

க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களின் விஞ்ஞானபாட அடைவில் கணித்தல்சார் தேர்ச்சிநிலையின் தாக்கம்

விகிந்தறாஜ் நல்லதம்பி¹ & பிரதீபன் குணசிங்கம்¹

¹கல்வியியல் துறை, யாழ்ப்பாணப் பல்கலைக்கழகம், இலங்கை

Correspondence: viginthan29@gmail.com

ஆய்வுச்சுருக்கம்

காரைநகர்க் கல்விக் கோட்டப் பாடசாலைகளில் க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவானது குறைவாகக் காணப்படுவதற்கு மாணவர்களின் கணித்தல் சார் தேர்ச்சியின்மை ஒரு காரணமாக அமைகின்றதா என்பது ஆய்வுப் பிரச்சினையாகக் கொள்ளப்பட்டு க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவில் அவர்களின் கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகள் எந்தளவிற்கு தாக்கம் செலுத்துகின்றது என்பதை ஆராய்வதை நோக்கமாகக் கொண்டு இந்த ஆய்வானது அளவறி அணுகு முறையில் அமைந்த குறுக்குவெட்டு அளவைநிலை ஆய்வாக மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளது. இதன்பொருட்டு ஆய்வுப் பிரதேசமாகிய காரைநகர்க் கல்விக் கோட்டத்தின் சிரேஸ்டர் இடைநிலை வகுப்புக்களைக் கொண்ட நான்கு பாடசாலைகளில் க.பொ.த சாதாரண தரத்தில் கல்வி கற்கும் 150 மாணவர்கள் ஆய்வுக் குடித்தொகையாகக் கொள்ளப்பட்டு அவர்களிலிருந்து 108 மாணவர்கள் விகிதாசாரப் படைகொண்ட எழுமாற்று மாதிரியெடுப்பு முறையில் ஆய்வு மாதிரியாகத் தெரிவு செய்யப்பட்டனர். தெரிவுசெய்யப்பட்ட ஆய்வு மாதிரிகளிடமிருந்து கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகளை உள்ளடக்கிய ஆய்வாளரினால் தயாரிக்கப்பட்ட வினாத்தாள் மூலம் கணித்தல் சார் தேர்ச்சி தரவுகளும், பாடசாலைப் புள்ளிப் பதிவேட்டிலிருந்து 2023 ஆம் ஆண்டின் வலய மட்ட இரண்டாம் தவணைப் பரீட்சையில் அம் மாணவர்கள் பெற்ற விஞ்ஞான பாடப் புள்ளிகளும் பெறப்பட்டன. பெறப்பட்ட தரவுகள் விபரணப் புள்ளிவிபரவியல் நுட்பங்களாகிய மீடறன், சதவீதம், இடை மற்றும் நியமவிலகல் ஆகியவற்றையும் அனுமானப் புள்ளிவிபரவியல் நுட்பமாகிய Simple Linear Regression analysis ஐயும் பயன்படுத்திப் பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்டது. மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவின் தற்போதைய நிலையானது சித்தியின்மை நிலையில் ($M = 36.79, SD = 18.84$) காணப்படும் அதேவேளை அம் மாணவர்களின் கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகளின் தற்போதைய நிலையானது தாழ் நிலையில் ($M = 8.59, SD = 13.81$) காணப்படுகின்றமை இந்த ஆய்வின் மூலம் வெளிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. மாணவர்களின் கணித்தல் சார் தேர்ச்சி நிலையானது அவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவில் 73.2% நேரான மற்றும் பொருண்மையான செல்வாக்கினைச் செலுத்துகின்றமையும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது ($F(1,106) = 283.83, p < 0.001, \beta = 1.167, R^2 = .732$). க.பொ.த சாதாரண தர விஞ்ஞான பாட அடைவை மேம்படுத்துவதற்கு கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகளை மாணவர்களிடத்தில் மேம்படுத்துவதற்கான பொருத்தமான நடவடிக்கைகளைத் திட்டமிட்டு நடைமுறைப்படுத்துவதற்கு ஆசிரியர்கள், கல்விசார் நிர்வாகக் கட்டமைப்பினர், கலைத்திட்ட வடிவமைப்பாளர்கள் மற்றும் கொள்கைவகுப்பாளர்களிற்கு இந்த ஆய்வு பரிந்துரை செய்கின்றது.

திறவுச் சொற்கள்: விஞ்ஞான பாட அடைவு, தேர்ச்சி, கணித்தல் சார் தேர்ச்சி

1. ஆய்வுப் பின்னணி

மேற்கூலக நாடுகள் மற்றும் ஆசியாவில் இலங்கை, புருனே, சிங்கப்பூர், மலேசியா, ஹாங்காங், சீனா, இந்தியா, இந்தோனேசியா, பிலிப்பைன்ஸ், சிங்கப்பூர் மற்றும் தாய்லாந்து தவிர்ந்த ஏனைய நாடுகளின் இடைநிலைப் பிரிவு விஞ்ஞான பாட கலைத்திட்டமானது ஒருங்கிணைந்த பாடமல்ல.

இரசாயனவியல், பௌதீகவியல் மற்றும் உயிரியல் பாடங்கள் தனித்தனியான பாடங்கள் மற்றும் அதற்கான மதிப்பீடுகளும் தனித்தனியானவையாகும் (Winarno,2020). விஞ்ஞான பாட அடைவிற்கும் கணிதத் திறமைக்கும் இடையே குறிப்பிடத்தக்க தொடர்புகள் இருப்பதைக் கண்டறிதல்கள் வெளிப்படுத்துகின்றன. ஆறு வகையான கணிதத் திறன்களாகிய கணக்கீட்டுத் திறன், இயற்கணிதத் திறன், வடிவியல் திறன், அளவீட்டுத் திறன், வரைபடவாக்கத் திறன் மற்றும் அன்றாட புள்ளிவிவரங்கள்சார் திறன் ஆகியன விஞ்ஞான பாட அடைவில் நேரடி விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன (Oyededeji,2011). அதே போன்று கணித அறிவானது மொழி மற்றும் சமூகவியல் பாடங்களை பெரியளவில் ஒருங்கிணைக்காவிடினும் உயிரியல், இரசாயனவியல் மற்றும் பௌதீகவியல் பாடங்களை பெருமளவில் ஒருங்கிணைக்கின்றது. இதனால் கணித அறிவானது உயிரியல், இரசாயனவியல் மற்றும் பௌதீகவியல் பாடங்களின் கற்றலில் செல்வாக்குச் செலுத்துகின்றது. இதனால் விஞ்ஞானபாடத்தைத் திறம்படக் கற்பதற்கு மாணவர்கள் கணித அறிவினை வளர்த்துகொள்ளல் அவசியமானதாகும். அத்துடன் ஆசிரியர்கள், மாணவர்களின் அடிப்படைக் கணித அறிவை வளர்ப்பதில் சிரத்தை எடுக்க வேண்டும் என Olatoye (2007) கூறுகிறார். பௌதீகவியலின் விதிகள் மற்றும் கோட்பாடுகளைப் புரிந்துகொள்வதிலும் அவற்றின் பிரச்சினைகளைத் தீர்ப்பதிலும் மாணவர்கள் பெரும் சிரமங்களை எதிர்கொள்கின்றனர். கணியங்களை இனங்காணல்,கணித ரீதியாகக் கணியங்களை நிர்ணயித்தல் மற்றும் அவற்றின் அலகுகள் தொடர்பான அறிவு, கணியங்களுக்கிடையிலான தொடர்பு, திசையைத் தீர்மானித்தல், கணியங்களை அளவிடல், பெருக்குதல் மற்றும் வரைபாக்கல் போன்ற விடயங்களில் சிரமங்களுக்கு முகம்கொடுக்கின்றனர். இதன் காரணமாகப் பௌதீகவியலைக் கற்பதில் மாணவர்களின் மனப்பாங்கு மிகவும் மோசமாக காணப்படுவதால் உயர்கல்வியில் விஞ்ஞானக்கற்கைகளை மாணவர்கள் தொடர்வது குறைவாகவே காணப்படுகின்றது (Tairab,Arabi,Rabbani & Sara,2020). மாணவர்களின் இரசாயனவியல்பாட அடைவில் கணிதத்திறன் மற்றும் பாலினத்தின் விளைவை ஆராய்வதற்காக மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வொன்றிற்காக, தரவு சேகரிப்பு கருவிகளாக இரசாயனவியல் பரீட்சை மற்றும் கணிதத்திறன் பரீட்சை என்பன நடாத்தப்பட்டு சேகரிக்கப்பட்ட தரவைப் பகுப்பாய்வு செய்ய t-test பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. மாணவர்களின் இரசாயனவியல் பாட அடைவில் பாலின வேறுபாடு தாக்கம் செலுத்தாவிடினும் கணிதத் திறன் செல்வாக்குச் செலுத்துகின்றன என்பதை இதன் முடிவுகள் வெளிக்காட்டுகின்றன (Udousoro, 2013).

இலங்கையின் தரம் 10,11 விஞ்ஞான பாட கலைத்திட்டத்தில் 67% ஆனவை இரசாயனவியல் மற்றும் பௌதீகவியல் தேர்ச்சிகளேயாகும் அதிலும் அண்ணளவாக 40% உள்ளடக்கமாக கணித்தல்சார் தேர்ச்சிகளே காணப்படுகின்றமையை கீழே அட்டவணை 1 வெளிப்படுத்துகின்றது.

அட்டவணை 01: தரம் 10,11 விஞ்ஞான பாடத்தின் கணித்தல்சார் தேர்ச்சிகளுக்கு ஒதுக்கப்பட்ட பாடவேளைகள்

பாடம்	தரம்10		தரம்11	
	பாடவேளை	கணித்தல்சார் தேர்ச்சிகளிற்கான பாடவேளை	பாடவேளை	கணித்தல்சார் தேர்ச்சிகளிற்கான பாடவேளை
இரசாயனவியல்	52	12	30	05
பௌதீகவியல்	58	55	72	57
உயிரியல்	55	--	58	--
மொத்தம்	165	67	160	62
சதவீதம்		67/165=40.60		62/160=38.75
மொத்த சதவீதம்		(40.60+38.75)/2=39.67		

மூலம்: ஆசிரியர் வழிகாட்டி தரம் 10, 11

அவ்வாறே க.பொ.த சாதாரண தர விஞ்ஞானபாடப் பரீட்சை வினாத்தாளிற்கான புள்ளிகளில் 20 தொடக்கம் 30 வரையான புள்ளிகள் இரசாயனவியல் மற்றும் பௌதிகவியல் சார் கணித்தல் தேர்ச்சிகளைத் தன்னகத்தே கொண்டுள்ளமையை அட்டவணை 2 வெளிப்படுத்துகின்றது.

அட்டவணை 02 :க.பொ.த சாதாரண தர விஞ்ஞானபாட பரீட்சை வினாத்தாளில் கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகளுக்கான புள்ளி ஒதுக்கீடு

ஆண்டு	புள்ளி			
	பகுதி1	பகுதி11A	பகுதி11B	மொத்தம்
2021	07	03	15	25
2020	08	06	15	31
2019	09	07	13	29
2018	07	03	13	23
2017	07	-	21	28

மூலம்: இலங்கை பரீட்சை மதிப்பீட்டு அறிக்கை, 2017-2021

அட்டவணை 2 இன் அடிப்படையில் நோக்குகையில் மாணவர்களின் கணித்தல்சார் தேர்ச்சிகள் அவர்களின் விஞ்ஞானபாட அடைவில் செல்வாக்குச் செலுத்தமுடியும் என்பதனை ஊகிக்கமுடிகின்றது.

தீவகக் கல்வி வலயத்தின் 77 பாடசாலைகளில் தற்போதைய நிலையில் 64 பாடசாலைகளே இயங்குகின்றன. அவற்றில் ஐந்து 1AB தரப் பாடசாலைகளும் ஆறு 1C தரப் பாடசாலைகளும் 20 வகை II பாடசாலைகளும் 33 வகை III பாடசாலைகளும் அடங்கும். இவ்வலயத்தின் நான்கு கல்விக்கோட்டங்களில் ஒன்றான காரைநகர்க் கல்விக் கோட்டம் இரண்டு 1AB தரப் பாடசாலைகள், இரண்டு வகை II தரப் பாடசாலைகள், ஒன்பது வகை III பாடசாலைகள் ஆக மொத்தம் 13 பாடசாலைகளைக் கொண்டுள்ளது. இக்கல்விக் கோட்டத்தில் வருடாவருடம் ஏறத்தாள 150 மாணவர்கள் க.பொ.த சாதாரண தரப் பரீட்சையில் தோற்றுக்கின்ற போதும் மிகக்குறைந்தளவு மாணவர்களே உயர் தரத்தில் விஞ்ஞானப்பிரிவைத் தெரிவு செய்கின்றனர் என்பதை அட்டவணை 3 வெளிப்படுத்துகின்றது.

அட்டவணை 03 : காரைநகர்க் கல்விக் கோட்ட விஞ்ஞானப் பிரிவு மாணவர் எண்ணிக்கை

ஆண்டு	கணிதப் பிரிவு	உயிரியல்ப் பிரிவு	மொத்தம்
2024	9	-	9
2023	5	7	12
2022	7	4	11
2021	2	-	2
2020	1	2	3

மூலம்: ஆய்வாளன்

ஆய்வுப் பிரச்சினை

க.பொ.த சாதாரண தரப் பரீட்சையில் காரைநகர்க் கல்விக் கோட்டத்தின் விஞ்ஞானபாட அடைவானது தொடர்ச்சியாகத் தாழ்நிலையில் காணப்படுகின்றமையைக் கீழே அட்டவணை 4 வெளிப்படுத்துகின்றது. அத்துடன் வருடாவருடம் ஏறத்தாள 150 மாணவர்கள் க.பொ.த சாதாரண தரப் பரீட்சையில் தோற்றுக்கின்ற போதும் ஒன்று அல்லது இரண்டு மாணவர்களே அதிவிசேட சித்தியைப் பெறுகின்றமையும் குறிப்பிடத்தக்கதாகும் (அட்டவணை 4).

அட்டவணை 04 : காரைநகர்க் கல்விக் கோட்ட பாடசாலைகளின் க.பொ.த சாதாரண தர பரீட்சையில் விஞ்ஞான பாட சித்தி வீதம் மற்றும் அதி விசேட சித்தி வீதம்

அடைவு மட்டம்(%)	ஆண்டு				
	2017	2018	2019	2020	2021
சித்தி	31.46	48.28	33.49	36.11	45.79
அதிவிசேட சித்தி	.68	3.24	.73	1.38	2.98

மூலம்: ஆய்வாளன்

ஆய்வுப் பிரச்சினைக்கூற்று

காரைநகர்க் கல்விக் கோட்ட பாடசாலைகளில் க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவானது குறைவாகக் காணப்படுவதற்கு மாணவர்களின் கணித்தல் சார் தேர்ச்சியின்மை ஒரு காரணமாக அமைகின்றதா என்பது இந்ந ஆய்விற்கான ஆய்வுப் பிரச்சினைக்கூற்றாக கொள்ளப்படுகின்றது.

ஆய்வின் நோக்கமும் குறிக்கோளும்

ஆய்வின் நோக்கம்

க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களின் விஞ்ஞானபாட அடைவில் பல்வேறு காரணிகள் செல்வாக்கு செலுத்துகின்ற போதிலும் விஞ்ஞான பாட உள்ளடக்கமாகிய கணித்தல்சார் தேர்ச்சி நிலையின் தாக்கத்தை ஆராய்தலே இவ்வாய்வின் பிரதான நோக்கமாகும்.

ஆய்வின் குறிக்கோள்கள்

01. க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களின் விஞ்ஞானபாட அடைவின் நிலையை இனங்காணல்.
02. க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களின் விஞ்ஞானபாட கணித்தல்சார் தேர்ச்சிநிலையைக் கண்டறிதல்.
03. க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களின் விஞ்ஞானபாட அடைவில் அவர்களின் கணித்தல்சார் தேர்ச்சிநிலை எந்தளவிற்குத் தாக்கம் செலுத்துகின்றது என்பதை ஆராய்தல்.

ஆய்வு வினாக்கள்

01. க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களின் விஞ்ஞானபாட அடைவின் தற்போதையநிலை யாது?
02. க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களின் விஞ்ஞானபாட கணித்தல்சார் தேர்ச்சியின் தற்போதைய நிலை யாது?
03. க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களின் விஞ்ஞானபாட அடைவில் அவர்களின் கணித்தல் சார் தேர்ச்சிநிலை எந்தளவிற்குத் தாக்கம் செலுத்துகின்றது?

2. இலக்கிய மீளாய்வு

விஞ்ஞானமானது இயற்கை விஞ்ஞானம் (Natural Science) பிரயோகவிஞ்ஞானம் (Applied Science) என இரு பிரிவுகளாக வகுக்கப்பட்டுள்ளது. இயற்கை விஞ்ஞானமானது புவியையும் அதில் காணப்படும் அங்கிகளையும் பற்றியது. பிரயோக விஞ்ஞானமானது கோட்பாட்டு ரீதியில் கற்ற தூய விஞ்ஞானத்தை நடைமுறை வாழ்க்கைக்கு உரிய வகையில் பயன்படுத்தலாகும். இயற்கை விஞ்ஞானம் மேலும் உயிரியல் விஞ்ஞானம் (Biological Science) மற்றும் பெளதிக விஞ்ஞானம் (Physical Science) என இரு பிரிவுகளாக வகுக்கலாம் (Williams et al.,2003). இலங்கையில் பாடசாலைக் கல்வியானது ஆரம்பக் கல்வி மற்றும் இடை நிலைக் கல்வி ஆகிய இரண்டு பிரதான நிலைகளை உள்ளடக்கியது. ஆரம்பக்கல்வியானது தரம் 1-5 வரையிலும் இடைநிலைக்

கல்வியானது தரம் 6-13 வரையானதாகும். இடைநிலைப் பிரிவானது தரம் 6-9 வரை உள்ளடக்கிய கனிஸ்ர இடை நிலைப் பிரிவாகவும் தரம் 10-13 வரை உள்ளடக்கிய சிரேஸ்ர இடைநிலைப் பிரிவு என இரு நிலைகளைக் கொண்டமைந்தது. இச் சிரேஸ்ர இடைநிலையானது க.பொ.த சாதாரண தரம் மற்றும் க.பொ.த உயர் தரம் எனும் இரு மட்டங்களை கொண்டதாகவும் காணப்படுகின்றது. ஆரம்ப பிரிவு மாணவர்களுக்கான செயல்பாட்டு அடிப்படையிலான பாடத்திட்டத்தில் அடிப்படை விஞ்ஞானம் ஒருங்கிணைந்த சுற்றுச்சூழல் தொடர்பான செயல்பாடுகளின் (ERA) ஒரு அங்கமாக அமைந்துள்ளது. நுசுயு பாடத்திட்டம் விஞ்ஞானத் தலைப்புகளில் 16 கருப்பொருள்களை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இடைநிலைப்பிரிவில் தரம் 6-11 வரை விஞ்ஞானம் ஒருங்கிணைந்த பாடத்திட்டத்தில் ஒரு தனிப் பாடமாக வழங்கப்படுகிறது. உயர் தரத்தில் இப் பாடங்கள் தனித்தனியாக கற்பிக்கப்படுகின்றது (Dissanayake, Jayewardene & Shojo, 2011). இலங்கையின் இடைநிலைப் பிரிவிற்கான விஞ்ஞானபாட கலைத்திட்டத்தின் எட்டுக் குறிக்கோள்களில் பின்வரும் ஐந்து கணித்தல் சார் குறிக்கோள்கள் உள்ளடக்கப்பட்டுள்ளன.

1. மகிழ்வூட்டத்தக்க கற்கைச் சூழலில் விஞ்ஞான எண்ணக்கருக்களையும் கோட்பாடுகளையும் சீராக உருவாக்கிக் கொள்வர்.
2. விஞ்ஞான செயன்முறைகளையும், விஞ்ஞான முறையையும் பொருத்தமானவாறு பிரயோகித்து பிரச்சினைகளைத் தீர்ப்பதற்குத் தேவையான தேர்ச்சிகளை வளர்த்துக் கொள்வர்.
3. நாட்டின் அபிவிருத்தியில் பங்களிப்புச் செய்யத்தக்க வெற்றிகரமான பிரஜையாக வாழ்வதற்கும், மேலும் கல்வி பெறுவதற்கும், எதிர்காலத் தொழில்களுக்கும் தேவையான தேர்ச்சிகளை வளர்த்துக் கொள்வர்.
4. விசை, சக்தி ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்துகையில், விளைதிறனையும், வினைதிறனையும் சிறப்பு நிலைக்கு வளர்த்தெடுப்பதற்காக பொருத்தமான தொழில் நுட்பத்தைப் பயன்படுத்த முனைவர்.
5. விஞ்ஞானத்தின் இயக்கத்தின் தன்மையையும் வரையறைகளையும் இனங்கண்டு அன்றாட வாழ்க்கையில் அனுபவிக்கும் நிகழ்வுகளையும் வெவ்வேறு ஊடகங்களினூடாகக் கிடைக்கும் தகவல்களை விஞ்ஞானபூர்வ பிரமாணங்களின்படி மதிப்பிடும் திறன்களை வளர்த்துக் கொள்வர்(ஆய்வாளன்).

2.1. கணித்தலின் முக்கியத்துவம்

ஜீன் பியாஜேயின் அறிவுசார் விருத்திக்கொள்கை சமநிலை, சமநிலையின்மை, தழுவல் ஒழுங்கமைப்பு என்பன தன்னைத்தானே திருத்தும், முறைப்படுத்தும் தன்மைகள் (தன்வயமாதல்) எனக் குறிப்பிடுகின்றார். இங்கு ஒழுங்கமைத்தலானது அனுபவங்களை ஒழுங்காக்கி அதற்கிணங்க வெற்றிகரமாகச் செயற்படுவதைக் குறிக்கின்றது. இக்கருத்து கணித்தல் செய்முறையின் போது தாம் பெற்றுக் கொண்ட அனுபவங்களை ஒழுங்குபடுத்தி படிமுறைகளாக எழுதுவதன் முக்கியத்துவத்தை உணர்த்துகின்றது (Pakpahan & Saragih, 2022). ஜெரோம் புறானரின் அறிவு வளர்ச்சிக் கொள்கையின் படி கற்றல் அபிவிருத்தி ஏற்பட கற்பதற்கான உளநிலையையும் விளக்கத்தையும் கற்பவர் ஈடுபடக்கூடிய வகையில் படிநிலை வரிசைக் கிரமப்படுத்தி, மீளவலியுறுத்தல்களைக் கொடுக்கக்கூடிய சூழ்நிலையில் எந்தப் பாடத்தையும் எத்தகைய விருத்தி படிநிலைகளிலும் கற்பிக்கலாம் எனக் கூறுவது மாணவர்கள் பெற்றுக் கொண்ட கணித்தல் செய்முறை தொடர்பான தகவல்களை படிநிலைவரிசைக் கிரமப்படுத்தி எழுதும் போது அவர்கள் மீளவலியுறுத்தலை பெறும் வாய்ப்பு ஏற்படுவதோடு தெளிவான எண்ணக்கருவாக்கத்திற்கும் உதவுகின்றது (Takaya, 2008).

2.2 விஞ்ஞான பாடத்தில் கணித்தலின் முக்கியத்துவம்

கணித அறிவு ஆனது மொழி மற்றும் சமூகவியல் பாடங்களை பெரியளவில் ஒருங்கிணைக்காவிடினும் உயிரியல், இரசாயனவியல் மற்றும் பௌதிகவியல் பாடங்களை பெருமளவில் இணைக்கின்றது. அதாவது இந் நான்கு பாடப் பரப்புக்களுக்கும்மிடையில் அதிக தொடர்பு காணப்படுகின்றது. இதனால் கணித அறிவானது உயிரியல், இரசாயனவியல் மற்றும் பௌதிகவியல் பாடங்களின் கற்றலில் செல்வாக்குச் செலுத்துகின்றது. இதனால் விஞ்ஞானத்தை

திறம்பட கற்பதற்கு மாணவர்கள் கணித அறிவினை வளர்த்துகொள்ள வேண்டும். அத்துடன் ஆசிரியர்கள் மாணவர்களின் அடிப்படை கணித அறிவை வளர்ப்பதில் சிரத்தை எடுக்க வேண்டும் என (Olatoye,2007) கூறுகிறார்.

2.3. பௌதிகவியல் பாடத்தில் கணித்தலின் முக்கியத்துவம்

மாணவர்களின் பௌதிகவியல் பாட அடைவிற்கும் ஒவ்வொரு கணித சிந்தனைத் திறனுக்கும் இடையே குறிப்பிடத்தக்க தொடர்பு இருப்பதை கண்டுபிடிப்புகள் காட்டுகின்றன. கணிதம் மற்றும் பௌதிகவியலை இணைக்கும் பாலமாக கணித சிந்தனையை ஆசிரியர்கள் புரிந்து கொள்ள வேண்டும். அதுமட்டுமல்லாமல் கல்வி நிறுவனம் கணித சிந்தனையின் முக்கியத்துவத்தை கருத்தில் கொண்டு வருங்கால ஆசிரியர்களுக்கு கணித சிந்தனையை விதைப்பதன் மூலம் எதிர்காலத்தில் அவர்களால் தங்கள் மாணவர்களுக்கு கணித சிந்தனையை ஊக்குவிக்க முடியும் (Chong,2014). 2003 ஆம் ஆண்டில் Williams மற்றும் பலரினால் மேற்கொள்ளப்பட்ட இந்த ஆய்வானது 10 ஆம் ஆண்டு பாடசாலை மாணவர்கள் ஏன் பௌதிகவியலை விட உயிரியலில் ஆர்வம் காட்டுகிறார்கள் என்பதை அறிவதற்காக மேற்கொள்ளப்பட்டது. பௌதிகவியல் ஆர்வமற்றதாக இருப்பதற்கான முக்கிய காரணமாக பாடத்தின் கடினத்தன்மையினை குறிப்பிட்டிருந்தனர். பௌதிகவியல் கடினமானதாக உணருவதற்கு ஆண்களும் பெண்களும் வெவ்வேறு காரணங்களை வழங்கியிருந்தனர். அவற்றுள் பௌதிகவியலின் கணித்தல் சார் உள்ளடக்கமே அதிகமான மாணவர்களால் தெரியப்படுத்தப்பட்டிருந்தது. இவ் ஆய்வு முடிவுகளிலிருந்து கணித சிந்தனையைப் பயன்படுத்துதலில் பாலினத்திற்கும் தொடர்பு இல்லை ஆனால் கணிதத் திறன் பௌதிகவியல் மாணவர்களின் செயல்திறனில் தாக்கம் செலுத்துகின்றது என்று முடிவு செய்யப்பட்டது. அவ்வாறே கணித்தல் நுட்பங்கள் விஞ்ஞான பாட மதிப்பீட்டு பிரச்சினைகள், கணியங்களுக்கிடையிலான தொடர்பு, சமன்பாடுகளைத் தீர்ப்பது, உருவகப்படுத்துதல்(குறியீட்டாக்கம்), வெப்ப பரிமாற்றம், திரவ இயக்கம் மற்றும் மின்காந்த புலங்கள் ஆகிய பிரச்சினைகளை தீர்ப்பதில் எதிர் மறையான தாக்கத்தை கொண்டுள்ளது (Tanuja, Narasimhamurthy & Kavitha,2023). 2013 ஆம் ஆண்டு Awodun, Omotade & Adeniyi ஆகியோரால் நைஜீரியாவில் எகிடி மாநில சிரேஸ்ர இடைநிலைப் பிரிவு மாணவர்களில் மேற்கொள்ளப்பட்ட கணித்தல் திறனுக்கும் பௌதிகவியல் செயல்திறனுக்குமான தொடர்பு எனும் தலைப்பிலான அளவை நிலை ஆய்வில் கணித்தல் திறன்களான எண்கணிதத் திறன், கேத்திர கணிதத் திறன், அட்சர கணிதத் திறன், வரைபட திறன்கள், அளவீட்டு திறன்கள் மற்றும் நிகழ்தகவும் புள்ளிவிவரவியல் திறன் ஆகிய ஆறு கணித்தல் திறன்களுக்கும் பௌதிகவியல் அடைவிற்கும் வலுவான தொடர்பு இருப்பது கண்டறியப்பட்டுள்ளது. அவ்வாறே இந்த ஆய்வின் நோக்கம் மாணவர்களின் சிக்கல் தீர்க்கும் திறனை பகுப்பாய்வு செய்வதாகும். ஆய்வின் முடிவுகளாக கல்லூரி மாணவர்கள் பிரச்சினைகளைப் புரிந்துகொள்வது கடினம் மற்றும் ஒரு தீர்வைத் திட்டமிடுவது கடினம் ஆகியவற்றை வெளிப்படுத்தியது. இதற்கமைவாக மாணவர்களின் பௌதிகவியலின் சிக்கல்களைத் தீர்க்கும் திறனைப் பயிற்றுவிக்க வேண்டும் என ஆய்வு பரிந்துரைக்கின்றது (Sartika & Humairah,2018). இவ் ஆய்வின் நோக்கங்களாக மாணவர்களின் சிக்கல் தீர்க்கும் திறன்களை ஆசிரியர்களும் மாணவர்களும் எவ்வாறு உணர்கிறார்கள் என்பதைக் ஆராய்வதாகும். ஆய்வின் முடிவுகள் மாணவர்கள் பௌதிகவியல் சிக்கல்களைத் தீர்ப்பதில் மாணவர்கள் எதிர்நோக்கும் இடர்பாடாக பௌதிகவியல் சிக்கலைப் புரிந்து கொள்ளாதது மற்றும் அவர்களின் மோசமான கணிதத் திறன் ஆகியவை முக்கிய தடைகளாக உள்ளன என்பதைக் காட்டுகிறது (Ogunleye, 2009).

2.4. இரசாயனவியல் பாடத்தில் கணித்தலின் முக்கியத்துவம்

இச் செயல்நிலை ஆய்வானது இரசாயனவியல் பாட அடைவில் மாணவர்கள் கணிதக் கோட்பாடுகளை புரிந்துகொள்வதன் தாக்கத்தை ஆய்வு செய்வதை நோக்கமாகக் கொண்டது. மூல் விகிதங்கள், அவகாதரோவின் மாறிலி மற்றும் செறிவு தொடர்பான இரசாயனவியலில் பயன்படுத்தப்படும் கணிதக் கொள்கைகள் சோதனைக் குழுக்களுக்கு கற்பிக்கப்பட்டன. கட்டுப்பாட்டு குழுவிற்கு பாரம்பரிய முறையின் மூலம் அதே விடயங்கள் கற்பிக்கப்பட்டது. சோதனைக் குழுக்களில் உள்ள மாணவர்களின் செயல்திறன் சோதனைக்குப் பிந்தைய காலத்தில்

கட்டுப்பாட்டுக் குழுவில் உள்ள மாணவர்களின் செயல்திறனை விட சிறப்பாக இருந்தது என்பது கண்டறியப்பட்டது. பாரம்பரிய முறையில் இரசாயனவியலை கற்பிப்பதை விட இரசாயனவியல் கற்பிப்பதற்கு முன் தொடர்புடைய கணிதக் கோட்பாடுகளைக் கற்பிப்பது மிகவும் பயனுள்ளதாக இருக்கும் என்பதும் கண்டறியப்பட்டது (Wajihah et al., 2022). இவ் ஆய்வு மாணவர்களின் இரசாயனவியல் பாட அடைவில் கணிதத் திறன் மற்றும் பாலினத்தின் விளைவை ஆராய வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. கண்டுபிடிப்புகள் மாணவர்களின் இரசாயனவியல் பாட அடைவில் பாலின வேறுபாடு தாக்கம் செலுத்தாவிடினும் கணிதத் திறன் செல்வாக்குச் செலுத்துகின்றன என்பதை வெளிக்காட்டுகின்றன (Udousoro, 2013). இவ் ஆய்வானது இரசாயனவியல் சிக்கல்களைத் தீர்க்கும் போது மாணவர்களின் இரசாயனக் கோட்பாடுகளின் பயன்பாட்டை ஆராயும் நோக்கில் மேற்கொள்ளப்பட்டது. அயனாக்கம் மற்றும் கரைதிறன் போன்ற விடயங்களின் சிக்கலைத் தீர்க்கும் திறன் சோதிக்கப்பட்டது. சிக்கல்களைத் தீர்க்கும் போது மாணவர்களுக்கு ஒரு முக்கிய பிரச்சினையாக சூத்திரத்தைப் பிரயோகிப்பதில் இடர்பட்டமை கண்டறியப்பட்டது (Broman & Parchmann, 2014).

2.5. கணித்தல் சார் கோட்பாடுகள்/கணித்தல் உள்ளடக்கங்கள்

அறிவின் ஆட்சியை மையப்படுத்தி அதனை வகைப்படுத்தும் போது அறிவு ஆட்சியானது அறிவு, கிரகித்தல், பிரயோகம், பகுப்பு, தொகுப்பு மற்றும் மதிப்பீடு என வகைப்படுத்தலாம் என காட்டியுள்ளார். இதில் எந்த ஒரு கட்டமும் அடையப்பெற அதற்கு முன்னுள்ள கட்டங்களை மாணவர்கள் அடைய வேண்டும் எனவும் தொகுப்பு என்பது ஐந்தாவது கட்டமாகக் குறிப்பிட்டுள்ளமை கணித்தலின் விடைகளை நியம அலகில் வழங்குவதை வலியுறுத்துகின்றது. விடைகளை தொகுத்து வழங்கும் போது அதற்கு முன்னுள்ள அறிவு, கிரகித்தல், பிரயோகம், பகுப்பு ஆகிய நான்கு கட்டங்களையும் அடைந்து விடுவான் என்பது இக்கொள்கையில் வலியுறுத்தப்படுகின்றது. கணித்தல் ஒன்றிற்கான பொருத்தமான சமன்பாட்டை பயன்படுத்தும் போது அறிவு, கிரகித்தல் மற்றும் பிரயோகம் ஆகிய அறிகை மட்டங்களை மாணவன் அடைகின்றான் (Grant, Hackney & Edgar, 2014).

விஞ்ஞான பாடத்தில் அளவீட்டு அலகுகள் முக்கியமானவை. மாணவர்கள் அலகுகளுடன் போராடுவதை ஆசிரியர்கள் அடிக்கடி குறிப்பிடுகையில் இந்த இடர்பாடுகளின் தன்மை மற்றும் தன்மையின் அளவு அல்லது அவை ஏன் மாணவர்களுக்கு கடினமாக உள்ளன என்பது பற்றி அறிய ஆய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டது. கணித்தல் செயற்பாடுகளில் அலகுகளை தவறாகப் பயன்படுத்தியதே மிகவும் பொதுவான பிழையாக கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருந்தது. நேர்காணல் தரவுகளின் பகுப்பாய்வு முடிவாக சில மாணவர்கள் கணித்தலின் முடிவாக பெறப்படுகின்ற அலகு பாடப்புத்தகத்தில் குறிப்பிடப்பட்ட அலகு போலவே இருக்க வேண்டும் என்று நினைக்கிறார்கள் என்பது கண்டறியப்பட்டது (Dorko & Speer, 2016). பௌதிகவியலின் விதிகள் மற்றும் கோட்பாடுகளை புரிந்துகொள்வதிலும் அவற்றின் பிரச்சினைகளை தீர்ப்பதிலும் ஐக்கிய அரபு நாடுகளில் மாணவர்கள் பெரும் சிரமங்களை எதிர்கொள்கின்றனர். கணியங்களை இனங்காணல், கணித ரீதியாக கணியங்களை நிர்ணயித்தல் அவற்றின் அலகுகள் தொடர்பான அறிவு, கணியங்களுக்கிடையிலான தொடர்பு, திசையைத் தீர்மானித்தல், கணியங்களை அளவிடல் மற்றும் சுருக்குதல் போன்ற விடயங்களில் சிரமங்களுக்கு முகம்கொடுக்கின்றனர். அதாவது பௌதிகவியல் கற்றலில் கணித்தல் பெரும் பங்கு வகிக்கிறது. இதனால் அங்கு பௌதிகவியலை கற்பதில் மாணவர்களின் மனப்பாங்கு மிகவும் மோசமாக காணப்படுவதால் உயர் கல்வியில் விஞ்ஞான கற்கைகளை மாணவர்கள் தொடர்வது குறைவாகவே காணப்படுகின்றது (Tairab, Arabi, Rabbani & Hamad, 2020). இவ் ஆய்வானது பௌதிகவியல் தொடர்பான பாடத்தில் குறிப்பாக விசை மற்றும் இயக்கம் ஆகிய அலகுகளில் ஏழாம் வகுப்பு மாணவர்களின் கணிதப் பிழைகளை ஆராய்வதை நோக்கமாகக் கொண்டுள்ளது. வினாக்களுக்கு பதிலளிக்கும் போது விகிதாச்சாரத்திலும், அலகுகள் மற்றும் எண்களின் செயல்முறையிலும் (சுருக்கல்) மாணவர்கள் சிரமங்களை எதிர்கொண்டதாக கண்டுபிடிப்புகள் வெளிப்படுத்தின (Cebesoy & Yeniterzi, 2016). 2022 ஆம் ஆண்டு Domondon மற்றும் பலர் பிலிப்பைன்ஸின் வடக்கு பல்கலைக்கழகத்தின் 12 ஆம் வகுப்பு STEM மாணவர்கள் மாதிரிகளாக தெரிவுசெய்யப்பட்டு “கணித்தல் கற்றலில் மாணவர்களின் சிரமங்களின்

பகுப்பாய்வு” எனும் ஆய்வானது மேற்கொள்ளப்பட்டது. அடிப்படை கணித்தலில் சிக்கல்களைத் தீர்ப்பதில் மாணவர்கள் சிரமப்படுகிறார்கள். குறிப்பாக செயல்பாடுகளின் பொதுவான ஒருங்கிணைப்பு இல்லாததால் மாணவர்கள் சில சிரமங்களை எதிர்கொண்டனர். கருத்தியல் அறிவு, கோட்பாடுகளின் மோசமான பயன்பாடு, சிக்கலான சூத்திரங்கள், செயல்முறைகள் மற்றும் கோட்பாடுகளை புரிதலில் எதிர்நோக்கும் குழப்பம் மற்றும் கணித்தல் சிக்கல்கள் ஆகியவற்றை ஆய்வு முடிவுகள் வெளிப்படுத்தின. அவ்வாறே இவ் ஆய்வானது இருபடிச் சமன்பாட்டைக் கற்றுக்கொள்வதில் மாணவர்களின் பிழையைத் தீர்மானிப்பதே நோக்கமாக கொண்டுள்ளது. இந்த ஆய்வு காரணியாக்கம், உருமாற்றம்(எழுவாயாக்கல்) மற்றும் இருபடி சூத்திரத்தை நிறைவு செய்தல் ஆகிய மூன்று கூறுகளை உள்ளடக்கியது. சிக்கல்களைத் தீர்ப்பதில் மாணவர்களின் பிழைகள் எந்த மட்டத்தில் ஏற்படுகின்றன என்பதைக் கண்டறிய நேர்காணல் பயன்படுத்தப்பட்டது. பெரும்பாலான மாணவர்கள் உருமாற்றம் செய்வதிலும், தீர்க்கும் செயல் திறனிலும் தவறு செய்கிறார்கள் என்று கண்டுபிடிப்புகள் காட்டுகின்றன. இருபடி சமன்பாட்டைத் தீர்ப்பதில் மாணவர்களின் பிழை அவர்களின் பலவீனம் காரணமாக இருந்தமை கண்டறியப்பட்டது (Zakaria & Ibrahim,2010). இதே போன்று கணிதப் பிரச்சினையைத் தீர்ப்பதில் மூன்று வகை மாணவர்களின் தவறுகளை இந்த ஆய்வு கண்டறிந்துள்ளது. முதலாவதாக உயர் அறிவாற்றல் நிலை கொண்ட மாணவர்கள் புரிதல் பிழை, அளவிடை மாற்றம், செயல்முறைத் திறன் பிழை, மற்றும் குறியாக்கப் பிழை அனைத்தையும் அறிந்து அனுபவம் கொண்டிருப்பதால் அவற்றில் தவறிழைப்பதில்லை. இரண்டாவதாக மிதமான அறிவாற்றல் நிலை கொண்ட மாணவர்கள் புரிதலுடான ஓரளவான அனுபவம் கொண்டிருப்பதனால் உருமாற்றப் பிழை, செயல்முறைப் பிழை மற்றும் புரிதல் பிழைகளை விடுவதில்லை ஆனால் அதிகளவான பிழையாக அலகு மாற்றப் பிழையில் தவறிழைக்கின்றனர். இறுதியாக மீ திறன் குறைந்த மாணவர்கள் அறிவாற்றல் நிலை அனுபவம் குறைந்தவர்களாகையால் புரிதல் பிழை, உருமாற்றப் பிழை, செயல்முறைப் பிழை மற்றும் குறியாக்கப் பிழை ஆகிய அனைத்து வகையான தவறுகளையும் செய்வதை அறியமுடிகின்றது (Purnomo,Nusantara, Subanji & Rahardjo,2017). மலேசியாவில் உள்ள இடைநிலைப் பிரிவு மாணவர்களில் மேற்கொள்ளப்பட்ட இந்த ஆய்வின் நோக்கங்கள் மாணவர்களால் இருபடி சமன்பாடுகள் தொடர்பான சிக்கல்களைத் தீர்ப்பது, தீர்வுக்கு வழிவகுக்கும் காரணிகளைக் கண்டறிதல் மற்றும் ஏற்படும் பிழைகளின் வகையைத் தீர்மானிப்பதாகும். இருபடி சமன்பாடுகள் தொடர்பான சிக்கல்களைத் தீர்ப்பதில் புரிதல் பிழை, உருமாற்றப் பிழை, செயல்முறை திறன் பிழை மற்றும் குறியாக்க பிழை ஆகியவை அடங்கும். பெரும்பாலான மாணவர்கள் குறியாக்கப் பிழைகள் மற்றும் புரிதல் பிழைகளில் தவறு செய்கிறார்கள் என்று கண்டுபிடிப்புகள் காட்டுகின்றன (Thomas & Mahmud,2021).

2.6. விஞ்ஞான பாட அடைவில் செல்வாக்கு செலுத்தும் காரணிகள்.

குருநாகல் கல்வி வலயத்தின் விஞ்ஞான பாட அடைவில் செல்வாக்குச் செலுத்தும் காரணிகளாக மாணவர்கள் பாடசாலைக்கான வரவு வீதம் மற்றும் பாடத்திட்டத்தை சரியான காலத்தில் நிறைவு செய்தல் என்பவை முடிவுகளாக பெறப்பட்டிருந்தது (Somarathne & Jayasuriya,2021). அதே போன்று மாணவர்களின் சுய செயல்த் திறனுக்கும் விஞ்ஞான பாட அடைவிற்கும் குறிப்பிடப்பட்ட தொடர்புகள் உள்ளது (Jamil & Mahmud,2019). க.பொ.த சாதாரண தரப் பரீட்சையில் விஞ்ஞான பாடத்தில் சிறந்த அடைவை பெற்றுக்கொள்வதற்கு ஆசிரியர்களின் இலக்கை நோக்கிய செயல் முன்னெடுப்புக்கள், வலயத்தின் திட்டமிட்ட செயற்பாடுகள்,ஆசிரியர்கள் மாணவர்களுடன் அதிக நேரத்தை செலவழித்தல், தொடர்ச்சியான தேர்வுகள்,தேர்வுத் திருத்தச் செயற்பாடுகள், பின்னூட்டல் நடவடிக்கைகள், கற்றல் சாதனங்கள், வெளிவாரி மதிப்பீடுகள் மற்றும் ஆசிரியர்களின் ஊக்கமளித்தல் நடவடிக்கைகள் ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடலாம் (Piratheeban,2023). க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட கற்றல் அடைவில் ஆசிரியர்களின் கல்வித் தகைமை, கற்பித்தல் அனுபவம் மற்றும் ஆசிரியர்களின் பிரதான பாடம் ஆகியவை செல்வாக்கு செலுத்துகின்றமை எடுத்துக்காட்டப்படுகின்றது (Antony & Elankumaran,2020). ஆசிரியர்களின் சுய செயல்திறன் மற்றும் ஊக்கம் விஞ்ஞானக் கல்வியின் அடைவு மீதான குறிப்பிடத்தக்க தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகின்றன (Bal et al.,2018). ஆசிரியர்களின் கற்பித்தல் நடைமுறைகள் மற்றும் தொழில்தகைமை மேம்பாட்டின் ஆய்வுப் பயிற்சி மற்றும் பாடத்திட்ட மேம்பாடு ஆகியவை விஞ்ஞானம் மற்றும் கணித ஆசிரியர்களுக்கு தரநிலை அடிப்படையிலான கற்பித்தல்

நடைமுறைகளைப் பயன்படுத்துவதில் மற்றும் மாணவர்களின் கற்றல் அடைவுடன் குறிப்பிடத்தக்க வகையில் தொடர்புடையவை என்று முடிவுகள் வெளிக்காட்டுகின்றது (Huffman,Thomas & Lawrenz,2010). விஞ்ஞான ஆய்வுகூடங்களின் பொருட்களின் இருப்பு தவறான ஒதுக்கீடு மற்றும் பயன்பாட்டில் உள்ள குறைபாடு ஆகியவை மாணவரின் விஞ்ஞான பாட அடைவின் பாதிப்பிற்கு வழிவகுக்கும் (Aladejana & Aderibigbe,2007; Greenbowe,Poock, Burke, & Hand,2007; Dahar & Faize ,2011). ஒன்றிணைந்த கற்பித்தல் முறையானது பாடசாலை மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவை மேம்படுத்துகிறது (Ullah, Khatoon & Abbas,2023). க.பொ.த சாதாரண தர பரீட்சையில் விஞ்ஞான பாட அடைவில் மின் கற்றல் (E-learning) தாக்கம் செலுத்துகின்றது (Wickramanayake,2021). விஞ்ஞான பாடம் நோக்கிய மேம்படுத்தப்பட்ட மனப்பான்மை, விஞ்ஞான பாட அடைவு அகியவற்றிற்கும் வகுப்பறைக் கணிப்பீட்டின் பயன்பாட்டிற்கும் இடையே நேரான தொடர்பு உள்ளது (Casey,2005; Orheruata & Oyakhrome,2019). செயலில் கற்றல் ஆனது விஞ்ஞானம், தொழில்நுட்பம், பொறியியல் மற்றும் கணிதம் (STEM) துறைகளில் வெற்றி விகிதங்களை அதிகரிப்பதோடு மட்டுமல்லாமல் மாணவர்களின் உயர் கல்வித் திறனுக்கும் வழிவகுக்கின்றது (Aji & Khan,2019). விசாரணை அடிப்படையிலான கற்பித்தல் மூலம் மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவு அதிகரிக்கப்பட்டுள்ளது (Abdi & Ali,2014). மாணவர்களின் மனப்பான்மை மற்றும் மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட செயல்திறனில் அவர்களின் பெற்றோரின் ஈடுபாட்டிற்கும் இடையே ஒரு குறிப்பிடத்தக்க தொடர்பு காணப்படுகின்றது (Arulmoly & Kiruthika ,2017). மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவில் செல்வாக்குச் செலுத்தும் காரணிகளாக கற்பிக்கப்படும் ஊடகம் மற்றும் பாடசாலை வகை (தேசிய பாடசாலை அல்லது மாகாணப் பாடசாலை) ஆகியவை அமைகின்றன (Tilakarathna & Ekanayake,2017).

2.7. கணித பாடத்தின் செல்வாக்கு

இந்த ஆய்வு மாணவர்களின் பரீட்சைப் புள்ளிகளின் அடிப்படையில் கணிதம் மற்றும் விஞ்ஞான பாட அடைவுகளிற்கிடையிலான தொடர்பை ஆய்வு செய்வதில் கவனம் செலுத்துகிறது. புள்ளிவிபரப் பகுப்பாய்வுகளில் இருந்து மிதமான தொடர்பு ($r = .673$) கண்டறியப்பட்டுள்ளது (Wang ,2005). பௌதிகவியல் மற்றும் கணிதம் ஆகியவை விஞ்ஞானத்தின் நீண்ட வரலாற்றில் ஆழமாக பின்னிப்பிணைந்த அறிவுசார் செயல்பாட்டின் இரண்டு பகுதிகளாகும். ஆயினும் கூட அவை இரண்டு தனித்தனிக் கருத்தியல் நிலைகளைக் கொண்டவை. இந்த நிலைமை இரண்டு துறைகளின் பாடசாலைக் கலைத்திட்டத்தின் சிக்கலைக் குறிக்கிறது. இவ் ஆய்வு இரண்டு துறைகளின் தொடர்பு பற்றிய பௌதிகவியல் ஆசிரியர்களின் கருத்துக்களை ஆராய்ந்தது. பௌதிகவியல் வகுப்பில் அவர்களின் செயல்திறனுடன் கணிதம் தொடர்புடையதை முடிவுகள் வெளிப்படுத்துகின்றன. பௌதிகவியலைக் கற்க கணித அறிவு தேவை என்பது தெளிவாகத் தெரிந்தாலும் பௌதிகவியல் பற்றிய மாணவர்களின் புரிதலை மேம்படுத்த கணிதக் கல்வி இன்னும் செம்மைப்படுத்தப்பட வேண்டும் (Pinsky & Galili,2009).

5.8. ஆய்வுக் கட்டுமானம்.

மாணவர்களின் கணித்தல் சார் தேர்ச்சியின் நிலையானது எட்டுக் கணித்தல் கோட்பாடுகளுக்கான குறிகாட்டிகளை உள்ளடக்கிய வினாக்களைக் கொண்ட வினாத்தாளை பயன்படுத்தி அளவிடப்பட்டது. பெறுபேறுகள் அனைத்தும் ஆயிடை அளவிடைகளில் பெறப்பட்டிருந்தது. இது தொடர்பான விடயங்கள் கீழே அட்டவணை 5 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 05: ஆய்வுக் கட்டுமானம்

மாறி	குறிகாட்டிகள்	மூலம்	அளவீட்டின் அளவிடை
சாரா மாறி	கோட்பாடுகளை புரிந்திருத்தல்/ சமன்பாடுகளை பிரயோகித்தல்	(Domondon,Pardo & Rin,2011; Broman & Parchmann,2014)	ஆயிடை அளவிடை

		இடமாற்றம்/ எழுவாயாக்கல்	(Domondon, Pardo & Rin,2022; Thomas & Mahmud,2021)	ஆயிடை அளவிடை
		செயல்முறை திறன்/ தரவுகள் பிரதியிடல்	(Cebesoy & Yeniterzi, 2016; Thomas & Mahmud,2021; Domondon, Pardo and Rin,2022)	ஆயிடை அளவிடை
		குறியாக்கம்/ அலகுகள் பிரதியிடல்	(Dorko & Speer,2016)	ஆயிடை அளவிடை
		உருமாற்றம்/அளவிடை மாற்றம்/தரவுகள் அலகு மாற்றம்	(Thomas & Mahmud,2021; Zakaria & Ibrahim,2010)	ஆயிடை அளவிடை
		செயல் முறை திறன்/ சுருக்குதல்	(Thomas & Mahmud, 2021; Zakaria and Ibrahim,2010)	ஆயிடை அளவிடை
		தீர்வுக்கான பாதை/ அடிப்படையலகில் விடையளித்தல்	(Dorgo 7 Speer,2016)	ஆயிடை அளவிடை
		கணியங்களுக்கிடையிலான தொடர்பு/நியம அலகில் விடையளித்தல்	(Tairab,Arabi,Rabbani & Sara,2020;)	ஆயிடை அளவிடை
சார் மாறி	இரண்டாம் தவணை வலய மட்ட விஞ்ஞானபாட பரீட்சைப் புள்ளி		(Steinmayr, Meibner, Weidinger& Wirthwein,2014).	ஆயிடை அளவிடை

மூலம்: ஆய்வாளன்

3. ஆய்வு முறையியல்

3.1. ஆய்வு வடிவமைப்பு

அளவறி அணுகுமுறையில் அமைந்த குறுக்குவெட்டு அளவை நிலை ஆய்வு வடிவமைப்பு இங்கு பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

3.2. ஆய்வுப் பிரதேசம்

ஆய்வுப்பிரதேசமாக காரைநகர்க் கல்விக் கோட்டம் அமைகின்றது. இவ் ஆய்வின் ஆய்வுப் பிரதேசத்தில் உள்ள 13 பாடசாலைகளில் க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களைக் கொண்ட இரண்டு 1AB பாடசாலைகளும் இரண்டு வகை II பாடசாலைகளும் காணப்படுகின்றன.

3.3. ஆய்வுக் குடித்தொகை

காரைநகர்க் கல்விக் கோட்டத்திலுள்ள க.பொ.த சாதாரண தரத்தைக் கொண்ட நான்கு பாடசாலைகளிலும் உள்ள 150 மாணவர்கள் இவ் ஆய்விற்கான குடித்தொகையாகக் கொள்ளப்பட்டுள்ளனர்.

3.4. மாதிரியெடுப்பும் ஆய்வு மாதிரியும்

ஆய்வு மாதிரிகளாக 108 மாணவர்கள் பால் வேறுபாடு மற்றும் பாடசாலை அடிப்படையில் விகிதாசாரப் படைகொண்ட எழுமாற்று முறையில் தெரிவு செய்யப்பட்டனர் (Krejcie & Morgan,1970). ஆய்விற்கான குடித்தொகை மற்றும் ஆய்வு மாதிரி தொடர்பான விபரங்கள் கீழே அட்டவணை 6 இல் காட்டப்படுகின்றது. இங்கு தரவு தருநர்கள் தொடர்பான இரகசியம் காக்கப்படவேண்டும் எனும் ஆய்வு ஒழுக்கம் கருதி ஆய்விற்காகத் தெரிவு செய்யப்பட்ட பாடசாலைகள் முறையே A, B, C, D எனப் பெயரிடப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 06 : ஆய்வுக்கான குடித்தொகை மற்றும் மாதிரி

பாடசாலை	பாடசாலை வகை	குடித் தொகை ஆண்	குடித் தொகை பெண்	மாதிரி ஆண்	மாதிரி பெண்
A	1AB	47	31	34	22
B	1AB	22	29	16	21
C	Type II	08	08	05	06
D	Type II	04	01	03	01
பால்தீயாக மொத்தம்		81	69	58	50
மொத்தம்		150		108	

மூலம் : ஆய்வாளன்

3.5. தரவு சேகரிப்பு

முதலாம் நிலைத் தரவு சேகரிப்புக் கருவிகள் : சோதனை

அட்டவணை 01 க்கு அமைய ஆசிரியர் வழிகாட்டியில் ஒதுக்கப்பட்ட பாடவேளையின் விகிதாசார அடிப்படையிலும் மற்றும் அனைத்து கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகளையும் உள்ளடக்கிய வினாத்தாள் ஆய்வாளனினால் தயாரிக்கப்பட்டிருந்தது.

அட்டவணை 07 :கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகளின் அடிப்படையில் வினாத்தாள் அமைப்பு

அளவிடப்படவுள்ள தேர்ச்சிகள்	கணித்தல்	வினாத்தாளின் பகுதிகள்	வினா அமைப்பு	வினா எண்ணிக்கை
1. பொருத்தமான சமன்பாடுகளை பிரயோகித்தல்	இரசாயனவியல்		கட்டுரை வகை	05
2. எழுவாயாக்கம்				
3. தரவைப் பிரதியிடல்				
4. அலகுகள் பிரதியிடல்				
5. தரவுகளை அலகு மாற்றம்	பௌதிகவியல்		கட்டுரை வகை	38
6. சுருக்குதல்				
7. அடிப்படை அலகில் விடையளித்தல்				
8. நியம அலகில் விடையளித்தல்				

மூலம் : ஆய்வாளன்

இரண்டாம் நிலைத் தரவு சேகரிப்புக் கருவி : புள்ளிப் பதிவேடு

ஆய்வு மாதிரியாகத் தெரிவுசெய்யப்பட்ட 108 மாணவர்களின் 2023 ஆம் ஆண்டு வலய மட்ட இரண்டாம் தவணைப் பரீட்சையின் விஞ்ஞான பாடப் புள்ளிகள் பாடசாலைப் புள்ளிப் பதிவேட்டிலிருந்து பெறப்பட்டிருந்தது.

3.6. தரவுப் பகுப்பாய்வு

இவ் ஆய்வின் ஆய்வு வினாக்களாகிய க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவின் தற்போதைய நிலை (RQ₁) மற்றும் அம் மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகளின் தற்போதைய நிலை (RQ₂) ஆகியவற்றைக் கண்டறிவதற்கு மாணவர்கள் பெற்றுக்கொண்ட புள்ளிகள் விவரணப் புள்ளிவிபரவியல் நுட்பமாகிய இடை மற்றும் நியமவிலகல் ஆகியவற்றின் அடிப்படையிலும் க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவில் அம் மாணவர்களின் கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகளின் செல்வாக்கானது (RQ₃) அனுமானப் புள்ளிவிபரவியல் நுட்பமாகிய Simple Linear Regression Analysis மூலமும் சோதனை செய்யப்பட்டது.

அட்டவணை 08 : ஆய்வு வினாக்களும் அவற்றுக்கான சோதனைகளின் விபரங்களும்

சோதனைகள்	ஆய்வு வினா	ஆய்வு வினா
விவரணப் புள்ளிவிபரவியல் : இடை	க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவின் தற்போதைய நிலையை இனங்காணல்	RQ ₁
விவரணப் புள்ளிவிபரவியல் : இடை	க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகளின் தற்போதைய நிலையை கண்டறிதல்	RQ ₂
அனுமானப் புள்ளிவிபரவியல் : Simple Linear Regression Analysis	க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவில் அவர்களின் கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகளின் செல்வாக்கினை ஆராய்தல்	RQ ₃

மூலம் : ஆய்வாளன்

4. தரவுப் பகுப்பாய்வு

4.1 பெறுபேறுகளின் வியாக்கியானம்

விஞ்ஞான பாடப் புள்ளிகளிற்கான வியாக்கியானம்

இங்கு மாணவர்களின் விஞ்ஞானபாட அடைவின் நிலையானது இலங்கை பரீட்சைத் திணைக்களத்தின் க.பொ.த சாதாரண தரப் பொதுப் பரீட்சையில் மாணவர்களின் தர நிர்ணயத்திற்கான புள்ளி வீச்சின் அடிப்படையில் வியாக்கியானம் செய்யப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 09 : மாணவர் தர நிர்ணயம்

புள்ளி வீச்சு	தர வியாக்கியானம்	தரம்
75.00 - 100.00	அதி விசேட சித்தி	A
65.00 - 74.99	விசேட சித்தி	B
55.00 - 64.99	திறமைச்சித்தி	C
40.00 - 54.99	சாதாரண சித்தி	S
0.00 - 39.99	சித்தியின்மை	W

மூலம்: இலங்கை பரீட்சைத் திணைக்களம், 2023

கணித்தல்சார் தேர்ச்சி தொடர்பான புள்ளிகளுக்கான வியாக்கியானம்

அளவிடப்பட்ட மாணவர்களின் கணித்தல்சார் தேர்ச்சி தொடர்பான நிலையை வியாக்கியானம் செய்வதற்காக இலங்கைப்பரீட்சைத் திணைக்களத்தின் மாணவர் தரநிர்ணயத்திற்கான புள்ளி வீச்சின் சித்தியின்மை புள்ளி வீச்சானது (00.00 – 39.99) ஆய்வாளனினால் நான்கு பகுதிகளாக பிரிக்கப்பட்டு அதன் அடிப்படையில் வியாக்கியானம் செய்யப்பட்டுள்ளது.

தரம்	புள்ளி வீச்சு	தர வியாக்கியானம்
சித்தியின்மை	30.00 – 39.99	குறைவு
	20.00 – 29.99	மிகக் குறைவு
	10.00 – 19.99	மிக மிகக் குறைவு
	0.00 – 9.99	மிக மோசம்/தாழ் நிலை

மூலம்: ஆய்வாளன்

4.2 விஞ்ஞான பாட அடைவின் தற்போதைய நிலை (RQ₁)

அட்டவணை 11 : மாணவர்களின் விஞ்ஞானபாட புள்ளிகளின் இடை மற்றும் நியமவிலகல்

இடை (M)	நியமவிலகல் (SD)
36.79	18.84

மூலம்: ஆய்வாளன்

அட்டவணை 11 இல் காட்டப்பட்டுள்ள இடை மற்றும் நியமவிலகலின் அடிப்படையில் தரம் 11 மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவின் தற்போதைய நிலையானது அட்டவணை 09 க்கு அமைவாக சித்தியின்மை நிலையில் காணப்படுகின்றது ($M = 36.79$, $SD = 18.84$).

4.3 கணித்தல் சார் தேர்ச்சியின் தற்போதைய நிலை (RQ₂)

அட்டவணை 12 : மாணவர்களின் கணித்தல் சார் தேர்ச்சி தொடர்பான புள்ளிகளின் இடை மற்றும் நியமவிலகல்

இடை (M)	நியமவிலகல் (SD)
8.59	13.81

அட்டவணை 12 இல் காட்டப்பட்டுள்ள இடை மற்றும் நியமவிலகலின் அடிப்படையில் தரம் 11 மாணவர்களின் கணித்தல் தேர்ச்சியின் தற்போதைய நிலையானது அட்டவணை 10 க்கு அமைவாக தாழ் நிலையில் காணப்படுகின்றது ($M = 8.59$, $SD = 13.81$).

4.4 விஞ்ஞான பாட அடைவில் கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகளின் செல்வாக்கு (RQ₃)

க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவில் அவர்களது கணித்தல்சார் தேர்ச்சிநிலையின் செல்வாக்கானது அனுமானப் புள்ளிவிபரவியல் நுட்பமாகிய Simple Linear Regression Analysis இனைப் பயன்படுத்திப் பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்டது. இதற்கான கருதுகோள் பின்வருமாறு வரையறுக்கப்பட்டது.

சூனியக் கருதுகோள் (H_0) :க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவில் அவர்களது கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகளின் நிலையானது செல்வாக்குச் செலுத்தவில்லை.

மாற்றுக் கருதுகோள் (H_1) :க.பொ.த சாதாரண தர மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவில் அவர்களது கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகளின் நிலையானது செல்வாக்குச் செலுத்துகின்றது.

அட்டவணை 13 : கருதுகோள் சோதனைக்கான முடிவுகள்

கருதுகோள்	β	R^2	F (1,106)	p	கருதுகோள் ஏற்றுக்கொள்ளப்படுகின்றதா
(H_1)	1.167	.732	283.83	.000	ஆம்

மூலம்: ஆய்வாளன்

க.பொ.த சாதாரண தர விஞ்ஞான பாட அடைவில் கணித்தல் தேர்ச்சி நிலையானது குறிப்பிடத்தக்க தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகிறது என்பதனைச் சோதிப்பதற்காக வரையறுக்கப்பட்ட மேற்குறிப்பிட்ட கருதுகோள்கள் 0.01 பொருண்மை மட்டத்தில் சோதிக்கப்பட்டது. $p < .001$ அளவில் சூனியக் கருதுகோளானது நிராகரிக்கப்பட்டு மாற்றுக் கருதுகோள் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது. எனவே மாணவர்களின் கணித்தல் தேர்ச்சி நிலையானது அம் மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவில் பொருண்மையான அளவில் செல்வாக்குச் செலுத்துகின்றது என்பதை வெளிப்படுத்துகின்றது ($F(1,106) = 283.83, p < 0.001$). அத்துடன் மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவில் அவர்களின் கணித்தல் சார் தேர்ச்சி நிலையானது நேரான செல்வாக்குச் செலுத்துகின்றமை அவதானிக்கப்பட்டுள்ளது ($\beta = 1.167$). அத்துடன் R^2 ஆனது .732 ஆகப் பெறப்பட்டுள்ளது. இது மாணவர்களின் கணித்தல் சார் தேர்ச்சி நிலையானது அம் மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவில் 73.2% தாக்கத்தைச் செலுத்துகின்றமையை வெளிப்படுத்துகின்றது.

இக் கண்டறிதலில் இருந்து ஒரு மாணவனின் பெறும் கணித்தல் சார் தேர்ச்சிப் புள்ளியில் இருந்து அம் மாணவனின் விஞ்ஞான பாடப் புள்ளியை அனுமானிப்பதற்கான சமன்பாடு பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படுகின்றது.

$$Y = a + bX$$

Y – விஞ்ஞான பாடப் புள்ளி

X – கணித்தல் சார் தேர்ச்சிப் புள்ளி

$$a = 26.77$$

$$b = 1.167$$

$$Y = 26.77 + (1.167X)$$

மேலே வரையறுக்கப்பட்ட சமன்பாட்டிற்கு அமைய ஒரு மாணவனின் கணித்தல் சார் தேர்ச்சி புள்ளியின் ஒரு அலகு புள்ளி அதிகரிப்பிற்கு விஞ்ஞான பாட புள்ளியானது 1.167 அலகினால் அதிகரிக்கும் என்பது புலப்படுகின்றது.

5. ஆய்வின் முடிவுகள்

5.1 விஞ்ஞான பாட அடைவின் தற்போதைய நிலை (RQ₁)

தரம் 11 மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவின் தற்போதைய நிலையானது சித்தியின்மை நிலையில் காணப்படுகின்றது ($M = 36.79, SD = 18.84$).

5.2 கணித்தல்சார் தேர்ச்சியின் தற்போதைய நிலை (RQ₂)

தரம் 11 மாணவர்களின் கணித்தல்சார் தேர்ச்சியின் தற்போதைய நிலையானது மிக மோசமான நிலையில் காணப்படுகின்றது ($M = 8.59, SD = 13.81$).

5.3 விஞ்ஞான பாட அடைவில் கணித்தல்சார் தேர்ச்சிகளின் செல்வாக்கு (RQ₃)

மாணவர்களின் கணித்தல்சார் தேர்ச்சி நிலையானது அம் மாணவர்களின் விஞ்ஞான பாட அடைவில் நேரான பொருண்மிய 73.2% செல்வாக்கினைச் செலுத்துகின்றது ($F(1,106) = 283.83, p < 0.001, \beta = 1.167, R^2 = .732$).

6. விதப்புரைகள்

இந்த ஆய்வின் கண்டறிதல்கள் மற்றும் முடிவுகளில் இருந்து மாணவர்கள், ஆசிரியர்கள், கல்வி அதிகாரிகள் மற்றும் கல்விக் கோட்பாட்டாளர்களுக்கான பின்வரும் பரிந்துரைகள் முன்வைக்கப்படுகின்றன. மாணவர்கள் முதலில் விஞ்ஞான பாடத்தில் கணித்தல்சார் தேர்ச்சிகளின் முக்கியத்துவத்தை புரிந்து கொள்ள வேண்டும். விஞ்ஞான பாடத்தில் கணித்தல் தேர்ச்சிகள் எவை அவற்றுக்காக ஒதுக்கப்பட்டுள்ள பாடவேளைகளின் அளவு மற்றும் க.பொ.த சாதாரண தரப் பொதுப் பரீட்சையில் கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகளுக்காக ஒதுக்கப்பட்டுள்ள புள்ளிகள் என்பவற்றை நன்கு உணர்ந்து அத் தேர்ச்சிகளுக்கு முக்கியத்துவம் வழங்க வேண்டும். அத்துடன் விஞ்ஞான பாடம் கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகள் அடிப்படையில் எட்டு கணித்தல் தேர்ச்சிகளையே உள்ளடக்கியுள்ளமையினால் அக்கோட்பாடுகளை அறிந்து அவற்றில் புலமையை வளர்த்துக் கொள்ள வேண்டும். அதற்காக அவ்வகைத் தேர்ச்சிகளில் அதிக பயிற்சி மேற்கொள்ளப்படல் அவசியமாகும். விஞ்ஞான பாடத்தில் கணித்தல் தேர்ச்சிகள் எவை அவற்றுக்காக ஒதுக்கப்பட்டுள்ள பாடவேளைகளின் அளவு மற்றும் க.பொ.த சாதாரண தரப் பொதுப் பரீட்சையில் கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகளுக்காக ஒதுக்கப்பட்டுள்ள புள்ளிகள் மற்றும் ஒரு கணித்தல் சார் தேர்ச்சி வினா கொண்டிருக்கும் கணித்தல் உள்ளடக்கங்கள் எவை மற்றும் அவை ஒவ்வொன்றுக்குமான புள்ளி ஒதுக்கீட்டின் அளவுகள் என்பவற்றை ஆசிரியர்கள் விளக்க வேண்டும். அதற்கு முதலில் ஆசிரியர்கள் அது தொடர்பான புரிதலையும் ஈடுபாட்டையும் கொண்டிருத்தல் அவசியமாகும். கணித்தல் கோட்பாடுகளுக்கு முக்கியத்துவம் வழங்கி கற்பித்தலில் ஈடுபட வேண்டும். ஏனெனில் கணித்தல்சார் தேர்ச்சியைக் கணித பாடத்துக்குரிய தேர்ச்சியாக கருதும் ஆசிரியர்களும் இருக்கத்தான் செய்கிறார்கள். மாணவர்கள் கணித்தல் வேலைகளில் ஈடுபட்டிருக்கும் வேளைகளில் அவர்களின் வேலைகளை அவதானித்தலின் மூலம் அவர்கள் எந்த விடயங்களில் இடர்படுகின்றனர் என்பதை அறிய முடியும். மாணவர்கள் கணித்தல் தேர்ச்சி தொடர்பாக கொண்டுள்ள தவறான எண்ணக்கருக்களை ஆசிரியர் அறிந்திருத்தல் வேண்டும். உதாரணமாக நியம அலகுகளை மனப்பாடம் செய்து அதனடிப்படையில் விடையளிக்கும் பழக்கத்தை உருவாக்காது அடிப்படையலகுகளைப் பிரதியிட்டு அதிலிருந்து கிடைக்கப்பெறும் அடிப்படையலகில் விடையளிப்பதற்கு பயிற்றுவிக்க வேண்டும். கணித்தல் தேர்ச்சிகளை வகுப்பறைக் கணிப்பீட்டில் ஒன்றாக பயன்படுத்துவதன் மூலம் மாணவர்களுக்கு மீளவலியுறுத்தலை வழங்கமுடியும். கல்வி அதிகாரிகள் விஞ்ஞானபாட அடைவில் கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகளின் முக்கியத்துவத்தை அறிந்து அது தொடர்பான செயலமர்வுகள் பயிற்சிப் பட்டறைகளை ஆசிரியர்களுக்கு ஒழுங்குபடுத்தி அவர்களைக் கணித்தல்சார் தேர்ச்சிகளில் நிபுணத்துவம் அடைவதற்கு வழியேற்படுத்தவேண்டும். கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகளை மட்டும் உள்ளடக்கிய கற்றல் சாதனங்கள் மற்றும் கணித்தல் கோட்பாடுகளை உள்ளடக்கிய கையேடுகளை உருவாக்கி அவற்றை மாணவர் பயன்படுத்த திட்டத்தைக் கட்டமைக்கவேண்டும். உருவாக்கப்பட்ட திட்டங்கள் தொடருவதை உறுதிப்படுத்த தொடர் வெளிவாரி மதிப்பீடுகள் மேற்கொள்வது அவசியமானதாகும். விஞ்ஞான பாடத்திற்கு பொருத்தமான ஆசிரியர் நியமனங்களை வழங்குவது சிறப்பானதாகும். விஞ்ஞான கோட்பாடுகளுக்கான கற்றல்பேறுகள் வரையறுக்கப்பட்டுள்ள போதிலும் கணித்தல் கோட்பாடுகளுக்கான கற்றல் பேறுகள் உள்ளடக்கப்படவில்லை எனவே அதனை அமைத்தல் வேண்டும். க.பொ.த சாதாரண தர விஞ்ஞான பாடப் பொதுப் பரீட்சையில் கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகளுக்கான புள்ளி ஒதுக்கீட்டை உத்தியோகபூர்வமாக வெளிப்படுத்துவதன் மூலம் அதன்

முக்கியத்துவத்தை ஆசிரியர் மற்றும் மாணவர்களுக்கு புரிய வைக்கமுடியும். விஞ்ஞானப் பாடப் புத்தகத்தில் தற்போதுள்ள கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகளுக்கான பயிற்சிகள் போதுமானதாக இல்லாமையினால் அதனை கவனத்தில் எடுத்து இவ்வாய்வில் கண்டறிந்த கணித்தல் கோட்பாடுகள் அனைத்திலும் அதிகளவிலான பயிற்சிகளை உருவாக்கல் வேண்டும்.

க.பொ.த சாதாரண தர விஞ்ஞான பாட அடைவை மேம்படுத்துவதற்கு கணித்தல் சார் தேர்ச்சிகளை மாணவர்களிடத்தில் மேம்படுத்துவதற்கான பொருத்தமான நடவடிக்கைகளைத் திட்டமிட்டு நடைமுறைப்படுத்துவதற்கு ஆசிரியர்கள், கல்விசார் நிர்வாகக் கட்டமைப்பினர், கலைத்திட்ட வடிவமைப்பாளர்கள் மற்றும் கொள்கை வகுப்பாளர்களிற்கு இந்த ஆய்வு பரிந்துரை செய்கின்றது.

உசாத்துணைகள்

- Abdi, & Ali. (2014). *The Effect of Inquiry-Based Learning Method on Students' Academic Achievement in Science Course*. Institute of Education Science. <https://eric.ed.gov>. ISSN-2332-3205 v2 n1 p37-41 2014.
- Aji, C. A., & Khan, M. J. (2019). The Impact of Active Learning on Students' Academic Performance. *Open Journal of Social Sciences*, 07(03), 204–211. <https://doi.org/10.4236/jss.2019.73017>. ISSN Online: 2327-5960 ISSN Print: 2327-5952.
- Aladejana, F., & Aderibigbe, O. (2007). Science Laboratory Environment and Academic Performance. *Journal of Science Education and Technology*, 16(6), 500–506. <https://doi.org/10.1007/s10956-007-9072-4>
- Antony, S., & Elangkumaran, P. (2020). *An Impact on Teacher Qualifications on Student Achievement in Science: A Study on the G.C.E (O/L) in Trincomalee District*. <https://www.researchgate.net/publication/346476396>
- Arulmoly, C. (2022). Academic internal supervision as a correlate of students' academic achievement of gce(O/L) in secondary schools in Batticaloa district in Sri Lanka. *Asian Journal of Multidimensional Research*, 11(2), 64–72. <https://doi.org/10.5958/2278-4853.2022.00019.2>
- Arulmoly, C., & Kiruthika, A. (2017). The Impact of Parental Involvement on Students' Attitude and Performance in Science in Senior Secondary Grades in Batticaloa Educational Zone, Sri Lanka. *Asian Journal of Multidimensional Research (AJMR)*, 6(5), 14–24.
- Awodun, Adebisi Omotade1, OJO, Olanrewaju Adeniyi. (2013). Mathematics Skills as Predictors of Physics Students' Performance in Senior Secondary Schools. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 4(12), 1199–1203. <https://doi.org/10.21275/v4i12.nov152176>
- Bal Taştan, S., Davoudi, S. M. M., Masalimova, A., Bersanov, A., Kurbanov, R., Boiarchuk, A., & Pavlushin, A. (2018). The Impacts of Teacher's Efficacy and Motivation on Student's Academic Achievement in Science Education among Secondary and High School Students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(6), 2353–2366. <https://doi.org/10.29333/ejmste/89579>
- Broman, K., & Parchmann, I. (2014). Students' application of chemical concepts when solving chemistry problems in different contexts. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 15(4), 516–529. <https://doi.org/10.1039/c4rp00051j>
- Casey, S. (2005). *Formative assessment: the effect on academic achievement and attitudes toward science*. <https://rdw.rowan.edu/etd/974>. ISSN 2689-0690.
- Cebesoy, Ü. B., & Yeniterzi, B. (2016). 7th Grade Students' Mathematical Difficulties in Force and Motion Unit. *Turkish Journal of Education*, 5(1), 18. <https://doi.org/10.19128/turje.51242>
- Chong, Y. L. (2012). *Mathematical Thinking and Physics Achievement of Secondary School Students*. Penerbit UTM Press.
- Dahar, M. A., & Faize, F. A. (2011). *Effect of the Availability and the use of Science Laboratories on Academic Achievement of Students in Punjab (Pakistan)*. Esearchgate; European Journal of Scientific Research. <http://www.eurojournals.com/ejsr.htm>. ISSN 1450-216X Vol.51 No.2 (2011), pp.193-202

- Dissanayake, A., Jayewardene, R., & Shojo, M. (2011). *Strengthening Science Education in Sri Lanka*. South Asia Human Development Sector.
- Domondon, Christian. S., Pardo, Corazon. G., & Rin, Elmarie. T. (2022). *Analysis Of Difficulties Of Students In Learning Calculus*. ISSN 1013-5316. <https://www.researchgate.net>
- Dorko, A., & Speer, N. (2015). Calculus Students' Understanding of Area and Volume Units. *Investigations in Mathematics Learning*, 8(1), 23–46. <https://doi.org/10.1080/24727466.2015.11790346>
- Grant, K., Hackney, R., & Edgar, D. (2014). Postgraduate Research Supervision: An “Agreed” Conceptual View of Good Practice through Derived Metaphors. *International Journal of Doctoral Studies*, 9, 043–060. <https://doi.org/10.28945/1952>
- Greenbowe, T. J., Pooch, J. R., Burke, K. A., & Hand, B. M. (2007). Using the Science Writing Heuristic in the General Chemistry Laboratory To Improve Students' Academic Performance. *Journal of Chemical Education*, 84(8), 1371. <https://doi.org/10.1021/ed084p1371>
- Huffman, D., Thomas, K., & Lawrenz, F. (2003). Relationship Between Professional Development, Teachers' Instructional Practices, and the Achievement of Students in Science and Mathematics. *School Science and Mathematics*, 103(8), 378–387. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2003.tb18123.x>
- Jamil, N. L., & Mahmud, S. N. D. (2019). *Self-Efficacy Relationship on Science Achievement amongst National Secondary School Students - Creative Education - SCIRP*. www.scirp.org.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining Sample Size for Research Activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607–610. <https://doi.org/10.1177/001316447003000308>
- Ogunleye, A. O. (2009). Teachers And Students Perceptions Of Students Problem-Solving Difficulties In Physics: Implications For Remediation. *Journal of College Teaching & Learning (TLC)*, 6(7). <https://doi.org/10.19030/tlc.v6i7.1129>
- Olatoye, R. A. (2007). Effect of Further Mathematics on Students' Achievement in Mathematics, Biology, Chemistry and Physics. *International Journal of Environmental and Science Education*, 2(2), 48–53.
- Orheruata, M., U, & Oyakhrome, H., A. (2019). Effect of Formative Classroom Assessment on Students' Academic Achievement in Junior Secondary School Basic Science in Egor Local Government Area of Edo State, Nigeria. *Journal of Education and Practice*, 10(15). <https://doi.org/10.7176/jep/10-15-22>. ISSN 2222-1735 (Paper) ISSN 2222-288X (Online) .
- Oyedepi, S. O. (2011). *Mathematics Skills as Predictors of Science Achievement in Junior Secondary Schools*. World J Young Researchers. <http://www.rppjournals.com/>. 2011;1(4):60 ISSN 2249-0566.
- Pakpahan, F. H., & Saragih, M. (2022). Theory of cognitive development by Jean Piaget. *Journal of Applied Linguistics*, 2(2), 55–60. <https://doi.org/10.52622/joal.v2i2.79>
- Pinsky, L., & Galili, I. (2014). The Need to Clarify the Relationship between Physics and Mathematics in Science Curriculum: Cultural Knowledge as Possible Framework. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 611–616. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.266>
- Piratheeban, K. (2023). School-related Factors that Favoured Significant Achievements in the Science Subject at the G.C.E (O/L) 2020: A Contextual Analysis on the Kilinochchi District, Sri Lanka. *OUSL Journal*, 18(1), 99–123. <https://doi.org/10.4038/ouslj.v18i1.7564>
- Sartika, D., & Humairah, N. A. (2018). Analyzing Students' Problem Solving Difficulties on Modern Physics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1028, 012205. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1028/1/012205>
- Somarathne, N. R., & Jayasuriya, K. M. G. G. (2021). Factors affecting student performance in science at G.C.E. (A/L): A case study from newly upgraded secondary schools in the Kurunegala educational zone. *Ceylon Journal of Science*, 50(2), 155. <https://doi.org/10.4038/cjs.v50i2.7878>

- Tairab, H., Al Arabi, K., Rabbani, L., & Hamad, S. (2020). Examining Grade 11 science students' difficulties in learning about vector operations. *Physics Education*, 55(5), 055029. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aba107>
- Takaya, K. (2008). Jerome Bruner's Theory of Education: From Early Bruner to Later Bruner. *Interchange*, 39(1), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s10780-008-9039-2>
- Tanuja, A. A., Narasimha Murthy, K. D., & Kavitha, Y. (2023). *Application Of Calculus*. *Journal of Data Acquisition and Processing*. Sjcjycl.cn. <https://sjcicycl.cn/DOI:%2010.5281/zenodo.777123>
- Thomas, D. S., & Mahmud, M. S. (2021). Analysis of Students' Error in Solving Quadratic Equations Using Newman's Procedure. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 11(12). <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v11-i12/11760>
- Tilakaratnea, C. T. K., & Ekanayake, T. M. S. S. K. Y. (2017). *Achievement level of Science Process Skills of Junior Secondary Students: Based on a Sample of Grade Six and Seven Students from Sri Lanka*. *International Journal Of Environmental & Science Education*. 2017, VOL. 12, NO. 9, 2089-2108.
- Udousoro, U. J. (2011, July 21). *The Effects of Gender and Mathematics Ability on Academic Performance of Students in Chemistry*. *Www.ajol.info*; An International Multidisciplinary Journal, Ethiopia. www.afrevjo.com
- Ullah, S., Khatoon, M., & Abbas, M. M. (2023). Effect of Collaborative Learning on Elementary School Students' Academic Achievement in Science. *Journal of Hunan University Natural Sciences*, 50(10). <https://doi.org/10.55463/issn.1674-2974.50.10.23>
- Wajiha Kanwal, Arshad Mehmood Qamar, Hamid Ali Nadeem, Sarfraz Ahmed Khan, Muhammad Siddique. (2022). Effect of Conceptual Understanding of Mathematical Principles on Academic Achievement of Secondary Level Chemistry Students. *Zenodo (CERN European Organization for Nuclear Research)*, 8(3). <https://doi.org/10.5281/zenodo.6370449>
- Wang, J., & Santos, S. (2003). *A Comparative Study of Relationship Between Mathematics and Science Achievement at the 8th Grade*. <https://files.eric.ed.gov/>
- Wickramanayake, D. (2021). *Investigating the Effect of E-Learning in Science Education at GCE/O/L Abstract Reference Full-Text PDF Full-text HTML Article Outline*. Researchgate. <https://www.researchgate.net/publication/355362071>. p-ISSN: 2163-1484 e-ISSN: 2163-1492 2021;11(2): 28-40 DOI: 10.5923/j.computer.20211102.02.
- Williams, C., Stanisstreet, M., Spall, K., Boyes, E., & Dickson, D. (2003). Why aren't secondary students interested in physics? *Physics Education*, 38(4), 324–329. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/38/4/306>
- Winarno, N. (2020). Implementation of Integrated Science Curriculum: A Critical Review of the Literature. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 723–745. <https://doi.org/10.17478/jegys.675722>
- Zakaria, E., Ibrahim, & Maat, S. M. (2010). Analysis of Students' Error in Learning of Quadratic Equations. *International Education Studies*, 3(3). <https://doi.org/10.5539/ies.v3n3p105>