

நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்களைப் படமாக்கலும் மதிப்பிடலும்: தொண்டமனாறு மற்றும் உப்பாறு கடனீரேரி

ராதிகா புவனேஸ்வரன்¹, கருணாகரன் சுதாகர்²

¹புவியியற்றுறை, யாழ்ப்பாணப் பல்கலைக்கழகம், இலங்கை

²புவியியற்றுறை, யாழ்ப்பாணப் பல்கலைக்கழகம், இலங்கை

Correspondence: ¹krathikaa@gmail.com

ஆய்வுச் சுருக்கம்

பிரதேசம் ஒன்றின் இடம்சார் அபிவிருத்தி வேலைகளைத் திட்டமிடுவதற்கு நிலப்பயன்பாட்டு ஆய்வுகள் இன்றியமையாதனவாகின்றன. நிலப்பயன்பாட்டு வகைகளின் இடம்சார் பரம்பல் அவற்றின் மாற்றங்கள் பற்றிய அறிவு நில மூலவளங்களின் நிலைத்து நிற்கும் பயன்பாடு, முகாமை போன்றவற்றுக்கு அவசியமாக இருக்கின்றது. நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றம் என்பது ஆகக் குறைந்தது இரண்டு வெவ்வேறு காலப்பகுதியில் புவிமேற்பரப்பில் காணப்படும் பல்வேறு நிலப்பயன்பாடுகளின் வேறுபாடுகளை அடையாளம் செய்தலைக் குறிக்கின்றது. இலங்கையின் வடமாகாணத்தில் யாழ்ப்பாண மாவட்டத்தில் உள்ள தொண்டமனாறு மற்றும் உப்பாறு கடனீரேரி சார் பகுதிகளில் உவர்நீர்த்தடுப்பணை அமைக்கப்பட்டுள்ளதால் கடனீரேரிசார் பகுதிகளின் நிலப்பயன்பாடுகளில் மாற்றங்கள் ஏற்பட்டு வருவதால் அவற்றினைப் படமாக்குதலும் மதிப்பிடலும் இவ் ஆய்வின் நோக்கமாக உள்ளது. பங்குபற்றுதலுடனான களஆய்வு, இலங்கை நிலஅளவைத் திணைக்கள எண்சார் நிலப்பயன்பாட்டுப் படங்கள் (Digital Land Use Map) போன்றவற்றிலிருந்து பெற்றுக்கொள்ளப்பட்ட தரவுகளைப் பயன்படுத்தி புவியியல் தகவல் ஒழுங்கு (Geographical Information system – GIS) தொழில்நுட்பத்தின் உதவியுடன் நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்கள் கண்டறியப்பட்டு அவை மதிப்பிடப்பட்டுள்ளன. குறிப்பாக 1981, 2019 ஆம் ஆண்டுகளின் நிலப்பயன்பாட்டுப்படங்கள் பெறப்பட்டு விவசாய நிலம், வீட்டுத்தோட்டம், பற்றை நிலம், மணல், சதுப்பு நிலம் ஆகிய நிலப்பயன்பாடுகள் அடையாளப்படுத்தப்பட்டு, இரு ஆண்டுகளுக்குமான தரவுகள் ஒப்பீடு செய்யப்பட்டு நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றப் படங்கள் பெறப்பட்டு, பகுப்பாய்வுகள் (confusion matrix analysis) மூலமாக நிலப்பயன்பாட்டு மாற்ற அட்டவணை (confusion matrix chart) பெறப்பட்டு நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்கள் அளவுரீதியாகவும் (quantitative) பண்புரீதியாகவும் (qualitative) மதிப்பிடப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு நிலப்பயன்பாடுகளிலிருந்தும் காலத்திற்குக் காலம் இழக்கப்பட்ட அளவுகள் மற்றும் பெறப்பட்ட அளவுகளும் மாற்றமடையாத நிலப்பயன்பாடுகளும் கணிப்பிடப்பட்டதன் விளைவாக நிலப்பயன்பாடுகளின் அளவு மற்றும் பண்பு ரீதியாக ஏற்பட்ட மாற்றங்களையும் அறியக்கூடியதாக உள்ளது. 1981 இல் இருந்து 2019 இல் 1789 ஹெக்டேயர்

வீட்டுத்தோட்டம் விவசாய நிலமாக மாறியுள்ளது. அத்துடன் 234 ஹெக்டேயர் சதுப்பு நிலம் விவசாய நிலமாக மாறியுள்ளது. இவ்வாறாக காலரீதியான மாற்றங்களை அறியக்கூடியதாக உள்ளது. 2011 இன் பின்னர் உவர்நீர்த்தடுப்பணைகள் ஓரளவு சீராக இயங்குவதனால் கடனீரேரிசார் பகுதிகளின் உவர்த்தன்மை குறைவடைந்துள்ளமையினால் 1981 இல் 3327 ஹெக்டேயர் ஆக இருந்த விவசாய நிலப்பயன்பாடு 2019 இல் 4614 ஹெக்டேயர் ஆக 10% இனால் அதிகரித்துள்ளது. எனவே இவ் ஆய்வானது தொண்டமனாறு மற்றும் உப்பாறு கடனீரேரிசார் பகுதிகளின் நிலப்பயன்பாடுகளையும் அதில் ஏற்பட்டுவரும் மாற்றங்களையும் படமாக்கிக் காட்டியுள்ளதோடு மாற்றங்களை அளவு ரீதியாகவும் பண்பு ரீதியாகவும் அறிந்து கொள்ள முடிந்ததுடன் எதிர்காலத்திலே இப்பிரதேசங்களில் மேற்கொள்கின்ற அபிவிருத்திச் செயற்பாடுகள், ஆய்வுகளுக்கு மூலமாக அமையும் என்பதில் ஐயமில்லை.

முதன்மைச் சொற்கள்: தொண்டமனாறு கடனீரேரி, உப்பாறு கடனீரேரி, நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்கள், புவியியல் தகவல் ஒழுங்கு, உவர்நீர்த் தடுப்பணை

1. ஆய்வின் அறிமுகம்

பிரதேசம் ஒன்றின் நிலம்சார் அபிவிருத்தி வேலைகளை மதிப்பீடு செய்வதற்கு நிலப்பயன்பாட்டு ஆய்வுகள் இன்றியமையாதனவாகின்றன. நிலப்பயன்பாடு என்பது நிலமேற்பரப்பில் மேற்கொள்ளப்படும் மனிதனது செயற்பாடுகளையும் இயற்கையான மற்றும் செயற்கையான நிலப்போர்வைகளையும் குறிப்பிடுகின்றது (Gautam,1999). நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றம் என்பது ஆகக் குறைந்தது இரண்டு வெவ்வேறு காலப்பகுதிகளில் புவிமேற்பரப்பில் காணப்படும் நிலப்பயன்பாடுகளின் வேறுபாடுகளை அடையாளம் செய்தலைக் குறிக்கின்றது (Serneels *et al.*, 2001). நிலப்பயன்பாடு தொடர்பான தகவல்கள் நிலவளத்தினை வினைத்திறனான முறையில் கையாள்வதற்கு அவசியமானதாகும். நிலப்பயன்பாட்டுத் தகவல்கள் நிலப்பயன்பாட்டு ஆய்வுகள் மூலம் அளவீடு செய்யப்படுகின்றது. இதன்மூலம் நாட்டின் நிலவளம் எவ்விதம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது என்பது பற்றியும் சமகாலத்தில் காணப்படுகின்ற நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்கள் நிலப்பயன்பாட்டு பொருத்த மதிப்பீடுகள், நிலப்பயன்பாட்டு திட்டமிடல் போன்ற செயற்பாடுகளுக்கு வேண்டிய பொருத்தமான சரியான தகவல்களைப் பெற்றுக்கொள்ளவும் வழிசெய்கின்றது (Ines Sant –Riveira *et al.*, 2008). சூழலினீம்து ஏற்படுத்தப்படுகின்ற மனிதனது தலையீடு, சனத்தொகை வளர்ச்சி, நகர வளர்ச்சி, போன்றவற்றினாலும் சமூக பொருளாதார அரசியல் அடிப்படையிலும் நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்கள் துரிதமாகவும் மெதுவாகவும் இடம்பெறலாம் (Serneels *et al.*, 2001).

நிலப்பயன்பாட்டுப் படமாக்கலில் ஆரம்பகாலங்களில் மரபுரீதியான முறைகளையும் இன்று நவீன புவியியல் தொழில்நுட்பங்களையும் பயன்படுத்தி நிலப்பயன்பாடு தொடர்பான ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. நிலப்பயன்பாட்டு அம்சங்களைப் படமாக்கலில் புவியியல் தகவல் ஒழுங்கு வினைத்திறனானதும் நேரத்தை மீதப்படுத்தக்கூடியதுமான நுட்பமுறைகளாகும் (Sharma *et al.* 2019). இலங்கையில் ஆரம்ப காலத்திலிருந்தே நிலப்பயன்பாடுகள் பற்றிய ஆய்வுகளும் அவற்றினைப் படமாக்கும் முயற்சிகளும் நடைபெற்றுக்கொண்டேயிருக்கின்றன. அந்தவகையில் இலங்கை நிலஅளவைத் திணைக்களமானது நிலப்பயன்பாட்டுப் படங்களைக் காலத்திற்குக் காலம் வெளியிட்டு வருகின்றமை குறிப்பிடத்தக்கது.

இலங்கையின் வடமாகாணத்தில் யாழ்குடாநாட்டில் உள்ள தொண்டமனாறு மற்றும் உப்பாறு கடனீரேரிகளின் உவர்நீர்த்தடுப்பணையானது அப்பிரதேசத்தின் நிலப்பயன்பாட்டில் செல்வாக்குச் செலுத்துவதால் இப்பகுதியினைப் படமாக்குவதுடன் நிலப்பயன்பாட்டு

மாற்றங்களை அடையாளப்படுத்தி மதிப்பிடுதலும் அவசியமாகவுள்ளது. அந்தவகையில் தொண்டமனாறு மற்றும் உப்பாறு கடனீரேரிசார் பகுதிகளின் நிலப்பயன்பாட்டினைப் படமாக்குவதுடன் நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்களை மதிப்பிடுவதும் இவ்வாய்வின் நோக்கமாக உள்ளது.

2. ஆய்வு தொடர்பான வெளியீடுகள்

ஆய்வு தொடர்பாக பின்வரும் விடயங்களைக் கொண்ட வெளியீடுகள்: ஆய்வுகள் உசாத்துணையாகப் பெறப்பட்டன.

- தொண்டமனாறு, உப்பாறு கடனீரேரிகள் சார்ந்தவை.
- தொலையுணர்வுத் தொழில்நுட்பம், புவியியல் தகவல் ஒழுங்கு தொடர்புடைய ஆய்வுகள்.
- காணிப்பயன்பாட்டு மாற்றங்கள் தொடர்பானவை.
- கடனீரேரிசார் பகுதிகளின் அபிவிருத்தி தொடர்பான ஆய்வுகள்.

உலகளாவிய ரீதியில் நன்னீர்த்தட்டுப்பாட்டினை நிவர்த்தி செய்யும் வகையில் உவரநீரை நன்னீராக்கும் திட்டமானது மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றது. உவரநீரை நன்னீராக்குவதன் மூலம் கணிசமான அளவு நீர்த்தேவை பூர்த்தி செய்யப்படுகின்றது. நீண்டகால நோக்கில் நீர்வளத்தைப்பேணும் முகமாக இத்திட்டங்கள் இடம்பெற்று வந்தாலும், பலநாடுகளில் மிகவும் வினைத்திறனான முறையில் நீண்டகால செயற்றிட்டத்தின் பயனாக, எதிர்பார்த்த இலக்குகள் எட்டப்பட்டாலும் பௌதிக மற்றும் உயிர்ச்சூழலியல் ரீதியாக பாதிப்புக்கள் ஏற்படுகின்றன (Shanmugarajah, 1993). யாழ்க்குடாநாட்டில் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்ற உவரநீரை நன்னீராக்கும் செயற்றிட்டத்தால் (உவரநீர்த்தடுப்பணைகள் அமைத்தல்) பௌதிக மற்றும் உயிர்ச்சூழலியல் மாற்றங்கள் ஏற்படுவதுடன், இவை மக்களின் வாழ்வாதாரத்திலும் தாக்கம் செலுத்துகின்றன (Shanmugarajah, 1993).

தொண்டமனாறு கடனீரேரி சார்ந்த பகுதியில் 1963, 1970 காலப்பகுதியில் நீரின் ஆழம் உவரநிலை அளவீடுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டாலும் அவை தொடர்ச்சியாக மேற்கொள்ளப்படாமல், குறித்த ஒன்றிரண்டு மாதங்களுக்கான தரவுகளாகவே உள்ளன. உயிர்ப்பல்வகைமை தொடர்பாகவும் குறித்த சில மாதங்களில் மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வு முடிவுகளே வெளியிடப்பட்டுள்ளன (Chitravadivelu, 1993). நீர்ப்பாசனத் திணைக்களத்தினால் தொண்டமனாறு கடனீரேரி, வழக்கையாறு பகுதிகளில் உவரநீர்த்தடுப்பணைகளை அண்டிய பகுதிகள், பாலங்கள், கடனீரேரியை அண்மித்த வீதியோரங்களில் உவர்த்தன்மை 2010, 2011, 2012 காலப்பகுதியில் மாதத்தில் ஒரு தடவை என்றவாறாக அளவிடப்பட்டு அறிக்கையிடப்பட்டுள்ளன. அத்துடன் 2013 இல் யூன், யூலை, ஓகஸ்ட் மாதங்களில் தொண்டமனாறு கடனீரேரி, வழக்கையாறு பகுதிகளின் அண்மித்த போக்குவரத்திற்கு இலகுவாக உள்ள கிணறுகளில் (தொண்டமனாறு: 30 கிணறுகள், உப்பாறு 18 கிணறுகள்) உவர்த்தன்மை அளவுகள் மாதத்தில் ஒரு தடவை என்றவாறாக அளவிடப்பட்டு அறிக்கையிடப்பட்டுள்ளன (நீர்ப்பாசனத்திணைக்கள அறிக்கைகள்).

தொண்டமனாறு கடனீரேரியின் நீரின் தன்மை, உயிரியல் ஆய்வு 1963 இல் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளது. நீரின் உவர்த்தன்மை, நீரின் ஆழம் 1963 ஆம் ஆண்டு மாசி மற்றும் ஆனி மாதங்களில் பெறப்பட்டுள்ளன. அத்துடன் தாவர, விலங்குகளின் வகைகளும் இவ் ஆய்வில் அடையாளப்படுத்தப்பட்டுள்ளன (Chitravadivelu, 1993).

இலங்கையில் உள்ள கடனீரேரிகள், அதன் தோற்றம் (origin), உருவாக்கம் (formation), பரிணாமம் (evaluation) மற்றும் இன்றைய நிலை என்பன ஆராயப்பட்டுள்ளன (Silva, Katupotha, Amarasinghe, Mantharithilake & Ranjith Ariyaratna, 2013). நவம்பர் 2011 – மார்ச்

2012 காலப்பகுதியில் கடன்ரேரிகளின் நீரியல் பண்புகள் (hydrological characteristics), உவரநிலை வேறுபாடுகள் அறியப்பட்டதுடன் உயிர்ப்பல்வகைமை பற்றியும் கூறப்பட்டுள்ளது. இவ் ஆய்வானது, நூல்கள், வெளியீடுகள், அறிக்கைகள் மூலமாகப் பெற்ற தரவுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளதுடன், உவரநிலை தரவுகள் களஆய்வின் மூலம் பெறப்பட்டு பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்டுள்ளன. கடன்ரேரிகளின் சூழலியல் சார் சுற்றுலா மற்றும் முகாமைத்துவம் தொடர்பாகவும் ஆராயப்பட்டுள்ளது.

யாழ்ப்பாண உள்நாட்டுக் கடல்நீர் ஏரி அபிவிருத்தித் திட்டம் - ஓர் மீள்பார்வை (Balasubramaniam, 2000) எனும் ஆய்விலே ஆனையிறவுக் கடல்நீரேரி, தொண்டமனாறு கடல்நீரேரி, உப்பாற்றுக் கடல்நீரேரி, வழக்கையாறு சார்ந்த கரையோரப்பகுதி ஆகியவற்றின் அபிவிருத்தியை மையமாகக் கொண்டு இவ் ஆய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளது. இப்பகுதிகளின் விவசாயப் பிரச்சினை, குடிநீர்ப்பிரச்சினை, மீன்பிடி தொடர்பான பிரச்சினைகள் ஆராயப்பட்டுள்ளதுடன் கடல்நீரேரித் திட்டங்களின் பயன்பாடுகள் தொடர்பாகவும் ஆய்வுக்குட்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இவ் ஆய்வு ஒரு சமூக பொருளாதார ஆய்வாக மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளது. இப்பகுதிகளின் பௌதிக இரசாயன நிலைமைகள் ஆய்விற்குட்படுத்தப்படவில்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

யாழ் குடாநாட்டின் ஈரநிலச் சூழற்றொகுதியின் உத்தமமான பயன்பாடு (Piratheepa, 2013) எனும் ஆய்விலே நெடுந்தீவு ஈரநிலச் சூழல், புங்குநீவு கடல்நீரேரி, குடாநாட்டின் மேற்குப்பகுதி, உப்பாறு கடல்நீரேரி, தொண்டமனாறு கடல்நீரேரி, யாழ்ப்பாணக் கடல்நீரேரி, சுண்டிக்குளம் கடல்நீரேரி ஆகியன ஆய்விற்குட்படுத்தப்பட்டுள்ளன. ஈரநிலச் சூழற்றொகுதிகள் படமாக்கப்பட்டுள்ளதுடன் இப்பகுதிகளின் தற்போதய பொருளாதார சுற்றுச்சூழல் நிலைமைகள் ஆராயப்பட்டுள்ளதுடன் எதிர்காலத்தில் இப்பகுதிகளின் பொருளாதார சுற்றுச்சூழல் இலக்குகளும் முன்மொழியப்பட்டுள்ளன. நீரின் பௌதிக இரசாயன இயல்புகள் ஆய்விற்குட்படுத்தப்படவில்லை.

தொண்டமனாறு கடல்நீரியின் அபிவிருத்தி வாய்ப்புக்களுக்கான தளநிலைப் பகுப்பாய்வுகள் (Gnanewswaran, 2015) எனும் ஆய்விலே தொண்டமனாறு கடல்நீரியின் அபிவிருத்தி இலக்குகள் முன்மொழியப்பட்டுள்ளன. உயிர்ப்பல்வகைமை, நீரியல் மற்றும் சமூக பொருளாதார தரவுத்தளம் உருவாக்கப்பட்டு இப்பகுதிக்கான முகாமைத்துவத் திட்டம் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது.

அம்பாந்தோட்டை மாவட்டத்தில் உவரநீர்த் தாக்கத்திற்கு உட்பட்ட நிலங்களை அடையாளப்படுத்தும் ஆய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளது (Subasinghe, 2004). GPS இனால் இடஅமைவுகள் குறிக்கப்பட்டு அவை திருத்தமாக படமாக்கப்பட்டு (point map) வேறுபட்ட ஆழங்களில் மண் மாதிரிகள் சேகரிக்கப்பட்டு மண்ணின் உவரத்தன்மை, மண்ணின் நுண் அளவீடுகள் பெறப்பட்டுள்ளது. குறித்த பகுதியின் இடவிளக்கப்படங்கள், செய்மதிப்படங்கள் ArcView3.2a, ILWIS 3.2 இல் Remote Sensing & GIS பகுப்பாய்விற்குட்படுத்தப்பட்டு ஆய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளது. மண் வகைகள், தரம், நிலப்பயன்பாடு போன்றவை ஆய்விற்குட்படுத்தப்பட்டதுடன் அப்பகுதியின் தாவரங்கள் (இலைகள், கிளைகள், தாவரங்களின் உயரம்) மண்ணின் தன்மையுடன் ஒப்பிடப்பட்டு அடையாளப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. குறித்த பகுதிகளின் திட்டமிடல் நடவடிக்கைகளுக்கு இவ்வாறான ஆய்வுகள் அவசியமாகின்றன.

செய்மதித் தொலையுணர்வுத் தொழில்நுட்பம் (RS) மற்றும் புவியியல் தகவல் ஒழுங்கு (GIS) நுட்பங்களைப் பயன்படுத்தி ஆபிரிக்காவின் நீர் வளங்களை முகாமைத்துவம் செய்யும் ஆய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளது. African Ministerial Council on Water (AMCOW), TIGER has evolved with main contributions by ESA, UNESCO and the Canadian Space Agency (CSA) and with collaboration of other partners such as the Economic Commission for Africa (UN-ECA), the African Development Bank (AfDB) and other African and International organizations

ஆகியன இணைந்து 10 ஆய்வுக்கட்டுரைகள் வெளியிடப்பட்டுள்ளன (International Hydrological Programme (IHP of the UNESCO). இவற்றில் கடனீரேரி, குளங்கள், நீர்நிலைகள் போன்றனவற்றின் நீரியல் அளவீடுகள் பெறப்பட்டு அவை (RS) மற்றும் (GIS) நுட்பமுறைகள் முறைகள் மூலம் பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்டு ஆபிரிக்காவின் வெவ்வேறு பகுதிகளின் அபிவிருத்தி உபாயங்கள் முன்வைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு பகுதியிலேயே பல ஆய்வுநுட்பங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளதால், அபிவிருத்தி மற்றும் முகாமைத்துவ செயற்பாடுகள் மேற்கொள்வதற்கு மிகவும் பயனுடையதாக உள்ளது.

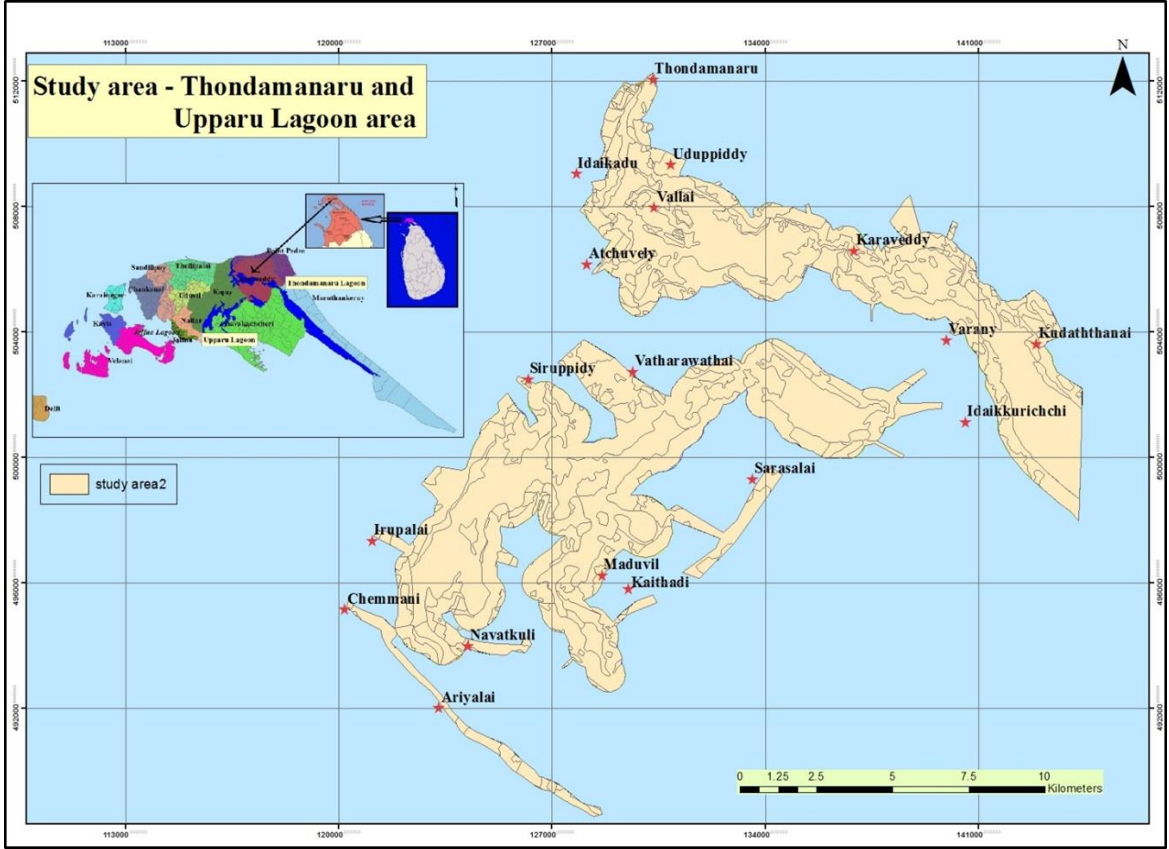
குறித்த பகுதியின் இடஞ்சார்ந்த தரவுகள் கிராம மட்டத்தில் பெறப்பட்டு, நிலப் பொருத்தப்பாடு மதிப்பிடப்பட்டு காணிப் பயன்பாடு காணிப்பயன்பாட்டு மாற்றங்கள் அடையாளப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. காணித் துண்டு மட்டத்தில் நீர் வழங்கல், வடிகாலமைப்பு முறைகள், விவசாயம், மண் கட்டமைப்பு, மண்ணின் தரம் மற்றும் நகரமயமாக்கம் போன்றவை ஆய்விற்குட்படுத்தப்பட்டுள்ளன. Land Use Changes Analyses methodology பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது (Dushaj,L, Salillari. I, Suljoti. V, Cenameri. M, & Sallaku. F, 2009). GIS நுட்பத்தின் மூலம் காணிப்பயன்பாட்டுப்பிரச்சினைகளுக்கான தீர்வுகள் முன்வைக்கப்பட்டுள்ளன, தகவல்களைக் கொண்டு குறுகிய நேரத்தில் குறைந்த செலவில் திட்டமிடல் முகாமைத்துவச் செயற்பாடுகளை மேற்கொள்ள முடிகிறது.

3. தரவுகளும் முறையும்

யாழ்குடாநாட்டின் நீர்மூலங்களாக உள்ள தொண்டமனாறு கடனீரேரி மற்றும் உப்பாறு கடனீரேரிசார் பகுதிகளில் 1981 ஆம் ஆண்டிலிருந்து 2019 வரையான காலப்பகுதிக்குள் ஏற்பட்ட நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்களை மதிப்பிடுவதாக இவ் ஆய்வு அமைந்துள்ளது. அந்த வகையில் ஆய்வுப் பிரதேசத்தினை படம் 3.1. காட்டுகிறது.

கடனீரேரிசார் பகுதிகளின் நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்களை அடையாளப்படுத்துவதற்காக முதலாம் மற்றும் இரண்டாம் நிலைத் தரவுகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. வினாக்கொத்துக்கள், பங்குபற்றுதலுடனான களஆய்வு, நேர்காணல்கள் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் முதலாம் நிலைத் தரவுகள் சேகரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்ஆய்வுக்குத் தேவையான இரண்டாம் நிலைத் தரவுகளாக செய்மதிப் படங்கள் (Satellite Images), எண்சார் நிலப்பயன்பாட்டுப் படங்கள் (Digital Land Use Maps) என்பன பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்களை அடையாளப்படுத்துவதற்காக 1981, மற்றும் 2019 ஆம் ஆண்டு நிலப்பயன்பாட்டுப்படங்கள் பெறப்பட்டன. 1981 ஆம் ஆண்டிற்கான நிலப்பயன்பாட்டுப் படம், 1:50,000 இடவிளக்கப்படத்தினை Digital format இற்கு மாற்றிப் பெறப்பட்டுள்ளது. 2019 ஆம் ஆண்டு நிலப்பயன்பாட்டுப் படம், உயர் தெளிவுத்திறன் கொண்ட செய்மதிப் படத்தினை manual interpretation செய்து களஆய்வின் மூலம் பெறப்பட்டுள்ளது. இறுதியாக வேறுபட்ட ஆண்டுகளுக்கான நிலப்பயன்பாட்டுப் படங்களைப் பயன்படுத்தி நிலப்பயன்பாட்டு மாற்ற அட்டவணை தயாரிக்கப்பட்டு, பகுப்பாய்வுகள் (confusion matrix analysis) மூலமாக நிலப்பயன்பாட்டு மாற்ற அட்டவணை (confusion matrix chart) பெறப்பட்டு நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்கள் அளவீர்த்தியாகவும் (quantitative) பண்புர்த்தியாகவும் (qualitative) மதிப்பிடப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு நிலப்பயன்பாடுகளிலிருந்தும் காலத்திற்குக் காலம் இழக்கப்பட்ட அளவுகள் மற்றும் பெறப்பட்ட அளவுகளும் மாற்றமடையாத நிலப்பயன்பாடுகளும் கணிப்பிடப்பட்டதன் விளைவாக நிலப்பயன்பாடுகளின் அளவு மற்றும் பண்பு ரீதியாக ஏற்பட்ட மாற்றங்களையும் அறியக்கூடியதாக உள்ளது.



படம் 3.1: ஆய்வுப் பிரதேசம் - தொண்டமனாறு மற்றும் உப்பாறு கடனீரேரிசார் பகுதிகள்

4. ஆய்வின் பெறுபேறு, ஆய்வின் முடிவு

தொண்டமனாறு மற்றும் உப்பாறு கடனீரேரிகளின் நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்களைப் படமாக்கலும் மதிப்பிடலும் எனும் இவ் ஆய்வின் பெறுபேறாக 1981, 2019 ஆம் ஆண்டு நிலப்பயன்பாட்டுப் படங்கள் (Land Use maps) அடையாளப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அட்டவணை 4.1 இல் நிலப்பயன்பாட்டு அளவுகள் தரப்பட்டுள்ளன. வேறுபட்ட காலப்பகுதிக்கான நிலப்பயன்பாட்டுப் படங்களை படம் 4.1, படம் 4.2 ஆகியன காட்டுகிறது. 1981-2019 நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்களினை படம் 4.3 இலும் அட்டவணை 4.2 இலும் அவதானிக்கலாம்.

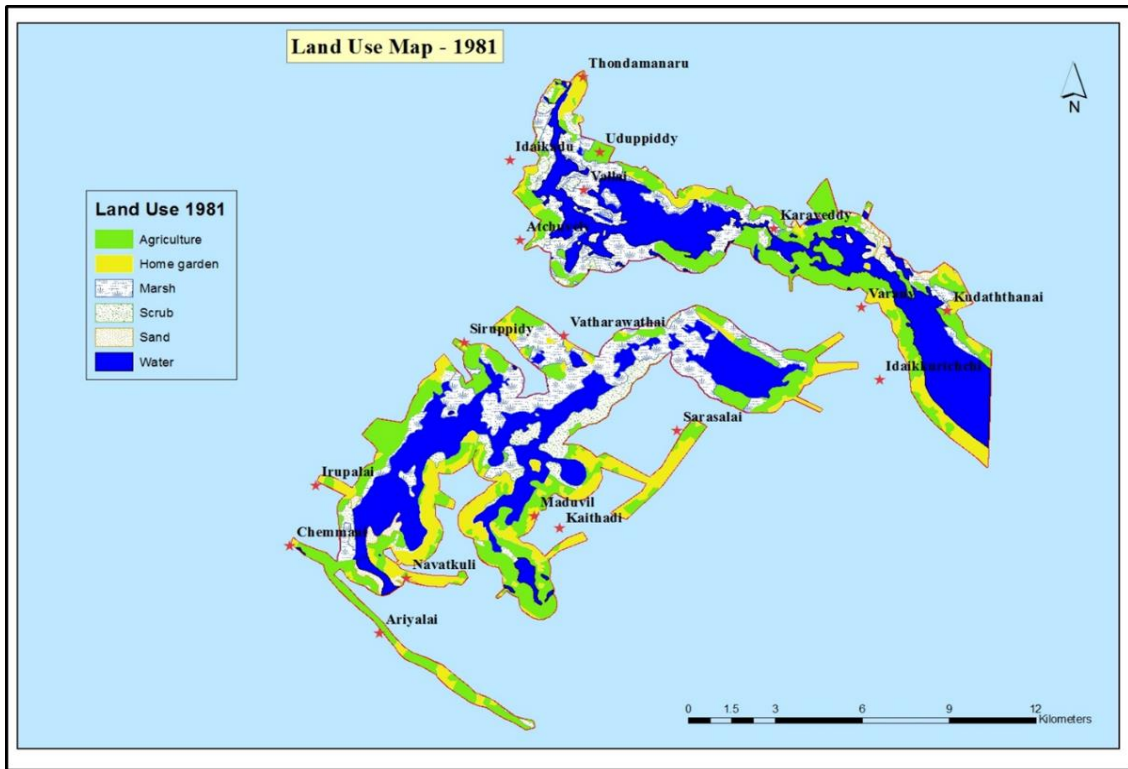
1981, 2019 ஆம் ஆண்டுகளில் நிலப்பயன்பாட்டு வகைகளாக விவசாய நிலம், வீட்டுத்தோட்டம், சேற்றுநிலம், பற்றைநிலம், மணல், நீர்நிலை என்பன அடையாளப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. நிலப்பயன்பாட்டு வகைகளின் காலரீதியான வேறுபாடுகளை அட்டவணை 4.1 மற்றும் விளக்கப்படம் 4.1 இல் நோக்கும்போது விவசாய நிலப்பயன்பாடு, வீட்டுத்தோட்டம் போன்றன 1981 காலப்பகுதியை விட 2019 இல் அதிகரித்துக் காணப்படுகின்றது. விவசாய நிலப்பரப்பு 1287 ha இனால் அதிகரித்துள்ளதுடன் வீட்டுத்தோட்டத்தின் அளவு 212 ha ஆல் அதிகரித்துள்ளது. உவர்நீர்த்தடுப்பணைகள் சீராக்கப்பட்டமையால் உவர்த்தன்மை குறைவடைந்தமையே விவசாய நிலப்பரப்பு, வீட்டுத்தோட்டம் என்பனவற்றின் அதிகரிப்புக்கு காரணமாகின்றது.

நெற்செய்கை, மேட்டுநிலப்பயிர்ச்செய்கை போன்ற விவசாய நடவடிக்கைகள் 1981 காலப்பகுதியில் கடனீரேரிசார் பகுதிகளின் உவர்நீர்த் தாக்கம் காரணமாக குறைவாகவே மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. 2019 இல் அதிகரித்திருப்பதற்கு கடனீரேரியில் உவர்நீர்த்தடுப்பணை சீராக்கப்பட்டமையால் அண்மைய பகுதிகளில் (adjoining area) உவர்த்தன்மை குறைவடைந்தமையைக் கூறலாம். ஆனாலும் பொதுவாக தற்பொழுது விவசாய

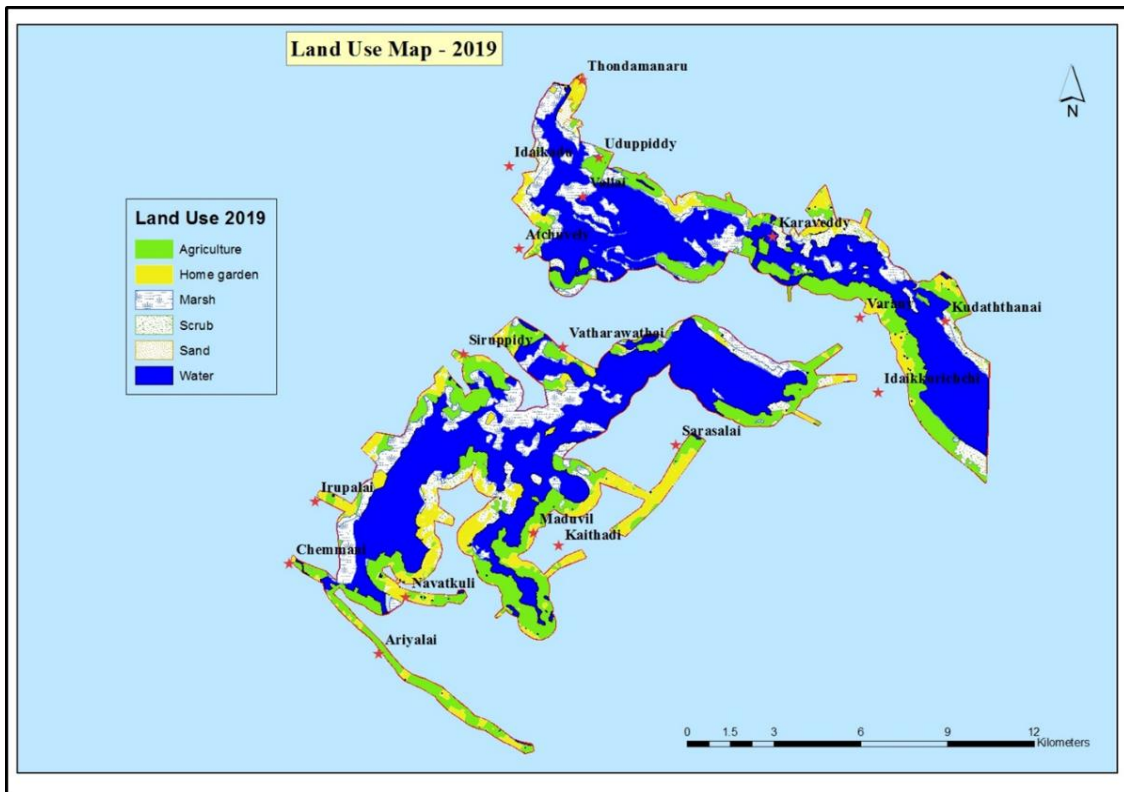
நடவடிக்கைகளில் மக்களின் நாட்டம் குறைவடைந்து வருகின்றமையும் வேறு தொழில்நாடி மக்கள் செல்கின்றமையும் நகரப்பகுதி நோக்கிய மக்களின் இடப்பெயர்வும் இப்பகுதிகளில் இடம்பெறுகின்றமையை அவதானிக்கக்கூடியதாக உள்ளது. இப்பகுதியில் தாழ்நிலங்கள் குடியிருப்பு பகுதிகளாக ஆரம்ப காலத்தில் இருந்தன. ஆனாலும் தற்பொழுது அடிப்படை வசதிகள் குறைவடைந்துள்ளமையால் மக்கள் அப்பகுதியை விட்டு வெளியேறுவதனை அவதானிக்க முடிகிறது. பருத்தித்துறையில் கொடிக்காடு, கரவெட்டியில் கப்பூது, வாதரவத்தை, சாவகச்சேரியில் சரசாலை வடக்கு, வரணி வடக்கு போன்ற பகுதிகளைக் குறிப்பிட்டுக் கூறலாம். அத்துடன் தொழிலாளர் கிடைப்பனவின்மை, கூலி அதிகரித்து வருதல், விவசாய நடவடிக்கைகளை விட தென்னை, கமுகு போன்ற மரப்பயிர்களை நாட்டுவதில் ஆர்வம் காட்டுதல், காணி துண்டாடப்படுவதனால் இயந்திரப்பொறிகளை விவசாய நடவடிக்கைகளுக்கு பிரயோகிக்க முடியாமை, மண்ணின் தரமின்மையால் அறுவடை வெகுவாகக் குறைவடைவதால், தொடர்ந்தும் பயிர்ச்செய்கையில் ஈடுபடாமை, விவசாய நிலங்கள் தரவை மற்றும் மேய்ச்சல் நிலங்களாக மாறுகின்றன..

சேற்று நிலம், பற்றை நிலம், மணல் போன்றன 1981 ஆம் ஆண்டினை விடக் குறைவடைந்துள்ளமையினை விளக்கப்படம் 4.1 ஊடாகத் தெளிவாக விளங்கிக்கொள்ளலாம். சதுப்புநிலம் 1025 ha இனாலும் பற்றைக்காடுகள் 157 ha இனாலும் குறைவடைந்துள்ளது. இப்பகுதிகளில் கண்டல் தாவரங்களின் சீரான பராமரிப்பின்மை, விறகுத்தேவை, பாதையமைப்பு போன்றவற்றிற்காக பற்றைக்காடுகள் அழிக்கப்பட்டமையும் இவ்வாறு குறைவடைந்தமைக்கான காரணங்களாகக் குறிப்பிடலாம். சேற்று நிலம், பற்றை நிலம் போன்றவற்றின் அழிவுகளை அதிகமாக அரியாலை, சரசாலை வடக்கு, தொண்டமனாறு பகுதிகளில் அவதானிக்கலாம். விறகுத் தேவை மற்றும் குடியிருப்பு நடவடிக்கைகளுக்காக இவை அழிக்கப்படுவதால் சூழற் கட்டமைப்பு (Eco Culture) குழப்பமடைந்து அரிய தாவர விலங்கினங்களுக்கு அச்சுறுத்தல் ஏற்படுகிறது. கடனீரேரிசார் பகுதிகளில் அனுமதி பெறப்படாத மணல் அகழ்வும் அதிகளவில் இடம்பெறுவதால் இயற்கை வளம் சுரண்டப்படுவதுடன் கடல்நீர் உள்வருகையால் உவராதல் பிரச்சினையும் வெள்ள அபாயமும் உண்டாகின்றது. குறிப்பாக அரியாலை, பருத்தித்துறை, தொண்டமனாறு கடற்கரையோரமாக மணல் அகழ்வு இடம்பெறுவதனைக் குறிப்பிடலாம்.

நீர்நிலையினைப் (Water body) பொறுத்தவரையில் 1981 உடன் ஒப்பிடும் போது 2019 இல் 106 ஹெக்டேயர் ஆல் குறைவடைந்துள்ளது. மக்களின் அத்துமீறிய நில அபகரிப்பு, கழிவுகள் கொட்டப்படுவதால் நீர்நிலைகள் தூர்வையாதல், அனுமதி பெறப்படாத பொருத்தமற்ற நிலப்பயன்பாடாக நீர்நிலைகளை மாற்றுதல் போன்ற நடவடிக்கைகளால் நீர்நிலைகளின் அளவுகள் குறைவடைந்துள்ளன. பருத்தித்துறை, அரியாலை கடற்கரையோரம் இவற்றினை அவதானிக்கலாம்.



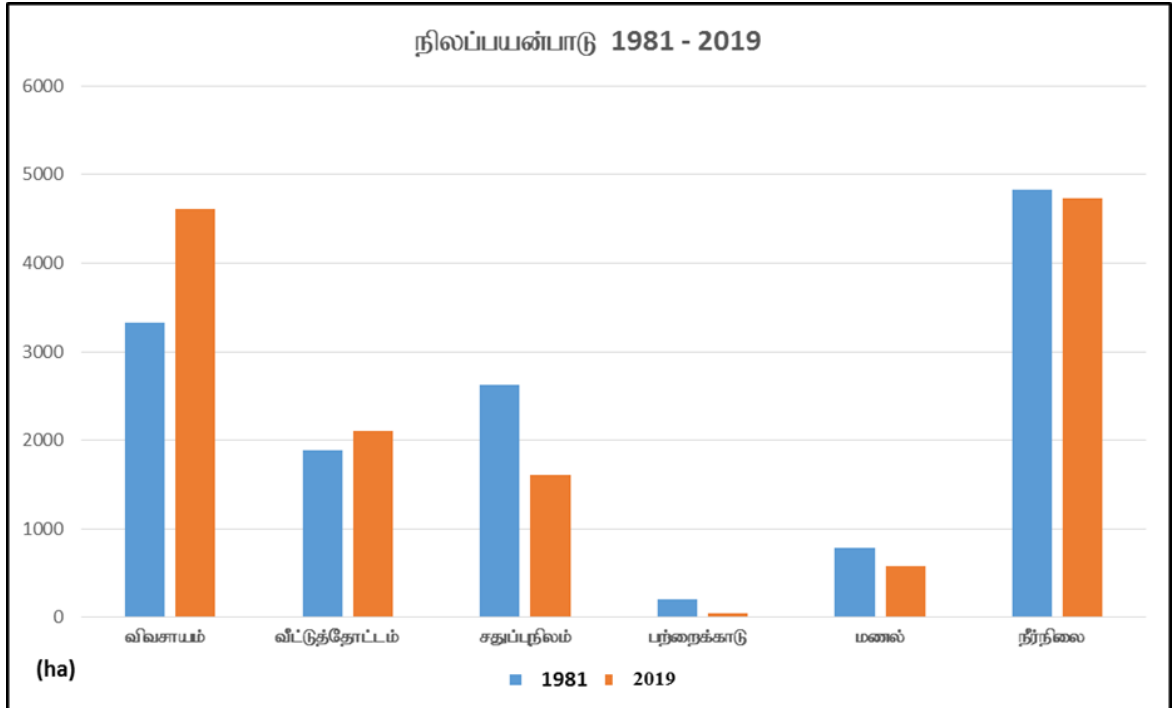
படம் 4.1: நிலப்பயன்பாட்டுப் படம் - 1981



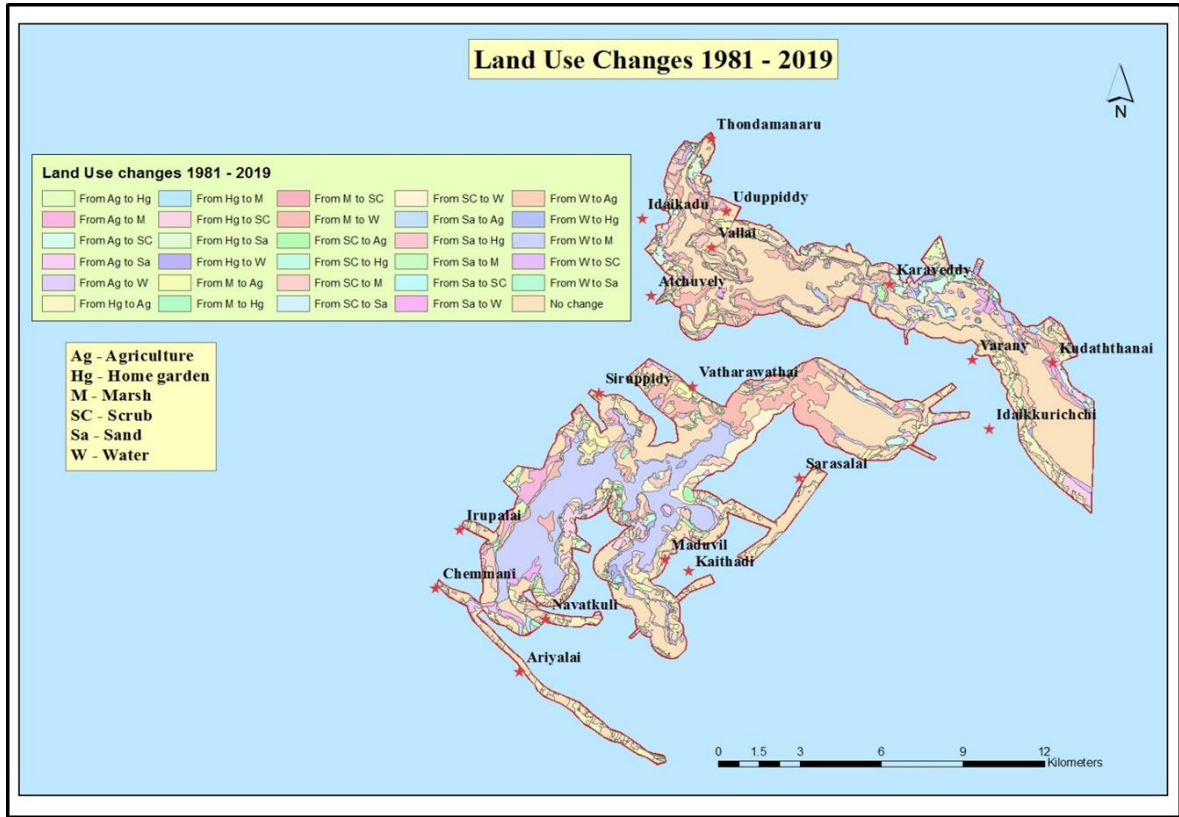
படம் 4.2: நிலப்பயன்பாட்டுப் படம் - 2019

அட்டவணை 4.1: நிலப்பயன்பாடுகள்

இல	நிலப்பயன்பாடுகள்	1981		2019	
		அளவு (ha)	வீதம்(%)	அளவு (ha)	வீதம்(%)
1	விவசாயம் (Agriculture)	3327	24	4614	34
2	வீட்டுத்தோட்டம் (Home Garden)	1888	14	2100	15
3	சதுப்புநிலம்(Marsh)	2627	19	1602	12
4	பற்றைக்காடு (Scrub)	204	1	47	0
5	மணல்(Sand)	786	6	574	4
6	நீர்நிலை (Water body)	4832	35	4726	35
	மொத்தம் (Total)	13663	100	13663	100



விளக்கப்படம்: 4.1: நிலப்பயன்பாடு 1981-2019



படம் 4.5: நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்கள்: 1981-2019

Land Use Changes 1981-2019							
Sum of area (ha)	Ag	Hg	M	Sa	SC	W	(Land Use - 2019) Grand Total
Ag	2317	1789	234	34	116	124	4614
Hg	110	55	55	20	34	1826	2100
M	120	22	908	18	256	278	1602
Sa	36	5		2	4		47
SC	143	13	75	18	81	244	574
W	601	4	1355	112	294	2360	4726
1981) Grand Total	3327	1888	2627	204	785	4832	13663

அட்டவணை 4.2: நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்களுக்கான மாறுநிலை அமைவுரு 1981-2019

Ag- Agriculture
Hg- Home garden
M- Marsh
Sa- Sand
SC- Scrub
W- Water

1981 – 2019 காலப்பகுதியின் நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்களை அட்டவணை 4.2 இல் மாறுநிலை அமைவுரு அடிப்படையில் அவதானிக்கலாம். பிரதான மூலைவிட்டத்திற்குள் வரும் பெறுமானங்கள் மாற்றத்திற்கு உட்படாத நிலப்பயன்பாட்டு அளவுகளைக் காட்டுகிறது. ஆனால் பிரதான மூலைவிட்டத்திற்கு அப்பால் உள்ளவற்றை கிடையாக வாசிக்கின்ற போது குறித்த நிலப்பயன்பாட்டில் இருந்து எவ்வளவு பரப்பளவு வேறு நிலப்பயன்பாடாக மாறியிருக்கின்றது என்பதையும் அல்லது குறித்த நிலப்பயன்பாடு எவ்வளவு பரப்பு நிலத்தை ஒவ்வொரு நிலப்பயன்பாட்டுக்காக இழந்திருக்கின்றது என்பதையும் காட்டுகிறது. அதேவேளை பிரதான மூலைவிட்டத்திலிருந்து குத்தாக வாசிக்கின்றபோது குறித்த நிலப்பயன்பாடாக என்னென்ன மாறியிருக்கின்றன என்பதையும் குறிக்கின்றது.

- உதாரணமாக விவசாயநிலம் 2317 ha, வீட்டுத்தோட்ட நிலம் 55 ha, சேற்றுநிலம் 908 ha மாற்றத்திற்கு உட்படாத நிலப்பயன்பாட்டு அளவுகளைக் காட்டுகிறது.
- பிரதான மூலைவிட்டத்திற்கு அப்பால் கிடையாக வாசிக்கின்ற போது வீட்டுத்தோட்டம் 1789 ha விவசாயநிலமாக மாறியுள்ளதடன் 22 ha சேற்றுநிலமாக மாறியுள்ளதையும் அவதானிக்கலாம்.

அதிகளவான மக்கள் தமது குடியிருப்புக்களை அண்டிய பகுதிகளில் வீட்டுத்தோட்டங்களை மேற்கொண்டுள்ளனர். இதற்கு மக்கள் மத்தியில் தற்பொழுது ஏற்பட்டுள்ள விழிப்புணர்வினை குறிப்பிடலாம். உதாரணமாக அரியாலை, பருத்தித்துறை, சாவகச்சேரி பகுதிகளில் வீட்டுத்தோட்டத்திற்கு சாதகமான மண், நீர் இல்லாத போதும், உரப்பைகளில், சாடிகளில் பிற இடங்களிலிருந்து உகந்த மண் கொண்டுவந்து வீட்டுத்தோட்டம் செய்வதில் மக்கள் ஆர்வம் காட்டுவதைக் குறிப்பிடலாம். மணல்நிலம், சதுப்பு நிலம், இயற்கையான பற்றைக்காடுகளின் அழிவுகளுக்கு மக்களின் அத்துமீறிய செயற்பாடுகள் மற்றும் நகரமயமாக்கலின் விளைவுகளையும் குறிப்பிடலாம். குறிப்பாக நகரக்கழிவுகள் கடன்ரேரிசார் பகுதிகளில் கொட்டப்படுதல், அப்பகுதி மக்களும் பொறுப்பற்ற விதமாக கழிவுகளை வீசுதல், நில உரிமையாளரின்மையால் கவனிப்பாரற்று தரவையாக நிலம் கைவிடப்பட்டிருத்தல் போன்றவற்றாலும் தொடர்ச்சியாக பயிர்செய் பகுதிகள் கவனிப்பாரற்றுள்ளன. கடன்ரேரிசார் பகுதிகளில் தொண்டமனாறு உவர்நீர்த்தடுப்பணை சீராக இயங்குவதனால் விவசாய நிலங்கள், வீட்டுத்தோட்டங்களின் அளவுகள் கணிசமான அளவில் அதிகரித்திருப்பதனைக் குறிப்பிடலாம். அத்துடன் மக்களின் அன்றாட நீர்த்தேவையும் ஓரளவுக்கு சீராக்கப்பட்டுள்ளன. ஆனாலும் உப்பாறு உவர்நீர்த்தடுப்பணை சீரின்மையால் அப்பகுதியில் விவசாய நடவடிக்கைகள், வீட்டுத்தோட்டம் போன்றன பாதிக்கப்படுவதுடன், மக்களும் சீரான குடிநீர் விநியோகமின்மையால் அவதிப்படுகின்றனர். அத்துடன் ஏனைய தேவைகளுக்காக உவர்நீரின்மையே பாவனைக்குட்படுத்தியும் வருகின்றனர்.

எனவே நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்களைப் படமாக்கலும் மதிப்பிடலும் எனும் இவ் ஆய்வானது 1981 தொடக்கம் 2019 காலப்பகுதியில் தொண்டமனாறு மற்றும் உப்பாறு கடன்ரேரி சார் பகுதிகளில் ஏற்பட்ட நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்களை மதிப்பிடுவதாக அமைந்துள்ளது. இப்பகுதிகளில் விவசாய நடவடிக்கைகளை மேலும் ஊக்குவிப்பதுடன், கண்டல் தாவர அழிவு, பற்றை நில அழிவு, மணல் அகழ்வு போன்றவற்றைக் கருத்திற்கொண்டு உரிய நடவடிக்கை எடுத்து கட்டுப்படுத்துவதுடன் மீள்நடுகையினையும் அமுல்படுத்த வேண்டும். அத்துடன் சூழலுக்கு இயைபான இயற்கையுடன் இணைந்த

சுற்றுலாக் கைத்தொழிலை (Eco Friendly Tourism) விருத்தி செய்ய வேண்டும். இப்பகுதியில் உவரநீர்த்தடுப்பணை சீராக இயங்குவதால் உவராதல் குறைவடைவதால் நெற்செய்கையினை மேலும் ஊக்குவிக்க வேண்டும். அத்துடன் நன்னீர் மீள்வளர்ப்பினை ஊக்குவிக்க வேண்டும். கடனீரேரிசார் பகுதிகளில் அடிப்படை வசதிகளை மேம்படுத்தி மக்களை மீளக் குடியமர்த்துவதன் மூலம் இப்பகுதியினை இயற்கை எழில் மிகுந்த பிரதேசமாக மாற்றுவதுடன் நிலைத்து நிற்கும் அபிவிருத்தியினையும் ஏற்படுத்த முடியும். இனிவரும் காலங்களில் இப்பகுதியின் குடித்தொகை, நிலப்பெறுமதி, நிலவாடகை, பொருட்கள் சேவைகளின் பரிமாற்றம், உயிர்ப்பல்வகைமை, புவியெளியுருவவியல் போன்ற பல்வேறு விடயங்கள் தொடர்பாகவும் கருத்தில் எடுத்து ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளும் போது இப்பகுதியின் அபிவிருத்திச் செயற்பாடுகளைச் சிறப்பாக மேற்கொள்ளக் கூடியதாக இருக்கும். எனினும் இவ் ஆய்வானது தொண்டமனாறு மற்றும் உப்பாறு கடனீரேரி சார் பகுதிகளின் திட்டமிடல் மற்றும் அபிவிருத்திச் செயற்பாடுகளுக்கு உறுதுணையாக அமையும் என்பதில் ஐயமில்லை.

உசாத்துணைகள்

- Atputhanathan, M. & Chitravadivelu, K. (1969). Fishes of the lagoon, Hydro – Biological survey research council of the Northern Province science teacher's association, Sri Lanka.
- Balasubramaniam, L. (2000). The development schemes Of Jaffna inland lagoon – A review, B.A. degree program, Dept of Geography, University of Jaffna, Sri Lanka.
- Chitravadivelu, K. (1964). Hydro biological survey of Thondaimannar lagoon. *Hydro – Biological survey research council of the Northern Province science teacher's association*. Sri Lanka.
- Chitravadivelu, K. (1990). Efficiency of the main fishing gears used in Prawns fishery in the Jaffna lagoon, Hydro – Biological survey research council of the Northern Province science teacher's association, Sri Lanka.
- Chitravadivelu, K. (1993). Aspects of fishery and species composition of edible crabs in the Jaffna lagoon, Hydro – Biological survey research council of the Northern Province science teacher's association, Sri Lanka.
- Chitravadivelu, K. (1993). Lessons from the Thondaimannar scheme for creation of fresh water bodies, Proceedings of the conference on Ecology of fresh waters in Srilanka, Sri Lanka.
- Dahdouh – Guebas, Zetterstrom, Rannback, Troell, Wickramasinghe & Koedam. (2001). Recent changes in Land - Use in the Pambala – Chilaw Lagoon complex (Srilanka) investigated using Remote Sensing and GIS: Conservation of Mangroves Vs. Development of Shrimp farming, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Emmanuel, B. E. & Chukwu L. O. (2010). Spatial distribution of saline water and possible sources of intrusion into a tropical freshwater lagoon and the transitional effects on the lacustrine ichthyofaunal diversity, African Journal of Environmental Science and Technology Vol. 4(7), pp. 480-491.
- Gnaneswaran, R. (2015). *Baseline analysis of development opportunities for Thondamanaru lagoon*. Mangroves for the future. Sri Lanka.
- Gautam.N.C,(1999). National land use mapping. Proceeding of international conference on geo informatics for natural resources assessment, monitoring and management, India.

- Joshua, W.D., Thushyanthy, M., & Nanthagoban, N. (2013). Seasonal variation of water table and groundwater quality of the karst aquifer of the Jaffna peninsula.41 (1), J. Natn. Sci. Foundation Sri Lanka.
- Krystyna, M., Andrew, M., Donna, R., Dominic, A., & Henk, H. (2006). Recent human-induced salinity changes in Ramsar-listed Orielton Lagoon, south-east Tasmania, Australia: a new approach for coastal lagoon conservation and management, Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems, University of Tasmania, Australia.
- Dushaj,L, Salillari, I, Suljoti, V, Cenameri, M, & Sallaku, F.(2009) Application on GIS for land use planning: a case study in central part of Albania, Research Journal of Agricultural Science, Vol. 41 (2).
- Muttitanon, W. and Tripathi, N. K. (2004). Land Use / Land Cover changes in the coastal zone of Ban Don Bay, Thailand using Landsat 5 TM data, International Journal of Remote Sensing, Thailand.
- Navaratnarajah, V. (1994). *Water problems in the Jaffna peninsula*. 20th WEDC Conference. Colombo. Sri Lanka.
- Paul, A. (1995). Bio diversity of saline and brackish marshes of the Indian river lagoon: Historic and current patterns, bulletin of marine science, vol. 57, India.
- Piratheepa, S., Rajendramani, G., & Eswaramohan, T. (2016). *Changes in fish and shellfish in Thondamanaru lagoon*. International journal of Environmental and Ecological Engineering, Vol:10,Jaffna, Sri Lanka.
- Piratheepa, V.(2013). Optimum utilization of wetland eco system in the Jaffna peninsula. M.Phil, Dept. of Geography, University of Jaffna, Sri Lanka.
- Riveira,I.S., Maseda,R.C., Barros, D.M. (2008). GIS – based planning support system for natural land use allocation. Computers and Electronic in Agriculture. 63 (2), 257-273.
- Sashikesh, G. (2004). Analysis of pond water samples from selected ponds in Jaffna municipal council area and Vallukkai aru. Bsc degree program, Dept of Chemistry, University of Jaffna.
- Serneels, S., & Eric F. Lambin. (2001).Proximate causes of land – use change in Narok district, Kenya: a spatial statistical model. Department of Geography, Agriculture, Belgium. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 85 (2001) 65-81.
- Shanmugarajah, K. (1993). *Water resources development in Jaffna peninsula*. Irrigation Dept. A division of wild & woolley Pty.Ltd. Sri Lanka.
- Sharma, G., Sharma, L. K, Sharma, K. C, (2019). *Assessment of land use change and its effect on soil carbon stock using multitemporal satellite data in semiarid region of Rajasthan, India*. Ecological processes.
- Silva,E.I.L., Katupotha, J., Amarasinghe, O., Manthrilake, H., & Ranjith, A. (2013), Lagoons of Srilanka: from the origins to the present,

Subasinghe, S.(2004). Development of salt-affected lands in Southern Srilanka with special reference to Hambantota District, Department of Crop Science, Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Sri Lanka.

Sukanya, B.(2012). Investigation of the effectiveness of salt barrage in Jaffna peninsula, Mineral resources and technology degree program, Uva Wellassa University, Sri Lanka.