್ತಗಳು ನಮ್ಮ ಮತ್ತು ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಾಣಿ ಪಕ್ಷಿ ಸಸ್ಯ ಸಂಕುಲಗಳ ಜೈವಿಕ ಗಡಿಯಾರದ ಚಲನೆಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಭೂಮಿಯ ದಿನದಲ್ಲಿ ಹಲವು ಬಾರಿ ಸೂರ್ಯೋದಯ ಸೂರ್ಯಾಸ್ತಗಳು ಆಗುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ನಮ್ಮ ಸರ್ಕಾಡಿಯನ್ ರಿದಂ ಮತ್ತು ನಿದ್ರೆಗೆ ಅಡ್ಡಿಯಾಗುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇದೆ.

ಈ ರೀತಿಯ ವಿಪರೀತದ ವ್ಯತ್ಯಯಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪರಿಸರವು ಹಲವು ಅನುಕೂಲಗಳನ್ನೂ ಮಾಡಿಕೊಡಬಲ್ಲದು. ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ, ಅಣ್ವಿಕ ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರ ಹಾಗೂ ವೈದ್ಯಕೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ, ಇತ್ಯಾದಿ ವಿಷಯಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಹಲವು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗಳನ್ನು ನಾವು ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ನಡೆಸಲು ಅಸಾಧ್ಯ. ಆದರೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಾತಾವರಣದ ಗುರುತ್ವರಹಿತ, ನಿರ್ವಾತ ಸ್ಥಿತಿಯು ಹಲವು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗಳ ಸಾಧ್ಯತೆಗೆ ಅನುವು ಮಾಡಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಕೆಲವು ವಿಧದ ಸ್ಪಟಿಕಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ, ಪ್ರೋಟೀನುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಹಾಗೂ ಕೃತಕವಾಗಿ ಬೆಳೆಬಹುದಾದ ಮಾನವನ ಅಂಗಾಂಗಗಳು.

3.0 ಜೈವಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣವೇ ಏಕೆ

ಈ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಾತಾವರಣದ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ನಾವು ಸರಿಯಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ ಆ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿಯೇ ಸೂಕ್ತವಾದ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಮಾನವನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ

ಹೋಗಬೇಕಾದಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಇತರ ಗ್ರಹಗಳ ಮಾನವಸಹಿತ ಅನ್ವೇಷಣೆಯನ್ನು ಮಾಡಬೇಕಾದಲ್ಲಿ, ಈ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಾತಾವರಣವು ಮನುಷ್ಯನ ಮೇಲೆ, ಇತರ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಮೇಲೆ ಮತ್ತು ಸಸ್ಯಗಳ ಮೇಲೆ ಉಂಟುಮಾಡಬಹುದಾದ ಪರ ಮತ್ತು ಋಣಾತ್ಮಕ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವುದು ಅವಶ್ಯಕ. ಈ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಹಲವಾರು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಾತಾವರಣದ ಪರಿಣಾಮಗಳು ನಾವು ಇಲ್ಲಿವರೆಗೂ ನಡೆಸಿರುವ ಹಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ ಅರಿತುಕೊಂಡಿದ್ದೇ ಆಗಿವೆ.

ಯಾವುದೇ ಒಂದು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ನಡೆಸಬೇಕಾದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ವಾತಾವರಣದ ಮೇಲೆ ನಿಯಂತ್ರಣ ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ಪೂರ್ವ ನಿರ್ಧರಿತವಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸಲು ಸಾಧ್ಯತೆ ಇರಬೇಕಾಗುವುದು ಅತಿ ಅವಶ್ಯಕ. ಹಾಗೆಯೇ ಆ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಸೃಷ್ಟಿ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿರಬೇಕು. ಮೇಲ್ಕಾಣಿಸಿದ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪರಿಸರದ ಎಲ್ಲಾ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಗಳನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಪೂರ್ಣ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪುನರಚಿಸುವುದು ಕಷ್ಟಸಾಧ್ಯ ಮತ್ತು ಅತೀವ ವೆಚ್ಚದಾಯಕ. ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳಲು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣ ಒಂದು ಅತ್ಯುತ್ತಮ ವೇದಿಕೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣವು ಭೂಮಿಗೆ ಹತ್ತಿರದ LEO ಭೂ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತದೆ. ಈ ನಿಲ್ದಾಣದಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಸಮಯದ ಗುರುತ್ವರಹಿತ ಮತ್ತು ನಿರ್ವಾತ ಸ್ಥಿತಿ ಹಾಗೂ ವಿಕಿರಣ ಇರುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಅಗತ್ಯಕ್ಕೆ ತಕ್ಕಂತೆ ತಾಪಮಾನವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಬಹುದು. ಭೂಮಿಗೆ ಹತ್ತಿರವಿರುವುದರಿಂದ ಮನುಷ್ಯನೇ ನಿಲ್ದಾಣಕ್ಕೆ ಹೋಗಿ ಅಗತ್ಯವಿರುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಬಹುದು. ಅಗತ್ಯವಿದ್ದಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಲೂಬಹುದು.

4.0 ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ನಡೆಸಬಹುದಾದ ಪ್ರಯೋಗಗಳು

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣದಲ್ಲಿ ನಡೆಸಬಹುದಾದಂತಹ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಯಾವುವೆಂದು ನೋಡೋಣ. ಸಸ್ಯಗಳು, ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳು ಹಾಗೂ ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪರಿಸರಕ್ಕೆ ಹೇಗೆ ಸ್ಪಂದಿಸುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಹೇಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ದೀರ್ಘ ಸಮಯ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಬಹುದು. ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆ, ಅವುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ, ಒತ್ತಡಕ್ಕೆ ಅವುಗಳ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ, ಪ್ರಾಣಿ ಸಸ್ಯಗಳ ಶರೀರಶಾಸ್ತ್ರ ಇತ್ಯಾದಿಗಳನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸಬಹುದು. ಜೀವಿಗಳು ತಮ್ಮ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಹಾನಿಯನ್ನು ಹೇಗೆ ಸರಿಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಹಾಗೂ ರೋಗಗಳಿಂದ ಗುರುತ್ವರಹಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ತಮ್ಮನ್ನು ತಾವು ಹೇಗೆ ರಕ್ಷಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಮನುಷ್ಯನ ದೇಹದ ಮೇಲೆ ಗುರುತ್ವಹಿತ ಸ್ಥಿತಿ, ಅತಿ ವಿಕಿರಣ ಇತ್ಯಾದಿಗಳು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಪರಿಣಾಮಗಳ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು.

ಈ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಎದುರಿಸಲು ಯಾವ ರೀತಿಯ ಸಿದ್ಧತೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು ಮತ್ತು ಅದರಿಂದ ಹೇಗೆ ದೀರ್ಘಕಾಲದ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪ್ರಯಾಣವನ್ನು ಸಾಧ್ಯ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು ಎಂಬುವುದನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು.

ದೀರ್ಘಕಾಲೀನ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪ್ರಯಾಣದಲ್ಲಿ ಬೇಕಾಗುವ ಆಹಾರವನ್ನು ಯಾನ ನೌಕೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಹೇಗೆ ಬೆಳೆಯಬಹುದು ಎಂದು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಬಹುದು. ಹಾಗೆಯೇ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಉದ್ಯಾನವನ, ಚಂದ್ರ ಅಥವಾ ಮಂಗಳಗ್ರಹದಂತಹ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯ ಮತ್ತು ಇತರ ಜೀವಿಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ, ಮನುಷ್ಯನ ನೆಲೆಸುವಿಕೆ, ಇತ್ಯಾದಿಗಳ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸಬಹುದು(ಚಿತ್ರ–1:).

ಚಿತ್ರ–1: ಮಂಗಳನಲ್ಲಿ ಆಹಾರ ಬೆಳೆಯುವಿಕೆಯ ಕಾಲ್ಪನಿಕ ಚಿತ್ರ

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣವನ್ನು ಒಂದು ಕಕ್ಷೀಯ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ ಎಂದು ಕರೆಯಬಹುದಾದರೂ, ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅಲ್ಲಿ ಜೈವಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಮಾಡಿದಂತೆ ಮುಕ್ತವಾಗಿ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಇಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಅಡಚಣೆಗಳನ್ನು ಎದುರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣದಲ್ಲಿ ತುಂಬಾ ಕಡಿಮೆ ಜಾಗವಿರುವುದರಿಂದ ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಇರುವ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಜಾಗ್ರತೆಯಿಂದ ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅವುಗಳು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ತವಾಗಿ ಕೆಲಸ ನಿರ್ವಹಿಸುವಂತೆ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಬೇಕು. ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗದ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಅಳವಡಿಸುವಂತೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಅಳವಡಿಸಲಾಗದು. ಅದಕ್ಕೆ ಸೂಕ್ತವಾದ ಮುಚ್ಚಲಾಗುವಂತಹ ಡಬ್ಬಿ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲವಾದರೆ ದ್ರವದ ಮಾದರಿ ಗುರುತ್ವ ರಹಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲೆಂದರಲ್ಲಿ ಹಾರಬಹುದು. ಹಾಗೆಯೇ ಡಬ್ಬಿಯನ್ನು ಉಪಕರಣಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸುವ ಸೂಕ್ತ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಇರಬೇಕು. ಇದು ಕೇವಲ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ ಅಷ್ಟೇ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಜೈವಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಸಿದ್ಧತೆಯಲ್ಲಿ ಏನಾದರೂ ಕೊರತೆಯಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಒಮ್ಮೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಪ್ರಯಾಣಿಸಿದ ನಂತರ ಆ ಕೊರತೆಯನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗದು ಮತ್ತು

ಅದರಿಂದ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನೇ ನಡೆಸಲು ಅಸಾಧ್ಯವಾಗಬಹುದು. ಇದನ್ನು ನಾವು ಒಂದು ನಾಟಕರಂಗದ ಮೇಲೆ ನಡೆಯುವ ಒಂದು ಪ್ರದರ್ಶನ ಅಥವಾ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದ ಆಯೋಜನೆಗೆ ಹೋಲಿಸಬಹುದು. ಪ್ರದರ್ಶನಕ್ಕೂ ಮೊದಲು ರಂಗಸಿದ್ಧತೆ ಮತ್ತು ಹಲವು ಬಾರಿ ತಾಲೀಮು / ಪೂರ್ವಭ್ಯಾಸ ಮಾಡಿ ತಯಾರಿ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣದಲ್ಲಿ ಜೈವಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗೂ ಪೂರ್ವಸಿದ್ಧತೆ ಮತ್ತು ಹಲವು ಬಾರಿ ಪೂರ್ವಭ್ಯಾಸ ಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ತಯಾರಿಯಲ್ಲಿ ಏನಾದರೂ ಕೊರತೆ ಇದ್ದು ಒಮ್ಮೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣಕ್ಕೆ ಹೋದಲ್ಲಿ, ಅಲ್ಲಿ ಆ ಕೊರತೆಯನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

5.0 ಇಲ್ಲಿವರೆಗೂ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣದಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿರುವ ವಿವಿಧ ಜೈವಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳು

ಈಗ ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿರುವ ವಿವಿಧ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಜೈವಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ನೋಡೋಣ.

ಆಗಿನ ಸೋವಿಯತ್ ಯೂನಿಯನ್ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣ ಸೆಲ್ಯೂಟ್–1 ಅನ್ನು ಹಾರಿಸಿತು. ಅದರಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಜೈವಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಪ್ರಯತ್ನ ನಡೆಯಿತು. ಆಲೂಗೆಡ್ಡೆ, ಅಗಸೆ ಹಾಗೂ ಪ್ರೇಪಿಸ್ ಅನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯಬಹುದೇ, ಎಲುಬಿನ ಮೀನು, ಕಾಲರ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಮತ್ತು ಯೀಸ್ಟ್ ನ ಮೇಲೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ವಾತಾವರಣದ ಪರಿಣಾಮವೇನು ಎಂದು ತಿಳಿಯುವ ಪ್ರಯತ್ನ ನಡೆಯಿತು. ಗಗನಯಾತ್ರಿಗಳು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣದಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಕೆಲಸಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ನಿರ್ವಹಿಸಬಹುದು ಮತ್ತು ಮಾನವ ಶರೀರದ ಮೇಲೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪ್ರಯಾಣದ ಪರಿಣಾಮಗಳ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲಾಯಿತು. ತದನಂತರ ಸೆಲ್ಯೂಟ್–4 ನಲ್ಲಿ ದೀರ್ಘಕಾಲ ಗಗನಯಾತ್ರಿಗಳ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಾಸದ ಪರಿಣಾಮ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಾತಾವರಣದ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಎದುರಿಸಲು ನಡೆಸಬಹುದಾದ ವಿವಿಧ ವ್ಯಾಯಾಮಗಳು ಇವುಗಳ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ಮಾಡಲಾಯಿತು. ಹಾಗೆಯೇ ಆಲ್ಗೆಗಳು, ಅರಬಿಡೋಪ್ಸಿಸ್, ಡ್ರಾಸೋಫಿಲ, ಗ್ಲಾಡಿಯೋಲಸ್ ಮತ್ತು ಬಟಾಣಿ ಗಳ ಮೇಲೆ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಯಿತು. ಸೆಲ್ಯೂಟ್–6ರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಮತ್ತು ಅಯಸ್ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಿಂದ ಸಸ್ಯಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸಬಹುದೇ ಹಾಗೂ ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯನ್ನು ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಕೃತಕವಾಗಿ ಸೃಷ್ಟಿಸಿ ಸಸ್ಯಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಯಬಹುದು ಎಂದು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲಾಯಿತು. ಮುಂದೆ ಸೆಲ್ಯೂಟ್ 7ರಲ್ಲಿ ಲೆಟ್ಯೂಸ್, ಈರುಳ್ಳಿ, ಟೊಮೇಟೊ, ಅಗಸೆ, ಗೋಧಿ, ಕರಿಮೆಣಸು ಇತ್ಯಾದಿಗಳ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಲಾಯಿತು. ಮೊಟ್ಟ ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಬೀಜದಿಂದ ಗಿಡ ಬೆಳೆದು ಅದರಿಂದ ಬೀಜವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಿ ಆ ಬೀಜದಿಂದ ಮತ್ತೆ ಗಿಡವನ್ನು ಬೆಳೆಸುವ ಪ್ರಯತ್ನ ನಡೆಯಿತು. ನಂತರ ಬಂದ ಮಿರ್ ನಿಲ್ದಾಣದಲ್ಲಿ ಈ ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಯತ್ನಗಳ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಉದ್ಯಾನವನವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನ ನಡೆಯಿತು. ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದಂತೆ ಬೀಜದಿಂದ–ಬೀಜ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪಾದಿಸಿದ ಬೀಜಗಳು ಸುಮಾರು ಆರು ವರ್ಷ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪ್ರಯಾಣದ ನಂತರವೂ ಉಳಿದವು.

ಅಮೇರಿಕಾದ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣ ಸ್ಕೈಲ್ಯಾಬ್ ನಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿ ಮಾನವ ಶರೀರಶಾಸ್ತ್ರ, ಬಯೋಮೆಡಿಕಲ್ ಅಧ್ಯಯನ, ಹಾಗೂ, ಇಲಿಗಳು ಮತ್ತು ಸೊಳ್ಳೆಗಳ ಸರ್ಕಾಡಿಯನ್ ರಿದಂಗಳ ಅಧ್ಯಯನವೂ ನಡೆಯಿತು.

ಇನ್ನು ಐಎಸ್ಎಸ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣದಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಮತ್ತು ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಜೈವಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನೋಡೋಣ. ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದಂತೆ ಐಎಸ್ಎಸ್ ಒಂದು ಬಹುರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣ. ಇದರ ನಿರ್ಮಾಣ ಮತ್ತು ನಿರ್ವಹಣೆಯಲ್ಲಿ ಐದು ದೇಶಗಳ (ಅಮೇರಿಕಾ, ರಷ್ಯಾ, ಯುರೋಪ್, ಜಪಾನ್ ಮತ್ತು ಕೆನಡಾ) ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸಂಸ್ಥೆಗಳ ಸಹಯೋಗವಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಮಾನವ ಸಂಶೋಧನೆ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವೈದ್ಯಕೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ, ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನಗಳ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ, ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ಹವಾಮಾನ ಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿವೆ. ಜೈವಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಲು ಬೇಕಾಗುವ ಹಲವು ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ, ಇತ್ಯಾದಿಗಳನ್ನು ಐಎಸ್ಎಸ್ ಹೊಂದಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಬಯೋಲ್ಯಾಬ್, ಮಸಲ್ ಅಟ್ರೋಫಿ ರಿಸರ್ಚ್ ಅಂಡ್ ಎಕ್ಸರ್ಸೈಜ್ ಸಿಸ್ಟಮ್ ಅಥವಾ ಸ್ನಾಯು ಕ್ಷೀಣತೆ ಸಂಶೋಧನೆ ಮತ್ತು ವ್ಯಾಯಾಮ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಯುರೋಪಿಯನ್ನರಿಂದ ನಿರ್ಮಿತವಾದ ಶಾರೀರಿಕ ಮತ್ತು ಬಯೋಮೆಡಿಕಲ್ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದಾದ ಶರೀರಶಾಸ್ತ್ರ ಮಾಡ್ಯೂಲ್, ಮಾನವ ದೇಹದ ಮೇಲೆ ದೀರ್ಘಾವಧಿಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪ್ರವಾಸದ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲು ಇರುವ ಮಾನವ ಸಂಶೋಧನಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಜಪಾನಿಯರ ಕೋಶ ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರ ಪ್ರಯೋಗ ಸೌಲಭ್ಯ, ಗುರುತ್ವರಹಿತ ವಿಜ್ಞಾನದ ಗ್ಲೋವ್ ಬಾಕ್ಸ್ (ಚಿತ್ರ–2), ಇತ್ಯಾದಿಗಳು. ಜೊತೆಯಲ್ಲಿ ಬಯೋಸರ್ವ್ ಮತ್ತು ಸೆಲ್ ಕಲ್ಟ್ ಎಂಬ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಕಲ್ಚರ್ ಮಾಡುವ ಉಪಕರಣಗಳು, ರಕ್ತದೊತ್ತಡ ಅಳೆಯುವ ಉಪಕರಣ, ವಿಕಿರಣ ಮಾಪಕ, ಸ್ಪಟಿಕ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರೊಟೀನ್ ಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಯುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ವೆಗ್ಗಿ (Veggie) ಎನ್ನುವ ತರಕಾರಿಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಯುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಬಯೋಟ್ಯೂಬ್ ಗಳು, ಇತ್ಯಾದಿಗಳು. ಈ ರೀತಿಯ ನೂರಾರು ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ಮತ್ತು ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಐಎಸ್ಎಸ್ ಹೊಂದಿದೆ.

ಚಿತ್ರ–2: ಐಎಸ್‌ಎಸ್ ನಲ್ಲಿ ಮೈಕಲ್ ಪೋಲೇ ಅವರು ಗುರುತ್ವರಹಿತ ವಿಜ್ಞಾನದ ಗ್ಲೋವ್ ಬಾಕ್ಸ್ ನ ತಪಾಸಣೆ ನಡೆಸುತ್ತಿರುವುದು

ಚಿತ್ರ–3: ಐಎಸ್‌ಎಸ್ ನಲ್ಲಿ ಬೆಳೆದ ಲೆಟ್ಯೂಸ್

ಚಿತ್ರ–4: ಐಎಸ್‌ಎಸ್ ನಲ್ಲಿರುವ ಯುರೋಪಿಯನ್ನರ ಕ್ಯೂಪೋಲಾ ಮಾಡ್ಯೂಲ್ ನಲ್ಲಿ ಬೆಳೆದ ಜಿನ್ನಿಯ (Zinnia) ಹೂವು

ಐಎಸ್‌ಎಸ್ ನಲ್ಲಿ ಸಹಯೋಗಿ ದೇಶಗಳು ನೂರಾರು ಜೈವಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳೆಂದರೆ

- ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣು ಜೀವಿಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಸಸ್ಯಗಳ ಸುಧಾರಿತ ಬೆಳವಣಿಗೆ (ಚಿತ್ರ–3, 4).
- ಗುರುತ್ವ ರಹಿತ ಸ್ಥಿತಿಯು ಮೂಳೆಗಳ ನಷ್ಟ ಅಥವಾ ಮೂಳೆಸವೆತಕ್ಕೆ ಹೇಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುವುದರ ಅಧ್ಯಯನ.
- ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಅಧ್ಯಯನ.
- ಸುಧಾರಿತ ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶವುಳ್ಳ ಬೀಜಗಳ ಮೇಲೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪ್ರಯಾಣದ ಪರಿಣಾಮ.
- ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಶಿಲೀಂದ್ರಗಳ ಉಳಿಯುವಿಕೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಅಧ್ಯಯನ, ಮತ್ತು ಇದರ ಮೇಲೆ ಮೆಲನಿನ್ ಮತ್ತು ಡಿಎನ್‌ಎ ದುರಸ್ತಿಯ ಪಾತ್ರದ ಅಧ್ಯಯನ.

- ಜಿನೋಮಿನ ಮೇಲೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ವಿಕಿರಣದ ಪರಿಣಾಮ.

ಇಂತಹ ಇನ್ನೂ ಹಲವಾರು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಐಎಸ್ಎಸ್ ನ ಸಹಯೋಗಿ ದೇಶಗಳು ನಡೆಸುತ್ತಿವೆ.

ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಜೈವಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳುವುದರಲ್ಲಿ ಚೀನಾ ದೇಶವೂ ಹಿಂದೆ ಬಿದ್ದಿಲ್ಲ. 1987 ರಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಆರಂಭಿಸಿದ ಚೀನಾ ದೇಶವು ನೂರಾರು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಇಂತಹ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಜನಸಾಮಾನ್ಯರಿಗೆ ದೊರಕಿಸಿ ಕೊಡುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಬೀಜಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಂದ ದೊರೆತ ಬೀಜಗಳಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಬೆಳೆಗಳ ಇಳುವರಿಯ ಹೆಚ್ಚುವಿಕೆ, ಮೀನುಗಳ ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿ, ಇತ್ಯಾದಿ. ಒಂದು ವರದಿಯ ಪ್ರಕಾರ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿನ ಬೀಜ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ತುಂಬಾ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಂಡಿದೆ – ಇದರಿಂದ ಅಕ್ಕಿ, ಗೋಧಿ, ಕಮಲದ ಬೀಜಗಳು, ಇತ್ಯಾದಿಗಳ ಇಳುವರಿಯಲ್ಲಿ ಉತ್ತಮ ಹೆಚ್ಚಳವನ್ನು ಅವರು ಕಂಡುಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ.

6.0 ಉಪಸಂಹಾರ:

ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಇರುವ ವಾತಾವರಣಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪರಿಸರವು ಅನೇಕ ಗುರುತರ ಸವಾಲುಗಳನ್ನು ಒಡ್ಡುತ್ತದೆ. ಮಾನವ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಪ್ರಯಾಣ ನಡೆಸಬೇಕಾದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಚಂದ್ರ ಅಥವಾ ಮಂಗಳನತ್ತ ಪಯಣಿಸಿ ಅಲ್ಲಿ ನೆಲೆಗೊಳ್ಳಬೇಕಾದಲ್ಲಿ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಪರಿಸರವು ಭೂಮಿಯ ಸಸ್ಯ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಮೇಲೆ ಉಂಟು ಮಾಡಬಹುದಾದ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಜೈವಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಅತ್ಯವಶ್ಯಕ. ಈ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣವನ್ನು ಒಂದು ಉತ್ತಮ ವೇದಿಕೆಯನ್ನಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಹಲವು ದೇಶಗಳು ಜೈವಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತಿವೆ. ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿ ಉತ್ತಮ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸಹಕಾರಿಯಾಗುವುದೆಂದು ಆಶಿಸೋಣ.

ಗ್ರಂಥಋಣ

- https://science.nasa.gov/biological-physical/programs/space-biology/
- https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Delta_Mission/Biology_experiments
- https://www.nasa.gov/missions/station/50-years-ago-launch-of-salyut-the-worlds-first-space-station/
- https://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_research_on_the_International_Space_Station
- https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_space_stations

- Biological Experiments in Space : 30 Years Investigating Life in Space Orbit, Galina Nechitailo and Alexey Kondyurin, 2021, ISBN 978-0-12-820500-6, Elsevier.
- Encyclopedia of Astrobiology, Reference work, 2nd edition, 2015, Springer Nature.
- Future space experiment platforms for astrobiology and astrochemistry research, Andreas Elsaesser et.al., 12 June 2023, Nature.
- Space radiation effects on plant and mammalian cells, C. Arena, et. al., Volume 104, Issue 1, November 2014, Acta Astronautica.
- Planning Guide for Space Experiment Research, Sept 2007, Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)