Archaeologia (2006) : 16 - 20

ලෝහමය පුරාවස්තූන් සංයුතිය හා අංශු මාත්‍ර මූලද්‍රව්‍ය සඳහා විශ්ලේෂණයේ ඇති වැදගත්කම

අර්ජුන තන්තිලගේ
පුරාවිද්‍යා පශ්චාත් උපාධි ආයතනය, කැලණිය විශ්වවිද්‍යාලය
e-mail: arjuna-t@hotmail

හැඳින්වීම

පුරාවිද්‍යාවේ දී බොහෝවිට ද්‍රව්‍යමය සාධකයන් උපයෝගී කර ගනිමින් අතීතය පිළිබඳ අර්ථ කථනයන් සිදුකරයි. එබැවින් ද්‍රව්‍යමය සාධකයන් තුළ ගැබ් ව ඇති උපරිම දත්ත ලබාගැනීම වඩා නිවැරදි සහ සවිස්තරාත්මක අර්ථකතනයන් සඳහා බොහෝවිට උපකාරී වේ. පුරා වස්තුවක බාහිරව ඇසට පෙනෙන සාධක මෙන් ම ඒවා අදාළ විශාල දත්තයන් සමූහයක් ඇසට නොපෙනී ඒ තුළ ගැබ් වී ඇත. පුරා වස්තූන් නොයෙක් විද්‍යාත්මක විශ්ලේෂණවලට භාජනය කිරීම මඟින් ඒ තුළ ගැබ්ව ඇති නොයෙක් අතීත මානව ක්‍රියාකාරකම් පිළිබඳ ව සාධකයන් අනාවරණය කරගත හැකි ය. බොහෝ විට මෙවැනි විශ්ලේෂණවලින් පුරාවස්තු ඒවායේ නිෂ්පාදන තාක්ෂණය, යොදාගත් අමුද්‍රව්‍ය වැනි දත්ත මෙන් ම ඒවා නිෂ්පාදනය කළ සමාජය ගැන ද වඩා ආකාරයෙන් තේරුම් ගැනීමට සමහර විට සාධක ලැබිය හැකි ය (Reedy 1997, 77-109).

පුරාවිද්‍යාවේ භාවිත කළ හැකි විද්‍යාත්මක විශ්ලේෂණ ක්‍රම රාශියක් ඇති අතර ඉන් පුරාවිද්‍යාත්මක අර්ථකථනයන් සඳහා බෙහෙවින් උපකාර කරගත හැකි ක්‍රමයක් වන සංයුතිය හා අංශු මාත්‍ර මූලද්‍රව්‍ය විශ්ලේෂණය (Composition and Trace element Analysis) පිළිබඳ කෙටියෙන් සාකච්ඡා කිරීම මෙම ලිපියේ අරමුණයි.

ලෝහ වර්ගවල මූල ද්‍රව්‍ය

ලෝහමය වස්තුවක සංයුතිය සැලකීමේ දී එහි අඩංගු විවිධ ලෝහ වර්ගවල ප්‍රමාණයන් අනුව එය ප්‍රධාන කොටස් තුනකට බෙදිය හැකි ය.

1. ප්‍රධාන වශයෙන් ඇති මූලද්‍රව්‍ය (Major elements)
2. සුළු වශයෙන් ඇති මූලද්‍රව්‍ය (Minor elements)
3. අංශුමාත්‍ර වශයෙන් ඇති මූලද්‍රව්‍ය (Trace elements)

මෙම ඉහත දක් වූ සමස්ත සංයුතිය තුළ මිනිසා විසින් හිතාමතා ම යම් යම් ප්‍රමාණ අනුව එක් කළ ද්‍රව්‍ය ප්‍රමාණයන් ඇතිවාක් මෙන් ම මිනිසාගේ එම ක්‍රියා කාරකම් නිසා නො දැනුවත්ව ම එක් වූ ද්‍රව්‍ය ප්‍රමාණයක් ද ඇත. (ඒවා අපද්‍රව්‍ය (impurities) වශයෙන් බොහෝවිට හඳුන්වයි) මෙම නොදැනුවත්ව ම සංයුතියට එක්වන ද්‍රව්‍ය තුළ බොහෝවිට අදාල ක්‍රියාකාරකම් පිළිබඳ ව දත්තයන් රාශියක් ගැබ් වී ඇත.

පැරණි ලෝහ නිස්සාරණ ක්‍රමයන්ගේ තිබූ යම් යම් දුර්වලතා නිසා අවසානයේ ලැබෙන ලෝහ සම්පූර්ණයෙන් ම පිරිසිදු ලෝහ නොවේ. එබැවින් මෙවැනි පැරණි නිස්සාරණ ක්‍රමවලින් ලැබෙන අවසන් ලෝහයේ, සැම විටම යොදාගත් අමුද්‍රව්‍ය හා ක්‍රම වේදයට ආවේණික යම් අපද්‍රව්‍ය ප්‍රමාණයක් පවතී.

1. ප්‍රධාන වශයෙන් ඇති මූලද්‍රව්‍ය, (Major elements)

ප්‍රධාන මූලද්‍රව්‍ය මිනිසා විසින් සිතා මතා යම් ප්‍රමාණයන් අනුව එකතු කරන ඒවා වේ. උදාහරණයක් ලෙස පැරණි ලෝකඩ ප්‍රතිමාවක් ගත හොත් එහි ප්‍රධාන ලෝහ වර්ගය ලෙස තඹ, ටින් හා ඊයම් ලෝහ බොහෝවිට දැකිය හැකි ය. මෙම ප්‍රධාන මූලද්‍රව්‍ය හා ප්‍රමාණ දැනගැනීමෙන් යොදාගත් ලෝහ මිශ්‍රණ (alloys) ගැන කරුණු දැනගත හැකි ය. එය එම පුරා වස්තුවේ නිෂ්පාදන තාක්ෂණය තේරුම් ගැනීමට බොහෝ උපකාරී වේ. යම් කාල වකවානුවක පැවති ලෝහ මිශ්‍රණ ගැන දැනගැනීම එම සමාජයේ පැවති ලෝහ තාක්ෂණය ගැන මනා වැටහීමක් ලබා දෙයි.

2. සුළු වශයෙන් ඇති මූලද්‍රව්‍ය, (Minor elements)

මේවා බොහෝවිට යොදාගත් අමුද්‍රව්‍ය හා ක්‍රමවේද නිසා නොදැනුවත්ව ම එක් වූ හෝ මිනිසා විසින් හිතාමතා ම එක් කිරීම යන දෙයාකාරයෙන් ම සංයුතියට එකතු විය හැකි ය. මෙම සුළු වශයෙන් ඇති මූලද්‍රව්‍ය ප්‍රමාණ හා ඒවා මොනවා ද යන්න පිළිබඳ අධ්‍යයනයෙන් ඉතාමත් වැදගත් කරුණු රාශියක් අනාවරණය කරගත හැකි ය. උදාහරණයක් වශයෙන් ලෝහ පුරා වස්තුවක සංයුතින් සුළු වශයෙන් පවතින මූලද්‍රව්‍ය පිළිබඳ ව අධ්‍යයනයෙන් එම භාණ්ඩය නිෂ්පාදනය සඳහා ලෝහ ලබා ගැනීමට තෝරාගත් අමුද්‍රව්‍ය, ඒවා නිස්සාරණය සඳහා සකස්කර ගත් ආකාරය හා නිස්සාරණ ක්‍රමවේදය ගැන වැදගත් කරුණු රාශියක් අනාවරණය කරගත හැකි ය. මීට අමතරව නිස්සාරණය කළ ලෝහ යොදා ගනිමින් පසුව භාණ්ඩය නිපදවීම සඳහා භාවිත කළ ක්‍රමවේදය ගැන ද යම් යම් කරුණු අනාවරණය කර ගැනීමට ද සුළු වශයෙන් ඇති ලෝහ ප්‍රමාණ අධ්‍යයනයෙන් කරුණු ලබාගත හැකි ය.

උදාහරණයක් ලෙස ඇටකටුවලින් (bonzes) නිපද වූ පුරාවස්තුවක සල්ෆර් සුළු වශයෙන් අඩංගු වීම බොහෝවිට තඹ නිස්සාරණය සඳහා අමුද්‍රව්‍ය ලෙස තඹ ඛනිජයන් යොදාගත් බවට සාධකයකි. සල්ෆයිඩ අවසාන ලෝහයේ අඩංගු ප්‍රමාණය එම නිස්සාරණ ක්‍රියාවලියේ කාර්යක්ෂමතාව ගැන යම් යම් අදහස් පවසයි. මේ වැනි තඹ අඩංගු සල්ෆයිඩ ඛනිජ වර්ග ඒ ප්‍රදේශයේ ඇත් ද, ආසන්නවම ඇත්තේ කුමන ස්ථානයේ ද වැනි කරුණු අනාවරණය කර ගැනීම මගින් පුරාවස්තුව හා එකල පැවති සමාජ සම්බන්ධතා ගැන කරුණු අනාවරණය කරගත හැකි ය. තව ද මිනිසා විසින් හිතාමතා එකතු කළ සංයුතියේ සුළු වශයෙන් අඩංගු වන මෙවැනි ද්‍රව්‍ය මගින් පැවති නිෂ්පාදන තාක්ෂණය මෙන් ම සම්භාර අවස්ථාවල චාරිත්‍ර වාරිත්‍ර පිළිබඳ ඉඟි ද ලබාගත හැකි ය. උදාහරණයක් වශයෙන් යකඩවලින් නිෂ්පාදනය කළ පුරාවස්තුවක ඇති කාබන් ප්‍රමාණය හා එහි ව්‍යාප්තිය මැනීමෙන් වානේ නිෂ්පාදන ගැන එම සමාජය තුළ තිබූ දැනුම හා නිෂ්පාදන ක්‍රමවේදය පිළිබඳ කරුණු දැනගත හැකි ය (Hadfiela 1912, 134-186). එමෙන් ම සම්භාර භාණ්ඩවල රත්‍රන් වැනි ප්‍රශස්ත මූලද්‍රව්‍ය සුළු වශයෙන් එකතු කළ අවස්ථා හමු වී ඇත.

3. අංශුමාත්‍ර මූලද්‍රව්‍ය විශ්ලේෂණ (Trace elements Analysis)

අංශුමාත්‍ර මූල ද්‍රව්‍ය විශ්ලේෂණ මගින් ලෝහ පුරාවස්තුවල පමණක් නොව නොයෙකුත් මාධ්‍යයන්ගෙන් නිෂ්පාදිත පුරාවස්තු පිළිබඳ බොහෝ කරුණු දැන ගැනීමට යොදාගත හැකි ය. (විශේෂයෙන් මෙය අමුද්‍රව්‍යවල ප්‍රභවය හා භාණ්ඩ වර්ගීකරණය සඳහා ඉතා වැදගත් වේ (Reedy 1997, 77-109 / Sirinivasan 1999, 91-110).

අංශුමාත්‍ර මූලද්‍රව්‍ය සැම විට ම මිනිසා විසින් හිතාමතා සංයුතියට එකතු කරන මූලද්‍රව්‍ය නොවේ. ඒවා අමුද්‍රව්‍ය ලබාගත් නිධිය හෝ ප්‍රදේශයට ආවේණික වේ. ලෝහ නිෂ්පාදනය කරන යපස් යනු ඛනිජ වර්ග වේ. මෙම ඛනිජ නිධි නිර්මාණය වීමේ දී ඒවා විද්‍යාගාරයක් තුළ මෙන් සම්පූර්ණයෙන් පිරිසිදු පරිසරයක් තුළ සිදු නොවේ. එබැවින් එම ඛනිජ නිර්මාණයේ දී අවට පරිසරයේ ඇති යම් යම් මූලද්‍රව්‍ය අපද්‍රව්‍ය වශයෙන් ඊට එකතු විය හැකි ය. මෙහි විශේෂත්වය වන්නේ මෙම එකතු වන අපද්‍රව්‍ය ඒ ඒ ප්‍රදේශවලට ආවේණික වීමයි. මෙසේ එකතු වන අපද්‍රව්‍ය බොහෝවිට අංශුමාත්‍ර මූලද්‍රව්‍යවල ප්‍රමාණයන ඒ ඒ නිධිවලට ආවේණික බැවින් එම යපස් නිධිවලින් ලබාගත් යපස්වලින් නිෂ්පාදිත භාණ්ඩවල ද එම නිධියට ආවේණික ලක්ෂණ යම් අයුරකින් ගැබ් වී තිබේ (Reedy 1997, 77-109). මෙහි දී අප ඒ ඒ අංශුමාත්‍ර මූලද්‍රව්‍යන්ගේ ප්‍රමාණ මැන එම මූලද්‍රව්‍යයන් දෙකක් අතර අනුපාතය මනිනු ලැබේ (මේ මගින් යපස් ලෝහය බවට පත්කිරීමේ ක්‍රියාවලිය අතර තුර සිදුවන වෙනස්කම් නිසා ඇතිවිය හැකි අංශුමාත්‍ර මූලද්‍රව්‍ය වෙනස් වීම මගහරවා ගත හැකි ය).

මෙවැනි අංශුමාත්‍ර මූලද්‍රව්‍යයන්ගේ අනුපාතය X හා Y අක්ෂයන්ට ගෙන ප්‍රස්ථාර ගත කිරීමෙන් පුරාවස්තු කාණ්ඩ (groups) හඳුනාගැනීම සිදු කළ හැකි ය. ලෝහ මිශ්‍රණ සලකා බැලීමේ දී මෙම තත්ත්වය තරමක් සංකීර්ණ වේ. එයට හේතුව වනුයේ අමුද්‍රව්‍ය වර්ග කිහිපයකින් පැමිණි ලෝහ එකට එකතු වී තිබීමයි. නමුත් එවැනි අවස්ථාවල මෙම ක්‍රමය භාවිත කළ හැකි ය. ඒ සඳහා ඒ ඒ අවස්ථානුකූලව විශේෂිත අංශුමාත්‍ර මූලද්‍රව්‍ය වර්ග තෝරාගෙන ඒවා අනුපාත ගණිත සංඛ්‍යාත්මක ක්‍රම උපයෝගී කරගනිමින් ප්‍රස්ථාර ගත කළ යුතු ය (e.g multivariate Analysis).

සංයුතිය හා අංශුමාත්‍ර මූලද්‍රව්‍ය දැනීම සඳහා ක්‍රමවේද කිහිපයක් භාවිත කළ හැකි ය. නමුත් මෙම ක්‍රමවේද සියල්ල ප්‍රධාන විශයෙන් කොටස් දෙකකට බෙදිය හැක.

1. විනාශකාරී ක්‍රම (Destructive methods)
2. විනාශකාරී නොවන ක්‍රම (Non Destructive methods)

ඉහත පළමු ක්‍රමවේදය සඳහා පුරාවස්තුවෙන් යම්කිසි ප්‍රමාණයක් විශ්ලේෂණ සඳහා වැය කිරීමට සිදුවේ. නමුත් වර්තමානයේ මේ සඳහා භාවිත කරන උපකරණවල තාක්ෂණික දියුණුව නිසා මිලිග්‍රෑම් 10 ක් වැනි ඉතා කුඩා සාම්පල් ප්‍රමාණයකින් වුව ද මෙම විශ්ලේෂණ සිදුකළ හැකි ය. මේ සඳහා පරමාණුක විමෝචන හා අවශෝෂණ වර්ණාවලීක්ෂ ක්‍රම යොදා ගනු ලැබේ. (e.g AAS, ICPAS)

විනාශකාරී නොවන විශ්ලේෂණ ක්‍රමවේදයේ දී පුරාවස්තුවට කිසියම් හානියක් කිරීම අවශ්‍ය නොවේ. මෙම ක්‍රමවේදය සඳහා උදාහරණයක් ලෙස X කිරණ ප්‍රතිදීප්ත විශ්ලේෂණ ක්‍රමය (XRF), නියුට්‍රෝන සක්‍රියතා විශ්ලේෂණ (Nutron activation analysis, NAA) දක්විය හැකි ය.

නිගමනය

මෙම කුමන ක්‍රමවේද භාවිත කළත් විශ්ලේෂණ සඳහා සෑම විශ්ලේෂණයක්ම උචිත ජාත්‍යන්තර තත්ත්ව සහතිකය ඇති සාම්පලයකට (International standard reference material) සාපේක්ෂව සිදුකළ යුතු ය. එවිට ලැබෙන දත්තවල නිවැරදිතාව පිළිබඳ සහතිකයක් ඇත.

ආශ්‍රිත ග්‍රන්ථ

Hadfield, R 1912 *Sinhalese Iron and steel of ancient origin*, Journal of Iron Steel institute. 85 pp 134- 186

Joel, E. C etal 1997 *Lead isotope analysis and Great Orme Mine in Archaeological Science*, Sinclair, A. etal (eds), Proceedings of a Conference on the application of Scientific techniques to the study of Archaeology, Oxbow Monograph 64, pp 124 - 131

Reedy, C. L 1997 *Himalayan Bronzes*, Technology Style and choices, University of Delaware Press, New York, pp 77 - 109

Sirinivasan, S 1999 *Lead isotope and trace element analysis in the study of over hundred South Indian metal icons*, Archaeometry vol. 41, part. 1, pp 91 -110