STEM துறைசார் ஆசிரியர்களின் கற்பித்தலில் செயற்கை நுண்ணறிவு சார்ந்த அறிவின் செல்வாக்கு

R. Raj Renusius[1*] and R. Sharveswara[2]

[1]*Faculty of Graduate Studies, University of Jaffna*

[2]*Department of Education, Faculty of Arts, University of Jaffna*

ஆய்வுச்சுருக்கம்

கற்றல்-கற்பித்தல் செயல்முறைகளில் செயற்கை நுண்ணறிவின் (AI) அதிவேக ஒருங்கிணைப்பு, ஆசிரியர்களிடையே AI சார்ந்த கற்பித்தல் திறனை ஒரு முக்கிய தேவையாக மாற்றியுள்ளது. இருப்பினும், இத்தொழில்நுட்பப் பரவல் வேகமடைந்து வரும் அதே வேளையில், ஆசிரியர்கள் இந்த AI கருவிகளை ஏற்றுக்கொள்வதைத் தீர்மானிக்கும் துல்லியமான காரணிகள் குறித்த அனுபவபூர்வமான ஒருமித்த கருத்துக்கள் இன்னும் குறைவாகவே உள்ளன. எனவே அநுராதபுர கல்வி வலயத்திலுள்ள இடைநிலைப் பாடசாலைகளில் பணியாற்றும் STEM துறைசார் ஆசிரியர்கள் செயற்கை நுண்ணறிவை கற்றல் கற்பித்தல் செயன்முறையில் பயன்படுத்தலில் செல்வாக்குச் செலுத்தும் அறிவுடன் தொடர்பான காரணிகளினைக் கண்டறிவதன் மூலம் AI ஐ வெவ்வேறு பாடங்களில் வகுப்பறைகளில் ஒருங்கிணைப்பதற்கான தலையீடுகளை இனங்காணும் நோக்கில் இவ்வாய்வு அளவறி அணுகுமுறையில் முறையில் மேற்கொள்ளப்பட்டது. 507 ஆசிரியர்களில் 246 பேரிடமிருந்து வினாத்தாள் மூலம் தரவுகள் சேகரிக்கப்பட்டு அவை விவரண, தொடர்பு மற்றும் பின்னடைவு பகுப்பாய்வுகளுக்குட்படுத்தப்பட்டன. ஆய்வின் முடிவுகள், ஆசிரியர்களின் AI தொடர்பான கருத்தியல் அறிவு ($M = 3.24$, $SD = 0.894$), கருவிசார் அறிவு ($M = 2.97$, $SD = 0.936$), மற்றும் நடைமுறை அறிவு ($M = 3.12$, $SD = 0.904$) ஆகியவை மிதமான நிலையை வெளிப்படுத்துகின்றன. மேலும், இம்மூன்று அறிவுப் பரிமாணங்களுக்கிடையில் வலுவான நேர்த்தொடர்புகள் காணப்பட்டதோடு ($r = .796$, $p < .01$), ஆசிரியர்களின் AI அறிவு மற்றும் அதன் கற்பித்தல் பயன்பாட்டிற்கிடையிலும் குறிப்பிடத்தக்க நேர்த்தொடர்பு காணப்பட்டது. குறிப்பாக, கருவிசார் மற்றும் நடைமுறை அறிவுகள் AI பயன்பாட்டை நேரடியாக வலுப்படுத்துகின்றன. ஆசிரியர்களின் AI தொடர்பான அறிவு தகவல் தொழில்நுட்ப ($M = 3.601$, $SD = 0.488$) மற்றும் உயிரியல் தொழில்நுட்ப ($M = 3.19$, $SD = 0.668$) பாடப்பிரிவுகளில் உயர்வாகவும், இரசாயனவியல் ($M = 2.31$, $SD = 0.731$) மற்றும் இணைந்த கணித ($M = 2.63$, $SD = 1.285$) பாடப்பிரிவுகளில் குறைவாகவும் காணப்பட்டது. ஆய்வு முடிவுகளின்படி, ஆசிரியர்களின் அறிவு AI ஒருங்கிணைப்பின் முக்கிய தீர்மானிப்புக் காரணியாகும். எனவே, கருவி மற்றும் நடைமுறை திறன்களை மேம்படுத்தும் தொழில்முறை பயிற்சிகள் அவசியமாவதுடன் அது சார்ந்த கொள்கை மற்றும் நடைமுறைகளை வலுப்படுத்துவதும் அவசியமாகும்.

முதன்மைப் பதங்கள்: செயற்கை நுண்ணறிவு, STEM கல்வி, அறிவுப் பரிமாணங்கள், ஆசிரியர் அறிவு, AI பயன்பாடு

siusraj03@gmail.com

அறிமுகம்

தொழில்நுட்பத்தின் அதிவேக முன்னேற்றம் உலகின் பல துறைகளில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்தி வரும் நிலையில், கல்வித் துறையும் இவ்வேகமான மாற்றங்களின் தாக்கத்திற்கு உட்பட்டுள்ளது. குறிப்பாக தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்பத்துடன் இணைந்து செயற்கை நுண்ணறிவு (Artificial Intelligence - AI) கல்வி அமைப்பில் புதிய பரிமாணங்களை உருவாக்கியுள்ளது. இதன் மூலம் பாரம்பரிய கற்பித்தல் முறைகள் மாற்றமடைந்து, மாணவர் மையப்படுத்தப்பட்ட கற்றல் சூழல் உருவாகின்றது.

கல்வித் துறையில் செயற்கை நுண்ணறிவு பயன்பாடு பல்வேறு வடிவங்களில் வெளிப்படுகின்றது. தனிப்பயன் கற்றல் அமைப்புகள், தானியக்க மதிப்பீட்டு முறைகள், கற்றல் பகுப்பாய்வு, மற்றும் இயற்கை மொழி செயலாக்கம், ஆகியவை அதன் முக்கிய கூறுகளாகும். இத்தொழில்நுட்பங்கள் மாணவர்களின் கற்றல் முன்னேற்றத்தை தொடர்ந்து கண்காணித்து, அவர்களின் பலவீனங்கள் மற்றும் வலிமைகளை அடையாளம் கண்டு, அதற்கேற்ப கற்றல் உள்ளடக்கங்களை மாற்றி வழங்கும் திறன் கொண்டவை (Farahani & Ghasmi, 2024).

உலகளாவிய அளவில், முன்னேறிய நாடுகள் கல்வியில் செயற்கை நுண்ணறிவை விரிவாக ஒருங்கிணைத்து வருகின்றன. இந்நிலையில், அபிவிருத்தி அடையும் நாடுகளான இலங்கை போன்றவை இன்னும் இந்த தொழில்நுட்பத்தின் முழுமையான பயன்களைப் பெறுவதற்கான பாதையில் பயணித்து வருகின்றன. Oxford Insights (2023) அரசாங்க AI தயார்நிலை குறியீட்டில் 193 நாடுகளில் இலங்கை தற்போது 95 வது இடத்தில் உள்ளது. இக் குறிகாட்டி முன்னேற்றகரமான நாடுகளுடன் ஒப்பிட்டு இலங்கை இன்னமும் வெகுதூரம் அதன் பயன்பாட்டை முழுமையாகப் பெற்றுக்கொள்ள பயணிக்க வேண்டியுள்ளதைக் காட்டுகின்றது. இருப்பினும், இலங்கை அரசாங்கம் கல்வி மறுசீரமைப்பின் ஒரு பகுதியாக டிஜிட்டல் கல்வி மற்றும் AI ஒருங்கிணைப்பை முன்னெடுக்க பல்வேறு கொள்கைகள் மற்றும் திட்டங்களை நடைமுறைப்படுத்தி வருகிறது. இத்தகைய முயற்சிகள் கல்வித் தரத்தை மேம்படுத்துவதோடு, உலகளாவிய கல்வி தரநிலைகளுடன் நாட்டை இணைக்கும் முக்கிய அடித்தளமாக அமைகின்றன.

STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) கல்வி, 21ஆம் நூற்றாண்டின் திறன்களை மாணவர்களிடம் உருவாக்கும் முக்கிய துறையாகக் கருதப்படுகின்றது. பிரச்சினை தீர்க்கும் திறன், விமர்சன சிந்தனை, பகுப்பாய்வு திறன் மற்றும் படைப்பாற்றல் திறன் போன்றவை STEM கல்வியின் மூலம் மேம்படுத்தப்படுகின்றன. இத்துறையில் செயற்கை நுண்ணறிவு பயன்பாடு, குறிப்பாக சிக்கலான அறிவியல் மற்றும் கணிதக் கருத்துக்களை காட்சிப்படுத்துதல், சோதனை சார்ந்த கற்றலை ஊக்குவித்தல், கணினி நிரலாக்கம் மற்றும் தரவு பகுப்பாய்வு திறன்களை மேம்படுத்துதல் போன்ற வழிகளில் குறிப்பிடத்தக்க பங்களிப்பை வழங்குகின்றது.

இலங்கையின் கல்வி அமைப்பில், குறிப்பாக அநுராதபுர கல்வி வலயத்தில், STEM கல்வியை மேம்படுத்துவதற்காக பல்வேறு வளங்கள் மற்றும் வசதிகள் வழங்கப்பட்டுள்ளன. இணைய இணைப்பு விரிவாக்கம், கணினி ஆய்வகங்கள், பாடவியல் பயிற்சி திட்டங்கள் மற்றும் தொழில்நுட்ப ஒருங்கிணைப்பு முயற்சிகள் ஆகியவை இத்துறையில் முன்னேற்றத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. மேலும், ஆசிரியர்களின் தொழில்முறை திறனை மேம்படுத்தும் நோக்கில் பல்வேறு பயிற்சிகள் மற்றும் கருத்தரங்குகள் நடத்தப்பட்டு வருகின்றன. இத்தகைய நடவடிக்கைகள் கல்வி சூழலை டிஜிட்டல் மற்றும் தொழில்நுட்ப அடிப்படையிலான கற்றலுக்குத் தயார்படுத்துகின்றன.

ஆனால், இத்தகைய வளங்கள் மற்றும் வாய்ப்புகள் இருந்தபோதிலும், செயற்கை நுண்ணறிவின் பயனுள்ள ஒருங்கிணைப்பு இன்னும் சவாலாகவே உள்ளது. தொழில்நுட்ப வசதிகள் கிடைப்பது மட்டுமே அதன் பயனுள்ள பயன்பாட்டை உறுதி செய்யாது. ஆசிரியர்களின் செயற்கை நுண்ணறிவு தொடர்பான அறிவு, தொழில்நுட்ப திறன், மனப்பாங்கு, தன்னம்பிக்கை, பயிற்சி அனுபவம் மற்றும் நிறுவல் ஆதரவு போன்ற காரணிகள் அதன் பயன்பாட்டை தீர்மானிக்கும் முக்கிய அம்சங்களாகும். குறிப்பாக STEM துறைகளில் உள்ளடக்க சிக்கல்தன்மை காரணமாக, செயற்கை நுண்ணறிவு பயன்பாடு பாடவாரியான வேறுபாடுகளுடன் காணப்படலாம் (Xu & Ouyang, 2022).

மேலும், கல்வி நடைமுறைகளில் செயற்கை நுண்ணறிவு பயன்பாடு பரவலாகப் பேசப்பட்டாலும், அதன் நடைமுறை விளைவுகள் மற்றும் செயல்திறன் குறித்து உள்ளூர் சூழலில் மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வுகள் மிகவும் குறைவாக உள்ளன. குறிப்பாக, ஆசிரியர்களின் அறிவு சார்ந்த காரணிகள் செயற்கை நுண்ணறிவு பயன்பாட்டில் எவ்வாறு செல்வாக்கு செலுத்துகின்றன என்பது தெளிவாக ஆராயப்படவில்லை. இதனால், செயற்கை நுண்ணறிவு கல்வியில் கொண்டுள்ள முழு திறனைப் பயன்படுத்த முடியாத நிலை உருவாகியுள்ளது. அதன் விளைவாக, பல ஆசிரியர்கள் செயற்கை நுண்ணறிவை கற்றல்-கற்பித்தல் செயல்முறைகளில் திறம்பட பயன்படுத்துவதில் சவால்களை எதிர்கொள்வதாகக் காணப்படுகிறது. போதுமான பயிற்சி இல்லாமை, தெளிவான கொள்கை வழிகாட்டுதல்களின் பற்றாக்குறை, மற்றும் உள்கட்டமைப்பு சவால்கள் ஆகியவை இந்நிலையை மேலும் தீவிரப்படுத்துகின்றன. இத்தகைய சூழலில், ஆசிரியர்களின் அறிவு மற்றும் திறன் மேம்பாடு இல்லாமல், செயற்கை நுண்ணறிவின் பயனுள்ள ஒருங்கிணைப்பு சாத்தியமில்லை.

எனவே, STEM துறைசார் ஆசிரியர்களின் செயற்கை நுண்ணறிவு தொடர்பான அறிவு மற்றும் அந்த அறிவு கற்றல்-கற்பித்தல் செயல்முறைகளில் ஏற்படுத்தும் செல்வாக்கை அறிவியல் ரீதியாக ஆய்வு செய்வது மிகவும் அவசியமானதாகும். குறிப்பாக, அநுராதபுர கல்வி வலயத்தை மையமாகக் கொண்டு, ஆசிரியர்களின் அறிவு சார்ந்த காரணிகள் செயற்கை நுண்ணறிவு பயன்பாட்டை எவ்வாறு பாதிக்கின்றன என்பதையும், பாடவாரியான வேறுபாடுகளுடன் அவற்றை பகுப்பாய்வு செய்வதையும் இவ்வாய்வு நோக்கமாகக் கொண்டுள்ளது.

ஆய்வு நோக்கமும் குறிக்கோள்களும்

ஆய்வு நோக்கம்

STEM துறைசார் ஆசிரியர்களின் செயற்கை நுண்ணறிவைக் கற்றல் கற்பித்தல் செயன்முறையில் பயன்படுத்தலில் செல்வாக்குச் செலுத்தும் அறிவுடன் தொடர்பான காரணிகளினைக் கண்டறிவதன் மூலம் AI ஐ வெவ்வேறு பாடங்களில் வகுப்பறைகளில் ஒருங்கிணைப்பதற்கான தலையீடுகளை இனங்காணல்.

ஆய்வுக் குறிக்கோள்கள்

1. STEM துறைசார் ஆசிரியர்கள் செயற்கை நுண்ணறிவினை கற்பித்தலில் பயன்படுத்துதல் தொடர்பான அறிவின் தற்போதைய நிலையை மதிப்பீடு செய்தல்.
2. STEM துறைசார் ஆசிரியர்கள் செயற்கை நுண்ணறிவினை கற்பித்தலில் பயன்படுத்துதல் தொடர்பான அறிவின் செல்வாக்கினை ஆராய்தல்.
3. STEM துறைசார் ஆசிரியர்களின் செயற்கை நுண்ணறிவு பயன்பாடு தொடர்பான அறிவின் செல்வாக்கு, அவர்கள் கற்பிக்கும் பாடப்புலங்களுக்கிடையே எவ்வாறு மாறுபடுகின்றது என்பதை ஆய்வு செய்தல்.

இலக்கிய மீளாய்வு

கல்வியில் அல்லது கற்பித்தலில் AI தொடர்பான அறிவு என்பது அதன் அடிப்படைக் கருத்துகள், கல்விப் பயன்பாடுகள் மற்றும் ஒழுக்க நடைமுறைகள் என்பவற்றை அறிந்து அதனை வினைத்திறனாக வகுப்பறைச் செயற்பாட்டில் பயன்படுத்துதல் ஆகும். (Zawacki-Richter et al., 2019). பல STEM ஆசிரியர்களுக்கு AI சொற்கள், வழிமுறைகள் மற்றும் கருவிகள் அறிமுகமில்லாதவை, இது இந்த தொழில்நுட்பங்களை அவர்களின் கற்பித்தலில் அர்த்தமுள்ளதாக ஒருங்கிணைக்கும் திறனைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது (Zhai et al., 2021). ஆசிரியர்களிடையே குறைந்த அளவிலான AI கல்வியறிவு, குறிப்பாக அபிவிருத்தியடைந்துவரும் நாடுகளில், அர்த்தமுள்ள தொழில்நுட்ப ஒருங்கிணைப்புக்கு ஒரு பெரிய தடையாக செயல்படுகிறது என்பதை ஆய்வுகள் எடுத்துக்காட்டுகின்றன (Luckin et al., 2016). AI மற்றும் அதன் செயற்பாடுகளைப் புரிந்துகொள்வது வகுப்பறைகளில் அதன் வெற்றிகரமான பயன்பாட்டிற்கு முக்கியமானது. மேலும் இந்நாடுகளின் கல்வியாளர்களிடையே AI பற்றிய விழிப்புணர்வு அதிகரித்து வரும் நிலையில், அவர்களின் உண்மையான அறிவு நிலைகள் ஒப்பீட்டளவில் குறைவாக உள்ளன (Holmes et al., 2022). இலக்கு வைக்கப்பட்ட தொழில்முறை மேம்பாட்டுத் திட்டங்களுக்கு உட்பட்ட ஆசிரியர்கள் அடித்தள AI கல்வியறிவைப் பெறுவதற்கும் AI கருவிகளைப் பயன்படுத்துவதில் நம்பிக்கையை வெளிப்படுத்துவதற்கும், பாரம்பரிய தொழில்நுட்பமுறைகளை விடுத்து

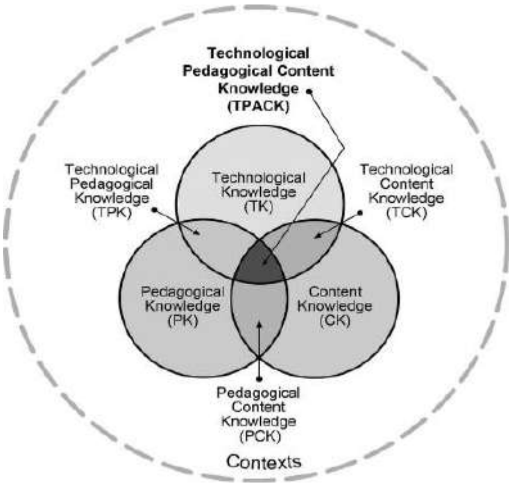
ஆழமான தொழில் நுட்ப அறிவைப் பெறுவதற்கும் அதிக வாய்ப்புள்ளது என்பதையும் ஆய்வுகள் எடுத்துக்காட்டுகின்றன (Chen et al., 2020).

உரு 1 இல் குறித்தபடி TPACK என்பது Technological Pedagogical Content Knowledge அதாவது தொழில்நுட்பம், கற்பித்தல் மற்றும் பாட உள்ளடக்கம் தொடர்பான அறிவு என்பதின் சுருக்கமாகும். இதை தமிழில் "பாடவிடயம் சார் கற்பித்தலியல் தொழில்நுட்ப அறிவின் ஒருங்கிணைப்பு" எனலாம். இது Mishra & Koehler (2006) ஆகியோர் உருவாக்கிய ஒரு கருத்து மாதிரியாகும்.

Sun et al. (2024) மேற்கொண்ட ஆய்வில், TPACK, Perceived Usefulness (PU), Perceived Ease of Use (PE), மற்றும் Self-Efficacy (SE) ஆகிய காரணிகள், முன்-சேவை (pre-service) STEM ஆசிரியர்கள் AI ஐ கற்பித்தல் நடைமுறைகளில் ஒருங்கிணைக்கத் தயாராக இருப்பதற்கு நேரடி தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகின்றன என கண்டறியப்பட்டது. மேலும், உரு 2 இல் குறித்தபடி PE, PU மற்றும் SE ஆகியவை, TPACK மற்றும் AI ஐ ஒருங்கிணைக்க விருப்பம் ஆகியவற்றுக்கிடையிலான தொடர்பில் இடைமுக (Mediating) காரணிகளாக செயல்படுகின்றன என்பதும் தெரியவந்தது. இந்த முடிவுகள், 239 முன்-சேவை STEM ஆசிரியர்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு மேற்கொள்ளப்பட்ட Structural Equation Modeling (SEM) பகுப்பாய்வின் மூலம் உறுதிப்படுத்தப்பட்டன.

உரு 1

TPACK model

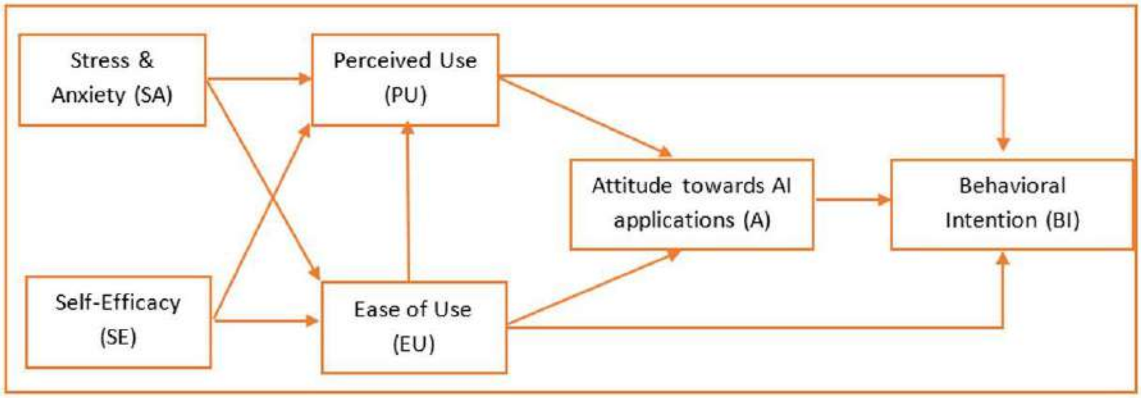


Note. Adapted from *Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge*.

உரு 2

செயற்கை நுண்ணறிவின் அறிவு பரிமாணங்கள்

Integrating generative AI into STEM education



Note. Adapted from Integrating generative AI into STEM education (Darayseh and Mersin, 2025)

STEM கல்வியில் AI யின் பயன்பாடு அதிகரித்து வருவதால் புதிய கல்வித் வாய்ப்புக்கள் உருவாகுகின்றன. இருப்பினும், இதன் செயல்திறன் மற்றும் கற்றல் உள்ளடக்கத் திறன் மற்றும் மாணவர் கருத்துப்பார்வைகள் மீதான தாக்கம் குறித்த அனுபவ அடிப்படையிலான ஆய்வுகள் குறைவாக உள்ளன (Kornyo, 2021).

உதவிசெய்தல் வகை AI தொழில்நுட்பங்கள் STEM கல்வியில் மாணவர் ஈடுபாடு, உந்துதல், மற்றும் தனிப்பட்ட கற்றல் திறன்களை மேம்படுத்துகின்றன. முறைப்படுத்தப்பட்ட இலக்கிய மதிப்பாய்வு இந்த தொழில்நுட்பங்களை பயனுள்ள முறையில் ஒருங்கிணைக்க ஆசிரியர்களுக்கான பயிற்சி அவசியமுள்ளதாக கூறுகிறது (Dewa & Seeletso, 2025).

STEM ஆசிரியர்களின் AI தனிப்பட்ட கற்றலை (personalized learning) மேம்படுத்தும் திறனைக் கவனித்துக் கொள்கின்றனர். இருப்பினும், ஆசிரியர்களின் தயார்நிலையை அதிகரிக்க குறிக்கோளிட்ட தொழில்முறை மேம்பாட்டுப் பயிற்சி தேவைப்படுகிறது. TPACK கூறுகளின் (TK, PK, CK) ஒன்றோடொன்று இணைக்கப்பட்ட தன்மை, AI ஏற்றுக்கொள்கையை எளிதாக்குபவர்களாக கற்பித்தல் மற்றும் உள்ளடக்க அறிவு, தொழில்முறை மேம்பாட்டுக் கொள்கைகள் மற்றும் நடைமுறைகள், AI தொடர்பான அறிவு தொடர்பில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. எனினும், 12 ஆசிரியர்களை மட்டுமே உள்ளடக்கிய குறைந்த மாதிரிப் பரிமாணம் மற்றும் சாத்தியமான பாகுபாடுகள் காரணமாக ஆதார வலிமை குறைவாக உள்ளதை அவதானிக்க முடிகின்றது (Alkubaisi, 2025).

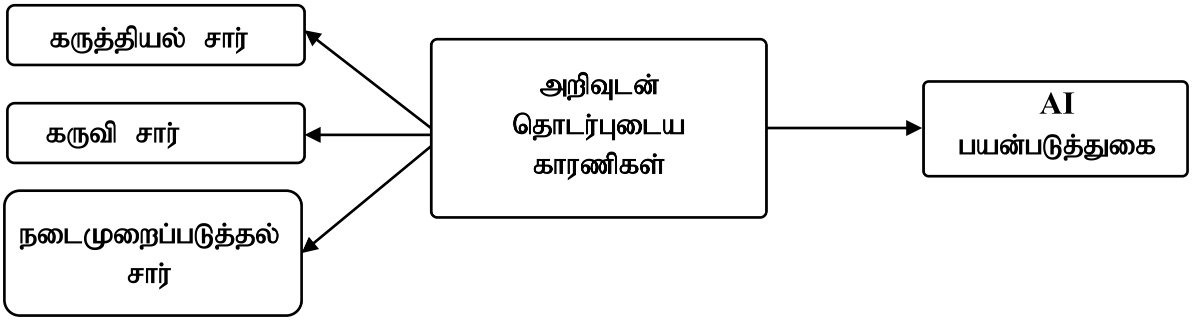
இவ்வாய்வில் பயன்படுத்தப்படும் கருத்தியல் அறிவு, கருவிசார் அறிவு மற்றும் நடைமுறைப்படுத்தல் அறிவு என்ற மூன்று பரிமாணங்களும் முன்னைய ஆய்வுகளால் வலியுறுத்தப்பட்டுள்ளன. David Long & Brian Magerko (2020) ஆகியோர் AI Literacy பற்றிய தங்களது ஆய்வில் AI அறிவை பல திறன்களைக் கொண்ட கட்டமைப்பாக விளக்குகின்றனர். அவர்கள் முன்வைத்த AI literacy கட்டமைப்பில், AI பற்றிய அடிப்படை கோட்பாடுகள் மற்றும் செயன்முறை புரிதலை கருத்தியல் அறிவு ஆகவும், AI கருவிகள் மற்றும் பயன்பாட்டு தளங்களை அறிதலை கருவிசார் அறிவு ஆகவும், நடைமுறை சூழல்களில் AI பயன்படுத்தும் திறனை நடைமுறைப்படுத்தல் அறிவு ஆகவும் வகைப்படுத்துகின்றனர். இந்த அணுகுமுறை கல்வி சூழலில் AI பயன்பாட்டை மதிப்பிடுவதற்கு முக்கியமான கோட்பாட்டு அடித்தளமாக அமைகிறது.

அதேபோல, Andrew Ng (2018) தனது AI Transformation Playbook இல் நிறுவனங்கள் செயற்கை நுண்ணறிவு காலத்திற்கு மாற்றமடைய மூன்று நிலை அறிவு அவசியம் எனக் குறிப்பிடுகிறார். மேலும், UNESCO (2021) வெளியிட்ட AI and Education: Guidance for Policymakers அறிக்கையில் AI கல்வி மூன்று அடிப்படை பரிமாணங்களை உள்ளடக்க வேண்டும் என வலியுறுத்தப்படுகின்றது. அவையாவன, AI கோட்பாடுகள் மற்றும் நெறிமுறைகள் தொடர்பான கருத்தியல் அறிவு, AI மென்பொருள் மற்றும் தளங்களைப் பயன்படுத்தும் கருவிசார் அறிவு, மற்றும் கல்வி பிரச்சினைகளை தீர்க்க AI ஐ நடைமுறையில் பயன்படுத்தும் நடைமுறைப்படுத்தல் அறிவு ஆகும்.

இதனால், முன்னைய இலக்கியங்கள் அனைத்தும் செயற்கை நுண்ணறிவு அறிவு ஒரே பரிமாணமாக அல்லாமல், கோட்பாட்டு புரிதல், கருவி பயன்பாட்டு திறன் மற்றும் நடைமுறை செயல்படுத்தும் திறன் ஆகிய மூன்று பரிமாணங்களின் ஒருங்கிணைப்பாக அமைகின்றது என்பதை தெளிவுபடுத்துகின்றன. எனவே, ஆசிரியர்களின் AI பயன்பாட்டை ஆய்வு செய்யும் இவ்வாய்வில் கருத்தியல் அறிவு, கருவிசார் அறிவு மற்றும் நடைமுறைப்படுத்தல் அறிவு ஆகியவை AI அறிவின் முக்கிய அளவீட்டு பரிமாணங்களாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. செயற்கை நுண்ணறிவானது STEM துறைசார் கற்பித்தலில் உள்ளடக்க உருவாக்கம், அடையாளம் காணல், முன்னறிவிப்பு, திறன்கள் உதவி மற்றும் மதிப்பீட்டுக்கான புதிய கருவிகளையும் முறைகளையும் வழங்குவதன் மூலம் கல்வி முறைகளையும் மாணவர் மீதன கற்றல் முடிவுகளையும் வளப்படுத்துகிறது, குறிப்பாக ஆரம்ப நிலை கணிதக் கல்வியை மேம்படுத்துவதில் அதிக கவனம் செலுத்துகின்றது (Nguyen, 2025).

உரு 3

எண்ணக்கருச்சட்டகம்



ஆய்வு முறையியல்

இவ் ஆய்வானது அளவறி முறையிலமைந்த விபரண ஆய்வு வடிவமைப்பின் கீழ் மேற்கொள்ளப்பட்டது.

அநுராதபுர கல்வி வலய பாடசாலைகளின் STEM துறைசார் ஆசிரியர்கள் ஆய்வுக் குடித்தொகையாக தெரிவுசெய்யப்பட்டுள்ளனர். இது நுவரகம் பலாத - கிழக்கு கோட்டம் (NPE), மத்திய நுவரகம் பலாத கோட்டம் (NPC), நாச்சதுவ கோட்டம் (Nachaduwa), நொச்சியாகம கோட்டம் (Nochiyagama), ரம்பாவ கோட்டம் (Rambewa), விலச்சிய கோட்டம் (Wilachiya) போன்ற ஆறு கோட்டங்களைக் கொண்டமைந்த வலயம் என்பதுடன், இவ் ஆய்வு நடைபெறும் காலப்பகுதியில் STEM ஆசிரியர்களின் மொத்தக் குடித்தொகையின் எண்ணிக்கை 507 ஆகும். அட்டவணை 1 இதனை எடுத்துக்காட்டுகிறது.

அட்டவணை 1

அநுராதபுர வலயத்தின் கோட்ட மற்றும் பாட வாரியாக ஆய்வின் STEM துறைசார் மொத்தக் குடித்தொகைப் பரம்பல்

	கணிதம்	விஞ்ஞானம்	இணைந்த கணிதம்	உயிரியல்	இரசாயனவியல்	பௌதிகவியல்	உயிரியல் தொழில் நுட்பம்	விவசாய விஞ்ஞானம்	தொழில்நுட்பத்திற்கான விஞ்ஞானம்	பொறியியல் தொழில் நுட்பம்	தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்பம்	மொத்தம்
NPE	44	45	6	10	10	8	3	12	3	5	30	176
NPC	29	34				2		7			21	93
Nochiyagama	23	35		1	1	1	1	4	1	1	16	84
Nachaduwa	15	19	1	1	1	1	1	4			7	50
Wilachiya	17	17		1		1			1	1	6	44
Rambewa	16	21	2	3		1	1	3		1	12	60
மொத்தம்	144	171	9	16	12	14	6	30	5	8	92	507

Krejcie and Morgan (1970) அட்டவணையின் அடிப்படையில், STEM பாடங்களுக்கான மொத்தக் குடித்தொகையான 507 ஆசிரியர்களிலிருந்து 217 ஆசிரியர்கள் படையாக்க எழுமாற்று விகிதாசார மாதிரியெடுப்பு முறையில் மாதிரியாகத் தெரிவுசெய்யப்பட வேண்டியிருந்தது (அட்டவணை 2). எனினும், 257 ஆசிரியர்களிடமிருந்து வினாக்கொத்துகள் பெறப்பட்டன. அவற்றில் 11 வினாக்கொத்துகள் நம்பகத்தன்மையை மேம்படுத்தும் நோக்கில் நீக்கப்பட்டு, இறுதியாக 246 வினாக்கொத்துகள் தரவுப் பகுப்பாய்விற்குப் பயன்படுத்தப்பட்டன.

அட்டவணை 2

மாதிரியெடுப்பு

STEM பாடங்கள்	ஆசிரியர்களின் எண்ணிக்கை (குடித்தொகை)	தெரிவு செய்யப்பட்ட ஆசிரியர்களின் எண்ணிக்கை (ஆய்வு மாதிரி எண்ணிக்கையின் விகிதத்திற்கேற்ப)
கணிதம்	144	62
விஞ்ஞானம்	171	73
இணைந்த கணிதம்	9	4
உயிரியல்	16	7
இரசாயனவியல்	12	5
பௌதிகவியல்	14	6
உயிரியல் தொழில்நுட்பம்	6	3
விவசாய விஞ்ஞானம்	30	12
தொழில்நுட்பத்திற்கான விஞ்ஞானம்	5	2
பொறியியல் தொழில்நுட்பம்	8	3
தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்பம்	92	40
மொத்தம்	507	217

இவ்வாய்வின் அளவுசார், பண்புசார் தரவுகள் வினாக்கொத்து மூலம் சேகரிக்கப்பட்டது. SPSS இனை பயன்படுத்தி, விபரண மற்றும் அனுமானப் பகுப்பாய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. பயன்படுத்தப்பட்ட தரவுப்பகுப்பாய்வு முறைகளை ஆய்வுக் குறிக்கோள்களுக்கேற்ற வகையில் அட்டவணை 3 காட்டுகின்றது.

அட்டவணை 3

தரவுப்பகுப்பாய்வு முறைகள்

Objective No.	SPSS Analysis	Interpretation / Decision Rule
1	Descriptive Statistics (Mean, SD)	Mean 1.00 - 2.33 = Low, 2.34 - 3.67 = Moderate 3.68 - 5.00 = High
2	1. Pearson Correlation	Correlation: r > 0.5 = Strong, 0.3 - 0.5 = Moderate, < 0.3 = Weak
	2. Multiple Regression	Regression: Sig < 0.05 → Significant predictor
3	Descriptive Statistics (Mean, SD)	Mean 1.00 - 2.33 = Low, 2.34 - 3.67 = Moderate, 3.68 - 5.00 = High

தரவுப் பகுப்பாய்வும் கலந்துரையாடலும்

அநுராதபுர கல்வி வலய STEM துறைசார் ஆசிரியர்கள் செயற்கை நுண்ணறிவினை கற்பித்தலில் பயன்படுத்துதல் தொடர்பான அறிவின் தற்போதைய நிலையை மதிப்பீடு செய்தல்.

ஆசிரியர்களின் பதிலுறுப்புக்கள் Likert's அளவுத்திட்டத்தினடிப்படையில் பதிலளித்த ஆசிரியர்களின் எண்ணிக்கையை அட்டவணை 4 காட்டுகின்றது.

அட்டவணை 4

அறிவு சார்ந்த காரணியின் தற்போதைய நிலை

உருப்படி இல	அறிவு தொடர்பான உருப்படிகள்	முழுமையாக நிராகரிக்கின்றேன்	நிராகரிக்கின்றேன்	நடுநிலை வகிக்கின்றேன்	ஏற்றுக்கொள்கின்றேன்	மிகவும் ஏற்றுக்கொள்கின்றேன்
1	நான் செயற்கை நுண்ணறிவு குறித்த அடிப்படை விடயங்களை அறிந்துள்ளேன்	20	21	38	143	24
2	நான் கற்பிக்கின்ற பாடங்களில் பயன்படுத்தக்கூடிய AI செயலிகளை நான் அறிவேன்	17	37	47	129	16
3	பாடத்திட்டம் மற்றும் மதிப்பீட்டில் AI செயலிகளை ஒருங்கிணைக்கும் திறன் எனக்கு உள்ளது	26	43	80	89	8
4	AI இனால் உருவாக்கப்படும் விடைகளின் துல்லியத்தையும் பாகுபாடுகளையும் மதிப்பீடு செய்யும் திறன் எனக்கு உள்ளது என்ற நம்பிக்கை எனக்கு உண்டு	20	34	63	122	7
5	எனது பாடத்தில் AI யைப் பயனுள்ள விதத்தில் பயன்படுத்த போதுமான பயிற்சிகளைப்பெற்றுள்ளேன்	53	64	68	57	4
6	கல்வியில் AI யைப் பயன்படுத்துவதில் உள்ள நெறிமுறை மற்றும் சட்ட விளைவுகளை நான் அறிவேன்	29	49	80	78	10
7	AI தொடர்பான விளக்கங்களை மாணவர்களிற்கு வயதுக்கேற்ற விதத்தில் என்னால் விளக்க முடியும்	25	47	70	94	10

ஆசிரியர்களின் செயற்கை நுண்ணறிவு தொடர்பான அறிவு சார் விடயங்களின் பகுப்பாய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டது. ஒவ்வொரு அறிவு சார் விடயத்திற்குமான மாதிரியின் தரவுகள் அட்டவணை 4 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த ஆய்வின் தரவு பகுப்பாய்வு முடிவுகள் ஆசிரியர்களின் AI தொடர்பான அறிவு நிலையை தெளிவாக வெளிப்படுத்துகின்றன. மொத்தத்தில், 67.9% ஆசிரியர்கள் அடிப்படை AI தொடர்பான அறிவைக் கொண்டுள்ளதாக ஆய்வு முடிவுகள் வெளிப்படுத்தி நிற்கின்றன. இதனால் STEM ஆசிரியர்கள் ஒப்பீட்டளவில் மேம்பட்ட அறிவு நிலையில் உள்ளனர் என்று

கூறலாம். அதே நேரத்தில், 58.9% ஆசிரியர்கள் AI கருவிகள் குறித்த அறிவையும், 42.3% ஆசிரியர்கள் AI கருத்துகளை மாணவர்களுக்கு விளக்கும் திறனையும் வெளிப்படுத்தியுள்ளனர், இது மிதமான நிலையை குறிக்கின்றது.

மேலும், 39.5% ஆசிரியர்கள் மட்டுமே AI ஐ கற்பித்தல் மற்றும் மதிப்பீட்டில் ஒருங்கிணைக்கும் திறனை கொண்டுள்ளனர் என்பதால், நடைமுறை செயற்பாட்டு திறன்களில் குறைபாடுகள் இருப்பது தெளிவாகிறது. அதேபோல், 52.4% ஆசிரியர்கள் AI மூலம் கிடைக்கப்பெறும் வெளியீடுகளின் உண்மைத்தன்மையை மதிப்பீடு செய்யும் திறன் கொண்டுள்ளதாக ஆய்வு முடிவுகள் தெரிவிக்கின்றன. இது மிதமான AI வெளியீடுகள் தொடர்பான ஆசிரியர்களின் விழிப்புணர்வு நிலையைக் காட்டுகிறது.

குறிப்பாக, 47.5% ஆசிரியர்கள் AI தொடர்பான பயிற்சி இல்லையெனக் குறிப்பிட்டுள்ளனர், இது இந்த ஆய்வின் மிகவும் முக்கியமான மற்றும் அதீத கவனத்திற்கொள்ள வேண்டிய கண்டுபிடிப்பாகும். மேலும், 35.8% ஆசிரியர்கள் மட்டுமே AI தொடர்பான நெறிமுறை மற்றும் சட்ட அறிவு கொண்டுள்ளனர் என்பதால், இந்த துறையில் அறிவு குறைவாக இருப்பது வெளிப்படுகின்றது.

மொத்தத்தில், பெரும்பாலான உருப்படிகளில் 40% - 60% இடையே உள்ள ஒப்புதல் விகிதங்கள் STEM ஆசிரியர்களின் AI தொடர்பான அறிவு நடுத்தர நிலையில் இருப்பதை காட்டுகின்றன. இருப்பினும், குறிப்பாக 47.5% பயிற்சி பற்றாக்குறை மற்றும் குறைந்த ஒருங்கிணைப்பு திறன் ஆகியவை இந்த ஆய்வின் முக்கியமான முடிவுகளாகும்.

மேற்குறித்த ஒவ்வொரு உருப்படிகளினதும் சேர்க்கையின் அடிப்படையில் ஆசிரியர்களின் செயற்கை நுண்ணறிவு தொடர்பான அறிவு கீழ்வரும் விதத்தில் மூன்று பரிமாணங்களில் ஆய்வு செய்யப்பட்டது. (கருத்தியல் அறிவு - உருப்படிகள் 1 மற்றும் 6, கருவி சார் அறிவு உருப்படிகள் - 2 மற்றும் 5 மற்றும் நடைமுறைப்படுத்தல் அறிவு - உருப்படிகள் 3, 4 மற்றும் 7). இவ் மூன்று பரிமாணங்களிலும் அறிவு சார்ந்த காரணிகளின் தற்போதைய நிலை அறியப்பட்டது. மேலும் அறிவு சார்ந்த காரணிகள் கற்பித்தலில் பயன்படுத்துவது தொடர்பில் கொண்டுள்ள செல்வாக்கும் ஆராயப்பட்டது. இதன்போது கிடைக்கப்பெற்ற முடிவுகள் கீழே அட்டவணை 5 காட்டுகின்றது.

அட்டவணை 5

பரிமாணங்களின் அடிப்படையில் அறிவு சார்ந்த காரணியின் தற்போதைய நிலை

விபரணங்கள்						
அறிவு சார் பரிமாணங்கள்	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
கருத்தியல் அறிவு	246	3.25	0.894	0.056	3.133	3.358
கருவி சார் அறிவு	246	2.97	0.936	0.059	2.852	3.087
நடைமுறை அறிவு	246	3.12	0.904	0.058	3.007	3.234

அட்டவணை 5 இன்படி, கருத்தியல் அறிவின் பெறுபேறுகள் ஆசிரியர்கள் AI தொடர்பான தத்துவம் மற்றும் கொள்கைகளைப் புரிந்துகொள்வதில் மிதமான திறனை பெற்றுள்ளனர் ($M = 3.25$, $SD = 0.894$) என்பதை குறிக்கின்றது. கருவி சார் அறிவின் பெறுபேறுகள் ஆசிரியர்கள் கருவிகளை கையாளும் அறிவு ஏனையவற்றுடன் ஒப்பிடும்போது சற்றுக் குறைந்த அளவில் இருப்பதை காட்டுகின்றது ($M = 2.97$, $SD = 0.936$). இது ஆசிரியர்கள் தொழில்நுட்ப கருவிகளை பயன்படுத்தும் திறனை மேம்படுத்த வேண்டியதாயிருக்கும் என்பதை வெளிப்படுத்துகின்றது. நடைமுறைப்படுத்தல் அறிவு தொடர்பான பெறுபேறுகள் ஆசிரியர்கள் AI யை பாடங்களில் பிரயோகிக்கும் அறிவு மிதமான நிலையில் இருப்பதை காட்டுகிறது ($M = 3.12$, $SD = 0.904$).

செயற்கை நுண்ணறிவு தொடர்பான ஆசிரியர் அறிவுப் பரிமாணங்களுக்கு இடையிலான செல்வாக்கு

ஆசிரியர்களின் செயற்கை நுண்ணறிவு தொடர்பான அறிவின் பரிமாணங்களான கருத்தியல் அறிவு கருவி சார்ந்த அறிவு மற்றும் நடைமுறைப்படுத்தல் அறிவு ஆகியவற்றிற்கிடையிலான தொடர்பினை கண்டறிவதற்காக Pearson தொடர்பியல் பகுப்பாய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டது. இதனை அட்டவணை 6 காட்டுகின்றது.

அட்டவணை 6

ஆசிரியர் அறிவுப் பரிமாணங்களுக்கான இணைவு முடிவுகள்

	இணைவு			
		Conceptual Knowledge	Tool Knowledge	Applied Knowledge
கருத்தியல் அறிவு	Pearson Correlation	1	.796**	.777**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000
	N	246	246	246
கருவி சார்ந்த அறிவு	Pearson Correlation	.796**	1	.821**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000
	N	246	246	246
நடைமுறைப்படுத்தல் அறிவு	Pearson Correlation	.777**	.821**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	
	N	246	246	246

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

பகுப்பாய்வு முடிவுகளின்படி கருத்தியல் அறிவு மற்றும் கருவி சார்ந்த அறிவுக்கிடையில் வலுவான நேர்மறை தொடர்பு காணப்பட்டது ($r = .796$, $p < .01$). இதன் மூலம் செயற்கை நுண்ணறிவு தொடர்பான அடிப்படை கருத்து புரிதல் அதிகமுள்ள ஆசிரியர்கள், அதனை சார்ந்த கருவிகளைப் பயன்படுத்தும் திறனிலும் உயர்ந்த நிலையில் இருப்பது வெளிப்படுகின்றது.

மேலும் கருத்தியல் அறிவு மற்றும் பயன்பாட்டு அறிவுக்கிடையிலும் குறிப்பிடத்தக்க நேர்மறை தொடர்பு காணப்பட்டது ($r = .777$, $p < .01$). இது AI தொடர்பான கோட்பாட்டு அறிவு, கற்பித்தல் நடைமுறைகளில் அதனை செயற்படுத்தும் திறனை மேம்படுத்துகின்றது என்பதை உணர்த்துகின்றது. அதேபோல் கருவி சார்ந்த அறிவு மற்றும் பயன்பாட்டு அறிவுக்கிடையில் மிகவும் வலுவான நேர்மறை தொடர்பு பதிவாகியுள்ளது ($r = .821$, $p < .01$). இம்முடிவு செயற்கை நுண்ணறிவு கருவிகளைப் பயன்படுத்தும் திறன் அதிகரிக்கும் போது, அவற்றை கற்பித்தல் செயன்முறையில் நடைமுறைப்படுத்தும் திறனும் அதிகரிக்கின்றது என்பதை காட்டுகின்றது.

STEM துறைசார் ஆசிரியர்கள் செயற்கை நுண்ணறிவினை கற்பித்தலில் பயன்படுத்துதல் தொடர்பான அறிவின் செல்வாக்கினை அறிதல்

இவ் ஆய்வானது AI இனை கற்றல் கற்பித்தலில் பயன்படுத்தலினை சார் மாறியாகக் கொண்டு ஆராயப்பட்டது. அதன் அடிப்படையில் STEM துறைசார் ஆசிரியர்களின் AI தொடர்பான அறிவு, AI பயன்பாடு (Usage) ஆகிய மாறிகளுக்கிடையிலான தொடர்பினை அறிய Pearson தொடர்பியல் (Pearson Correlation) பகுப்பாய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டது. அதன் பெறுபேறுகள் அட்டவணை 7 இல் விளக்கப்படுகின்றன.

அட்டவணை 7

பயன்படுத்துகைக்கும் அறிவிற்கும் இடையிலான Pearson தொடர்பியல் பகுப்பாய்வு

காரணிகள்		Knowledge mean	Practice mean
அறிவு	Pearson Correlation	1	.680**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	246	246

AI தொடர்பான அறிவுக்கும் AI பயன்பாட்டிற்கும் இடையில் வலுவான நேர்மறை தொடர்பு காணப்பட்டது ($r = 0.680$, $p < 0.01$). இதன் மூலம், செயற்கை நுண்ணறிவு தொடர்பான அறிவு அதிகரிக்கும் போது ஆசிரியர்களின் AI பயன்பாடும் அதிகரிக்கும் என்பது வெளிப்படுத்தப்பட்டது.

STEM துறைசார் ஆசிரியர்களின் AI பயன்பாட்டில் அறிவுடன் இணைந்து மனப்பாங்கு, வளங்களின் கிடைப்பனவு போன்ற சாரா மாறிகளும் பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்டன. இவற்றின் பயன்பாட்டின் மீதான செல்வாக்கினை முன்னறிவிக்க மூன்று சாராமாறிகளின் Multiple Linear Regression பெறுபேறுகள் ஆய்வு செய்யப்பட்டன. அதன் Coefficients பெறுபேறுகள் அட்டவணை 8 இல் வழங்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 8

இணைவுக்குணக பெறுபேறுகள்

	இணைவுக் குணகம்							
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		β	Std. Error	β			Tolerance	VIF
1	(Constant)	0.064	0.254		0.251	0.802		
	அறிவு	0.432	0.041	0.518	10.440	0.000	0.739	1.354
	மனப்பாங்கு	0.414	0.066	0.278	6.240	0.000	0.913	1.095
	வள கிடைப்பனவு	0.174	0.048	0.173	3.598	0.000	0.783	1.277

a. Dependent Variable: Practice mean

இதன்படி, AI அறிவு (Knowledge Mean) மிக முக்கிய முன்னறிவிப்பு மாறி ஆகும் (Unstandardized β = 0.432, Standardized β = 0.518, t = 10.440, $p < 0.001$). அதாவது, STEM ஆசிரியர்களின் AI அறிவு அதிகரிக்கும் போது, அவர்களது AI பயன்பாடும் அதிகரிக்கும் என்பது உறுதியாகும். மற்ற முன்னறிவிப்பு மாறிகளைப் பொருத்தினாலும், அறிவு மிக வலுவான தாக்கத்தை கொண்ட காரணியாக அமைந்துள்ளது.

STEM துறைசார் ஆசிரியர்களின் செயற்கை நுண்ணறிவு பயன்பாடு தொடர்பான அறிவின் செல்வாக்கு, அவர்கள் கற்பிக்கும் பாடப்புலங்களுக்கிடையே எவ்வாறு மாறுபடுகிறது என்பதை ஆய்வு செய்தல்.

பாடப்புலங்களிற்கிடையேயான ஆசிரியர்களின் AI தொடர்பான அறிவின் தாக்கம் தொடர்பான விபரணப்பகுப்பாய்வு அட்டவணை 9 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 9

பாடப்புலங்களிற்கிடையேயான ஆசிரியர்களின் AI தொடர்பான அறிவின் தாக்கம்

கற்பிக்கின்ற பாடம்		அறிவு
கணிதம்	*M*	2.99
	N	65
	D	0.890
விஞ்ஞானம்	*M*	3.18
	N	74
	SD	0.879
இணைந்த கணிதம்	*M*	2.63
	N	7
	SD	1.285
உயிரியல்	*M*	2.98

	N	8
	SD	0.650
இரசாயனவியல்	*M*	2.31
	N	6
	D	0.731
பௌதிகவியல்	*M*	2.80
	N	7
	D	0.929
உயிரியல் தொழில்நுட்பம்	*M*	3.19
	N	6
	SD	0.668
விவசாயம்	*M*	2.80
	N	19
	SD	0.873
தொழில்நுட்பத்திற்கான விஞ்ஞானம்	*M*	2.83
	N	6
	SD	0.456
பொறியியல் தொழில்நுட்பம்	*M*	3.29
	N	4
	SD	0.387
தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்பம்	*M*	3.60
	N	44
	SD	0.488
மொத்தம்	*M*	3.11
	N	246
	SD	0.848

பாடப்பிரிவுகளின் அறிவின் இடை பெறுமானம் 2.31 (இரசாயனவியல்) முதல் 3.6006 (தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்பம்) வரை பரவியுள்ளது. தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்பம் பாடப்பிரிவில் உள்ள ஆசிரியர்கள் ($M = 3.60$, $SD = 0.488$) மற்ற பல பாடப்பிரிவுகளைக் காட்டிலும் உயர் அறிவு பெறுமதிகளைக் கொண்டுள்ளனர். இதனுடன் ஒப்பிடும்போது, இரசாயனவியல் ($M = 2.31$), இணைந்த கணிதம் ($M = 2.63$) மற்றும் பௌதிகவியல் ($M = 2.80$) பாடப்பிரிவுகளில் ஆசிரியர்களின் அறிவு மதிப்புகள் மிகவும் குறைவாக காணப்பட்டதை இந்தத் தரவுகள் காட்டுகின்றன.

ஆய்வின் முடிவுகளும் விதப்புரைகளும்

இந்த ஆய்வின் முடிவுகள் ஆசிரியர்களுக்கு AI தொடர்பான அடிப்படை அறிவு ஒரு அளவிற்கு இருப்பதை வெளிப்படுத்துகின்றன. குறிப்பாக, பெரும்பாலான STEM ஆசிரியர்கள் AI பற்றிய அடிப்படை கருத்துக்களை அறிந்திருந்தாலும், அந்த அறிவு நடைமுறை பயன்பாட்டில் முழுமையாக வெளிப்படவில்லை. இது, கோட்பாட்டு அறிவு மற்றும் நடைமுறை திறன் இடையே ஒரு இடைவெளி இருப்பதை சுட்டிக்காட்டுகிறது. AI கருவிகள் குறித்த அறிவு மிதமான நிலையில் காணப்பட்டாலும், அவற்றைப்

பயன்படுத்தி கற்பித்தல் மற்றும் மதிப்பீட்டில் ஒருங்கிணைக்கும் திறன் குறைவாக இருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இதன் மூலம், ஆசிரியர்கள் AI பற்றி அறிந்திருந்தாலும், அதை வகுப்பறைச் சூழலில் பயனுள்ளதாக பயன்படுத்துவதில் சவால்களை எதிர்கொள்கின்றனர் என்பதைக் காணலாம்.

மேலும், AI மூலம் உருவாக்கப்படும் தகவல்களை மதிப்பீடு செய்யும் திறன் மிதமான நிலையில் இருப்பது, ஆசிரியர்கள் இன்னும் விமர்சன ரீதியான அணுகுமுறைகளை முழுமையாக வளர்த்துக்கொள்ள வேண்டிய தேவைப்பாடு உள்ளது என்பதைக் காட்டிநிற்கிறது. இது மாணவர்களுக்கு வழங்கப்படும் தகவல்களின் தரத்தை பாதிக்கக்கூடிய முக்கிய அம்சமாகும்.

இந்த ஆய்வின் மிகவும் முக்கியமான முடிவு ஆசிரியர்களுக்கு போதுமான பயிற்சி வழங்கப்படாதது ஆகும். பெரும்பாலான ஆசிரியர்கள் AI தொடர்பான தொழில்முறை பயிற்சி பெறாததால், அவர்கள் நடைமுறை திறன்களை மேம்படுத்த முடியாமல் உள்ளனர். இதுவே மற்ற அனைத்து குறைபாடுகளுக்கும் அடிப்படை காரணமாக விளங்குகிறது. அதே போல தொழில்நுட்பத்துடன் இணைந்த ஆசிரியர்களிற்கே போதியளவு பயிற்சி வாய்ப்புக்கள் கிடைக்கப்பெறவில்லை என்பதும் கவனத்திற் கொள்ள வேண்டிய மற்றுமொரு விடயமாகும்.

மேலும், AI தொடர்பான நெறிமுறை மற்றும் சட்ட அறிவு மிதமான நிலையில் காணப்படுவது, ஆசிரியர்கள் இந்த துறையில் முழுமையான புரிதலை பெற வேண்டிய அவசியம் உள்ளதை எடுத்துக் காட்டுகிறது. இது, AI பயன்பாட்டின் பொறுப்பான (responsible use) அணுகுமுறையில் சவால்களை உருவாக்கக்கூடும். மொத்தத்தில், ஆசிரியர்கள் AI தொடர்பாக நேர்மறையான அணுகுமுறையைக் கொண்டிருந்தாலும், அவர்களின் நடைமுறை திறன், பயிற்சி, மற்றும் ஆழமான அறிவு இன்னும் மேம்படுத்தப்பட வேண்டிய நிலையில் உள்ளது.

இவ்வாய்வின் முடிவுகளின்படி ஆசிரியர்களின் AI இன் கருத்தியல் அறிவு தொடர்பான பரிமாணத்தில் ஆசிரியர்கள் AI தொடர்பான அடிப்படை கோட்பாடுகள், கருத்துக்கள் மற்றும் கொள்கைகள் பற்றிய புரிதலில் மிதமான அளவிலான திறனை பெற்றுள்ளார்கள் என்பதையும் (M = 3.25, SD = 0.894) மேலும் இதனை ஆழப்படுத்த மேம்பட்ட கோட்பாட்டு புரிதல்கள் மற்றும் விமர்சன சிந்தனைத் திறன்களை வளர்க்கும் நோக்கில் இவை விரிவுபடுத்தப்பட வேண்டியது அவசியமாகும்.

மூன்று பரிமாணங்களிலும் ஆசிரியர்கள் AI கருவிகள், மென்பொருட்கள் மற்றும் தொழில்நுட்பங்களை பயன்படுத்தும் திறனில் சற்றுக் குறைவான நிலையை கொண்டிருக்கின்றனர் (M = 2.97, SD = 0.936). குறிப்பாக, AI அடிப்படையிலான கல்வி கருவிகள் அல்லது செயலிகள், கற்றற்தளங்கள் மற்றும் பகுப்பாய்வு செய்யும் கருவிகள் போன்றவற்றை நடைமுறையில் கையாளும் திறன் முழுமையாக வளராத நிலை காணப்படுகிறது. இதுவே AI ஒருங்கிணைப்பில் ஒரு முக்கிய தடையாக இருக்கக்கூடும். ஆகவே, ஆசிரியர்களுக்கு தொழில்நுட்ப அடிப்படையிலான பயிற்சிகள்,

பிரயோக வேலைத்திட்டங்கள் மற்றும் தொடர்ச்சியான தொழில்முறை மேம்பாட்டு வாய்ப்புகள் வழங்கப்பட வேண்டியது அவசியமாகிறது. நடைமுறைப்படுத்தல் அறிவு தொடர்பான பரிமாணம் AI ஐ கற்பித்தல் மற்றும் கற்றல் செயற்பாடுகளில் பயன்படுத்தும் திறன் மிதமான நிலையில் இருப்பதை காட்டுகிறது (M = 3.12, SD = 0.904). அதாவது, AI கருவிகளைப் பயன்படுத்தி பாடங்களை வடிவமைத்தல், மாணவர்களின் கற்றலை மேம்படுத்துதல், போன்ற அம்சங்களில் ஆசிரியர்கள் ஒரு அளவுக்கு ஈடுபடுகின்றனர். இருப்பினும், இந்த பயன்பாடு இன்னும் பரவலாகவும் ஆழமாகவும் வளரவில்லை என்பது தெளிவாகிறது.

புள்ளிவிவர பகுப்பாய்வின் முடிவுகள் மூன்று அறிவுப் பரிமாணங்களுக்கும் இடையே வலுவான நேர்மறை தொடர்புகளை (கருத்தியல் எதிர் கருவி: $r = 0.796$, கருத்தியல் எதிர் நடைமுறை: $r = 0.777$, கருவி எதிர் நடைமுறை: $r = 0.821, p < .05$) வெளிப்படுத்துகின்றன. Pearson correlation பகுப்பாய்வு முடிவுகள் கருத்தியல் அறிவு, கருவி சார்ந்த அறிவு மற்றும் நடைமுறைப்படுத்தல் அறிவு ஆகியவை ஒன்றுக்கொன்று வலுவான நேர்மறை தொடர்பினைக் கொண்டுள்ளன (r = .77, .82, p < .01) என்பதை உறுதிப்படுத்தின. இது AI–இல் அறிவு வளர்ச்சி ஒருமித்த முறையில் நிகழும் என்பதை உணர்த்துகிறது. அதாவது, ஆசிரியர் ஒருவர் AI–இன் கருத்துகளைப் புரிந்துகொண்டால், அவரின் கருவி பயன்படுத்தும் திறன் மற்றும் செயன்முறை கற்றல் திறனும் அதிகரிக்கும்.

இதன் மூலம், அநுராதபுர கல்வி வலயத்தில் கருத்தியல் அறிவு அதிகமான ஆசிரியர்கள், அதனை சார்ந்த கருவிகளை கையாளும் திறனிலும், பயிற்சி நடவடிக்கைகளில் நடைமுறைப்படுத்தும் திறனிலும் உயர்ந்த நிலை பெற்றுள்ளதாக தெளிவாகிறது. சுருங்கக்கூறின், செயற்கை நுண்ணறிவு தொடர்பான அறிவின் மூன்று பரிமாணங்களும் ஒன்றுடன் ஒன்று நெருங்கிய மற்றும் முக்கிய புள்ளிவிவர தொடர்பைக் கொண்டுள்ளன. இதனால், எதிர்கால கல்விப் பயிற்சிகள் மற்றும் AI பயிற்சி திட்டங்களில் கருத்தியல் அறிவு, கருவி சார்ந்த அறிவு மற்றும் நடைமுறைப்படுத்தல் அறிவு போன்றவற்றை மேம்படுத்துவது அவசியமாகும். Sun et al., (2024) ஆய்வின் அடிப்படையில், TPACK இன் தொழில்நுட்ப அறிவு தொடர்பில் இக் கருத்தியல் அறிவு கருவி சார் அறிவு மற்றும் நடைமுறைப்படுத்தல் அறிவு தொடர்பில் கலந்துரையாடப்பட்டிருந்தன. அவ் ஆய்வின் முடிவுகளை குறித்த இவ் ஆய்வும் ஓரளவு வெளிப்படுத்தியிருந்தது. மாறாக, Alkubaisi, (2025) படி நடைமுறைப்படுத்தல் அறிவை முன்னிலைப்படுத்திய முடிவு கிடைக்கப்பெறவில்லை.

AI தொடர்பான அறிவு அதன் பயன்பாட்டை எவ்வாறு பாதிக்கிறது என்பதை ஆராய, Pearson தொடர்பியல் பகுப்பாய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டது. இதன் போது அறிவுடன் இணைந்து மனப்பாங்கு மற்றும் வளக்கிடைப்பளவு போன்ற சாரா மாறிகளும் பகுப்பாய்வுக்குட்படுத்தப்பட்டன. இப்பெறுபேறுகளின் அடிப்படையில் அறிவானது ஏனைய மாறிகளை விட வலுவான தொடர்பினைக் கொண்டிருந்தததுடன் (r = .680) புள்ளிவிபர ரீதியில் முக்கியத்துவமிக்க தொடர்பு (p < .001) இருப்பதையும் வெளிப்படுத்தியது.

இதன் மூலம் அறிவு அதிகரிக்கும் போது அதன் பயன்பாடும் அதிகரிக்கும் என்பதனை எடுத்துக்காட்டுகின்றது. அறிவுடன் இணைந்து ஏனைய மாறிகளின் தனித்துவமான தாக்கங்களைக் கணித்த போது, AI தொடர்பான அறிவு மிக வலுவான தாக்கத்தினை ($\beta = 0.432$, $p < .001$) பயன்பாட்டில் கொண்டிருந்தமையை உறுதிப்படுத்திக் கொள்ளக்கூடியதாக இருந்தது. இம் AI பயன்பாட்டின் மீதான அறிவின் தாக்கம் குறித்த முடிவானது Stone et al., (2016) ஆய்வு முடிவை ஒத்ததாக காணப்பட்டது.

AI தொடர்பான அறிவு STEM பாடப்பிரிவுகளில் ஏற்படுத்தும் தாக்கத்தை ஆராய்ந்த போது உயர்ந்த அறிவு பெறுமதிகள் தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்ப (*M* = 3.60, *SD* = 0.488) மற்றும் உயிரியல் தொழில்நுட்ப (*M* = 3.19, *SD* 0.668) பாடப்பிரிவுகளில் உள்ள ஆசிரியர்களிடம் காணப்பட்டன, குறைந்த பெறுமதிகள் இரசாயனவியல் (*M* = 2.31, *SD* = 0.731) மற்றும் இணைந்த கணித (*M* = 2.63, *SD* = 1.285) பாடப்பிரிவுகளில் இருந்தது. மொத்தமாக, 246 ஆசிரியர்களின் AI அறிவு நடுத்தர அறிவு நிலையை காட்டுகிறது (*M* = 3.11, *SD* = 0.848)

ஆய்வு முடிவுகளின்படி, பாடப்பிரிவின் தனித்துவம் ஆசிரியர்களின் AI தொடர்பான அறிவு நேரடியாக பாதிக்குகிறது. சில பாடப்பிரிவுகளில் ஆசிரியர்கள் AI கருவிகளைப் பயன்படுத்தும் திறன் மற்றும் அறிவு உயர் நிலையில் இருந்தபோது, மற்ற பாடப்பிரிவுகளில் இந்த பெறுமதிகள் மிதமான அல்லது குறைந்த நிலையைக் காட்டியுள்ளன. இது பாடப்பிரிவின் கற்றல் தேவைகள், பாடத்திட்ட ஒழுங்குகள் மற்றும் உபகரணங்களின் கிடைப்பனவு போன்ற விடயங்களால் செல்வாக்கிற்கு உட்பட்டிருக்கலாம்.

உயர் பெறுமதிகளைப் பெற்றுக்கொண்ட பாடப்பிரிவுகளில், ஆசிரியர்கள் AI கருவிகளை பயிற்சியில் துடிப்புடன் பயன்படுத்தியுள்ளனர். இந்த குழுக்களில், கருவிகள் மற்றும் மென்பொருட்கள் அடையாளப்படுத்தப்பட்ட பயிற்சிகளின் மூலம் பயன்படுத்தப்படுவதால், ஆசிரியர்களின் கருத்தியல் அறிவு மற்றும் நடைமுறைப்படுத்தல் அறிவு ஆகியவற்றிலும் நேர்மறை முன்னேற்றம் ஏற்பட்டுள்ளது. இதன் விளைவாக, AI இன் பயனுள்ள பயன்பாடு பாடப்பிரிவின் கல்விசார் செயற்திறனில் நேரடியாக உயர்வினை ஏற்படுத்தியுள்ளது.

மாறாக, குறைந்த பெறுபேறுகள் உள்ள பாடப்பிரிவுகளில், ஆசிரியர்கள் AI கருவிகளை பயன்படுத்துவதில் சிரமம் மற்றும் குறைவான உற்சாகத்தை தெரிவித்துள்ளனர். இந்தப் பிரிவுகளில் தேவையான பயிற்சி, ஆதரவு மற்றும் வளக் கிடைப்பனவுகள் குறைவாக இருந்ததால், கருவிசார் அறிவு மற்றும் நடைமுறைப்படுத்தல் அறிவு மதிப்புகள் குறைந்த நிலையில் உள்ளன. இதன் அடிப்படையில், குறைந்த பெறுபேறுகள் கொண்ட பாடப்பிரிவுகளில் செய்கைமுறை பயிற்சி, நேரடி உதவி மற்றும் வள மேம்பாடு அவசியம் என முடிவு செய்யலாம்.

மேலும், இந்த முடிவுகள் பாடப்பிரிவின் தனித்துவமான சூழலை மதிப்பீடு செய்யும் போது, AI பயிற்சி திட்டங்கள் மற்றும் ஆதரவு என்பவை வளங்கள், தகவல்

அடிப்படையில் தனிப்பட்ட முறையில் வழங்கப்படவேண்டிய தேவையை வலியுறுத்துகின்றன. இது AI–இன் பயன்முறை விருத்திக்கும், ஆசிரியர்களின் செயற்திறன் மேம்பாட்டுக்கும் நேரடியாக உதவும்.

உசாத்துணைகள்

Al Darayseh, A., & Mersin, N. (2025). Integrating generative AI into STEM education: Insights from science and mathematics teachers. *International Electronic Journal of Mathematics Education, 20*(3), Article em0832.

Alkubaisi, M. (2025). Exploring teachers' perceptions of integrating artificial intelligence (AI) in STEM education using the TPACK framework: An exploratory case study. *Discover Artificial Intelligence, 5*(1), Article 266.

Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access, 8*, 75264–75278.

Dewa, A., & Seeletso, M. (2025). A systematic review of assistive AI technologies for equity, inclusion, and lifelong sustainable learning in South African STEM education. In *Proceedings of the Eleventh Pan-Commonwealth Forum on Open Learning*.

Du, H., Sun, Y., Jiang, H., Islam, A. Y. M. A., & Gu, X. (2024). Exploring the effects of AI literacy in teacher learning: An empirical study. *Humanities and Social Sciences Communications, 11*(1), Article 559.

Farahani, M. S., & Ghasmi, G. (2024). Artificial intelligence in education: A comprehensive study. *Forum for Education Studies, 2*(2), Article 1379.

Holmes, W., Persson, J., Chounta, I. A., Wasson, B., & Dimitrova, V. (2022). *Artificial intelligence and education: A critical view through the lens of human rights, democracy and the rule of law*. Council of Europe Publishing.

Kornyo, E. (2021). *Exploring the use of artificial intelligent systems in STEM classrooms* (Doctoral dissertation, Columbia University). Columbia University Academic Commons.

Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement, 30*(3), 607–610.

Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1–16). Association for Computing Machinery.

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017–1054.

Ng, A. (2018). *Machine learning yearning*. Deeplearning.ai.

Nguyen, A. H. (2025). Integration of AI in STEM education: A systematic review. In *Proceedings of the ACM International Conference on Software and Computer Applications*. Association for Computing Machinery.

Oxford Insights. (2023). *Government AI readiness index 2023*. Oxford Insights.

Stone, C., O'Shea, S., May, J., Delahunty, J., & Partington, Z. (2016). Opportunity through online learning: Experiences of first-in-family students in online open-entry higher education. *Australian Journal of Adult Learning, 56*(2), 146–169.

UNESCO. (2021). *Education for sustainable development: A roadmap*. UNESCO.

Xu, W., & Ouyang, F. (2022). The application of AI technologies in STEM education: A systematic review from 2011 to 2021. *International Journal of STEM Education, 9*, Article 59.

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *16*(1), Article 39.

Zhai, X., Chu, X., Chai, C. S., Jong, M. S. Y., Istenic, A., Spector, M., Liu, J., Yuan, J., & Li, Y. (2021). A review of artificial intelligence (AI) in education from 2010 to 2020. *Complexity, 2021*, Article 8812542.