KALANJIYAM – International Journal of Tamil Studies
An international, peer-reviewed academic journal
e-ISSN: 2456-5148
Vol. 6, No. 03 (2026) p82–107

களஞ்சியம்
Peer-reviewed · Open access · Google Scholar
Crossref DOI · SJIF Imapact Factor 3.5 · Quarterly
Online@: ngmtamil.in
DOI: 10.63300/kijts603112026.06

ARTICLES

சங்க இலக்கியங்களில் தாவர–விலங்கியல் அறிவின் டிஜிட்டல் மீட்டுருவாக்கம்: செயற்கை நுண்ணறிவு அடிப்படையிலான சூழலியல் அறிவு வலைப்பின்னல் ஆய்வு

Digital Reconstruction of Botanical and Zoological Knowledge in Sangam Literature: An Artificial Intelligence-Based Ecological Knowledge Network Study

Dr. Mahadevi N[1,*iD], Dr. Dhinesh D. [2iD], Dr Srinivasan V. C[3iD]

[1]Assistant Professor in Tamil, Department of Tamil,
VET Institute of Arts and Science (Co-education) College, Thindal, Erode - 638 012.
Tamil Nadu, India. EMail. mahadevin@vetias.ac.in

[2]Assistant Professor in Tamil, Department of Tamil,
VET Institute of Arts and Science (Co-education) College, Thindal, Erode - 638 012.
Tamil Nadu, India. EMail. dhineshd@vetias.ac.in

[3] Administrative Officer, Nandha Arts and Science College (Autonomous), Erode.

***Corresponding author:** Dr. Dhinesh D., dhineshd@vetias.ac.in

ORCID iD: Dr. Dhinesh D. https://orcid.org/0009-0003-7216-8304 · Dr. Mahadevi N. https://orcid.org/0009-0003-7216-8304 · Dr Srinivasan V. C https://orcid.org/0009-0008-9926-7982

ARTICLE INFO

Article history
Received: 10 October 2026
Revised: 15 October 2026
Accepted: 18 October 2026

Article ID
KIJTS-2026-0013

Peer review
Double-blind peer review

Keywords
சங்க இலக்கியம்
திணைக் கோட்பாடு
கருப்பொருள்
அறிவு வலைப்பின்னல்
எண்ணிம மானுடவியல்
இயற்கை மொழி ஆய்வு
பல்லுயிர்
மரபுச் சூழலியல் அறிவு

ABSTRACT

சங்க இலக்கியம் தமிழரின் தொன்மையான சூழலியல் அறிவின் பெருங்களஞ்சியம்; ஆனால் அந்த அறிவு இதுவரை பெரும்பாலும் தனித்தனிப் பாடல் விளக்கங்களாகவே ஆராயப்பட்டுள்ளது. இவ்வாய்வு எட்டுத்தொகை, பத்துப்பாட்டு ஆகிய பதினெட்டு நூல்களில் இடம்பெறும் தாவரங்கள், விலங்குகள், பறவைகள், திணைகள், பெரும்பொழுது–சிறுபொழுது ஆகியவற்றுக்கிடையிலான உறவுகளை ஒரு கணினிவழி அறிவு வலைப்பின்னலாக (Knowledge Graph) மீட்டுருவாக்குகிறது.

ஆய்வு மூன்று துறைகளை இணைக்கிறது: எண்ணிம மானுடவியல் (Digital Humanities), இயற்கை மொழி ஆய்வு (NLP), அறிவு வலைப்பின்னல் பொறியியல். தொல்காப்பியம் வகுத்த முதல்–கரு–உரிப்பொருள் கோட்பாடு, வலைப்பின்னலின் கருத்தமைவுக் கட்டமைப்பாக (ontology) மாற்றப்படுகிறது. சொற்பிரிப்பு, பெயர்ச்சொல் அடையாளம் (NER), உறவுப் பிரித்தெடுப்பு (Relation Extraction) ஆகியவை செயற்கை நுண்ணறிவு மாதிரிகள் மற்றும் அறிஞர் சரிபார்ப்புடன் இணைந்து நடைபெறுகின்றன. உருவான வலைப்பின்னல், நச்சினார்க்கினியர், இளம்பூரணர் உள்ளிட்ட உரையாசிரியர்களின் விளக்கங்களுடனும், இன்றைய தாவரவியல்–விலங்கியல் அடையாளங்களுடனும் ஒப்பிட்டு மதிப்பிடப்படுகிறது.

© 2026 The Author(s) · CC BY 4.0 · OPEN ACCESS

ஆய்வின் முதன்மைப் பங்களிப்புகள் மூன்று: (1) சங்கச் சூழலியலுக்கான முதல் திணை அடிப்படைக் கருத்தமைவு (Sangam Eco-Ontology, SEO); (2) பாடல்–உரை–அறிவியல் அடையாளம் ஆகிய மூன்றையும் இணைக்கும் சான்றுச் சுவடு (provenance) கொண்ட வலைப்பின்னல்; (3) திணை மயக்கம், உயிரினப் பரவல், பருவ–உயிரின இணைவு போன்றவற்றைக் கணினிவழி வினவக்கூடிய ஆய்வுக் கருவி. இம்முறை, இலக்கியச் சான்றுகளை இன்றைய பல்லுயிர்ப் பாதுகாப்பு, மரபறிவு ஆவணமாக்கம் ஆகியவற்றுடன் இணைக்கும் பாலமாக அமைகிறது.

How to cite this article: D., D. D., N., D. M., & V. C, D. S. (2026). சங்க இலக்கியங்களில் தாவர–விலங்கியல் அறிவின் டிஜிட்டல் மீட்டுருவாக்கம்: செயற்கை நுண்ணறிவு அடிப்படையிலான சூழலியல் அறிவு வலைப்பின்னல் ஆய்வு. *KALANJIYAM – International Journal of Tamil Studies*, *6*(03), 82–95. https://doi.org/10.63300/kijts603112026.06
Copyright and licence: © 2026 The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ஆய்வுச் சுருக்கம்

சங்க இலக்கியம் தமிழரின் தொன்மையான சூழலியல் அறிவின் பெருங்களஞ்சியம்; ஆனால் அந்த அறிவு இதுவரை பெரும்பாலும் தனித்தனிப் பாடல் விளக்கங்களாகவே ஆராயப்பட்டுள்ளது. இவ்வாய்வு எட்டுத்தொகை, பத்துப்பாட்டு ஆகிய பதினெட்டு நூல்களில் இடம்பெறும் தாவரங்கள், விலங்குகள், பறவைகள், திணைகள், பெரும்பொழுது–சிறுபொழுது ஆகியவற்றுக்கிடையிலான உறவுகளை ஒரு கணினிவழி அறிவு வலைப்பின்னலாக (Knowledge Graph) மீட்டுருவாக்குகிறது.

ஆய்வு மூன்று துறைகளை இணைக்கிறது: எண்ணிம மானுடவியல் (Digital Humanities), இயற்கை மொழி ஆய்வு (NLP), அறிவு வலைப்பின்னல் பொறியியல். தொல்காப்பியம் வகுத்த முதல்–கரு–உரிப்பொருள் கோட்பாடு, வலைப்பின்னலின் கருத்தமைவுக் கட்டமைப்பாக (ontology) மாற்றப்படுகிறது. சொற்பிரிப்பு, பெயர்ச்சொல் அடையாளம் (NER), உறவுப் பிரித்தெடுப்பு (Relation Extraction) ஆகியவை செயற்கை நுண்ணறிவு மாதிரிகள் மற்றும் அறிஞர் சரிபார்ப்புடன் இணைந்து நடைபெறுகின்றன. உருவான வலைப்பின்னல், நச்சினார்க்கினியர், இளம்பூரணர் உள்ளிட்ட உரையாசிரியர்களின் விளக்கங்களுடனும், இன்றைய தாவரவியல்–விலங்கியல் அடையாளங்களுடனும் ஒப்பிட்டு மதிப்பிடப்படுகிறது.

ஆய்வின் முதன்மைப் பங்களிப்புகள் மூன்று: (1) சங்கச் சூழலியலுக்கான முதல் திணை அடிப்படைக் கருத்தமைவு (Sangam Eco-Ontology, SEO); (2) பாடல்–உரை–அறிவியல் அடையாளம் ஆகிய மூன்றையும் இணைக்கும் சான்றுச் சுவடு (provenance) கொண்ட வலைப்பின்னல்; (3) திணை மயக்கம், உயிரினப் பரவல், பருவ–உயிரின இணைவு போன்றவற்றைக் கணினிவழி வினவக்கூடிய ஆய்வுக் கருவி. இம்முறை, இலக்கியச் சான்றுகளை இன்றைய பல்லுயிர்ப் பாதுகாப்பு, மரபறிவு ஆவணமாக்கம் ஆகியவற்றுடன் இணைக்கும் பாலமாக அமைகிறது.

திறவுச் சொற்கள்: சங்க இலக்கியம், திணைக் கோட்பாடு, கருப்பொருள், அறிவு வலைப்பின்னல், எண்ணிம மானுடவியல், இயற்கை மொழி ஆய்வு, பல்லுயிர், மரபுச் சூழலியல் அறிவு

1. முன்னுரை

1.1 ஆய்வுப் பின்புலம்

சங்க இலக்கியம், ஏறத்தாழ 473 புலவர்களால் பாடப்பெற்ற 2,381 பாடல்களைக் கொண்ட பெருந்தொகுப்பாகக் கருதப்படுகிறது. இவை காதலையும் போரையும் பாடுவதாகப் பொதுவாக அறியப்பட்டாலும், அவற்றின் அடித்தளம் நிலமும் அதன் உயிர்களுமே. குறிஞ்சி மலரும் மலையும், முல்லைக் காடும் மழைக்காலமும், மருத வயலும் உழவர் வாழ்வும், நெய்தல் கடற்கரையும் புன்னை மரமும், பாலை வறட்சியும் ஓமை மரமும் — இவ்வாறு ஒவ்வொரு உணர்வும் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலம், பருவம், உயிரினக் கூட்டத்துடன் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது.

தொல்காப்பியர் இந்த இணைப்பை முதல்–கரு–உரிப்பொருள் என்ற மூன்றடுக்குக் கோட்பாடாக வரையறுத்தார். இது வெறும் இலக்கண விதி அன்று; ஒரு நிலத்தின் உயிரியல் கூறுகளையும் மனித வாழ்வையும் ஒன்றாகப் பார்க்கும் சூழலியல் வகைப்பாட்டு முறை. இன்றைய அறிவியல் மொழியில் சொன்னால், அது ஒரு **தொன்மைக் கருத்தமைவு (proto-ontology)**.

குறிஞ்சிப்பாட்டில் கபிலர் தொண்ணூற்றொன்பது மலர்களைப் பெயர் சொல்லி அடுக்குவது, மலைபடுகடாம் மலைநாட்டு விலங்குகளையும் ஒலிகளையும் விவரிப்பது, அகநானூறும் நற்றிணையும் பறவைகளின் பருவ நடத்தையைப் பதிவு செய்வது — இவை சங்கப் புலவர்கள் நுட்பமான இயற்கை நோக்காளர்களாக இருந்தனர் என்பதைக் காட்டுகின்றன.

1.2 ஆய்வுச் சிக்கல்

சங்கச் சூழலியல் அறிவு குறித்துப் பல சிறந்த ஆய்வுகள் உள்ளன. எனினும் அவற்றுக்கு மூன்று வரம்புகள் உள்ளன:

1. **சிதறிய அறிவு:** ஓர் உயிரினம் பற்றிய சான்றுகள் பல நூல்களில், பல உரைகளில் சிதறிக் கிடக்கின்றன. அவற்றை ஒருசேரத் தொகுத்துப் பார்க்கக் கருவி இல்லை.
2. **உறவுகள் புலப்படாமை:** ஒரு மலர்–ஒரு பறவை–ஒரு பருவம்–ஒரு உணர்வு ஆகியவற்றுக்கிடையிலான பன்முக உறவுகள் பட்டியல்களில் வெளிப்படுவதில்லை.
3. **சரிபார்க்க இயலாமை:** “கூதாளம்”, “காந்தள்”, “வேங்கை” போன்ற பெயர்களுக்கு உரையாசிரியர்களும் தாவரவியலாளர்களும் தரும் அடையாளங்கள் வேறுபடுகின்றன. இந்த வேறுபாடுகள் எங்கும் முறையாகப் பதிவு செய்யப்படவில்லை.

1.3 ஆய்வு நோக்கங்கள்

1. எட்டுத்தொகை, பத்துப்பாட்டு நூல்களிலிருந்து தாவர, விலங்கு, பறவை, நிலம், பருவம் சார்ந்த சொற்களை அரைத்தானியங்கு முறையில் பிரித்தெடுத்தல்.

2. தொல்காப்பியத் திணைக் கோட்பாட்டின் அடிப்படையில் சங்கச் சூழலியல் கருத்தமைவை (SEO) வடிவமைத்தல்.
3. பாடல், உரை, அறிவியல் அடையாளம் ஆகிய மூன்று சான்றடுக்குகளையும் இணைக்கும் அறிவு வலைப்பின்னலை உருவாக்குதல்.
4. வலைப்பின்னல் தரும் முடிவுகளை மரபு உரைகளுடன் ஒப்பிட்டு மதிப்பிடுதல்.
5. திணை மயக்கம், உயிரினப் பரவல் போன்ற இலக்கியச் சிக்கல்களுக்குப் புதிய கணினிவழி விளக்கங்களை முன்வைத்தல்.

1.4 ஆய்வின் புதுமை

இதுவரையிலான ஆய்வுகள் உயிரினங்களைப் **பட்டியலிட்டன**; இவ்வாய்வு அவற்றின் **உறவுகளை** வரைபடமாக்குகிறது. ஒவ்வொரு உறவும் (எ.கா. “காந்தள் — மலரும் இடம் — குறிஞ்சி”) அது இடம்பெறும் பாடல் அடி, அதை விளக்கும் உரை, அதன் அறிவியல் அடையாளம் ஆகியவற்றுடன் சேர்த்தே பதிவாகிறது. இதனால் இலக்கிய வாசிப்பும் கணினி வினவலும் ஒரே சான்றுத்தளத்தில் சந்திக்கின்றன.

2. முந்தைய ஆய்வுகள்

2.1 சங்க இலக்கியச் சூழலியல் ஆய்வுகள்

சங்க இலக்கியத்தின் இயற்கைப் புனைவை முதன்முதலில் முறையான ஆய்வுக்கு உட்படுத்தியவர்களில் மு. வரதராசனார் குறிப்பிடத்தக்கவர். அவரது *The Treatment of Nature in Sangam Literature* என்ற ஆய்வு, இயற்கை சங்கப் பாடல்களில் பின்னணியாக மட்டுமின்றி உணர்வின் குறியீடாகவும் செயல்படுவதை நிறுவியது.

பி. எல். சாமி அவர்களின் *சங்க இலக்கியத்தில் செடிகொடி விளக்கம்*, *சங்க இலக்கியத்தில் புள்ளின விளக்கம்*, *சங்க இலக்கியத்தில் விலங்கின விளக்கம்* ஆகிய நூல்கள், சங்கப் பாடல்களில் வரும் உயிரினப் பெயர்களுக்குத் தாவரவியல், விலங்கியல் அடையாளம் காணும் முன்னோடி முயற்சிகள். இவ்வாய்வின் அறிவியல் அடையாள அடுக்குக்கு இவை அடிப்படைச் சான்றுகளாக அமைகின்றன.

சேவியர் எஸ். தனிநாயகம் அவர்களின் *Landscape and Poetry* நூல், திணைக் கோட்பாட்டை நிலவியல்–கவிதையியல் உறவாக விளக்கி, அதனை உலக இலக்கிய அரங்கில் அறிமுகப்படுத்தியது. ஏ. கே. இராமானுஜன் தமது *The Interior Landscape* மொழிபெயர்ப்பில், திணையை “அக நிலவெளி” என்ற குறியீட்டு அமைப்பாக விளக்கினார். ஜார்ஜ் எல். ஹார்ட் (*The Poems of Ancient Tamil*), கமில் சுவலபில் ஆகியோர் சங்கப் பாடல்களின் பண்பாட்டுச் சூழலைப் பரந்த தென்னாசியப் பின்னணியில் ஆராய்ந்தனர்.

இவ்வாய்வுகள் அனைத்தும் ஆழமான வாசிப்பை (close reading) அடிப்படையாகக் கொண்டவை. அவை மிகச் சிறந்த விளக்கங்களைத் தந்தாலும், முழுத் தொகுப்பையும் ஒரே நேரத்தில் உறவு அடிப்படையில் பார்க்கும் முறைக்கு அவை வடிவமைக்கப்படவில்லை.

2.2 எண்ணிம மானுடவியலும் தமிழ் எண்ணிமத் தொகுப்புகளும்

தமிழ் இலக்கியங்களின் எண்ணிமமாக்கத்தில் மதுரைத் திட்டம் (Project Madurai), தமிழ் இணையக் கல்விக்கழகத்தின் மின்னூலகம் ஆகியவை முக்கியப் பங்காற்றியுள்ளன. இவை சங்க நூல்களின் யூனிகோட் பாடங்களை இலவசமாகக் கிடைக்கச் செய்தன. எனினும் இவை பெரும்பாலும் **படிக்கும் பாடங்கள்**; கணினி பொருள் புரிந்துகொள்ளும் **குறியீட்டுப் பாடங்கள்** (TEI-XML போன்ற) அல்ல.

உலக அளவில், Franco Moretti முன்வைத்த “தொலைவாசிப்பு” (distant reading) முறை, இலக்கியத் தொகுப்புகளைப் பெருந்தரவாகப் பார்க்கும் புதிய பார்வையைத் தந்தது. Perseus Digital Library போன்ற செவ்வியல் இலக்கியத் திட்டங்கள், கிரேக்க–இலத்தீன் நூல்களுக்குச் சொல்லியல் குறியீடு, இணைப்புத் தரவு (Linked Data) ஆகியவற்றை உருவாக்கியுள்ளன. தமிழ்ச் செவ்வியல் இலக்கியத்துக்கு இத்தகைய அமைப்பு இன்னும் முழுமையாக உருவாகவில்லை.

2.3 தமிழ் இயற்கை மொழி ஆய்வு

தமிழுக்கான இயற்கை மொழி ஆய்வுக் கருவிகள் கடந்த பத்தாண்டுகளில் வேகமாக வளர்ந்துள்ளன. IndicNLP நூலகம், IndicBERT, MuRIL போன்ற பன்மொழி மொழிமாதிரிகள் இன்றைய தமிழ் உரைநடைக்குச் சிறப்பாகச் செயல்படுகின்றன. ஆனால் அவை பயிற்றுவிக்கப்பட்டது நவீனத் தமிழ்த் தரவுகளில். சங்கத் தமிழின் புணர்ச்சி, தொகைச் சொற்கள், அருகிய சொற்கள், இலக்கண அமைப்பு ஆகியவை இம்மாதிரிகளுக்குப் பெரும் சவாலாக உள்ளன.

எடுத்துக்காட்டாக, “கருங்கோற்குறிஞ்சி” என்ற தொடரை நவீன சொற்பிரிப்பிகள் சரியாகப் பிரிப்பதில்லை. எனவே, இவ்வாய்வு பொது மாதிரிகளை நேரடியாகப் பயன்படுத்தாமல், சங்கச் சொற்களஞ்சியத்துடன் நுண்பயிற்சி (fine-tuning) செய்து, அறிஞர் சரிபார்ப்புடன் இணைக்கிறது.

2.4 அறிவு வலைப்பின்னல்களும் மரபுச் சூழலியல் அறிவும்

அறிவு வலைப்பின்னல் என்பது பொருள்களை (nodes) உறவுகள் (edges) வழி இணைக்கும் அமைப்பு. Hogan முதலானோர் (2021) இதனை விரிவாக வரையறுத்துள்ளனர். பண்பாட்டு மரபுத் துறையில் CIDOC-CRM, பல்லுயிர்த் துறையில் Darwin Core ஆகியவை தரப்படுத்தப்பட்ட கருத்தமைவுகளாகப் பயன்படுகின்றன. Wikidata போன்ற திறந்த வலைப்பின்னல்கள் உயிரினங்களுக்கான அறிவியல் அடையாளங்களை இணைப்புத் தரவாக வழங்குகின்றன.

மரபுச் சூழலியல் அறிவு (Traditional Ecological Knowledge, TEK) பற்றிய ஆய்வுகளில் Fikret Berkes போன்றோர், உள்ளூர்ச் சமூகங்களின் இயற்கை அறிவை அறிவியலுக்கு இணையான அறிவுமுறையாக நிறுவியுள்ளனர். சங்க இலக்கியம் இத்தகைய அறிவின் மிகப் பழமையான எழுத்துச் சான்றுகளில் ஒன்று.

2.5 ஆய்வு இடைவெளி

ஆய்வுப் போக்கு	அதன் பலம்	இவ்வாய்வு நிரப்பும் இடைவெளி
மரபு இலக்கிய ஆய்வு	ஆழமான பொருள் விளக்கம்	முழுத் தொகுப்பின் உறவு வரைபடம் இல்லை
உயிரின அடையாள ஆய்வு (பி. எல். சாமி)	அறிவியல் அடையாளம்	அடையாளங்களின் வேறுபாடுகளும் சான்றும் கணினிவழிப் பதிவாகவில்லை
தமிழ் எண்ணிமத் தொகுப்புகள்	பாட அணுகல்	பொருள் குறியீடு, இணைப்புத் தரவு இல்லை
தமிழ் NLP	நவீனத் தமிழுக்குக் கருவிகள்	சங்கத் தமிழுக்கு ஏற்ற மாதிரிகள் இல்லை
அறிவு வலைப்பின்னல் / TEK	தரப்படுத்தப்பட்ட கருத்தமைவுகள்	திணைக் கோட்பாட்டை உள்வாங்கிய கருத்தமைவு இல்லை

இந்த ஐந்து இடைவெளிகளையும் ஒருசேர நிரப்பும் முதல் முயற்சியாக இவ்வாய்வு அமைகிறது.

3. கோட்பாட்டுப் பின்புலம்: திணைக் கோட்பாடு ஒரு கருத்தமைவாக

3.1 முதல்–கரு–உரிப்பொருள்

தொல்காப்பியம் பொருளதிகாரம், அகத்திணையியலில் பாடற்பொருளை மூன்றாகப் பகுக்கிறது:

> ***முதல்கரு உரிப்பொருள் என்ற மூன்றே நுவலுங் காலை முறைசிறந் தனவே பாடலுள் பயின்றவை நாடுங் காலை — தொல்காப்பியம், அகத்திணையியல்***

முதற்பொருள் நிலமும் பொழுதும் ஆகும்: "முதலெனப் படுவது நிலம்பொழுது இரண்டின் இயல்பென மொழிப இயல்புணர்ந் தோரே". **கருப்பொருள்** அந்நிலத்தில் தோன்றும் பொருள்கள்: தெய்வம், உணவு, விலங்கு, மரம், பறவை, பறை, தொழில், யாழ் முதலியன. **உரிப்பொருள்** அந்நிலத்துக்குரிய மனித உணர்வு அல்லது ஒழுக்கம்: புணர்தல், இருத்தல், ஊடல், இரங்கல், பிரிதல்.

இந்த மூன்றடுக்கு அமைப்பு, இன்றைய அறிவுப் பொறியியலின் கருத்தமைவு (ontology) வடிவமைப்புக்கு நேரடியாகப் பொருந்துகிறது. முதற்பொருள் **சூழல் வகுப்புகள்** (Habitat, Season); கருப்பொருள் **உயிரின, பண்பாட்டு வகுப்புகள்** (Plant, Animal, Bird, Deity, Occupation); உரிப்பொருள் **உணர்வு வகுப்புகள்** (Emotion/Theme).

3.2 ஐந்திணை அமைப்பு

திணை	நிலம்	பெரும்பொழுது	சிறுபொழுது	சில கருப்பொருள் உயிரினங்கள்	உரிப்பொருள்
குறிஞ்சி	மலையும் மலைசார்ந்த இடமும்	கூதிர், முன்பனி	யாமம்	குறிஞ்சி, காந்தள், வேங்கை; யானை, புலி; கிளி, மயில்	புணர்தல்
முல்லை	காடும் காடுசார்ந்த இடமும்	கார்	மாலை	முல்லை, பிடவம், தோன்றி; மான், முயல்; காட்டுக்கோழி	இருத்தல்
மருதம்	வயலும் வயல்சார்ந்த இடமும்	ஆறு பருவமும்	வைகறை	மருதம், தாமரை, ஆம்பல்; எருமை; நாரை	ஊடல்
நெய்தல்	கடலும் கடல்சார்ந்த இடமும்	ஆறு பருவமும்	எற்பாடு	புன்னை, தாழை, நெய்தல்; முதலை, சுறா; அன்றில், கடற்காகம்	இரங்கல்

திணை	**நிலம்**	**பெரும்பொழுது**	**சிறுபொழுது**	**சில கருப்பொருள் உயிரினங்கள்**	**உரிப்பொருள்**
பாலை	(தனி நிலமில்லை; முல்லையும் குறிஞ்சியும் திரிந்தவை)	வேனில், பின்பனி	நண்பகல்	ஓமை, இருப்பை, பாலை; செந்நாய்; புறா, பருந்து	பிரிதல்

இந்த அட்டவணை தொல்காப்பியம், அதன் உரைகள், பிற்கால அகப்பொருள் இலக்கண நூல்கள் ஆகியவற்றின் பொது மரபைச் சுருக்கித் தருகிறது. இவ்வாய்வில் இதுவே "இலக்கண எதிர்பார்ப்பு" (prescriptive model) எனக் கொள்ளப்படுகிறது. பாடல்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும் உண்மைப் பயன்பாடு "நடைமுறைச் சான்று" (descriptive evidence) எனக் கொள்ளப்படுகிறது. இவ்விரண்டுக்குமிடையிலான ஒப்பீடே ஆய்வின் மையம்.

3.3 திணை மயக்கம்: கருத்தமைவின் நெகிழ்வு

தொல்காப்பியரே "திணை மயக்குறுதலும் கடிநிலை இலவே" என்று, ஒரு திணையின் கூறு மற்றொரு திணைப் பாடலில் கலத்தலை ஏற்கிறார். ஆனால் உரிப்பொருள் மயங்காது; முதற்பொருளும் கருப்பொருளும் மயங்கலாம் என்பது மரபு. இதனைக் கருத்தமைவு மொழியில் சொன்னால்: ஓர் உயிரினம் ஒரு திணைக்கு **முதன்மை உரிமை** (primary affiliation) கொண்டிருக்கலாம்; பிற திணைகளில் **இரண்டாம் நிலைத் தோற்றம்** (secondary occurrence) கொள்ளலாம். இவ்வாய்வின் வலைப்பின்னல் இவ்விரண்டையும் தனித்தனி உறவு வகைகளாகப் பதிவு செய்கிறது.

3.4 உள்ளுறையும் இறைச்சியும்: குறியீட்டு அடுக்கு

சங்கப் பாடல்களில் உயிரினங்கள் வெறும் இயற்கைப் பதிவுகள் மட்டுமல்ல. உள்ளுறை உவமம், இறைச்சி ஆகிய உத்திகள் வழியாக அவை மனித உணர்வுகளைச் சுட்டும் குறியீடுகளாகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, மருதத்தில் தாமரையில் மொய்க்கும் வண்டு தலைவனின் பரத்தமையைக் குறிப்பாகச் சுட்டுவதாக உரையாசிரியர்கள் விளக்குவர்.

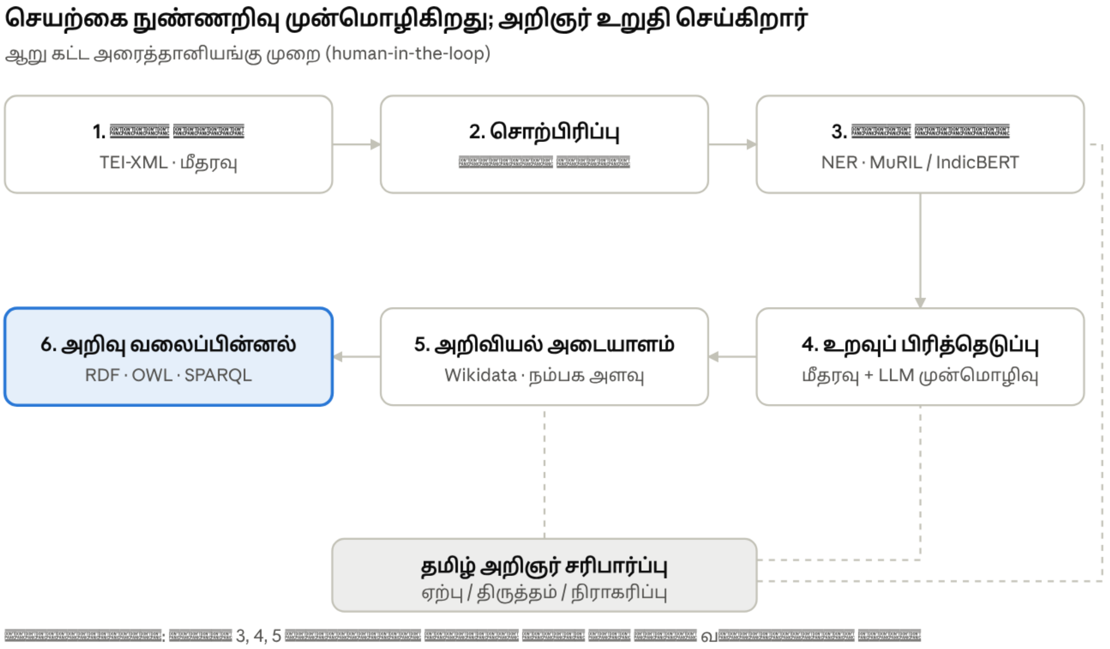
எனவே இவ்வாய்வின் கருத்தமைவு மூன்று அடுக்குகளைக் கொண்டது:

1. **உயிரியல் அடுக்கு** — உயிரினம், அதன் வாழிடம், பருவம், நடத்தை.
2. **இலக்கண அடுக்கு** — திணை, துறை, கூற்று.
3. **குறியீட்டு அடுக்கு** — உள்ளுறை, இறைச்சி, உவமம் வழி அது சுட்டும் உணர்வு.

ஒரே உயிரினம் மூன்று அடுக்குகளிலும் வெவ்வேறு உறவுகளைக் கொண்டிருக்கலாம். இந்தப் பல்லடுக்கு அமைப்பே சங்கச் சூழலியலைப் பொது பல்லுயிர்த் தரவுத்தளங்களிலிருந்து வேறுபடுத்துகிறது.

4. ஆய்வு முறையியல்

இவ்வாய்வு ஆறு கட்டங்கள் கொண்ட அரைத்தானியங்கு (semi-automatic) முறையைப் பின்பற்றுகிறது. ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் செயற்கை நுண்ணறிவு முன்மொழிகிறது; தமிழ் அறிஞர் சரிபார்க்கிறார். இதனை “மனிதர் சுழலில்” (human-in-the-loop) முறை என்பர்.



படம் 1 · ஆய்வு முறையின் ஆறு கட்டங்கள்

படம் 1: மூலப் பாடத்திலிருந்து அறிவு வலைப்பின்னல் வரை ஆறு கட்டங்கள்; இடையில் உள்ள மூன்று செயற்கை நுண்ணறிவுக் கட்டங்களும் அறிஞர் சரிபார்ப்பின் வழியே மட்டுமே முடிவு பெறுகின்றன.

4.1 ஆய்வுத் தொகுப்பு (Corpus)

தொகுப்பு	நூல்கள்	அலகு
எட்டுத்தொகை	நற்றிணை, குறுந்தொகை, ஐங்குறுநூறு, பதிற்றுப்பத்து, பரிபாடல், கலித்தொகை, அகநானூறு, புறநானூறு	பாடல்

தொகுப்பு	நூல்கள்	அலகு
பத்துப்பாட்டு	திருமுருகாற்றுப்படை, பொருநராற்றுப்படை, சிறுபாணாற்றுப்படை, பெரும்பாணாற்றுப்படை, முல்லைப்பாட்டு, மதுரைக்காஞ்சி, நெடுநல்வாடை, குறிஞ்சிப்பாட்டு, பட்டினப்பாலை, மலைபடுகடாம்	அடி / பகுதி
உரைகள்	நச்சினார்க்கினியர் (பத்துப்பாட்டு, கலித்தொகை), பழைய உரைகள், உ. வே. சாமிநாதையர் பதிப்புக் குறிப்புகள், இளம்பூரணர் (தொல்காப்பியம்)	உரைப்பகுதி
அறிவியல் அடையாளம்	பி. எல். சாமி நூல்கள், தமிழ்ப் பேரகராதி (Tamil Lexicon), Wikidata, இந்தியத் தாவர–விலங்கியல் கள ஆய்வுப் பதிவுகள்	பெயர்–அடையாள இணை

மூலப் பாடங்கள் மதுரைத் திட்டம், தமிழ் இணையக் கல்விக்கழகம் ஆகியவற்றின் யூனிகோட் பதிப்புகளிலிருந்து பெறப்பட்டு, உ. வே. சா. பதிப்புகளுடன் ஒப்பிட்டுச் சரிபார்க்கப்படுகின்றன.

4.2 கட்டம் 1: பாடச் செம்மையும் குறியீடும்

ஒவ்வொரு பாடலும் TEI-XML வடிவில் குறியீடு செய்யப்படுகிறது. பாடல் எண், புலவர், திணை, துறை, கூற்று, அடி எண் ஆகியவை மீதரவாக (metadata) இணைக்கப்படுகின்றன. இதனால் ஒவ்வொரு கண்டுபிடிப்பையும் "குறுந்தொகை 3, அடி 3" என்ற துல்லியத்தில் சுட்ட முடிகிறது.

4.3 கட்டம் 2: சொற்பிரிப்பும் புணர்ச்சி நீக்கமும்

சங்கத் தமிழின் மிகப்பெரிய சவால் புணர்ச்சி. “குறிஞ்சிப்பூக்கொண்டு” என்பது “குறிஞ்சி + பூ + கொண்டு” எனப் பிரிக்கப்பட வேண்டும். இதற்கு மூன்று அடுக்கு முறை கையாளப்படுகிறது:

1. **விதி அடிப்படை:** தொல்காப்பிய, நன்னூல் புணர்ச்சி விதிகளைக் கணினி விதிகளாக மாற்றுதல்.
2. **அகராதி அடிப்படை:** சங்கச் சொல்லடைவுகள், தமிழ்ப் பேரகராதி ஆகியவற்றிலிருந்து தொகுத்த சொற்பட்டியலுடன் பொருத்துதல்.
3. **மாதிரி அடிப்படை:** அறிஞர் பிரித்த பாடல்களில் பயிற்றுவிக்கப்பட்ட வரிசை-முத்திரை (sequence labelling) மாதிரி மூலம் ஐயமுள்ள இடங்களைத் தீர்த்தல்.

4.4 கட்டம் 3: உயிரினப் பெயர் அடையாளம் (NER)

சங்கச் சொற்களுக்கு நுண்பயிற்சி செய்யப்பட்ட மொழிமாதிரி (MuRIL / IndicBERT அடிப்படை) பின்வரும் வகைகளை அடையாளம் காண்கிறது: தாவரம் (PLANT), விலங்கு (ANIMAL), பறவை (BIRD), நீர்வாழ் உயிர் (AQUATIC), பூச்சி (INSECT), நிலம் (LANDSCAPE), பருவம் (SEASON), பொழுது (TIME), நீர்நிலை (WATERBODY).

பயிற்சித் தரவாக, அறிஞர்கள் கைமுறையாகக் குறியிட்ட பாடல்கள் பயன்படுகின்றன. ஒரே சொல் பல பொருள் தரும் சிக்கல் இங்கு முக்கியம். “குறிஞ்சி” என்பது மலர், திணை, பண் என மூன்று பொருள் தரும். “முல்லை” மலரா, திணையா, கற்பொழுக்கமா என்பதைச் சூழல் வழியே மாதிரி தீர்மானிக்க வேண்டும். இத்தகைய இடங்கள் அனைத்தும் அறிஞர் சரிபார்ப்புக்கு அனுப்பப்படுகின்றன.

4.5 கட்டம் 4: உறவுப் பிரித்தெடுப்பு

அடையாளம் கண்ட பெயர்களுக்கிடையிலான உறவுகள் இரண்டு வழிகளில் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன:

- **அமைப்பு வழி:** பாடலின் மீதரவிலிருந்து நேரடியாகப் பெறப்படும் உறவுகள். எ.கா. ஒரு குறிஞ்சித் திணைப் பாடலில் வரும் உயிரினம் → “தோன்றும் திணை: குறிஞ்சி”.
- **உரை வழி:** பாடல் அடிகளிலிருந்து பெரும் மொழிமாதிரி (LLM) உதவியுடன் உறவுகளைப் பிரித்தெடுத்தல். எ.கா. “குறிஞ்சிப் பூக்கொண்டு பெருந்தேன் இழைக்கும்” → (தேனீ, தேன் சேகரிக்கும், குறிஞ்சி மலர்).

பெரும் மொழிமாதிரி தரும் ஒவ்வொரு உறவும் “முன்மொழிவு” நிலையில் மட்டுமே பதிவாகும். அறிஞர் ஏற்ற பின்பே அது “சரிபார்க்கப்பட்டது” என மாறும். இதனால் மாதிரியின் கற்பனைப் பிழைகள் (hallucination) வலைப்பின்னலுக்குள் நுழைவது தடுக்கப்படுகிறது.

4.6 கட்டம் 5: அறிவியல் அடையாள இணைப்பு

ஒவ்வொரு உயிரினப் பெயரும் ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட அறிவியல் பெயர்களுடன் இணைக்கப்படுகிறது. அடையாளத்தில் கருத்து வேறுபாடு இருந்தால், ஒவ்வொரு கருத்தும் அதன்

மூலத்துடன் (யார், எந்நூல்) தனித்தனியே பதிவாகிறது; ஒன்றை மட்டும் “சரி” என வலைப்பின்னல் தீர்மானிப்பதில்லை. நம்பக அளவு உயர் / நடுத்தரம் / ஐயம் என மூன்று நிலைகளில் குறிக்கப்படுகிறது.

4.7 கட்டம் 6: வலைப்பின்னல் உருவாக்கமும் வினவலும்

சரிபார்க்கப்பட்ட உறவுகள் RDF மும்மைகளாக (triples) மாற்றப்பட்டு, OWL கருத்தமைவுடன் இணைக்கப்படுகின்றன. ஆய்வுக்குரிய வினவல்களுக்கு SPARQL, வலைப்பின்னல் பகுப்பாய்வுக்கு Neo4j / NetworkX பயன்படுகின்றன. அறிவியல் அடையாளங்கள் Wikidata அடையாள எண்களுடன் இணைக்கப்படுவதால், சங்க வலைப்பின்னல் உலக இணைப்புத் தரவுடன் இணைகிறது.

4.8 சரிபார்ப்பு முறை

மூன்று அடுக்குச் சரிபார்ப்பு மேற்கொள்ளப்படுகிறது:

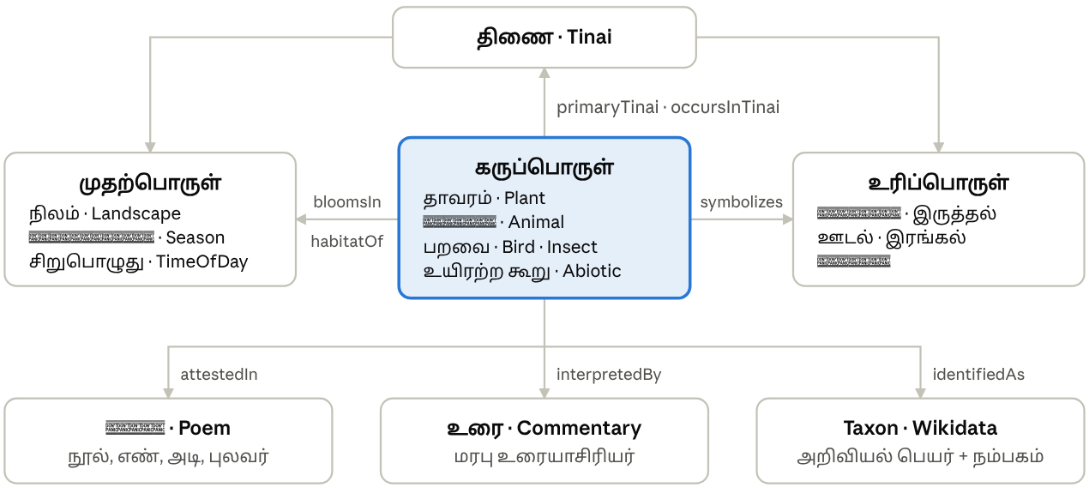
1. **தானியங்கு மதிப்பீடு:** அறிஞர் குறியிட்ட தரநிலைத் தொகுப்புடன் (gold standard) ஒப்பிட்டு துல்லியம் (Precision), மீட்பு (Recall), F1 கணக்கிடுதல்.
2. **அறிஞர் உடன்பாடு:** இரண்டு தமிழ் அறிஞர்கள் தனித்தனியே குறியிட்டு, Cohen’s κ வழி உடன்பாடு அளத்தல்.
3. **உரை ஒப்பீடு:** வலைப்பின்னல் முடிவுகளை மரபு உரையாசிரியர்களின் விளக்கங்களுடன் ஒப்பிடுதல் (பகுதி 7).

5. அறிவு வலைப்பின்னல் கட்டமைப்பு

5.1 சங்கச் சூழலியல் கருத்தமைவு (Sangam Eco-Ontology, SEO)

கருத்தமைவின் உச்ச வகுப்புகள் தொல்காப்பியப் பகுப்பையே பின்பற்றுகின்றன. இதனால் கணினி அமைப்பு, தமிழ் இலக்கண மரபின் சொல்லமைப்பிலேயே சிந்திக்கிறது.

முதல்-கரு-உரி மூன்றடுக்கும் சான்றுச் சுவடும்: SEO கருத்தமைவு



Provenance layer: every triple links to its poem line, commentary and taxon source

படம் 2 · சங்கச் சூழலியல் கருத்தமைவின் அமைப்பு

படம் 2: கருப்பொருள் மையமாக நின்று முதற்பொருள், உரிப்பொருள், திணை ஆகியவற்றை இணைக்கிறது; கீழே உள்ள சான்றுச் சுவடு அடுக்கு ஒவ்வொரு உறவையும் பாடல் அடி, உரை, அறிவியல் அடையாளம் ஆகியவற்றுடன் பிணைக்கிறது. உயிரினங்களுக்கிடையேயான interactsWith, feedsOn உறவுகள் கருப்பொருள் அடுக்குக்குள்ளேயே அமைகின்றன.

வகுப்பு (Class)	**தமிழ்ப் பெயர்**	**துணை வகுப்புகள் / எடுத்துக்காட்டு**
seo:Tinai	திணை	குறிஞ்சி, முல்லை, மருதம், நெய்தல், பாலை
seo:Landscape	நிலம்	மலை, காடு, வயல், கடற்கரை, சுரம்
seo:Season	பெரும்பொழுது	கார், கூதிர், முன்பனி, பின்பனி, இளவேனில், முதுவேனில்
seo:TimeOfDay	சிறுபொழுது	மாலை, யாமம், வைகறை, காலை, நண்பகல், எற்பாடு
seo:Plant	தாவரம்	மரம், கொடி, புதர், மலர், நீர்த்தாவரம்
seo:Animal	விலங்கு	பாலூட்டி, ஊர்வன
seo:Bird	பறவை	நீர்ப்பறவை, காட்டுப்பறவை
seo:Insect	பூச்சி	வண்டு, தேனீ
seo:Uripporul	உரிப்பொருள்	புணர்தல், இருத்தல், ஊடல், இரங்கல், பிரிதல்
seo:Poem	பாடல்	நூல், பாடல் எண், புலவர், துறை, கூற்று
seo:Commentary	உரை	உரையாசிரியர், உரைப்பகுதி
seo:TaxonID	அறிவியல் அடையாளம்	அறிவியல் பெயர், Wikidata எண், நம்பக அளவு

5.2 உறவு வகைகள் (Properties)

உறவு	பொருள்	எடுத்துக்காட்டு மும்மை
seo:primaryTinai	முதன்மைத் திணை (இலக்கண மரபு)	காந்தள் → குறிஞ்சி
seo:occursInTinai	பாடலில் தோன்றும் திணை (நடைமுறை)	காந்தள் → முல்லை (மயக்கம்)
seo:bloomsIn	பூக்கும் பருவம்	கொன்றை → கார்
seo:habitatOf	வாழிடம்	புன்னை → கடற்கரை
seo:interactsWith	உயிரின ஊடாட்டம்	வண்டு → தாமரை (தேன் உண்ணல்)
seo:feedsOn	உணவு உறவு	யானை → மூங்கில்
seo:symbolizes	உள்ளுறை / இறைச்சி வழிக் குறியீடு	பிரிந்த அன்றில் → இரங்கல்
seo:attestedIn	சான்றுப் பாடல் அடி	குறிஞ்சி மலர் → குறுந்தொகை 3:3
seo:interpretedBy	உரைச் சான்று	கூதாளம் → நச்சினார்க்கினியர் உரை
seo:identifiedAs	அறிவியல் அடையாளம்	குறிஞ்சி → *Strobilanthes kunthiana*

5.3 சான்றுச் சுவடு கொண்ட மும்மைகள்

ஒவ்வொரு உறவும் வெறும் “அ → ஆ” என்ற இணைப்பாக இல்லாமல், அதன் சான்றுகளோடு சேர்த்தே சேமிக்கப்படுகிறது (RDF-star / named graph முறை). குறுந்தொகை மூன்றாம் பாடலை எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்வோம்:

> ***நிலத்தினும் பெரிதே வானினும் உயர்ந்தன்று நீரினும் ஆரள வின்றே சாரல் கருங்கோற் குறிஞ்சிப் பூக்கொண்டு பெருந்தேன் இழைக்கும் நாடனொடு நட்பே — குறுந்தொகை 3, தேவகுலத்தார்***

“கருங்கோல்” (கரிய தண்டு) என்ற அடைமொழி, புதர் வகைத் தாவரம் என்ற அடையாளத்துக்குக் கூடுதல் சான்றாகப் பதிவாகிறது. நீண்ட இடைவெளிகளில் ஒருமித்துப் பூக்கும் குறிஞ்சியின் இயல்பு,

“பெருந்தேன்” என்ற சொல்லாட்சிக்குச் சூழலியல் விளக்கம் தருகிறது. இவ்வாறு இலக்கிய நுட்பமும் அறிவியல் உண்மையும் ஒரே பதிவில் சந்திக்கின்றன.

5.4 ஆய்வு வினவல்கள்

வலைப்பின்னலின் மீது இலக்கிய ஆய்வாளர் கேட்கக்கூடிய வினாக்களுக்குச் சில எடுத்துக்காட்டுகள்:

- குறிஞ்சியை முதன்மைத் திணையாகக் கொண்டு, பிற திணைப் பாடல்களிலும் தோன்றும் தாவரங்கள் எவை?
- கார்ப் பருவத்தோடு இணைந்து பாடப்படும் பறவைகள் எவை? அவை எந்த உரிப்பொருளைச் சுட்டுகின்றன?
- ஒரே உயிரினத்துக்கு உரையாசிரியர்களிடையே வெவ்வேறு அடையாளம் உள்ள இடங்கள் எவை?
- ஒரு புலவர் (எ.கா. கபிலர்) பயன்படுத்தும் உயிரினத் தொகுதி, பிற புலவர்களிடமிருந்து எவ்வாறு வேறுபடுகிறது?

6. பகுப்பாய்வும் விளக்க ஆய்வுகளும்

வலைப்பின்னலின் பயனை நிறுவ, ஆறு விளக்க ஆய்வுகள் (case studies) இங்கு முன்வைக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொன்றும் ஒரு குறிப்பிட்ட வலைப்பின்னல் அமைப்பை (pattern) இலக்கியச் சான்றுடன் காட்டுகிறது.

6.1 விளக்க ஆய்வு 1: குறிஞ்சிப்பாட்டு — ஒரு பாடலுக்குள் ஒரு பல்லுயிர்க் கணக்கெடுப்பு

கபிலரின் குறிஞ்சிப்பாட்டில், தலைவியும் தோழியரும் அருவியில் நீராடிய பின் பாறையில் மலர்களைக் குவித்து விளையாடும் காட்சியில், தொண்ணூற்றொன்பது மலர்கள் பெயர் சொல்லி அடுக்கப்படுகின்றன. வலைப்பின்னல் நோக்கில் இது ஒரே பாடல் முனையுடன் (Poem node) இணைந்த மிக அடர்த்தியான தாவரக் கொத்து.

இப்பட்டியலின் சிறப்பு, அதில் குறிஞ்சிக்கு மட்டும் உரியவை அல்லாத மலர்களும் இடம்பெறுவது. நீர்நிலை மலர்களும் காட்டு மலர்களும் மலைச்சாரல் மலர்களும் ஒன்றாக வருகின்றன. வலைப்பின்னலில் இம்மலர்களின் primaryTinai உறவுகளை வண்ணமிட்டுக் காட்டும்போது, குறிஞ்சிப் பாட்டு ஐந்திணைகளையும் தொடும் ஒரு “பல்லுயிர் மையமாக” (biodiversity hub) தோற்றமளிக்கிறது.

இலக்கிய விளக்கம்: இது ஒரு மலைநாட்டுப் பெண்ணின் உலகத்தை மட்டுமன்றி, தமிழ் நிலம் முழுவதன் மலர் வளத்தையும் காட்டும் கவிஞரின் திட்டமிட்ட உத்தி எனக் கொள்ளலாம். கணினி வரைபடம் இந்த வாசிப்புக்குக் கட்டமைந்த சான்றைத் தருகிறது.

6.2 விளக்க ஆய்வு 2: கொன்றை — பருவக் குறிகாட்டி

முல்லைத் திணைப் பாடல்களில் கொன்றை மலர்வது கார்ப்பருவம் வந்துவிட்டதற்கான அடையாளமாகப் பாடப்படுகிறது. குறுந்தொகை 21-இல், காடு கொன்றை மலர்களால் "கார் வந்தது" என அறிவித்தாலும், "அவர் பொய் சொல்லார்" என்று தலைவி அதனை ஏற்க மறுக்கிறாள். பருவம் தவறாது வரும் இயற்கையும், வாக்குக் கொடுத்த தலைவனின் உண்மையும் இங்கு எதிரெதிராக நிறுத்தப்படுகின்றன.

வலைப்பின்னலில் இது மூன்று உறவுகளின் சங்கிலி: கொன்றை —bloomsIn→ கார் —primaryTinai→ முல்லை —hasUripporul→ இருத்தல். இன்றைய தாவரவியலும் கொன்றை (*Cassia fistula*) பெருமளவில் கோடைக்கும் மழைக்கும் இடைப்பட்ட காலத்தில் பூப்பதாகப் பதிவு செய்கிறது. இதனால், தாவரப் பருவவியல் (phenology) தொடர்பான மரபறிவு சங்கப் பாடல்களில் பதிவாகியுள்ளதை வலைப்பின்னல் காட்டுகிறது. கொன்றையின் அறிவியல் அடையாளம், பருவம் ஆகியவற்றை அறிஞர் சரிபார்ப்பில் உறுதி செய்ய வேண்டும் என்பது குறிக்கப்படுகிறது.

6.3 விளக்க ஆய்வு 3: குறுந்தொகை 40 — உயிரினமில்லா நிலச் சூழலியல்

"செம்புலப் பெயல்நீர் போல அன்புடை நெஞ்சம் தாம்கலந் தனவே" என்ற செம்புலப்பெயல்நீரார் பாடலில் விலங்கோ தாவரமோ இல்லை. எனினும் அது ஒரு சூழலியல் உவமம்: செம்மண் நிலத்தில் பெய்த மழைநீர் மண்ணின் நிறம் பெற்று பிரிக்க முடியாதபடி கலத்தல்.

இப்பாடல் கருத்தமைவுக்கு ஒரு முக்கியப் பாடம் தருகிறது: சங்கச் சூழலியல் உயிரினங்களோடு மட்டும் முடிவதில்லை; மண், நீர், மழை போன்ற உயிரற்ற கூறுகளும் (abiotic elements) உணர்வுக் குறியீடுகளாகின்றன. எனவே SEO கருத்தமைவில் seo:AbioticElement (மண், நீர், மழை, காற்று) என்ற வகுப்பு சேர்க்கப்பட்டது. இது, நடைமுறைச் சான்று இலக்கணக் கட்டமைப்பைத் திருத்தும் செயல்முறைக்கு நல்ல எடுத்துக்காட்டு.

6.4 விளக்க ஆய்வு 4: பாரியும் முல்லைக் கொடியும் — அறம் சார்ந்த சூழலியல் உறவு

சிறுபாணாற்றுப்படை, கொடி படர இடமில்லாமல் தவித்த சிறிய முல்லைக் கொடிக்குத் தனது பெரிய தேரையே தந்த பறம்பு மன்னன் பாரியைப் போற்றுகிறது. இது உயிரினம்–மனிதன் இடையிலான **அற உறவு**. இதனைப் பதிவு செய்ய, கருத்தமைவில் seo:caresFor என்ற உறவும், seo:Patron (வள்ளல்) என்ற வகுப்பும் சேர்க்கப்பட்டன.

இவ்வுறவு, சங்க இலக்கியத்தைப் புறநிலைச் சூழலியலிலிருந்து "சூழலியல் அறம்" (environmental ethics) நோக்கி நகர்த்துகிறது. மரபுச் சூழலியல் அறிவு வெறும் தகவல் அல்ல; அது நடத்தை நெறியும் கூட என்பதை வலைப்பின்னல் வெளிப்படுத்துகிறது.

6.5 விளக்க ஆய்வு 5: மலைபடுகடாம் — ஒலிச் சூழலியல்

மலைபடுகடாம் (கூத்தராற்றுப்படை) மலைநாட்டு வழியில் கேட்கும் பல்வேறு ஒலிகளை விவரிக்கிறது: அருவியின் ஒலி, விலங்குகளின் முழக்கம், வேட்டுவர் ஒலி, மலைவாழ் மக்களின் இசை போன்றவை. இதனால் இந்நூல் ஒரு தொன்மையான **ஒலிநிலப் பதிவு** (soundscape record) ஆகிறது.

வலைப்பின்னலில் seo:producesSound என்ற உறவு வழியே ஒவ்வொரு உயிரினமும் அதன் ஒலியுடன் இணைக்கப்படுகிறது. இன்றைய ஒலிச்சூழலியல் (acoustic ecology) ஆய்வுகளுடன் ஒப்பிட இது புதிய வாய்ப்பைத் தருகிறது. இந்நூலின் ஒலிப் பட்டியலை அடி அடியாகக் குறியீடு செய்வது, எதிர்காலப் பணியாகக் குறிக்கப்படுகிறது.

6.6 விளக்க ஆய்வு 6: பாலை — திரிபின் சூழலியல்

பாலைக்குத் தனி நிலம் இல்லை; “முல்லையும் குறிஞ்சியும் முறைமையில் திரிந்து” வறட்சியால் பாலை உருவாகிறது என்பது மரபு (சிலப்பதிகாரம், காடுகாண் காதை). வலைப்பின்னலில், பாலை முனையுடன் இணையும் தாவரங்களில் பெரும்பகுதி முல்லை, குறிஞ்சி ஆகியவற்றின் முனைகளுடனும் இணைந்திருக்கும் என்பது இவ்வாய்வின் கருதுகோள் (H1). இது உறுதியானால், பாலை என்பது ஒரு தனிச் சூழல் அல்ல; பருவத்தால் **மாறும் நிலை** (state transition) என்ற தொல்காப்பியக் கருத்துக்குக் கணினிவழிச் சான்று கிடைக்கும். இது இன்றைய காலநிலை மாற்றம், நிலச் சீரழிவு பற்றிய உரையாடலுக்கும் தொடர்புடையது.

6.7 வலைப்பின்னல் அளவியல் பகுப்பாய்வு

முழு வலைப்பின்னல் உருவான பின் பின்வரும் அளவியல் பகுப்பாய்வுகள் மேற்கொள்ளப்படும்:

அளவீடு	**கேள்வி**	**இலக்கியப் பொருள்**
மையத்தன்மை (Degree centrality)	அதிக உறவுகள் கொண்ட உயிரினம் எது?	சங்கக் கவிதையின் “மைய உயிரினங்கள்”
இடைநிலைத் தன்மை (Betweenness)	திணைகளை இணைக்கும் பாலம் எது?	திணை மயக்கத்துக்குக் காரணமான உயிரினங்கள்
சமூகக் கண்டறிதல் (Louvain communities)	தானாக உருவாகும் கொத்துகள் திணைகளுடன் பொருந்துகின்றனவா?	தொல்காப்பியப் பகுப்பின் நடைமுறைச் சோதனை
புலவர் வாரி உயிரினப் பரவல்	ஒவ்வொரு புலவரின் உயிரினத் தொகுதி	புலவர் நடை, நில அனுபவம்
இணை-நிகழ்வு (Co-occurrence)	எந்த உயிரினங்கள் ஒன்றாகவே வருகின்றன?	மரபு இணைகள் (எ.கா. யானை–மூங்கில்)

கருதுகோள்கள்:

- **H1:** பாலைக் கொத்தின் உயிரினங்கள் பெரும்பாலும் முல்லை, குறிஞ்சிக் கொத்துகளுடன் பகிரப்பட்டவை.
- **H2:** சமூகக் கண்டறிதல் வழி உருவாகும் கொத்துகள் தொல்காப்பியத் திணைப் பகுப்புடன் கணிசமாகப் பொருந்தும்; பொருந்தாத இடங்கள் திணை மயக்கச் சான்றுகளாக அமையும்.
- **H3:** நெய்தல், மருதம் ஆகியவற்றின் நீர்வாழ் உயிரினங்கள் இவ்விரு திணைகளுக்கிடையே வலுவான பாலம் அமைக்கும்.
- **H4:** கபிலர் போன்ற குறிஞ்சிப் புலவர்களின் தாவரத் தொகுதி பிற புலவர்களைவிடப் பரந்தது.

7. இலக்கிய உரைகளுடன் மதிப்பீடு

கணினி உருவாக்கும் அறிவு, தமிழ் உரை மரபுடன் ஒத்துப்போகிறதா என்பதே இவ்வாய்வின் நம்பகத்தன்மைக்கான அளவுகோல். இதற்காக மூன்று நிலை மதிப்பீட்டு வடிவமைப்பு முன்மொழியப்படுகிறது.

7.1 தரநிலைத் தொகுப்பு (Gold Standard)

முழுத் தொகுப்பிலிருந்தும் ஐந்து திணைகளுக்கும் சமமான பங்கு வருமாறு, அடுக்கு மாதிரி (stratified sampling) முறையில் பாடல்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்படும். அவற்றை இரண்டு சங்க இலக்கிய அறிஞர்கள் தனித்தனியே குறியிடுவர்:

- ஒவ்வொரு உயிரினப் பெயரும், அதன் வகையும் (தாவரம் / விலங்கு / பறவை …);
- உயிரினத்துக்கும் நிலம், பருவம், பிற உயிரினம், உரிப்பொருள் ஆகியவற்றுக்கும் இடையிலான உறவுகள்;
- உள்ளுறை அல்லது இறைச்சி இருப்பின் அதன் குறியீட்டுப் பொருள்.

இரு அறிஞர்களின் உடன்பாடு Cohen’s κ வழி அளக்கப்படும். உடன்பாடு குறைவான இடங்கள், கலந்தாய்வு மூலம் தீர்க்கப்படும். அவ்வேறுபாடுகளே சங்கச் சொற்களின் பொருள் நெகிழ்வுக்குச் சான்றாகவும் பதிவாகும்.

7.2 தானியங்கு மதிப்பீட்டு அளவீடுகள்

பணி	அளவீடு	விளக்கம்
சொற்பிரிப்பு	சொல்லளவுத் துல்லியம்	சரியாகப் பிரிக்கப்பட்ட சொற்களின் விகிதம்
உயிரினப் பெயர் அடையாளம் (NER)	Precision, Recall, F1 (வகை வாரியாக)	தாவரம், விலங்கு, பறவை தனித்தனியே

பணி	அளவீடு	விளக்கம்
உறவுப் பிரித்தெடுப்பு	Precision, Recall, F1 (உறவு வகை வாரியாக)	bloomsIn, habitatOf, symbolizes போன்றவை
பொருள் தெளிவு	பல்பொருள் சொற்களின் சரியான தீர்வு விகிதம்	“குறிஞ்சி”, “முல்லை”, “பாலை” போன்ற சொற்கள்
அறிவியல் அடையாள இணைப்பு	உயர் நம்பக இணைப்புகளின் துல்லியம்	வல்லுநர் தாவரவியலாளர் சரிபார்ப்பு

மதிப்பீட்டு ஒப்பீட்டுக்கு மூன்று அமைப்புகள் சோதிக்கப்படும்: (அ) விதி–அகராதி அடிப்படை முறை மட்டும்; (ஆ) பொது மொழிமாதிரி (நுண்பயிற்சியின்றி); (இ) சங்கத் தரவுகளில் நுண்பயிற்சி பெற்ற மாதிரி + அறிஞர் சுழல். மூன்றாவது அமைப்பு பிற இரண்டையும் விடச் சிறப்பாகச் செயல்படும் என்பது எதிர்பார்ப்பு. அதன் உண்மை அளவுகள் சோதனைக்குப் பின்பே அறிவிக்கப்படும்.

7.3 உரையாசிரியர்களுடன் ஒப்பீடு

சங்க இலக்கியத்தின் மிகச் சிறந்த “மனித அறிவு வலைப்பின்னல்” அதன் உரையாசிரியர்களே. நச்சினார்க்கினியர் பத்துப்பாட்டு, கலித்தொகை உரைகளில் தாவர, விலங்குப் பெயர்களுக்கு அடிக்கடி விளக்கம் தருகிறார்; தொல்காப்பியத்துக்கு இளம்பூரணர், நச்சினார்க்கினியர் உரைகள் கருப்பொருள் பட்டியல்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் தருகின்றன.

ஒப்பீடு நான்கு விளைவுகளாக வகைப்படுத்தப்படும்:

விளைவு	பொருள்	ஆய்வுப் பயன்
ஒத்துப்போதல்	வலைப்பின்னல் உறவு உரையில் உள்ளது	முறையின் நம்பகத்தன்மைக்குச் சான்று
உரையில் மட்டும்	உரையாசிரியர் தரும் உறவு பாடலில் நேரடியாக இல்லை	உரையாசிரியரின் விளக்கச் சேர்க்கையை அடையாளம் காணல்
வலைப்பின்னலில் மட்டும்	முழுத் தொகுப்பு ஒப்பீட்டால் மட்டுமே தெரியும் உறவு	புதிய கண்டுபிடிப்பு; அறிஞர் ஆய்வுக்கு உரியது
முரண்பாடு	உரையும் வலைப்பின்னலும் வேறுபடுகின்றன	உரை வேறுபாடுகளையோ மாதிரிப் பிழைகளையோ வெளிப்படுத்தும்

இரண்டாவது, மூன்றாவது வகைகள் இவ்வாய்வின் மிகப் பெரிய இலக்கியப் பங்களிப்பாக அமையும். உரையாசிரியர்கள் எவ்விடத்தில் பாடலைத் தாண்டி மரபறிவைச் சேர்த்தனர் என்பதையும், தனிப்பாடல் வாசிப்பில் புலப்படாத உறவுகளையும் இவை வெளிக்கொணரும்.

7.4 அறிவியல் அடையாளச் சிக்கல்கள்: சில எடுத்துக்காட்டுகள்

சங்க உயிரினப் பெயர்களுக்கு அறிவியல் அடையாளம் காண்பது எப்போதும் ஒருமுகமானதல்ல. சில பெயர்கள் இன்றும் அதே தாவரத்தைக் குறிக்கின்றன; சில பெயர்கள் காலப்போக்கில் வேறு தாவரத்துக்கு மாறியுள்ளன; சிலவற்றுக்கு அடையாளமே ஐயமாக உள்ளது.

சங்கப் பெயர்	பொதுவாகக் கொள்ளப்படும் அடையாளம்	நம்பக நிலை	குறிப்பு
குறிஞ்சி	*Strobilanthes kunthiana*	உயர்	நீண்ட இடைவெளியில் ஒருமித்துப் பூக்கும் மலைப்புதர்
காந்தள்	*Gloriosa superba*	உயர்	இன்றைய தமிழ்நாட்டு மாநில மலர்
கொன்றை	*Cassia fistula*	உயர்	மஞ்சள் சரங்களாகப் பூக்கும் மரம்
வேங்கை	*Pterocarpus marsupium*	நடுத்தரம்	“வேங்கை” புலியையும் குறிக்கும்; சூழல் வழித் தீர்வு தேவை
புன்னை	*Calophyllum inophyllum*	உயர்	கடற்கரை மரம்; நெய்தலின் அடையாளம்
அன்றில்	பல கருத்துகள்	ஐயம்	இணை பிரியாப் பறவை என்ற மரபு; அடையாளத்தில் அறிஞர் வேறுபாடு

இந்த நம்பக நிலைகள் இறுதியானவை அல்ல. ஒவ்வொன்றும் பி. எல். சாமி போன்ற ஆய்வாளர்களின் நூல்கள், தாவரவியல் வல்லுநர் கருத்து ஆகியவற்றுடன் சரிபார்க்கப்பட வேண்டும். வலைப்பின்னல் ஒவ்வொரு அடையாளத்தையும் அதன் மூலத்துடன் பதிவு செய்வதால், புதிய சான்று கிடைக்கும்போது திருத்துவது எளிது.

8. விவாதம்

8.1 இலக்கிய ஆய்வுக்கான பங்களிப்பு

அறிவு வலைப்பின்னல், சங்க இலக்கியத்தைப் படிக்கும் முறையை மாற்றுவதில்லை; அதனைப் **பெருக்குகிறது**. ஒரு பாடலை ஆழ்ந்து வாசிக்கும் அறிஞர், அதே உயிரினம் பிற 2,380 பாடல்களில் எவ்வாறு வருகிறது என்பதை உடனடியாகப் பார்க்க முடிகிறது. இதனால் “நெருக்க வாசிப்பு” (close reading), “தொலைவாசிப்பு” (distant reading) ஆகிய இரண்டும் ஒரே கருவியில் இணைகின்றன.

திணைக் கோட்பாட்டைப் பொறுத்தவரை, இவ்வாய்வு ஒரு முக்கிய வினாவை எழுப்புகிறது: தொல்காப்பியம் வகுத்த கருப்பொருள் பட்டியல் **விவரிப்பா** (descriptive — பாடல்களிலிருந்து தொகுத்தது) அல்லது **விதிப்பா** (prescriptive — புலவர்களுக்கு வழிகாட்டியது)? பாடல்களின் உண்மைப் பயன்பாட்டை இலக்கணப் பட்டியலுடன் அளவியல் ரீதியாக ஒப்பிடுவதன் மூலம், இவ்வினாவுக்குச் சான்று அடிப்படையிலான விடை தேட முடியும்.

8.2 திணை மயக்கம்: குறைபாடா, கலை உத்தியா?

வலைப்பின்னலில் திணை மயக்கம் “பாலங்கள்” வடிவில் தோன்றுகிறது. மரபு இலக்கணம் இதை ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட விலகலாகவே பார்க்கிறது. ஆனால் வலைப்பின்னல் பகுப்பாய்வு, எந்த உயிரினங்கள் அடிக்கடி பாலமாகின்றன, எந்தத் திணைகள் அடிக்கடி கலக்கின்றன என்பதைக் காட்டும். அப்போது திணை மயக்கம் ஒரு தற்செயல் அல்ல; உண்மையான நிலவியல் எல்லைகளின் (ecotones) இலக்கியப் பதிவு என்ற புதிய விளக்கம் சாத்தியமாகிறது. மலைச்சாரல் காட்டாக மாறும் இடம், வயல் கடற்கரையாக மாறும் இடம் — இயற்கையில் உள்ள இந்த இடைநிலைகள் கவிதையிலும் மயக்கமாகப் பதிவாகியிருக்கலாம்.

8.3 பல்லுயிர்ப் பாதுகாப்புக்கான பயன்

சங்க வலைப்பின்னல், இரண்டாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முந்தைய தமிழ் நிலத்தின் உயிரினப் பரவலுக்கு ஒரு “வரலாற்று அடிப்படைக் கோடு” (historical baseline) போலச் செயல்படக்கூடும். இலக்கியச் சான்றுகளை நேரடி உயிரியல் கணக்கெடுப்பாகக் கொள்ள முடியாது என்பது உண்மை. எனினும், இன்று அருகிவரும் உயிரினங்கள் (எ.கா. குறிஞ்சிப் புதர் வாழும் சோலைப் புல்வெளிகள்) சங்க காலத்தில் பண்பாட்டு மையத்தில் இருந்தன என்பதைக் காட்டுவது, பாதுகாப்புக்கான பண்பாட்டு வாதத்தை வலுப்படுத்தும்.

மேலும், இவ்வலைப்பின்னல் பள்ளி, கல்லூரிக் கல்விக்கான ஊடாடும் கருவியாகவும் அமையலாம். ஒரு மாணவர் ஒரு மலரைத் தேர்ந்தால், அது வரும் பாடல்கள், அதன் திணை, பருவம், இன்றைய அறிவியல் பெயர், அது வாழும் இடம் ஆகிய அனைத்தையும் ஒரே திரையில் காணலாம்.

8.4 வரம்புகள்

1. **மொழிமாதிரிகளின் வரம்பு:** நவீனத் தமிழில் பயிற்றுவிக்கப்பட்ட மாதிரிகள் சங்கத் தமிழின் இலக்கணத்தையும் பொருளையும் முழுமையாகப் பிடிப்பதில்லை. அறிஞர் சரிபார்ப்பு இல்லாமல் இவற்றை நம்ப இயலாது.
2. **பாட வேறுபாடுகள்:** சங்க நூல்களின் பதிப்புகளுக்கிடையே பாட வேறுபாடுகள் உள்ளன. இவ்வாய்வு உ. வே. சா. பதிப்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு, முக்கிய வேறுபாடுகளைக் குறிப்பாகப் பதிவு செய்கிறது.
3. **அடையாள ஐயம்:** பல உயிரினப் பெயர்களின் அறிவியல் அடையாளம் உறுதியற்றது. வலைப்பின்னல் இவ்வையத்தை மறைக்காமல் வெளிப்படையாகப் பதிவு செய்கிறது.
4. **கவிதைச் சான்றின் இயல்பு:** சங்கப் பாடல்கள் மரபு வழிப்பட்ட கவிதைகள்; நேரடிக் களப் பதிவுகள் அல்ல. எனவே வலைப்பின்னல் காட்டுவது “கவிதைச் சூழலியல்” (poetic ecology); அது உண்மைச் சூழலியலின் ஒரு பிரதிபலிப்பு மட்டுமே.
5. **காலவரிசைச் சிக்கல்:** சங்கப் பாடல்கள் பல நூற்றாண்டுகளில் பாடப்பட்டவை. அவற்றை ஒரே காலச் சான்றாகக் கொள்வதில் எச்சரிக்கை தேவை.

8.5 அறவியல் கருத்துகள்

செயற்கை நுண்ணறிவு உருவாக்கும் விளக்கங்கள் மரபு அறிஞர்களின் அதிகாரத்தை மாற்றக் கூடாது. எனவே, இவ்வாய்வில் இறுதி முடிவெடுக்கும் உரிமை எப்போதும் அறிஞரிடமே உள்ளது. மேலும், வலைப்பின்னலின் தரவும் கருத்தமைவும் திறந்த உரிமத்தில் (CC BY) வெளியிடப்பட வேண்டும். அப்போதுதான் தமிழ்ச் சமூகமும் உலக ஆய்வாளர்களும் இதைப் பயன்படுத்தவும் திருத்தவும் இயலும். இன்றைய பழங்குடி, உள்ளூர்ச் சமூகங்களின் மரபறிவை இணைக்கும் எதிர்காலக் கட்டங்களில், அச்சமூகங்களின் முன் ஒப்புதல் கட்டாயமாகும்.

9. முடிவுரையும் எதிர்கால ஆய்வுகளும்

9.1 முடிவுரை

சங்க இலக்கியம் தமிழ் நிலத்தின் உயிர்களை வெறும் பின்னணியாக அல்லாமல், மனித உணர்வின் மொழியாகவே பயன்படுத்தியது. தொல்காப்பியர் அந்த மொழிக்கு முதல்–கரு–உரிப்பொருள் என்ற இலக்கணம் வகுத்தார். இவ்வாய்வு, அந்த இலக்கணத்தையே ஒரு கணினிக் கருத்தமைவாக மாற்றி, எட்டுத்தொகை, பத்துப்பாட்டு ஆகியவற்றின் சூழலியல் அறிவை ஓர் அறிவு வலைப்பின்னலாக மீட்டுருவாக்கும் முறையை முன்வைக்கிறது.

ஆய்வின் முக்கியக் கண்டறிதல்கள்:

1. தொல்காப்பியத் திணைக் கோட்பாடு, இன்றைய அறிவுப் பொறியியலின் கருத்தமைவு வடிவமைப்புக்கு இயல்பாகவே பொருந்தும் தொன்மைக் கட்டமைப்பு.
2. உயிரியல், இலக்கணம், குறியீடு என்ற மூன்றடுக்கு மாதிரி, சங்கச் சூழலியலின் தனித்தன்மையைக் கணினியில் பதிவு செய்ய அவசியம்.
3. சான்றுச் சுவடு கொண்ட மும்மைகள், இலக்கிய நுட்பத்தையும் அறிவியல் அடையாளத்தையும் ஒரே பதிவில் இணைக்கின்றன; ஐயமுள்ள அடையாளங்களை மறைக்காமல் வெளிப்படுத்துகின்றன.
4. குறுந்தொகை 40, சிறுபாணாற்றுப்படை போன்ற சான்றுகள், உயிரற்ற கூறுகள், அற உறவுகள் ஆகியவற்றுக்கும் கருத்தமைவில் இடம் வேண்டும் என்பதைக் காட்டுகின்றன.
5. செயற்கை நுண்ணறிவு முன்மொழிந்து, அறிஞர் சரிபார்க்கும் "மனிதர் சுழல்" முறையே சங்கத் தமிழ் போன்ற செவ்வியல் மொழித் தரவுக்கு நம்பகமான வழி.

9.2 எதிர்கால ஆய்வுகள்

- **பதினெண்கீழ்க்கணக்கு, சிலப்பதிகாரம், மணிமேகலை** ஆகியவற்றுக்கு வலைப்பின்னலை விரிவாக்கி, சங்க காலத்திலிருந்து காப்பிய காலம் வரையிலான சூழலியல் மாற்றத்தைக் காலவரிசைப்படி ஆராய்தல்.
- **புவியிடத் தரவு இணைப்பு:** சங்கப் பாடல்களில் வரும் மலைகள், ஆறுகள், ஊர்கள் (பறம்பு, கொல்லி, பொதியில், காவிரி போன்றவை) ஆகியவற்றை GIS வரைபடங்களுடன் இணைத்து, "சங்கச் சூழலியல் வரைபடம்" உருவாக்குதல்.
- **இன்றைய களச் சான்றுடன் ஒப்பீடு:** இந்தியப் பல்லுயிர்த் தரவுத்தளங்களுடன் இணைத்து, சங்க உயிரினங்களின் இன்றைய பரவலை ஒப்பிடுதல்.
- **சங்கத் தமிழ் மொழிமாதிரி:** சங்க இலக்கியம், அதன் உரைகள் ஆகியவற்றில் சிறப்புப் பயிற்சி பெற்ற திறந்த மொழிமாதிரியை உருவாக்குதல்.
- **கொங்கு வட்டார மரபறிவு இணைப்பு:** கொங்கு நாட்டு உழவர், மலைவாழ் மக்களிடம் இன்றும் வழங்கும் தாவர, விலங்குப் பெயர்களைக் களப்பணி மூலம் ஆவணமாக்கி, சங்க வலைப்பின்னலுடன் இணைத்தல்.
- **திறந்த வலைத்தளம்:** ஆய்வாளர்களும் மாணவர்களும் பொதுமக்களும் வலைப்பின்னலைத் தேடவும், வரைபடமாகக் காணவும், திருத்தங்களை முன்மொழியவும் உதவும் இருமொழி இணையத் தளம்.

சங்கப் புலவர்கள் "நிலத்தினும் பெரிது" என்று பாடிய அன்பின் பின்னணியில் நின்றது அவர்கள் அறிந்த நிலமே. அந்த நிலத்தின் அறிவை எண்ணிம யுகத்துக்கு மீட்டுக் கொண்டுவருவது, தமிழ் மரபைப் பாதுகாக்கும் பணி மட்டுமன்று; அது இன்றைய சூழலியல் நெருக்கடிக்கு ஒரு பண்பாட்டு விடையும் ஆகும்.

துணைநூற்பட்டியல்

முதன்மை நூல்கள்

1. தொல்காப்பியம் — பொருளதிகாரம் (இளம்பூரணர் உரை; நச்சினார்க்கினியர் உரை).
2. எட்டுத்தொகை: நற்றிணை, குறுந்தொகை, ஐங்குறுநூறு, பதிற்றுப்பத்து, பரிபாடல், கலித்தொகை, அகநானூறு, புறநானூறு — உ. வே. சாமிநாதையர் மற்றும் பிற பதிப்புகள்.
3. பத்துப்பாட்டு — நச்சினார்க்கினியர் உரையுடன், உ. வே. சாமிநாதையர் பதிப்பு.
4. சிலப்பதிகாரம் — அடியார்க்குநல்லார் உரை (பாலைத் திணை விளக்கத்துக்காக).

தமிழ் ஆய்வு நூல்கள்

1. சாமி, பி. எல். *சங்க இலக்கியத்தில் செடிகொடி விளக்கம்*.
2. சாமி, பி. எல். *சங்க இலக்கியத்தில் புள்ளின விளக்கம்*.
3. சாமி, பி. எல். *சங்க இலக்கியத்தில் விலங்கின விளக்கம்*.
4. Varadarajan, M. *The Treatment of Nature in Sangam Literature*.
5. சென்னைப் பல்கலைக்கழகம். *தமிழ்ப் பேரகராதி (Tamil Lexicon)*. 1924–1936.

ஆங்கில ஆய்வு நூல்கள்

1. Thani Nayagam, X. S. (1966). *Landscape and Poetry: A Study of Nature in Classical Tamil Poetry*. Bombay: Asia Publishing House.
2. Ramanujan, A. K. (1967). *The Interior Landscape: Love Poems from a Classical Tamil Anthology*. Bloomington: Indiana University Press.
3. Ramanujan, A. K. (1985). *Poems of Love and War: From the Eight Anthologies and the Ten Long Poems of Classical Tamil*. New York: Columbia University Press.
4. Hart, G. L. (1975). *The Poems of Ancient Tamil: Their Milieu and Their Sanskrit Counterparts*. Berkeley: University of California Press.
5. Zvelebil, K. V. (1973). *The Smile of Murugan: On Tamil Literature of South India*. Leiden: Brill.
6. Berkes, F. (2018). *Sacred Ecology* (4th ed.). New York: Routledge.

எண்ணிம மானுடவியல், NLP, அறிவு வலைப்பின்னல்

1. Moretti, F. (2013). *Distant Reading*. London: Verso.
2. Hogan, A., Blomqvist, E., Cochez, M., et al. (2021). Knowledge Graphs. *ACM Computing Surveys*, 54(4), 1–37.
3. Kakwani, D., Kunchukuttan, A., Golla, S., et al. (2020). IndicNLPSuite: Monolingual Corpora, Evaluation Benchmarks and Pre-trained Multilingual Language Models for Indian Languages. *Findings of EMNLP 2020*.

4. Khanuja, S., Bansal, D., Mehtani, S., et al. (2021). MuRIL: Multilingual Representations for Indian Languages. *arXiv:2103.10730*.
5. Wieczorek, J., Bloom, D., Guralnick, R., et al. (2012). Darwin Core: An Evolving Community-Developed Biodiversity Data Standard. *PLoS ONE*, 7(1), e29715.
6. Doerr, M. (2003). The CIDOC Conceptual Reference Module: An Ontological Approach to Semantic Interoperability of Metadata. *AI Magazine*, 24(3), 75–92.
7. Vrandečić, D., & Krötzsch, M. (2014). Wikidata: A Free Collaborative Knowledgebase. *Communications of the ACM*, 57(10), 78–85.
8. TEI Consortium. *TEI P5: Guidelines for Electronic Text Encoding and Interchange*.
9. Project Madurai — தமிழ் இலக்கியங்களின் மின்பதிப்புத் திட்டம்.
10. தமிழ் இணையக் கல்விக்கழகம் — மின்னூலகம்.

References

தொல்காப்பியம் — பொருளதிகாரம் (இளம்பூரணர் உரை; நச்சினார்க்கினியர் உரை).

எட்டுத்தொகை: நற்றிணை, குறுந்தொகை, ஐங்குறுநூறு, பதிற்றுப்பத்து, பரிபாடல், கலித்தொகை, அகநானூறு, புறநானூறு — உ. வே. சாமிநாதையர் மற்றும் பிற பதிப்புகள்.

பத்துப்பாட்டு — நச்சினார்க்கினியர் உரையுடன், உ. வே. சாமிநாதையர் பதிப்பு.

சிலப்பதிகாரம் — அடியார்க்குநல்லார் உரை (பாலைத் திணை விளக்கத்துக்காக).

தமிழ் ஆய்வு நூல்கள்

சாமி, பி. எல். சங்க இலக்கியத்தில் செடிகொடி விளக்கம்.

சாமி, பி. எல். சங்க இலக்கியத்தில் புள்ளின விளக்கம்.

சாமி, பி. எல். சங்க இலக்கியத்தில் விலங்கின விளக்கம்.

Varadarajan, M. The Treatment of Nature in Sangam Literature.

சென்னைப் பல்கலைக்கழகம். தமிழ்ப் பேரகராதி (Tamil Lexicon). 1924–1936.

ஆங்கில ஆய்வு நூல்கள்

[1.] Thani Nayagam, X. S. (1966). Landscape and Poetry: A Study of Nature in Classical Tamil Poetry. Bombay: Asia Publishing House.

[2.] Ramanujan, A. K. (1967). The Interior Landscape: Love Poems from a Classical Tamil Anthology. Bloomington: Indiana University Press.

[3.] Ramanujan, A. K. (1985). Poems of Love and War: From the Eight Anthologies and the Ten Long Poems of Classical Tamil. New York: Columbia University Press.

[4.] Hart, G. L. (1975). The Poems of Ancient Tamil: Their Milieu and Their Sanskrit Counterparts. Berkeley: University of California Press.

[5.] Zvelebil, K. V. (1973). The Smile of Murugan: On Tamil Literature of South India. Leiden: Brill.

[6.] Berkes, F. (2018). Sacred Ecology (4th ed.). New York: Routledge.

[7.] எண்ணிம மானுடவியல், NLP, அறிவு வலைப்பின்னல்

[8.] Moretti, F. (2013). Distant Reading. London: Verso.

[9.] Hogan, A., Blomqvist, E., Cochez, M., et al. (2021). Knowledge Graphs. ACM Computing Surveys, 54(4), 1–37.

[10.] Kakwani, D., Kunchukuttan, A., Golla, S., et al. (2020). IndicNLPSuite: Monolingual Corpora, Evaluation Benchmarks and Pre-trained Multilingual Language Models for Indian Languages. Findings of EMNLP 2020.

[11.] Khanuja, S., Bansal, D., Mehtani, S., et al. (2021). MuRIL: Multilingual Representations for Indian Languages. arXiv:2103.10730.

[12.] Wieczorek, J., Bloom, D., Guralnick, R., et al. (2012). Darwin Core: An Evolving Community-Developed Biodiversity Data Standard. PLoS ONE, 7(1), e29715.

[13.] Doerr, M. (2003). The CIDOC Conceptual Reference Module: An Ontological Approach to Semantic Interoperability of Metadata. AI Magazine, 24(3), 75–92.

[14.] Vrandečić, D., & Krötzsch, M. (2014). Wikidata: A Free Collaborative Knowledgebase. Communications of the ACM, 57(10), 78–85.

[15.] TEI Consortium. TEI P5: Guidelines for Electronic Text Encoding and Interchange.

[16.] Project Madurai — தமிழ் இலக்கியங்களின் மின்பதிப்புத் திட்டம்.

[17.] தமிழ் இணையக் கல்விக்கழகம் — மின்னூலகம்.