ಸೃಜನಿ

SRUJANI: Indian Journal of Innovative Research and Development (SIJIRD)
Volume-5 Issue 3, July-August 2026, Pp. 47-55
Bi-Monthly, Peer-Reviewed, Open Access, Indexed Journal

I S S N: 2583-3510
SIRDF JOURNALS
editor@srujani.in
www.srujani.in

# ನವೀನ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳು ಮತ್ತು ವಸ್ತುಸಂಗ್ರಹಾಲಯಗಳ ಕಲಾಕೃತಿಗಳ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂರಕ್ಷಣೆ: ಒಂದು ಸಮಗ್ರ ಅಧ್ಯಯನ

**ಜಗದೀಶ ಎಚ್. ಎಂ**

ಸಂಶೋಧನಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ, ಪ್ರಾಚೀನ ಇತಿಹಾಸ ಮತ್ತು ಪುರಾತತ್ವ ಅಧ್ಯಯನ ವಿಭಾಗ, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ, ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು.

***Abstract:***

*ವಸ್ತುಸಂಗ್ರಹಾಲಯಗಳಲ್ಲಿನ ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕ, ಐತಿಹಾಸಿಕ ಮತ್ತು ಪುರಾತತ್ವ ಕಲಾಕೃತಿಗಳನ್ನು ಭೌತಿಕ, ರಾಸಾಯನಿಕ ಹಾಗೂ ಜೈವಿಕ ಕ್ಷಯದಿಂದ ಸಂರಕ್ಷಿಸುವುದು ಅತ್ಯಂತ ಮಹತ್ವದ್ದಾಗಿದೆ. ಈ ಅಧ್ಯಯನವು ಜೈವಿಕ, ಅಜೈವಿಕ ಮತ್ತು ಸಂಯೋಜಿತ ಕಲಾಕೃತಿಗಳ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂರಕ್ಷಣೆಯಲ್ಲಿ ನವೀನ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳ ಬಳಕೆಯನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸುತ್ತದೆ. ನ್ಯಾನೊ-ಲೈಮ್, ಗ್ರೀನ್ ಬಯೋಟೆಕ್ನಾಲಜಿ ಮತ್ತು ಲೇಸರ್ ಅಬ್ಲೇಷನ್‌ನಂತಹ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳು ಸುರಕ್ಷಿತ ಸಂರಕ್ಷಣೆಗೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗುತ್ತವೆ. 3D ಲೇಸರ್ ಸ್ಕ್ಯಾನಿಂಗ್, ಮಲ್ಟಿಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರಲ್ ಇಮೇಜಿಂಗ್, ಇನ್‌ಫ್ರಾರೆಡ್ ರಿಫ್ಲೆಕ್ಟೋಗ್ರಫಿ ಮತ್ತು ಡಿಜಿಟಲ್ ಟ್ವಿನ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳು ಕಲಾಕೃತಿಗಳ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಹಾನಿರಹಿತವಾಗಿ ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣೆ ಮಾಡಲು ನೆರವಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳು ಕಲಾಕೃತಿಗಳ ಮೂಲತ್ವ, ಮೇಲ್ಮೈ ಮತ್ತು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ರಚನೆಯನ್ನು ಕಾಪಾಡುವಲ್ಲಿ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿವೆ. ಕನಿಷ್ಠ ಹಸ್ತಕ್ಷೇಪ, ಹಾನಿರಹಿತ ಪರೀಕ್ಷೆ ಮತ್ತು ಪರಿಸರೀಯ ಸುಸ್ಥಿರತೆಯ ತತ್ವಗಳನ್ನು ಇವು ಉತ್ತೇಜಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ, ನವೀನ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳು ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ವಿಧಾನಗಳಿಗೆ ಸುರಕ್ಷಿತ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ಸುಸ್ಥಿರ ಪರ್ಯಾಯಗಳಾಗಿವೆ.*

***Keywords:*** *ನವೀನ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂರಕ್ಷಣೆ, ನ್ಯಾನೊ-ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ, ಹಾನಿರಹಿತ ಪರೀಕ್ಷೆ, ವಸ್ತುಸಂಗ್ರಹಾಲಯ.*

## ಪೀಠಿಕೆ

ವಸ್ತುಸಂಗ್ರಹಾಲಯಗಳು ಮಾನವ ನಾಗರಿಕತೆಯ ಐತಿಹಾಸಿಕ, ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕ, ಕಲಾತ್ಮಕ ಹಾಗೂ ತಾಂತ್ರಿಕ ವಿಕಾಸವನ್ನು ದಾಖಲಿಸುವ ಮತ್ತು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ ಮಹತ್ವದ ಜ್ಞಾನಕೇಂದ್ರಗಳಾಗಿವೆ. ಇಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಡುವ ಪುರಾತತ್ವ ಅವಶೇಷಗಳು, ಶಿಲ್ಪಗಳು, ನಾಣ್ಯಗಳು, ಮರದ ಕಲಾಕೃತಿಗಳು, ಜವಳಿ, ತಾಳೆಗರಿ ಹಸ್ತಪ್ರತಿಗಳು ಹಾಗೂ ವರ್ಣಚಿತ್ರಗಳು ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕ ಪರಂಪರೆಯ ಭೌತಿಕ ಸಾಕ್ಷ್ಯಗಳಾಗಿವೆ. ಈ ಕಲಾಕೃತಿಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯೋಜನೆ ಮತ್ತು ಭೌತಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಜೈವಿಕ, ಅಜೈವಿಕ ಮತ್ತು ಸಂಯೋಜಿತ ವಸ್ತುಗಳೆಂದು ವರ್ಗೀಕರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಲಾಕೃತಿಗಳ ದೀರ್ಘಕಾಲೀನ ಉಳಿವು ಕೇವಲ ಸಂಗ್ರಹಣೆಯಿಂದ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ; ಅವು ನಿರಂತರವಾಗಿ ತಾಪಮಾನ ಮತ್ತು ಸಾಪೇಕ್ಷ ಆರ್ದ್ರತೆಯ

***Please cite this article as:*** ಜಗದೀಶ, ಎಚ್.ಎಂ. (2026). ನವೀನ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳು ಮತ್ತು ವಸ್ತುಸಂಗ್ರಹಾಲಯಗಳ ಕಲಾಕೃತಿಗಳ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂರಕ್ಷಣೆ: ಒಂದು ಸಮಗ್ರ ಅಧ್ಯಯನ. *ಸೃಜನಿ: ಇಂಡಿಯನ್ ಜರ್ನಲ್ ಆಫ್ ಇನ್ನೋವೇಟಿವ್ ರೀಸರ್ಚ್ ಅಂಡ್ ಡೆವೆಲಪ್‌ಮೆಂಟ್*, 5(3), 47–55

(Relative Humidity) ಏರಿಳಿತ, ಅತಿನೇರಳೆ ಕಿರಣಗಳು (UV Radiation), ವಾಯುಮಾಲಿನ್ಯ, ಕೀಟಬಾಧೆ ಹಾಗೂ ಲವಣಗಳ ಸ್ಫಟಿಕೀಕರಣದಂತಹ ಭೌತಿಕ ಮತ್ತು ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ಷಯಿಸುವಿಕೆಗೆ (Deterioration) ಒಳಗಾಗುತ್ತಿರುತ್ತವೆ.

ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ಪದ್ಧತಿಗಳಲ್ಲಿ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಸ್ವಚ್ಛಗೊಳಿಸುವಿಕೆ, ತೀವ್ರ ಸ್ವರೂಪದ ರಾಸಾಯನಿಕ ದ್ರಾವಣಗಳ ಬಳಕೆ ಮತ್ತು ದಪ್ಪನೆಯ ಮೇಲ್ಮೈ ಲೇಪನಗಳನ್ನು ಪ್ರಾಥಮಿಕವಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಇಂತಹ ಕ್ರಮಗಳು ತಕ್ಷಣದ ಪರಿಹಾರ ನೀಡಿದರೂ, ದೀರ್ಘಕಾಲದಲ್ಲಿ ಕಲಾಕೃತಿಯ ಮೂಲ ಸ್ವರೂಪ, ಬಣ್ಣ ಮತ್ತು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ರಚನೆಗೆ ಹಾನಿ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಹಾಗೂ ರಾಸಾಯನಿಕ ಶೇಷಗಳನ್ನು (Chemical Residues) ಬಿಟ್ಟು ಹೋಗುವ ಅಪಾಯವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದವು. ಈ ಕೊರತೆಗಳನ್ನು ನೀಗಿಸಲು ಆಧುನಿಕ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ವಿಜ್ಞಾನವು ವಸ್ತು ವಿಜ್ಞಾನದ ನಿಕಟ ಸಹಯೋಗದೊಂದಿಗೆ ಹೊಸ ರೂಪ ಪಡೆದುಕೊಂಡಿದೆ. ಸಮಕಾಲೀನ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ತತ್ವಗಳು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಕನಿಷ್ಠ ಹಸ್ತಕ್ಷೇಪ, ಅತಿಕ್ರಮಣಕಾರಿಯಲ್ಲದ ಅಥವಾ ಹಾನಿರಹಿತ ಪರೀಕ್ಷೆ, ಚಿಕಿತ್ಸೆಯ ಮರುಪರಿಶೀಲನಾ ಸಾಧ್ಯತೆ ಮತ್ತು ಪರಿಸರೀಯ ಸುಸ್ಥಿರತೆ ಎಂಬ ಮೂಲತತ್ವಗಳಿಗೆ ಆದ್ಯತೆ ನೀಡುತ್ತಿವೆ.

ಈ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪರಿವರ್ತನೆಯ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ, ನವೀನ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳು ವಸ್ತುಸಂಗ್ರಹಾಲಯಗಳ ಪರಿಪಾಲನಾ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಿ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ತಂದಿವೆ. ನ್ಯಾನೊ-ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಮೂಲಕ ವಸ್ತುವಿನ ಆಂತರಿಕ ರಚನೆಯನ್ನು ಗಟ್ಟಿಗೊಳಿಸುವುದು, ಗ್ರೀನ್ ಬಯೋಟೆಕ್ನಾಲಜಿ ಮತ್ತು ಜೈವಿಕ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ವಿಧಾನಗಳ ಮೂಲಕ ಅಪಾಯಕಾರಿ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳಿಲ್ಲದೆ ಸ್ವಚ್ಛಗೊಳಿಸುವುದು ಹಾಗೂ ಲೇಸರ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಮೂಲಕ ನಿಖರ ಮೇಲ್ಮೈ ಸಂಸ್ಕರಣೆ ಮಾಡುವುದು ಇಂದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಇದರೊಂದಿಗೆ 3D ಸ್ಕ್ಯಾನಿಂಗ್, ಮಲ್ಟಿಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರಲ್ ಇಮೇಜಿಂಗ್ ಹಾಗೂ ಡಿಜಿಟಲ್ ಟ್ವಿನ್ (Digital Twin) ನಂತಹ ಡಿಜಿಟಲ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳು ಕಲಾಕೃತಿಗೆ ನೇರ ಭೌತಿಕ ಸ್ಪರ್ಶವಿಲ್ಲದೆಯೇ ಅದರ ಸ್ಥಿತಿ-ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣೆ (Condition Monitoring) ಮತ್ತು ದೀರ್ಘಕಾಲೀನ ದಾಖಲೀಕರಣಕ್ಕೆ ಹೊಸ ದಾರಿಯನ್ನು ತೆರೆದಿವೆ. ಈ ಲೇಖನವು ವಸ್ತುಸಂಗ್ರಹಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಹಾಗೂ ಸುಸ್ಥಿರ ಪರ್ಯಾಯಗಳು ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ದೀರ್ಘಕಾಲೀನ ಸಂರಕ್ಷಣೆಗೆ ಎಷ್ಟರ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತೌಲನಿಕವಾಗಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸುತ್ತದೆ.

**ಸಂಶೋಧನೆಯ ಉದ್ದೇಶಗಳು**

- **ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವರ್ಗೀಕರಣ:** ವಸ್ತುಸಂಗ್ರಹಾಲಯಗಳಲ್ಲಿರುವ ಜೈವಿಕ, ಅಜೈವಿಕ ಮತ್ತು ಸಂಯೋಜಿತ ಕಲಾಕೃತಿಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಭೌತಿಕ-ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವಭಾವ ಹಾಗೂ ಕ್ಷಯದ ಸ್ವರೂಪಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ವರ್ಗೀಕರಿಸುವುದು.
- **ನವೀನ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳ ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ:** ನ್ಯಾನೊ-ವಸ್ತುಗಳು, ಗ್ರೀನ್ ಬಯೋ-ರಿಮಿಡಿಯೇಶನ್ ಮತ್ತು ಲೇಸರ್ ಅಬ್ಲೇಶನ್‌ನಂತಹ ನವೀನ ವಿಧಾನಗಳು ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗಳಿಗೆ ಸುರಕ್ಷಿತ ಪರ್ಯಾಯವಾಗಬಲ್ಲವೇ ಎಂಬುದನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸುವುದು.
- **ಡಿಜಿಟಲ್ ದಾಖಲೀಕರಣದ ಪಾತ್ರ:** 3D ಸ್ಕ್ಯಾನಿಂಗ್ ಮತ್ತು 'ಡಿಜಿಟಲ್ ಟ್ವಿನ್' ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳು ಕಲಾಕೃತಿಗಳ ಹಾನಿರಹಿತ ಪರಿಶೀಲನೆ ಹಾಗೂ ಆರ್ಕೈವಿಂಗ್‌ನಲ್ಲಿ

ವಹಿಸುವ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವುದು.

- **ಸುಸ್ಥಿರ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ಮಾದರಿ:** ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ಮೂಲತ್ವಕ್ಕೆ (Authenticity) ಧಕ್ಕೆಯಾಗದಂತೆ ಪರಿಸರ ಸ್ನೇಹಿ ಮತ್ತು ದೀರ್ಘಕಾಲೀನ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ತಂತ್ರಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸುವುದು.

**ನವೀನ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ಮತ್ತು ಪರಿಪಾಲನಾ ವಿಧಾನಗಳು**

ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕ ಪರಂಪರೆಯ ವಸ್ತುಗಳ ಸಂರಕ್ಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಇತ್ತೀಚಿನ ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಾಧಾರಿತ ವಿಧಾನಗಳ ಬಳಕೆ ಗಣನೀಯವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದೆ. ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ವಿಧಾನಗಳ ಮಿತಿಗಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸುವ ಉದ್ದೇಶದಿಂದ ವಸ್ತುಗಳ ಭೌತಿಕ ಮತ್ತು ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವ ಹೊಸ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೊಂಡಿವೆ.

**(ಅ) ನ್ಯಾನೊ–ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಬಳಕೆ**

ನ್ಯಾನೊ–ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವು ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಗಾತ್ರದ ಕಣಗಳ ಭೌತಿಕ ಮತ್ತು ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ಸಂರಕ್ಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿದೆ.

***ನ್ಯಾನೊ–ಲೈಮ್*** : ನ್ಯಾನೊ–ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಹೈಡ್ರಾಕ್ಸೈಡ್ [$Ca(OH)_2$] ಕಣಗಳನ್ನು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಸುಣ್ಣದ ಗಾರೆ, ಪ್ಲಾಸ್ಟರ್, ಫ್ರೆಸ್ಕೋ, ಸುಣ್ಣದ ಕಲ್ಲು (Calcareous stone) ಮತ್ತು ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ–ಕಾರ್ಬೋನೇಟ್ ಆಧಾರಿತ ವಸ್ತುಗಳ ದುರ್ಬಲಗೊಂಡ ರಚನೆಯನ್ನು ಗಟ್ಟಿಗೊಳಿಸಲು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಜೈವಿಕ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಸಾಮಾನ್ಯೀಕರಿಸದೆ, ಖನಿಜ–ಆಧಾರಿತ ಕಲಾಕೃತಿಗಳಿಗೆ ಸೀಮಿತಗೊಳಿಸುವುದು ವೈಜ್ಞಾನಿಕವಾಗಿ ಸೂಕ್ತ.

***ಹೈಡ್ರೋಫೋಬಿಕ್ ನ್ಯಾನೊ–ಕೋಟಿಂಗ್:*** ಮೇಲ್ಮೈಯ ನೀರಿನ ತೇವಗೊಳಿಸುವಿಕೆಯನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವ ಮೂಲಕ ಮಳೆನೀರು, ವಾತಾವರಣದ ತೇವಾಂಶ ಮತ್ತು ಮಾಲಿನ್ಯಕಾರಕಗಳಿಂದ ಮೇಲ್ಮೈ ಕ್ಷಯದ ವೇಗವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ನೆರವಾಗುತ್ತದೆ.

***ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಮತ್ತು ಎಚ್ಚರಿಕೆ:*** ನ್ಯಾನೊ–ಪದಾರ್ಥಗಳ ಬಳಕೆಯ ಮೊದಲು ವಸ್ತುವಿನೊಂದಿಗೆ ಹೊಂದಾಣಿಕೆ (Compatibility), ವಾಯು–ಪಾರಗಮ್ಯತೆ (Vapour Permeability) ಮತ್ತು ಮರುಚಿಕಿತ್ಸೆಯ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳನ್ನು (Reversibility) ನಿಯಂತ್ರಿತ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ದೃಢೀಕರಿಸುವುದು ಅತ್ಯಗತ್ಯ.

**(ಆ) ಗ್ರೀನ್ ಬಯೋಟೆಕ್ನಾಲಜಿ ಮತ್ತು ಬಯೋ–ರಿಮಿಡಿಯೇಷನ್:** ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ವಿಷಕಾರಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ಶೇಷಗಳನ್ನು ತಡೆಯಲು ಪರಿಸರ ಸ್ನೇಹಿ ಮತ್ತು ಕನಿಷ್ಠ ವಿಷಕಾರಿ ಜೈವಿಕ ವಿಧಾನಗಳು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೊಳ್ಳುತ್ತಿವೆ.

***ಸಸ್ಯಜನ್ಯ ಎಸೆನ್ಷಿಯಲ್ ಆಯಿಲ್‌ಗಳು:*** ಜೈವಿಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿ–ಸಂಬಂಧಿತ ಕ್ಷಯವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ಸಸ್ಯಜನ್ಯ ಎಸೆನ್ಷಿಯಲ್ ಆಯಿಲ್ ಆಧಾರಿತ ಮೈಕ್ರೋ–ಎಮಲ್ಷನ್‌ಗಳನ್ನು ಪರ್ಯಾಯ ಜೈವಿಕ ಏಜೆಂಟ್‌ಗಳಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ.

***ಜೈವಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳು:*** ಪ್ರೋಟೀನ್, ಕೊಬ್ಬು ಅಥವಾ ಸಾವಯವ ಮಾಲಿನ್ಯಗಳನ್ನು ಕಲಾಕೃತಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಧಕ್ಕೆಯಾಗದಂತೆ ಲೈಪೇಸ್ ಅಥವಾ ಆಲ್ಫಾ–ಅಮೈಲೇಸ್ ನಂತಹ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಿಣ್ವಗಳ ಮೂಲಕ ತೆಗೆದುಹಾಕಲು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

***ಬಯೋ–ಕ್ಲೀನಿಂಗ್:*** Pseudomonas stutzeri ನಂತಹ ಹಾನಿಕಾರಕವಲ್ಲದ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಕಲ್ಲು ಅಥವಾ ಗೋಡೆಚಿತ್ರಗಳ ಮೇಲಿರುವ ನೈಟ್ರೇಟ್/ಸಲ್ಫೇಟ್ ಮತ್ತು ಹಳೆಯ ಜಿಡ್ಡಿನ ಪದರಗಳನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಸ್ವಚ್ಛಗೊಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

**(ಇ) ಡಿಜಿಟಲ್ ಸಂರಕ್ಷಣೆ ಮತ್ತು 3D ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ**

***3D ಲೇಸರ್ ಸ್ಕ್ಯಾನಿಂಗ್ ಮತ್ತು ಫೋಟೋಗ್ರಾಮೆಟ್ರಿ:*** ಕಲಾಕೃತಿಯನ್ನು ಸ್ಪರ್ಶಿಸದೆಯೇ ಅದರ ನಿಖರ 3D ಡಿಜಿಟಲ್ ಮಾದರಿ ಅಥವಾ Digital Twin ಅನ್ನು ರಚಿಸಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

***ವಿನಾಶಕಾರಿಯಲ್ಲದ ಪರೀಕ್ಷೆ: (Non-destructive Examination):*** X-Ray Fluorescence (XRF) ಮೂಲಕ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಮೂಲಧಾತು ಸಂಯೋಜನೆಯನ್ನು (Elemental Composition), Infrared Reflectography (IRR) ಮತ್ತು X-radiography ಮೂಲಕ ವರ್ಣಚಿತ್ರದ ಕೆಳಗಿನ ರೇಖಾಚಿತ್ರಗಳು ಅಥವಾ ಅಡಗಿರುವ ಪದರಗಳನ್ನು ಹಾಗೂ Multispectral Imaging ಮೂಲಕ ಬಣ್ಣದ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಹಾನಿಮಾಡದೆ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ.

***3D ಪ್ರಿಂಟಿಂಗ್:*** ಮುರಿದ ಅಥವಾ ಕಳೆದುಹೋದ ಭಾಗಗಳ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಪ್ರತಿರೂಪಗಳನ್ನು (Replicas) ತಯಾರಿಸಿ ಪ್ರದರ್ಶನ ಹಾಗೂ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಬಳಸಲು ಉಪಯುಕ್ತ.

**(ಈ) AI ಮತ್ತು IoT ಆಧಾರಿತ ಮುನ್ನೆಚ್ಚರಿಕಾ ಸಂರಕ್ಷಣೆ**

***IoT ಸೆನ್ಸರ್‌ಗಳು:*** ಗ್ಯಾಲರಿ ಮತ್ತು ಸಂಗ್ರಹಣಾ ಕೊಠಡಿಗಳಲ್ಲಿ Temperature, Relative Humidity (RH), Light/Lux ಮತ್ತು UV ಕಿರಣಗಳನ್ನು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣೆ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ.

***ಕೃತಕ ಬುದ್ಧಿಮತ್ತೆ (AI/ML):*** ಚಿತ್ರಾಧಾರಿತ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಮೂಲಕ ಬಿರುಕುಗಳು, ಬಣ್ಣ ಮಸಕಾಗುವಿಕೆ ಮತ್ತು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಆರಂಭಿಕ ಹಂತದಲ್ಲಿಯೇ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿ ಸಂರಕ್ಷಕರಿಗೆ Decision-Support ನೀಡುತ್ತದೆ.

**ಕೋಷ್ಟಕ 1: ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಮತ್ತು ನವೀನ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ವಿಧಾನಗಳ ತೌಲನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ**

| ಪರೀಕ್ಷಿತ ನಿಯತಾಂಕ | ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ವಿಧಾನ | ನವೀನ ವಿಜ್ಞಾನಾಧಾರಿತ ವಿಧಾನ |
|---|---|---|
| **ಮೂಲಭೂತ ದೃಷ್ಟಿಕೋನ** | ಅನುಭವಾಧಾರಿತ ಮತ್ತು ಕೈಚಳಕ–ಆಧಾರಿತ ಸಂರಕ್ಷಣೆ | ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ, ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ದತ್ತಾಂಶಾಧಾರಿತ ಸಂರಕ್ಷಣೆ |
| **ಹಸ್ತಕ್ಷೇಪದ ಸ್ವರೂಪ** | ಯಾಂತ್ರಿಕ, ರಾಸಾಯನಿಕ ಅಥವಾ ಭೌತಿಕ ಹಸ್ತಕ್ಷೇಪ | ಆಕ್ರಮಣಕಾರಿಯಲ್ಲದ, ವಿನಾಶಕಾರಿಯಲ್ಲದ ಮತ್ತು ಕನಿಷ್ಠ–ಮಧ್ಯಸ್ಥಿಕೆ |
| **ಕ್ಷಯದ ಪತ್ತೆ** | ದೃಶ್ಯ ಪರಿಶೀಲನೆ ಮತ್ತು ಅನುಭವಾಧಾರಿತ ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ | ಇಮೇಜಿಂಗ್, ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಸ್ಕೋಪಿ, ಸೆನ್ಸರ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಡಿಜಿಟಲ್ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ |
| **ವಸ್ತು ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ** | ಸೀಮಿತ ಪರೀಕ್ಷೆ ಅಥವಾ ಅನುಭವಾಧಾರಿತ ಗುರುತಿಸುವಿಕೆ | XRF (ಮೂಲಧಾತುಗಳು), IRR (ಅಡಗಿದ ಪದರಗಳು), Multispectral Imaging |
| **ಸಂರಕ್ಷಣಾ ಚಿಕಿತ್ಸೆ** | ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ದ್ರಾವಕ, ಯಾಂತ್ರಿಕ ಸ್ವಚ್ಛತೆ, ದಪ್ಪ ಲೇಪನ | Nanomaterials, Enzymatic Cleaning, Laser-based Treatment |
| **ದಾಖಲೀಕರಣ** | ಲಿಖಿತ ದಾಖಲೆಗಳು, ಸ್ಥಿರಚಿತ್ರಗಳು | High-resolution imaging, 3D scanning, Digital Twins |
| **ಪರಿಸರ ಸ್ನೇಹಿತ್ವ** | ಬಳಸುವ ರಾಸಾಯನಿಕದ ಮೇಲೆ ಆಧಾರಿತ | Green Chemistry, Bioremediation, Safe Disinfestation |

**ಕಲಾಕೃತಿಗಳ ವಸ್ತುಸಂಯೋಜನೆ ಆಧಾರಿತ ನವೀನ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ವಿಧಾನಗಳ ಆಳವಾದ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ**

**ಜೈವಿಕ ಕಲಾಕೃತಿಗಳು (Organic Materials)**

***ಮರದ ಕಲಾಕೃತಿಗಳು:*** Relative Humidity ನಿಯಂತ್ರಣ, Anoxic Treatment (ಸಾರಜನಕ/ಆರ್ಗಾನ್ ಬಳಸಿ ಗಾಳಿರಹಿತ ಚಿಕಿತ್ಸೆ) ಮತ್ತು ಮರಕ್ಕೆ ಸೂಕ್ತವಾದ ಸೌಮ್ಯ ಕನ್ಸಾಲಿಡೆಂಟ್‌ಗಳ ಬಳಕೆ.

***ತಾಳೆಗರಿ ಮತ್ತು ಕಾಗದದ ಹಸ್ತಪ್ರತಿಗಳು:*** ಕಾಗದದ ಆಮ್ಲೀಯತೆ ನಿವಾರಣೆಗೆ Nano-Ca $(OH)_2$ ಅಥವಾ Nano-Mg$(OH)_2$ ಆಧಾರಿತ ಡಿಸ್ಪರ್ಷನ್‌ಗಳ ನಿಯಂತ್ರಿತ ಬಳಕೆ ಮತ್ತು Multispectral Imaging ಮೂಲಕ ಮಾಸಿದ ಅಕ್ಷರಗಳ ಸ್ಪಷ್ಟೀಕರಣ.

***ಜವಳಿ ಮತ್ತು ಚರ್ಮ:*** UV ನಿರೋಧಕ ಗ್ಲಾಸ್‌ಗಳ ಬಳಕೆ, ಸೂಕ್ತ ಆರ್ದ್ರತೆ ನಿರ್ವಹಣೆ, Integrated Pest Management (IPM) ಮತ್ತು ನಿಯಂತ್ರಿತ ಮೈಕ್ರೋ–ಕ್ಲೈಮೇಟ್ (Micro-climate) ಸಂಗ್ರಹಣೆ.

**ಕೋಷ್ಟಕ 2: ಜೈವಿಕ ಕಲಾಕೃತಿಗಳ (Organic Materials) ನವೀನ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ವಿಧಾನಗಳು**

| **ಕಲಾಕೃತಿಯ ವರ್ಗ** | **ಕ್ಷಯಿಸುವಿಕೆಯ ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣಗಳು** | **ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣಾ ತಂತ್ರಗಳು** | **ನವೀನ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗಳು** | **ಅಪಾಯ ಮತ್ತು ಇತಿಮಿತಿಗಳು** |
|---|---|---|---|---|
| **ಮರದ ಕಲಾಕೃತಿಗಳು** | ತೇವಾಂಶ ಏರಿಳಿತ, ಬಿರುಕು, ವಕ್ರತೆ, ಕೀಟಬಾಧೆ | Moisture measurement, 3D scanning, Microscopy | Anoxic Treatment ($N_2$/Ar), ಸೌಮ್ಯ ಕನ್ಸಾಲಿಡೆಂಟ್‌ಗಳು | ರಾಸಾಯನಿಕ Incompatibility, ಅತಿಯಾದ ತೇವಾಂಶ ನಿಯಂತ್ರಣ |
| **ತಾಳೆಗರಿ & ಕಾಗದ ಹಸ್ತಪ್ರತಿಗಳು** | ಆಮ್ಲೀಯತೆ (Acidity), ಬೂಸ್ಟು, ಬಣ್ಣ ಮಾಸುವುದು | pH Analysis, Multispectral Imaging (MSI) | Nano-Ca$(OH)_2$ / Nano-Mg$(OH)_2$ Deacidification, Digital Archiving | Deacidification ತಪ್ಪಾದರೆ ಕಾಗದದ ಇಂಕ್ ಹಾನಿಯಾಗುವ ಅಪಾಯ |
| **ಜವಳಿ & ಚರ್ಮ** | ಬೆಳಕು, UV ಕಿರಣಗಳು, ಯಾಂತ್ರಿಕ ಒತ್ತಡ | Colour measurement, Condition mapping | UV ನಿರೋಧಕ ಗ್ಲಾಸ್‌ಗಳು, Microclimate cases, IPM | ತಪ್ಪಾದ Cleaning ನಿಂದ ಜವಳಿಯ ಫೈಬರ್ ದುರ್ಬಲಗೊಳ್ಳುವುದು |

**ಅಜೈವಿಕ ಕಲಾಕೃತಿಗಳು (Inorganic Materials)**

***ಲೋಹದ ಕಲಾಕೃತಿಗಳು:*** 'Bronze Disease' ನಿವಾರಣೆಗೆ Benzotriazole (BTA) ಬಳಕೆ ಹಾಗೂ ಪ್ರಸ್ತುತ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಕಡಿಮೆ ವಿಷಕಾರಿ ಜೈವಿಕ ಇನ್ಹಿಬಿಟರ್‌ಗಳು. ಸೂಕ್ತ ತರಂಗಾಂತರ ಮತ್ತು ಎನರ್ಜಿ ಡೆನ್ಸಿಟಿಯ Nd:YAG ಲೇಸರ್ (1064 nm) ಮೂಲಕ ಸೀಮಿತ ಲೇಸರ್ ಅಬ್ಲೇಶನ್.

***ಕಲ್ಲಿನ ಶಿಲ್ಪಗಳು ಹಾಗೂ ಶಾಸನಗಳು:*** Ethyl Silicate ಕನ್ಸಾಲಿಡೇಶನ್, ಸೆಪಿಯೊಲೈಟ್ ಬಳಸಿ Desalination (ಉಪ್ಪು ತೆಗೆಯುವುದು) ಮತ್ತು Pseudomonas stutzeri ಬಳಸಿ Biocleaning.

***ಮಣ್ಣಿನ ಮಡಿಕೆಗಳು ಮತ್ತು ಸಿರಾಮಿಕ್ಸ್:*** ಡಿ–ಅಯೋನೈಸ್ಡ್ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಉಪ್ಪಿನಂಶ ನಿವಾರಣೆ ಹಾಗೂ Paraloid B-72 ನಂತಹ ಪುನರಾವರ್ತನೀಯ (Reversible) ಅಂಟುಗಳ ಬಳಕೆ.

**ಕೋಷ್ಟಕ 3: ಅಜೈವಿಕ ಕಲಾಕೃತಿಗಳ (Inorganic Materials) ನವೀನ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ವಿಧಾನಗಳು**

| ಕಲಾಕೃತಿಯ ವರ್ಗ | ಕ್ಷಯಿಸುವಿಕೆಯ ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣಗಳು | ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣಾ ತಂತ್ರಗಳು | ನವೀನ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗಳು | ಅಪಾಯ ಮತ್ತು ಇತಿಮಿತಿಗಳು |
|---|---|---|---|---|
| **ಲೋಹದ ವಸ್ತುಗಳು (ಕಂಚು/ಕಬ್ಬಿಣ)** | ತುಕ್ಕು, ಕ್ಲೋರೈಡ್ ಆಕ್ಸಿಡೀಕರಣ ('Bronze Disease') | X-Ray Fluorescence (XRF), X-radiography | Benzotriazole (BTA), Nd:YAG ಲೇಸರ್ ಅಬ್ಲೇಶನ್ (1064 nm) | ಲೇಸರ್ ತರಂಗಾಂತರ ತಪ್ಪಿದರೆ ಮೂಲ ಪಟಿನಾ (Patina) ನಾಶದ ಅಪಾಯ |
| **ಕಲ್ಲಿನ ಶಿಲ್ಪಗಳು & ಶಾಸನಗಳು** | ಲವಣಗಳ ಸ್ಫಟಿಕೀಕರಣ, ಪಾಚಿ, ಆಮ್ಲ ಮಳೆ | Mineralogy analysis, Salt chromatography | Ethyl Silicate, Desalination, Pseudomonas stutzeri Biocleaning | ಕಲ್ಲಿನ ಸ್ವರೂಪ ತಿಳಿಯದೆ Consolidant ಬಳಸಿದರೆ ಮೇಲ್ಮೈ ಹಾನಿ |
| **ಮಣ್ಣಿನ ಮಡಿಕೆಗಳು & ಸಿರಾಮಿಕ್ಸ್** | ಉಪ್ಪಿನ ಸ್ಫಟಿಕೀಕರಣ, ಮೇಲ್ಮೈ ಪುಡಿಯಾಗುವುದು | Microscopy, Salt analysis | ಡಿ–ಅಯೋನೈಸ್ಡ್ ನೀರಿನ Desalination, Paraloid B-72 ಅಂಟು | ವರ್ಣಚಿತ್ರ/ಗ್ಲೇಜ್ ಇರುವ ಸೆರಾಮಿಕ್ಸ್‌ಗೆ ನೀರು ಹಾಕುವುದು ಅಪಾಯ |

**ಸಂಯೋಜಿತ ಕಲಾಕೃತಿಗಳು (Composite Materials)**

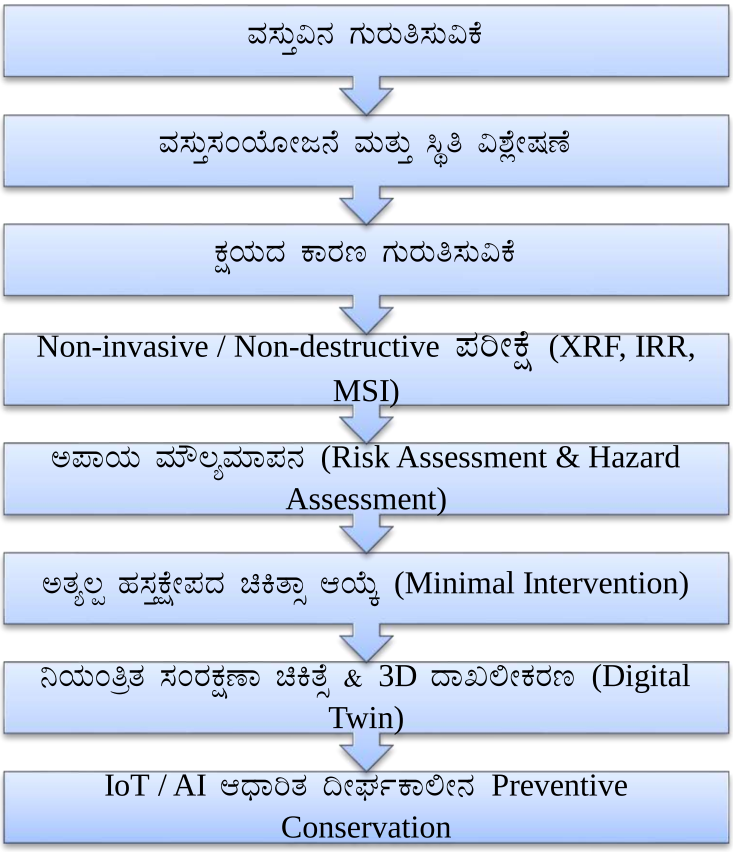
***ತೈಲ ವರ್ಣಚಿತ್ರಗಳು ಮತ್ತು ಮ್ಯುರಲ್ಸ್:*** Enzymatic Gel ಬಳಸಿ ಹಳೆಯ ಜಿಡ್ಡು ತೆಗೆಯುವುದು. XRF ಮೂಲಕ ಮೂಲಧಾತು ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಹಾಗೂ IRR ಮೂಲಕ ವರ್ಣಚಿತ್ರದ ಅಡಗಿರುವ ಪದರಗಳ ಅಧ್ಯಯನ.

***ನೈಸರ್ಗಿಕ ಇತಿಹಾಸದ ಮಾದರಿಗಳು (Taxidermy):*** ವಿಷಕಾರಿ ಆರ್ಸೆನಿಕ್/ಮರ್ಕ್ಯುರಿ ಶೇಷಗಳ Hazard Assessment, IPM ಹಾಗೂ Specimen-specific Conservation.

**ಕೋಷ್ಟಕ 4: ಸಂಯೋಜಿತ ಕಲಾಕೃತಿಗಳ (Composite Materials) ನವೀನ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ವಿಧಾನಗಳು**

| ಕಲಾಕೃತಿಯ ವರ್ಗ | ಕ್ಷಯಿಸುವಿಕೆಯ ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣಗಳು | ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣಾ ತಂತ್ರಗಳು | ನವೀನ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗಳು | ಅಪಾಯ ಮತ್ತು ಇತಿಮಿತಿಗಳು |
|---|---|---|---|---|
| **ತೈಲ ವರ್ಣಚಿತ್ರಗಳು & ಗೋಡೆಚಿತ್ರಗಳು** | ವಾರ್ನಿಷ್ ಹಳದಿಯಾಗುವುದು, ಬಿರುಕು, ಮೇಲ್ಮೈ ಜಿಡ್ಡು | Infrared Reflectography (IRR), XRF | Enzymatic Gels (ಲೈಪೇಸ್/ಅಮೈಲೇಸ್) Gel-based Cleaning | Cleaning ವೇಳೆ ಮೂಲ ಬಣ್ಣದ ಪದರ ಉದುರುವ ಗಂಭೀರ ಅಪಾಯ |
| **ನೈಸರ್ಗಿಕ ಇತಿಹಾಸ ಮಾದರಿಗಳು (Taxidermy)** | ಕೀಟಬಾಧೆ, ಹಳೆಯ ವಿಷಕಾರಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ಶೇಷಗಳು | Hazard assessment, Pest monitoring | Integrated Pest Management (IPM), Specimen-specific Conservation | ಹಳೆಯ ಆರ್ಸೆನಿಕ್/ಮರ್ಕ್ಯುರಿ ಶೇಷಗಳಿಂದ ಸಿಬ್ಬಂದಿ ಆರೋಗ್ಯಕ್ಕೆ ಅಪಾಯ |

**ಚಿತ್ರ 1: ನವೀನ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ಮತ್ತು ಪರಿಪಾಲನಾ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಸಮಗ್ರ ಹಂತಗಳು**



## ಉಪಸಂಹಾರ

ವಸ್ತುಸಂಗ್ರಹಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಸಂರಕ್ಷಿಸಲ್ಪಡುವ ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕ ಮತ್ತು ಐತಿಹಾಸಿಕ ಕಲಾಕೃತಿಗಳ ದೀರ್ಘಕಾಲೀನ ಸಂರಕ್ಷಣೆ ಕೇವಲ ಭೌತಿಕ ದುರಸ್ಥಿಯಾಗಿ ಉಳಿದಿಲ್ಲ. ಸಮಕಾಲೀನ ಸಂರಕ್ಷಣಾ ವಿಜ್ಞಾನವು ವಸ್ತುಸಂಯೋಜನೆ, ಕ್ಷಯದ ಕಾರ್ಯವಿಧಾನ, ಪರಿಸರೀಯ ಪರಿಣಾಮಗಳು, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ, ತಡೆಗಟ್ಟುವ ಸಂರಕ್ಷಣೆ ಮತ್ತು ಡಿಜಿಟಲ್ ದಾಖಲೀಕರಣಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಯೋಜಿಸುವ ಸಮಗ್ರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಾಗಿ ವಿಕಸನಗೊಂಡಿದೆ. ನ್ಯಾನೊ–ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ, ಗ್ರೀನ್ ಬಯೋಟೆಕ್ನಾಲಜಿ, ಸೂಕ್ತ ಲೇಸರ್ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗಳು ಹಾಗೂ 3D ಲೇಸರ್ ಸ್ಕ್ಯಾನಿಂಗ್, ಮಲ್ಟಿಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರಲ್ ಇಮೇಜಿಂಗ್, ಇನ್‌ಫ್ರಾರೆಡ್ ರಿಫ್ಲೆಕ್ಟೋಗ್ರಫಿ ಮತ್ತು IoT ಆಧಾರಿತ ಸೆನ್ಸರ್‌ಗಳ ಸಮನ್ವಯವು ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ವಿಧಾನಗಳಿಗೆ ಸುರಕ್ಷಿತ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ಸುಸ್ಥಿರ ಪರ್ಯಾಯವನ್ನು ಒದಗಿಸಿವೆ. ಸಂರಕ್ಷಣಾ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಯಶಸ್ಸನ್ನು ಅದು ಎಷ್ಟು ಆಧುನಿಕವಾಗಿದೆ ಎಂಬುದರಿಂದ ಅಳೆಯುವುದಕ್ಕಿಂತ, ಕಲಾಕೃತಿಯ ಮೂಲತ್ವ, ಭೌತಿಕ ಸಮಗ್ರತೆ, ಐತಿಹಾಸಿಕ ಸಾಕ್ಷ್ಯಮೌಲ್ಯ ಮತ್ತು ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕ ಅರ್ಥವನ್ನು ಕನಿಷ್ಠ ಹಸ್ತಕ್ಷೇಪದೊಂದಿಗೆ ಎಷ್ಟು ದೀರ್ಘಕಾಲ ಉಳಿಸಬಲ್ಲದು ಎಂಬುದರಿಂದ ಅಳೆಯಬೇಕು.

## ಪರಾಮರ್ಶನ ಗ್ರಂಥಗಳು


- Baglioni, P., Chelazzi, D., & Giorgi, R. (2014). *Nanotechnologies in the conservation of cultural heritage: A compendium of materials and techniques*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9303-2
- Blades, N., Cassar, M., Oreszczyn, T., & Croxford, B. (2000). Preventive conservation strategies for sustainable urban pollution control in museums. In *Tradition and innovation: Advances in conservation* (pp. 24–28). International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works.
- Brunelli, A., Calgaro, L., Semenzin, E., & others. (2021). Leaching of nanoparticles from nano-enabled products for the protection of cultural heritage surfaces: A review. *Environmental Sciences Europe, 33*, 48. https://doi.org/10.1186/s12302-021-00493-z
- Cassar, M. (1994). Preventive conservation and building maintenance. *Museum Management and Curatorship, 13*(1), 39–47. https://doi.org/10.1080/09647779409515385
- Cucci, C., Picollo, M., Chiarantini, L., & others. (2020). Remote-sensing hyperspectral imaging for applications in archaeological areas: Non-invasive investigations on wall paintings. *Microchemical Journal, 158*, 105082. https://doi.org/10.1016/j.microc.2020.105082
- David, M. E., Ion, R.-M., Grigorescu, R. M., & others. (2020). Nanomaterials used in conservation and restoration of cultural heritage:

An up-to-date overview. *Materials, 13*(9), 2064. https://doi.org/10.3390/ma13092064

- Elnaggar, A., Said, M., Kraševec, I., & others. (2024). Risk analysis for preventive conservation of heritage collections in Mediterranean museums. *npj Heritage Science, 12*, 59.
- La Russa, F. M., & Santagati, C. (2021). An AI-based DSS for preventive conservation of museum collections in historic buildings. *Journal of Archaeological Science: Reports, 35*, 102735.
- Picollo, M., Cucci, C., Casini, A., & Stefani, L. (2020). Hyper-spectral imaging technique in the cultural heritage field: New possible scenarios. *Sensors, 20*(10), 2843.
- Pooja, K., Mishra, P., Tripathi, S., & others. (2026). Nanoscience applications for the preservation and conservation of manuscripts and paper-based cultural heritage: A review. *Discover Chemistry, 3*, 137.