

கண்டிக்குள பறவைகள் சரணாலயப்பகுதியின் நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றம் : புலியியல் தகவல் முறைமையடிப்படையிலான ஆய்வு

சுருணாகரன் கதாகர்
பொன்னையா பாரதி

ஆய்வுக்கருக்கம்

நிலப்பயன்பாட்டுக் கற்கையானது சர்வதேச மட்டத்தில் செயற்திறன்மிக்க ஆய்வினை மேற்கொள்ள இன்றியமையாததாக அமைகின்றன. புலிமேற்பரப்பு செயல்முறை மாற்றத்தினால் ஏற்படும் அரசியல், சமூக, பொருளாதார விளைவுகளை விளக்குவதற்கும் நிலப்பயன்பாட்டு முறைமைகள், மாற்றங்கள் என்பவற்றை அளவிடுவதற்கும் விளக்கிக்கொள்வதற்கும் அதிகரிப்பதற்கும், குறைத்துக் கொள்வதற்கும் நிலப்பயன்பாடு சார்ந்த ஆய்வுகள் இன்றியமையாததாக அமைகின்றன. நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றப்பகுப்பாய்வுக்கடாக நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றத்திற்கான சூழமைவுகள், தூண்டற்சாரணிகள், நிலப்பயன்பாட்டு விதிகள் சார்ந்த தகவல்களைப் பெற்றுக்கொள்ளக்கூடியதாக இருப்பதுடன், இத்தகவல் கண்கூடாக பூகோளமட்டத்தில் நிலமுகாமைத்துவம், தீர்மானம் எடுத்தல், சுற்றுச் சூழல் பாதுகாப்பு, நிலைத்து நிற்கக்கூடிய நிலப்பயன்பாட்டு செயல்முறைகள் என்பவற்றை மேற்கொள்ளமுடியும். அந்தவகையில் இவ் ஆய்வானது கண்டிக்குள பறவைகள் சரணாலயப் பகுதியில் காலத்துக்கு காலம் ஏற்பட்டு வரும் நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றத்தினை இடம்சார்பாகவும் அளவு சார்பாகவும் வரையறுப்பதன் கனடாக எதிர்காலத்தில் இப்பகுதியில் அபிவிருத்திச்செயற்பாடுகளில் சரூபடுவோர்களுக்கு விழிப்புணர்வினை ஏற்படுத்துவதுடன் பறவைகள் சரணாலயத்தின் நிலைத்திருப்பினைப் பேணும் இலக்குடனும் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளது. இதற்கு இடவிளக்கப்படல்கள், நிலப்பயன்பாட்டுப்படம், செய்மதிவிம்பம் ஆகியதரவுகள் பிரதானமாக பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. நிலப்பயன்பாட்டுவகை ஒழுங்குகளை நிச்சயப்படுத்திக் கொள்வதற்காக கள ஆவதானமும் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. சேகரிக்கப்பட்ட தரவுகள் புலியியல் தகவல் முறைமை, புள்ளிவிபர முறைகள் என்பவற்றுக் கூடாக பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்டன. இவற்றினூடாக ஆய்வுப்பகுதியில் 1960 களிலிருந்து 2018 வரையான காலப்பகுதிகளுக்கிடையிலும் ஏற்பட்டுள்ள நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்களை கட்டில் ரீதியாகவும் அளவு சார் ரீதியாகவும் பெறக்கூடியதாக இருந்தது. இதனால் ஆய்வுப் பகுதியின் நிலப்பயன்பாட்டில் ஏற்பட்ட மாற்றங்கள் தொடர்பில் துல்லியமான முடிவுகளை அடைவாளப்படுத்தக் கூடியதாக இருந்தது. ஆய்வின் முடிவில் ஆய்வுப்பகுதியின் நிலப்பயன்பாட்டு வகைகளில் உயிர்ப்பல்வகைகளைமீள் உறைவிடமாக திகழும் காட்டு நிலப்பகுதிகள் 1960 களிலிருந்ததை விட இன்றைய காலப்பகுதியில் வேகமான வீழ்ச்சியினை காட்டிநிற்பதுடன் இவ் இயற்கை பாதுகாப்பு பிரதேசங்களில் மனித செயற்பாடுகள் குறிப்பாக குடியிருப்புக்கள், கட்டிடங்கள், போக்குவரத்துக்கள் என்பன அதிகரித்து வருகின்றமை அடையாளப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. அந்தவகையில் அருகிலும் இயற்கை பாதுகாப்புப் பிரதேசங்களில் அபிவிருத்தி செயற்பாடுகள்

உயிர்ப்பல் வகைமைச் சூழலுக்கு தீங்கு பயக்காத வகையில் அமைப்புவேண்டும் என்பதை இவ்வூய்ய வலியுறுத்துகின்றது.

திறவுச்சொற்கள் : புவியியல் தகவல் முறைமை, இயற்கை பாதுகாப்பு பிரதேசங்கள் நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றம் மற்றும் பறவைகள் சரணாலயம்

அறிமுகம்

மனித வாழ்வாதாரத் திற்கும் அபிவிருத்திக்கும் அடிப்படையான இயற்கை வளமாகத் திகழ்வது நிலமாகும். நிலப்போர்வை என்பது புவி மேற்பரப்பை மூடியுள்ள தோற்றப்பாடுகளைக் குறிப்பதுடன் இம் நிலப்போர்வைகள் மனிதத்தேவைகளுக்காக பயன்படுத்தப்படும் போது நிலப்பயன்பாடு எனவும் வரையறுக்கப்படுகின்றது. நிலப்போர்வையில் அடங்கிய நிலப்பயன்பாட்டில் அளவு மற்றும் பண்புநிலையில் ஏற்படும் மாற்றம் நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றம் எனப்படுகின்றது (Pielou, 2004). அத்துடன் நிலப் பயன்பாட்டில் இடர்தீயங்களும் காலர்தீயங்களும் காலத்துக்கு காலம் அடையாளப்படுத்தப்படுகின்ற மாற்றங்களையும் நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றம் வெளிப்படுத்துகின்றது (Lambin & Ehrlich, 1997). வேறுபட்ட இயற்கை சமூக பொருளாதார நிலைமைகளாலும் மனிதனது வேறுபட்ட நோக்கங்கள் பயன்பாடுகளின் விளைவாகவும் நிலப்பயன்பாடு மற்றும் நிலப்போர்வைகள் காலத்துக்கு காலம் சுட்டமைக்கப்பட்டு வருகின்றன (Gruen et al., 2003). இவ்வாறாக நிலப்பயன்பாடு மற்றும் நிலப்போர்வையில் ஏற்படும் மாற்றமானது மேற்பரப்பு சார்ந்த கழற்சி செயல்முறைகளான உயிரிக்கோள வளிமண்டல இடைத்தொடர்பு, உயிர்ப்பல் வகைமை, உயிர்ப்புவளி இரசாயன வட்டம் வளங்களினுடைய நிலைத்திருக்கக்கூடிய பயன்பாடு என்பவற்றிலும்

தாக்கம் செலுத்துவதாக அமையும் (Lambin, & Ehrlich, 1997). இருப்பினும் வேகமாக அதிகரித்து வரும் சனத்தொகை காரணமாகவும் பொருளாதார அபிவிருத்தியினாலும் கடந்த ஒவ்வொரு கால சுட்டங்களிலும் நிலத்திற்கான கோவிலி அதிகரித்து வருகின்றது. இதன்காரணமாக நிலம் செறிவாக பயன்படுத்தப்படும் போது இவற்றினால் சனத்தொகை, வளங்கள் மற்றும் சூழல் சார்ந்த பிரச்சனைகள் ஏற்படுவது அடையாளப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. அந்தவகையில் புவி மேற்பரப்புகளில் விடயங்கள் தொடர்பான மாற்றப்படுப்பாய்வானது மானிடச்செயற்பாடுகளுக்கும் இயற்கைத் தோற்றப்பாடுகளுக்கும் இடையிலான இடைத்தொடர்பினை புரிந்துகொள்ள இன்றியமையாததாகும். இத்தகைய இடைத்தொடர்பு சார்ந்த புரிந்துணர்வானது வளங்களை முகாமைய செய்து கொள்வதற்கும் தீர்மானம் எடுத்ததற்கும் உதவுவதாக அமையும் (Bull et al., 2015). நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்களை அறிந்து கொள்ள வேண்டியது வெவ்வேறு திட்டமிடல் செயற்பாடுகள், அபிவிருத்தி நடவடிக்கைகள், கொள்கைகள் உருவாக்கம் மற்றும் உட்கட்டமைப்பு விரும்புகள், விழிப்புணர்வுச்செயற்பாடுகள் போன்றவற்றிற்கு இன்றியமையாததாகக் காணப்படுகின்றது. இந்நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றங்களை அறிந்துகொள்வதில் பல்வேறான நுட்பங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. தொலைவுணர்வுடன் இணைந்த வேறுபட்ட தரவுகளும் நுட்பங்களும் நிலப்போர்வை மற்றும்

தீவப்பயன்பாடுகளை வகைப்படுத்துவதற்கும் அவற்றில் ஏற்படுகின்ற மாற்றங்களை விபரிப்பதற்கும் உகந்தவகை உள்ளன. அண்மைக்காலங்களில் பல மாற்றப்பயன்பாட்கள் துட்பங்கள் விருத்தி செய்வப்பட்டு வருகின்றன. குறிப்பாக தீவப்போர்வை மற்றும் தீவப்பயன்பாட்டு மாற்றங்களை பகுப்பாய்வு செய்வதில் பாதுகாப்புக்கு முத்திய மற்றும் பாதுகாப்புக்குப் பித்திய ஒப்பீட்டு முறைகள் பொதுவாக பிரயோகிக்கப்படுகின்றன (Lu et al., 2008; Rundquist et al., 2001; Zhang et al., 2000). மேலும் பாதுகாப்புக்குப் முத்திய ஒப்பீட்டு முறைகளில் விம்ப வேறுபடுத்தல் முறை (Campbell & Wynne, 2011; Yang & Lo, 2000), விம்ப விசிறாசார முறை (Chen & Yang, 2001), பிரதான உடாப்புப் பகுப்பாய்வுமுறை (Jensen, 1986) என்பனவும் பாதுகாப்புக்குப் பித்திய ஒப்பீட்டு முறைகளில் மாற்ற காவிப் பகுப்பாய்வு முறை (Michalek, 1993), மாற்ற அட்டவணைப் பகுப்பாய்வு ஒவ்வொரு தீவப்பயன்பாட்டு வகையினதும் அணைவசார் மாற்றம், ஒவ்வொரு தீவப்பயன்பாட்டு வகையினதும் இயக்க அளவு வீதம் பொந்த தீவப்பயன்பாட்டு மாற்ற அளவுப்பகுப்பாய்வு (Shi et al., 2011; Guobin & Lesheng, 2010) ஆகிய அணைவசார் துட்பமுறைகளும் குறிப்பிடக்கூடியன. இம்முறைகள் தீவப்பயன்பாட்டு மாற்றத்தினை பண்புசார் முறையிலும் மாற்றம் பற்றிய விபரமான அளவுசார் முறையிலும் ஒரு தீவப்பயன்பாடு என்ன தீவப்பயன்பாடாக மாறுகின்றது மற்றும் எவ்வளவாக மாறுகின்றது என்பது பற்றியும் அறிய உதவுகிறது (Shi et al., 2011; Guobin & Lesheng, 2010; Jensen, 1986).

இன்றையகாலத்தில் பெளதிக சூழலில் மனித அபிவிருத்தி செயற்பாடுகளின் விளைவாக தீவப்பயன்பாட்டு மாற்றங்களும் சூழலியல் மாற்றங்களும்

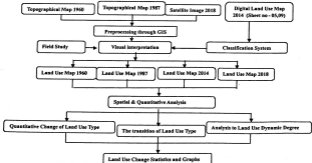
பெருமளவில் ஏற்பட்டு வருகின்றன. குறிப்பாக இயற்கை பாதுகாப்பு பிரதேசங்களில் இத்தகைய சூழலியல் மாற்றங்கள் அதிக தீவகினை ஏற்படுத்துவதாக அமைமும் இயற்கை பாதுகாப்பு பிரதேசங்கள் உயிர்ப்பல்வகைமை தினைத்ததாகவும் உயிரினங்கள் பறவையினங்களின் உளறவிடமாகவும் திகழும். குறிப்பா இயற்கைப்பாதுகாப்புப்பிரதேசங்கள் உயிர்ப்பல்வகைமை பாதுகாப்பிற்கும், சூழலியல் இணையினைப் பேணக்கூடிய வகையிலும் உள்சூர் சமூகத்திற்கு தினைத்து திறக்ககூடிய சூழல் சார் சேவைகளை வழங்குவதாகவும் அமைகின்றன (Ervin 2003; IUCN, 2005). இவ்வாறான இயற்கை பாதுகாப்பு பிரதேசங்களின் தொடர்ச்சியான தினைத்திருப்பினைப் பேணவேண்டியது இன்றியமையாததாகும். எனினும் இத்தகைய பகுதிகளில் மனிதனது விரும்பத்தகாத செயற்பாடுகள் ஒட்டுமொத்த உயிர்ப்பல்வகைமைமை தினைப்பதாக அமைமும். இவ்வகையில் இயற்கை பாதுகாப்பு பிரதேசங்களில் மனிதனது அத்தியிய செயற்பாடுகள், ஆக்கிரமியப்புக்கள், அபிவிருத்தி செயற்பாடுகள் அதிசரித்து வருகின்றன. திட்டமிடலாளர்கள், சூழலியலாளர்கள், முகாமைத்துவ நடவடிக்கையில் ஈடுபடுவோரும் இவ் இயற்கை பாதுகாப்பு பிரதேசங்களின் தீவப்பயன்பாட்டில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் தொடர்பில் கவனம் செலுத்தத்தவறியுள்ளனர். இத்தகைய செயற்பாடு இயற்கைப்பாதுகாப்பு பிரதேசங்களின் தினைத்திருப்பினை கேண்விக்குறியாக்கியுள்ளது. குறிப்பாக வடபகுதியின் இயற்கைப்பாதுகாப்புப் பிரதேசங்களின் தீவப்பயன்பாட்டில் உள்நாட்டு வுத்தம், மாண்ட அபிவிருத்தி செயற்பாடுகள், ஆக்கிரமியப்புக்கள், குடியேற்றங்கள் போன்ற பல செயற்பாடுகளால் காவத்துக்கு காவம் மாற்றங்கள்

வகைமை ஆகிய சூழலியல் கற்றுலாக் கூறுகள் அனைத்தும் ஒன்றித்த இடமாக விளங்குவதனால் 1938 ஆம் ஆண்டு பழவைகள் சரணாவலயமாக பிரகடனப்படுத்தப்பட்டது. நவம்பரிலிருந்து சூலைவரையில் மத்திய காலப்பகுதி வரை இப்பகுதியில் வேறுபட்ட உயிரினங்களையும், வெளி நாடுகளிலிருந்து வருகை தரும் புதிய பழவையினங்களையும் காணக்கூடியதாக இருக்கும் ஏறத்தாழ 11108 தொக்கேடயராக உள்ள இவ் சரணாவலயப்பகுதியினுடைய நிலப்பயன்பாட்டில் மாஸிடத் தேவைகள் அதிகரித்ததன் விளைவாக உயிரினக்குழுவிற்கும் பாதிப்பினை ஏற்படுத்தக்கூடிய வாராண மாஸிட நடவடிக்கைகள் அதி கரித்து வருகின்றன. குறிப்பாக உயிர்ப்பல் வகைமை நிறுத்த வளாந்தரப் பிரதி சங்கல் அழிக்கப்பட்டு கற்றுலா விடுதிகள் அமைக்கப்பட்டு வருகின்றன. மேலும் சில பகுதிகளில் மீள்கூடியேற்ற நடவடிக்கைகளும் துரிதமாக இடம்பெற்று வருகின்றன.

முறையியல்

செய்மதி விம்பம், இடவிளக்கப் படல்கள், நிலப்பயன்பாட்டுப்படம் ஆகிய இரண்டாம் நிலைத்தரவுகள் பிரதானமாகவும் கன அலதானத்தின் மூலம் பெறப்பட்ட முதலினைத்தரவுகள் ஆய்வுப்பகுதி சார்ந்த மேலதிக தகவல்களைப் பெற்றுக்கொள்வதற்காகவும் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இடவிளக்கப் படல்கள், நிலப்பயன்பாட்டுப்படம் என்பன நில அளவைத்திணைக்களத்திலிருந்தும் செய்மதி விம்பம் ஓர்டிஎ வர் இலிருந்தும் பெறப்பட்டுள்ளன. மேற்படி தரவுகள் டிவிவியல் தகவல் முறைமை துட்பங்கள் மூலம் பகுப்பாய்விற்கு உட்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இத் தரவுகள் பகுப்பாய்வு செய்வப்பட்ட முறை கரு 3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அத்தகவல்களில் கன அலதானத்தின் அடிப்படையிலும் நில அளவைத்திணைக்களத்தினுடைய நிலப்பயன்பாட்டு பாகு பாட்டு ஒழுங்கின்

கரு 3 நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றப்பகுப்பாய்வு செயல்முறையின் பாய்ச்சல் வரைபடம்



அடிப்படைவிலும் விவசாய நிலம், குடிநீர்-ருப்புக்கள், நீர்நிலைகள், காடுகள், புதர்கள், தரிசுநிலம், தென்னை, கரநிலங்கள் என எட்டுவகையான நிலப்பயன்பாட்டு வகைகள் அடையாளப்படுத்தப்பட்டன. பின்னர் 1960, 1987 ஆகிய ஆண்டுகளுக்கான இடவிளக்கப் படங்களில் உள்ள குறிப்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு மேற்படி எட்டு நிலப்பயன்பாட்டு வகைகளும் சுட்புவ, எண்ணியல் ரீதியாக விளக்கமளிக்கப்பட்டு படமாக்கப்பட்டன. 2014 ஆம் ஆண்டிற்கான நிலப்பயன்பாட்டுப் படத்தில் ஆய்வுப்பிரதேச எல்லை மேற்படிதல் செய்யப்பட்டு ஆய்வுப் பகுதிக்கான நிலப்பயன்பாட்டுப்படம் வெட்டி வெடுக்கப்பட்டது. மேலும் 2018 ஆம் ஆண்டிற்கான செம்மதி வியப்பம் அகலுடைய சான்று, இழைப்பைப்பு, ஒழுங்கமைப்பு என்பவற்றிற்கேற்பவும் நேரடி கன அளவாளத்தின் அடிப்படையிலும் மேற்கூறிய எட்டு வகையான நிலப்பயன்பாடுகளும் சுட்புவ, எண்ணியல் ரீதியாக விளக்க மளிக்கப்பட்டு படமாக்கப்பட்டன. இதன் மூலம் 1960, 1987, 2014, 2018 ஆம் ஆண்டுகளுக்கான நிலப்பயன்பாட்டுப்படங்கள் உருவாக்கப்பட்டன. இவ் நிலப்பயன்பாட்டுப் படங்களுக்கிடாக ஒவ்வொரு காலப்

பகுதிகளிலும் ஏற்பட்டு வந்த மாற்றங்களைக் சுட்புவ ரீதியாக அறியக்கூடியதாக இருந்தது. இவற்றுக்கு மேலதிகமாக நிலப்பயன்பாடுகளில் அளவு, பண்பு ரீதியாக ஏற்பட்டு வருகின்ற மாற்றங்கள் அனைவரைப்பகுப்பாய்வு முறைகள் மூலம் அறியப்பட்டன. இதற்கிடாக ஒவ்வொரு நிலப்பயன்பாட்டு வகையிலும் ஏற்பட்ட வருடாந்த மாற்றங்கள் மற்றும் ஒரு நிலப்பயன்பாட்டு வகை குறித்த காலத்தின் பின்னர் என்ன நிலப்பயன்பாடாக மாறுகின்றது என்பனவாக மாறுகின்றது என்பன தொடர்பில் துல்லியமான முடிவுகளைப் பெறக்கூடியதாக இருந்தது. மேலும் நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றப்பகுப்பாய்வு விழாடாக நிலப்பயன்பாட்டு வகைகளில் ஏற்படுகின்ற அனைவரை மாற்றங்கள், நிலப்பயன்பாட்டு வகைகளில் ஏற்படும் அதிசரிப்பு மற்றும் இழப்பு, ஒவ்வொரு நிலப்பயன்பாட்டு வகையினதும் இயக்க அளவு மாற்றவிதங்கள், மொத்த நிலப்பயன்பாட்டில் வருடாந்த மாற்ற இயக்க அளவு விதங்கள் தொடர்பாகவும் மதிப்பிடப்பட்டன. தனித்த நிலப்பயன்பாட்டு வகையினது இயக்க அளவு மாற்ற விதமானது சமன்பாடு - 1 இன் மூலம் மதிப்பிடப்பட்டது.

சமன்பாடு - 1

$$K = \frac{U_h - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100 \%$$

சமன்பாடு - 2

$$LC = \left[\frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_{i-1}}{\sum_{i=1}^n LU_i} \right] \times \frac{1}{2T} \times 100 \%$$

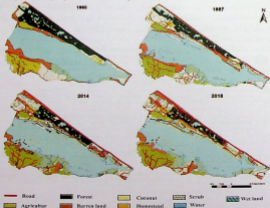
இங்கு K ஆனது ஒவ்வொரு தனித்த நிலப்பயன்பாட்டு வகைகளிலும் வருடாந்தம் ஏற்பட்டு வருகின்ற மாற்றவிகிதங்களைக் குறித்து திற்கிறது. U₁, U₂ என்பன முறையே ஆய்வுக்காலப்பகுதியின் ஆரம்ப மற்றும் இறுதி நிலப்பயன்பாட்டு வகையினது அளவின்னையும் T ஆய்வுக்காலப்பகுதியின்னையும் குறிக்கின்றது. சமன் பாடு 2 இற்கடாக மொத்தவருடாந்த நிலப்பயன்பாட்டு மாற்ற இயக்க அளவு வீதம் அளும் கணிப்பிடப்பட்டன. இதில் LC ஒட்டுமொத்தமான நிலப்பயன் பாட்டில் வருடாந்தம் ஏற்பட்டு வருகின்ற மாற்ற அளவின்னையகண்டறியும் துட்பமாக உள்ளது. Δ LU மாற்றமடைந்த நிலப்பயன்பாட்டு வகைகளையும் LU_i மொத்த நிலப்பயன்பாட்டு வகையினது அளவின்னையும் குறித்துதிற்கின்றது. T ஆய்வுக்காலப்பகுதியின்னையும் குறிப்பிடுகின்றது.

நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றம்

இடம் சார் நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றம்

ஆய்வுப்பிரதேசத்தின் நிலப்பயன்பாட்டில் காலரீதியாகவும் இடரீதியாகவும் ஏற்பட்ட மாற்றங்களை அளவு மற்றும் பண்பு சார் வெளிவீடுகளைப் பெற்றுக்கொள்ளும் நோக்கோடு இவ் ஆய்வானது மேற்கொள்ளப்பட்டனது. அந்தவகையில் முதலில் ஆய்வுப்பகுதியின் நிலப்பயன்பாட்டினது இடம் சார் பங்குகள் காலரீதியில் வெளிப்படுத்தப்பட்டன. இதுதொடராக பெறப்பட்ட 1960, 1987, 2014, 2018 எனும் நான்கு காலப்பகுதிக்கான இடம் சார் நிலப்பயன்பாட்டு பங்குகள் உரு-3 இலும் அட்டவணை -1 இலும் காட்டப்பட்டன.

உரு - 3 கணிப்புக்கான சரணாலயப்பகுதியின் நிலப்பயன்பாடுகள் (1960-2018)



இவற்றுக்கிடாக குறித்த பிரதேசத்தில் நிலப்பயன்பாட்டில் ஒவ்வொரு காலப்பகுதியிலும் ஏற்பட்ட மாற்றங்களை சுட்டிய ரீதியாக அறியக்கூடியதாக இருந்தது. ஆய்வுப்பகுதியின் வடகிழக்குப்பகுதியிலுள்ள பிரதான வளமான வளாந்தரப்பகுதியானது 1960 களிலிருந்து இன்றைய காலம் வரை வேகமாக சுருக்கிவருகின்றன. குறிப்பாக 1960 களில் 1647.53ha ஆக இருந்த காடுகளின் அளவு 2018 ஆம் ஆண்டில் 684.64ha ஆக குறைவடைந்துள்ளது. 1960 களில் மானிடக்குடியிருப்புகள் இப்பகுதியில் பெருமளவில் காணப்படவில்லை. பின்னர் அடுத்ததுவருகின்ற காலப்பகுதிகளில் குடியிருப்புகள் இப்பகுதியில் ஏற்படுத்தப்பட்டதுடன்

இன்று காடுகளை அழித்து அபிவிருத்தி நடவடிக்கைகளும் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. 1960 களில் குடியிருப்புகள் 88.43ha ஆக காணப்பட்டது. பின்னர் 1987 ஆம் ஆண்டு நாட்டில் நிலவிய அமைதியான சூழ்நிலை காரணமாக 240.04ha ஆக அதிகரித்திருந்த போதிலும் பின்னர் இடம்பெற்ற வுத்தம் காரணமாக 166.48ha ஆக விழ்ச்சியடைந்தது. வுத்தம் நிறைவடைந்ததைத் தொடர்ந்து மீண்டும் மீள் குடியேற்றங்கள் இடம்பெற்றதன் விளைவாக குடியிருப்புகள் 202.62ha ஆக அதிகரித்துள்ளது. மேலும் போக்குவரத்து வலைப் பின் லை களின் பால கு இப்பகுதியில் மானிட ஆக்கிரமிப்பினை மேலும் வலியுறுத்துவதாக அமைகின்றது.

அட்டவணை 1 நிலப்பயன்பாட்டு வகைகளின் பரப்பு (1960-2018)

Land Use Types	1960(ha)	1987(ha)	2014(ha)	2018(ha)
Agriculture	1018.02	1128.48	1175.71	1138.50
Barren land	982.13	917.33	1178.66	1198.84
Cocunut	12.71	10.28	1.52	2.33
Forest	1647.53	901.62	685.56	684.64
Homestead	88.43	240.04	166.48	202.61
Scrub	1039.87	1876.90	1448.47	1454.31
Water body	3901.85	5451.03	5404.58	5417.24
Wet land	398.14	583.00	1047.70	1010.20
Grand Total	11108.67	11108.67	11108.67	11108.67

ஒலம்: லிங் விளக்கமளித்தலும் படுப்பாய்வு

அதாவது 1960 களில் தென்மேற்கு பகுதியில் மட்டுமே போக்குவரத்துப் பாதைகள் காணப்படுகின்றன. மாறாக 1987, 2014 களில் ஆய்வுப்பகுதிகளின் தென்மேற்கு, தெற்குப் பகுதிகளில் போக்குவரத்து விரிந்தி ஏற்பட்டுள்ளதுடன் வடகிழக்குப் பகுதிகளில் புதிதாக போக்குவரத்து பாதைகள் கரையோரங்கள் வளர்ச்சியடைந்த அண்டி அமைக்கப்பட

டுள்ளன. அத்துடன் 2018 காலப்பகுதியில் இப்போக்குவரத்துப் பாதைகள் வளப்படுத்தினால் மிக நெருக்கமாக அமைக்கப்பட்டுள்ளமையை காணக்கூடியதாக உள்ளது. ஆகவே நான்கு காலப்பகுதியிலும் போக்குவரத்து வலைப்பின்லை, நிலப்பயன்பாடுகள் எல் பவற்றின் இடம்சார்பாங்குகள் ஆய்வுப்பகுதியின் நிலப்பயன்பாட்டில்

ஏற்பட்டுள்ள மாற்றங்களை வெளிப்படுத்துகின்றது.

நிலப்பயன்பாட்டு வகைகளின் அளவை சார்மாற்றம்

மேற்கூறப்பட்ட இடம்சார் மாற்றங்களுக்கு மேலதிகமாக நிலப்பயன்பாட்டு வகைகள் ஒவ்வொன்றிலும் ஏற்படுகின்ற பரப்பு மாற்றங்களைத் துல்லியமாக அறிந்து கொள்வதற்கும் ஒரு நிலப்பயன்பாடு என்ன நிலப்பயன்பாடாக எவ்வளவாக மாற்றமடைந்துள்ளது என்பதனையும் அறிந்துகொள்ள நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றப்பகுப்பாப்பவானது அவசியமாகின்றது. இப்பகுப்பாப்பவானது நிலப்பயன்பா

ட்டு வகைகளின் அளவை சார் மாற்றம், மாற்றஅட்டவணை, நிலப்பயன்பாட்டு மாற்ற இயக்க அளவு வீதம் ஆகிய முறைகளைப் பயன்படுத்தி மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளது.

ஆய்வுப்பகுதி சார்ந்த ஒவ்வொரு நிலப்பயன்பாட்டு வகைகளில் பரப்பு ரீதியாக ஏற்பட்ட மாற்றம் பெறப்பட்டு இவ்விரு காலப்பகுதிகளாக நோக்கப்பட்டது. இதன்மூலம் இவ்விரு காலப்பகுதிக்கிடையிலான நிலப்பயன்பாட்டு வகைகள் ஒவ்வொன்றிலும் ஏற்பட்ட இழப்பு அதிகரிப்பு என்பன அட்டவணை 3 இலும் உரு-4 இலும் காட்டப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 3 நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றப்போக்கு

Land Use Types	Area of addition or decrease			
	1960-1987 (ha)	1987-2014 (ha)	2014-2018 (ha)	1960-2018 (ha)
Agriculture	110.46	47.23	-37.21	120.48
Barren land	-64.80	261.33	20.18	216.71
Coconut	-2.43	-8.76	0.81	-10.38
Forest	-745.91	-216.06	-0.92	-962.89
Homestead	151.62	-73.57	36.14	114.18
Scrub	817.03	-428.43	5.85	394.45
Waterbody	-450.83	-46.44	12.66	-484.61

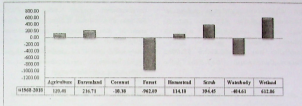
மூலம்: விட்ப விவக்கமணித்தலும் பகுப்பாய்வும்

இதனடிப்படையில் 1960 களிலிருந்து 27 வருடங்களின் பின்னர் (1987) குடியிருப்பு நிலங்கள் 152.62ha அதிகரிப்பினைக் காட்டி, திற்பதுடன் விவசாய நிலங்கள் 110.46ha அதிகரித்துள்ளது. அதே நேரம் மேற்கூறிய கால இடைவெளியில் காட்டு நிலம் 745.91ha அதிகரிக்கப்பட்டுள்ளதுடன் 817.03ha புத்தநிலங்களாகவும் மாறியுள்ளன.

அடுத்துவருகின்ற 27 வருட காலப்பகுதியில் (1987-2014) காட்டு

நிலங்கள் மற்றும் புத்தநிலம் குடியிருப்பு என்பவற்றில் முறையே 216.06ha, 428.43ha, 472.57ha என்ற அளவிலான வீழ்ச்சி ஏற்பட்டுள்ளதுடன் விவசாய நிலங்களில் மிகச்சிறிய அளவிலேயே 47.23ha அதிகரிப்பு ஏற்பட்டுள்ளது. மாறாக தரிக நிலங்கள் 281.33ha எழும் விரைவான அதிகரிப்பினை காட்டி திற்கிறது. இத்தகைய நிலைமைக்கு அக்காலப்பகுதிகளில் ஆய்வுப்பகுதியில் இடம்பெற்ற புத்த நிலைமைகள் செல்வாக்கு செலுத்தியுள்ளமை குறிப்பிடத்தக்கது.

உரு - 4 நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றப்பொக்கு (1960-2018)



2014 ஆம் ஆண்டிற்கு பின்னர் இப்பகுதியில் மத்திய நிலநிலைவாதி அபிவிருத்தி துறையுடனான நிலவும் கருவமான காலங்களாக அமைந்ததின்மூலம் அடுத்துவரும் தாண்ட ஆண்டுகளில் குடியிருப்புக்கள் 36.14ha தென்னைச்செய்கை 0.82ha அதிகரிப்பினை காட்டிநிற்கின்றது. காட்டுநிலப்பகுதிகள் 0.92ha, விவசாய நிலம் 37.21ha வீழ்ச்சியடைந்திருக்கின்ற நிலைமை இப்பகுதியில் ஏற்பட்டுவரும் கட்டுமான அபிவிருத்திகளை வெளிப்படுத்தி நிற்கிறது. ஒட்டுமொத்தமாக 1960களிலிருந்து 2018 வரையாக நோக்கும் போது காட்டுநிலங்களே வேகமாக(862.88ha) குறைவடைந்திருக்கின்றன. ஏனைய நிலப்பயன்பாடுகளில் காலத்துக்கு காலம் வீழ்ச்சி அதிகரிப்பு என்பன மாறிமாறி ஏற்பட்டுள்ளன.

நிலப்பயன்பாட்டு வகைகளுக்கிடையிலான மாற்ற அட்டவணைப்பகுப்பாய்வு

மேற்கூறியதன்படி ஒவ்வொரு காலப்பகுதியிலும் நிலப்பயன்பாட்டு வகைகளுக்கிடையே ஏற்பட்ட அதிகரிப்பு வீழ்ச்சியினை அளவுகாட்டு நிதியாக அதியக் கூடியதாக இருக்கது. மாறாக ஒருகாலப்பகுதியில் காணப்பட்ட நிலப்பயன்பாடு என்ன நிலப்பயன்பாடாக மாறுகின்றது

என்பவனாக மாறுகின்றது என்பதனை அறிய இந்த மாற்ற அட்டவணைப்பகுப்பாய்வு உதவுகின்றது. அந்தவகையில் 1960-1987, 1987-2014, 2014-2018, 1960-2018 ஆகிய இன்னொரு காலப்பகுதிக்குமிடையிலான நிலப்பயன்பாட்டு மாற்றப்பகுப்பாய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டன. அட்டவணை 3 இல் 1960-2018 காலப்பகுதிக்கிடையிலான நிலப்பயன்பாட்டு மாற்ற அளவுகாட்டப்பட்டுள்ளது. மாற்ற அட்டவணையில் நிரல் அடிப்படையில் 2018 ஆம் ஆண்டுக்குரிய நிலப்பயன்பாட்டு வகைகளை பரப்பும், திரை அடிப்படையில் 1960 களில் நிலப்பயன்பாட்டு வகைகளை பரப்பும் காட்டப்படுவதுடன் மூலவரிட்ட பெறுமானங்கள் இரண்டு காலப்பகுதியிலும் மாற்றமடைவாத நிலப்பயன்பாட்டு வகைகளை பரப்பினையும் குறித்துநிற்கிறது. மேலும் மூலவரிட்டப் பெறுமானங்கள் தவிர கிடைவாக காட்டப்பட்டுள்ள பெறுமானங்கள் முதலில் குறித்த நிலப்பயன்பாடாகவிரிந்து வேறு நிலப்பயன்பாடாக மாற்றமடைந்த அளவினையும், குத்தாக காட்டப்பட்டுள்ள பெறுமானங்கள் ஆரம்பத்தில் வேறு நிலப்பயன்பாடுகளாகவிரிந்து பின்னர் குறித்த ஒரு நிலப்பயன்பாடாக மாற்றமடைந்த அளவினையும் குறிக்கின்றது. அதையடிப்பட-

யில் 1960 தனில் 1647.52ha ஆக காணப் பட்ட காட்டுநிலம் 2018 இல் 694.62ha ஆக வீழ்ச்சியடைந்துள்ளது. அத்துடன் இக்காலப்பகுதியில் 628.82ha காட்டு நிலம் எய்வீத மாற்றத்திற்கும் உள்ளாக வில்லை. அதே நேரம் இக்கால இடை வெளியில் காட்டுநிலங்களில் 52.03ha விவசாயநிலமாகவும் 355.84ha தரிக

நிலமாகவும் மாற்றமடைந்துள்ளன. 94.97ha குடிவிரும்பு நிலங்களாகவும் மாறியுள்ளன. மாறாக 5.69ha தரிகநிலம், 59.54ha நீர்நிலைகள், 0.59ha புதர்நிலங்கள் என்பன காட்டுநிலமாக மாறியுள்ளன. இதேபோல் ஒவ்வொரு நிலப்பயன்பாட்டு வகைகளில் ஏற்பட்ட அதிகரிப்பு மற்றும் இழப்பினையும் அட்டவணைக்கடாச அறிவகக் கடிவதாக உள்ளது.

அட்டவணை -3 நிலப்பயன்பாட்டு வகைகளுக்கிடையிலான மாற்றப்பகுப்பாய்வு

Land Use Type	Land Use 2018 (ha)								
	Agriculture	Barrenland	Coconut	Forest	Homestead	Scrub	Waterbody	Wetland	Grand Total
Agriculture	851.84	77.44	0.00	0.00	31.96	52.80	4.96	34.62	994.62
Barrenland	15.17	449.80	2.33	3.69	15.07	123.74	115.31	156.79	926.15
Coconut	0.00	0.89	8.08	0.00	12.38	0.31	0.22	0.00	21.71
Forest	52.00	355.84	0.00	618.62	94.97	318.87	128.79	43.41	1477.55
Homestead	38.72	0.34	0.00	0.00	26.25	0.39	0.00	2.20	67.70
Scrub	103.02	152.67	0.00	8.58	14.76	422.25	30.90	313.18	1047.27
Waterbody	0.00	149.09	0.00	59.34	6.72	182.38	5887.31	267.69	6941.85
Wetland	34.66	41.49	0.00	0.00	0.00	10.00	181.83	356.27	523.25
Grand Total	1338.38	1895.84	2.33	694.62	202.41	1444.31	2487.24	918.19	11099.67

மூலம்: விம்ப விளக்கவளித்ததும் பகுப்பாய்வும்

தனித்த நிலப்பயன்பாட்டு வகைவீனது இயக்க அளவு மாற்றவீதம்

எடுத்துக் கொண்ட இவ்விரி காணப்பகுதிகளிலும் ஒவ்வொரு தனித்த நிலப்பயன்பாட்டு வகைகளிலும் ஏற்படுகின்ற இயக்க அளவு மாற்றவீதமானது சமன்பாடு 1 இல் அடிப்படையில் கணிக்கப்பட்டு அட்டவணை 4 இல் வெளிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. அதன் பிரகாரம் 1960 முதல் 1987 வரையான காலப்பகுதியில் தரிகநிலம், காடு, நீர் நிலை என்பன முறையே 0.24, 0.71, 1.68, 0.28 வீதம் வருடாந்த வீழ்ச்சியினைக் காட்டுகின்றது. மாறாக இக்காலப்பகுதியில் விவசாயம்,

குடிவிரும்பு, புதர்நிலம் என்பவற்றில் வருடாந்த அதிகரிப்பு வீதம் முறையே 0.4, 6.33, 2.86 எழுமளவில் அதிகரித்துள்ளது. இவ்வாறாக அடுத்து வரும் கால இடைவெளிகளிலும் நிலப்பயன்பாட்டு வகை ஒவ்வொன்றினதும் வருடாந்த இயக்க அளவு மாற்ற வீதங்களை அட்டவணை 4 இல் கடாச அறிவகக் கடிவதாக உள்ளது. மேலும் ஒட்டு மொத்தமாக கடந்த 58 வருடங்களாக இடையே ஒவ்வொரு நிலப்பயன்பாட்டினும் ஏற்பட்டுள்ள மாற்ற வீதங்கள் அதில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை-4 ஒவ்வொரு நிலப்பயன்பாட்டு வகையினதும் இயக்க அளவு மாற்றவீதம்

Land Use Types	Dynamic Degree (%)			
	1960-1987	1987-2014	2014-2018	1960-2018
Agriculture	0.4	0.16	-0.79	0.2
Barrenland	-0.34	1.06	0.43	0.38
Coconut	-0.71	-3.16	13.33	-1.41
Forest	-1.68	-0.89	-0.03	-1.01
Homestead	6.35	-1.14	5.43	2.23
Scrub	2.86	-0.83	0.1	0.64
Waterbody	-0.28	-0.03	0.06	-0.14
Wetland	1.72	2.95	-0.89	2.65

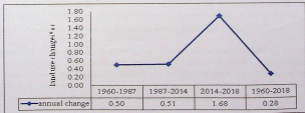
மூலம்: விவசாய வளக்கமினித்தரகம் பகுப்பாய்வு

மொத்த நிலப் பயன்பாடுகளையும் வருடாந்த மாற்றவீதம்

சுமன்பாடு 2 இன் அடிப்படையில் ஆய்வுப்பகுதிவிலுடைய மொத்த நிலப் பயன்பாட்டில் வருடாந்தம் ஏற்பட்டுள்ள மாற்றம் கணிப்பிடப்பட்டு உரு-6 இல் வெளிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. அதன்படி 1960 இலிருந்து 1987 வரையான காலப்பகுதியில் கண்டிக்குள பறவைகள் சரணாலயப் பகுதியின் மொத்த நிலப் பயன்பாட்டில் சராசரியாக வருடாந்தம் 0.50% மான அதிகரிப்பு ஏற்பட்டுள்ளது. அதனைத்

தொடர்ந்து 1987-2014 வரையான காலப்பகுதியில் சராசரியாக 0.51% மான வருடாந்த அதிகரிப்பு ஏற்பட்டுள்ளது. மாறாக அடுத்துவரும் நான்கு ஆண்டு காலப்பகுதியில் அதாவது 2014 முதல் 2018 வரையான காலத்தில் மூத்தம் திறைவடைந்து அபிவிருத்தி நடவடிக்கைகளின் முன்னப்பு பெற்றதன் காரணமாக மொத்த நிலப்பயன்பாட்டில் வருடாந்தம் 1.68% மான சராசரி அதிகரிப்பினைக் காட்டி நிற்கிறது.

உரு-6 வருடாந்த நிலப்பயன்பாட்டு மாற்ற அளவு வீதம்



முடிவுரை

கண்டிக்குள பறவைகள் சரணாலயப் பகுதியில் நடைஞ்ஞ காலப்பகுதிக்குரிய நிலப்பயன்பாட்டு படக்கல் தயாரிக்கப்பட்டு பிரதான நிலப்பயன்பாட்டு வகையில் இட மற்றும் காலநீதியில் ஏற்பட்ட மாற்றங்கள் பரப்பாய்வு செய்யப்பட்டன. இப்பகுப்பாய்வானது நிலப்பயன்பாட்டுப் படக்கலை ஒப்பிடுதல், டிஜிடிபிபர முறைகள் சார்ந்த கணிப்பீடுகள், இடம் சார் தரவுகளையும் அட்டவணைத் தரவுகளையும் இணைத்தல், ஒவ்வொரு நிலப்பயன்பாட்டு வகையிலும் ஏற்பட்ட இயக்க அளவு மாற்றவீதங்களடிப்படையிலும் மேற்கொள்ளப்பட்டன. இதன்படி 1960 களில் பறவைகள் சரணாலயப்பகுதியில் மனிதக்குடிவிறுப்புக்கள் குறைவாகவும் போக்குவரத்து விறுத்தியற்ற தன்மையும் காணப்பட்டது. உயிர்ப்பல்வகைமையுடைய காட்டுநிலம், சரநிலம், புதர்நிலம் என்பன அதிகளவிலும் காணப்பட்டன. 27 வருடங்களின் பின்னர் (1987) காடுகள் அழிக்கப்பட்டு மனித குடிவிறுப்புக்கள் போக்குவரத்து விறுத்திகள் ஏற்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அதன் பின்னரான காலப்பகுதியில் வடபகுதியில் இடம்பெற்ற வுத்த நடவடிக்கைகள் இராணுவ ஆக்கிரமிப்பின் விளைவாக பின்னும் குடிவிறுப்புக்கள் குறைவடைந்ததுடன்

காட்டு நிலமும் குறைவடைந்திருந்தது. 2014 த்ஞ பின்னர் நாட்டில் நிலவிய அமைதியான சூழலின் விளைவாக பின்னும் பெற்றலங்கள் ஏற்படுத்தப்பட்டுள்ளதுடன் காட்டுப்பகுதிகளை கடைதுத்து கட்டிடங்கள் போக்குவரத்து பாதைகளும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

இத்தகைய நிலப்பயன்பாட்டு மாற்ற நிலைமையானது இல் சரணாலயப் பகுதி உயிர்ப்பல்வகைமை சூழலுக்குப் பெரும் அக்கறுத்தலை ஏற்படுத்துவதாக அமையும். ஆகவே மிக அருகிலும் வளமாகவும் பொருளாதார ரீதியில் தன்மை பயக்கும் இடமாகவும் திகழும் கண்டிக்குள பறவைகள் சரணாலயப்பகுதியினது உயிர்ப்பல்வகைமை தன்மைவினை பேணவேண்டியது சூழலியலாளர்கள் அனைவரினதும் தலைமையாக கடமைபாடும் அந்த வகையில் இயற்கை பாதுகாப்பு பிரதேசங்களில் திகழும் அபிவிறுத்திகள் சூழலுக்கும் உயிரினங்களுக்கும் பாதிப்பினை ஏற்படுத்தாத வகையில் அமைப்பேண்டும் என்பதை வலியறுத்துவதற்காக இல் ஆய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளது. இயற்கை பாதுகாப்பு பிரதேசங்களின் நிலைத்திருப்பினைப்பேணும் வகையில் இல் ஆய்வு அமைபும் என்பதில் எவ்வித றுயமு பில்லை.

References

- Butt, A., Shabbir, R., Ahmad, S. S., & Aziz, N. (2015). Land use change mapping and analysis using Remote Sensing and GIS: A case study of Simly watershed, Islamabad, Pakistan. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 18(2), 251-259.
- Campbell, J. B., & Wynne, R. H. (2011). *Introduction to remote sensing*. Guilford Press.
- Chen, Y. & Yang, P. (2001). International land use land cover change research progress. *Economic Geography*, 21(1), 95-100.
- Ervin, J. (2003). Protected area assessments in perspective. *AIBS Bulletin*, 53(9), 819-822.
- Guobin, H., & Lesheng, L. (2010, August). Extracting change information of land use based on Landsat TM image and GIS. In *Computer Science and Education (ICCSE), 2010 5th International Conference on* (pp. 1066-1068). IEEE.
- IUCN--The World Conservation Union. (2005). *Benefits Beyond Boundaries: Proceedings of the Vth IUCN World Parks Congress: Durban, South Africa 8-17 September 2003*. Iucn.
- Jensen, J. R. (1996). Thematic information extraction: Image classification. *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*, 197-256.
- Ji-yuan, L. I. U., Zeng-xiang, Z. H. A. N. G., Da-fang, Z. H. U. A. N. G., Yi-mou, W. A. N. G., Wan-cun, Z. H. O. U., Shu-wen, Z. H. A. N. G., ... & Shi-xin, W. U. (2003). A study on the spatial-temporal dynamic changes of land-use and driving forces analyses of China in the 1990s. *地理研究*, 22(1), 1-12.
- Lambin, E. F., & Ehrlich, D. (1997). Land-cover changes in sub-Saharan Africa (1982-1991): Application of a change index based on remotely sensed surface temperature and vegetation indices at a continental scale. *Remote sensing of*
- Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E., & Moran, E. (2004). Change detection techniques. *International journal of remote sensing*, 25(12), 2365-2401.

- Michalak, W. Z. (1993). GIS in land use change analysis: integration of remotely sensed data into GIS. *Applied Geography*, 13(1), 28-44.
- Rundquist, D. C., Narumalani, S., & Narayanan, R. M. (2001). A review of wetlands remote sensing and defining new considerations.
- Shi, W., Wu, G., He, L., Chen, G., Jiang, C., & Wang, Y. (2011, June). An RS and GIS analysis on land-use/cover change in East River Valley, China. In *Geoinformatics, 2011 19th International Conference on* (pp. 1-5). IEEE.
- Yang, X., & Lo, C. P. (2002). Using a time series of satellite imagery to detect land use and land cover changes in the Atlanta, Georgia metropolitan area. *International Journal of Remote Sensing*, 23(9), 1775-1798.
- Zhang, K., Yu, Z., Li, X., Zhou, W., & Zhang, D. (2007). Land use change and land degradation in China from 1991 to 2001. *Land Degradation & Development*, 18(2), 209-219.