

இருமரின் தொன்மை

தமிழ்நாட்டில் அண்மைக்கால கதிரியக்கக் காலக்கணக்கீடுகள்



தமிழ்நாடு அரக
தொல்லியல் துறை

இரும்பின் தொன்மை

தமிழ்நாட்டில்

அண்மைக்கால கதிரியக்கக் காலக்கணக்கீடுகள்

கா. ராஜன்

இரா. சிவானந்தம்



தமிழ்நாடு அரக
தொல்லியல் துறை
2025

தலைப்பு:

இரும்பின் தொன்மை

தமிழ்நாட்டில் அண்மைக்கால கதிரியக்கக் காலக்கணக்கீடுகள்

முதல் பதிப்பு : 2025
வெளியீடு எண் : 355
பிரதிகளின் எண்ணிக்கை : 2500
பக்கங்களின் எண்ணிக்கை : 75

ஆசிரியர்கள் :

கா.ராஜன்
இரா.சிவானந்தம்

வெளியீட்டாளர் :

© தொல்லியல் துறை
தமிழ்நாடு அரசு
சென்னை - 600 008

நூல் வடிவமைப்பு :

கதிர் ஆறுமுகம்
cuckoo images, Chennai - 89

அச்சிட்டோர் :

சென்னை பிரிண்டிங் மற்றும் ஸ்டேஷனரி தொழிலாளர்கள்
தொழில் கூட்டுறவு சங்கம் லிமிடெட்.,
சரவணா தெரு, கொண்டித்தோப்பு, சென்னை - 600 079

விலை: ரூ. 250/-

ISBN: 978-819778428-6





தலைமைச் செயலகம்
சென்னை - 600 009



திரு. மு. க. ஸ்டாலின் தமிழ்நாடு முதலமைச்சர்

அணிந்துரை

தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை கடந்த அரை நூற்றாண்டுகளாகத் தொல்லியல் ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் உலோகவியல், கல்மணிகள் அறுத்தல், கப்பல் கட்டுதல், முத்துக்குளித்தல், நெசவு, ஆடை உற்பத்தி, கண்ணாடித் தயாரிப்பு போன்ற தொழில்களில் முனைப்புடன் செயல்பட்டு வந்த பண்டைய உற்பத்தித் தளங்களைக் கண்டறிந்து அவ்விடங்களைத் தொல்லியல் நோக்கில் ஆவணப்படுத்தி, அவற்றைத் தொடர் ஆய்வுக்கு உட்படுத்தியதன் வாயிலாகச் சிறந்த முடிவுகள் கிடைத்துள்ளன. இத்தகைய ஆய்வு முடிவுகள் சிறந்ததொரு தமிழ்ச் சமூகத்தினை உருவாக்குவதில் இத்தொழில்நுட்பங்கள் ஆற்றிய பங்களிப்பைப் புரிந்துகொள்வதற்கான முக்கியமான தடயங்களாகக் கருதப்படுகின்றன.

தமிழ்நாட்டில் தொன்மை தொழிற்சாலைகள் பரவலாக இயங்கியிருந்தாலும் இவற்றில் காணப்படும் மரபு வழி தொழிநுட்பத்தை, கலைத்திறனை முறையாக ஆவணப்படுத்தப்படவேண்டும் என்ற அவா இந்த நூலின் ஆசிரியர்களுக்குத் தூண்டுதலாக இருந்தது. அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பத்தின் வரலாற்றைத் தெளிவாகப் புரிந்துகொள்ள அவற்றை முறையாக ஆவணப்படுத்த வேண்டி உள்ளது. இந்த மரபுசார் தொழில்நுட்பம் அக்காலகட்டத்தில் உள்ளூரிலும் உலகளாவிய வணிகத்திலும் நேரடியான தாக்கத்தை ஏற்படுத்தியதுடன், ஒட்டுமொத்த சமூகப் பொருளாதார மேம்பாட்டிலும் பெரும் விளைவை ஏற்படுத்தியிருந்தது. சங்க இலக்கியமும் வெளிநாட்டார்க் குறிப்புகளும் தொடக்க வரலாற்றுக் காலத்தில் இரும்புத் தொழில்நுட்பம், கல்மணிகள் தயாரித்தல், முத்துக்குளித்தல் மற்றும் சங்கு அறுத்தல் உள்ளிட்ட பல தொழில்கள் குறித்த தரவுகளை விரிவாக விளக்குகின்றன. தொழில்நுட்ப அறிவும் சமூக மேம்பாடும் ஒன்றுக்கொன்று நேரடித் தொடர்புடையவை. இவை சமூகத்தில் நேரடியாகத் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தி அதன் கட்டமைப்பைத் தீர்மானிக்கிறது.

ஆகவே, தொழிற்புரட்சிக்கு முன்னர் உலோகவியல் தொழிநுட்பம் பரவியிருந்த தளங்களைப் புரிந்துகொள்வது முக்கியமானது. ஏனென்றால், இந்தத் தொழிநுட்பமே சமூக வளர்ச்சியின் முக்கியமான கூறாக விளங்கியுள்ளது. அந்த வகையில் மதிப்புமிக்க ஆடம்பரப் பொருட்கள், அன்றாட உபயோகப்பொருட்கள், ஈமச்சடங்குசார் பொருட்கள் என எண்ணற்ற பொருட்களை உருவாக்குவதற்குத் தேவையான கனிமவளங்கள், தேவைக்கேற்ற உற்பத்தி, நுகர்பொருட்களாக மாற்றுவதற்கான உயர் தொழில்நுட்பம், பொருட்கள் ஒரு இடத்திலிருந்து இன்னொரு இடத்திற்குச் செல்வதற்கு வேண்டிய வணிகப் பரிமாற்றத்திற்கான சூழல், ஆகியவற்றை அச்சமூகம் பெற்றுத் திகழவேண்டும். இத்தகைய தொழில்நுட்பம் சார்ந்த சமூக மேம்பாட்டை அறிந்து கொள்வது அவசியமாகிறது. அந்த வகையில், தமிழ்நாடு அரசு மரபுசார் தொழில்நுட்பங்களின் தோற்றத்தையும் வளர்ச்சியையும் தொல்லியல் களஆய்வு மற்றும் அகழாய்வுகள் வாயிலாக அறிவியல் துணைகொண்டு உறுதிசெய்ய முயல்கிறது.

தமிழகத்தில் அண்மைக்காலங்களில் ஆதிச்சநல்லூர், சிவகளை, மயிலாடும்பாறை, கீழ்நமண்டி, மாங்காடு மற்றும் தெலுங்கனூர் ஆகிய தொல்லியல் தளங்களில் மேற்கொள்ளப்பட்ட அகழாய்வுகளில் கிடைத்த சான்றுகளும், அறிவியல் அடிப்படையிலான காலக்கணக்கீடுகளும் இதுவரை தமிழகம் பெற்றிருந்த தொன்மையான தொழில்நுட்பம் தொடர்பான முந்தைய கருதுகோள்களை மீளாய்வு செய்ய வேண்டியதன் அவசியத்தை உணர்த்தியுள்ளன. அந்த அடிப்படையில், தமிழ்நாட்டில் இரும்புப் பயன்பாட்டின் தொடக்கம் அல்லது இரும்பின் அறிமுகம் என்பது கி.மு. நாலாயிரத்தின் முற்பகுதியைச் சார்ந்தது எனவும், அதாவது இரும்பின் தொன்மை 5300 ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டது என்பதை அறிவியல் துணைகொண்டு நிறுவப்பட்டுள்ளது. தொல்லியலாளர்களின் இடையறாத முயற்சியின் வாயிலாகப் பெற்ற இந்த அண்மைக்கால சான்றுகளைப் பொதுமக்கள் முன்பாக வைப்பதில் பெருமகிழ்ச்சி கொள்கிறேன்.

அன்புடன்,

(மு. க. ஸ்டாலின்)



தலைமைச் செயலகம்
சென்னை-600 009.

V

தேதி: 02.01.2025

திரு. தங்கம் தென்னரசு

மாண்புமிகு நிதி, சுற்றுச்சூழல் மற்றும் அமைச்சர்
காலநிலை மாற்றம் மற்றும் தொல்லியல் துறை

அணிந்துரை

இந்தியாவில் பண்டைய காலம் தொட்டு உலோகவியல் தொழில்நுட்பத்தில் பெற்றிருந்த திறனை நம் தொல்பொருட்கள் எதிரொலிக்கின்றன. தில்லியில் உள்ள குதுப்பினாரில் பல நூற்றாண்டுகளாகத் திறந்த வெளியில் எத்தகைய வேதியல் மாற்றத்திற்கும் உட்படாமல் துருப்பிடிக்காமல் நிற்குகொண்டிருக்கும் இரும்புத் தூணும், கோனார்க் கோயில் கட்டுமானத்தில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள இரும்பு உத்திரமும், மிகப்புகழ்பெற்ற தார் இரும்புத் தூணும் நமது முன்னோர்கள் பெற்றிருந்த உயர் தொழில்நுட்பத் திறனை எடுத்துக்காட்டுகின்றவாகத் திகழ்கின்றன.

இத்தகைய உயர் தொழில்நுட்பம் சார்ந்த தொல்லியல் சான்றுகள் ஐரோப்பியர்களின் கவனத்தைப் பெற்றன. குறிப்பாகத் தொழிற்புரட்சிக்கு முன்பாக இருந்த இத்தகைய தொழில்நுட்பம், குறிப்பாக எஃகு தொழில்நுட்பம், ஐரோப்பியர்களின் கவனத்தை அதிகம் கவர்ந்தது. ஐரோப்பியர்களுக்கு இந்திய இரும்பின் மீதான ஆர்வம் கிரேக்க-ரோமன் காலத்திலிருந்து அதாவது சரியாகக் குறிப்பிடவேண்டுமாயின் ஹெலனிஸ்டிக்-ரோமன் காலத்திலிருந்தே தொடங்குகிறது. தொடக்கத்தில், இரும்பு அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட காலம் மற்றும் தொழில்நுட்பத்தின் தன்மை பற்றிமட்டும் கவனம் செலுத்தப்பட்டது. இரும்பு கி. மு. சுமார் இரண்டாயிரம் ஆண்டில் அறிமுகமானதாக ஆய்வு முடிவுகள் வாயிலாகத் தீர்மானிக்கப்பட்டது. எண்ணும், ஆதிச்சநல்லூர், சிவகளை, மயிலாடும்பாறை, மாங்காடு, தெலுங்கனூர், கீழ்நமண்டி போன்ற இடங்களில் மேற்கொள்ளப்பட்ட அண்மைக்கால ஆய்வு முடிவுகள் முந்தைய கருத்துகளின் மீது புதியபார்வை செலுத்தின. முன்பு கொண்டிருந்த முடிவுகளை மறு ஆய்வு செய்ய வலியுறுத்தின. அறிவியல் அடிப்படையிலான காலக்கணிப்புகள், தமிழ்நாட்டில் இரும்பு 5300 ஆண்டுகளுக்கு முன் அறிமுகமாகியிருக்க வேண்டும் என்று நிறுவுகின்றன.

அறிவியல், தொழில்நுட்ப வரலாற்றில், பண்பாடு மற்றும் தொழில்நுட்ப முன்னேற்றத்தைப் புரிந்துகொள்ளும் தொடர் முயற்சியில் தற்பொழுது பெறப்பட்டுள்ள அறிவியல் அடிப்படையிலான இரும்பின் காலம் ஒரு முக்கிய மைல்கல்லாகத் தமிழ்நாடு அரசு கருதுகிறது. அனைத்திற்கும் மேலாக, சேலம் மாவட்டம் மேட்டூர் வட்டம் தெலுங்கனூரில் கிடைத்த இரும்புவாளை உலோகவியல் ஆய்வுக்குட்படுத்திப் பெறப்பட்ட முடிவுகள், தென் இந்தியாவில் உயர்-கார்பன் எஃகு தொழில்நுட்பத்தின் தோற்றத்தின்மீது புதிய ஒளியிணைப் பாய்ச்சியுள்ளது.

இரும்பு மற்றும் எஃகின் அறிமுகம், தொழில்நுட்ப விரிவாக்கம், உற்பத்தித்திறன் மற்றும் பரவல் ஆகியவை சமூக வளர்ச்சிக்குப் பெரிதும் துணை நின்றன. எனவே இரும்புத் தொழில்நுட்பத்துக்கும் நகரமயமாக்கலுக்கும் இடையேயான நேரடித் தொடர்பை மிகவும் ஆழ்ந்து ஆய்வு செய்ய வேண்டியுள்ளது. அதேபோல், உற்பத்தித்திறன், பகிர்மானம், தொழில்நுட்பம் மீதான கட்டுப்பாடு போன்றவை சமூகத்தை உருவாக்குவதிலும் கட்டமைப்பதிலும் முக்கிய பங்காற்றின. நமது முன்னோர்கள் சமூக மற்றும் தொழில்நுட்ப வாழ்க்கையில் அடைந்த சாதனைகளைப் புரிந்துகொண்டு பெருமை கொள்வதோடு அவற்றின் அடிப்படையில் தேவையான நடவடிக்கைகளை மேற்கொண்டு நமது எதிர்காலத்தைத் திட்டமிடுவது முக்கியமாகும். இத்தகைய சிறப்புமிக்க பெரும்பணியில் தம்மை ஈடுபடுத்திக்கொண்ட அனைத்து அறிஞர் பெருமக்களுக்கும், அறிவியலாளர்களுக்கும், தொல்லியலாளர்களுக்கும் எனது வாழ்த்துகளைத் தெரிவித்துக்கொள்கிறேன்.

அன்புடன்,

(தங்கம் தென்னரசு)

திரு. த. உதயச்சந்திரன், இ.ஆ.ப.,

தமிழ்நாடு அரசு முதன்மைச் செயலாளர், நிதித்துறை
மற்றும் தொல்லியல் துறை ஆணையர்



அணிந்துரை

அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பத்தின் வரலாறு பற்றிய ஆய்வு என்பது தொல்லியல் துறையின் முக்கிய பங்களிப்பில் ஒன்றாகும். அறிவியலின் வளர்ச்சி மற்றும் அறிவியலை தொழில்நுட்பமாக கையாளும் அல்லது மாற்றும் தொல் மாந்தர்களின் ஆற்றல் நீண்ட மனித வரலாற்றில் ஒரு சிறப்புமிக்க நிகழ்வாகும். அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பம் என்பது பண்பாடு, சமூக, பொருளாதார மற்றும் அரசியல் வளர்ச்சியில் ஒரு மிகச்சிறந்த ஊக்கியாக செயல்பட்டு வருகின்றன. கருத்தியல் கோட்பாடுகள் மற்றும் நடைமுறையில் அந்த கோட்பாடுகளின் பயன்பாடு என்பவை கல்வி உலகில் அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பம் சார்ந்தவையாக கருதப்படுகிறது. மனித வரலாற்றில் தொழில்நுட்பம் மனித மேம்பாட்டிற்கு பெரும் பங்களிப்பை ஆற்றுவதால் தொல்லியலாரிடையே தொழில்நுட்ப அடிப்படையிலான மனித வளர்ச்சியை அறிந்து கொள்ள அதிக கவனம் செலுத்தப்பட்டு வருகின்றன. பல்வேறு தொழில்நுட்பங்களில், இரும்புத் தொழில்நுட்பம் அதன் அதிகவேக தாக்கத்தின் காரணமாக சிறப்பு கவனம் பெற்றது.

இரும்புத் தொழில்நுட்பத்தின் தோற்றம், வளர்ச்சி மற்றும் பரவல் ஆகியன தொடர்பான தேடல் என்பது மனித வரலாற்றில் ஒரு ஊகப் பகுதியாக இருந்து வந்துள்ளது. ஆரம்பத்தில், இரும்புத் தொழில்நுட்பம் ஆசியா மைனரில் கி.மு. 1000 ஆண்டு வாக்கில் தோன்றியதாகவும் பின்னர் தொழில்நுட்ப பரவலின் ஒரு பகுதியாக உலகின் பிற பகுதிகளுக்கு விரைவாக சென்றடைந்து எனவும் கருதப்படுகிறது. இந்த ஒற்றை மய்யப்புள்ளியில் இருந்தே இரும்புத் தொழில்நுட்பத்தின் பரவல் ஏற்பட்டது என்ற கோட்பாட்டிற்கு எதிராக தொழில்நுட்பம் பல மய்யப்புள்ளிகளில் தோன்றின என்பதை அண்மைக்காலங்களில் பல அறிஞர்கள் வலியுறித்தி வருகின்றனர். ஒவ்வொரு நாடும் தங்களிடம் உள்ள அறிவியல் வளத்தைக் கொண்டு இரும்பின் தொன்மையைக் கண்டறிவதில் முனைப்பு காட்டி வருகின்றன. இம்முனைப்பில் இந்தியாவும் விதிவிலக்கல்ல. பல உலோகவியலாளர்கள் மற்றும் தொல்லியல் ஆய்வாளர்கள் இந்தியாவில் இரும்பின் தோற்றத்தை நிறுவ கடுமையாக முயன்று அகழ்வாராய்ச்சியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட தொல்பொருள் சான்றுகளின் அடிப்படையில் இரும்பின் தோற்றம் கி.மு. 2000 என நிலை நிறுத்தினர். தமிழ்நாட்டில் இரும்பின் தொடக்ககால பயன்பாட்டைக் கண்டறிந்து அடையாளம் காணும் இந்த கடினமான பணியில் தமிழ்நாடு அரசின் தொல்லியல் துறையும் தீவிரமாக ஆய்வுப்பணியில் ஈடுபட்டு வருகிறது. சமீபத்தில் கீழ்நமண்டி, மயிலாடும்பாறை, ஆதிச்சநல்லூர் மற்றும் சிவகளை ஆகிய இடங்களில் நடத்தப்பட்ட அகழாய்வுகள் ஊக்கமளிக்கும் முடிவை அளித்தன. பல்வேறு தொல்லியல் அகழாய்வுகளில் இருந்து சேகரிக்கப்பட்ட மாதிரிகளுக்குப் பெறப்பட்ட அறிவியல் காலக்கணக்கீடுகள் தமிழ்நாட்டில் இரும்புப்பயன்பாட்டின் தொன்மையை கி.மு. நாலாயிரத்தின் முற்பகுதியில் வைத்தது. இவ்வண்மைக்கால அறிவியல் சான்றுகளை இந்த வெளியீட்டின் மூலம் ஆய்வுலகின் முன் வைப்பதில் நான் பெரும் மகிழ்வு கொள்கிறேன். கல்வியாளர்கள் இரும்பின் தொன்மையை ஆய்வு நோக்குடன் அணுகி, எதிர்கால ஆய்விற்கு ஊக்கமளிக்கும் வகையில் ஆக்கபூர்வமான ஆலோசனைகளை வழங்குவார்கள் என்று நம்புகிறேன். இந்த நாட்டின் புகழ்பெற்ற கடந்த காலத்தை நிலைநிறுத்துவதற்கு முயற்சிகளையும் மேற்கொண்ட அனைத்துத் தொல்லியல் ஆய்வாளர்களையும் இந்த நேரத்தில் வாழ்த்தி மகிழ்வதில் பெருமை கொள்கிறேன்.



பேராசிரியர் திலீப் குமார் சக்ரவர்த்தி

பத்மஸ்ரீ
தகைசால் பேராசிரியர்
தெற்காசியத் தொல்லியல் துறை
கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக்கழகம்

இந்தக் கண்டுபிடிப்பு மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. இதன் தாக்கம் குறைவதற்கு வெகுகாலம் ஆகலாம். எனது முதல் எதிர்வினை என்னவென்றால், சமகால சிந்துவெளிப் பண்பாட்டுத் தளங்களில் இரும்பு இருக்கவேண்டும்; மேலும் தற்போதைய கண்டுபிடிப்புகளின் மூலம் லோத்தலில், ஹரப்பா பண்பாட்டுச் சூழலில், கிடைத்த இரும்பு பற்றிய அறிக்கை தர்க்கரீதியான விளக்கத்தை இப்பொழுது அளிக்கிறது. மேலும், மல்ஹார் போன்ற கங்கைச் சமவெளித் தளங்களிலிருந்து கிடைத்த இரும்பு கி.மு. இரண்டாம் ஆயிரத்தின் முற்பகுதியைச் சேர்ந்ததாகும். அந்தக் காலகட்டத்தில் இரும்புத் தொழில்நுட்பத்தின் பரவலாக்கமும் தொடர்பும் அதன் விநியோகமும் சிறப்பாக இருந்ததாகக் கூறுகின்றன. இந்த தொடர்பு பற்றிய தெளிவான புரிதலைப் பெற முயற்சிக்க வேண்டும். இந்தக் கண்டுபிடிப்புக்குக் காரணமான தொல்லியல் ஆய்வாளர்களை நாங்கள் வாழ்த்துகிறோம்.



பேராசிரியர் ஒஸ்மண்ட் போப்போராச்சி

தகைசால் இயக்குநர்
பிரெஞ்சு தேசிய அறிவியல் ஆராய்ச்சி மையம், பாரிஸ்
முன்னாள் இணைப் பேராசிரியர்
மத்திய மற்றும் தெற்காசியக் கலை, தொல்லியல் மற்றும் நாணயவியல் துறை
கலிபோர்னியா பல்கலைக்கழகம், பெர்க்லி

இரும்பின் தொன்மை பற்றிய இந்தச் சிறுநூலை மிகுந்த ஆர்வத்துடன் படித்தேன். இரண்டு சிறந்த இந்திய அறிஞர்களால் இது எழுதப்பட்டுள்ளது. இது அறிவியல் முறையின் அடிப்படையில் சிறப்பாக எழுதப்பட்டுள்ளது. அனைத்து முக்கிய இரும்பு உருக்கும் தளங்களும் துல்லியமான வரைபடங்களின் உதவியுடன் ஆவணப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. உலகின் மிகவும் நம்பகமான ஆய்வகங்களில் ஒன்றாகக் கருதப்படும் பீட்டா அனாலிடிடிக் ஆய்வகத்தில் High Probability Density Range (HPD) முறையின் அடிப்படையில் கதிரியக்கக் காலக்கணக்கீடுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. இது வரையறுக்கப்பட்ட கால வேறுபாடுகளைத் தெளிவாக வழங்குகிறது. புத்தகத்தில் முன்மொழியப்பட்ட புதிய காலக்கணக்கீடுகள் பழைய முடிவுகளை முழுமையாக மாற்றுகிறது.

'உலகளாவிய சூழல்' என்னும் தலைப்பின் கீழ் சொல்லப்பட்டுள்ளவை எகிப்து, அனடோலியா, சீனா, மத்திய மற்றும் மேற்கு ஐரோப்பா, வடக்கு ஐரோப்பா மற்றும் வடக்கு ஸ்காண்டிநேவியா பகுதிகளில் இரும்புத் தொழில்நுட்பம் பற்றி இன்றுவரை கொண்டுள்ள காலக்கணக்கீடுகளைப் பகுப்பாய்வு செய்கிறது. கதிரியக்கக் காலக்கணக்கீடுகள் தமிழ்நாட்டில் தொடக்க கால இரும்பு உருக்கும் உலைகளின் காலத்தை வெகுவாக மாற்றுகிறது. இந்தச் சிறுநூல் உலை வகைகள் பற்றிப் புதிய தகவல்களை வழங்குகிறது. மேலும், அவற்றைப் பண்டைய தொல்பொருள் தரவுகளோடு அண்மைக்கால கண்டுபிடிப்புகளைத் தொல்பொருள் சூழல்களில் மிகவும் துல்லியமாக ஒப்பிடுகிறது. இந்த ஆய்வின் மிகவும் மகிழத்தக்க முடிவுகளில் ஒன்று, கி.மு.13-15ஆம் நூற்றாண்டுகளுக்கு முந்தைய அதி உயர் கார்பன் எஃகு பற்றியது. எஃகு உற்பத்தி இன்றைய துருக்கியில் கி.மு. 13 ஆம் நூற்றாண்டுக்கு முன் நிகழ்ந்தவை என்பதை நாம் அறிவோம். எனினும் கதிரியக்கக் காலக்கணக்கீடுகள் தமிழ்நாட்டு மாதிரிகள் காலத்தால் முந்தியவை என்பதை மெய்ப்பிக்கின்றன. பகுப்பாய்வு அட்டவணைகள், அண்மைக்கால தொல்பொருள் அகழாய்வுகள் மற்றும் கண்டுபிடிப்புகளின் ஒளிப்படங்கள் ஆகிய பிற்சேர்க்கைகள் மிகவும் பாராட்டத்தகுந்தவை. இரும்பை உருக்கும் தொழில்நுட்பங்களின் வரலாற்றையும், பழங்காலத் தமிழ்நாட்டின் காலத்தையும் பதிவுசெய்தல், ஆவணப்படுத்துதல், விவரித்தல் மற்றும் சூழலுக்குத் தக்க வகையில் அமைத்தல் ஆகியவற்றை ஆசிரியர்கள் சிறப்பாகச் செய்துள்ளனர்.



முனைவர் ராகேஷ் திவாரி

முன்னாள் தலைமை இயக்குநர்
இந்தியத் தொல்லியல் துறை

சுமார் இருபத்தைந்து ஆண்டுகளுக்கு முன்பு, இரும்புத் தொழில்நுட்பத்தின் கி.மு. 1800ஐச் சேர்ந்த தொடக்கநிலைச் சான்றுகள் உத்தரப் பிரதேசத்தில் (வட இந்தியா) பல இடங்களில் காணப்பட்டன. இந்தத் தொல்பொருட்களின் தரம், இரும்புத் தொழில்நுட்பம் கி.மு. 3ஆம் ஆயிரத்தில் தோன்றியிருக்கலாம் என்ற கருத்தை வழங்கியது. இன்று, இந்தக் கருதுகோள் தொடர்ச்சியான அறிவியல் காலக்கணக்கீடுகளால் உறுதியாகிறது. இந்தக் கணிப்புகள், பெரும்பாலும் கி.மு. 2500, தென்னிந்தியாவில் தமிழ்நாட்டின் பல்வேறு தொல்லியல் தளங்களில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இரும்புத் தொல்பொருட்களுடன் ஒத்துப்போகின்றன. இந்தியத் தொல்லியல் துறையில் இது ஒரு திருப்புமுனை. இந்தக் காலக்கணக்கீடுகள் இந்தியாவிலும் உலகெங்கிலும் இரும்புத் தொழில்நுட்பத்தின் தொடக்க காலத்தை நிறுவுகின்றன. வடமேற்கு தெற்காசியாவின் சமகால அரப்பா நாகரிகத்திலிருந்து வெகு தொலைவில் உள்ள கி.மு. மூன்றாம் ஆயிரத்தில் தமிழ்நாட்டில் அதன் தனித்துவமான அம்சங்கள் மற்றும் தொழில்நுட்பங்களின் அடிப்படையில் ஒரு தனித்தன்மையுடன் கூடிய பண்பாடு வளர்ச்சியடைந்தது என்பதை இது காட்டுகிறது. இந்த ஆய்வில் தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறையின் பங்களிப்பு பாராட்டுக்குரியது.



பேராசிரியர் கே.பத்தய்யா

பத்மபூர்
தகைசால் பேராசிரியர் மற்றும் முன்னாள் இயக்குநர்
டெக்கான் கல்லூரி, புனே

இந்தியாவில் இரும்பின் தொன்மை என்பது நீண்டகாலமாக விவாதிக்கப்பட்ட தலைப்பு. நீண்ட காலமாக, இது கி.மு. முதலாம் ஆயிரத்தின் தொடக்கம் அல்லது முற்பகுதி என்று கூறப்பட்டுவந்தது. பின்னர் ராஜஸ்தான் மற்றும் உ.பி.யில் உள்ள தொல்லியல் தளங்களின் சான்றுகள் அதை இரண்டாம் ஆயிரம் வரைக் கொண்டுசென்றன. தமிழ்நாட்டின் புதிய சான்றுகள் இப்போது 3-ஆம் ஆயிரத்தின் நடுப்பகுதிக்கு மேலும் பின்னோக்கிக் கொண்டு செல்கின்றன. சிவகளை தளங்களின் காலங்கள் மிகவும் முக்கியமானவை. மேலும் இவை வெவ்வேறு பொருட்களிலிருந்து மாதிரிகள் சேகரிக்கப்பட்டு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஆய்வகங்களில் காலக்கணிப்பு செய்யப்பட்டுள்ளன. தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறையானது தொல்லியல் கள ஆய்வில் கவனம் செலுத்தி, புதிய கற்காலம் மற்றும் இரும்புக் காலத்தை உள்ளடக்கிய பல அகழாய்வுகளைக் கடந்த இருபதாண்டுகளாக மேற்கொண்டுள்ளது. இந்த இரண்டு காலகட்டங்களின் குறிப்பிடத்தக்க அம்சங்களைக் கூடுதலாக வெளிச்சத்திற்குக் கொண்டுவந்துள்ளது. அனைத்துப் புகழும் தமிழ்நாடு அரசுக்கே !



பேராசிரியர் சாரதா சீனிவாசன்

பத்மபூர்
பேராசிரியர், தேசிய மேம்பட்ட ஆய்வுகள் நிறுவனம், பெங்களூரு

பன்னாட்டளவிலும் தேசிய அளவிலும் பல்வேறு ஆய்வகங்களுக்கு ¹⁴C முதல் OSL காலக்கணக்கீடுகளைச் செய்ய, பல்வேறு காலகட்டத்தைச் சேர்ந்த தொல்லியல் தளங்களிலிருந்து அகழ்வாய்வு செய்து மாதிரிகளைச் சேகரித்து அணுப்பி குறிப்பிடத்தக்க முடிவுகளை பெற்றுள்ள தமிழ்நாடு தொல்லியல் துறையின் முயற்சிகளைப் பாராட்ட வேண்டும். இந்த முடிவுகள் தமிழ்நாட்டில் இரும்புப் பயன்பாட்டின் தொடக்கக் காலத்தை கூறும் சான்றுகளாக அமைந்துள்ளன. உயர்-கார்பன் எஃகு மற்றும் உட்ஸ் எஃகின் தொடக்கக் கால வளர்ச்சிக்கு சான்றாகவும் உள்ளன. இரும்பு மட்டுமல்லாமல் உயர்-தகர வெண்கலம் முதலான மற்ற உலோகக் கண்டுபிடிப்புகளின் ஆய்வுக்கு அடிகோலி உலோகவியலின் ஒட்டுமொத்தப் பார்வையை மாற்றுமளவிற்கு முக்கியத்துவம் பெறுகிறது.



முனைவர் பி.ஜே. செரியன்

முன்னாள் இயக்குநர்
கேரள வரலாற்று ஆய்வுக் கழகம்

தமிழ்நாட்டின் இரும்புத் தொழில்நுட்பத்தின் அண்மைக்கால அறிவியல் காலக்கணக்கீடு, கி.மு. 3ஆம் ஆயிரத்திலேயே முன்னேறிய உலோகவியல் பண்பாடு இருந்ததை வெளிப்படுத்துகிறது. இது தென்னிந்தியா அல்லது இந்தியத் துணைக்கண்டத்திற்கு மட்டுமல்ல, உலகத்திற்கே ஒரு அற்புதமான கண்டுபிடிப்பு. இந்தக் கண்டுபிடிப்பு மனித அறிவாற்றல் மற்றும் தொழில்நுட்ப வளர்ச்சி பற்றிய நீண்டகால அனுமானங்களுக்குச் சவால்விடுகிறது, மேலும் நிறுவப்பட்ட முடிவுகளை மறுமதிப்பீடு செய்ய வலியுறுத்துகிறது.

மனித வரலாற்றைப் பழங்காலம், நுண்கற்காலம், புதிய கற்காலம், செப்புக்காலம் மற்றும் இரும்புக் காலம் என கார்டன் சைட்டின் கருத்துகள் மூலம் பிரித்ததால் இந்த வரிசைதான் இறுதியானது என்று பரவலாகக் கருதப்படுகிறது. இந்த வகைப்படுத்தலை மறுபரிசீலனை செய்யவேண்டிய நேரம் இது. மனித அறிவாற்றல் மற்றும் பண்பாட்டுப் பரிணாமம் ஒரு சீரான அல்லது உலகளாவிய பாதையை ஒருபோதும் பின்பற்றவில்லை. தொழில்நுட்ப மற்றும் பொருளியல் முன்னேற்றங்கள் பல்வேறு மற்றும் அடிக்கடி கணிக்க முடியாத வழிகளில் வெளிப்பட்டுள்ளன. அவை வேறுபட்ட உள்ளூர் வளங்கள், சூழல்கள் மற்றும் தொடர்புகளால் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன.

மனித வரலாற்றின் சிக்கலான தன்மை – பிரபஞ்சமே கூட சிக்கலானதுதான் – அத்தகைய கடினமான அடுக்குகளை எதிர்க்கிறது. இந்தத் தோராயமான வரிசைமுறை பெரும்பாலும் ஒன்றின்மீது ஒன்றாக அமைவதை நாம் கவனத்தில் கொள்ளவேண்டும். மேலும் இவை தொடர்ந்தும் இடைநின்றும் சிக்கலான வடிவங்களை வெளிப்படுத்துகின்றன. சில சமயங்களில் சிதைந்தும் அல்லது துண்டிட்டுண்டாகவும் கூட அமைவதை நாம் புரிந்துகொள்ளவேண்டும்.

தமிழ்நாட்டின் பல்புறசார்ந்த கூட்டு அணுகுமுறை கடந்த காலத்தை ஆழமாக ஆராய்வதற்கான மதிப்புமிக்க அணுகுமுறையை வழங்குகிறது. நுணுக்கமான அறிவியல் அணுகுமுறையோடு மரபுசார் அறிவைத் தகுந்த மதிப்புடன் இணைப்பதன் மூலம், வரலாற்றைப் பற்றி மேலும் உள்ளடக்கிய மற்றும் நுணுக்கமான புரிதலை வளர்ப்பதற்கான நம்பிக்கையை இது தூண்டுகிறது. மேலும் வருங்கால தலைமுறையினருக்குத் திறந்த மனதோடு அக்கறையுடன் நன்கு வேரூன்றிய எதிர்காலத்தை உருவாக்க வகை செய்கிறது. தொலைந்து போன கடந்த காலத்தைச் சான்றுகள் அடிப்படையிலும், அறிவியல் அடிப்படையிலும் மீளமைக்கும் தொல்லியலின் சிறப்புக்கு ஓர் அளவுகோலை அமைத்துத் தந்த தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறைக்கு மனமார்ந்த வாழ்த்துகள்.



பேராசிரியர் கே.பி. ராவ்

மதிப்புயர் பேராசிரியர், ஹைதராபாத் பல்கலைக்கழகம்
முன்னாள் இயக்குநர், தொல்லியல் மற்றும் அருங்காட்சியகங்கள் துறை
ஆந்திர மாநிலம்

இரும்பிற்கான அறிவியல் காலக்கணக்கீடுகளின் துணைகொண்டு முனைவர் ராஜன் மற்றும் அவரது குழுவினர் செப்புக் காலம் என்பது இரும்புக் காலத்திற்கு முன்பானது என்ற பொதுவான கருத்தை மாற்றுவதில் நிச்சயமாக வெற்றி பெற்றிருக்கின்றனர். மேற்குத் தக்காணப் பகுதியும் அதற்கு அப்பால் இந்தியாவின் வடமேற்குப் பகுதிகளிலும் செம்பு/வெண்கலத் தொழில்நுட்பம் வழக்கத்திலிருந்த போது தென்னிந்தியாவின் சில பகுதிகளில் இரும்புத் தொழில்நுட்பம் மேம்பட்டு இருந்தது என்பதை நிரூபிப்பதில் அவர்கள் வெற்றிப் பெற்றுள்ளனர். இந்த முடிவுகள் அதிக எண்ணிக்கையிலான அறிவியல் காலக்கணக்கீடுகளைக் கொண்டிருந்தாலும், அவற்றில் பெரும்பாலானவை கி.மு. 3000க்கும் கி.மு. 1500க்கும் இடைப்பட்டவையாக உள்ளன. தொடக்க கால இரும்பு பற்றிய ஆய்வில் ஈடுபட்டுள்ள அறிஞர்களுக்குத் தேவையான குறிப்புகளை உறுதியாக இது வழங்கப்போகிறது. இந்தப் பணி உறுதியாக இந்தியாவில் தொடக்கக் கால உலோகவியல் பற்றிய நமது புரிதலில் மிகப்பெரிய மாற்றத்தைக் கொண்டுவரும்.



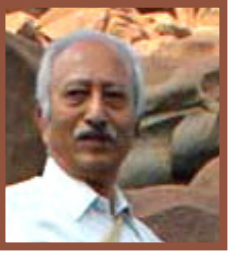
முனைவர் அலோக் குமார் கனுங்கோ

இந்திய தொழில்நுட்பக் கழகம், காந்திநகர்

தகமை இணைப் பேராசிரியர்

ஃபிளீண்டர்ஸ் பல்கலைக்கழகம், தெற்கு ஆஸ்திரேலியா

பொதுவாக உலோகங்களின் தொன்மையையும் காலமுறையையும், குறிப்பாகத் தமிழ்நாட்டில் இருும்பைப் பற்றியும் பேசும் இச்சிறுநூல் நமது கண்ணைத் திறக்கும் நூல் எனலாம். 12 தொல்லியல் தளங்களிலிருந்து பெறப்பட்ட பண்பாடுசார் கண்டுபிடிப்புகள், ஆறு ரேடியோகார்பன் ஆய்வகங்களில் பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்டு AMS காலக்கணக்கீடுகளுடன் விவரிக்கிறது. தென்னிந்தியாவில் புதிய கற்காலத்திற்கும் தொடக்க வரலாற்றுக் காலத்திற்கும் இடையில் பண்பாட்டு வெற்றிடம் இல்லை என்ற உண்மையை இது நிறுவியுள்ளது. மேலும், இயற்கை வளம் எவ்வாறு நமது பண்பாட்டு அறிவின் முன்னேற்றத்திற்குத் தூண்டுகோலாக அமைந்தது என்பதை மீண்டும் உறுதிப்படுத்தியுள்ளது. இது புதிய ஆய்வுப்பாதைகளுக்கு வழிவகுத்துள்ளது. அதாவது கி.மு. 3000க்கும் கி.மு. 2500க்கும் இடைப்பட்ட காலம் வரை செம்பும் இரும்பும் வடக்கிலிருந்து தெற்கிற்கோ அல்லது தெற்கிலிருந்து வடக்கிற்கோ விந்திய மலையை ஏன் கடக்கவில்லை என்ற ஆய்வுக்கு அடி கோலியுள்ளது. மேலும், இது பைரோ-தொழில்நுட்பம், அடிப்படை பொதிவு, ஓரகத்தனிமங்கள், உலோகவியல், உலையியல், புதிய கண்டுபிடிப்புகள் மற்றும் பகுப்பாய்வு முறை ஆகிய பல்துறைத் தகவல்களை இணைத்து ஆய்வு செய்யவும், தென்னிந்தியாவின் இரும்புப் பண்பாட்டை கல்விப் பாடத்திட்டத்தின் ஓர் அங்கமாகக் கொண்டு வரவும் இந்த நூல் வழிகோலுகிறது.



பேராசிரியர் ரவி கோரிசெட்டார்

தகமைப் பேராசிரியர்

தேசிய முன்னிலை ஆய்வகம், பெங்களூரு

கௌரவ இயக்குநர்

ராபர்ட் புரூஸ்ஃபுட் சங்கனகல்லு தொல்லியல் அருங்காட்சியகம், பெல்லாரி

பேராசிரியர், தொல்லியல் துறை, கர்நாடக பல்கலைக்கழகம், தார்வாத்

கடந்த பத்தாண்டுகளில் நடத்தப்பட்ட தீவிரமான தொல்லியல் அகழ்வாய்வுகளும் பண்பாட்டுக் காலநிலைகளின் அறிவியல் காலக்கணக்கீடுகளும் செம்பு மற்றும் இரும்புத் தொழில்நுட்பங்களின் நீண்டகால வழக்கமான முடிவுகளுக்குச் சவாலாக உள்ளன. மாறுதலுக்கு உட்படாத மண்ணடுக்குகளைத் தாங்கி நிற்கும் தொல்லியல் தளங்களில் கி.மு. மூன்றாம் ஆயிரத்தின் பிற்பகுதியிலிருந்து கி.மு. 600 வரை கிடைத்த புதிய காலக்கணக்கீடுகள் செப்புக் காலத்திலிருந்து இரும்புக் காலம் மற்றும் இரும்புக் காலத்திலிருந்து தமிழ்நாட்டின் தொடக்கக் கால வரலாற்றுக் காலம் வரையிலான பண்பாட்டுக் கால வரிசைகளைத் தலைகீழ் மாற்றத்திற்கு உட்படுத்த வழிவகுத்தது. மேலும், தமிழி (தமிழ்-பிராமி) எழுத்தின் காலம் கி.மு. 600 என்ற காலக்கணக்கீடுகள், அசோகர் காலத்திலும் அதற்குப் பின்னரும் தென்னிந்தியாவிற்கு பிராமி அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது என்ற நீண்டகாலப் பார்வைக்கு மற்றொரு சவாலாக அமைந்துள்ளது. இந்தப் புதிய தகவல்கள் மிகுந்த உற்சாகமூட்டுபவை. அதேபோல் கால இட வேறுபாடுகளைக் கொண்ட இந்தியத் துணைக்கண்டத்தில் இரும்புக் காலத் தொடக்கத்திற்கும் அதிலிருந்து வளர்ந்த தொடக்க வரலாற்றுக் காலத்திற்கும் வலிமையான சான்றாதாரங்களையும் இவை வழங்கியுள்ளன. தமிழ்நாடு தொல்லியல் ஆய்வுகளின் மற்றொரு குறிப்பிடத்தக்க பங்களிப்பு என்னவென்றால், உயர்-கார்பன் மூசை எஃகு அல்லது உடல் எஃகின் தொடக்கம் தென்னிந்தியா என்னும் இதுவரை கண்டறியாத ஆய்வு முடிவை வெளிக்கொணர்ந்ததாகும். இது மேற்கு ஆசியாவிலும் ஐரோப்பாவிலும் எஃகு கண்டறியப்பட்ட பின்பு தான் இந்தியாவில் எஃகு தோன்றியது என்பதற்கு எதிரான முடிவு எனலாம். தென்னிந்தியாவில் காணப்படும் தரமான இரும்புத்தாது உயர்ந்த இரும்பு மற்றும் எஃகு ஆகியவற்றின் தோற்றத்திற்கும் தொடக்க கால வளர்ச்சிக்கும் முக்கிய பங்கு வகித்தது. மரபு வழி கொண்டிருக்கும் முடிவுகளையும் அல்லது நிறுவப்பட்ட பண்பாட்டு முடிவுகளையும் மறுஆய்வுக்கு உட்படுத்தும் அல்லது நம்மை கட்டுப்படுத்தும் இன்னும் பல ஆச்சரியங்கள் எதிர்காலத்தில் நமக்குக் காத்திருந்தாலும் ஆச்சரியமில்லை



பேராசிரியர் ரவீந்திர குமார் மொகந்தி

தாசுர் தேசிய ஆய்வாளர்

தொல்லியல் துறை

டெக்கான் கல்லூரி முதுகலை ஆராய்ச்சி நிறுவனம், புனே

இந்தியத் துணைக்கண்டத்தில் இரும்புத் தொழில்நுட்பத்தின் பழமைக்கும் அதன் பயன்பாட்டுக்குமான தொன்மைச் சான்றுகளைப் பார்ப்பதில் எனக்கு மிகுந்த மகிழ்ச்சி. குறிப்பாக வட இந்தியாவில் அதன் பயன்பாடு கி.மு. இரண்டராயிரம் ஆண்டாக இருந்த நிலையில் தென்னிந்தியாவில் அது கி.மு. மூவாயிரம் ஆண்டாகக் கண்டறிந்திருப்பது மிகுந்த மகிழ்ச்சியைத் தருகிறது. சிந்துவெளி நாகரிகத்தில் இரும்புப் பயன்பாட்டின் தொன்மைச் சான்றுகள் பற்றி விரிவாக விவாதிக்கப்பட்டுள்ளது. விதர்பா மற்றும் மத்திய இந்தியப் பகுதிகளிலிருந்தும் சில தொன்மையான காலக்கணக்கீடுகள் கிடைத்துள்ளன. இந்தியாவின் பல்வேறுப் பகுதிகளிலிருந்து கிடைத்துள்ள தொன்மையான இரும்புப் பயன்பாட்டின் சான்றுகள் பற்றி நாம் ஆழமாகப் புரிந்துகொள்ளவேண்டும். பல்வேறுப் பகுதிகளிலிருந்து கிடைத்துள்ள இந்தத் தொன்மையான சான்றுகளுக்கிடையே இருக்கின்ற பண்பாட்டுக் கூறுகளையும் இடைவெளியையும் தொடர்புபடுத்தும் சான்றுகளும் இந்தத் தொழில்நுட்பக் கண்டுபிடிப்பின் தொன்மைக்கான சான்றுகளும் நமக்கு இன்று மேலதிக விவரங்களுடன் தேவைப்படுகிறது. எனினும், இது சிக்கல் நிறைந்த பலநிலைப்பட்ட முறைகளை உடைய ஒன்றாகவும் இருக்கின்றது. மேலும், தொழில்நுட்பப் பரவல் மற்றும் பண்பாட்டுப் பரிமாற்றங்களின் அடிப்படையிலும் இவற்றை அணுகவேண்டும். இதன் பின்னணியில் இரும்பிலிருந்து பிரிக்கப்பட்ட கரிமத்தின் அறிவியல் அடிப்படையிலான காலக்கணக்கீடுகள் அவசியமாகிறது. இந்த நிலையிலேயே தமிழ்நாட்டில் இரும்பின் தொன்மை என்னும் இச்சிறுநூல் இரும்புக் கால ஆராய்ச்சியில் இந்திய அளவில் மட்டுமல்லாமல் உலக அளவில் ஒரு புதிய பரிமாணத்தை வெளிப்படுத்தியுள்ளது. அதாவது வேறெங்கும்விட இந்தியாவில்தான் இரும்பு மிகப் பழங்காலத்தில் பயன்பாட்டில் இருந்துள்ளது என்பதை ஆணித்தரமாக நிரூபித்துள்ளது. மிகவும் பாராட்டத்தக்க முயற்சியில் ஈடுபட்ட பேராசிரியர் கா. இராஜன், முனைவர் இரா. சிவானந்தம் அடங்கிய தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறையைச் சேர்ந்த அயராமல் ஆர்வத்தோடு உழைக்கும் குழுவை நான் வெகுவாகப் பாராட்டுகிறேன்

இரும்பின் தொன்மை

தமிழ்நாட்டில் அண்மைக்கால கதிரியக்கக் காலக்கணக்கீடுகள்

இந்தியாவின் பரந்துபட்ட தொன்மையான வரலாறு அதன் ஒவ்வொரு நிலப் பகுதியிலும் விளங்கிய, அந்தந்த நிலப்பகுதிக்கே உரிய, தனித்துவமான வளங்களால் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது; தனித்தன்மை கொண்ட பல்வேறு துறைகளின் தொடர்ச்சியான இடையறாத பண்பாட்டு மற்றும் தொழிநுட்பப் போக்காலும் இயற்றப்பட்டுள்ளது. பல்வேறு வளங்களையும் தொழில்நுட்பங்களையும் போல, தென்னிந்தியாவின் வரலாற்றை, குறிப்பாகத் தமிழ்நாட்டின் வரலாற்றைத் தொன்மையான இரும்புத் தொழில்நுட்பம் வடிவமைத்தது. இதற்குத் தமிழ்நாட்டில் வணிகத்திற்குப் பயன்படுத்தக்கூடிய அளவிற்குக் கிடைத்த இரும்புத் தாது முதன்மைக் காரணமாக விளங்கியது. தொல்லியலாளர்களும் தொல்-உலோகவியலாளர்களும் (archaeo-metallurgists) இரும்பு பயன்படுத்தப்பட்ட காலத்தை நிறுவுவதற்குத் தேவையான தொடர் ஆய்வில் ஈடுபட்டு வருகின்றனர். இரும்புத் தாதுவிலிருந்து இரும்பைப் பிரித்தெடுக்கும் தொழிநுட்பக் கண்டுபிடிப்பு என்பது மனிதகுல வரலாற்றில் மிக முக்கியமான ஒன்றாகக் கருதப்படுகிறது. செம்பு மற்றும் வெண்கலக் கருவிகளுக்கு மாற்றாக இரும்புக்கருவிகள் மலிவானவையாகவும் நீடித்த தன்மைகொண்டவையாகவும் அதிக திறன் கொண்டவையாகவும் கருதப்படுகின்றன. இந்தக் காரணங்களால் இரும்பின் பயன்பாடு வேளாண் உற்பத்தியை விரைவுபடுத்திச் சமூகப் பொருளாதார வளர்ச்சிக்குக் காரணமாக அமைந்தது. இதனாலேயே, தொல்லியலாளர்களும் தொல்-உலோகவியலாளர்களும் உலகில் வெவ்வேறு பகுதிகளில் பின்பற்றப்படும் இரும்புத் தொழில்நுட்பத்தைப் புரிந்துகொள்ள முக்கியத்துவம் அளித்துவருகின்றனர்.

வடஇந்தியாவில் கிடைத்ததைப் போல தமிழ்நாட்டில் அதிக அளவில் செம்பு கிடைக்காத காரணத்தால் இங்கு செம்புக் காலம் வழக்கத்திலிருக்கவில்லை. இருந்தபோதிலும், ஆதிச்சநல்லூரில் கண்டெடுக்கப்பட்ட ஈமத் தாழிகளில் கி.மு. 15ஆம் நூற்றாண்டின் (IUACD 23C5689 cal. 1441 BCE) இடைக்காலத்தைச் சார்ந்த உயர்தர தகர-வெண்கலப் பொருட்கள் (high-tin bronzes) அதிக எண்ணிக்கையில் கிடைத்தன. மேலும், சாஸ்தாபுரம், அடுக்கம், சூலப்புரம் (உலைப்பட்டி), திருமலாபுரம், ஆரோவில் போன்ற இடங்களில் உள்ள ஈமத் தாழிகளிலும் இவை கண்டறியப்பட்டன. இரும்புப் பொருட்களுடன் இவை கண்டறியப்பட்டதால் உயர்தர தகர-வெண்கலப் பொருட்களை இரும்புக் காலத்தோடு இணைத்துக் கருதமுடியும். பொதுவாக, செம்பு உருக்கும் தொழில்நுட்பம் இரும்புத் தொழில்நுட்பவிட காலத்தால் முந்தியது என்று கருதப்படுகிறது. அண்மைக்கால அகழாய்வுகளில் ஈமத் தாழிகளில் கண்டறியப்பட்ட அதிக எண்ணிக்கையிலான உயர்தர தகர-வெண்கலப் பொருட்கள் அனைத்தும் முழுமையடைந்த பொருட்களாக உள்ளன. தமிழ்நாட்டில் நீண்ட நெடிய கள ஆய்வுகளும், அகழாய்வுகளும் மேற்கொள்ளப்பட்டிருந்தாலும், தொல் உயர்தர தகர - வெண்கலப் பொருட்கள் உற்பத்தி மையம் இருந்ததற்கான எந்த அடையாளமும் இதுவரை கிடைக்கவில்லை. தற்பொழுது பெரும்பாலும் ஈமச்சின்னங்களில் குறிப்பாக ஈமத்தாழிகளில் கிடைக்கும் சான்றுகள் அனைத்தும் தமிழ்நாட்டில் இறக்குமதி செய்யப்பட்டிருக்கவேண்டும் என்று கருத வழிவகுக்கிறது. எனினும் வழக்கத்திற்கு மாறாகக் கிடைக்கும் இந்தக் காலத்தால் முந்திய உயர்தர தகர-வெண்கலப் பொருட்கள் இங்கேயே தயாரிக்கப்பட்டனவா அல்லது வெளியிலிருந்து இறக்குமதி செய்யப்பட்டனவா என்பதை மேலாய்வுகளின் மூலமே உறுதிப்படுத்தமுடியும். எனவே, இரும்பு அறிமுகமான பின்னர் தமிழ்நாட்டில் செம்பு அறிமுகமாகியிருக்கலாம்.

► இரும்பு - ஓர் உலோகம்

பொதுவாக இயற்கையில் காணப்படும் இரும்புத் தாதுக்கள் ஆக்சைடு வடிவங்களில் காணப்படுகின்றன. இரும்பு உருக்குதலுக்கு தேவைப்படும் கேமடைட், மேக்னடைட், லிமோனைட், கோதைட் போன்ற இரும்புக்கனிமத் திரள்கள் அருகாமையில் கிடைப்பது இரும்பு தொழிற்சூடங்கள் உருவாக காரணமாகக் கருதப்படுகிறது. இரும்பை உருக்க 1200 முதல் 1400 செல்சியஸ் வரையிலான வெப்பம் தேவைப்படுகிறது. ஆகவே இரும்பை உருக்க தேவைப்படும் எரிபொருள், உலைக்கலன்கள் கட்டமைத்தல், துருத்தி, ஊதுளை, காற்றின் திசை, காலம் அறிந்து செயல்படுத்தல் போன்ற அனைத்தும் இணைந்து செயல்வடிவம் பெறுகிறது. அவை ஃபெரிக் ஆக்சைடு (Fe_2O_3),

ஃபெரஸ் - ஃபெரிக் அல்லது மேக்னிடைட் (Fe_3O_4) மற்றும் ஃபெரிக் ஆக்சி-ஹைட்ரோக்சைடு [$FeO(OH)$] ஆகும். தாதுக்கள் உலோகவியல் தொழில்நுட்பச் செயல்முறைக்கு உட்படும்பொழுது அவை இறுதி வடிவை அடைகின்றன. பின்னர் அவற்றில் இடம்பெற்றுள்ள கரிமத்தின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. கரிமத்தின் உள்ளடக்கம் 3.8 முதல் 4.7% வரை இருந்தால் அவை கரட்டு இரும்பு (pig iron) என்றும், 2 முதல் 2.5 % வரை இருந்தால் வார்ப்பு இரும்பு (cast iron) என்றும், 1.5 முதல் 2 % வரை இருந்தால் தேனிரும்பு (wrought iron) என்றும் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. இரும்பில் இடம்பெற்றுள்ள கரிமத்தின் அளவானது அந்த உலோகத்தின் கடினத்தன்மை (rigidity), நெகிழ்வுத்தன்மை (flexibility), நீட்சித்தன்மை (ductility), வலிமைத்தன்மை (toughness) ஆகியவற்றை நிர்ணயிக்கிறது. கரிமத்தின் அளவு அதிகரித்தால் உலோகத்தின் கடினம் அதிகரிக்கும். இதனால் அதன் நெகிழ்வுத்தன்மையும் நீட்சித்தன்மையும் வலிமையும் குறையும். எனவே, நமது பண்டைய இரும்புக் கொல்லர்கள் தேனிரும்புக்கு முன்னுரிமை அளித்துள்ளனர். இரும்பில் உள்ள கரிமத்தின் சதவிகிதத்தைக் குறைப்பதற்கு உருகிய நிலையிலுள்ள இரும்பின் மீது ஆக்ஸிஜன் வாயு (O_2) சேர்ப்பது பொதுவான தொழில்நுட்பம். இதனால் கரிமமானது கார்பன் மோனோக்சைடு (CO) மற்றும் கார்பன் டைஆக்சைடு (CO_2) என்ற வடிவங்களில் வளிமண்டலத்தில் வெளியேறும். இத்தகைய தொழில்நுட்பத்தை பல்லாண்டு காலத்திற்கு முன்பே அறிந்திருந்தனர் என்பதை அண்மைக்கால சான்றுகள் நமக்கு உணர்த்துகின்றன.

► உலகளவில் இரும்பின் தொன்மை

உலகில் தொன்மையான இரும்பு பற்றி இரண்டுவகையான புரிதல் இருந்தது. ஒன்று, விண்கல் இரும்பினாலான தொல்பொருட்கள், இரண்டாவது, இரும்புத் தாது உருக்கிச் செய்யப்பட்ட பொருட்கள். இரண்டாவது வகை இரும்புத் தொழில்நுட்பமே உலகில் இரும்புத் தொழில்நுட்பத்தை அறிமுகம் செய்ததாகக் கருதப்படுகிறது. ஏனெனில், இந்தத் தொழில்நுட்பமே அதிகளவிலான இரும்பு உற்பத்திக்குக் காரணமாக இருந்துள்ளது. எனினும், 1911ஆம் ஆண்டு வடக்கு எகிப்தின் கீழ்நைல் பள்ளத்தாக்கில் அல்-கெர்செவில் உள்ள கல்லறைகளில் விண்கல் இரும்பினால் செய்யப்பட்ட குழாய் வடிவிலான ஒன்பது மணிகள் கண்டறியப்பட்டன. ஏழு மணிகள் 67-ஆம் எண் கல்லறையிலும் இரண்டு மணிகள் 133-ஆம் எண் கல்லறையிலும் கண்டறியப்பட்டன. இவையே, உலகிலேயே அறியப்பட்ட தொன்மையான இரும்பினாலான தொல்பொருட்கள் என்று கருதப்படுகின்றன. இவ்விரு கல்லறைகளும் நகாடா IIC-III A காலத்தைச் சார்ந்தவை. இவற்றின் காலம் கி.மு. 3400 - 3100 என்று கணிக்கப்பட்டுள்ளது (Stevenson 2009:11-31). விண்கல் இரும்பில் செய்யப்பட்ட

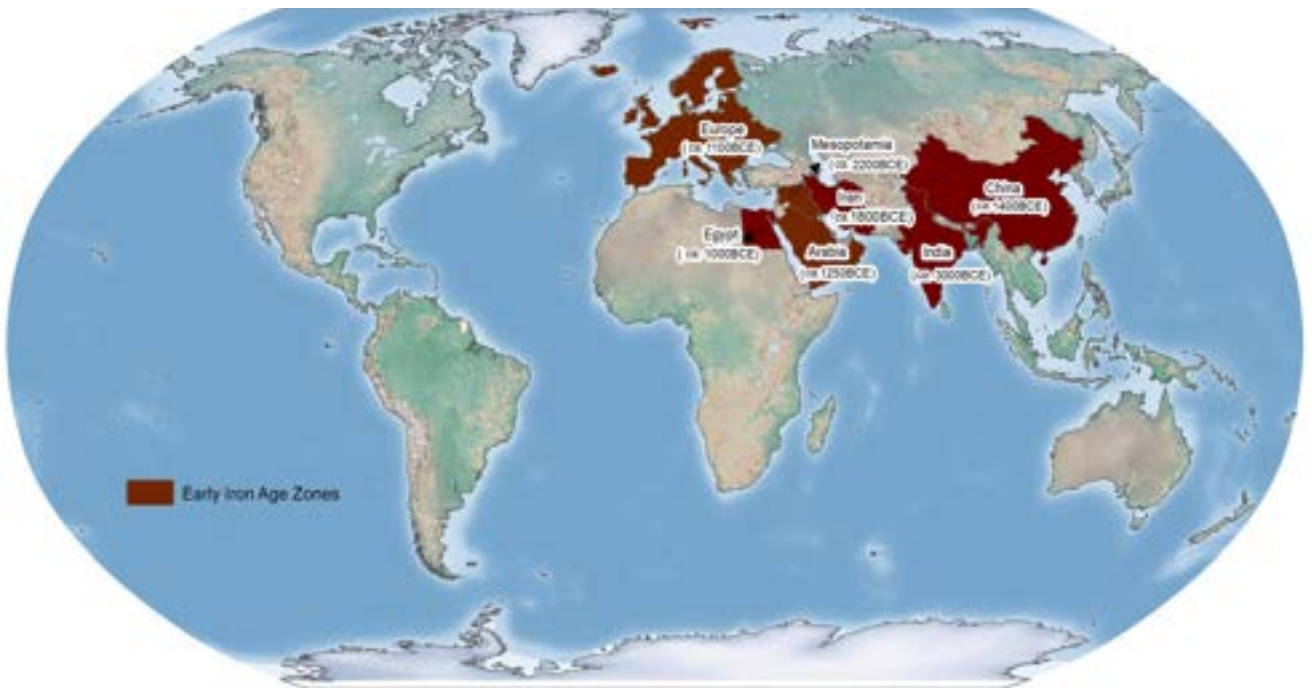


► படம் 1: வட எகிப்தில் அல்-கெர்செ என்ற இடத்தில் கிடைத்த எரிகல்லால் ஆன மணிகள்

இத்தகைய மணிகள், உருளை வடிவத்தில் உருட்டும்முன் இவ்வுலோகத்தைக் கவனமாகத் தட்டி மெல்லிய தகடுகளாக மாற்றியுள்ளனர். இரும்பு உருக்கும் தொழில்நுட்பம் அறிமுகமாவதற்கு ஏறக்குறைய ஈராயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே கொதிநிலையில் உள்ள விண்கல் இரும்பைப் பயன்படுத்துவதில் கொல்லர்கள் அனுபவம் பெற்றிருந்தனர் என்று அறிஞர்கள் நம்புகின்றனர் (Thilo Rehren et.al., 2013: 4785-4792).

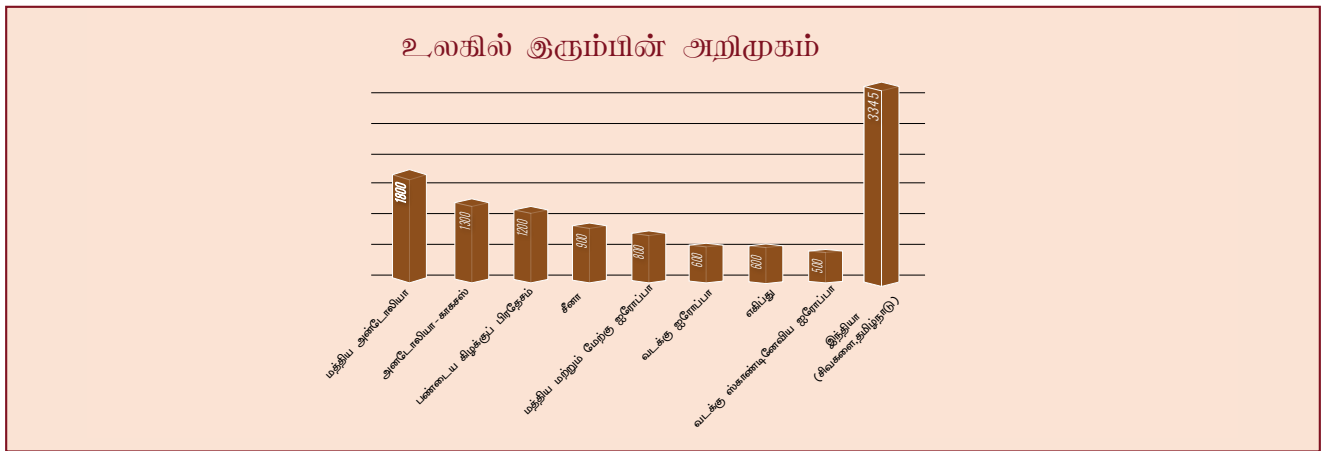
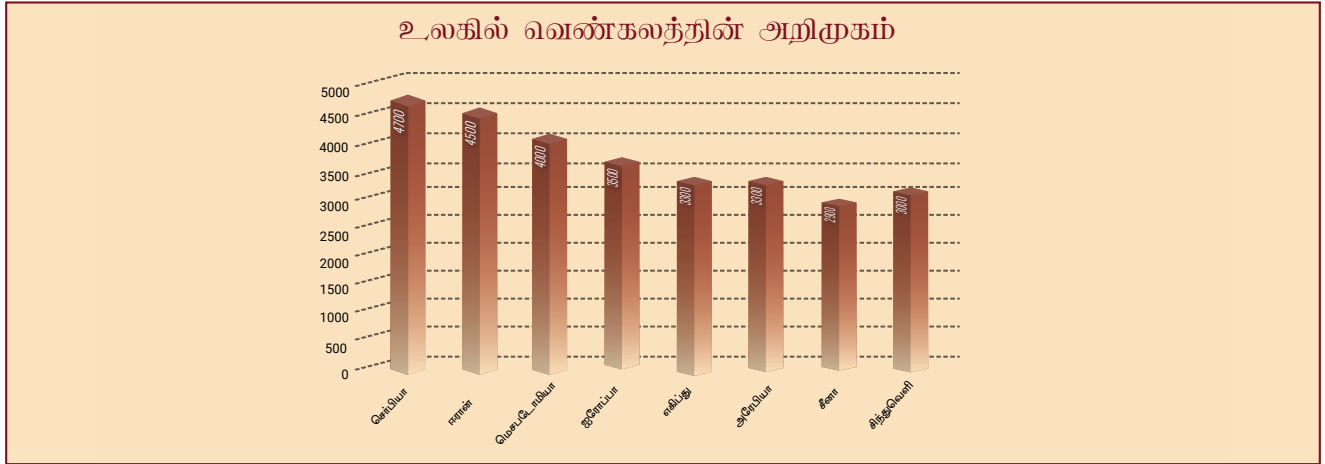
ஊதாநிறக்கல் (lapis lazuli), எரிமலைப்பாறை (obsidian), பொன் (gold), சூதுபவளம் (carnelian), செம்பட்டைக்கல் (jasper), பளிங்கு (quartz), சுண்ணாம்புக்கல் (calcite), கொப்பறைப்பளிங்குக்கல் (chalcedony), நுரைக்கல் (steatite), கண்ணாடிவகை மண் (faience), கல்லரக்கு (garnet), செர்பன்டைன் (serpentine) ஆகியவற்றால் செய்யப்பட்ட மதிப்புமிக்க தொல்பொருட்களுடனும் கருஞ்சிவப்புக் கிண்ணம் (porphyry bowl), சுண்ணாம்புக்கல்லில் செய்யப்பட்ட இளஞ்சிவப்புச் சாடி (limestone jar), கேடய வடிவிலான தட்டு (bird scutiform-shaped palette), தந்தத்தினாலான கரண்டி, தந்தத்தினாலான சீப்பு, ஃபிளிண்ட் வகை சில்லு (flint flake), நரியின் கோரைப்பல், குவியலான சிவப்பு பிசின், ஒன்பது மட்பாண்டங்கள் ஆகிய ஈம்பொருட்களுடனும் இத்தகைய விண்கல் இரும்பினால் செய்யப்பட்ட மணிகள் கிடைத்துள்ளன. இதன் மூலம் இவை மதிப்புமிக்கதாக இருக்கலாம் எனக் கருதப்படுகிறது (Petrie et al., 1912: 16; Stevenson, 2009: 195-196). அண்மைக்கால நியூட்ரான் மற்றும் ஊடுகதிர் (X-ray) அடிப்படையிலான ப்ரொம்ப்ட்-காமா செயலாக்க ஆய்வுகள் (PGAA), துகள்கள் தூண்டல் மூலம் ஊடுகதிர் வெளியிடுதல் (PIXE), நியூட்ரான் ரேடியோகிராஃபி (NR), மற்றும் டைம்-ஆஃப்-பிளைட் நியூட்ரான் டிஃபிராக்ஷன் (ToF-ND) ஆகிய சோதனைகளைக்கொண்டு செய்யப்பட்ட (படம் 1). ஆய்வின்மூலம் மூன்று மணிகள் விண்கல் இரும்பாலானது என்று கண்டறியப்பட்டுள்ளது. அவை விண்கல் இரும்பாக இருந்ததால், இரும்புத்தாது உருக்குவதன் மூலமாகவோ அல்லது இரும்புலை செயலாக்கம் (blooming) மூலமாகவோ உருவாக்கப்பட்ட மிகப் பழமையான இரும்புத் தொழில்நுட்பங்களின் தோற்றம் மற்றும் தன்மை குறித்து இன்னும் தெளிவுபெறமுடியாததாகவும் விவாதத்திற்குரியதாகவும் உள்ளன.

இரும்புத் தொழில்நுட்பம் மிகப் பழங்காலத்திலேயே இருந்துள்ளது என்று கருதப்பட்டாலும் தற்பொழுது கிடைக்கும் சான்றுகளின் அடிப்படையில் இரும்புத்தாதுவிலிருந்து உருக்கிச் செய்யப்படும் இரும்புத் தொழில்நுட்பம் கி.மு. இரண்டாயிரம் ஆண்டுகளின் இடைப்பட்ட காலத்தில்தான் தொடங்கியதாக ஆய்வு முடிவுகள் தெரிவிக்கின்றன (Waldbaum 1999). அனடோலியா மற்றும் காசஸ் பகுதிகளில் இரும்புக்காலம் கி.மு. இரண்டாயிரம் ஆண்டின் பிற்பகுதியில் (சுமார் 1300) தொடங்கியது. பண்டைய கிழக்குப் பிரதேசங்களில் இத்தகைய தொழில்நுட்ப மாற்றம்



▶ படம் 2: தொடக்க இரும்புக்கால மண்டலங்கள்

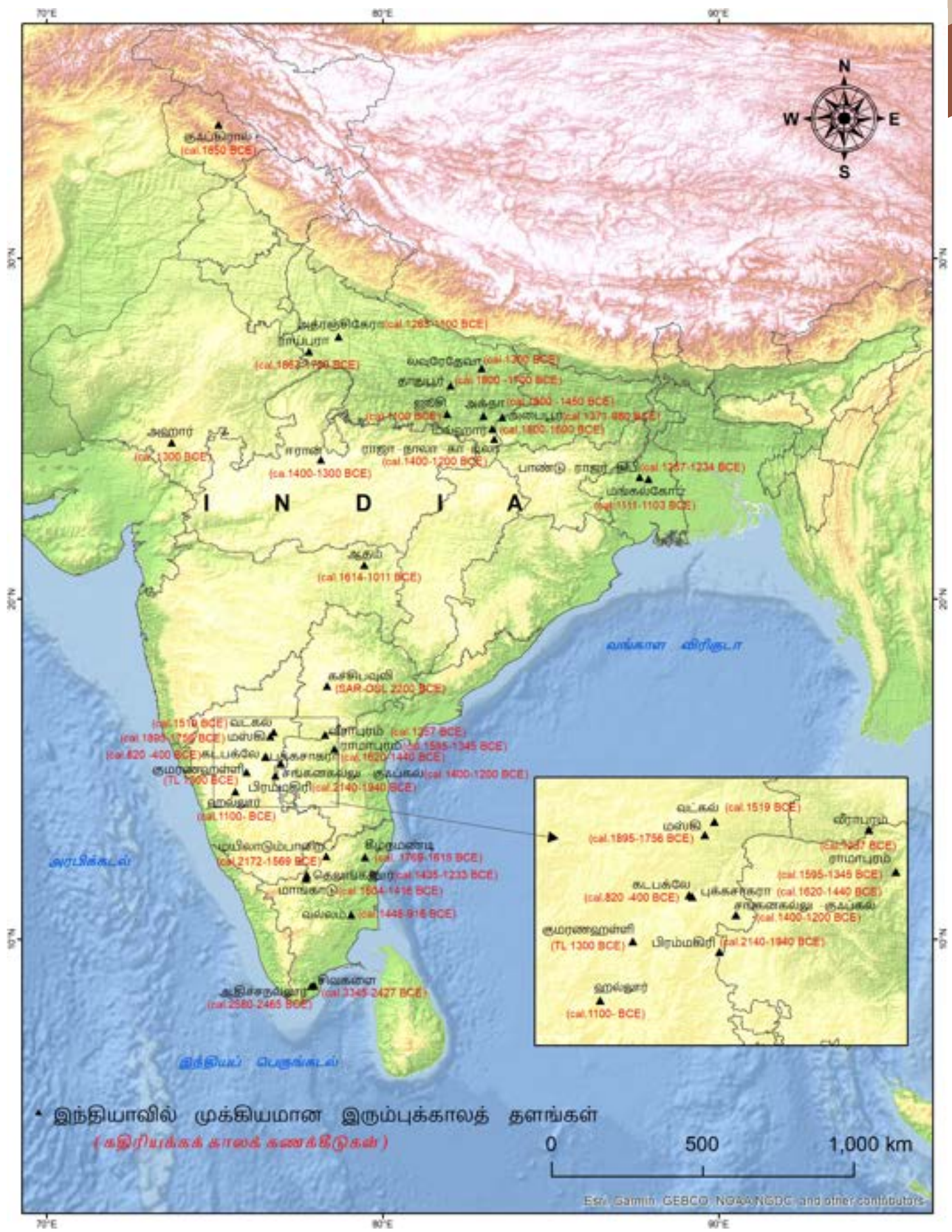
ஏறத்தாழ கி.மு. 12ஆம் நூற்றாண்டுகளில் ஏற்பட்டுள்ளது (கி.மு.1200-1100). சீனா, மத்திய மற்றும் மேற்கு ஐரோப்பா, வடக்கு ஐரோப்பா மற்றும் வடக்கு ஸ்காண்டிநேவிய ஐரோப்பா ஆகியவற்றில் முறையே சுமார் கி.மு. 900, கி.மு. 800, கி.மு. 600, மற்றும் கி.மு. 500 ஆகிய காலகட்டங்களில் இரும்புக்காலம் தொடங்கியதாகக் கருதப்படுகின்றது (Miller et.al., 1994:1-36; Alpern 2005:41-94; Muhly 2003:174-183; Stuiver 1968:45-58). (படம் 2) இந்த காலக்கணக்கீடுகளைக் கொண்டு, இரும்பு முதலில் அனடோலியா பகுதிகளில் ஹிட்டைட் ஆட்சிக் காலத்தில் உற்பத்தி செய்யப்பட்டது என்றும் அங்கிருந்து அத்தொழில்நுட்பம் உலகின் மற்ற பகுதிகளுக்குப் பரவியது என்றும் எண்ணினர். தற்பொழுது துருக்கி நாடாகக் கருதப்படுகின்ற தொன்மை அனடோலியா நாட்டைச் சார்ந்த ஹிட்டைட் மன்னர் அடுத்த நாட்டு மன்னருக்கு வாய் ஒன்றை அனுப்பிவைத்ததாகவும், அத்துடன் தன்னால் மற்ற இரும்பு உபகரணங்களை அனுப்பி வைக்க இயலவில்லை என மன்னிப்புக் குறிப்பு அனுப்பி வைத்ததாகவும் கருதப்படுகிறது. இது எரிகல் இரும்பு திரளையில் இருந்து உருவாக்கப்பட்ட



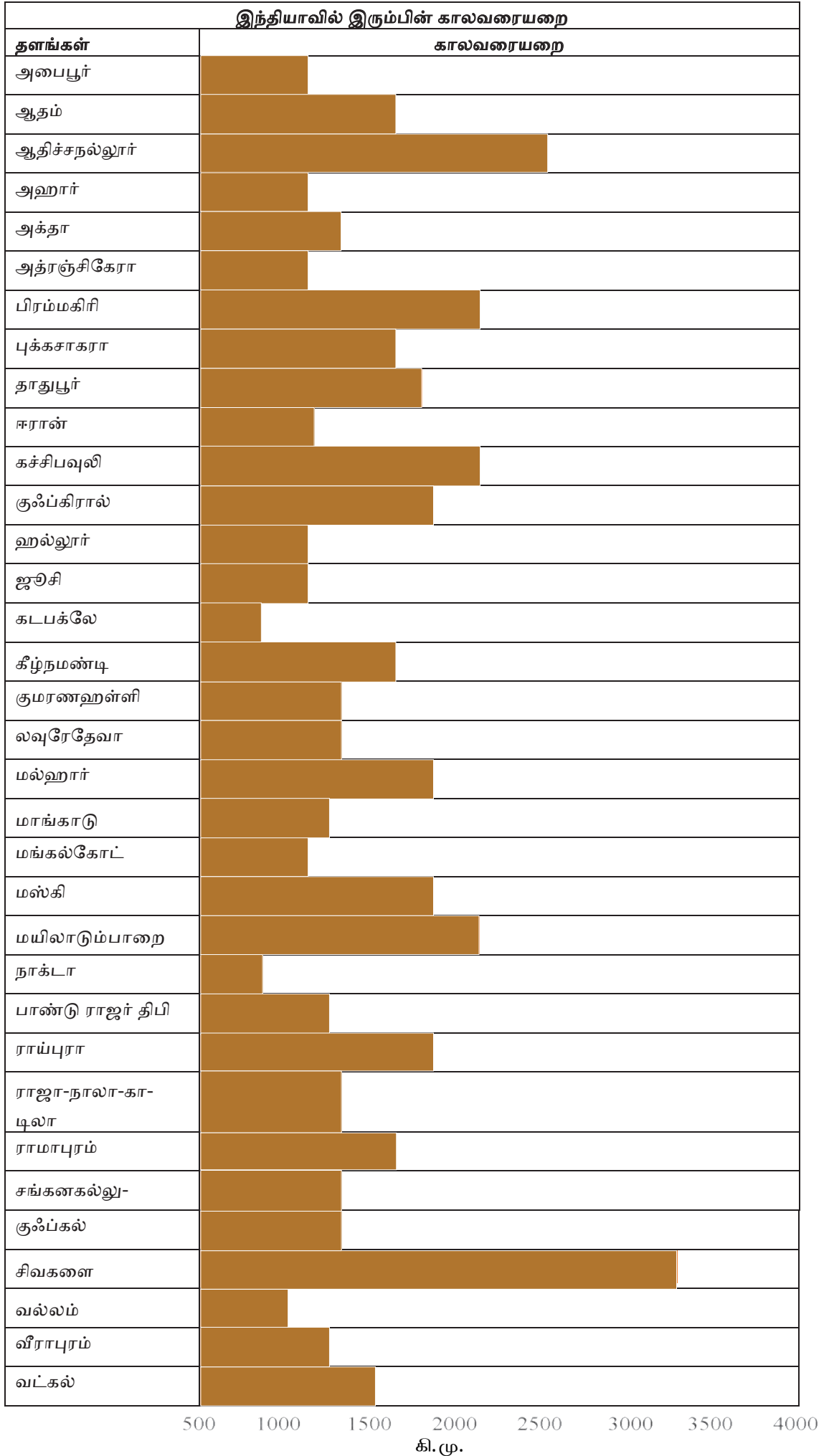
வெண்கலம் மற்றும் இரும்பின் கால வரையறை

இரும்புப் பொருட்களின் பண்பாட்டு மற்றும் பொருளியலின் முக்கித்துவத்தை அளிக்கிறது எனலாம். எனவே இரும்புக் கனிமத்தைக் கொண்டு உருவாக்கப்படும் இரும்பு தொழில்நுட்பம் அறியப்படும் வரை எரிக்கல்லால் உருவாக்கப்பட்ட இரும்பு முக்கியத்துவம் பெற்றிருந்தது என்பதை இதன் மூலம் அறியமுடிகிறது. எனினும், இத்தகைய கருதுகோள்கள் பற்றிக் கல்வியாளர்கள் மற்றும் ஆய்வாளர்களிடையே தொடர்ந்து கேள்வி எழுப்பப்படும் விவாதிக்கப்படும் வருகின்றன.

செம்பை உருக்க 1000°C வெப்பம் தேவைப்படுகிறது. ஆனால் இரும்பை உருக்க 1200°C க்கும் மேலாக வெப்பம் தேவைப்படுகிறது. எனவே, இரும்பு உருக்கும் தொழில்நுட்பம் கண்டறியப்பட சற்றுத் தாமதமாகியிருக்கலாம். இரும்புக் கருவிகள் மத்திய அனடோலியாவில் கி.மு. 1800 காலக்கட்டத்தில் மிகக் குறைந்த அளவிலே தயாரிக்கப்பட்டன. புதிய ஹிட்டைட் பேரரசுக் (கி.மு. 1400-1200) காலத்தில் அவை பொது உபயோகத்தில் உயர்பிரிவு மக்களால் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இதன் அடிப்படையில், இந்தத் தொழில்நுட்பம் உலகம் முழுவதும் கி.மு. 12ஆம் -11ஆம் நூற்றாண்டுகளுக்குப் பின்னரே பரவியதாகக் கருதப்படுகிறது.



▶ படம் 3: இந்தியாவில் முக்கியமான இரும்புக்காலத் தளங்கள்



► இந்தியச் சூழலில் இரும்புத் தொழில்நுட்பம்

இரும்பைப் பயன்படுத்தும் கலை மனித வரலாற்றின் மிக முக்கியமான தொழில்நுட்பக் கண்டுபிடிப்புகளில் ஒன்றாகக் கருதப்படுகிறது. இரும்புப் பயன்பாடு தன்னிறைவு பெற்ற வேளாண்மைப் பொருளாதாரத்தை மிகை உற்பத்திப் பொருளாதாரமாக மாற்றியது. இதன் விளைவாக மக்கள் தொகைப்பெருக்கம் ஏற்பட்டுப் பல குடிவழிச் சமூகம் உருவானது. அதனுடன் பல்வேறு அடிப்படை மாற்றங்களும் சமூகத்தில் ஏற்பட்டன. இரும்புத் தொழில்நுட்பம் பண்டைய மக்களின் சமூகப் பொருளாதார வளர்ச்சியை விரைவாக ஊக்குவித்தது என்றே கூறலாம். ஆகவே, ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் ஏற்பட்ட, இரும்பின் அறிமுகம் மனிதகுல வளர்ச்சியில் முக்கியமான காரணிகளில் ஒன்றாகக் கருதப்படுகிறது.

இதன் காரணமாகவே, இந்தியாவில் இரும்பின் அறிமுகம் பற்றிய கல்விசார் விவாதம் நீண்ட காலமாக நடைபெற்றுவருகின்றது. இரும்பு அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட காலமானாலும், பல்வேறு அறிஞர்களின் தளராத முயற்சியின் காரணமாகப் கி.மு. 1100இல் இருந்து கி.மு. இரண்டாயிரம் ஆண்டாகக் கருதப்படுகிறது (படம் 3; அட்டவணை 1). எனவே, இந்தியா முழுவதும் உள்ள பல்வேறுபட்ட சூழலியல் மண்டலங்களில் இருந்து பெறப்பட்ட பல்வேறு கதிரியக்கக் காலக்கணிப்புகள் வாயிலாக இந்தியாவில் இரும்பின் அறிமுகம் கி.மு. 2000ஆம் ஆண்டு என அறுதியிடப்பட்டுள்ளது (Seshadri 1955:38-41; Sundara 1973:239-251; Deo 1973:131-137, 1991:189-198; Possehl 1988:169-196; Moorti 1994; Rajan and Yathees Kumar 2013:279-295). தமிழ்நாட்டில் இரும்புக்கால ஈமச்சின்னங்களில் மேற்கொள்ளப்பட்ட அண்மைக்கால அகழாய்வுகளில் இருந்து பெறப்பட்ட மாதிரிகளின் அறிவியல் அடிப்படையிலான காலக்கணக்கீடுகளும் (Chronometric dates) அவற்றை உறுதிப்படுத்தியுள்ளன.

அட்டவணை 1: இந்தியாவில் தொடக்கக் கால இரும்பு கிடைக்கும் இடங்கள் (தமிழ்நாடு தவிர்த்து)

வ. எண்	இடம்	மாநிலம்	காலம் (கி.மு.)	C ¹⁴ / AMS ¹⁴ C/ TL/OSL	குறிப்பு
1	அபைபூர்	உத்தர பிரதேசம்	cal.1371-980 கி.மு.	C ¹⁴	Tewari 2003: 536-544; Tewari et.al. 2002:54-62
2	ஆதம்	மகாராஷ்டிரம்	cal.1614-1011 கி.மு.	C ¹⁴	Nath 2016
3	அஹார்	இராஜஸ்தான்	ca. 1300 கி.மு.	C ¹⁴	Sahi 1979:366
4	அக்தா	உத்தர பிரதேசம்	cal.1800 -1450 கி.மு.	C ¹⁴	Tewari 2003: 536-544; Tewari et.al. 2002:54-62
5	அத்ரஞ்சிகேரா	உத்தர பிரதேசம்	cal.1265-1100 கி.மு.	C ¹⁴	Gaur 1997
6	பிரம்மகிரி	கர்நாடகா	cal.2140-1940 கி.மு.	AMS ¹⁴ C	Morrison 2005:257-262
7	புக்கசாகரா	கர்நாடகா	cal.1620-1440 கி.மு.	AMS ¹⁴ C	Johansen 2014:256-275
8	தாதுபூர்	உத்தர பிரதேசம்	cal.1800 -1700 கி.மு.	C ¹⁴	Tewari 2003:536 544
9	ஈரான்	மத்திய பிரதேசம்	cal.1400-1300 கி.மு.	C ¹⁴	Tewari 2010:81-97; Tripathi 1995:58-63
10	கச்சிபவுலி	தெலுங்கானா	ca. 2200 கி.மு.	SAR-OSL	Thomas et.al., 2008:781-790
11	குஃப்கிரால்	ஜம்மு-காஷ்மீர்	cal.1850 கி.மு.	C ¹⁴	Tewari 2003:536-544; Rao 2018:129-144

12	ஹல்லூர்	கர்நாடகா	cal.1100 கி.மு.	C ¹⁴	Nagaraja Rao et.al., 1971; Fuller 2007:755-778
13	ஜூசி	உத்தர பிரதேசம்	cal.1100 கி.மு.	C ¹⁴	Tewari 2003:536-544
14	கடபக்லே	கர்நாடகா	cal.820 -400 கி.மு.	AMS ¹⁴ C	Sinopoli 2011:377-387
15	குமரணஹள்ளி	கர்நாடகா	ca.1300 கி.மு.	TL	Agrawal and Joshi 1990:219-234
16	லவுரேதேவா	உத்தர பிரதேசம்	cal.1300 கி.மு.	C ¹⁴	Tewari 2003:536-544
17	மல்ஹார்	உத்தர பிரதேசம்	cal.1800-1600 கி.மு.	C ¹⁴	Tewari 2003:536-544
18	மங்கல்கோட்	மேற்கு வங்காளம்	cal.1111-1103 கி.மு.	C ¹⁴	Tewari 2003:536-544
19	மஸ்கி	கர்நாடகா	cal.1895-1756 கி.மு.	AMS ¹⁴ C	Bauer and Johansen 2015:795- 806
20	நாக்டா	மத்திய பிரதேசம்	cal. 885- 580 கி.மு.	C ¹⁴	Agrawal 2003; Tewari 2003: 536-544; Chakrabarti 1992
21	பாண்டு ராஜர் திபி	மேற்கு வங்காளம்	cal.1257-1234 கி.மு.	C ¹⁴	Tewari 2003:536-544
22	ராய்புரா	மத்திய பிரதேசம்	cal.1867-1720 கி.மு.	AMS ¹⁴ C	Vibha Tripathi 2014:1010-1016
23	ராஜா-நாலா- கா-டிலா	உத்தர பிரதேசம்	cal.1400- 1200 கி.மு.	C ¹⁴	Tewari 2003:536-544; Tewari 2010:81-97
24	ராமாபுரம்	தெலுங்கானா	cal.1595- 1345 கி.மு.	C ¹⁴	Tewari 2010:81-97
25	சங்கனகல்லு- குஃப்கல்	கர்நாடகா	cal.1400- 1200 கி.மு.	C ¹⁴	Korisettar 2014
26	வீராபுரம்	தெலுங்கானா	cal.1257 கி.மு.	C ¹⁴	Sastri et.al., 1984; Tewari 2010:81-97
27	வட்கல்	கர்நாடகா	cal.1519 கி.மு.	C ¹⁴	Devaraj et.al., 1995:57-74

► இரும்பு உலைகள்

இரும்புத் தாதுக்களின் பதிவுகள், இலக்கியங்கள், தொல்லியல் தரவுகள் மற்றும் அரசு அறிக்கைகள் ஆகியவை இன்றைய தொழிற்சாலைகள் வருவதற்கு முன்பே இந்தியாவில் மிகப்பெரிய அளவில் பழங்காலத்திலிருந்தே இரும்பை உருக்கும் செயல்பாடும் இரும்பு உற்பத்தியும் நடைபெற்று வந்துள்ளதைத் தெரிவிக்கின்றன. இந்தியாவில் தொழிற்சாலைகளின் வருகைக்கு முன்பான இரும்பு உருக்கும் செயல்பாடுகள் பற்றி முதன்முதலாக முறையாக ஆய்வு செய்தவர் ஜான் பெர்சி (1864). எனினும், இரும்புத் தாதுக்கள், உருக்குச் செய்முறைகள் மற்றும் இரும்பு உருக்கு உலைகளின் பரவல் ஆகியவற்றை வேலன்டைன் பால் (1881) என்பவர் *Economic Geology* என்னும் மூன்றாவது தொகுதியின் மூன்றாவது பகுதியில் *A manual of the geology of India* என்னும் தலைப்பின்கீழ் மிக விரிவாகப் பதிவுசெய்துள்ளார் (Chakrabarti 1992:157). ஆனால், இந்தியாவில் நவீன தொழிற்சாலைகளுக்கு முன்பிருந்த இரும்பு உருக்கு செயற்பாடுகள் பற்றிய விரிவான முறையான விவாதங்கள் பெர்சியின் *Metallurgy: Iron and Steel* என்ற நூலில் காணப்படுகின்றன. இந்நூலில் தொழிற்சாலைகளுக்கு முன்பிருந்த இரும்பு உருக்கு உலைகளின் மூன்று அடிப்படை வகைகளை விவரிக்கிறார். அவற்றில் முதல் இரு வகைகள் தமிழ்நாட்டில் காணப்படுகின்றன என்றும் குறிப்பிட்டுள்ளார் (Percy 1864: 254-270). கீழ்க்கண்ட தொல்லியல் தளங்களில் கண்டறியப்பட்ட முதல் இரு வகையான உலைகளின் விவரங்கள் சுருக்கமாக வழங்கப்பட்டுள்ளன.

தமிழ்நாட்டில் இரும்பினைக் கொண்டுள்ள மேக்னடைட் குவார்ட்சைட் மற்றும் லேட்டரைட் கனிமங்களை உள்ளடக்கிய பகுதியான புதுக்கோட்டை மாவட்டத்தில் உள்ள முள்ளூர், பெருங்குளூர், வல்லத்திராக்கோட்டை ஆகிய இடங்களிலும், மேக்னடைட் தாதுக்களைக் கொண்டுள்ள பகுதிகளான செட்டிபாளையம், இடையர்பாளையம், இருசூர், கணியாம்பூண்டி, நிச்சாம்பாளையம், கொடுமணல் ஆகிய இடங்களிலும் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட உலைகளின் தன்மையை விவரிக்கிறது.

ஜான் பெர்சியின் வகைப்படுத்தலின்படி, முதல் வகை உலைகள் மிக எளிமையானதும், மிகப் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்பட்டதும் ஆகும். இவ்வகை உலைகள் வட்ட வடிவில் 2 முதல் 4 அடி உயரம் கொண்டதாகக் காணப்படும். அதன் அடிப்பகுதியில் உலை அடுப்பின் விட்டம் 10 முதல் 15 அங்குலமும் உலையின் மேல் பகுதி 6 முதல் 12 அங்குலமும் கொண்டிருக்கும். இந்த உலை முழுவதும் களிமண்ணால் கவனமுடன் உறுதி உடையதாக வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும் (படம்.4). கீழுள்ள பகுதி விரைவாக பழுதாகி விடுவதால் சுவர்கள் புதிய களிமண்ணால் அடிக்கடி பழுது பார்க்கப்பட்டிருந்தது. உலையின் கீழ்ப்பகுதி இரண்டு வழிகளை, திறப்புகளைக் கொண்டிருந்தது. ஒன்று கழிவுகளான சாம்பல்கள் வெளியேறுவதற்கும், மற்றொன்று தாதுக்கள் உருகி வெளியேறவும் அல்லது புரைய இரும்பை (sponge iron) வெளியே எடுப்பதற்கும் பயன்பட்டன.

இரண்டாவது வழி/திறப்பு, இரண்டு சுடுமண் ஊதுலைகள் பொருத்தப்பட்டு அவை துருத்தியோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இரு வழிகளும் அடுப்பைப் பற்றவைக்கும்முன் களிமண்ணால் கவனமாக மூடப்பட்டன. கழிவுகளை வெளியேற்றும் பகுதி பொதுவாக புரைய இரும்பை வெளியேற்றும் பகுதிக்குப் பக்கத்தில் இருந்தது. உலைக்காற்றுவழி என்னும் ஊதுலைத் திறப்புகள் முன்பக்கத்தில் இருந்தன. ஊதுலைக் குழாய்களின் 12 அங்குல நீளமும், உட்பகுதி ஓர் அங்குல விட்டமும் கொண்டிருந்தது. அவற்றைப் பக்கத்தில் ஒன்றாக வைக்கப்பட்டிருந்தது. ஊதுலையின் அடிப்பகுதியிலிருந்து மூன்று முதல் நான்கு அங்குலத்திற்கு மேலே இரண்டு முதல் மூன்று அங்குல அளவில் உலையினுள் செருகப்பட்டிருந்தது. உலை புதியதாகக் கட்டப்பட்டிருந்தால் அதைப் பல மணிநேரம் தீயிட்டு வெப்பப்படுத்தி உலர்த்தப்பட்டது. உலைகள் தயார் ஆனதும் உலையில் மேல் பகுதி வாய்வழியாக பாதியளவு இரும்புத்தாது கொண்டும், எஞ்சிய பாதி கரித்துண்டுகளைக்கொண்டும் முழுதும் நிரப்பப்பட்டது. பின்னர் தீ மூட்டப்பட்டது. இந்தக் கட்டத்தில் துருத்திகள் பொருத்தப்பட்டன. மேலே உள்ள கரித்துண்டுகள் பகுதியளவு குறைந்தவுடன், கரித்துண்டுகளும் இரும்புத் தாதுக்களும் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக மாறி மாறிப் போதுமான அளவு சேர்க்கப்பட்டன. பிறகு துருத்திகளை விரைவாகச் செயல்படுத்தி இரும்புத் தாது உருகும்வரை தொடர்ச்சியாகக் காற்று செலுத்தப்பட்டது. இந்தச் செயல்பாடு நிறைவடையநான்கு முதல் ஆறு மணி நேரம் ஆனது. உலையின் கழிவுத் திறப்பின் வழியாகச் இரும்புக் கம்பியையோ அல்லது இரும்புப் பட்டையையோ கொண்டு எரிந்த கரித்துண்டு கழிவுகள் குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிகளில் அகற்றப்பட்டன. ஆனால், பெரும்பாலான நேரங்களில், எரிந்த கரித்துண்டுகள் உலையிலே தான் இருந்தது. இறுதியில் உருகிய இரும்பு உலையின் முன்பக்க மூடியைத் திறந்து எடுக்கப்பட்டன. தேவையான வெப்பநிலையில், மெல்லிய இரும்பை உடனடியாக ஒரு சம்மட்டி கொண்டு தட்டப்பட்டது. அந்த இரும்பு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்குக் கீழ் சென்று குளிர்ந்து விட்டால் மீண்டும் வெப்பப்படுத்திச் சம்மட்டியால் தட்டப்பட்டது (Percy 1864:254-270).

► கொடுமணல் இரும்பு உலை

கொடுமணல் அகழாய்வில் வெளிப்படுத்தப்பட்ட இரும்பு உலைக்கு மேலே கூறப்பட்ட விளக்கமானது மிகவும் பொருத்தமானதாக உள்ளது. வாழ்விடப்பகுதியின் தெற்குப் பகுதியில் அமைக்கப்பட்ட குழியில், 65 செ.மீ. ஆழமும் 115 செ.மீ. விட்டமும் கொண்ட ஒரு வட்ட வடிவ உலை கிடைத்தது. உலையின் உட்பகுதிகள் வெள்ளை நிறம் கொண்டு இருந்தன. அதிக வெப்பநிலையில் நீண்ட நேரம் நெருப்பைப் பயன்படுத்தியது இதற்கான காரணமாக இருக்கலாம். இரும்புக் கழிவு, கழிவுடன்சூடிய எரிந்த களிமண், கண்ணாடி போன்ற வாய்ப்பகுதியைக் கொண்ட ஊதுலைத் துண்டுகள் மற்றும் ஒரு கருங்கல் பலகை ஆகியவை உலைப் பகுதிக்கு அருகில் கிடைத்தன. உலையின் உள்சுவரை ஒட்டியிருந்த இரும்புக் கழிவுகள் மென்மையான மேற்பரப்பைக் கொண்டிருந்தது. 15 செ.மீ. நீளமும் 6 செ.மீ. தடிமனும் 1.5 செ.மீ. துளை விட்டமும் கொண்ட ஊதுலைகள் கண்டெடுக்கப்பட்டன. எனவே, உலைக்கு மிக அருகில் துருத்திகள் பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கவேண்டும் என்பதை இவை உணர்த்துகின்றன. கொடுமணலில் அகழப்பட்ட உலை, இரும்பு ஆக்சைடுகளை இரும்பாக மாற்ற குறைந்தபட்ச வெப்பநிலைத் தேவையைவிட 1300°C வெப்பநிலை வரை அடைந்திருக்கலாம், எனினும் குறிப்பாக இந்த வெப்பநிலை இரும்பு



► படம் 4: கொடுமணல்: இரும்பு உருக்கும் உலை



▶ படம் 5: பெருங்குளர்: இரும்பு உருக்கும் உலை

எனும் உலோகத்தை உருக்குவதைவிட குறைந்ததாக இருந்துள்ளது. இவ்வாறு உருவாக்கப்படும் இரும்பு உருகிய நிலையில் மெல்லிய இரும்பாக இருக்கும்பொழுதே அதிலிருந்து கழிவுகள் ஓரளவு நீக்கப்படும். மீதமுள்ள கழிவுகளும் உருகிய நிலையிலான இரும்பைச் சம்மட்டியால் தட்டும்பொழுது கழிந்துவிடும் (Tylcote: 1962 : 183-4). வீட்டுத்தரைகள், மரம் நடுவதற்கான குழிகள் மற்றும் பிற புழங்கும்பொருட்களோ பாணை ஓடுகளோ இரும்பு உருக்கும் உலைப் பகுதியில் இல்லை. எனவே, இரும்பு உருக்கும் தொழில் குடியிருப்புப் பகுதியின் எல்லையில் திறந்த வெளியில் நடைபெற்றிருக்கலாம் என்று கருதலாம்.

அதிகமான இரும்புக் கழிவுகளைக் கொண்ட இத்தகைய உலைகள் கோயம்புத்தூருக்கு அருகில் உள்ள இடையர்பாளையத்திலும், ஈரோடு அருகே நிச்சாம்பாளையத்திலும், பல்லடம் அருகே செட்டிப்பாளையத்திலும் கண்டறியப்பட்டன. இந்த மூன்று மிக முக்கியமான தொல்லியல் தளங்கள் ஆய்வு செய்யப்படவேண்டும். இந்தத் தொல்லியல் தளங்கள் எல்லாம் வாழ்விட மற்றும் ஈமத் தாழிகளுடன் இணைந்து காணப்படுகின்றன. மேலும் செம்பழுப்பு பூச்சு பெற்ற வெள்ளைவண்ணம் தீட்டப்பட்ட ஓடுகள், கருப்பு-சிவப்பு ஓடுகள், குறியீடுகள் போன்றவையும் இத் தொல்லியல் தளங்களில் கிடைத்துள்ளன. இதன் மூலம் இந்தத் தளங்கள் அனைத்தும் கி.மு.5ஆம் நூற்றாண்டுக்கு முற்பட்டவையாக இருக்க வேண்டும் என்று கருதலாம்.

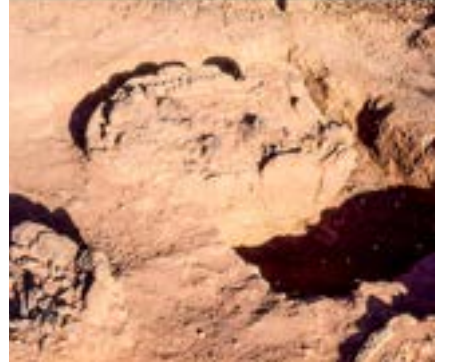
பெர்சியின் சுற்றுப்படி, இரண்டாவது வகை உலை நிலத்தில் 8 முதல் 12 அடிக்கு குழி தோண்டி அதில் கிண்ண வடிவத்தில் பதினைந்து முதல் இருபத்தியோரு அங்குல விட்டத்தில் 8 முதல் 10 அடி உயரம் கொண்டதும், 5 முதல் 6 அங்குலம் தடிமம் கொண்டதும் நிலத்திற்கு மேலாக இரண்டரை அடி உயரம் இருக்கும் வகையில் நன்கு உறுதியுடன் களிமண் கொண்டு உலைகள் உருவாக்கப்பட்டன (படம் 5). அடியில் இரண்டு வழிகள்/திறப்புகள் ஒன்றுக்கொன்று எதிரே இருந்தன. இவற்றில்

ஒன்றில் ஊதுலை செருகப்பட்டிருக்கவேண்டும். இத்தகைய உலைகள் பலவற்றைக் களிமண்ணால் நிலத்தில் ஒன்றுக்கொன்று போதுமான இடைவெளிவிட்டுக் கட்டமுடியும். எனவே, இது மிகப்பெரிய ஒரு வாய்ப்பை ஏற்படுத்தியிருக்கிறது எனலாம்.

இந்த வகை உலையில் முதலில் அடித்தளத்தில் ஓடு அல்லது தகடு சரியான அமைப்பில் வைக்கப்பட்டது. பிறகு பன்னிரண்டு அங்குல உயரம் வரை பசுஞ்சாண வரட்டி அடுக்கப்பட்டது. இந்த வரட்டி தட்டின் மேல் வாயிலிருந்து நான்கு அல்லது ஐந்து அங்குலங்கள் வரை உயரமாக இருந்தது. இந்த வரட்டிக்கு மேல் மண்ணாலான குறைந்தபட்சம் பதினெட்டு அங்குல நீளமுள்ள இரண்டு ஊதுலைகள் வைக்கப்பட்டன. இவை கிட்டத்தட்ட உலையின் பின்புறத்தைத் தொடும் அளவிற்கு இருந்தன. பின்னர் உலையில் பகுதியளவு கரியை நிரப்பி, எரியூட்டிப் பிறகு முழுவதுமாகக் கரி நிரப்பப்பட்டது. உலையின் முன்பக்கத்தில் துருத்தியைக் கொண்டு காற்று வேகமாகச் செலுத்தப்பட்டது. துருத்தியை இயக்குபவர் இரண்டு முதல் மூன்று அடி உயரமுள்ள சட்டகத்தில் அமர்ந்திருந்தார். பின்னர் இரும்புத் தாதும் கரியும் மாறி மாறி இடப்பட்டன. இந்தப் பணி முழுவதுமாக முடிய பன்னிரண்டு முதல் பதினாறு மணி நேரம் ஆனது. அடித்தட்டிலிருந்து துளைகள் வழியாக இரும்புக் கம்பியின் மூலம் கணிசமான அளவு கழிவுகள் முதலில் வெளியே தள்ளப்பட்டன. பின்னர் மேல் துளையின் வழி கழிவுகள் தள்ளப்பட்டன. அடியில் சேர்ந்த இரும்பு துளைகளின்வழியே வெளியேறிவிடும் என்பதால், கழிவுகள் வெளியேற்றப்பட்ட துளைகள் களிமண்ணால் மூடப்பட்டன. ஊதுலையின் அளவிற்கு இரும்பு உயரும் பொழுது, மேலும் ஊதுலையை எரிக்கும்போது இரும்பு உருகுதல் முழுமையடைந்ததாகக் கருதப்பட்டது. கழிவுகளும் உருக்கப்பட்ட இரும்பும் தரையில் விழுவதற்காக ஒரு இரும்புக் கம்பியின் துணைகொண்டு அடித்தளத் தட்டு அகற்றப்பட்டது. இதில் உருக்கிய இரும்புக் கட்டி நூற்று ஐம்பது முதல் இருநூறு பவுண்டுகள் எடையுள்ளதாக இருந்தது. பெரியதாக இருந்ததால் இதை மொத்தமாக அடிக்க முடியாது. குளிர்ந்த பின்பு நான்கு பங்காக உடைப்பதற்கு எளிமையாக இருக்கும் என்பதால் கூர்மையான முனைகள் கொண்ட ஒரு அறுப்பானால் (sledge) திண்மையான இரும்பு வெட்டப்பட்டது. இது நெகிழ்வுத்தன்மை கொண்ட இரும்பாகவும் (malleable iron), இயற்கையான எஃகு ஆகியவற்றின் கலவையால் ஆகியிருந்தது; மேலும் அவற்றின் சரிவிகிதம் தாதின் தன்மையைப் பொறுத்து அமைந்தது. எவ்வாறாயினும், பெர்சி சுட்டிக்காட்டுவது போல், எஃகு உற்பத்தி செய்யப்பட வேண்டுமானால் அதிக கரியைச் சேர்த்து மெதுவாகக் காற்றைச் செலுத்தினால் போதும் (பெர்சி 1864:254-270).

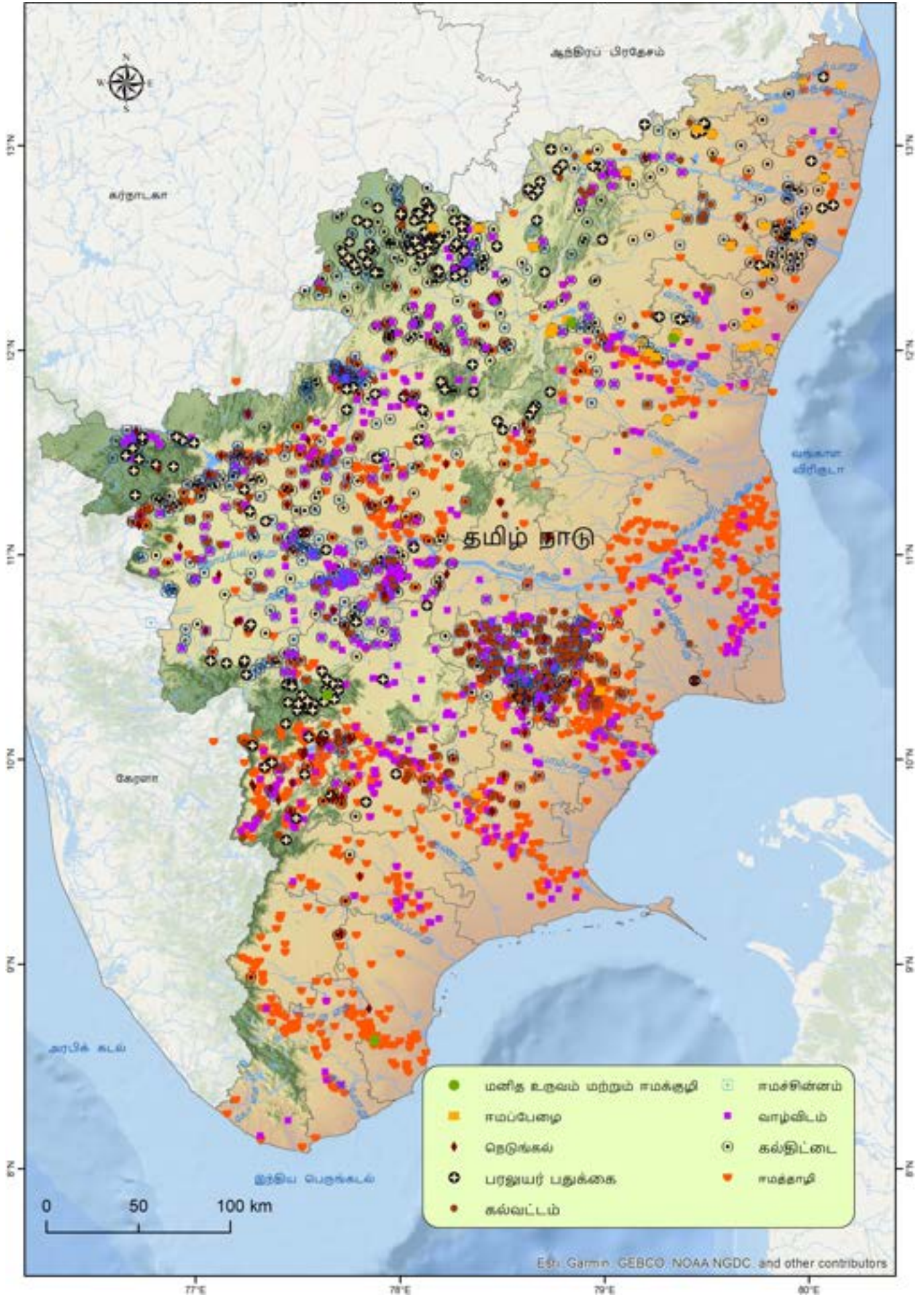


▶ வெங்கடநாயக்கன்பட்டி



▶ அரியாணிப்பட்டி

▶ படம் 6: வெங்கடநாயக்கன்பட்டி மற்றும் அரியாணிப்பட்டி: இரும்பு உருக்கிய பகுதிகள்



▶ படம் 7: தமிழ்நாட்டில் இரும்புக்காலத் தளங்கள்

உலையின் கீழ்ப்பகுதியை அகற்ற வேண்டிய அவசியமில்லாமல் இருந்ததால் (உண்மையில், அப்படிச் செய்யவும் இயலாது), இது நேரத்தை மிச்சப்படுத்தியது; மேலும் முதல் வகை உலையிலிருந்து முன்னேறிய வடிவமாக இது இருந்தது. பெர்சியின் கூற்றுப்படி, இது 'உண்மையில் ஒரு சிறிய கட்டலான் உலை' (Catalan Furnace) ஆகும் (Percy, 1864: 254-270). பெருங்களுர், வல்லத்திராக்கோட்டை மற்றும் சுருளியப்பன் கிராமத்தில் ஒரே மாதிரியான உலைகள் கண்டறியப்பட்டன. குறிப்பாக, இந்த வகையான உலைகள் செம்பிராண்கல் எனும் லேட்டரைட் நிலப்பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. இந்தக் கிண்ண வடிவ உலைகள், மேக்னடைட் தாது நிலப்பகுதிகளில் காணப்படும்.

எனவே, நிச்சயமாக, மூன்றாவது வகை உலைகள் தரமான இரும்பையும் எஃகையும் தயாரிக்க பயன்படுத்தப்பட்டது. எனினும் இதுபோன்ற மூன்றாவது வகை உலைகள் தமிழகத்தில் எல்லா இடங்களிலும் கண்டறியப்படவில்லை. அப்படி இந்த உலைகள் பயன்படுத்தப்பட்டிருந்தாலும் நமது ஆராய்ச்சியில் இதுவரை கிடைக்கவில்லை. எதிர்கால அகழ்வாராய்ச்சியும் ஆய்வுகளும் இதில் சிறிது ஒளி பாய்ச்சக்கூடும். இருப்பினும், அரியாணிப்பட்டி மற்றும் வெங்கடநாயக்கன்பட்டி ஆகிய ஊர்களில் (படம் 6) பல தொல்லியல் தளங்கள் உலைப் பொருட்களுடன் கண்டறியப்பட்டுள்ளன.

► தமிழ்நாட்டில் இரும்பின் தொன்மை

மாங்காடு, கீழ்நமண்டி, மயிலாடும்பாறை, ஆதிச்சநல்லூர் மற்றும் சிவகளை ஆகிய இடங்களில் உள்ள இரும்புக் கால ஈமக்குழிகளில் இருந்து பெறப்பட்ட சான்றுகளின் அண்மைக்காலத்தில் பெறப்பட்ட துரிதப்படுத்தப்பட்ட நிறை நிறமாலை கதிரியக்கக் கரிம காலக்கணிப்புகள் (ஏ.எம்.எஸ்-AMS¹⁴C) மற்றும் தூண்டொளி (OSL) காலக்கணிப்புகள் தமிழ்நாட்டில் இதுவரை இரும்பின் தொன்மை பற்றிக் கொண்டிருந்த கருத்தை மறுபரிசீலனை செய்யவைத்துள்ளன (Sivanantham, et. al., 2022; Rajan et.al., 2022; Rajan et.al., 2017:52-59; Gnanaraj et.al., 2023:425-432). தென்னிந்தியா, இரும்புக் காலத் தொல்லியல் தளங்களுக்கு நன்கு அறியப்பட்டது, தமிழகமும் இதற்கு விதிவிலக்கல்ல. இதுவரை மூவாயிரத்திற்கும் மேற்பட்ட இரும்புக் கால ஈமச் சின்னங்கள் தமிழகத்தில் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. அவற்றில் 1362 முதுமக்கள் தாழிகள், 996 பரல் உயர் பதுக்கைகள், 225 கல் வட்டங்கள் மற்றும் 634 வாழ்விடத்துடன் கூடிய ஈமக்காடுகள் (படம். 7) (கண்டறியப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் சில தொல்லியல் தளங்கள் மட்டுமே அகழ்வாய்வுக்கு உட்படுத்தப்பட்டுள்ளன, அவற்றிலும் பல குறுகிய காலத்திற்கு மட்டுமே ஆய்வு செய்யப்பட்டன. எனவே மிகக் குறுகிய அளவிலான தகவல்களே நம்மிடம் உள்ளன. இருப்பினும் அண்மைக் காலங்களில், தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை, இந்தியத் தொல்லியல் துறை மற்றும் பல பல்கலைக்கழகங்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட தொல்லியல் தளங்களில் அகழ்வாய்வினை மேற்கொண்டன. இவை இரும்புக்காலம் பற்றிய சில புரிதலை நமக்குத் தந்துள்ளன. தமிழ்நாட்டின் ஆரம்பகால இரும்புத் தளங்கள் பற்றிய சுருக்கமான விவரணை அல்லது விளக்கம் தமிழ்நாட்டின் இரும்புக் காலத்தின் இயல்பைப் பற்றிய ஒரு பரந்துபட்ட பார்வையை வழங்கலாம்.

► மாங்காடு

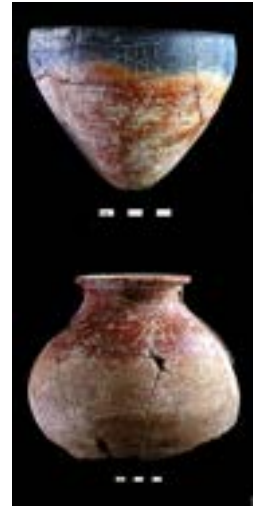
சேலம் மாவட்டம் மேட்டூர் வட்டத்தில் உள்ள மாங்காடு (11° 52' 08"N; 77° 44' 30" E) என்ற இடத்தில் சிதைவுற்ற கல் பதுக்கையிலிருந்து கண்டறியப்பட்ட இரும்பு வாளின் மாதிரி வழக்கமான இரும்பின் காலமாகப் கி.மு. 1263 (NSF-Arizona AMS Laboratory AA104114-uncalibrated 3213 ± 34 BP) என்றும், அளவீடு (கேலிபரேட்டட்) செய்யப்பட்ட காலம் தோராயமாக கி.மு. cal. 1604 - 1416 (cal. 3554-3366 BP) என்றும் அதன் சராசரி காலமாக கி.மு. cal. 1510 (படம். 8) (Rajan et.al., 2017: 52-59; Park et.al., 2019: 68-80) என்றும் கணிக்கப்பட்டுள்ளது. முதன்முறையாக, காலத்தால் முந்தைய காலக்கணிப்பு கிடைத்தது தமிழ்நாட்டில் இரும்பின் தொன்மை மீதான ஆர்வத்தைத் தூண்டியது. அன்றிலிருந்து தமிழ்நாட்டில் இரும்பு எப்பொழுது முதல் பயன்பாட்டிலிருந்து வருகிறது என்னும் தேடல் தொடர்ந்து கொண்டிருக்கிறது.



► படம் 8: மாங்காடு: இரும்புக்கால ஈமச்சின்னங்கள் மற்றும் சிதைந்த கல்லறை

► கீழ்நமண்டி

தமிழ்நாட்டின் திருவண்ணாமலை மாவட்டத்தில் உள்ள வந்தவாசி வட்டத்தில் கீழ்நமண்டியில் ($12^{\circ} 22' 36''$ N; $79^{\circ} 31' 24''$ E) 2023 ஜூலை-ஆகஸ்டில் தொல்லியல் ஆய்வு நடத்தப்பட்டது. இதில் ஒரு ஈமக்குழியில் ஈமப்பேழையும் (MEG-3), கல்லறையில் மற்றொரு ஈமப்பேழையும் (MEG-6) கண்டெடுக்கப்பட்டது (Gnanaraj et.al., 2023:425-432). ஈமப்பேழையுடன் சுவடிய முதல் ஈமக்குழியில் இருந்து பெறப்பட்ட இரும்பு மாதிரி காலக்கணிப்புக்கு உட்படுத்தப்பட்டது. இதில் கிடைத்த வழக்கமான காலக் கணிப்பு கி.மு. 1450 எனவும், இதன் கேலிபரேட்டட் காலம் தோராயமாகப் கி.மு. 1769 - 1615 என்றும் (Beta 666752 காலம் 3400 ± 30 BP), அதன் சராசரி காலம் கி.மு. 1692 என்றும் காலம் கணிக்கப்பட்டது (படம். 9). இந்தக் கண்டுபிடிப்பு ஏற்கனவே மாங்காட்டில் கிடைத்த இரும்பின் காலக்கணக்கீடு ஒரு நூற்றாண்டு முன்னோக்கி நகர்த்தியது. இந்த AMS¹⁴C காலக்கணக்கீட்டின் மற்றொரு முக்கியத்துவம் (கி.மு. 1692) தமிழ்நாட்டில் ஈமப்பேழை அடக்கம் செய்யும் முறை நடைமுறையில் இருந்த காலம் முதன்முறையாக நமக்குக் கிடைத்தது.

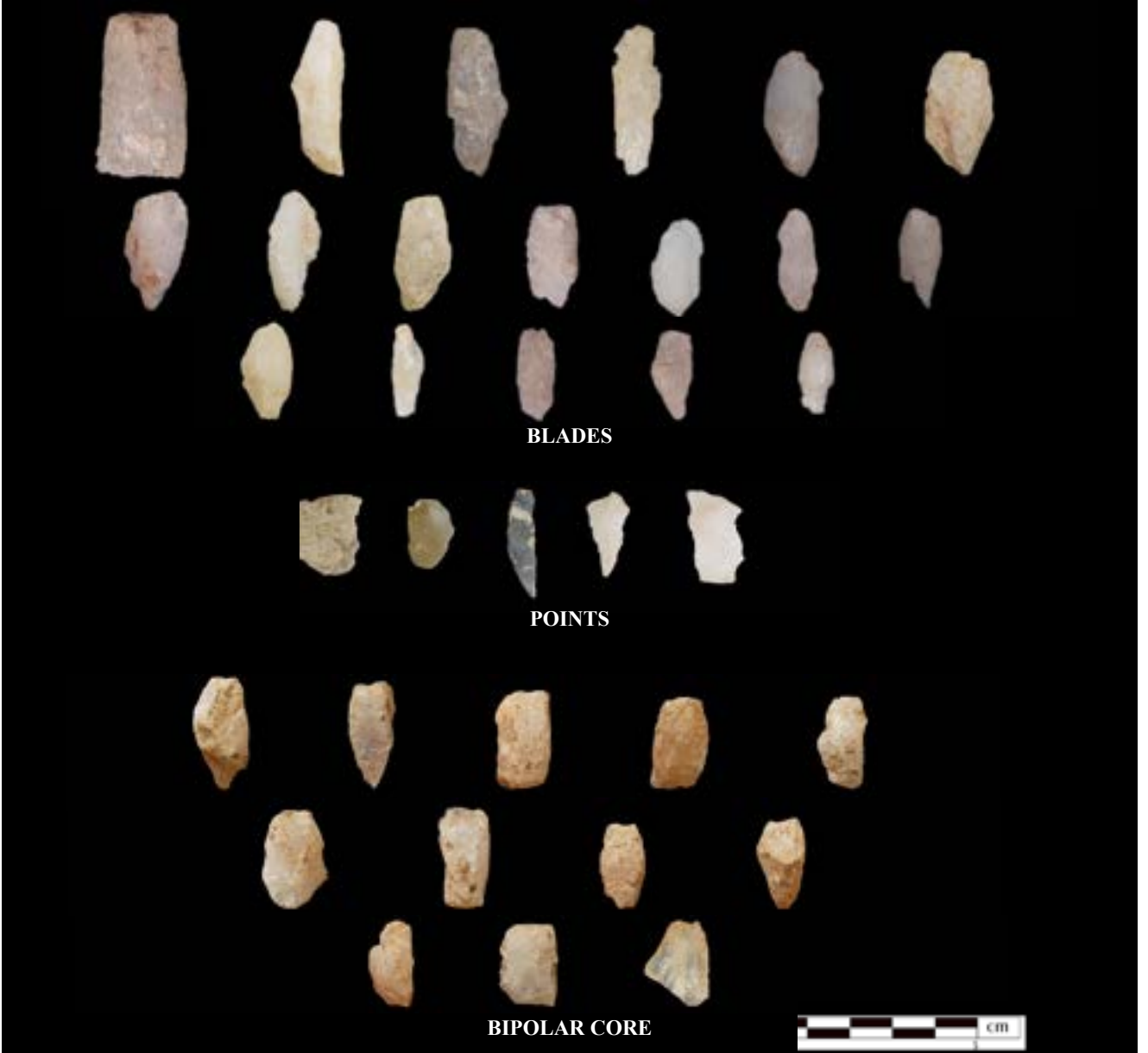


கீழ்நமண்டி: ஈமச்சின்னம் 3 ஈமப்பேழை, தொல்பொருட்கள் கீழ்நமண்டி: ஈமச்சின்னம் 3 அகழாய்வு செய்யப்பட்ட ஈமச்சின்னம் மற்றும் குறியீடு பொறிக்கப்பட்ட மட்பாண்டம்

► படம் 9: கீழ்நமண்டி: இரும்புக்கால ஈமச்சின்னங்கள் - ஈமக்குழியில் (ஈமச்சின்னம் 3) காணும் ஈமப்பேழை

► மயிலாடும்பாறை

தமிழ்நாட்டின் கிருஷ்ணகிரி மாவட்டம் மயிலாடும்பாறையில் (12°26' 28.43" N; 78° 20' 1.22" E) 2021ஆம் ஆண்டு நடத்தப்பட்ட அகழ்வாய்வில் நுண்கற்காலத்திலிருந்து இடைக்காலத்தின் பிற்பகுதி வரையிலான பல்வேறு பண்பாட்டுப் பொருட்கள் கிடைத்தன. அவை நுண்கற்காலக் கருவிகள், புதிய கற்காலக் கருவிகள், புதிய கற்காலக் கருவிகளை மெருகேற்றும் தேய்ப்புக் குழிகள், பாறை ஓவியங்கள், இரும்புக் கால ஈமக்குழிகள், தமிழி (தமிழ்- பிராமி) பொறிக்கப்பட்ட பாறை ஓடுகள், நடுகற்கள் மற்றும் வணிகக்குழுக் கல்வெட்டு (படம் 10-14) ஆகியன. புதிய கற்காலக் கருவி மெருகேற்றும் தேய்ப்புக் குழிகளுக்கு அருகில் மலை மேல் போடப்பட்ட அகழாய்வுக் குழிகளிலிருந்து (இடம்-4, குழி-1) 120 செ.மீ. மற்றும் 140 செ.மீ. ஆழத்தில் மாதிரிகள் சேகரிக்கப்பட்டன. இம்மண்ணடுக்கில் கருப்பு-சிவப்பு பாறை ஓடுகள் மற்றும் இரும்புப் பொருட்கள் கிடைத்தன. அருகில் ஒரு பாறை ஓவியமும் இருந்தது. இங்கு கிடைத்த இரும்பின் மாதிரி இரண்டு AMS¹⁴C கேலிபரேட்டட் காலத்தை வழங்கியது. அவை கி.மு. 1615 மற்றும் கி.மு. 2172 (Rajan et.al., 2022) ஆகும். மேலும், தோண்டப்பட்ட குழியிலிருந்து கிடைத்த மட்பாண்டங்களும் இரும்புப் பொருள்களும் இதற்கு அருகில் தோண்டிய ஈமக்குழியிலிருந்து கிடைத்த மட்பாண்டங்களோடு பொருந்துகின்றன (படம் 15). எனவே, கி.மு. 2172இல் தமிழகத்தில் இரும்பு பயன்படுத்தப்பட்டது என்று முடிவுசெய்யப்பட்டது. இது சிவகளையின் அண்மைக்கால காலக்கணக்கீடுகளோடும் இணைத்துப்பார்க்கப்பட்டது.



► படம் 10: மயிலாடும்பாறை: நுண்கற்கருவிகள்

TRENCH - 01

மயிலாடும்பாறை:

LOCALITY - 01

TRENCH - 01

LOCALITY - 02

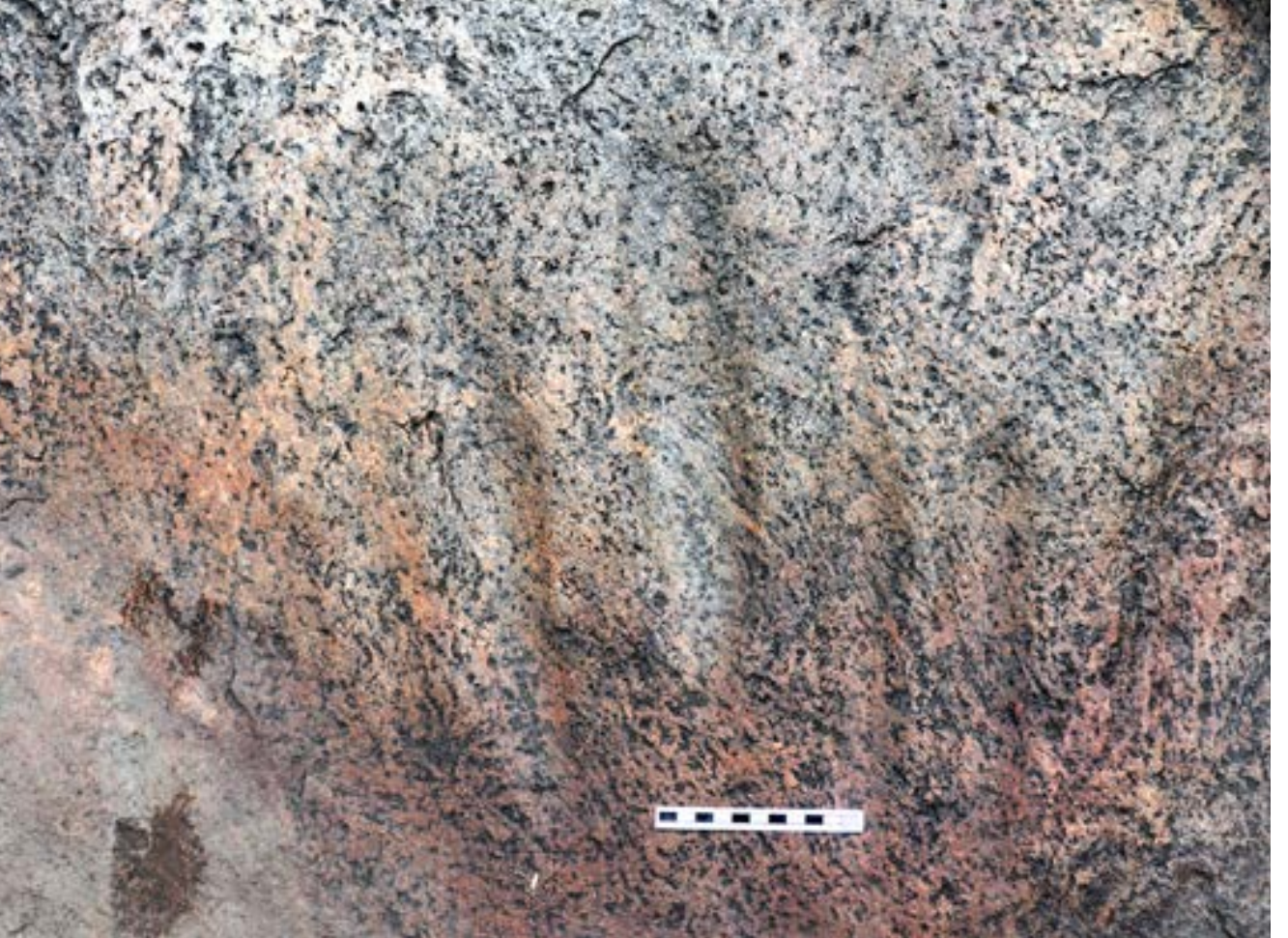
TRENCH - 01 TRENCH - 02

LOCALITY - 03

TRENCH - 01 TRENCH - 02 TRENCH - 03

LOCALITY - 04

புதியகற்காலத் தளங்கள்



▶ படம் 11: மயிலாடும்பாறை: புதியகற்காலக் கருவிகளை மெருகேற்றும் தேய்ப்புக் குழிகள்

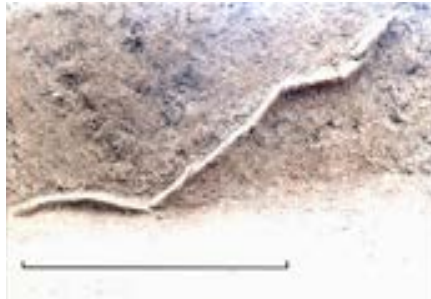
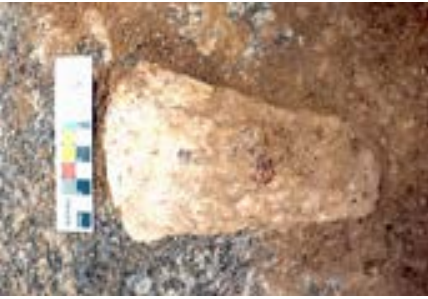


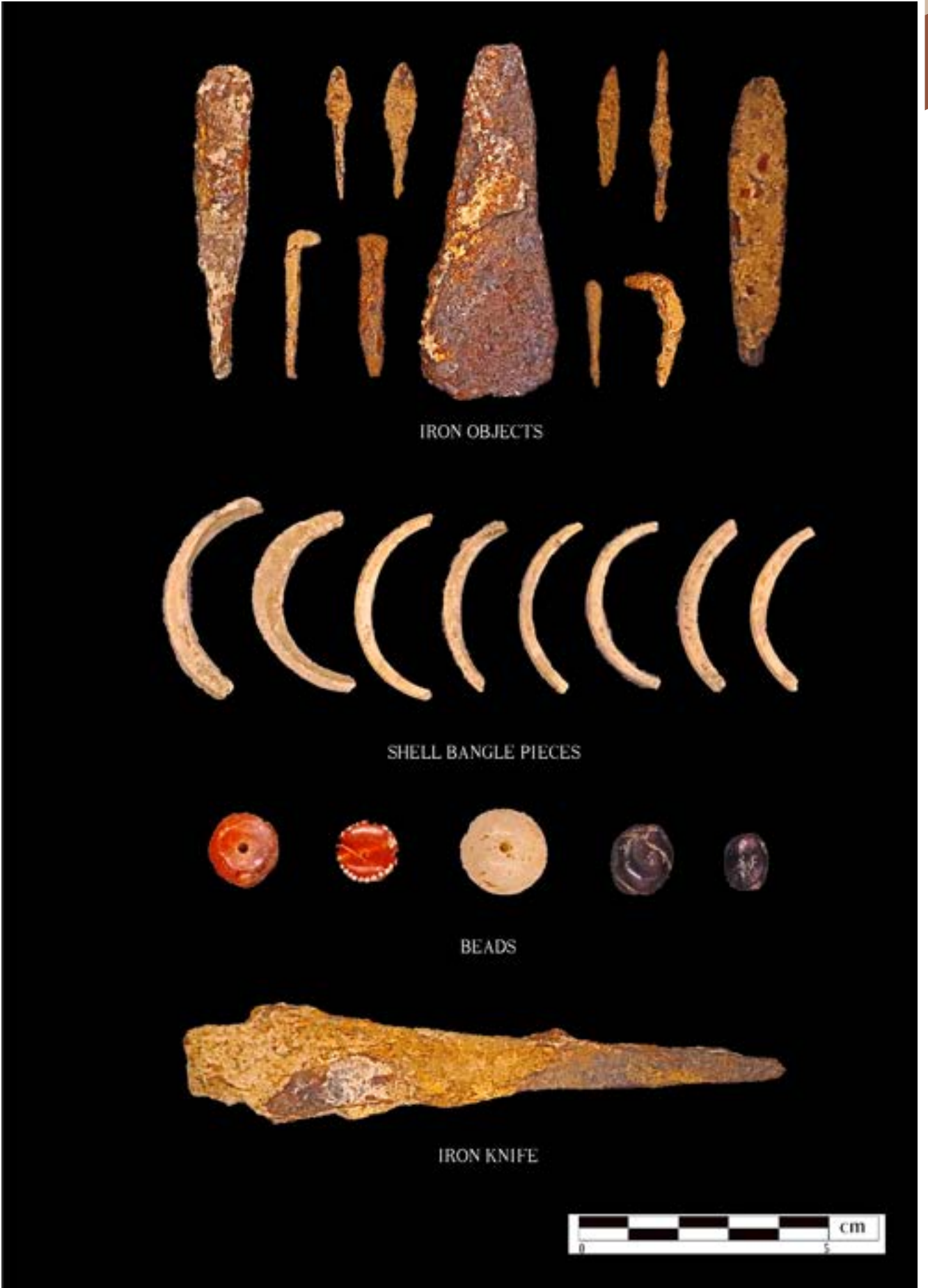
▶ படம் 12: மயிலாடும்பாறை: பாறை ஓவியங்கள்



▶ படம் 13: மயிலாடும்பாறை: இரும்புக்கால ஈமச்சின்னங்களின் வான்வழித் தோற்றம்







► படம் 15: மயிலாடும்பாறை: தொல்பொருட்கள்

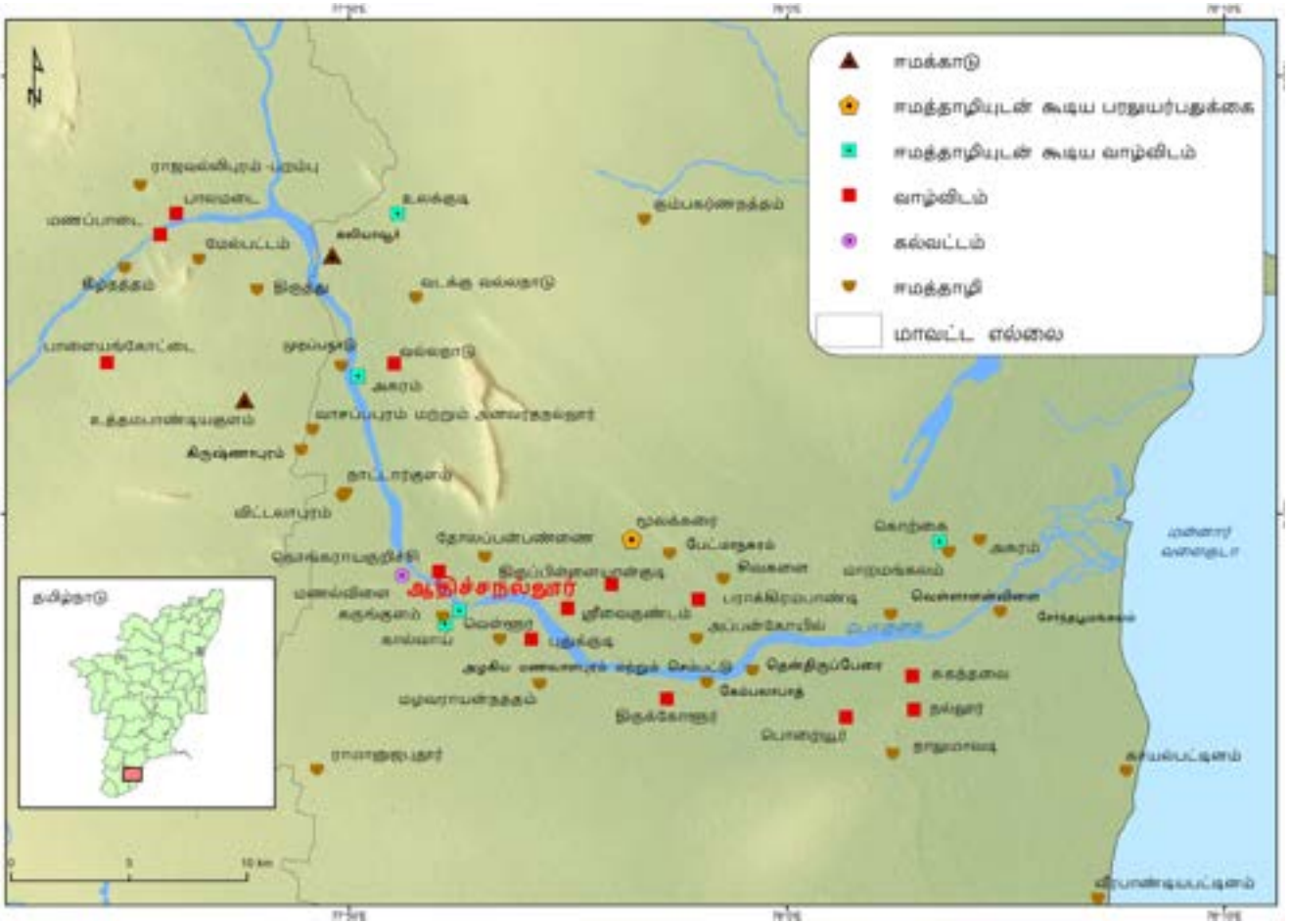
► ஆதிச்சநல்லூர்

பொருநை (தாமிரபரணி) ஆற்றின் வலது கரையில் ஆதிச்சநல்லூர் (8° 37' 47.6"N; 77° 52'34.9"E) அமைந்துள்ளது (படம் 16). இது ஸ்ரீவைகுண்டத்திற்கு மேற்கே 4 கி.மீ. தொலைவிலும், திருநெல்வேலிக்கு தென்கிழக்கே 24 கி.மீ. தொலைவிலும், சங்க காலப் பாண்டியர்களின் பண்டைய துறைமுகம் மற்றும் தலைநகரான கொற்கையிலிருந்து மேற்கே 9 கி.மீ. தொலைவிலும் அமைந்துள்ளது. ஈமக்காடு தற்பொழுது பறம்பு என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. இதன் பொருள் வறண்ட உயரமான மேடு என்பதாகும். இது திருநெல்வேலி - திருச்செந்தூர் நெடுஞ்சாலையின் இருபுறமும் 125.04 ஏக்கர் பரப்பளவில் பரந்துவிரிந்து அமைந்துள்ளது (படம் 17). இதை முதலில் 1876இல் பெர்லினைச் சேர்ந்த எஃப். ஜாகோர் என்பவரால் கண்டறியப்பட்டது. அதன் பிறகு அலெக்சாண்டர் ரி 1902-04இல் இந்தப் பகுதியில் அகழாய்வுகள் மேற்கொண்டார். இதன் காரணமாக இந்த ஈமத் தொல்லியல் தளம் நன்கு அறியப்பட்ட ஒன்றாக வளர்ந்தது (Rea 1915:1-49). இந்தியத் தொல்லியல் துறையைச் சேர்ந்த தி. சத்தியமூர்த்தி தலைமையில் 2004-2005இல் மீண்டும் இங்கு அகழ்வாராய்ச்சி நடைபெற்றது; மீண்டும் அருண் ராஜ் தலைமையில் 2021-22இல் இங்கு அகழ்வாராய்ச்சி தொடங்கப்பட்டது (Satyabhama 2020; Satyamurthy 2007:55-66; Arun Raj et.al., 2023: 1-10; Arun Raj et.al., 2023a), தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறையும் 2021-22 மற்றும் 2022-23ஆம் ஆண்டுகளில் வாழ்விடப்பகுதியிலும் ஈமத்தளத்திலும் அகழ்வாராய்ச்சியைத் தொடங்கியது. தொல்பொருள், நிலவியல் மற்றும் அறிவியல் தரவுகளின் அடிப்படையில் இந்தத் தொல்லியல் தளம் பகுதி A, B, C என மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டது. இந்த மூன்று இடங்களிலும் அகழாய்வுகள் தொடங்கப்பட்டன (படம் 18-20). இந்த அகழ்வாய்வில் கருப்பு-சிவப்பு பாணை ஓடுகள், சிவப்பு ஓடுகள், பளபளப்பான கருப்பு ஓடுகள் மற்றும் வெள்ளை வண்ணம் பூசப்பட்ட கருப்பு-சிவப்பு பாணை ஓடுகள் முதலான நுணுக்கமான வேலைப்பாடு அமைந்த பல்வேறு வகையான மட்பாண்டங்கள் கிடைத்துள்ளன. ஈமத்தளத்தில் இரும்பினால் ஆன வாள்கள், கத்திகள், ஈட்டிகள், அம்பு முனைகள், மூன்றுமுனை ஈட்டி முதலான பொருட்கள் கிடைத்துள்ளன (படம் 19). வளையல்கள், மோதிரங்கள், அலங்கரிக்கப்பட்ட இருக்கை என உயர்வெண்கலத்தினாலான அணிகலன்கள் கிடைத்துள்ளன. பெரும்பாலான ஈமங்கள் (எலும்புக்கூடுகள்) இரண்டாம் நிலை அடக்கமாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றுடன் ஏராளமான மட்பாண்டங்கள், பலவிதமான வெண்கலப் பொருட்கள், இரும்பாலான மண்வெட்டிகள், மும்முனை ஈட்டிகள், தாய்த் தெய்வ உருவம் முதலானவை கிடைத்துள்ளன. வெண்கலத்தாலான பொருட்களில் விலங்குகள், பறவைகள், தாய்த் தெய்வம் ஆகியவை அடங்கும். தங்கத்தினால் ஆன மோதிரங்களும், நெற்றிபட்டைகளும் கிடைத்துள்ளன. இவை அனைத்தும் ஆதிச்சநல்லூரின் தனிச்சிறப்பு வாய்ந்த பொருட்களாக விளங்குகின்றன. வெண்கலப் பொருட்களின் தனித்தன்மை, பண்பாடு சார் உயர்வகை இரும்புப்பொருட்கள் மற்றும் பல்வகை சிறப்புமிகு மட்பாண்டங்கள் ஆகியவை இந்தியத் தொல்லியல் துறையை இங்கு மீண்டும் அகழாய்வு செய்ய தூண்டியது அல்லது வழிவகுத்தது எனலாம்.

இரண்டு இடங்களில் சுமார் 50 ஏக்கர் பரப்பளவைக் கொண்ட இரும்புக் கால வாழ்விடப் பகுதியில் மேற்கோண்ட தொலையுணர்வு (ரிமோட் சென்சிங்) மற்றும் நிலவியல் தகவலமைப்பு (ஜிஐஎஸ்) ஆய்வின் மூலம் இரண்டு இடங்கள் தெரிவு செய்யப்பட்டது. ஒரு பகுதி ஆதிச்சநல்லூர் குளத்தின் பக்கத்திலும், மற்றொரு பகுதி ஆதிச்சநல்லூர் கிராமத்திலும் அமைந்துள்ளது. தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறையும் இந்தியத் தொல்லியல் துறையும் வாழ்விடப் பகுதியில் அகழாய்வுகள் மேற்கொண்டன. கிண்ணங்கள், பிரிமனைகள், தட்டுகள், மூடிகள், பாணைகள், நுணுக்கமாகச் செய்யப்பட்ட கருப்பு-சிவப்பு ஜாடிகள், பளபளப்பான கருப்பு பாணை ஓடுகள், வெள்ளை வண்ணம் தீட்டப்பட்ட கருப்பு-சிவப்பு மட்பாண்டங்கள் மற்றும் சிவப்பு மட்பாண்டங்கள் ஆகியன வாழ்விடப் பகுதியில் கிடைத்தன. ஏழாவது மண்ணடுக்கில் பழங்காலப் பொருட்களான இரும்புக் கருவிகளும் சில்லுகளும் கண்டறியப்பட்டன. முதல் மூன்று மண்ணடுக்குகளில் மூன்று கட்டங்களை சார்ந்த தரைத் தளங்கள் கண்டறியப்பட்டன. தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறையால் நடத்தப்பட்ட அகழாய்வில் 933 குறியீடுகள் கொண்ட பாணை ஓடுகள் கிடைத்தன.

தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை ஆதிச்சநல்லூரில் உள்ள வாழ்விடப் பகுதியில் மேற்கொண்ட அகழாய்வில் (குழி-W17 பகுதி 2) மண்ணடுக்கு 4இல் 220 செ.மீ. ஆழத்தில் இரும்புப் பொருளுடன் கரிம மாதிரி கிடைத்தது. இந்த மாதிரியின் பொதுவான காலம் கி.மு. 2060 என்றும் (4010 ± 30 BP) கேலிப்ரேட்டட் அளவீட்டுக் காலம் கி.மு. 2580-2465 (சராசரி காலம் கி.மு. 2522 (93.9%) மற்றும்

கி.மு. 2618-2608 (சராசரி காலம் கி.மு. 2613) (1.5%) என்றும் கணிக்கப்பட்டது. இந்தக் காலக் கணிப்பு தமிழ்நாட்டில் இரும்புப் பயன்பாட்டின் காலத்தைப் கி.மு. மூன்றாம் ஆயிரத்தின் இடைப்பகுதிக்குக் கொண்டு சென்றது.



► படம் 16: ஆதிச்சநல்லூர்: இருப்பிட வரைபடம்



► படம் 17: ஆதிச்சநல்லூர்: ஈமக்காடு



அ. அகழாய்வுக்குழி

ஆ. ஈமத்தாழி

இ. அகழாய்வுக்குழி

ஈ. பரலுயருடன் கூடியத் தாழி

உ. வெள்ளை வண்ணம் தீட்டப்பட்ட கருப்பு-சிவப்பு மட்பாண்டங்கள்

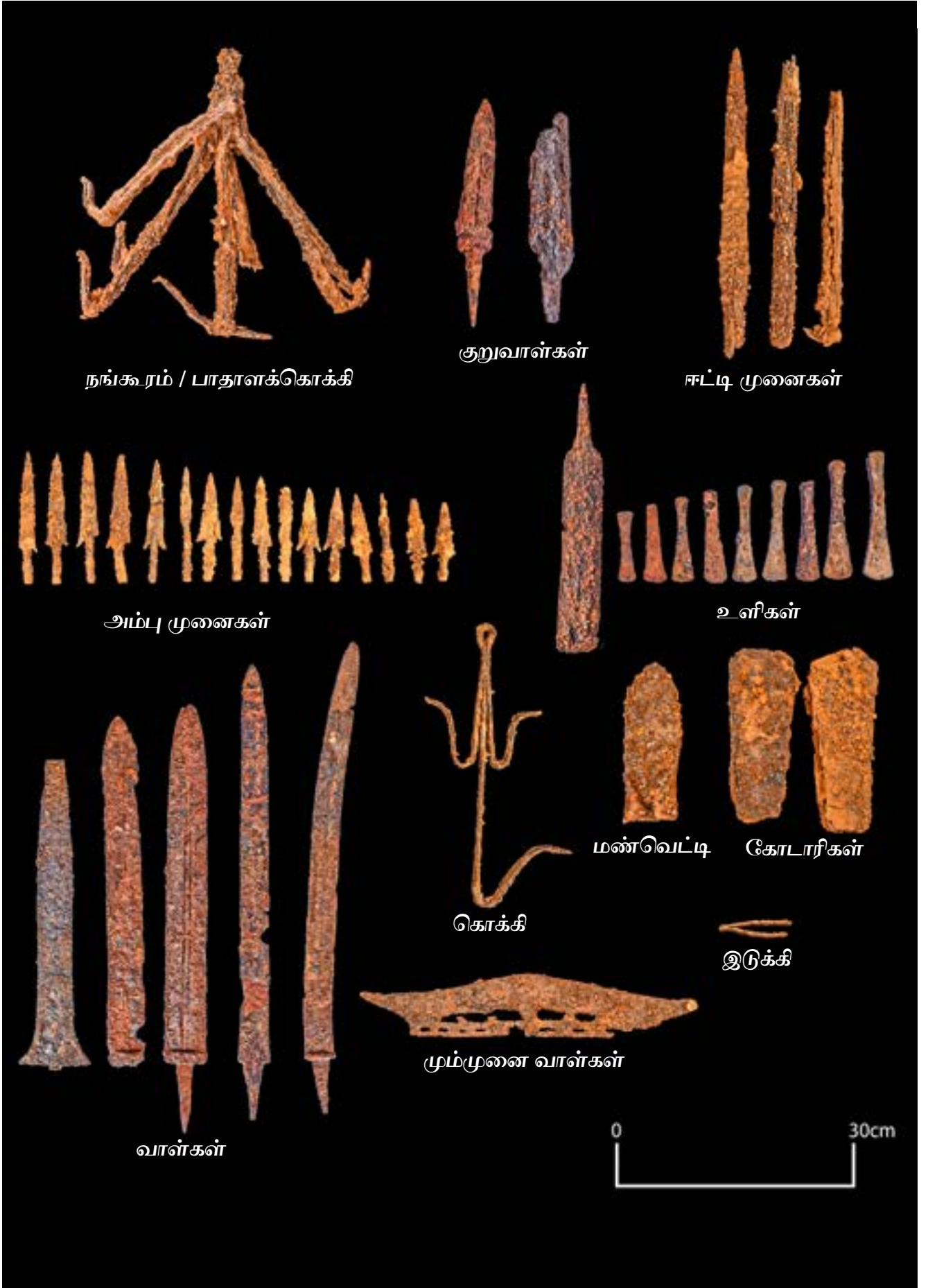
▶ படம் 18: ஆதிச்சநல்லூர்: ஈமத்தாழிகளுடன் கூடிய அகழாய்வுக்குழிகள்



► படம் 19 : ஆதிச்சநல்லூர்: பகுதி ஆ-இல் அகழ்ந்த அகழாய்வுக்குழிகள்



► படம் 20 : ஆதிச்சநல்லூர்: பகுதி இ-இல் அகழ்ந்த அகழாய்வுக்குழிகள்



► படம் 21: ஆதிச்சநல்லூர்: இரும்புப்பொருட்கள் (நன்றி: மத்திய தொல்லியல் அளவீட்டுத்துறை)

► சிவகளை

பொருறை ஆற்றின் வடக்கே 7 கி.மீ. தொலைவிலும், தூத்துக்குடி நகரத்திலிருந்து தென்மேற்கே 31 கி.மீ. தொலைவிலும், தூத்துக்குடி மாவட்டத்தில் ஏரல் வட்டத்தில் பூர்வைகுண்டத்தின் வடகிழக்கே 10 கி.மீ. தொலைவிலும் அமைந்திருக்கும் சிவகளை (8° 38'19.32" N; 77° 58' 41.16"E), இரும்புக் கால வாழ்விடப் பகுதியாகவும் ஈமத் தளமாகவும் உள்ளது. புகழ்பெற்ற நுண்கற்கால தளமான (தேரிப் பகுதிகள் என்று பரவலாக அறியப்பட்ட) சாயர்புரம், புகழ்பெற்ற ஈமத் தொல்லியல் தளமான ஆதிச்சநல்லூர் மற்றும் புகழ்பெற்ற தொடக்ககால வரலாற்றுப் பாண்டியர் துறைமுகமான கொற்கை ஆகியவை சிவகளைக்கு 15 கி.மீ. தொலைவில் முறையே வடக்கு, மேற்கு மற்றும் கிழக்கில் அமைந்துள்ளன (படம். 22). இந்தத் தொல்லியல் தளத்தின் தொல்பொருள் சிறப்பை வெளிக்கொணர தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை 2019-20, 2020-21 மற்றும் 2021-22ஆம் ஆண்டுகளில் அகழ்வாய்வை மேற்கொண்டது (Sivanantham et.al., 2022). மொத்தமாக எட்டு இடங்களில் அகழ்வாய்வு நடத்தப்பட்டது. அதில் சிவகளை, பேட்மாநகரம் மற்றும் மூலக்கரை ஆகிய மூன்று பகுதிகளில் ஈமச்சின்னங்கள் கண்டறியப்பட்டன. மீதமுள்ள ஐந்து இடங்களான வளப்பாளன்பிள்ளை திரடு, பராக்கிரமபாண்டி திரடு, செக்கடி திரடு, ஆவாரங்காடு திரடு மற்றும் பொட்டல்கோட்டை திரடு ஆகியவை வாழ்விடப் பகுதிகளாகும்.



► படம் 22: சிவகளையின் தொல்லியல் அமைவிடம்

சிவகளை பறம்பு என்று அழைக்கப்படும் இரும்புக் கால ஈமத் தொல்லியல் தளம் 500 ஏக்கர் பரப்பளவில் கிராமத்தின் வடமேற்குப் பகுதியில் அமைந்துள்ளது. ஈமத் தளம் அண்டை கிராமங்களான பேட்மாநகரம் மற்றும் மூலக்கரை வரை பரவியுள்ளது. பெரும்பாலான ஈமத் தளங்கள் சிவகளை, பேட்மாநகரம், மூலக்கரை ஆகிய மூன்று இடங்களில் அமைந்துள்ளன. சிவகளை பறம்பில் (படம். 23) மொத்தம் 17 அகழாய்வுக் குழிகளும் (10x10 மீ), பேட்மாநகரத்தில் 3 அகழாய்வுக் குழிகளும், மூலக்கரையில் 4 அகழாய்வுக் குழிகளும் தோண்டப்பட்டன. மொத்தம் 24 அகழாய்வுக் குழிகளும், அதில் 63 பகுதிகளும் தோண்டப்பட்டன. இவற்றில் 160 முதுமக்கள் தாழிகள் வெளிப்பட்டன. இவை சிவப்புப் பாணைகளாலும் கருப்பு-சிவப்புப் பாணைகளாலும் வளையப்பட்டிருந்தன. 160 முதுமக்கள் தாழிகளில் 9 மட்டும் கருப்பு-சிவப்புப் பாணைகளாகவும் மீதமுள்ள 151 முதுமக்கள் தாழிகளும் சிவப்புப்

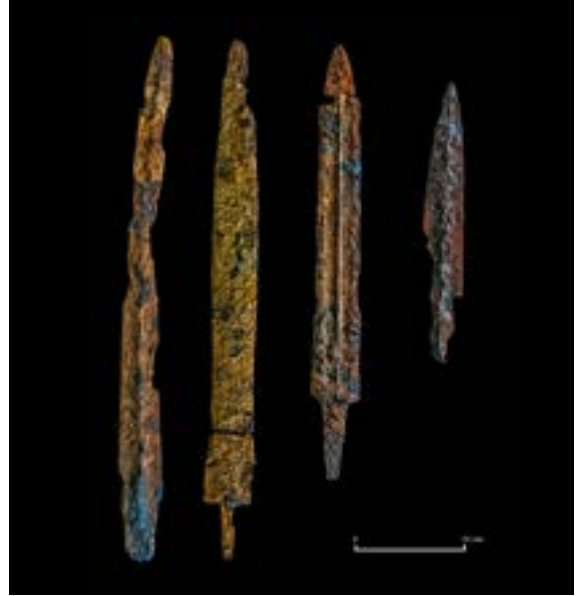


► படம் 23: சிவகளை பறம்பில் அகழாய்வுக்குழிகள்

பாணைகளாகவும் இருந்தன. கருப்பு-சிவப்புப் பாணைகளைவிட சிவப்புப் பாணைகள் காலத்தால் முந்தியவை. முதுமக்கள் தாழிகள் புதைக்கப்பட்டுள்ள குழியின் ஆழம் அந்தந்த நிலப்பரப்பின் பாறை அமைப்பைப் பொறுத்து அமையும். அதிகபட்சமாகக் குழியின் ஆழம் 150 செ.மீ. ஆகவும் குழியின் விட்டம் 100-110 செ.மீ. ஆகவும் இருந்தது. முதுமக்கள் தாழிகள் பெரியது முதல் சிறியது வரை இருந்தன. அதிகபட்சமாக உயரம் 115 செ.மீ. ஆகவும் அகலம் 65 செ.மீ. ஆகவும் தடிமன் 4.5 செ.மீ. ஆகவும் இருந்தன. மேலடுக்கு மண்ணின் அழுத்தத்தால் பல தாழிகளில் விரிசல் ஏற்பட்டிருந்தது. ஒரு சில தாழிகளின் மூடிகள் இறுக்கமாக நன்கு மூடப்பட்டிருந்ததால் அவற்றில் மண் ஊடுருவவில்லை. ஒரு சிலவற்றில் மூடிகள் உடைந்தும் சரிந்தும் இருந்ததால் அவற்றில் மண் நிரம்பியிருந்தது. சில ஈமக்குழிகள் இயற்கையான பாறைப் பரப்பில் தோண்டப்பட்ட குழிகளின் சுவற்றுடன் சேர்த்து வைக்கப்பட்டிருந்தன. மட்பாண்டங்கள் என்பது கிண்ணங்கள், மூடிகள், பிரிமனைகள், கருப்பு-சிவப்புப் பாணைகள், வெள்ளை வண்ணம் பூசப்பட்ட கருப்பு-சிவப்பு பாணைகள் மற்றும் கருப்புப் பாணைகள் எனக் கிட்டத்தட்ட 750 மட்பாண்டப் பொருட்கள் ஈமத் தாழிகளிலிருந்து கிடைத்தன (படம். 24). வெள்ளை வண்ணம் தீட்டப்பட்ட கருப்பு-சிவப்பு மட்பாண்டங்கள் பெரும்பாலும் ஈமத் தாழிகளில் காணப்பட்டாலும் அதன் சமகாலத்தைச் சேர்ந்த வாழ்விடப் பகுதிகளில் மிகச் சிலவே காணப்படுகின்றன. முதுமக்கள் தாழியின் உள்ளேயும் வெளியேயும் இரும்பிலான பொருட்கள் வைக்கப்பட்டிருந்தன. தாழியின் உள்ளே அடிப்பகுதியிலும் இரும்புப் பொருட்கள் வைக்கப்பட்டிருந்தன. கத்திகள், அம்பு முனைகள், மோதிரங்கள், உளிகள், கோடாரிகள் மற்றும் வாள்கள் என 85க்கும் மேற்பட்ட இரும்பிலான பொருட்கள் தாழிகளின் உள்ளேயும் வெளியேயும் பல்வேறு மண்ணடுக்கு நிலைகளிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்டன (படம் 25-27).



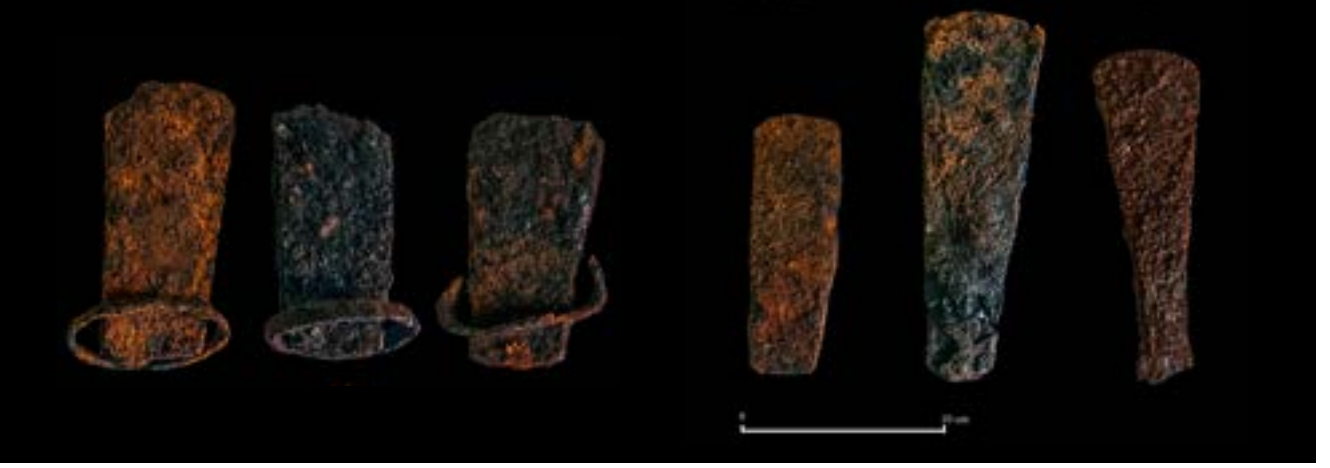
▶ படம் 24: சிவகளை: வெள்ளை வண்ணம் தீட்டப்பட்ட கருப்பு-சிவப்பு மட்பாண்டங்கள்



▶ படம் 25: சிவகளை: ஈமச்சின்னத்தில் இருந்து பெறப்பட்ட இரும்பு வாள்கள்

அகழாய்வு செய்யப்பட்ட அகழாய்வுக் குழிகளில், A2 குழியின் பகுதி II மற்றும் IIIஇல் இருந்து வெளிப்பட்ட முதுமக்கள் தாழிகள் நமது கவனத்தை ஈர்த்தன. அதில் மூன்று ஈமத் தாழிகள் வெளிப்பட்டன (தாழி எண். 1-3). குழியின் மையத்தில் இருந்த மூன்றாவது தாழி (குழி A2, தாழி-3) மூடியுடன் இறுக்கமாக இருந்ததால் மண் எதுவும் தாழியினுள் செல்லாமல் சிதைவின்றி முழுமையாகக் கிடைத்தது. தாழியின் உள்ளிருந்து எலும்புக்கூடுகள், இரும்பாலான பொருட்கள் மற்றும் நெல் தானியங்கள் ஆகியவை அதன் கீழ்நிலையில் இருந்து சேகரிக்கப்பட்டன (படம் 28). இந்தத் தாழியிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட நெல் மாதிரி (குழி A2, தாழி-3) கி.மு .cal.1155 என்று காலம் கணிக்கப்பட்டது. இந்த காலகணிப்புகளால் ஊக்கம் பெற்ற ஆய்வுக்குழு வளப்பாண்பிள்ளை திரடுவில் வாழ்விடப்பகுதி மேட்டின் A1 குழியிலிருந்து கரி மாதிரிகள் சேகரிக்கப்பட்டன. ஈமக் குழிகளான A2, C3 மற்றும் B3 குழிகளிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட மாதிரிகள் AMS¹⁴C சோதனைக்கு அனுப்பப்பட்டன. இதில் 5 AMS¹⁴C காலக்கணிப்புகள் பெறப்பட்டன. எனவே இந்தக் கணிப்புகள் பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்டன. வாழ்விடப்பகுதியிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட தமிழி (தமிழ்-பிராமி) பொறிக்கப்பட்ட பாணை ஓடுகளுடன் கூடிய மாதிரியின் காலம் கி. மு. 685 என்று தெரிந்தது (அட்டவணை-2; வ.எண்.1; Beta 600727). இரும்பு பொருட்கள் வைக்கப்பட்டிருந்த முதுமக்கள் தாழிகளிலிருந்து

கிடைத்த நான்கு AMS¹⁴C கணிப்புகள் மிக முக்கியமானவையாகும் (அட்டவணை-2; வ.எண். 2-5). குழி A2, தாழி 3-லிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட நெல் மாதிரி (குழி, தாழி-3) கி.மு.1155 என்று காலம் கணிக்கப்பட்டது என மேலே பார்த்தோம். மீதமுள்ள இரும்பு மாதிரிகளின் மூன்று காலக் கணிப்புகள் கி.மு. 2953 முதல் கி.மு. 3345 வரை கிடைத்தன. இதன் காரணமாகத் தமிழ்நாட்டில் இரும்புப் பயன்பாடு கி.மு. 4ஆம் ஆயிரத்தின் முதல் பகுதியை சார்ந்ததாக அமைகிறது அதாவது இரும்பின் பயன்பாடு குறைந்தபட்சம் கி.மு.3300 க்கு எடுத்துச் செல்லலாம் என இதன் மூலம் அறியமுடிகிறது.



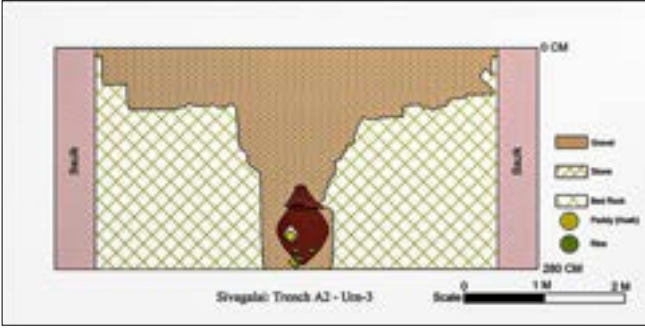
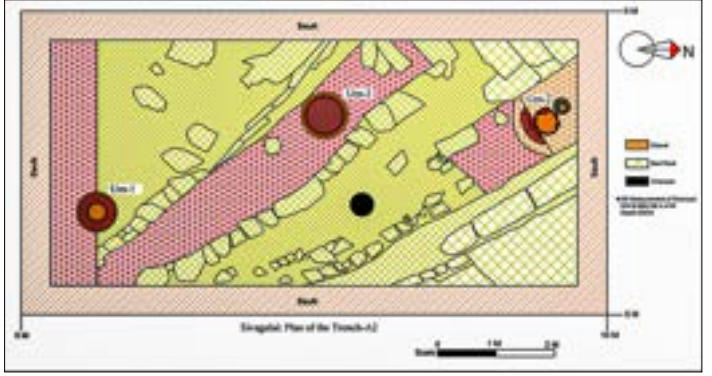
▶ படம் 26: சிவகளை: ஈமச்சின்னத்தில் இருந்து பெறப்பட்ட இரும்பு மண்வெட்டிகள் மற்றும் உளிகள்



▶ படம் 27: சிவகளை: ஈமச்சின்னத்தில் இருந்து பெறப்பட்ட இரும்புக் கோடாரி மற்றும் வாள்கள்

அட்டவணை 2: சிவகளை AMS¹⁴C காலக்கணக்கீடுகள்

வ.எண்	தளம்	மாதிரி எண்	குழி	AMS ¹⁴ C காலக்கணக்கீடு	வரையறுக்கப்பட்ட கதிரியக்கக் காலம் (calibrated AMS ¹⁴ C)	மாதிரி
1	சிவகளை	Beta 600727	குழி A1/4 வாழ்விடப் பகுதியில் தமிழி பொறிக்கப்பட்ட ஓடுகள் கரியோடு 400 செ.மீ. ஆழத்தில் கிடைத்தன	2560 ± 30 BP	கி.மு. 685	கரிமம்
2	சிவகளை	Beta 600726	குழி A2- தாழி -3	2950 ± 30 BP	கி.மு. 1155	நெல்
3	சிவகளை	Beta 583594	குழி C3/1	4300 ± 30 BP	கி.மு. 2953	கரிமம்
4	சிவகளை	Beta 583592	குழி A2- தாழி -1	4540 ± 30 BP	கி.மு. 3256	கரிமம்
5	சிவகளை	Beta 583593	குழி B3- தாழி -10	4670 ± 30 BP	கி.மு. 3345	கரிமம்



அ. ஈமத்தாழி எண்.3
ஆ. நெல்மணிகள்
இ. ஈமத்தாழி எண்.3
ஈ. நெல்மணிகள்
உ. அகழாய்வுக்குழி வரைபடம்

உள. மண்ணடுக்கில் ஈமத்தாழி எண்-3
எ. சிவகளை: அகழாய்வுக்குழி A-2 இல் வெளிப்பட்ட ஈமத்தாழி எண். 3

▶ படம் 28: சிவகளை: அகழாய்வுக்குழி எ-2 இல் வெளிப்பட்ட ஈமத்தாழி எண்.3

▶ மூன்று ஆய்வகங்களிலிருந்து பெறப்பட்ட AMS¹⁴C மற்றும் OSL காலக்கணக்கீடுகள்

சிவகளை தொல்பொருள்களுக்கான AMS¹⁴C ஆய்வக முடிவுகளைத் தவிர OSL ஆய்வக முடிவுகளையும் பெறலாம் என்று முடிவுசெய்யப்பட்டது. இரண்டு வெவ்வேறு OSL ஆய்வகங்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டன. இதற்காக ஐந்து மாதிரிகள் (குழி A2-தாழி-1 இலிருந்து இரண்டு பாணையோட்டு மாதிரிகளும் ஒரு கரிம மாதிரியும்; குழி A2-தாழி-3இலிருந்து ஒரு பாணையோட்டு மாதிரியும் நெல் தானிய மாதிரிகளும்) சேகரிக்கப்பட்டன. ஐந்து மாதிரிகளில், லக்னோவில் உள்ள பீர்பால் சஹானி பேலியோ சயின்சஸ் ஆய்வு நிறுவனத்திற்கு ஒன்றும் (அட்டவணை-3; வ.எண்.1), அகமதாபாத் இயற்பியல் ஆய்வுக்கூடத்திற்கு ஒன்றும் (அட்டவணை-3; வ.எண்.2), அமெரிக்காவில் பிளோரிடாவில் உள்ள பீட்டா அனலிட்டிக் ஆய்வகத்திற்கு ஒன்றும் (அட்டவணை-3; வ.எண்.3) தெளிவான கணக்கீடுகள் பெறவேண்டி அனுப்பப்பட்டன (படம். 29-30). அவ்வாய்வுக்கூடங்களில் இருந்து பெறப்பட்ட ஆய்வு முடிவுகள் மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவையாக அமைந்தன. அக்காலணிப்புகள் கி.மு. cal. 2459 (வ.எண். 1, BSIP/A2-தாழி 1), கி.மு. cal. 2427 (வ.எண். 2, PRL-A2-தாழி-1) மற்றும் கி.மு. cal. 3259 (வ.எண். 3, Beta-A2-தாழி-1) ஆகும். இந்த மூன்று கணக்கீடுகளும் ஒரே ஈமக் குழியிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட மாதிரிகளுக்கானவை (அதாவது குழி A2-தாழி-1) என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இவை கி.மு. 2500க்கும் 3000க்கும் இடைப்பட்ட காலத்தைச் சார்ந்ததாக காணப்படுகிறது. குறிப்பாக, மூன்று காலக்கணிப்புகளும் கி.மு. மூன்றாயிரத்தின் இடைப்பகுதியில் அமைந்து நிலைத்த தன்மையைக் காட்டுகின்றன. இதில் ஆய்வுக்குழி B3 ஈமத்தாழியில் இருந்து சேகரிக்கப்பட்ட மாதிரியின் காலம் (Beta 583593 - கி.மு.3345-குழி B3-தாழி) கி.மு. நாலாயிரமாண்டின் முற்பகுதிக்கு செல்கிறது.

ஐந்தில், மற்ற இரண்டு மாதிரிகளும் (பாணை ஓடு மற்றும் நெல்) (குழி A2-தாழி-3) OSL காலக்கணிப்பு பெறுவதற்காக லக்னோவில் உள்ள பீர்பால் சஹானி பேலியோசயின்சஸ் நிறுவனத்திற்கு ஒன்றும் (அட்டவணை-3; வ.எண். 4 - BSIP) AMS¹⁴C காலக்கணக்கீடு பெறுவதற்காக அமெரிக்காவில் புளோரிடாவிலுள்ள பீட்டா அனலிட்டிக் ஆய்வகத்திற்கு ஒன்றும் (அட்டவணை-3; வ.எண். 5- Beta) காலக்கணக்கீடு உறுதிசெய்வதற்காக அனுப்பப்பட்டன. BSIP ஆய்வகத்திலிருந்து OSL காலக்கணக்கீடு கி.மு. cal. 1284 உம் பீட்டா அனலிட்டிக் ஆய்வகத்திலிருந்து AMS¹⁴C காலக்கணக்கீடு கி.மு. cal. 1155 உம் பெறப்பட்டன. குறிப்பாக, ஒரே தாழியிலிருந்து (குழி A2- தாழி-3) சேகரிக்கப்பட்ட இரண்டு வகையான மாதிரிகளும் (நெல் மற்றும் பாணை ஓடு) இரண்டு வெவ்வேறு காலக்கணக்கீடு ஆய்வகங்களிலிருந்து இரண்டு வகையான காலக்கணக்கீடு முறைகளும் நெருங்கிய காலக்கணக்கீடுகளை வழங்கின.

இதேபோல், ஒரே தாழியிலிருந்து இரண்டு பாணை ஓட்டு மாதிரிகள் (குழி L13-தாழி -5) சேகரிக்கப்பட்டு லக்னோவிலுள்ள பீர்பால் சஹானி பேலியோசயின்சஸ் நிறுவனத்திற்கு ஒன்றும் (அட்டவணை 3; வ.எண்.6) அகமதாபாத்தில் உள்ள இயற்பியல் ஆராய்ச்சி ஆய்வகத்திற்கு ஒன்றும் (அட்டவணை 3; வ.எண்.7) அனுப்பப்பட்டன. கி.மு. cal. 1836 (வ.எண். 6, BSIP/L13 - தாழி-5) மற்றும் கி.மு. cal. 2450 (வ.எண். 7, PRL/L-13, தாழி-5) ஆகிய கணக்கீடுகள் பெறப்பட்டன (படம் 18). OSL காலக்கணக்கீடுகளின் பிழைப்பட்ட மதிப்பை நேர்செய்வதற்காக முறையே 363ஐயும் 308ஐயும் ஒருவர் கணக்கில் எடுத்துக்கொண்டால் அது ஒரே மாதிரியான காலத்தை வழங்குகிறது. அதாவது, கி.மு. cal. 2199 மற்றும் கி.மு. cal. 2142 (385 6+ 363 = 4219 BP அதாவது, 4219 - 2020 = கி.மு. 2199 மற்றும் 4470 - 308 = 4162 BP அதாவது, 4162 - 2020 = கி.மு. 2142) எனக் கொள்ளவேண்டியுள்ளது.

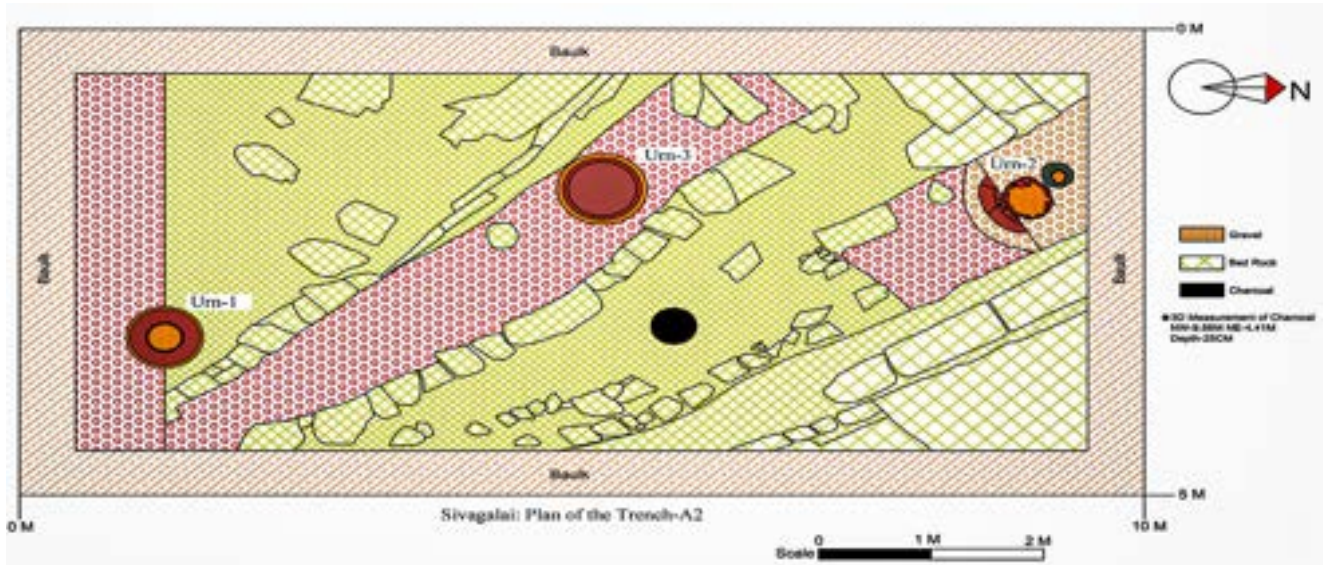
தவிர, இரண்டு தாழிகளிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட கரி மாதிரிகள் (குழி L13-தாழி 2 மற்றும் 8) கி.மு. cal. 1909 மற்றும் கி.மு. cal. 1988 (அட்டவணை 3; வ.எண். 8, 9) என்னும் காலக்கணக்கீடு அளித்தன. குழிகள் C3/1 மற்றும் B3-தாழி-10 ஆகியவற்றிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட இரண்டு மாதிரிகள் முறையே கி.மு.2953 என்றும் கி.மு. 3345 (அட்டவணை 3; வ.எண்.10, 11) என்றும் காலக்கணக்கீட்டினை வழங்கின.

அட்டவணை 3: AMS¹⁴C மற்றும் OSL காலக்கணிப்புகளின் ஒப்பீட்டு அட்டவணை, சிவகளை

வ. எண்	தளம்	மாதிரி எண்	குழி	கதிரியக்கக் காலம் (BP for OSL is 2020 CE)	நியம விலகல் ± காலம்	வரையறுக்கப்பட்ட (calibrated) கதிரியக்கக் காலம்	முறை	குறிப்புகள்
1	சிவகளை	BSIP	A2-தாழி-1- பாணை	4479 BP	358	கி.மு. 2459	OSL	ஒரே குழியிலிருந்து இந்த மூன்று மாதிரிகளும் சேகரித்திருந்தாலும்
2	சிவகளை	PRL	A2-தாழி -1 பாணை	4447 BP	402	கி.மு. 2427	OSL	ஆய்வகங்களும் ஆய்வு முறைகளும் வெவ்வேறானவை
3	சிவகளை	Beta 583592	A2- தாழி -1 கரி	4540 BP	30	கி.மு. 3259	AMS ¹⁴ C	
4	சிவகளை	BSIP	A2-தாழி -3 பாணை	3304 BP	561	கி.மு. 1284	OSL	ஒரே தாழியிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட மாதிரிகளுக்கு
5	சிவகளை	Beta 600726	A2-தாழி -3 நெல்	2950 BP	30	கி.மு. 1155	AMS ¹⁴ C	இருவேறு ஆய்வு முறைகளில் இருந்து பெறப்பட்ட இரண்டு காலக்கணிப்புகள்
6	சிவகளை	BSIP	L13-தாழி -5 பாணை	3856 BP	363	கி.மு. 1836	OSL	ஒரே தாழியிலிருந்து பெறப்பட்ட மாதிரிகளுக்கு
7	சிவகளை	PRL	L13- தாழி-5 பாணை	4470 BP	308	கி.மு. 2450	OSL	வெவ்வேறு ஆய்வகங்களிலிருந்து பெறப்பட்ட இரண்டு காலக்கணிப்புகள்
8	சிவகளை	BSIP	L13- தாழி -2 பாணை	3929 BP	334	கி.மு. 1909	OSL	
9	சிவகளை	BSIP	L13- தாழி -8 பாணை	4008 BP	411	கி.மு. 1988	OSL	
10	சிவகளை	Beta 583594	C3/1- கரிமம்	4300 BP	30	கி.மு. 2953	AMS ¹⁴ C	
11	சிவகளை	Beta 583593	B3- தாழி -10 கரிமம்	4670 BP	30	கி.மு. 3345	AMS ¹⁴ C	



Sivagalai Trench A2 - Urn -1
Trench A2 - Urn-1



▶ படம் 29: சிவகளை: அகழாய்வுக்குழி A-2 இல் வெளிப்பட்ட ஈமத்தாழி எண்.1



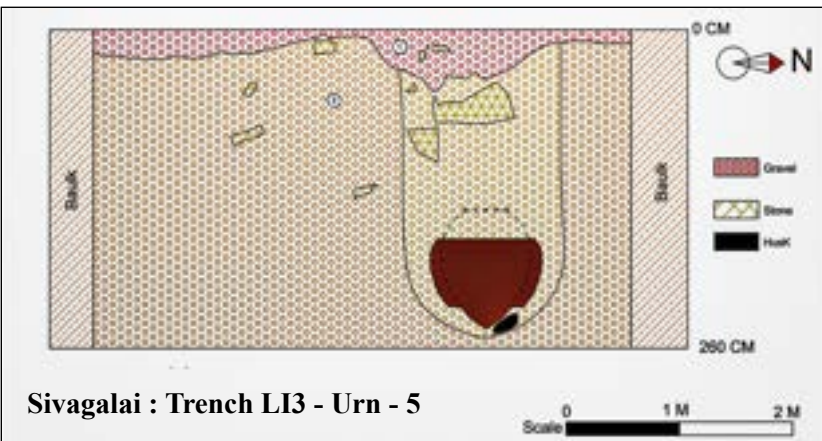
A



B



C



Sivagalai : Trench LI3 - Urn - 5

D

- அ. ஈமத்தாழி எண்.5
ஆ. நெல்மணிகள்
இ. நெல்மணிகள்
ஈ. மண்ணடுக்கில் ஈமத்தாழி

► படம் 30: சிவகளை: அகழாய்வுக்குழி L-13 இல் வெளிப்பட்ட ஈமத்தாழி எண்.5

அட்டவணை 4: தமிழ்நாட்டில் தொடக்ககால இரும்புக் காலத் தொல்லியல் தளங்கள் (AMS¹⁴C மற்றும் OSL காலக்கணிப்புகளின் ஒப்பீடு)

வ. எண்	தளம்	நிறுவனம்	மாதிரி எண்	சூழல்	கதிரியக்கக் காலக்கணிப்பு (in BP; BP for OSL is 2020 CE)	நியம விலகல் ± காலம்	வரையறுக்கப்பட்ட (calibrated) கதிரியக்கக் காலம் (கி. மு.)	முறை
1	வல்லம்	தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம்	PRL- 1109	வாழ்விடப் பகுதி - கரிமம்	2980 BP	30	கி. மு.1030	AMS ¹⁴ C
2	ஆதிச்ச நல்லூர்	இந்தியத் தொல்லியல் துறை	IUACD# 23C5693	பகுதி-B; தாழி. 13 நெல்	2840 BP	54	கி. மு. 1052	AMS ¹⁴ C
3	சிவகளை	தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை	Beta 600726	குழி-A2-தாழி-3	2950 BP	30	கி. மு. 1155	AMS ¹⁴ C
4	ஆதிச்ச நல்லூர்	இந்தியத் தொல்லியல் துறை	IUACD# 23C5692	பகுதி-C; தாழி. 38 நெல்	2947 BP	46	கி. மு.1257	AMS ¹⁴ C
5	மாங்காடு	பாண்டிச்சேரி பல்கலைக்கழகம்	AA 104114	ஈமக்குழி-இரும்பு	3213 BP	34	கி. மு.1263	AMS ¹⁴ C
6	சிவகளை	தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை	BSIP	A2-தாழி-3 பாறை	3304 BP	561	கி. மு. 1284	OSL
7	ஆதிச்ச நல்லூர்	இந்தியத் தொல்லியல் துறை	IUACD# 23C5689	பகுதி-C; தாழி. 7 தானியம்	3155 BP	40	கி. மு. 1384	AMS ¹⁴ C
8	மயிலாடும் பாறை	தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை	Beta 620258	வாழ்விடம்-கரிமம்	3310 BP	30	கி. மு. 1569	AMS ¹⁴ C
9	கீழ்நமண்டி	தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை	Beta 666752	ஈமச்சின்னம்-3 கரிமம்	3400 BP	30	கி. மு. 1692	AMS ¹⁴ C
10	சிவகளை	தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை	BSIP	L13-தாழி-5	3856 BP	363	கி. மு. 1836	OSL
11	சிவகளை	தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை	BSIP	L13-தாழி-2	3929 BP	334	கி. மு. 1909	OSL
12	சிவகளை	தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை	BSIP	L13-தாழி-8	4008 BP	411	கி. மு. 1988	OSL
13	மயிலாடும் பாறை	தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை	Beta 620259	வாழ்விடப்பகுதி கரிமம்	3310 BP	30	கி. மு.2172	AMS ¹⁴ C
14	சிவகளை	தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை	PRL	A2-தாழி-1	4447 BP	402	கி. மு. 2427	OSL
15	சிவகளை	தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை	PRL	L13-தாழி-5	4470 BP	308	கி. மு.2450	OSL
16	சிவகளை	தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை	BSIP	A2-தாழி-1	4479 BP	358	கி. மு.2459	OSL
17	ஆதிச்ச நல்லூர்	தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை	Beta - 709374	வாழ்விடம், மண்ணடுக்கு -4, 220 cm, கரிமம்	4010 BP	30	கி. மு.2522	AMS ¹⁴ C
18	சிவகளை	தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை	Beta 583594	C3/1-தாழி	4300 BP	30	கி. மு. 2953	AMS ¹⁴ C
19	சிவகளை	தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை	Beta 583592	A2-தாழி-1	4540 BP	30	கி. மு. 3259	AMS ¹⁴ C
20	சிவகளை	தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை	Beta 583593	B3-தாழி	4670 BP	30	கி. மு. 3345	AMS ¹⁴ C

இன்றுவரை, பண்பாட்டுச் சூழல்களைப் பிரதிநிதித்துவப்படுத்தும் 20 மாதிரிகள் சிவகளை, ஆதிச்சநல்லூர், கீழ்நமண்டி, வல்லம், மயிலாடும்பாறை மற்றும் மாங்காடு ஆகிய இடங்களிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்டன (அட்டவணை 4). இவை இரும்பாலான பொருட்கள் கிடைக்கும் இடங்களிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்டவை. இவை இருவேறு அறிவியல் அணுகுமுறைகளின் (13 AMS¹⁴C மற்றும்

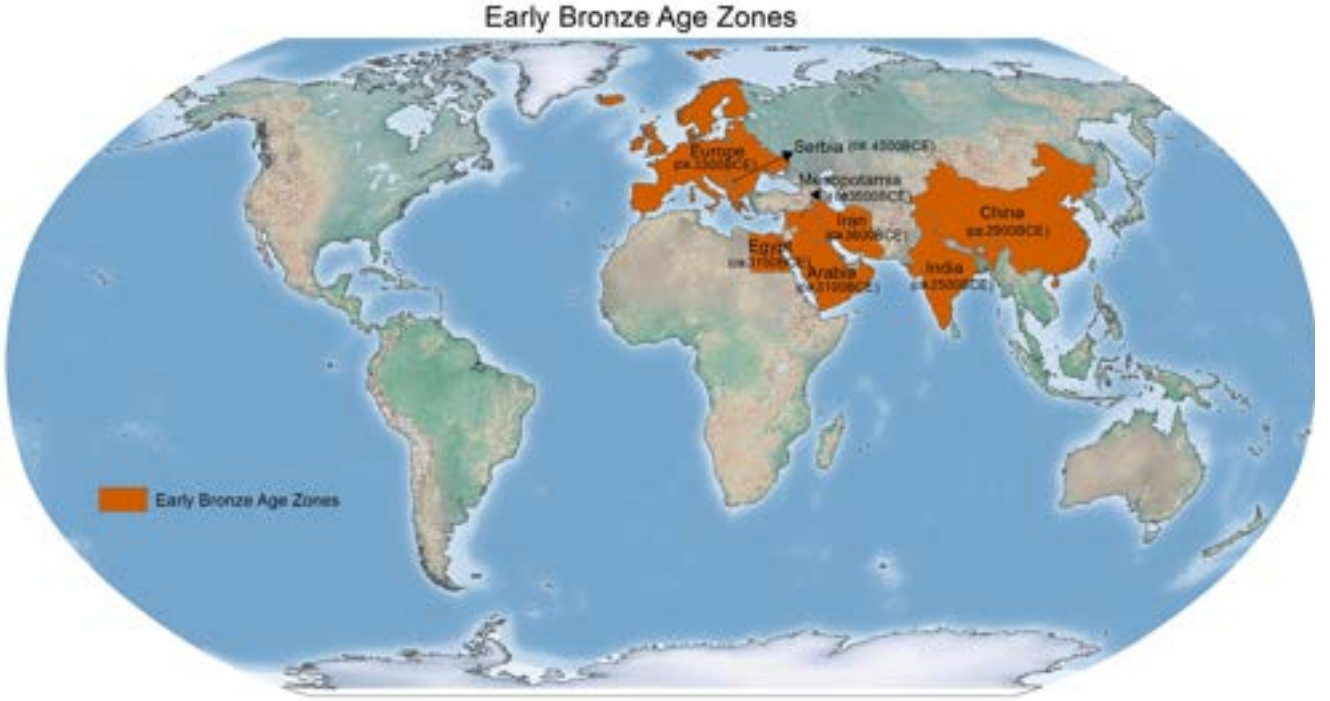
7 OSL) அடிப்படையில் ஆராயப்பட்டுள்ளன. மேலும் ஐந்து வெவ்வேறு ஆய்வகங்களில் சோதனையிடப்பட்டன. அவை பீட்டா அனலிடிசு ஆய்வகம், அரிசோனா பல்கலைக்கழக ஆய்வகம், இன்டர் யுனிவர்சிட்டி ஆக்சிலரேட்டர் மையம் (IUAC, புதுதில்லி), பிரீபால் சஹானி பேலியோ சயின்சஸ் நிறுவனம் (BSIP, லக்னோ) மற்றும் இயற்பியல் ஆராய்ச்சி ஆய்வகம் (PRL, அகமதாபாத்). ஐந்து வெவ்வேறு ஆய்வகங்களிலிருந்து இரு வேறு அணுகுமுறைகளான AMS¹⁴C மற்றும் OSL ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்திப் பெறப்பட்ட காலக்கணக்கீடுகள் ஒரு முக்கியமான கருத்தை நமக்கு வழங்குகின்றன. கி.மு. 2500-3000 ன் இடைப்பகுதியாக எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டது. இருப்பினும் இரண்டுகாலக் கணக்கீடுகள் கி.மு. நான்காம் ஆயிரத்தின் முதற்பகுதிக்கு அழைத்துச் செல்கின்றன. எனவே, இந்தியாவில் இரும்பு அறிமுகமானது கி.மு. நான்காயிரமாண்டின் முதற்பகுதி என்பதாகும்.

தமிழ்நாட்டின் பல்வேறு தொல்லியல் தளங்களில் கிடைத்த அதி-உயர் கார்பன் எஃகு மற்றும் உயர்-தகர வெண்கலப் பொருட்களைப் பற்றி விவாதித்தல் இந்தச் சூழலுக்கு அப்பாற்பட்டதாக இருக்காது என்று எண்ணுகிறோம். அதி-உயர் கார்பன் எஃகு மற்றும் உயர்-தகர வெண்கலப் பொருட்கள் கி.மு. 13-15 ஆம் நூற்றாண்டுகளில் சமகாலக் கைவினைஞர்கள் அடைந்த மேம்பட்ட உலோகவியல் திறனைப் பிரதிபலிக்கிறது. அதி-உயர் கார்பன் எஃகு உற்பத்தி இரும்பு தொழில்நுட்பத்தின் மேம்பட்ட வடிவமாகக் கருதப்படுகிறது. இது இரும்பு அறிமுகமானதற்குப் பிறகு பல ஆண்டுகளின் தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியாகக் கருதப்படுகிறது. இன்றுவரை தமிழ்நாட்டில் உயர் தகர வெண்கலப் பொருட்கள் மற்றும் எஃகுப் பொருட்கள் பெரும்பாலும் இரும்புக் கால ஈமத் தளங்களிலிருந்து மட்டுமே கிடைத்துள்ளன. எனவே இரும்பு பயன்பாட்டிற்கு வந்த பிறகே இவை அறிமுகமாகியிருக்கவேண்டும் என்பதை இவை குறிக்கிறது.

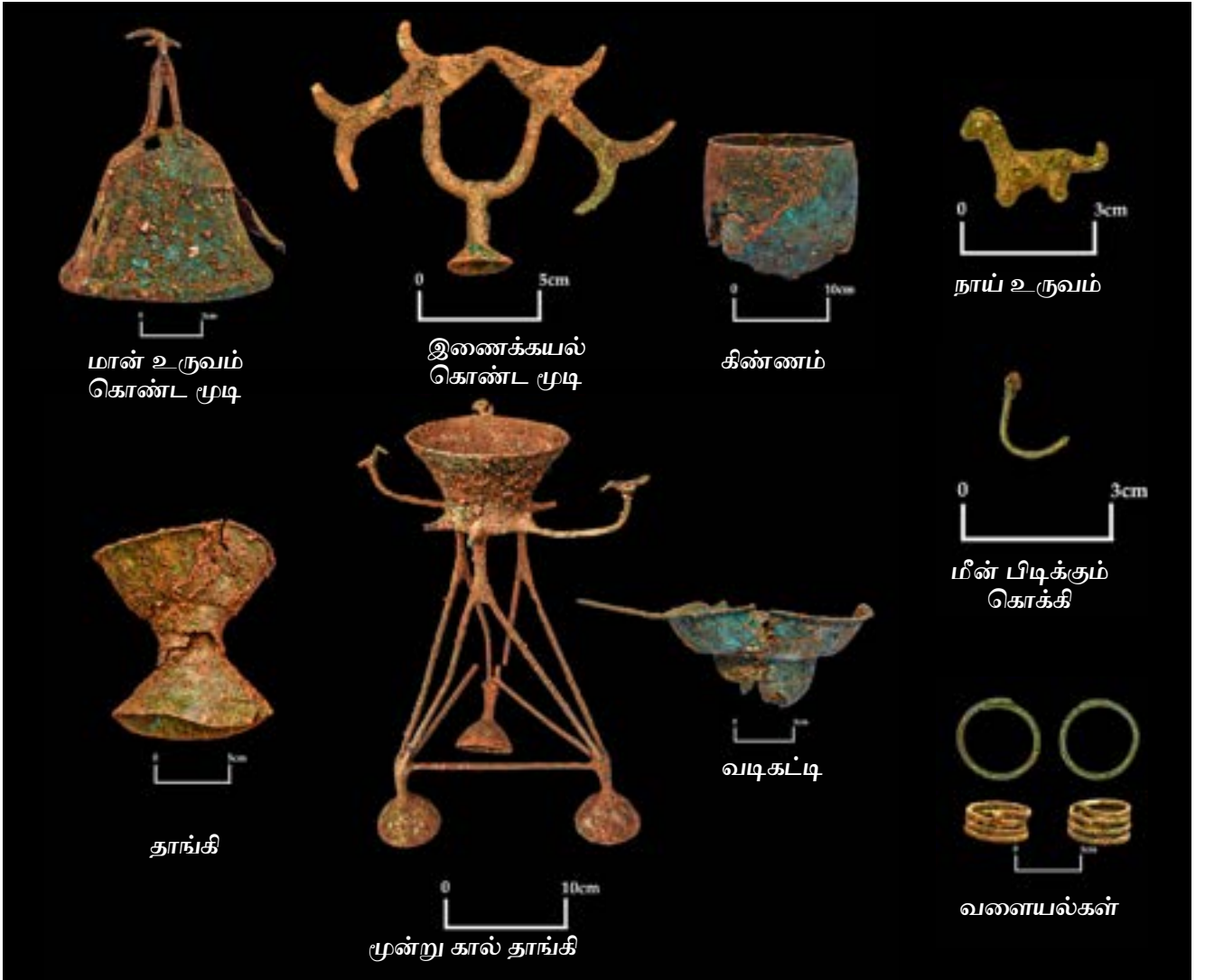
► உயர்-தகர வெண்கலங்கள்

பண்டையகாலத்தில் பல்வேறு வெண்கல மண்டலங்கள் உலகத்தில் அமைந்திருந்தன (படம் 31). ஆதிச் சநல்லூரில் பகுதி-சி பகுதியிலிருந்து குறிப்பிடத்தக்க தொல்பொருட்களான, குறிப்பாக உயர்-தகர வெண்கலப் பொருட்கள், தங்க நெற்றிப்பட்டைகள், இரும்பாலான பொருட்கள் மற்றும் பல்வேறு வகையான மட்பாண்டப் பொருட்கள் ஆகியவை கண்டெடுக்கப்பட்டன. மோதிரங்கள், சல்லடைகள், கிண்ணங்கள், மான் குமிழ் கொண்ட மூடிகள் மற்றும் சுற்றிலும் அலங்கரிக்கப்பட்ட பறவைகள் கொண்ட மூன்று நீண்ட மூடிகளைக் கொண்ட கிண்ணங்கள் (படம் 32) ஆகிய பல உயர்-தகர வெண்கலப் பொருட்களில் இரட்டைக் கலவைகளாகக் (செம்பு மற்றும் தகரம் ஆகியவற்றின் கலவைகள்) காணப்படுகின்றன. கிடைத்த மற்ற கலைப்பொருட்களில், தங்க நெற்றிப்பட்டைகள் அல்லது தலைப்பட்டிகள் மற்றும் தங்க மோதிரம் ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கவை. இரும்புக் கருவிகளில் வாள்கள், கத்திகள், மண்வெட்டிகள், ஈட்டிகள், அம்புமுனைகள், ஈட்டிமுனைகள், உளிகள், கொக்கிகள் முதலானவை ஈமத் தளங்களிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட முக்கியமான பொருட்களில் சிலவாகும். மேலும் ஈமத் தளத்திலிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட நெல்லும் தானியங்களும் முக்கியமான பொருட்களில் சிலவாகும். கலைப்பொருட்களின் தரம், ஈமத் தளத்திலிருந்து பெறப்பட்ட பொருட்களின் அளவு, சடங்குகளின் தன்மை, ஈமத் தளங்களின் இருப்பிடம் மற்றும் அறிவியல் அடிப்படையிலான காலக்கணிப்புகள் ஆகியவற்றின் மூலம் கி.மு. 15ஆம் நூற்றாண்டிலிருந்து ஆற்றுப் படுகையில் இறந்தவரைப் புதைக்கும் வழக்கம் தொடங்கியிருக்கவேண்டும் என்பது வெளிப்படுகிறது. மேலும் முக்கியமான கண்டுபிடிப்புகளில் ஒன்று, உயர் மதிப்புமிக்க உயர்-தகர வெண்கலப் பொருட்களான இரட்டை மீன், பிரிமனை, முக்காலி இருக்கை, சல்லடை, கிண்ணம், மான் குமிழ் கொண்ட மூடி, சிறிய ஜாடி, வளையல் முதலானவை ஆகும்.

பெறப்பட்ட 20 AMS¹⁴C காலக்கணிப்புகளில் (ASI-14 மற்றும் TNSDA-6), ஈமத் தளங்களிலிருந்து இரண்டு மாதிரிகளுக்கும் வாழ்விடப்பகுதியிலிருந்து ஒரு மாதிரிக்கும் என மூன்று AMS¹⁴C காலக்கணிப்புகள் பெறப்பட்டுள்ளன. அவை முறையே கி.மு. 1149, கி.மு. 1441 மற்றும் கி.மு. 1757 ஆகும் (அட்டவணை 5). ஈமக்காட்டின் பகுதி C – தாழி 7இலிருந்தும் தாழி 38இலிருந்தும் சேகரிக்கப்பட்டவை உயர்-தகர வெண்கலப் பொருட்களாக இருந்தன



▶ படம் 31: தொடக்க வெண்கலக்கால மண்டலங்கள்



▶ படம் 32: ஆதிச்சநல்லூர்: உயர்-தகர வெண்கலப் பொருட்கள்

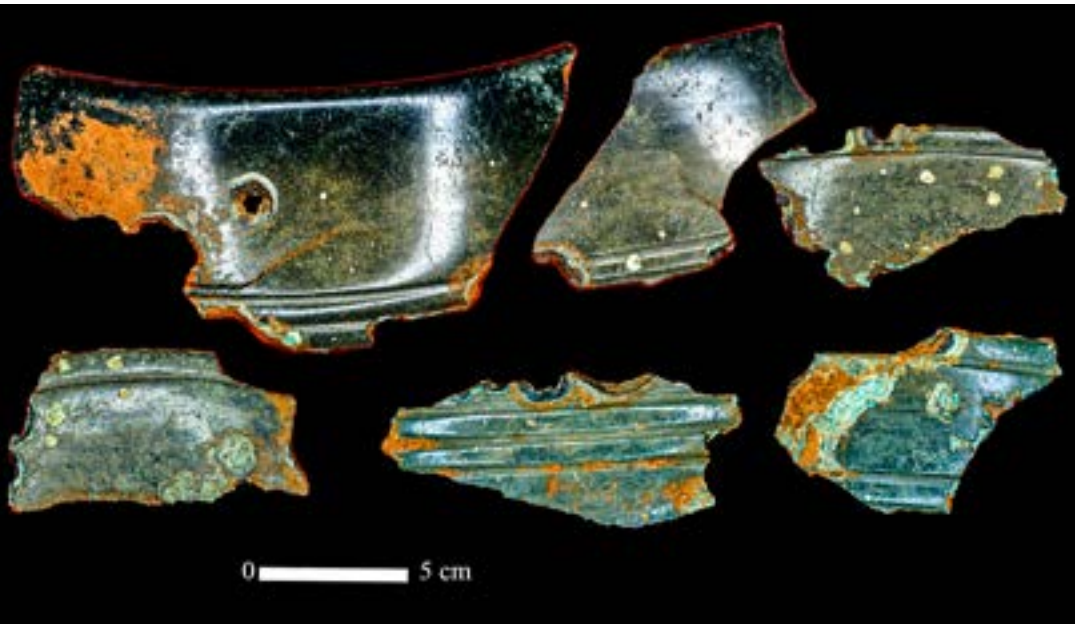
அட்டவணை 5: AMS ¹⁴C காலக்கணிப்புகள், ஆதிச்சநல்லூர்

வ. எண்	தளம்	நிறுவனம்	மாதிரிகளின் எண்	பகுதி	பொருள்	பொதுவான காலம் in BP	பொதுவான காலம் (கி. மு.)	வரையறுக்கப்பட்ட (calibrated) காலம்
1	ஆதிச்சநல்லூர்	ASI	IUACD #23C569 2	பகுதி B-தாழி-38	நெல்	2947 ± 46	கி. மு. 997	கி. மு.1149 (95.0%)
2	ஆதிச்சநல்லூர்	ASI	IUACD# 23C5689	பகுதி C-தாழி-7	தானியம்	3155 ± 40	கி. மு. 1205	கி. மு.1441 (83.5%)
3	ஆதிச்சநல்லூர்	TNSDA	Beta - 583589	ADC1-003 வாழ்விடப் பகுதி	கரிமம்	3470 ± 30	கி. மு.1520	கி. மு. 1757 (86.1%)

ஈமத் தளங்களின் பல்வேறு இடங்களில் இந்தியத் தொல்லியல் துறையும் தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறையும் நடத்திய அகழ்வாராய்ச்சிகளில் குறைந்த, உயர் மற்றும் மிக உயர் தகரத்தின் வெவ்வேறு கலவையுடன் கூடிய சிறந்த வெண்கலப் பொருட்கள் சேகரிக்கப்பட்டன. செம்பில் (Cu) சுமார் 10% தகரம் (Sn) கொண்டிருக்கும் குறைந்த-தகர வெண்கலப் பொருட்கள் α- வெண்கலங்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன; 20 - 25% தகரம் (Sn) கொண்ட உயர்-தகர வெண்கலங்கள் (α + β) வெண்கலங்கள் அல்லது வெறுமனே β வெண்கலங்கள் என்று குறிக்கப்படுகின்றன; 30% அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தகரம் கொண்டவை γ வெண்கலங்களாக உலோகவியலாளர்களால் கருதப்படுகின்றன.

கல்பாக்கத்திலுள்ள இந்திரா காந்தி அணு ஆய்வு மையமும் (IGCAR) பெங்களூரில் உள்ள நேஷனல் இன்ஸ்டிடியூட் ஆஃப் அட்வான்ஸ்ட் ஸ்டடீஸ் ஆய்வகத்தைச் சேர்ந்த சாரதா சீனிவாசன் தலைமையிலான குழுவும் செப்புக் கிண்ணங்கள், வடிகட்டிகள் மற்றும் பூக்கூலா ஆகியவற்றை நான்-டிஸ்ட்ரக்டிவ் எக்ஸ்ரே ஃப்ளோரசன்ஸ் (XRF) மூலம் பகுப்பாய்வு செய்தனர். 80% செம்பும் 15% தகரமும் பொருட்களில் இருந்ததை இந்த ஆய்வு வெளிக்கொணர்ந்தது. இதன் மூலம் மேற்கண்ட பொருட்களில் உயர்-தகர வெண்கலம் இருப்பது உறுதிசெய்யப்பட்டது. 2022ஆம் ஆண்டில் தாழி-27இலிருந்து (ZG16/Q-1) எடுக்கப்பட்ட ஒரு நாயின் பொம்மை XRF பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்டது. 90% செம்பும் 7% தகரமும் கொண்ட இரட்டைக் கலவை வெண்கலம் என்பதை இது காட்டியது. தடிமனான வெண்கலக் கோலின் துண்டுகளில் ஒன்றின் பகுப்பாய்வு செம்பு 25%, தகரம் 48%, இரும்பு 21%, ஈயம் 0.6% மற்றும் துத்தநாகம் 0.8% எனும் முடிவைக் கொடுத்தது. கையடக்க XRF உபகரணம் மூலம் மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வு சுமார் 89% செம்பு, 7-8% தகரம் மற்றும் இரும்பு 3% என்ற அளவைக் கொடுத்தது. மேற்கூறிய வெண்கலப் பொருள்களில் மேற்கொள்ளப்பட்ட முதற்கட்ட ஆய்வுகள் சிவகளை மற்றும் ஆதிச்சநல்லூர் அகழ்வாய்வில் கிடைத்த வெண்கலப் பொருட்களில் உயர்-தகரம் இருக்கின்றது என்னும் முடிவைத் அவ்வாய்வு அறிக்கைகள் மேலும் உறுதிப்படுத்துகின்றன (Srinivasan 2024:78-89).

திருநெல்வேலி நாங்குநேரி தாலுக்காவில் சிறுமழிஞ்சி கிராமம் அருகே திருநெல்வேலி-கன்னியாகுமரி தேசிய நெடுஞ்சாலையின் மேற்குப் பகுதியில் அமைந்துள்ள சாஸ்தாபுரத்தில் மேற்கொள்ளப்பட்ட முதற்கட்ட ஆய்வில், வேம்புடைய சாஸ்தாகோயிலின் வடக்குப் பகுதியில் பரவலாக இருந்த சிதிலமடைந்த முதுமக்கள் தாழியில் இருந்து உயர்-தகர வெண்கலக் கிண்ணங்கள் கிடைத்தன (படம் 33). இந்த வெண்கலப் பொருளில் மிக அதிக அளவில் 36.83% தகரம் இருந்தது. ஆதிச்சநல்லூரைத் தவிர, அடுக்கம், சூளபுரம், ஆரோவில், கொடுமணல், சிவகளை மற்றும் திருமலாபுரம் ஆகிய இடங்களில் உள்ள பல இரும்புக் கால மற்றும் தொடக்க வரலாற்றுக் கால ஈமத் தளங்களில் இத்தகைய உயர்-தகர வெண்கலப் பொருட்கள் கிடைத்துள்ளன (படம் 34). எனவே இப்பொருள்களின் பயன்பாட்டையும் பரவலையும் இச்சான்றுகள் காட்டுகின்றன. இராமநாதபுரம், அப்புகல்லு மற்றும் ஆனைமலை ஆகிய இடங்களில் கிடைத்த ஆண்டேனா வாள்கள் எனும் செப்பு வாள்களைக் கொண்ட செப்புக் குவியல்கள் உயர்-தகர வெண்கலத்தால் செய்யப்பட்டிருக்கலாம். ஆனால் அவற்றை இன்னும் உலோகவியல் பகுப்பாய்விற்கு உட்படுத்தி உறுதிப்படுத்தவில்லை.



► படம் 33: சாஸ்தாபுரம்: சிதைந்த ஈமச்சின்னத்தில் கிடைத்த உயர்-தகர வெண்கலப் தொல் பொருட்கள்



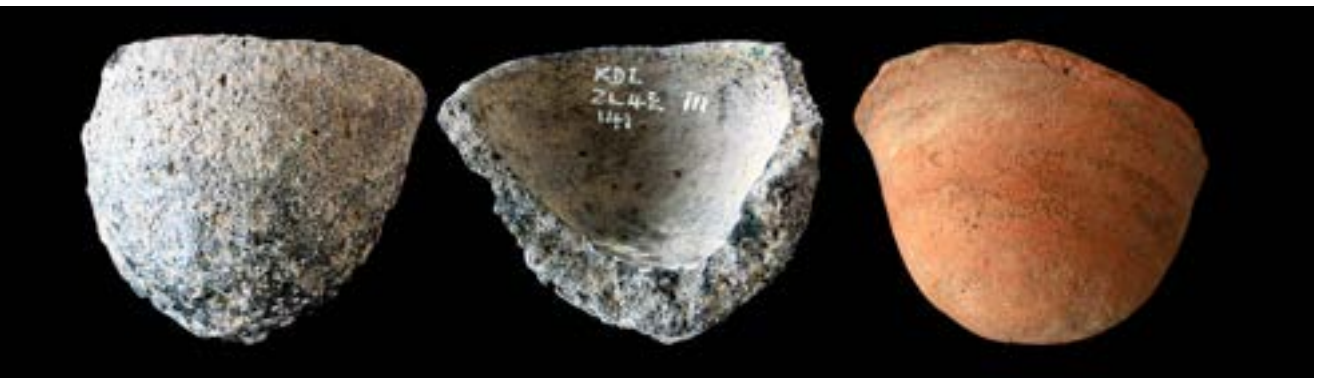
► படம் 34: தமிழ்நாட்டின் பிற்பகுதியில் இருந்து பெறப்பட்ட உயர்-தகர வெண்கலப் தொல் பொருட்கள்

கி.மு. 15ஆம் நூற்றாண்டு காலகட்டத்தைச் சேர்ந்த ஆதிச்சநல்லூர், சிவகளை, சாஸ்தாபுரம் ஆகிய இடங்களில் காணப்படும் உயர்-தகர வெண்கலங்களும் கி.மு. 13ஆம் நூற்றாண்டு காலகட்டத்தைச் சேர்ந்த தெலுங்கனூர் மற்றும் மாங்காடு ஆகிய இடங்களில் காணப்படும் புடமிடும் கலத்தால் உருவாக்கப்பட்ட அதி-உயர் செப்பு எஃகும் இந்த எஃகுக்கு முந்தைய இரும்புத் தொழில்நுட்பத்தின் இருப்பைத் தெளிவாக உறுதிப்படுத்துகின்றன. மேலும் பல்வேறு வகையான உலோகங்களைக் கையாளும் உலோகவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பத் திறனை நம்முன்னோர்கள் அறிந்திருந்தார்கள் என்பதையும் ஆதரிக்கின்றன.

▶ அதி-உயர் எஃகு (Ultra-high carbon crucible steel)

புடமிடும் கலத்தின் வழி உருவாக்கப்பட்ட உயர்-எஃகு மூசை தொழில்நுட்பம் தென்னிந்தியாவின் மிகச்சிறந்த சாதனைகளில் ஒன்றாகக் கருதப்படுகிறது. எஃகில் காணும் குறைகளையும் அதன் நல்ல தரத்தைக் கண்டறியும் முறைகளையும் 1722 இல், பிரெஞ்சு அறிஞர் ஆர்.ஏ.எஃப். தெ ரெமூர் (R.A.F. de Reaumur) தனது நினைவுக் குறிப்பில் எழுதியுள்ளார் (Sisco 1956:176). 1795ஆம் ஆண்டில், ஆங்கிலேயரான பியர்சன், எஃகு தயாரிக்கப்படும் முறையைக் கண்டறிய முயன்றார். எனினும் அது தாதிலிருந்து நேரடியாகத் தயாரிக்கப்படுவதாகத் தவறாக முடிவு செய்தார் (Pearson 1795:345). இருப்பினும், ஊட்ஸ் எஃகு தாதிலிருந்து நேரடியாக உருவாக்கப்படுவதில்லை எனவும் ஆனால் அது சிறிய நெகிழ்வுத் தன்மையுடைய இரும்புத் துண்டுகளையும் மரக்கரித் தன்மையுள்ள பொருட்களையும் மூசையில் (புடமிடும் கலம்) ஒன்றாகச் சேர்த்து சூடாக்கும்பொழுது கிடைக்கும் என்று அறியப்பட்டது (Mushet 1840:662). இது இந்தியாவின் பல்வேறு பகுதிகளில் ஊட்ஸ் எஃகு உற்பத்திமுறை பற்றிய தரவுகளை ஒன்றாகச் சேர்ப்பதற்கு வழிவகுத்தது. பெஞ்சமின் ஹெய்ன் மற்றும் இ.எச்.வோய்சி போன்ற அறிஞர்களில், 1807 ஆம் ஆண்டில் பிரான்சிஸ் புகனான் எழுதி மூன்று தொகுதிகளாக வெளியிட்ட A journey from Madras through the countries of Mysore, Canara and Malabar என்ற நூல் இந்தப் பொருண்மையில் ஒரு விரிவான படைப்பாக அமைந்தது. மற்ற உலோகங்களைவிட மேம்பட்டதாக எஃகு விளங்கியதால் அதைப் பற்றிய தீவிர அறிவியல் பகுப்பாய்விற்கு அவர்களை இட்டுச்சென்றது. உலோகவியலாளர்களும் எஃகின் பண்புகளை அடையாளம் காண முயற்சித்து அவற்றைப் பின்பற்ற முயன்றனர். உ.பி.யில் உள்ள ஞர்க்கி பொறியியல் கல்லூரியின் பேராசிரியரான டாக்டர் மர்ரே தாம்சன், அலெக்சாண்டர் கன்னிங்ஹாமிடமிருந்து பெற்ற டெல்லி தூணின் மாதிரியை ஆய்வு செய்தார். அந்தத் தூண் சுத்தமான நெகிழ்வுத்தன்மை கொண்ட இரும்பாலானது என்றும் அது 7.66 அடர்த்தி கொண்டது என்றும் தெரிவித்தார் (Cunningham 1871:169-170). பின்னர், தார் தூண் மற்றும் கோனார்க் உத்தரம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது (Smith 1897:143-146; Graves 1912:187-202). அதுவரை, அது வெண்கலம் அல்லது ஒருவித கலப்பு உலோகம் எனக் கருதப்பட்டது. பொ.ஆ. 4ஆம் நூற்றாண்டில் நிறுவப்பட்ட தூண் உலோகவியலாளரின் கவனத்தைக் கவர்ந்தது, ஏனெனில் அது இவ்வளவு காலமாகத் துருப்பிடிக்காத நிலையில் உள்ளது. 1912ஆம் ஆண்டு டெல்லி தூணை ராபர்ட் ஹாட்ஃபீல்டன் உலோகவியல் பகுப்பாய்வு செய்தார். 7% கார்பன் அதில் இருந்ததைக் கண்டறிந்தார். இந்தியச் சூழலில் இதுவே எஃகுக்கான முதல் மூலச் சான்றாக இருக்கலாம் என எண்ணினார் (Hadfield 1912:134-172). அப்போதிருந்து, இரும்பு மற்றும் எஃகு ஆகியவற்றின் தோற்றம் மற்றும் பரவல் பற்றித் தொடர்ச்சியாக இந்தியாவில் ஆய்வு செய்யப்பட்டு வருகிறது. இது குறித்த ஆராய்ச்சிகளின் பல்வேறு கட்டங்கள் பற்றி இந்திய இலக்கியங்களில் விரிவாகப் பேசப்பட்டுள்ளன (Banerjee 1965; Chakrabarti 1992).

தேனிரும்பு, எஃகு, வார்ப்பிரும்பு மற்றும் கரட்டு இரும்பு அல்லது இரும்புகட்டி/பாளம் ஆகியவை கார்பன் உள்ளடக்கத்தின் அடிப்படையில் வேறுபடுகின்றன. 0.15% கார்பனைக் (கரிமம்) கொண்ட இரும்பானது தேனிரும்பு எனவும், 0.15% முதல் 2% வரை இருந்தால் எஃகு எனவும், 2% முதல் 4% வரை இருந்தால் வார்ப்பிரும்பு எனவும், 4%க்கு மேல் இருந்தால் கரட்டு இரும்பு அல்லது இரும்புகட்டி/பாளம் எனவும் கருதப்படுகிறது. எஃகு தயாரிப்பில் கார்பனைற்ற முறை மற்றும் கார்பனற்றக் முறை என இரண்டு முறைகள் உள்ளன. கார்பனைற்ற முறையில், கார்பன் உள்ளடக்கம் 2% க்கும் குறைவாக இருந்தால், தேனிரும்பில் கார்பன் சேர்க்கப்படுகிறது. இரண்டாவது முறையில், பொதுவாக 2%க்கும் அதிகமான கார்பனைக் கொண்டிருக்கும் வார்ப்பிரும்பிலிருந்து கார்பன் அகற்றப்படும் முறையாகும். இந்தச் செயல்முறைகள் மூசையின் உதவியுடன் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. எனவே, இது "மூசை எஃகு" அல்லது "ஊட்ஸ் எஃகு" என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஊட்ஸ் என்ற சொல் தமிழில் எஃகு அல்லது கன்னடம்/தெலுங்கில் உக்கு என்ற வார்த்தையின் ஆங்கிலமயமாக்கல் ஆகும். இரும்பில்

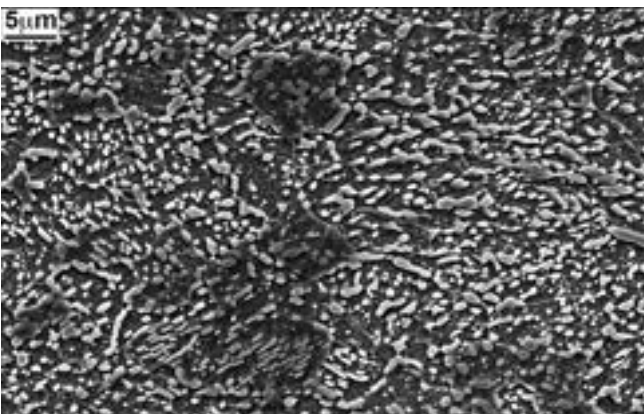
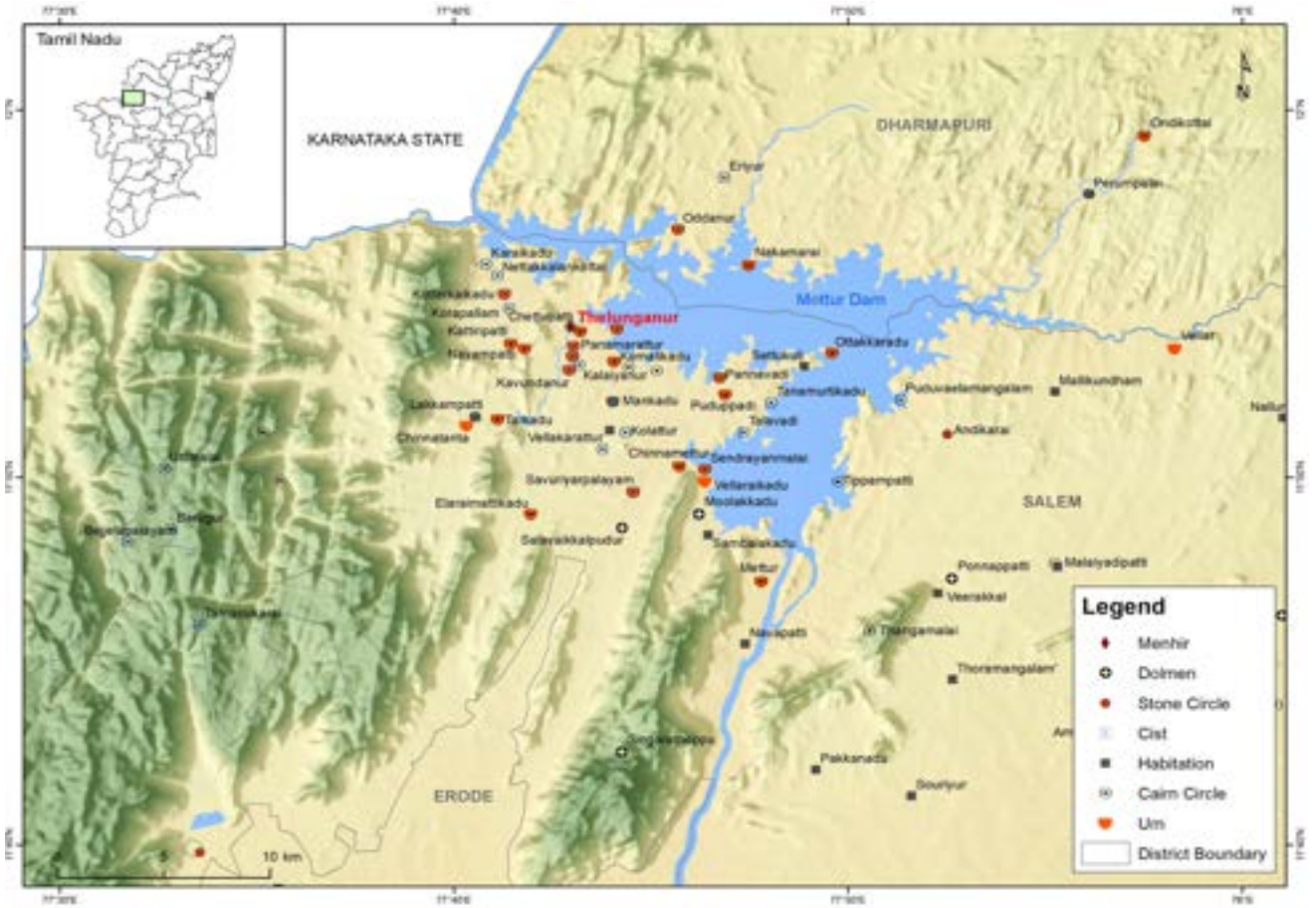


▶ படம் 35: கொடுமணல்: எஃகு தயாரிக்க பயன்படுத்தப்பட்ட முசை உலைக்கலன்

1.5 முதல் 2.0% கார்பன் இருந்தால் அது உயர்-கார்பன் எஃகு என்று கருதப்படுகிறது. தமிழ்நாட்டில் கொடுமணலிலும் மேல்-சிறுவலூரிலும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டவை எஃகு மூசையின் சிறந்த உதாரணங்களாகக் குறிப்பிடப்படலாம் (Srinivasan 2007: 673-96). ஊட்ஸ் இரும்பு அதன் நீண்ட ஆயுள், நெகிழ்வுத் தன்மை மற்றும் இழுவிசைத் திறனுக்காக அறியப்படுகிறது. இந்திய இரும்புத் தாதுகளில் வெண்டியம் (V) அதிகமாக இருக்கும் மாஃபிக் வகை (மெக்னீசியம்-இரும்பு) அனற்பாறைகள் இந்தியத் துணைக்கண்டத்தில் ஏராளமாக உள்ளன. இந்தத் தொழில்நுட்பம் வணிகத் தொடர்புகள் மூலம் மத்திய கிழக்கு மற்றும் பண்டைய ஐரோப்பாவிற்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டுள்ளது. மிகசிறப்பு வாய்ந்ததாக கருதப்படும் டமாஸ்கஸ் கத்திகள் இந்தத் தொழில்நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தித் தயாரிக்கப்பட்டவை.

இரும்பின் அறிமுகமும் உயர்-கார்பன் எஃகின் அறிமுகமும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடையது. உயர்-கார்பன் எஃகின் அறிமுகம் இரும்புத் தொழில்நுட்பத்தின் மேம்பட்ட நிலையைக் குறிக்கின்றது. எஃகு அறிமுகமான காலத்தை ஒருவர் அறிந்தால், இயல்பாகவே இரும்பின் பழமை அதற்கு முன்பு அமையும் என்பதை யூகிக்கலாம். ஆந்திரப் பிரதேசத்தில் நிஜாமாபாத் மாவட்டத்திலுள்ள கோணசமுத்திரம் (Lowe 1990: 237-250; Voysey 1832: 245-247) மற்றும் கர்நாடகாவின் சித்ரதூர்கா மாவட்டத்தில் உள்ள கடிகொசஹள்ளி (Freestone and Tite 1986:35-63) ஆகிய இடங்களிலிருந்து பெறப்பட்ட பொருட்களை ஆய்வு செய்ததில் சிறந்த, தரப்படுத்தப்பட்ட மற்றும் தொழிற்சாலை சார் உற்பத்தி நுட்பங்கள் ஆகியவை கிட்டத்தட்ட இடைக்காலத்தின் பிற்பகுதியைச் சேர்ந்தவையாக உள்ளன. சாரதா சீனிவாசன், தமிழ்நாட்டின் கள்ளக்குறிச்சி மாவட்டத்தில் சங்கராபுரம் தாலுக்காவில் உள்ள மேல்-சிறுவலூரில் இதுவரை பதிவு செய்யப்படாத தொல்-உலோகவியல் தளத்தை அடையாளப்படுத்தினார் (Srinivasan 2007: 673-96). கொடுமணலில் உயர்-கார்பன் எஃகாலான மூசையுடன் கூடிய உலை கண்டறியப்பட்டது. இதன் காலம் கி.மு. 6 ஆம் நூற்றாண்டு என உறுதிசெய்யப்பட்டது (Rajan 2016:399-416) (படம் 35). கர்நாடகாவில் உள்ள கடுபகேலேயில் கிடைத்த உயர்-கார்பன் எஃகு கி.மு. 880-440 என்று கணிக்கப்பட்டது (Srinivasan et.al., 2009:116-121). அடையாளம் காணப்பட்ட இந்த உற்பத்தி மையங்கள், தென்னிந்தியாவில் ஊட்ஸ் எஃகு உற்பத்தி ஒப்பீட்டளவில் பரவலாக இருந்தது என்ற கருத்தை ஆதரிக்கிறது. தெலுங்கனூரில் கண்டறியப்பட்ட, மூசை எஃகு அல்லது ஊட்ஸ் எஃகு என்று பரவலாக அழைக்கப்படும், அதி-உயர் கார்பன் எஃகு தென்னிந்தியாவில் எஃகின் தொன்மை பற்றிப் புதிய பார்வையை வழங்கியது.

தமிழ்நாட்டின் சேலம் மாவட்டத்தில் மேட்டூர் தாலுக்காவில் கொளத்தூருக்கு வடக்கே 10 கி.மீ. தொலைவில் தெலுங்கனூர் (77° 44' 31" E; 11° 54' 06"N) அமைந்துள்ளது (படம் 36). இங்கு காவிரி ஆற்றின் வலக்கரையில் 500க்கும் அதிகமான ஈமச்சின்னங்களைக் கொண்ட ஈமத் தளம் (80 ஹெக்டேர்) உள்ளது. இது மாங்காடு, கோரப்பள்ளம் மற்றும் பண்ணவாடி முதலான ஈமத் தளங்களின் மத்தியில் அமைந்துள்ளது. இங்கு மூன்று வகையான ஈமச்சின்னங்கள் உள்ளன. அவை கல் பதுக்கை, முதுமக்கள் தாழி மற்றும் ஈமக் குழிகளுடன் கூடிய கல் வட்டம் ஆகும். இந்த மூன்றும், மூன்று வெவ்வேறு வகையான சடங்கு / நம்பிக்கைகள் இங்கு பரவலாக இருந்ததைக் குறிப்பதாகக் கொள்ளலாம். சிதிலமடைந்த ஒரு ஈமச்சின்னத்தில், இரண்டு பளபளப்பான கற்கருவிகள், இரும்பாலான பொருட்கள், குறிப்பிடத்தக்க அளவு கருப்பு-சிவப்புப் பாணை ஓடுகள் மற்றும் கருப்புப் பாணை ஓடுகள் ஆகியவை கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. சிதிலமடைந்த கல்லால் மூடப்பட்ட கற்பதுக்கையில் பாணைகளோடிருந்த ஓரளவு நன்றாகப் பாதுகாக்கப்பட்ட இரும்பு வாள் ஒன்று சேகரிக்கப்பட்டது. இந்த வாளை மெட்டலோகிராஃப் எனும் உலோக உள்ளமைப்பு பகுப்பாய்வு செய்ததில், இது அதி-உயர் கார்பன் எஃகால் ஆனது என்றும் அதன் கார்பன் செறிவு எடையின் அடிப்படையில் 0.9-1.3% என்றும் கண்டறியப்பட்டது (Rajan et.al., 2017:52-59; Park et.al., 2019:68-80). வாளின் பிடியிலிருந்தும் வாளிலிருந்தும் சேகரிக்கப்பட்ட மாதிரிகள் இரண்டு AMS¹⁴C காலங்களைத் தந்தன. அவை கி.மு. 2900-2627 (4208 ± 35 yrs. BP) மற்றும் கி.மு. 1435-1233 (3089 ± 40 yrs. BP) (அட்டவணை 6). நீண்ட கால இடைவெளியைக் கொண்ட இரண்டு காலக்கணிப்புகளும் இந்த வாளைப் பற்றிப் புரிந்துகொள்வதில் சிக்கலை ஏற்படுத்தியது. வாளின் கைப்பிடி ஒரு காலத்திலும் பிற பகுதிகள் இன்னொரு காலத்திலும் தனித்தனியாகத் தயாரிக்கப்பட்டுப் பிற்காலத்தில் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டதா என்பது குறித்து அறிய வேண்டியுள்ளது. இது விவாதிக்கப்பட வேண்டிய ஒன்றாகும். இரும்பினும், அருகில் உள்ள தொல்லியல் தளமான மாங்காடு ஈமச்சின்னத்திலிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட வாளின் மாதிரி கி.மு. 1604-1416 (3213 ± 34 yrs. BP) என்ற காலக்கணிப்பை வழங்கியது. இந்தக் காலக்கணிப்புகளைக் கருத்தில் கொண்டு, தெலுங்கனூர் வாளுக்குப் பெறப்பட்ட தேதியின் கீழ்வரம்பை (3089 ± 40 yrs. BP) அல்லது கி.மு. 1435-1233) அதற்கான காலமாகத் தயக்கத்துடன் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது. கி.மு. 1233 என்னும் கீழ் வரம்பைக் கருத்தில் கொண்டாலும், பண்பாட்டு, தொழில்நுட்ப மற்றும் காலச்



Thelunganur

- A Location of Thelunganur
- B General view of the graveyard
- C Excavated grave
- D SEM Micrograph of the sword
- E Steel sword

► படம் 36: தெலுங்கூர்: இரும்புக்கால ஈமச்சின்னங்கள் மற்றும் வாள்கள்

சூழல்களில் இது மிகவும் முக்கியமானது. தெலுங்கனூர் வாளுக்குப் பெறப்பட்ட AMS¹⁴C காலமான கி.மு. 13ஆம் நூற்றாண்டு, இதுவரை எஃகுக்குப் பெறப்பட்டவற்றில் காலத்தால் முற்பட்டதாகும். தொழில்நுட்ப நிலையில், இந்த வாள் அதி-உயர் கார்பன் எஃகால் ஆனது என்பதும், பெர்ரைட் பின்புலத்தில் இரும்பு கார்பைடன் துகள்களைக் கொண்ட முறைப்படுத்தப்பட்ட நுண்கட்டமைப்பைக் கொண்டதாகவும், இதில் வேறு எவ்வித உலோகம் கலவையற்று காணப்படுவதும் இதன் சிறப்பாகும் (Rajan et.al., 2017:52-59; Park et.al., 2019:68-80).

Table 6: தெலுங்கனூர், மாங்காடு ஆகிய பகுதிகளிலிருந்து பெறப்பட்ட இரும்புப் பொருட்களின் கார்பன் மாதிரிகளின் AMS காலக்கணிப்பு. இந்த அளவீடுகள் அரிசோனா பல்கலைக்கழகத்தின் NSF – அரிசோனாவில் AMS ¹⁴C பகுப்பாய்வு முறையில் கணிக்கப்பட்டுள்ளன.

தொல்பொருள்		δ13C (‰)	1σ ¹⁴ C காலம் (வருட BP)	95.4% (2σ) cal. கால வேறுபாடு (கி.மு.)	ஆய்வகக் குறியீடு
தெலுங்கனூர் எஃகு வாள்	மாதிரி #1	-23.2	3089 ± 40	1435 -1233	AA99857
	மாதிரி #2	-31.0	4208 ± 35	2900 -2627	AA104832
தெலுங்கனூர் அம்புமுனை		-22.9	2835 ± 34	1109-909	AA104113
மாங்காடு இரும்புப் பொருள்		-25.8	3213 ± 34	1604-1416	AA104114

ஏற்கனவே சிவகளை, ஆதிச்சநல்லூர், மயிலாடும்பாறை, கீழ்நமண்டி மற்றும் மாங்காடு ஆகிய இடங்களில் மேற்கொள்ளப்பட்ட அகழாய்வுகள் தென்னிந்தியாவில் குறிப்பாகத் தமிழ்நாட்டில் கி.மு.2500 முதல் கி.மு. 3000 வரையிலான காலக்கட்டத்தில் இரும்பு அறிமுகமாயிருக்க வேண்டும் என்று கருதப்பட்டது. வடக்கே அமைந்துள்ள பண்பாட்டு இடங்கள் செப்புக்காலத்தில் இருந்தபோது, விந்தியத்திற்கு தெற்கே வணிகத்திற்குப் பயன்படுத்தும் அளவிற்குச் செப்புத்தாது குறைவாக கிடைத்த காரணத்தால் தென்னிந்தியா இரும்புக் காலத்திற்குள் நுழைந்திருக்கலாம். எனவே, வடஇந்தியாவின் செப்புக்காலமும் தென்னிந்தியாவின் இரும்புக் காலமும் சமகாலத்தவை எனலாம். எதிர்கால அகழாய்வுகள் மற்றும் அறிவியல் அடிப்படையிலான காலக்கணக்கீடுகள் இந்தியாவில் இரும்பு அறிமுகமான காலத்தை மேலும் தெளிவுபடுத்தலாம் அல்லது வலுப்படுத்தலாம். தற்போது தமிழ்நாட்டில் மேற்கொள்ளப்பட்ட அகழாய்வுகளின் மூலம் அண்மையில் கிடைக்கப்பெற்றுள்ள மாதிரிகளின் AMS¹⁴C மற்றும் OSL பகுப்பாய்வு முடிவுகள் கி.மு. 2427, கி.மு. 2450, கி.மு. 2459, கி.மு. 2522, கி.மு. 2953, கி.மு. 3259 மற்றும் கி.மு. 3345 எனக் காலக்கணக்கீடுகள் பெறப்பட்டுள்ளன. ஆதலால், இந்தியாவில் குறிப்பாக தமிழ்நாட்டில் கி.மு. நான்காம் ஆயிரத்தின் முற்பகுதியில் இரும்பு அறிமுகமாகிவிட்டது என்று உறுதியாகக் கூறலாம். மேலும், இனி அகழ்வாய்வு செய்யப்படவுள்ள இடங்களிலிருந்து கிடைக்கும் இரும்புப் பொருட்களின் உலோகவியல் பகுப்பாய்வும் இரும்புத்தாது கிடைக்கும் தொல்லியல் தளங்களில் மேற்கொள்ளப்படும் எதிர்கால அகழ்வாய்வுகளும் இந்தக் கண்டுபிடிப்புகளுக்கு வலுசேர்க்கும் வண்ணம் சான்றுகள் கிடைக்கும் என்ற நம்பிக்கையுடன் காத்திருப்போம்.

காலக்கணக்கீடு அறிக்கைகள்



Beta Analytic
TESTING LABORATORY

Beta Analytic, Inc.
4985 SW 74th Court
Miami, FL 33155 USA
Tel: 305-667-5167
Fax: 305-663-0964
info@betalabservices.com

ISO/IEC 17025:2017-Accredited Testing Laboratory

REPORT OF RADIOCARBON DATING ANALYSES

Ramalingam Sivanantham

Report Date: July 05, 2023

Tamil Nadu Department of Archaeology

Material Received: June 21, 2023

Laboratory Number	Sample Code Number	Conventional Radiocarbon Age (BP) or Percent Modern Carbon (pMC) & Stable Isotopes	
Beta - 666752	KMD1/2023 - 001	3400 +/- 30 BP	IRMS δ13C: -25.3 o/oo

(93.3%) 1769 - 1615 cal BC (3718 - 3564 cal BP)
(2.1%) 1866 - 1852 cal BC (3815 - 3801 cal BP)

Submitter Material: Charcoal
Pretreatment: (charred material) acid/alkali/acid
Analyzed Material: Charred material
Analysis Service: AMS-Standard delivery
Percent Modern Carbon: 65.49 +/- 0.24 pMC
Fraction Modern Carbon: 0.6549 +/- 0.0024
D14C: -345.09 +/- 2.45 o/oo
Δ14C: -350.85 +/- 2.45 o/oo (1950:2023)
Measured Radiocarbon Age: (without d13C correction): 3400 +/- 30 BP
Calibration: BetaCal4.20: HPD method: INTCAL20

Results are ISO/IEC-17025:2017 accredited. No sub-contracting or student labor was used in the analyses. All work was done at Beta in 4 in-house NEC accelerator mass spectrometers and 4 Thermo IRMSs. The "Conventional Radiocarbon Age" was calculated using the Libby half-life (5568 years), is corrected for total isotopic fraction and was used for calendar calibration where applicable. The Age is rounded to the nearest 10 years and is reported as radiocarbon years before present (BP), "present" = AD 1950. Results greater than the modern reference are reported as percent modern carbon (pMC). The modern reference standard was 95% the 14C signature of NIST SRM-4990C (oxalic acid). Quoted errors are 1 sigma counting statistics. Calculated sigmas less than 30 BP on the Conventional Radiocarbon Age are conservatively rounded up to 30. δ13C values are on the material itself (not the AMS δ13C). δ13C and δ15N values are relative to VPDB. References for calendar calibrations are cited at the bottom of calibration graph pages.

Calibration of Radiocarbon Age to Calendar Years

(High Probability Density Range Method (HPD): INTCAL20)

(Variables: $\delta^{13}C = -25.3$ ‰)

Laboratory number **Beta-666752**

Conventional radiocarbon age **3400 ± 30 BP**

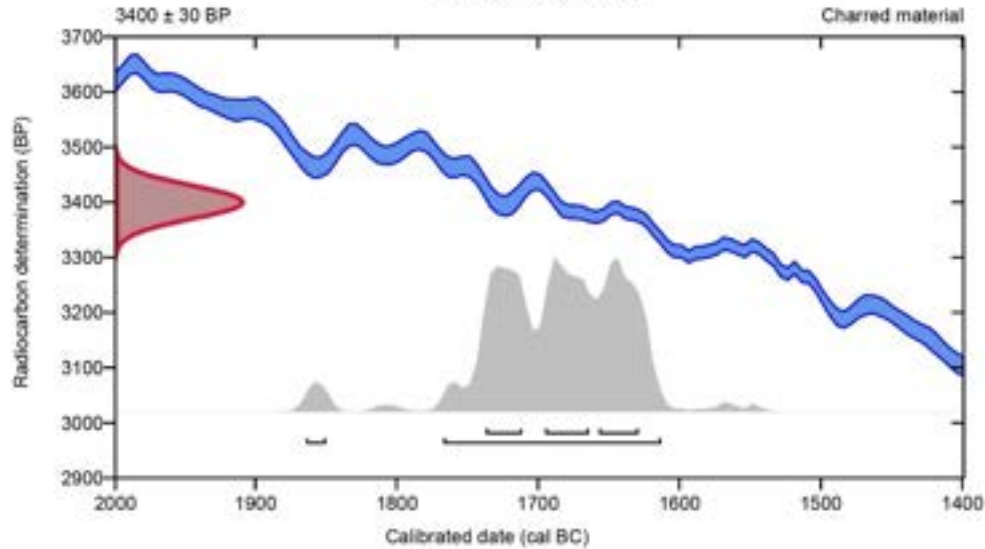
95.4% probability

(93.3%)	1769 - 1615 cal BC	(3718 - 3564 cal BP)
(2.1%)	1866 - 1852 cal BC	(3815 - 3801 cal BP)

68.2% probability

(25.2%)	1697 - 1666 cal BC	(3646 - 3615 cal BP)
(22.1%)	1659 - 1631 cal BC	(3608 - 3580 cal BP)
(21%)	1739 - 1713 cal BC	(3688 - 3662 cal BP)

KMD1/2023 - 001



Database used

INTCAL20

References

References to Probability Method

Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 51(1), 337-360.

References to Database INTCAL20

Reimer, et al., 2020, *Radiocarbon* 62(4):725-757.

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • Email: beta@radiocarbon.com



Beta Analytic
TESTING LABORATORY

Beta Analytic, Inc.
4985 SW 74th Court
Miami, FL 33155 USA
Tel: 305-667-5167
Fax: 305-663-0964
info@betalabservices.com

ISO/IEC 17025:2017-Accredited Testing Laboratory

REPORT OF RADIOCARBON DATING ANALYSES

Ramalingam Sivanantham

Report Date: March 14, 2022

Tamil Nadu Department of Archaeology

Material Received: February 28, 2022

Laboratory Number	Sample Code Number	Conventional Radiocarbon Age (BP) or Percent Modern Carbon (pMC) & Stable Isotopes	
-------------------	--------------------	--	--

Beta - 620258	MLP1-003	3310 +/- 30 BP	IRMS δ13C: -25.4 ‰
---------------	----------	----------------	--------------------

(93.9%)	1634 - 1504 cal BC	(3583 - 3453 cal BP)
(1.5%)	1669 - 1656 cal BC	(3618 - 3605 cal BP)

Submitter Material: Charcoal
 Pretreatment: (charred material) acid/alkali/acid
 Analyzed Material: Charred material
 Analysis Service: AMS-Standard delivery
 Percent Modern Carbon: 66.23 +/- 0.25 pMC
 Fraction Modern Carbon: 0.6623 +/- 0.0025
 δ14C: -337.71 +/- 2.47 ‰
 Δ14C: -343.45 +/- 2.47 ‰ (1950:2022)
 Measured Radiocarbon Age: (without δ13C correction): 3320 +/- 30 BP
 Calibration: BetaCal4.20: HPD method: INTCAL20

Results are ISO/IEC-17025:2017 accredited. No sub-contracting or student labor was used in the analyses. All work was done at Beta in 4-in-house NEC accelerator mass spectrometers and 4 Thermo IRMSs. The "Conventional Radiocarbon Age" was calculated using the Libby half-life (5568 years), is corrected for total isotopic fraction and was used for calendar calibration where applicable. The Age is rounded to the nearest 10 years and is reported as radiocarbon years before present (BP), "present" = AD 1950. Results greater than the modern reference are reported as percent modern carbon (pMC). The modern reference standard was 95% the 14C signature of NIST SRM-4990C (oxalic acid). Quoted errors are 1 sigma counting statistics. Calculated signs less than 30 BP on the Conventional Radiocarbon Age are conservatively rounded up to 30. δ13C values are on the material itself (not the AMS δ13C). δ13C and δ15N values are relative to VPDB. References for calendar calibrations are cited at the bottom of calibration graph pages.

Calibration of Radiocarbon Age to Calendar Years

(High Probability Density Range Method (HPD): INTCAL20)

(Variables: $\delta^{13}C = -25.4$ o/oo)

Laboratory number **Beta-620258**

Conventional radiocarbon age **3310 \pm 30 BP**

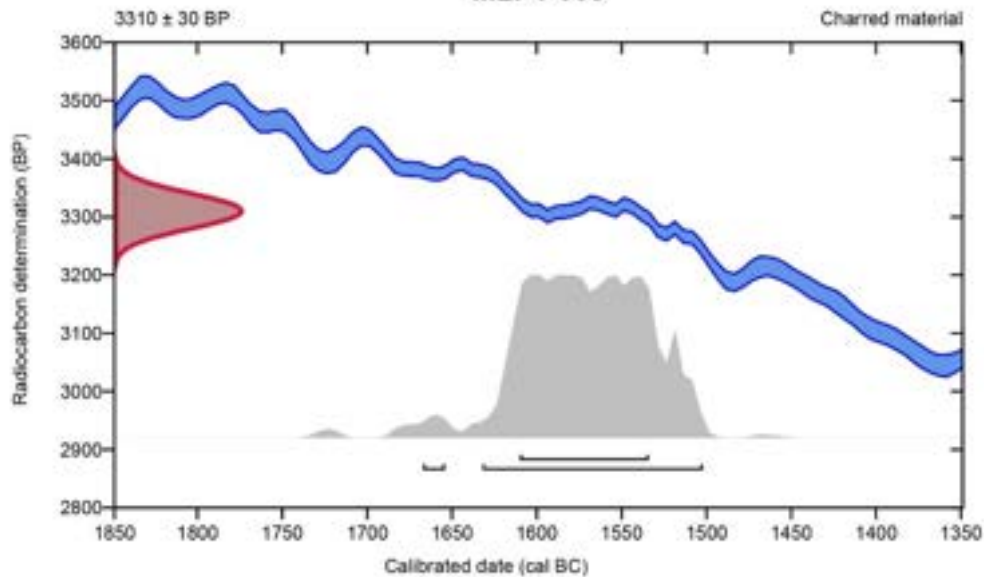
95.4% probability

(93.9%)	1634 - 1504 cal BC	(3583 - 3453 cal BP)
(1.5%)	1669 - 1656 cal BC	(3618 - 3605 cal BP)

68.2% probability

(68.2%)	1612 - 1536 cal BC	(3561 - 3485 cal BP)
---------	--------------------	----------------------

MLP1-003



Database used

INTCAL20

References

References to Probability Method

Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 51(1), 337-360.

References to Database INTCAL20

Reimer, et al., 2020, *Radiocarbon* 62(4):725-757.

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • Email: beta@radiocarbon.com

REPORT OF RADIOCARBON DATING ANALYSIS

Submitter	Sivanantham Ramalingam	Received Date	September 12, 2024
Company	Department of Archaeology	Report Date	October 2, 2024
Laboratory Number	Beta-709374		To validate report, scan this QR code on a mobile device or go to https://verify.betalabservices.com and enter the requested information.
Sample Code	ADC-21-002		

Conventional Radiocarbon Age **4010 +/- 30 BP** Ratio of Stable Isotopes **IRMS δ13C: -23.9 ‰**

95.4% Probability Calibrated Range(s)

(93.9%) **2580 - 2465 cal BC (4529 - 4414 cal BP)**
(1.5%) **2618 - 2608 cal BC (4567 - 4557 cal BP)**

Submitter Material	Charcoal
Pretreatment	(Charred material): acid/alkali/acid
Analyzed Material	Charred material
Analysis Service	AMS-Standard Delivery
Percent Modern Carbon	60.70 +/- 0.23 pMC
Fraction Modern Carbon	0.6070 +/- 0.0023
	δ14C -392.98 +/- 2.26 ‰
	Δ14C -398.39 +/- 2.26 ‰ (1950:2024)
Measured Radiocarbon Age	(without δ13C correction): 3990 +/- 30 BP
Calibration	BetaCal 5.0: High Probability Density Range Method: INTCAL20

Results are ISO/IEC-17025 accredited. All work was done at Beta in-house NEC accelerator mass spectrometers and 4 Thermo IRMSs. The "Conventional Radiocarbon Age" was calculated using the Libby half-life (5568 years), is corrected for total isotopic fraction and was used for calendar calibration where applicable. The Age is rounded to the nearest 10 years and is reported as radiocarbon years before present (BP). "present" = AD 1950. Results greater than the modern reference are reported as percent modern carbon (pMC). The modern reference standard was 95% the 14C signature of NIST SRM-4990C (oxalic acid). Quoted errors are 1sigma counting statistics. Calculated sigmas less than 30BP on the Conventional Radiocarbon Age are conservatively rounded up to 30. δ13C values are on the material itself (not the AMS δ13C). δ13C and δ15N values are relative to VPDB. References for calendar calibrations are cited at the bottom of calibration graph pages.

BetaCal 5.0
Calibration of Radiocarbon Age to Calendar Years
(High Probability Density Range Method: INTCAL20)

(Variables: $\delta^{13}C = -23.9$ ‰)

Beta-Laboratory Number 709374

Conventional Radiocarbon Age (BP) 4010 \pm 30 BP

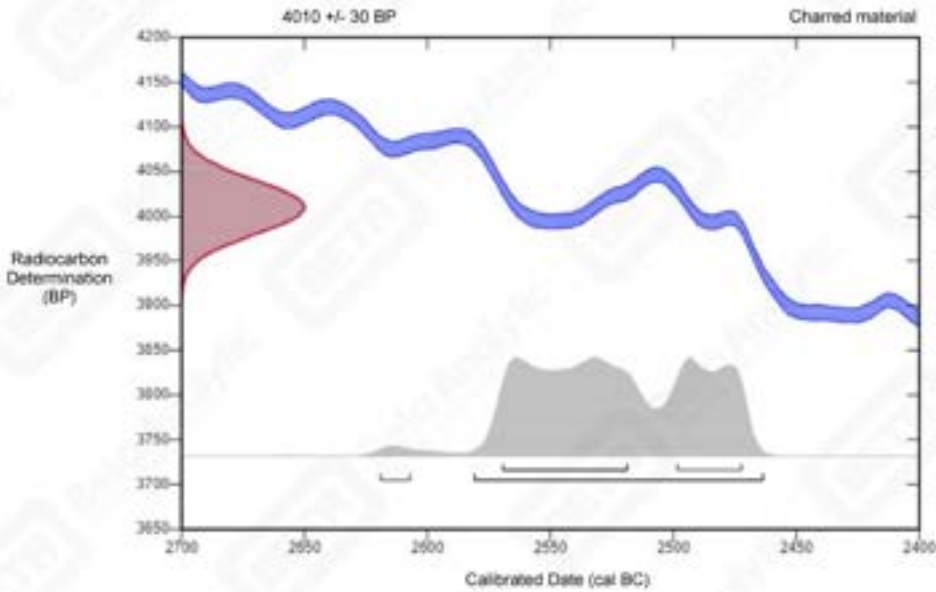
95.4% Probability Calibrated Range(s)

(93.9%)	2580 - 2465 cal BC	(4529 - 4414 cal BP)
(1.5%)	2618 - 2608 cal BC	(4567 - 4557 cal BP)

68.2% Probability Calibrated Range(s)

(45.8%)	2568 - 2520 cal BC	(4517 - 4469 cal BP)
(22.4%)	2497 - 2473 cal BC	(4446 - 4422 cal BP)

ADC-21-002



Database Used
INTCAL20

References

References to Probability Method

Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 51(1), 337-360.

References to Database INTCAL20

Reimer, et al., 2020, *Radiocarbon* 62(4): 725-757.



Beta Analytic
TESTING LABORATORY

Beta Analytic, Inc.
4985 SW 74th Court
Miami, FL 33155 USA
Tel: 305-667-5167
Fax: 305-663-0964
info@betalabservices.com

ISO/IEC 17025:2017-Accredited Testing Laboratory

REPORT OF RADIOCARBON DATING ANALYSES

Ramalingam Sivanantham

Report Date: February 22, 2021

Tamil Nadu Department of Archaeology

Material Received: February 02, 2021

Laboratory Number	Sample Code Number	Conventional Radiocarbon Age (BP) or Percent Modern Carbon (pMC) & Stable Isotopes	
Beta - 583594	SG11-003	4300 +/- 30 BP	IRMS δ13C: -24.2 o/oo
	(80.7%)	2939 - 2881 cal BC	(4888 - 4830 cal BP)
	(11.3%)	3011 - 2974 cal BC	(4960 - 4923 cal BP)
	(3.4%)	2969 - 2948 cal BC	(4918 - 4897 cal BP)

Submitter Material: Charcoal
 Pretreatment: (charred material) acid/alkali/acid
 Analyzed Material: Charred material
 Analysis Service: AMS-Standard delivery
 Percent Modern Carbon: 58.55 +/- 0.22 pMC
 Fraction Modern Carbon: 0.5855 +/- 0.0022
 D14C: -414.50 +/- 2.19 o/oo
 Δ14C: -419.51 +/- 2.19 o/oo (1950:2021)
 Measured Radiocarbon Age: (without δ13C correction): 4290 +/- 30 BP
 Calibration: BetaCal4.20; HPD method: INTCAL20

Results are ISO/IEC-17025:2017 accredited. No sub-contracting or student labor was used in the analyses. All work was done at Beta in 4 in-house NEC accelerator mass spectrometers and 4 Thermo IRMSs. The "Conventional Radiocarbon Age" was calculated using the Libby half-life (5568 years), is corrected for total isotopic fraction and was used for calendar calibration where applicable. The Age is rounded to the nearest 10 years and is reported as radiocarbon years before present (BP), "present" = AD 1950. Results greater than the modern reference are reported as percent modern carbon (pMC). The modern reference standard was 95% the 14C signature of NIST SRM-4990C (oxalic acid). Quoted errors are 1 sigma counting statistics. Calculated sigmas less than 30 BP on the Conventional Radiocarbon Age are conservatively rounded up to 30. δ13C values are on the material itself (not the AMS δ13C). δ13C and δ15N values are relative to VPDB-1. References for calendar calibrations are cited at the bottom of calibration graph pages.

Calibration of Radiocarbon Age to Calendar Years

(High Probability Density Range Method (HPD): INTCAL20)

(Variables: $\delta^{13}\text{C} = -23.5$ ‰)

Laboratory number **Beta-583592**

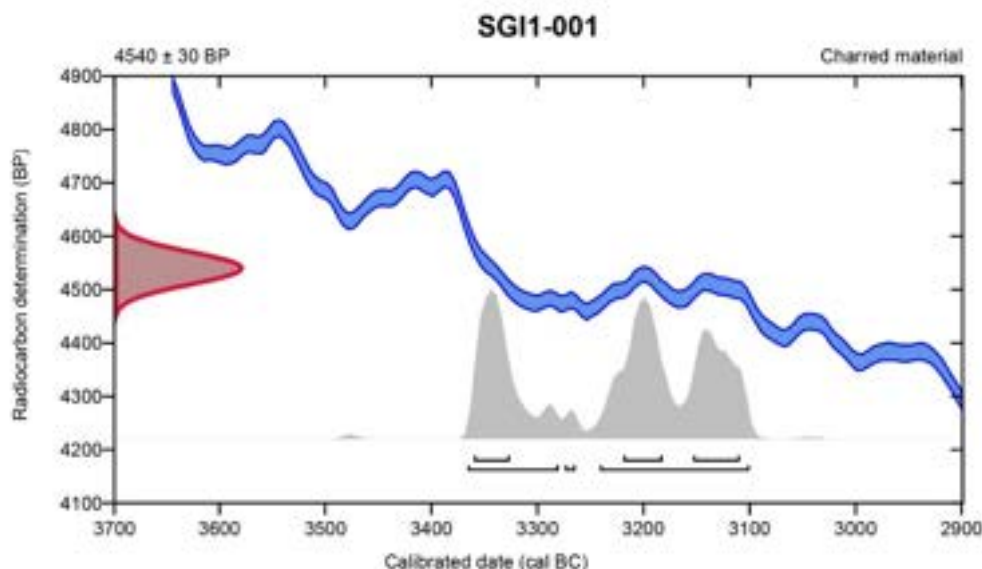
Conventional radiocarbon age **4540 ± 30 BP**

95.4% probability

(61.5%)	3243 - 3102 cal BC	(5192 - 5051 cal BP)
(32.4%)	3368 - 3282 cal BC	(5317 - 5231 cal BP)
(1.5%)	3276 - 3266 cal BC	(5225 - 5215 cal BP)

68.2% probability

(23.4%)	3221 - 3184 cal BC	(5170 - 5133 cal BP)
(23%)	3362 - 3328 cal BC	(5311 - 5277 cal BP)
(21.8%)	3155 - 3111 cal BC	(5104 - 5060 cal BP)



Database used

INTCAL20

References

References to Probability Method

Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 51(1), 337-360.

References to Database INTCAL20

Reimer, et al., 2020, *Radiocarbon* 62(4):725-757.

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • Email: beta@radiocarbon.com



Beta Analytic
TESTING LABORATORY

Beta Analytic, Inc.
4985 SW 74th Court
Miami, FL 33155 USA
Tel: 305-667-5167
Fax: 305-663-0964
info@betalabservices.com

ISO/IEC 17025:2017-Accredited Testing Laboratory

REPORT OF RADIOCARBON DATING ANALYSES

Ramalingam Sivanantham

Report Date: February 22, 2021

Tamil Nadu Department of Archaeology

Material Received: February 02, 2021

Laboratory Number	Sample Code Number	Conventional Radiocarbon Age (BP) or Percent Modern Carbon (pMC) & Stable Isotopes	
Beta - 583593	SG11-002	4670 +/- 30 BP	IRMS δ13C: -25.4 o/oo

(95.4%) 3519 - 3371 cal BC (5468 - 5320 cal BP)

Submitter Material: Charcoal
 Pretreatment: (charred material) acid/alkali/acid
 Analyzed Material: Charred material
 Analysis Service: AMS-Standard delivery
 Percent Modern Carbon: 55.91 +/- 0.21 pMC
 Fraction Modern Carbon: 0.5591 +/- 0.0021
 D14C: -440.86 +/- 2.09 o/oo
 Δ14C: -445.64 +/- 2.09 o/oo (1950:2021)
 Measured Radiocarbon Age: (without d13C correction): 4680 +/- 30 BP
 Calibration: BetaCal4.20: HPD method: INTCAL20

Results are ISO/IEC-17025:2017 accredited. No sub-contracting or student labor was used in the analyses. All work was done at Beta in 4 in-house NEC accelerator mass spectrometers and 4 Thermo IRMSs. The "Conventional Radiocarbon Age" was calculated using the Libby half-life (5568 years), is corrected for total isotopic fraction and was used for calendar calibration where applicable. The Age is rounded to the nearest 10 years and is reported as radiocarbon years before present (BP). "present" = AD 1950. Results greater than the modern reference are reported as percent modern carbon (pMC). The modern reference standard was 95% the 14C signature of NIST SRM-4990C (oxalic acid). Quoted errors are 1 sigma counting statistics. Calculated sigmas less than 30 BP on the Conventional Radiocarbon Age are conservatively rounded up to 30. d13C values are on the material itself (not the AMS d13C). d13C and d15N values are relative to VPDB-1. References for calendar calibrations are cited at the bottom of calibration graph pages.

Calibration of Radiocarbon Age to Calendar Years

(High Probability Density Range Method (HPD): INTCAL20)

(Variables: $\delta^{13}C = -25.4$ o/oo)

Laboratory number Beta-583593

Conventional radiocarbon age 4670 ± 30 BP

95.4% probability

(95.4%) 3519 - 3371 cal BC (5468 - 5320 cal BP)

68.2% probability

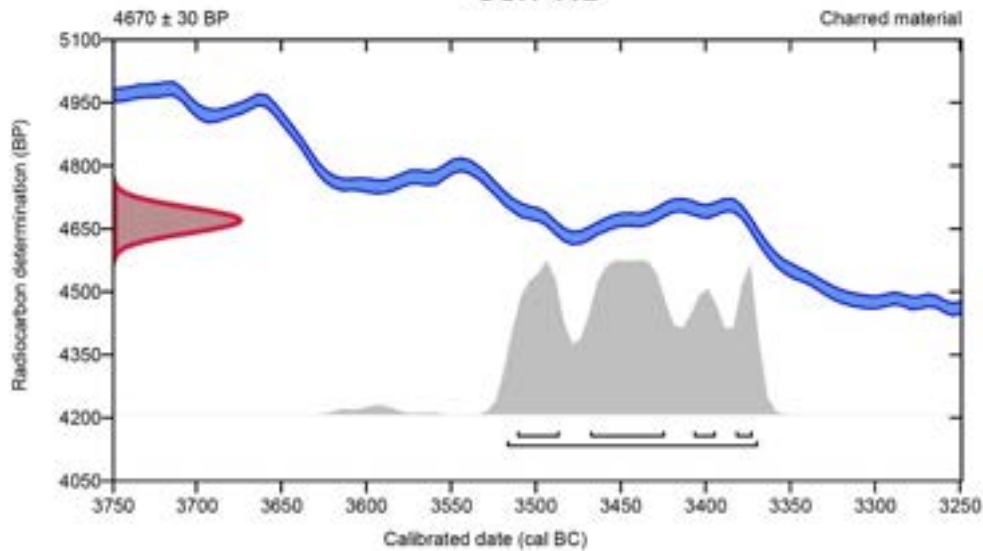
(34.8%) 3470 - 3426 cal BC (5419 - 5375 cal BP)

(18.1%) 3513 - 3488 cal BC (5462 - 5437 cal BP)

(8.1%) 3409 - 3396 cal BC (5358 - 5345 cal BP)

(7.2%) 3384 - 3374 cal BC (5333 - 5323 cal BP)

SGI1-002



Database used

INTCAL20

References

References to Probability Method

Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 51(1), 337-360.

References to Database INTCAL20

Reimer, et al., 2020, *Radiocarbon* 62(4):725-757.

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • Email: beta@radiocarbon.com



Beta Analytic
TESTING LABORATORY

Beta Analytic, Inc.
4985 SW 74th Court
Miami, FL 33155 USA
Tel: 305-667-5167
Fax: 305-663-0964
info@betalabservices.com

ISO/IEC 17025:2017-Accredited Testing Laboratory

REPORT OF RADIOCARBON DATING ANALYSES

Ramalingam Sivanantham

Report Date: February 22, 2021

Tamil Nadu Department of Archaeology

Material Received: February 02, 2021

Laboratory Number	Sample Code Number	Conventional Radiocarbon Age (BP) or Percent Modern Carbon (pMC) & Stable Isotopes	
-------------------	--------------------	--	--

Beta - 583594	SG11-003	4300 +/- 30 BP	IRMS δ13C: -24.2 ‰
(80.7%)	2939 - 2881 cal BC	(4888 - 4830 cal BP)	
(11.3%)	3011 - 2974 cal BC	(4960 - 4923 cal BP)	
(3.4%)	2969 - 2948 cal BC	(4918 - 4897 cal BP)	

Submitter Material: Charcoal
 Pretreatment: (charred material) acid/alkali/acid
 Analyzed Material: Charred material
 Analysis Service: AMS-Standard delivery
 Percent Modern Carbon: 58.55 +/- 0.22 pMC
 Fraction Modern Carbon: 0.5855 +/- 0.0022
 D14C: -414.50 +/- 2.19 ‰
 Δ14C: -419.51 +/- 2.19 ‰ (1950:2021)
 Measured Radiocarbon Age: (without d13C correction): 4290 +/- 30 BP
 Calibration: BetaCal4.20: HPD method: INTCAL20

Results are ISO/IEC-17025:2017 accredited. No sub-contracting or student labor was used in the analyses. All work was done at Beta in 4 in-house NEC accelerator mass spectrometers and 4 Thermo IRMSs. The "Conventional Radiocarbon Age" was calculated using the Libby half-life (5568 years), is corrected for total isotopic fraction and was used for calendar calibration where applicable. The Age is rounded to the nearest 10 years and is reported as radiocarbon years before present (BP), "present" = AD 1950. Results greater than the modern reference are reported as percent modern carbon (pMC). The modern reference standard was 95% the 14C signature of NIST SRM-4990C (oxalic acid). Quoted errors are 1 sigma counting statistics. Calculated sigmas less than 30 BP on the Conventional Radiocarbon Age are conservatively rounded up to 30. d13C values are on the material itself (not the AMS d13C). δ13C and d15N values are relative to VPDB-1. References for calendar calibrations are cited at the bottom of calibration graph pages.

BetaCal 4.20

Calibration of Radiocarbon Age to Calendar Years

(High Probability Density Range Method (HPD): INTCAL20)

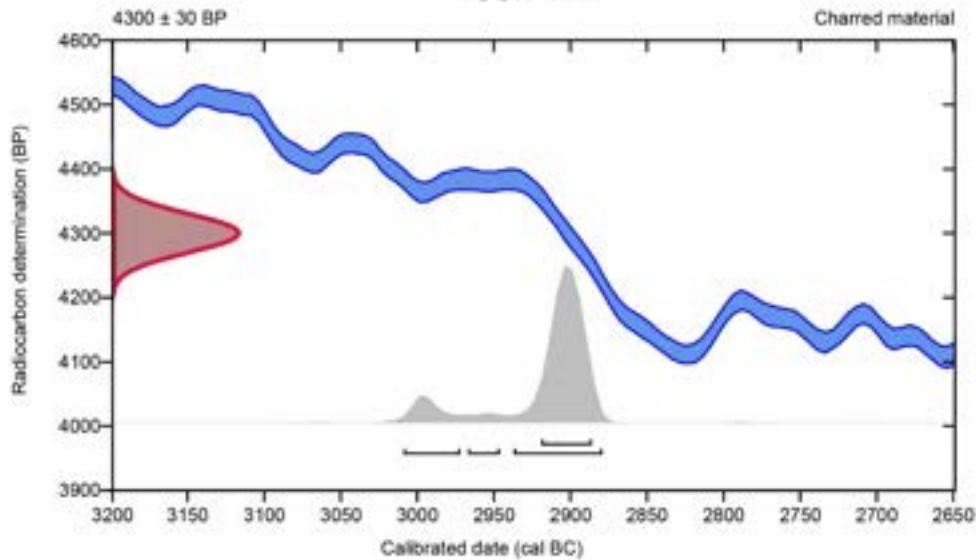
(Variables: $\delta^{13}C = -24.2$ o/oo)**Laboratory number** **Beta-583594****Conventional radiocarbon age** **4300 \pm 30 BP**

95.4% probability

(80.7%)	2939 - 2881 cal BC	(4888 - 4830 cal BP)
(11.3%)	3011 - 2974 cal BC	(4960 - 4923 cal BP)
(3.4%)	2969 - 2948 cal BC	(4918 - 4897 cal BP)

68.2% probability

(68.2%)	2921 - 2888 cal BC	(4870 - 4837 cal BP)
---------	--------------------	----------------------

SGI1-003**Database used**

INTCAL20

References**References to Probability Method**Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 51(1), 337-360.**References to Database INTCAL20**Reimer, et al., 2020, *Radiocarbon* 62(4):725-757.**Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory**

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • Email: beta@radiocarbon.com

Page 53 of 57

தூர்பாண / Telephone : 0522 - 2742903, 2742902
 ஃக்ச / Fax : 91-0522-2740485, 2740098
 இ-மேல் / E-mail : registrar@bsip.res.in
 வெப்சைட் / Website : www.bsip.res.in / www.bsip.india.org



बीरबल साहनी पुराविज्ञान संस्थान
BIRBAL SAHNI INSTITUTE OF PALAEOSCIENCES

53, विश्वविद्यालय मार्ग,
 53 University Road,
 लखनऊ-226 007
 Lucknow-226 007
 भारत (INDIA)

(भारत सरकार के विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग का एक स्वायत्तशासी संस्थान)
 (AN AUTONOMOUS INSTITUTE UNDER DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA)

संख्या
 No.

दिनांक
 Dated 14.01.2023

To

The Commissioner,
 Department of Archaeology,
 Government of Tamil Nadu,
 Tamil Salai, Egmore, Chennai 600008

Dear Sir,

Five urn pieces of Sivagalai burial site were dated using luminescence dating method in BSIP, Lucknow. As dose rate measurements are still ongoing, the luminescence ages tabulated below are provisional. The ages are to be understood as this many years ago (since 2019 – sample collection year) the urns were made by firing in the kiln.

Sl. No.	Institute Name	Sample Code	Age (years)
1	BSIP	A2-Urn1_BSIP	4500±400
2	BSIP	A2-Urn3_BSIP	3300±600
3	BSIP	L13-Urn2_BSIP	4000±300
4	BSIP	L13-Urn5_BSIP	3900±400
5	BSIP	L13-Urn8_BSIP	4000±400

Dr. Priyanka Singh and Mr. Ishwar Shukla are working with me on this endeavor.

Thanks,

Dr. P. Morthekai
 Scientist - D
 morthekai@gmail.com / +91 9787952151



भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला
(भारत सरकार, अंतरिक्ष विभाग की यूनिट)
नवरंगपुरा, अहमदाबाद - 380 009, भारत

Physical Research Laboratory
(A Unit of Dept. of Space, Govt. of India)
Navrangpura, Ahmedabad - 380 009, India



14th Jan 2023

To

The Commissioner
Department of Archaeology
Government of Tamil Nadu
Tamil Salai , Egmore Chennai 600008

Dear Sir,

Two urn pieces of Sivagalai urns were dated using luminescence dating method in PRL, Ahmedabad. The ages below are tentative as dose rate measurements are still pending.

Sl. No.	Institute Name	Sample Code	Age (years)
1	PRL	A2-Urn1_PRL	4400±400
2	PRL	L13-Urn5_PRL	4500±300

Ms. Malika Singhal is involved in the project under my supervision.

Thanks.


14-01-2023

Dr. Naveen Chauhan



Dr. Naveen Chauhan, Associate Professor, AMOPH Division
Office Phone: +91-79-2631-4753, Mobile: +91-8076266801
e-mail: chauhan@prl.res.in

Bibliography

- Agrawal, D. P., and G.P. Joshi 1990. Iron Objects from South Indian Megaliths (Karnataka) - A Technological Study and Significance, in *Archaeology in Karnataka*, A Sundara and K.G. Bhatsoori (eds.), pp.219–234. Mysore: Directorate of Archaeology and Museums.
- Agrawal, D. P. 2003. *Bronze and Iron Ages in South Asia*. Archaeology of South Asia 2. New Delhi: Aryan Books International.
- Alpern, Stanley B. 2005. Did They or Didn't They Invent It? Iron in Sub-Saharan Africa, *History in Africa* 32:41–94.
- Arun Raj, T., V.P.Yathees Kumar and V.Muthukumar. 2023. Excavation at Prehistoric Site – Adichanallur. *Sasanam* 7:1-10.
- Arun Raj, T., V.P.Yathees Kumar and V.Muthukumar. 2023a. *Glimpse of Iconic Site, Adichanallur*. Trichy: Archaeological Survey of India, Trichy Circle.
- Bal, V. 1881. *A manual of the Geology of India: Part-II-The Economic Geology*. London: Trubner & Co.
- Banerjee, N.R. 1965. *The Iron Age in India*. Delhi: Munshiram Manoharlal.
- Bauer M. Andrew and Peter G Johansen 2015. Prehistoric mortuary practices and the constitution of social relationships: implications of the first radiocarbon dates from Maski on the occupational history of a south India “type site”, *Radiocarbon* 57(4):795–806.
- Chakrabarti, Dilip K. (1992). *The Early Use of Iron in India*. Delhi: Oxford University Press.
- Cunningham, A. 1972. Archaeological Survey of India Reports (ASIR). Vol. 1. Simla: Government of India.
- Deo, S.B. 1973. The Dating of Megaliths in Maharashtra: Evaluation of Some New Evidence, in *Radiocarbon Dating and Indian Archaeology* (D.P. Agrawal and A. Ghosh Eds.), pp. 131-137. Bombay: Tata Institute of Fundamental Research.
- Deo, S.B. 1991. New Discoveries of Iron Age in India, in *Indian Archaeological Heritage* (C.Margabandhu, K.S.Ramachandran, A.P.Sagar and D.K.Sinha Eds.), pp.189-198, Delhi: Agam Kala.
- Devaraj, D.V., J. Shaffer, C.S. Patil, & K. Balasubramanya. 1995. The Watgal Excavations: An Interim Report, *Man and Environment*, Pune: Journal of Indian Society for Prehistoric and Quaternary Studies, Deccan College 20, 57–74.
- Frestone, I.C., and M.S. Tite. 1986. Refractories in the Ancient and Preindustrial World, in *Ceramics and Civilisation*, W.D. Kingery (ed.), pp.35–63. Pittsburgh, PA: American Ceramic Society.
- Fuller, D.Q., Nicole Biovin and Ravi Korisetar. 2007 Dating the Neolithic of South India: new Radiometric Evidence for Key Economic, Social and Titual Transformations, *Antiquity* 81:755-778.
- Gaur, R.C. 1997. *Excavations at Atranjikhhera: Early Civilization of the Upper Ganga Basin*. Delhi: Motilal Banarsidass.

- Gnanaraj, G. Victor. 2023. Recent Excavation of Iron Age burials at Kilnamandi village in Thiruvannamalai and its findings. In *History of Tamil Nadu as gleaned from Recent Researches*, K.Rajan and R.Sivanantham (ed.), pp.425-432. Chennai: Tamil Nadu State Archaeology Department.
- Graves, F.G. 1912. Further Notes on the Early Use of Iron in India, *JISI*: 187-202.
- Hadfield, R. 1912. Sinhalese Iron and Steel of Ancient Origin. *JISI*, pp.134-172.
- Johansen, Peter G. 2014. Early Ironworking in Iron Age South India: New Evidence for the Social Organization of Production from Northern Karnataka, *Journal of Field Archaeology* 39 (3): 256–275.
- Lowe, T.L. 1990. Refractories in High-Carbon Iron Processing: A Preliminary Study of the Deccani Wootz-Making Crucibles, in *Ceramics and Civilization IV: Cross-Craft and Cross-Cultural Interactions in Ceramics*, W.D. Kingery (ed.), pp.237–250, Pittsburgh, PA: American Ceramic Society.
- Miller, Duncan E., Van Der Merwe, J. Nikolaas. 1994. Early Metal Working in Sub-Saharan Africa: A Review of Recent Research, *The Journal of African History* 35(1): 1-36.
- Moorti, U.S. 1994. *Megalithic Culture of South India: Socio-Economic Perspectives*. Varanasi: Ganga Kaveri Publishing House.
- Morrison, K.D. 2005. Brahmagiri revisited: a re-analysis of the south Indian sequence, in *South Asian Archaeology 2001*, C. Jarrige and V.Lefevre (eds.), pp.257-262. Paris: Recherche sur les Civilisations-ADPF.
- Muhly, James D. 2003. Metalworking/Mining in the Levant, in *Near Eastern Archaeology: A Reader* Suzanne Richard (ed.), pp. 174–83. Eisenbrauns.
- Mushet, D. 1805. Experiments on wootz, *Philosophical Transactions* 95:163-175.
- Mushet, D. 1840. Papers on Iron and Steel, Practical and Experimental. London: John Weale.
- Nagaraja Rao, M. S., Vishnu Mitre, & K. R. Alur. (1971). *Protohistoric Cultures of the Tungabhadra Valley - A Report on Hallur Excavations*. Dharwar.
- Park, Jang-Sik, K.Rajan and R.Ramesh. 2019. High-carbon steel and ancient-sword making as observed in a double-edged sword from an Iron Age megalithic burial in Tamil Nadu, India. *Archaeometry* 62(1):68-80.
- Pearson, G. 1795. Experiments and Observations to Investigate the Nature of a Kind of Steel, Manufacture at Bombay, and there called Wootz, *Philosophical Transactions* 85:322-346.
- Percy, J. 1894. *Metallurgy: Iron and Steel*. London: McGraw-Hill Book Company.
- Petrie, W.M.F., G.A. Wainwright and E. Mackay. 1912. *The Labyrinth, Gerzeh and Mazghuneh*, vol. XXI. London: British School of Archaeology in Egypt.
- Possehl. G.L. 1988. Radiocarbon Dates from South Asia, *Man and Environment* XII: 169-196.
- Rajan, K. 2016. *Early Writing System - A Journey from Graffiti to Brahmi*, Madurai: Pandya Nadu Centre for Historical Research.
- Rajan, K., and V.P Yathees Kumar. 2013. “New Evidences on Scientific Dates for Brahmi Script as Revealed from Porunthal and Kodumanal Excavations.” *Pragdhara* 21–22: 279–295.

- Rajan, K., R.Ramesh and J.S.Park. 2017. Recent Evidence of Ultrahigh Carbon Steel from Thelunganur, Tamil Nadu. *Man and Environment* 42(2):52-59.
- Rajan, K., R.Sivanantham, K.Sakthivel, S.Paranthaman and K.Bakialakshmi (eds.) 2022. *Mayiladumparai – Beginning of Agrarian Society 4200 years old Iron Age culture in Tamil Nadu*. Chennai: Department of Archaeology, Government of Tamil Nadu.
- Rao, K.P., 2018. Iron Age Culture in South India: Telangana and Andhra Pradesh in *Iron Age in South Asia* Akinori Uesugi (ed.), pp. 129-144. South Archaeology Series 2, Osaka: Research Group for South Asian Archaeology, Archaeological Research Institute, Kansai University, Japan.
- Rea, Alexander 1915. *Catalogue of Prehistoric Antiquities from Adichanallur and Perumbair*. Madras: Government Museum.
- Sahi. M.D.N. 1979. Iron at Ahar. In D.P.Agrawal and Dilip.K.Chakrabarti (eds.) *Essays in Protohistory* pp.365-366. Delhi: B.R. Publishing Corporation.
- Sahi. M.D.N. 1980. Origin of Iron Metallurgy In India. *Proceedings of the Indian History Congress* 42:104-111.
- Sastri, T.V.G., M. Kasturi Bai and J.V.P. Rao 1984. *Veerapuram: a type site for cultural study in the Krishna valley*. Hyderabad: Birla Archaeological & Cultural Research Institute.
- Sathyabhama Bathreenath, 2020. *Excavation at Adichanallur*; Delhi. Archaeological survey of India.
- Satyamurthy, T. 2007. Adichchnallur: New Discoveries in the light of Rea's Excavation, *Journal of Indian Ocean Archaeology* 4:55-66.
- Seshadri, M. 1955. New Light on Megalithic Dating in India, *Half Yearly Journal of Mysore University* (New Series) 15: 38-41.
- Sinopoli, C.M. 2011. Human representation in South Indian Iron Age: Examples from Kadebakele, South India, *Man in India* 91(2):377-387.
- Sisco, A.G. 1956. *Reaumur's Memoirs on Steel and Iron*. Chicago: University of Chicago.
- Sivanantham, R., J.Baskar, M.Prabhakaran and T.Thangadurai 2022. *Porunai – River Civilization*. Chennai: Department of Archaeology, Government of Tamil Nadu.
- Smith, C.S. (ed.). 1968. *Sources for the History of the Science of Steel 1532-1786*. Cambridge: MIT Press.
- Smith, V. 1897. The Iron Pillar at Dhar. *Journal of Royal Asiatic Society* 29:143b.
- Srinivasan, S. 2007. On Higher Carbon and Crucible Steels in Southern India: Further Insights from Mel-Siruvalur; Kodumanal and Pattinam, *Indian Journal of History of Science* 42 (4): 673–96.
- Srinivasan, Sharada, C.M. Sinopoli, K.D. Morrison, R. Gopal, and S. Ranganatham. 2009. South Indian Iron and Higher Carbon Steel: With Reference to Kadebakele and Comparative Insights from Mel-Siruvalur, in *Metallurgy and Civilization: Eurasia and Beyond*, Jianjun Mei and Thilo Rehren (eds.), pp.116–121, London: Archetype.
- Srinivasan, Sharada. 2024. Early finds of forged bronze and high-tin bronze from Tamil Nadu and India. In *Proceedings of 2nd International Seminar on Recent Advances in Archaeological Investigations of South India*. pp. 78-89. Chennai: Roja Muthiah Research Library and Department of Archaeology, Government of Tamil Nadu.

- Stevenson, A. 2009. The Predynastic Egyptian Cemetery of el-Gerzeh. Social Identities and Mortuary Practices, vol. 186. Paris: Orientalia Lovaniensia Analecta.
- Stuiver, Minze, van der Merwe, J.Nicolaas. 1968. Radiocarbon Chronology of the Iron Age in Sub-Saharan Africa, *Current Anthropology* 9(1):54-58.
- Sudyka, Joanna 2010. The Megalithic Iron Age vulture in South India – some general remarks, *Analecta Archaeologica Ressoviensia* 5:1-43.
- Sundara, A. 1973. Chronological Order of Megalithic Tomb Types in Karnataka, in *Radiocarbon and Archaeology* (D.P Agrawal and A. Ghosh Eds.), pp. 239-251. Bombay: Tata Institute of Fundamental Research.
- Tewari, Rakesh 2003. The origins of iron-working in India: new evidence from the Central Ganga Plain and the Eastern Vindhya, *Antiquity* 77(297):536-544.
- Tewari, Rakesh, R. K Srivastava, and K. K Singh 2002. Excavation at Lahuradewa, District Sant Kabir Nagar, Uttar Pradesh, *Pragdhara* 32: 54–62.
- Tewari, Rakesh 2010. Updates on the Antiquity of Iron in South Asia, *Man and Environment* 35(2):81-97.
- Thilo Rehren, Tamás Belgya, Albert Jambon, György Káli, Zsolt Kasztovsky, Zoltán Kis, Imre Kovács, Boglárka Maróti, Marcos Martín-Torres, Gianluca Miniaci, Vincent C. Pigott, Miljana Radivojević, László Rosta, László Szentmiklósi, Zoltán Szőkefalvi-Nagy. 2013. 5,000 years old Egyptian iron beads made from hammered meteoritic iron, *Journal Archaeological Science*, 40(12):4785-4792.
- Thomas, P.J., P. Nagabhushanam, and D.V. Reddy. 2008. Optically Stimulated Luminescence Dating of Heated Materials Using Single-Aliquot Regenerative-Dose Procedure: A Feasibility Study Using Archaeological Artefacts from India, *Journal of Archaeological Science* 35:781–790.
- Tripathi, Vibha 1995. Eran Excavations: Chalcolithic Culture and Iron Age, in *Studies in Indian Art and Archaeology – Krishnasmriti*, R.K.Sharma and R.C.Agrawal (eds.), pp.58-63. New Delhi: Aryan International.
- Tripathi, Vibha 2008. *History of Iron Technology in India: From Beginning to Pre-Modern Times*. New Delhi: Rupa & Co. in association with Infinity Foundation.
- Tripathi, Vibha 2014. Recently Discovered Iron Working Site in Vindhya-Kaimur Region, India, *ISIJ International* 54(5):1010-1016.
- Voysey, H.W. 1832. Description of the Manufacture of Steel in Southern India, *Journal of Asiatic Society of Bengal* 1: 245–247.
- Waldbaum, J. 1999. The coming of iron in the Eastern Mediterranean: thirty years of archaeological and technological research , in *The Archaeometallurgy of the Asian Old World, Masca Research Papers in Science and Archaeology*, vol. 16, pp.27-57. Philadelphia: The University Museum, University of Pennsylvania.

நன்றியுரை

மாண்புமிகு தமிழ்நாடு முதலமைச்சர் **திரு.மு.க.ஸ்டாலின்** அவர்கள், மாண்புமிகு நிதி, சுற்றுச்சூழல், காலநிலை மாற்றம் மற்றும் தொல்லியல் துறை அமைச்சர் **திரு. தங்கம் தென்னரசு** அவர்கள், தமிழ்நாடு அரசின் முதன்மைச் செயலாளர், நிதித் துறை மற்றும் தொல்லியல் துறை ஆணையர் **திரு. த. உதயச்சந்திரன், இ.ஆ.ப.**, அவர்கள், தமிழ்நாடு அரசின் சுற்றுலா, பண்பாடு மற்றும் அறநிலையங்கள் துறை முதன்மைச் செயலாளர் **டாக்டர் சந்திர மோகன், B, இ.ஆ.ப.**, அவர்கள் ஆகியோரின் உதவியின்றி இந்நூல் வெளிவந்திருக்க இயலாது. அவர்கள் அனைவருக்கும் எங்களது நெஞ்சார்ந்த நன்றியினை புலப்படுத்திக்கொள்கிறோம்.

தமிழக அரசின் தொடர்ச்சியான ஆய்வு நிலை மற்றும் நிர்வாக ஆதரவிற்கும் இந்நூல் வெளியீட்டிற்கும் நாங்கள் நன்றி கடப்பாடு உரியவர்கள் ஆகிறோம்.

இந்திய தொல்லியல் ஆய்வுத்துறையின் இயக்குநர் முனைவர் டி.அருண்ராஜ் மற்றும் தொல்லியல் துணைக்கண்காணிப்பாளர் முனைவர் வி.ப. யத்தீஸ்குமார் ஆகியோருக்கு ஆதிச்சநல்லூர் தொல்பொருட்களை ஆவணப்படுத்த அனுமதி வழங்கியமைக்காக எங்களது நன்றியினைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறோம்.

அறிஞர்கள், அலுவலர்கள், ஆய்வாளர்கள், ஆர்வலர்கள் ஆகியோர் அளித்த தரவுகளுக்கும் நெறிகாட்டுதலுக்கும் எங்களது மனமார்ந்த நன்றி.

ஆய்வாளர்கள் கள ஆய்வில் வெளிக்கொணர்ந்த பல்வேறு தொல்பொருட்களை தந்துதவி இந்நூலை சிறப்புற செய்தமைக்காகவும் அவர்களது அறிவுசார் செயல்பாடுகளை பயன்படுத்திக்கொள்ளவும் அனுமதி வழங்கியமைக்காக எங்களது நெஞ்சார்ந்த நன்றியினைத் தெரிவித்துக்கொள்கிறோம்.

ஒளிப்படங்களையும் தரவுகளையும் நல்கிய இந்திய தொல்லியல் துறை, அரசு அருங்காட்சியகம், சென்னைப் பல்கலைக்கழகம், தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம் மற்றும் பிற நிறுவனங்களுக்கும் ஆய்வாளர்களுக்கும் எங்களது நன்றி.

இந்நூலாக்கப் பணிக்கு துணைபுரிந்த அனைத்து நல் உள்ளங்களுக்கு நெஞ்சார்ந்த நன்றியினைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறோம்

ஒளிப்படங்கள்

- படம் 1: வட எகிப்தில் அல்-கெர்சே என்ற இடத்தில் கிடைத்த எரிகல்லால் ஆன மணிகள்
- படம் 2: தொடக்க இரும்புக்கால மண்டலங்கள்
- படம் 3: இந்தியாவில் முக்கியமான இரும்புக்காலத் தளங்கள்
- படம் 4: கொடுமணல்: இரும்பு உருக்கும் உலை
- படம் 5: பெருங்களூர்: இரும்பு உருக்கும் உலை
- படம் 6: வெங்கடநாயக்கன்பட்டி மற்றும் அரியாணிபட்டி: இரும்பு உருக்கிய பகுதிகள்
- படம் 7: தமிழ்நாட்டில் இரும்புக்காலத் தளங்கள்
- படம் 8: மாங்காடு: இரும்புக்கால ஈமச்சின்னங்கள் மற்றும் சிதைந்த கல்லறை
- படம் 9: கீழ்நமண்டி: இரும்புக்கால ஈமச்சின்னங்கள் ஈமக்குழியில் (ஈமச்சின்னம் 3) ஈமப்பேழை
- படம் 10: மயிலாடும்பாறை: நுண்கற்கருவிகள்
- படம் 11: மயிலாடும்பாறை: புதியகற்காலக் கருவிகளை மெருகேற்றும் தேய்ப்புக் குழிகள்
- படம் 12: மயிலாடும்பாறை: பாறை ஓவியங்கள்
- படம் 13: மயிலாடும்பாறை: இரும்புக்கால ஈமச்சின்னங்களின் வான்வழித் தோற்றம்
- படம் 14: மயிலாடும்பாறை: அகழாய்வு செய்யப்பட்ட இரும்புக்கால ஈமச்சின்னங்கள், இரும்புப்பொருட்கள்
- படம் 15: மயிலாடும்பாறை: தொல்பொருட்கள்
- படம் 16: ஆதிச்சநல்லூர்: இரும்பு வரைபடம்
- படம் 17: ஆதிச்சநல்லூர்: தொல்லியல் தளம் வான்வழிப்பார்வை
- படம் 18: ஆதிச்சநல்லூர்: ஈமத்தாழிகளுடன் கூடிய அகழாய்வுக்குழிகள்
- படம் 19: ஆதிச்சநல்லூர்: பகுதி-ஆ இல் அகழ்ந்த அகழாய்வுக்குழிகள்
- படம் 20: ஆதிச்சநல்லூர்: பகுதி-இ-இல் அகழ்ந்த அகழாய்வுக்குழிகள்
- படம் 21: ஆதிச்சநல்லூர்: இரும்புப் பொருட்கள் (நன்றி: மத்திய தொல்லியல் அளவீட்டுத்துறை)
- படம் 22: சிவகளையின் தொல்லியல் அமைவிடம்
- படம் 23: சிவகளை பறம்பில் அகழாய்வுக்குழிகள்
- படம் 24: சிவகளை: வெள்ளை வண்ணம் தீட்டப்பட்ட கரும்பு-சிவப்பு மட்பாண்டங்கள்
- படம் 25: சிவகளை: ஈமச்சின்னத்தில் இருந்து பெறப்பட்ட இரும்பு வாள்கள்
- படம் 26: சிவகளை: ஈமச்சின்னத்தில் இருந்து பெறப்பட்ட இரும்பு மண்வெட்டிகள் மற்றும் உளிகள்
- படம் 27: சிவகளை: ஈமச்சின்னத்தில் இருந்து பெறப்பட்ட இரும்பு கோடாரி, வாள்கள்
- படம் 28: சிவகளை: அகழாய்வுக்குழி A-2 இல் வெளிப்பட்ட ஈமத்தாழி எண்.3

- படம் 29: சிவகளை: அகழாய்வுக்குழி A-2 இல் வெளிப்பட்ட ஈமத்தாழி எண்.1
- படம் 30: சிவகளை: அகழாய்வுக்குழி L-13 இல் வெளிப்பட்ட ஈமத்தாழி எண்.5
- படம் 31: தொடக்க வெண்கலக்கால மண்டலங்கள்
- படம் 32: ஆதிச்சநல்லூர்: உயர்-தகர வெண்கலப் பொருட்கள் (நன்றி: மத்திய தொல்லியல் அளவீட்டுத்துறை)
- படம் 33: சாஸ்தாபுரம்: சிதைந்த ஈமச்சின்னத்தில் கிடைத்த உயர்-தகர வெண்கலப் பொருட்கள்
- படம் 34: தமிழ்நாட்டின் பிறபகுதியில் இருந்து பெறப்பட்ட உயர்-தகர வெண்கல பொருட்கள்
- படம் 35: கொடுமணல்: எஃகு தயாரிக்க பயன்படுத்தப்பட்ட மூசை உலைக்கலன்
- படம் 36: தெலுங்கனூர்: இரும்புக்கால ஈமச்சின்னங்கள் மற்றும் வாள்கள்

தொல்லியலாளர்கள்

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. பேராசிரியர் கா. ராஜன் | கல்வி மற்றும் ஆய்வு ஆலோசகர், தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை |
| 2. முனைவர் இரா. சிவானந்தம் | இணை இயக்குநர், தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை |
| 3. முனைவர் ஜெ. பாஸ்கர் | தொல்லியல் அலுவலர், தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை |
| 4. முனைவர் சீ. பரந்தாமன் | தொல்லியல் அலுவலர், தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை |
| 5. திரு. மு. பிரபாகரன் | தொல்லியல் அலுவலர், தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை |
| 6. திரு. ஜி. விசுடன் ஞானராஜ் | தொல்லியல் அலுவலர், தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை |
| 7. திரு. த. தங்கதுரை | தொல்லியல் அலுவலர், தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை |
| 8. திரு. ர. பரத்குமார் | தொல்லியல் அலுவலர், தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை |
| 9. திரு. பா. ஆசைதம்பி | தொல்லியல் அலுவலர், தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை |
| 10. திரு. இரா. வெங்கடகுரு பிரசன்னா | தொல்லியல் அலுவலர், தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை |
| 11. திரு. க. வஸந்தகுமார் | தொல்லியல் அலுவலர், தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை |
| 12. திரு. மு. சுரேஷ் | தொல்லியல் அலுவலர், தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை |
| 13. திரு. த. காளீஸ்வரன் | தொல்லியல் அலுவலர், தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை |
| 14. திரு. அ. சாய்பிரியா | தொல்லியல் அலுவலர், தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை |
| 15. திரு. கே. ஹரி கோபாலகிருஷ்ணன் | தொல்லியல் அலுவலர், தமிழ்நாடு அரசு தொல்லியல் துறை |
| 16. முனைவர் வி.ப. யதீஸ்குமார் | துணைத் தொல்லியல் கண்காணிப்பாளர், இந்திய தொல்லியல் துறை, புதுதில்லி |
| 17. முனைவர் வி. முத்துகுமார் | துணைத் தொல்லியல் கண்காணிப்பாளர், இந்திய தொல்லியல் துறை, திருச்சி |
| 18. முனைவர் இரா. ரமேஷ் | துணைத் தொல்லியல் கண்காணிப்பாளர், இந்திய தொல்லியல் துறை, பெங்களூரு |
| 19. முனைவர் மு. பிரசன்னா | துணைத் தொல்லியல் கண்காணிப்பாளர், இந்திய தொல்லியல் துறை, புவனேஷ்வர் |

Scientists

- | | |
|----------------------------|--|
| 20. Dr. K.A. Venkatesan | Former Director, Indira Gandhi Centre for Atomic Research, Kalpakkam |
| 21. Dr. M. Menaka | Head, Radiation Application & Metrology Section, Indira Gandhi Centre for Atomic Research, Kalpakkam |
| 22. Dr. Alok Kumar Kanungo | Associate Research Professor (Archaeology) Department of Humanities and Social Sciences Indian Institute of Technology, Gandhi Nagar |

23. Dr. **P. Morthekai** Scientist D, Birbal Sahani Institute of Palaeosciences, Lucknow
24. Dr. **Naveen Chauhan** Head, Luminescence Dosimetry and Luminescence Dating, Physical Research Laboratory, Ahmedabad
25. Dr. **Priyanka Singh** Research Associate-I
Indian Institute of Geomagnetism (IIG),
Navi Mumbai
26. Dr. **Malika Singhal** Research Scientist, Physical Research Laboratory, Ahmedabad
27. Dr. **Sharada Srinivasan** Professor, National Institute of Advanced Studies, Bangalore
28. Dr. **Jang Sik Park** Professor, Department of Metallurgical Engineering, Hongik University, South Korea
29. Dr. **G. Muthusankar** Head GIS Projects. Geomatics Department, *French Institute of Pondicherry, Puducherry*

Institutions

Archaeological Survey of India

Physical Research Laboratory, Ahmedabad

Birbal Sahani Institute of Palaeosciences, Lucknow

Indira Gandhi Centre for Atomic Research, Kalpakkam

Indian Institute of Technology, Gandhi Nagar, Ahmedabad

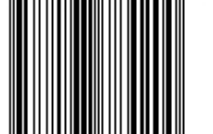
National Institute of Advanced Studies, Bengaluru

French Institute of Pondicherry, Puducherry



தமிழ்நாடு அரசு
தொல்லியல் துறை

ISBN 978-81-977842-0-0



9 788197 784200 >
www.tnarch.gov.in