இடைநிலைப் பாடசாலைகளின் விஞ்ஞான பாடக் கற்பித்தலில் STEAM அணுகுமுறையை ஒருங்கிணைத்தல்

R. Rajadharshini [1*] and P. Sivananthan [2]
[1] *Faculty of Education, University of Colombo, Sri Lanka*
[2]*Dept. of Social Science,Faculty of Education, University of Colombo, Sri Lanka*

ஆய்வுச் சுருக்கம்

விஞ்ஞானம், தொழில்நுட்பம், பொறியியல், கலைகள் மற்றும் கணிதம் ஆகியவற்றை ஒருங்கிணைக்கும் வகையில் உருவாக்கப்பட்ட முறைமையாக STEAM அணுகுமுறை விளங்குகின்றது. விஞ்ஞானபாடக் கற்பித்தலில் STEAM அணுகுமுறையை ஆசிரியர்கள் பயன்படுத்தும் நிலை, அதில் அவர்களின் பால்நிலை மற்றும் அனுபவம் என்பவற்றின் செல்வாக்கு, அதனை நடைமுறைப்படுத்துவதிலுள்ள சவால்கள் என்பவற்றைக் கண்டறிவதனைப் நோக்கமாகக் கொண்டு இந்த ஆய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளது. விவரண அளவீட்டு ஆய்வு வடிவத்தில் அமைந்துள்ள இந்த ஆய்வுக்கு கலப்பு ஆய்வு அணுகுமுறையில் தரவுகள் பெறப்பட்டுள்ளன. இந்த ஆய்விற்காக நுவரெலியா கல்வி வலயத்தின் கோட்டம் இரண்டு மற்றும் மூன்றிலுள்ள தமிழ்மொழி மூலமான 37 பாடசாலைகள் தெரிவுசெய்யப்பட்டன. அப் பாடசாலைகளின் 83 விஞ்ஞானபாட ஆசிரியர்கள் மற்றும் 37 அதிபர்கள் ஆகியோருடன் ஆசிரிய ஆலோசகர் ஒருவர், வளவாளர் ஒருவர் உள்ளடங்கலாக 122 பேர் நோக்க மாதிரியெடுப்பு நுட்பமுறையில் மாதிரிகளாக தெரிவுசெய்யப்பட்டனர். கட்டமைக்கப்பட்ட வினாக்கொத்து, நேர்காணல் மற்றும் ஆவணங்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து பெறப்பட்ட அளவு சார்ந்த தரவுகள் விவரண மற்றும் அனுமானப் புள்ளிவிபர முறைகள் மூலமும் பண்புசார்ந்த தரவுகள் கருப்பொருட் பகுப்பாய்வு முறையிலும் பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்டு பின்வரும் முடிவுகள் பெறப்பட்டுள்ளன. விஞ்ஞானபாடக் கற்பித்தலில் STEAM ஒருங்கிணைப்பு மிதமான நிலையில் காணப்பட்டது. குறிப்பாக ஏனையவற்றை விட கணிதக்கூறுகள் அதிகமாக (M = 3.6) பயன்படுத்தப்பட்டன. மாணவர்மையக்கற்றல் (M = 3.7) மற்றும் குழு செயற்பாடுகள் (M = 3.8) அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டன. Smart Devices பயன்பாடு உயர்ந்த நிலையில் (M = 3.8) இருந்தாலும், Simulation Tools பயன்பாடு குறைவாக (M = 2.1) காணப்பட்டது. STEAM அணுகுமுறை படைப்பாற்றல் (M = 3.8) மற்றும் ஒத்துழைப்புத் திறனை (M = 3.6) மேம்படுத்தியது. பெண் ஆசிரியர்களை விட ஆண் ஆசிரியர்கள் (M = 3.86) மற்றும் 10 வருடங்களுக்கு குறைவான சேவைக்காலத்தையுடைய புதிய தலைமுறை ஆசிரியர்கள் (M = 3.81) STEAM அணுகுமுறையை அதிகமாகப் பயன்படுத்தினர் (p < .05). குறைவான தொழில்நுட்ப அறிவு, வளங்களின் பற்றாக்கறை, நேர வரையறை மற்றும் ஏனைய பாட ஆசிரியர்களின் குறைந்த ஒத்துழைப்பு என்பன இவ் அணுகுமுறையை நடைமுறைப்படுத்துவதில் முக்கிய சவால்களாக அடையாளம் காணப்பட்டன.

முதன்மைப் பதங்கள்*:* விஞ்ஞான பாட ஆசிரியர், விஞ்ஞான பாடக் கற்பித்தல், STEAM அணுகுமுறை, இருபத்தோராம் நூற்றாண்டுத் திறன்கள்

Dharshidhharshinidharshi93@gmail.com

அறிமுகம்

21ஆம் நூற்றாண்டானது தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியுடன் கூடிய சவால்கள் நிறைந்த காலப்பகுதியாகும். இதற்கு முகங்கொடுக்கக் கூடியதும் மற்றும் வேலை உலகுக்கு தயார்படுத்தக் கூடியதுமான சமூக வெளியீடுகளை உருவாக்குவதில் விஞ்ஞானக்கல்வி மிக முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றது. 21 ஆம் நூற்றாண்டின் திறன்களான படைப்பாற்றல், பிரச்சினை தீர்த்தல், கூட்டிணைவு மற்றும் தொடர்பாடல் திறன்களை வளர்ப்பதில் STEAM அணுகுமுறையானது ஒரு சிறந்த கருவியாகும் (Wahyuningsih et al., 2020). விஞ்ஞானக் கல்வியில் STEAM அணுகுமுறை என்பது, மாணவர்களின் தேடல், தொடர்பாடல் மற்றும் திறனாய்வுச் சிந்தனைக்கு வழிகாட்டுவதற்காக விஞ்ஞானம், தொழில்நுட்பம், பொறியியல், கலைகள் மற்றும் கணிதம் ஆகியவற்றை ஒருங்கிணைக்கும் ஒரு பல்துறை கட்டமைப்பாகும். இது, நிஜ உலகப் பிரச்சனைகளைத் தீர்ப்பதில் படைப்பாற்றல், வடிவமைப்புச் சிந்தனை மற்றும் புத்தாக்கத்தை வளர்ப்பதற்காகக் கலைகளை இணைத்து, பாரம்பரிய STEM முறையையும் கடந்து செல்கிறது (Yakman, 2008).

விஞ்ஞானம் என்பது இயற்கையையும் அதன் விதிகளையும் ஆராயும் ஒரு பாடமாக இருப்பதனால் அங்கு சிக்கலானதும் உடனடியாக விளங்கிக்கொள்ள முடியாததுமான எண்ணக்கருக்கள் காணப்படுகின்றன. அதேவேளை அந்த எண்ணக்கருக்கள் வேறு பாடங்களுடனும் தொடர்புடையனவாகவும் காணப்படுகின்றன. இவ்வாறான சிக்கலான மற்றும் காட்சிப்புலனற்ற எண்ணக்கருக்களை தெளிவாக விளங்கிக் கொள்வதற்கு STEAM அணுகுமுறையானது விஞ்ஞானபாடக் கற்பித்தலில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது. இதன் மூலம் விஞ்ஞான எண்ணக்கருக்கள் மற்றும் கோட்பாடுகளை பொறியியல் வடிவமைப்புடனும் கலை சார்ந்த அழகியலுடனும் மட்டுமன்றி தொழில்நுட்ப கருவிகளின் துணையுடனும் கற்க முடிகின்றது. பாரம்பரியமாக கற்பிக்கப்பட்ட விஞ்ஞான பாடமானது விஞ்ஞானம், தொழில்நுட்பம், பொறியியல், கணிதம் மற்றும் கலை ஆகிய அம்சங்களை இணைத்து புத்தாக்க ரீதியாக கற்பிக்க உருவானதே STEAM அணுகுமுறையாகும். இம் முறைமையினை விஞ்ஞான பாடத்தில் பிரயோகிக்கும் போது மாணவர்களின் தர்க்க சிந்தனையும் படைப்பாற்றல் திறனும் மேம்படுத்தப்படும் (Wahyuningsih et al., 2020).

STEAM எனும் புதிய கற்பித்தல் அணுகுமுறையானது இலங்கைப் பாடசாலைக் கலைத்திட்டத்தில் 2023 ஆம் ஆண்டு அறிமுகப்படுத்தப்பட்டதாகும் (NSF, 2023). நிஜ உலகப் பிரச்சினைகளை தீர்க்கும் வகையில் STEAM அணுகுமுறையில் செயற்றிட்ட அடிப்படையிலான கற்றல் இருப்பதால் விஞ்ஞான பாடத்தினை கற்பிப்பது இலகுவாக அமைவதுடன் அதிக நன்மையும் கிடைக்கின்றது (Yakman, 2008). பாரம்பரிய கல்வி முறையில் விஞ்ஞானம், தொழில்நுட்பம், பொறியியல், கணிதம் மற்றும் கலை ஆகிய பாடங்கள் தனித்தனியாக கற்பிக்கப்பட்டன. ஆனால் STEAM முறையில் இவை அனைத்தும் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டு நிஜ உலகப் பிரச்சினைகளுக்கு தீர்வு காணும் வகையில் கற்பிக்கப்படுகின்றது. இவ் ஒருங்கிணைந்த முறைமையினூடாக மாணவரின் விமர்சன சிந்தனை, நடைமுறை அறிவு, கூட்டு முயற்சி, தொழில்நுட்ப தேர்ச்சி என்பன

அதிகரிக்கின்றது. வழமையான போதனை முறையை விட STEAM முறையினைப் பின்பற்றும் போது மாணவர்களின் பரீட்சைப் பெறுபேறுகள் மிக உயர்வாக அமையும் (Ozkan, 2021).

இந்தப் பின்னணியிலேயே இந்த ஆய்வு நுவரெலியா கல்வி வலயத்தின் கோட்டம் 2 மற்றும் 3 இலுள்ள தமிழ் மொழி மூலமான பாடசாலைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளது. இங்கு விஞ்ஞான பாட ஆசிரியர்கள் கற்பித்தற் செயற்பாட்டின் போது பாரம்பரிய முறைகளையே அதிகளவில் பயன்படுத்துகின்றனர். STEAM எனும் புதிய கற்பித்தல் அணுகுமுறையைப் பயன்படுத்துவது மிகக் குறைவாகக் காணப்படுகின்றமை 2025 ஆண்டிற்கான அப் பாடசாலைகள் தொடர்பான உள்வாரி மற்றும் வெளிவாரி மதிப்பீட்டறிக்கையில் சுட்டிக்காட்டப்பட்டுள்ளது. இந் நிலைமை மாணவர்களின் விஞ்ஞானப் பாடக் கற்றல் அடைவிலும் எதிரான தாக்கத்தை ஏற்படுத்தியுள்ளது. இதனால் நுவரெலியா கல்வி வலயத்தில் கோட்டம் இரண்டு மற்றும் மூன்றிலுள்ள தமிழ்மொழி மூலமான பாடசாலைகளில் கடந்த ஐந்து வருடங்களில் விஞ்ஞானப் பாடத்தின் அடைவு மட்டமானது சராசரியாக 47% என்ற குறைவான மட்டத்தில் காணப்படுகின்றமை நுவரெலியா வலயத்தின் கல்வி அபிவிருத்திப் பிரிவு அறிக்கையில் சுட்டிக்காட்டப்பட்டுள்ளது. எனவே நுவரெலியா கல்வி வலயத்தின் கோட்டம் இரண்டு மற்றும் மூன்றிலுள்ள தமிழ்மொழி மூலப் பாடசாலைகளின் விஞ்ஞான பாட ஆசிரியர்கள் கற்பித்தற் செயற்பாட்டில் STEAM எனும் புதிய கற்பித்தல் அணுகுமுறையை எந்தளவிற்குப் ஒருங்கிணைத்துப் பயன்படுத்துகிறார்கள்? மற்றும் அதனை நடைமுறைப்படுத்துவதில் எத்தகைய சவால்கள் எதிர்நோக்கப்படுகின்றன? என்பவற்றைக் கண்டறியும் நோக்குடன் இந்த ஆய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளது.

ஆய்வின் நோக்கமும் குறிக்கோள்களும்

ஆய்வின் நோக்கம்

நுவரெலியா கல்வி வலயத்தின் கோட்டம் இரண்டு மற்றும் மூன்று ஆகியவற்றிலுள்ள தமிழ்மொழி மூலமான இடைநிலைப் பாடசாலைகளின் விஞ்ஞானபாடக் கற்பித்தலில் STEAM அணுகுமுறை எவ்வாறு ஒருங்கிணைத்து நடைமுறைப்படுத்தப்படுகின்றது என்பதனை ஆராய்வதே இந்த ஆய்வின் பிரதான நோக்கமாகும்.

ஆய்வின் குறிக்கோள்கள்

1. விஞ்ஞான பாடக் கற்பித்தலில் STEAM அணுகுமுறை ஒருங்கிணைக்கப்படும் நிலையைக் கண்டறிதல்
2. விஞ்ஞான பாடக் கற்பித்தலில் STEAM அணுகுமுறையின் ஒருங்கிணைப்பில் ஆசிரியர்களின் பால்நிலை மற்றும் அனுபவம் என்பவற்றின் செல்வாக்கினைப் பகுப்பாய்வு செய்தல்

3. STEAM அணுகுமுறையினை ஒருங்கிணைத்து நடைமுறைப்படுத்துவதிலுள்ள சவால்களைக் கண்டறிதல்

இலக்கிய மீளாய்வு

Mishra and Koehler ஆகியோரால் உருவாக்கப்பட்ட TPACK (தொழில்நுட்ப கற்பித்தல் உள்ளடக்க அறிவு) மாதிரியானது, ஆசிரியர்கள் கற்பித்தல் மற்றும் கற்றலில் தொழில்நுட்பத்தை எவ்வாறு திறம்பட ஒருங்கிணைக்கிறார்கள் என்பதைப் புரிந்துகொள்வதற்கான ஒரு விரிவான கட்டமைப்பை வழங்குகிறது. இந்த மாதிரியானது, உள்ளடக்க அறிவு, கற்பித்தல் அறிவு மற்றும் தொழில்நுட்ப அறிவு ஆகிய மூன்று வகையான அறிவுகளுக்கும் இடையிலான தொடர்பை வலியுறுத்துகிறது. இடைநிலைப் பாடசாலைகளில் விஞ்ஞானம் கற்பித்தலில் STEAM அணுகுமுறையை ஒருங்கிணைக்கும் சூழலில், TPACK மாதிரியானது மிகவும் பொருத்தமானதாக உள்ளது. ஏனெனில், படைப்பாற்றல், பிரச்சினை தீர்த்தல், ஒத்துழைப்பு மற்றும் பல்துறைக் கற்றலை மேம்படுத்துவதற்காக, STEAM கல்விக்கு ஆசிரியர்கள் விஞ்ஞான பாட உள்ளடக்கத்தை பொருத்தமான கற்பித்தல் உத்திகள் மற்றும் தொழிநுட்பக் கருவிகளுடன் இணைக்க வேண்டும். இந்த அறிவுத்துறைகளை வினைத்திறனாக ஒருங்கிணைப்பதன் மூலம், ஆசிரியர்கள் விஞ்ஞானக் கல்வியில் மாணவர்களின் ஈடுபாட்டை மேம்படுத்தும் அர்த்தமுள்ள கற்றல் அனுபவங்களை வடிவமைக்க முடியும். எனவே, இடைநிலைப் பாடசாலைகளில் விஞ்ஞான பாடக் கற்பித்தலில் STEAM அணுகுமுறைகளின் ஒருங்கிணைப்பை ஆராயும் ஆய்வுகளுக்கு TPACK கட்டமைப்பு ஒரு முக்கியமான கோட்பாட்டு அடித்தளமாக அமைகிறது (Mishra & Koehler, 2006).

விஞ்ஞான பாடத்துடன் கலை அம்சத்தை ஒருங்கிணைப்பதன் மூலமாக மாணவர்களின் கற்றல் மீதான ஆர்வம் அதிகரிக்கின்றது (Conradty et al., 2020). அதேபோன்று STEAM அணுகுமுறையானது மாணவர்களின் மரபுசாரா சிந்தனை மற்றும் பிரச்சினைகளைத் தீர்க்கும் ஆக்கப்பூர்வமான திறனை வளர்க்கின்றது (Henriksen et al., 2021). பாடசாலைகளிலும் வகுப்பறைகளிலும் STEAM அணுகுமுறையினைப் பயன்படுத்தி விஞ்ஞான பாடத்தை கற்பிக்கும் போது விஞ்ஞான கருத்துக்களை புரிந்துக் கொள்ளல், பாடத்திற்கான செயற்பாடுகளை வடிவமைத்தல் மற்றும் கலை சார்ந்த செயற்பாடுகள் மூலம் சிக்கலான விஞ்ஞானக் கோட்பாடுகளை மாணவர்கள் மிக எளிதாக புரிந்துகொள்ளவும் முடிகின்றது (Kim, 2018).

மேலும், விஞ்ஞான பாடத்தில் கலை அம்சத்தை இணைப்பதன் மூலமாக மாணவர்கள் அத்துறையை விருப்புடன் கற்கிறார்கள் (Miliszewska, 2017). விஞ்ஞான கல்வியில் உள்ள ஆய்வுகூட செயற்பாடுகளுடன் பொறியியல் வடிவமைப்புகளை இணைப்பதன் மூலமாக மாணவர்களின் விமர்சன சிந்தனை மேம்படுத்தப்படுகின்றது (Perignat, 2019). அத்துடன் இவ் அணுகுமுறையினூடான கற்றலில் டிஜிட்டல் கருவிகள் மற்றும் மென்பொருட்களின் பயன்பாடு மாணவர்களின் கற்றல் விளைவுகளை (Learning Outcomes) இரட்டிப்பாக்குகின்றது (Thuneberg, 2018).

ஆய்வு முறையியல்

இந்த ஆய்வில் விஞ்ஞான பாடக் கற்பித்தற் செயற்பாடானது சார்ந்த மாறியாகவும் STEAM அணுகுமுறையின் பயன்பாடானது சாரா மாறியாகவும் கொள்ளப்பட்டு விவரண அளவீட்டு ஆய்வு வடிவத்திலும் அளவு மற்றும் பண்பு சார்ந்த தரவுகளை அடிப்படையாகக் கொண்ட கலப்பு ஆய்வு அணுகுமுறையிலும் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளது. நுவரெலியா கல்வி வலயத்தின் கோட்டம் இரண்டு மற்றும் மூன்று இலுள்ள தமிழ் மொழி மூலமான 37 இடைநிலைப் பாடசாலைகள் இந்த ஆய்வுக்காகத் தெரிவுசெய்யப்பட்டன. அப் பாடசாலைகளின் விஞ்ஞான பாட ஆசிரியர்கள் 83 பேர் மற்றும் 37 அதிபர்கள் நோக்க மாதிரியெடுப்பு நுட்ப முறையில் தெரிவுசெய்யப்பட்டனர். அத்துடன் ஆசிரிய ஆலோசகர் ஒருவரும் வளவாளர் ஒருவரும் தெரிவு செய்யப்பட்டனர். எனவே இந்த ஆய்வில் 122 பேர் மாதிரிகளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளனர்.

தரவு சேகரிப்புக் கருவிகளாக வினாக்கொத்து, நேர்காணல் மற்றும் ஆவணங்கள் என்பன பயன்படுத்தப்பட்டன. ஆசிரியர்களிடமிருந்து கட்டமைக்கப்பட்ட வினாக்கொத்து மூலமும் அதிபர்கள், ஆசிரிய ஆலோசகர் மற்றும் வளவாளர்களிடமிருந்து நேர்காணல் மூலமும் தரவுகள் பெறப்பட்டன. தரவு சேகரிப்புக் கருவிகளின் நம்பகத்தையும் தகுதியையும் உறுதிப்படுத்துவதற்காக வினாக்கொத்துகள் தகுதிவாய்ந்த கல்வியியலாளர் மற்றும் வாண்மைத்துவம் வாய்ந்த விஞ்ஞானபாட ஆசிரியர் ஆகியோரால் முன்வைக்கப்பட்ட ஆலோசனைகளுக்கு அமையத் திருத்தியமைக்கப்பட்டது. முன்னோடிப் பரிசோதனை செய்யப்பட்டு பெறப்பட்ட பின்னூட்டல்களுக்கு அமையத் திருத்தியமைக்கப்பட்டது. மற்றும் நம்பகத்தைத் துணியும் சோதனை மேற்கொள்ளப்பட்டு உறுதிப்படுத்தப்பட்டது. அதாவது வினாக்கொத்தின் Alpha பெறுமதியானது 0.9 ஆக காணப்பட்டது.

மேலும் இந்த ஆய்வின் எண் சார்ந்த தரவுகளைப் பகுப்பாய்வு செய்வதற்காக விவரணப் புள்ளிவிபரப் பகுப்பாய்வு நுட்ப முறைகளான சராசரி, நியமவிலகல் மற்றும் அனுமானப் புள்ளிவிபரப் பகுப்பாய்வு நுட்ப முறையான ANOVA உம் பயன்படுத்தப்பட்டன. பண்பு சார்ந்த தரவுகளைப் பகுப்பாய்வு செய்வதற்காக கருப்பொருட் பகுப்பாய்வு நுட்பமுறை பயன்படுத்தப்பட்டது.

தரவுப் பகுப்பாய்வும் வியாக்கியானமும்

இந்த ஆய்வுக்காகப் பெறப்பட்ட தரவுகள் ஆய்வுக் குறிக்கோள்களின் அடிப்படையில் பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்டு கீழே காட்டப்பட்டுள்ளன.

விஞ்ஞான பாடக் கற்பித்தலில் STEAM அணுகுமுறை பயன்படுத்தப்படும் நிலை

விஞ்ஞான பாடக் கற்பித்தலில் STEAM அணுகுமுறை பயன்படுத்தப்படும் நிலையானது 25 மாறிகள் மூலம் லைக்கேட் தரநிலையில் அளவிடப்பட்டுள்ளன. இங்கு ஐந்து என்ற அளவானது மிக அதிகமாக ஏற்றுக்கொள்கிறேன் என்பதனையும் ஒன்று என்பது முழுமையாக ஏற்றுக்கொள்ளவில்லை என்பதனையும் வெளிப்படுத்துகின்றன.

இம் மாறிகள் தொடர்பாக ஆசிரியர்களிடமிருந்து பெறப்பட்ட தரவுகள் விவரணப் புள்ளிவிபர முறையைப் பயன்படுத்தி (சராசரி, நியமவிலகல்) பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்டு கீழ்வருமாறு அட்டவணைகளில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 1

விஞ்ஞான பாடக் கற்பித்தலில் STEAM கூறுகளின் ஒருங்கிணைப்பு

மாறிகள்	ஆசிரியரின் துலங்கல்கள்		
	N	*M*	*S.D*
கணிதக் கருத்துகளை ஒருங்கிணைத்தல்	83	3.6	0.55
தொழிநுட்ப சாதனங்களைப் பயன்படுத்தல்	83	3.3	0.49
பொறியியல் வடிவமைப்பு செயற்பாடுகளை இணைத்தல்	83	2.9	0.32
கலை சார்ந்த செயற்பாடுகளைத் தொடர்புபடுத்தல்	83	2.8	0.12
பல்துறைசார் அணுகுமுறையைப் பயன்படுத்தல்	83	3.4	0.36

அட்டவணையின்படி விஞ்ஞானபாடக் கற்பித்தலில் STEAM கூறுகளின் ஒருங்கிணைப்பானது ஐந்து மாறிகளின் மூலம் அளவிடப்பட்டுள்ளன. இம் மாறிகள் தொடர்பாக 83 ஆசிரியர்களின் துலங்கல்களின் நியமவிலகலானது (*SD*) 0.12 - 0.55 என்ற வீச்சினுள் காணப்படுவதானது ஆசிரியர்களின் துலங்கல்களிடையே அதிக வேறுபாடு காணப்படவில்லை என்பதனை வெளிப்படுத்துகின்றது. இவ்வகையில் விஞ்ஞானபாடக் கற்பித்தலில் STEAM கூறுகளில் கணிதக் கருத்துகளை ஒருங்கிணைத்தல் என்பது தொடர்பான ஆசிரியர்களின் துலங்கல்களின் சராசரி (*M*) 3.5 - 4.4 என்ற வீச்சினுள் காணப்படுகின்றது. இந்நிலை, லைக்கேட் தர அளவுநிலையில் நான்கு என்ற ஓரளவு உயர்வான மட்டத்தை வெளிப்படுத்தியுள்ளது. ஆயினும் விஞ்ஞானபாடக் கற்பித்தலில் STEAM கூறுகளில் தொழில்நுட்ப சாதனங்களைப் பயன்படுத்தல், பொறியியல் வடிவமைப்பு செயற்பாடுகளை இணைத்தல், கலை சார்ந்த செயற்பாடுகளைத் தொடர்புபடுத்தல் மற்றும் பல்துறைசார் அணுகுமுறையைப் பயன்படுத்தல் ஆகியவை தொடர்பான ஆசிரியர்களின் துலங்கல்களின் சராசரி (*M*) 2.5 - 3.4 என்ற வீச்சினுள் காணப்படுகின்றது. இந் நிலை, லைக்கேட் தர அளவு நிலையில் மூன்று என்ற மிதமான மட்டத்தை வெளிப்படுத்தியுள்ளது. எனவே விஞ்ஞானபாடக் கற்பித்தலில் STEAM கூறுகளின் ஒருங்கிணைப்பில் கணிதக் கருத்துகளை ஒருங்கிணைத்தல் என்பது ஓரளவு உயர்வான நிலையிலும் தொழில்நுட்ப சாதனங்களைப் பயன்படுத்தல், பொறியியல் வடிவமைப்பு செயற்பாடுகளை இணைத்தல், கலை சார்ந்த செயற்பாடுகளைத் தொடர்புபடுத்தல் மற்றும் பல்துறைசார் அணுகுமுறையைப் பயன்படுத்தல் ஆகியன குறைவான நிலையிலும் இருப்பதனைத் தரவுகள் வெளிப்படுத்தியுள்ளன.

கீழே தரப்பட்டுள்ள அட்டவணை 2 இன் படி விஞ்ஞானபாடக் கற்பித்தலில் STEAM அணுகுமுறையை ஒருங்கிணைப்பதற்கான கற்பித்தல் முறைகள், ஐந்து மாறிகளின் மூலம் அளவிடப்பட்டுள்ளன. இம் மாறிகள் தொடர்பாக 83 ஆசிரியர்களின்

துலங்கல்களின் நியமவிலகலானது (*SD*) 0.24 - 0.62 என்ற வீச்சினுள் காணப்படுவதானது ஆசிரியர்களின் துலங்கல்களிடையே அதிக வேறுபாடு காணப்படவில்லை என்பதனை வெளிப்படுத்துகின்றது.

அட்டவணை 2

மாறிகள்	ஆசிரியரின் துலங்கல்கள்		
	N	Mean	*S.D*
ஆய்வு அடிப்படையிலான கற்பித்தலை மேற்கொள்ளல்	83	2.6	0.43
பிரச்சினை தீர்க்கும் செயற்பாடுகளை வழங்குதல்	83	3.3	0.62
செயன்முறை நடவடிக்கைகளை பயன்படுத்தல்	83	3.4	0.24
மாணவர் மையக் அணுகுமுறையைப் பின்பற்றுதல்	83	3.7	0.56
குழுச் செயற்பாடுகளை பயன்படுத்தல்	83	3.8	0.43

STEAM அணுகுமுறையை ஒருங்கிணைப்பதற்கான கற்பித்தல் முறைகள்

இதனடிப்படையில் விஞ்ஞானபாடக் கற்பித்தலில் STEAM அணுகுமுறையை ஒருங்கிணைப்பதற்கான கற்பித்தல் முறைகளில் மாணவர் மையக் அணுகுமுறையைப் பின்பற்றுதல் மற்றும் குழுச் செயற்பாடுகளைப் பயன்படுத்தல் என்பவை தொடர்பான ஆசிரியர்களின் துலங்கல்களின் சராசரி (*M*) 3.5 - 4.4 என்ற வீச்சினுள் காணப்படுகின்றது. இந் நிலை, லைக்கேட் தர அளவு நிலையில் 4 என்ற ஓரளவு உயர்வான மட்டத்தை வெளிப்படுத்தியுள்ளது. ஆயினும் விஞ்ஞான பாடக் கற்பித்தலில் STEAM அணுகுமுறையை ஒருங்கிணைப்பதற்கான கற்பித்தல் முறைகளில் ஆய்வு அடிப்படையிலான கற்பித்தலை மேற்கொள்ளல், பிரச்சினை தீர்க்கும் செயற்பாடுகளை வழங்குதல் மற்றும் செயன்முறை நடவடிக்கைகளை பயன்படுத்தல் ஆகியவை தொடர்பான ஆசிரியர்களின் துலங்கல்களின் சராசரி (*M*) 2.5 - 3.4 என்ற வீச்சினுள் காணப்படுகின்றது. இந்நிலை, லைக்கேட் தர அளவு நிலையில் மூன்று என்ற குறைவான மட்டத்தை வெளிப்படுத்தியுள்ளது.

எனவே விஞ்ஞானபாடக் கற்பித்தலில் STEAM அணுகுமுறையை ஒருங்கிணைப்பதற்கான கற்பித்தல் முறைகளில் மாணவர் மையக் அணுகுமுறையைப் பின்பற்றுதல் மற்றும் குழுச் செயற்பாடுகளைப் பயன்படுத்தல் என்பன ஓரளவு உயர்வான நிலையிலும் ஆய்வு அடிப்படையிலான கற்பித்தலை மேற்கொள்ளல், பிரச்சினை தீர்க்கும் செயற்பாடுகளை வழங்குதல் மற்றும் செயன்முறை நடவடிக்கைகளை பயன்படுத்தல் ஆகியன குறைவான நிலையிலும் இருப்பதனைத் தரவுகள் வெளிப்படுத்தியுள்ளன.

அட்டவணை 3 இன் படி விஞ்ஞானபாடத்தின் STEAM அணுகுமுறைக் கற்பித்தலில் தொழில்நுட்பம் மற்றும் கற்றல் வளங்களின் பயன்பாடு, ஐந்து மாறிகளின் மூலம் அளவிடப்பட்டுள்ளன. இம் மாறிகள் தொடர்பாக 83 ஆசிரியர்களின்

துலங்கல்களின் நியமவிலகலானது (*SD*) 0.21 - 0.64 என்ற வீச்சினுள் காணப்படுவதானது ஆசிரியர்களின் துலங்கல்களிடையே அதிக வேறுபாடு காணப்படவில்லை என்பதனை வெளிப்படுத்துகின்றது.

அட்டவணை 3

STEAM அணுகுமுறைக் கற்பித்தலில் தொழிநுட்ப மற்றும் கற்றல் வளங்களின் பயன்பாடு

மாறிகள்	ஆசிரியரின் துலங்கல்கள்		
	N	*M*	*S.D*
பல்லூடக வளங்களைப் பயன்படுத்தல்	83	2.3	0.64
Simulation மற்றும் virtual learning tools களைப் பயன்படுத்தல்	83	2.1	0.21
இணையவழி கற்றல் வளங்களைப் பயன்படுத்தல்	83	3.4	0.42
திறன் சாதனஙகளைப் (Smart devices) பயன்படுத்தல்	83	3.8	0.27
உள்ளக வளங்களை STEAM செயற்பாடுகளுக்குப் பயன்படுத்தல்	83	3.3	0.43

இதனடிப்படையில் விஞ்ஞான பாடத்தின் STEAM அணுகுமுறைக் கற்பித்தலில் தொழில்நுட்ப மற்றும் கற்றல் வளங்களின் பயன்பாடுகளில் திறன் சாதனங்களைப் (Smart devices) பயன்படுத்தல் தொடர்பாக ஆசிரியர்களின் துலங்கல்களின் சராசரி (*M*) 3.5 - 4.4 என்ற வீச்சினுள் காணப்படுகின்றது. இந்நிலை, லைக்கேட் தர அளவு நிலையில் நான்கு என்ற ஓரளவு உயர்வான மட்டத்தை வெளிப்படுத்தியுள்ளது. ஆயினும் இணையவழி கற்றல் வளங்களைப் பயன்படுத்தல் மற்றும் உள்ளக வளங்களை STEAM செயற்பாடுகளுக்குப் பயன்படுத்தல் ஆகியவை தொடர்பான ஆசிரியர்களின் துலங்கல்களின் சராசரி (*M*) 2.5 - 3.4 என்ற வீச்சினுள் காணப்படுகின்றது. இந் நிலை, லைக்கேட் தர அளவு நிலையில் மூன்று என்ற குறைவான மட்டத்தை வெளிப்படுத்தியுள்ளது. அவ்வாறே Simulation மற்றும் virtual learning tools களைப் பயன்படுத்தல் மற்றும் பல்லூடக வளங்களைப் பயன்படுத்தல் ஆகியவை தொடர்பான ஆசிரியர்களின் துலங்கல்களின் சராசரி (*M*) 1.5 - 2.4 என்ற வீச்சினுள் காணப்படுகின்றது. இந்நிலை, லைக்கேட் தர அளவு நிலையில் இரண்டு என்ற மிகக் குறைவான மட்டத்தை வெளிப்படுத்தியுள்ளது.

எனவே விஞ்ஞான பாடத்தின் STEAM அணுகுமுறைக் கற்பித்தலில் தொழிநுட்ப மற்றும் கற்றல் வளங்களின் பயன்பாடுகளில் திறன் சாதனங்களைப் (Smart devices) பயன்படுத்தல் என்பன ஓரளவு உயர்வான நிலையிலும் இணையவழிக் கற்றல் வளங்களைப் பயன்படுத்தல், உள்ளக வளங்களை STEAM

செயற்பாடுகளுக்குப் பயன்படுத்தல், Simulation மற்றும் virtual learning tools களைப் பயன்படுத்தல் மற்றும் பல்லூடக வளங்களைப் பயன்படுத்தல் ஆகியன குறைவான நிலையிலும் இருப்பதனைத் தரவுகள் வெளிப்படுத்தியுள்ளன.

அட்டவணை 4 இன்படி விஞ்ஞான பாடத்தின் STEAM அணுகுமுறைக் கற்பித்தலில் மாணவர்களின் திறன் மேம்பாடு, ஐந்து மாறிகளின் மூலம் அளவிடப்பட்டுள்ளன. இம் மாறிகள் தொடர்பாக 83 ஆசிரியர்களின் துலங்கல்களின் நியமவிலகலானது (*SD*) 0.25 - 0.75 என்ற வீச்சினுள் காணப்படுவதானது ஆசிரியர்களின் துலங்கல்களிடையே அதிக வேறுபாடு காணப்படவில்லை என்பதனை வெளிப்படுத்துகின்றது.

அட்டவணை 4

STEAM அணுகுமுறைக் கற்பித்தலில் மாணவர்களின் திறன் மேம்பாடு

மாறிகள்	ஆசிரியரின் துலங்கல்கள்		
	N	*M*	*SD*
படைப்பாற்றலை வளர்க்கும் செயற்பாடுகளை வழங்குதல்	83	3.8	0.62
விமர்சனச் சிந்தனை திறனை மேம்படுத்தும் நடவடிக்கைகளை மேற்கொள்ளல்	83	3.4	0.75
புதுமைத்திறனை வளர்க்கும் செயற்பாடுகளை வழங்குதல்	83	3.1	0.25
தொடர்பாடல் திறனை மேம்படுத்தும் நடவடிக்கைகளைப் பயன்படுத்தல்	83	3.3	0.35
ஒத்துழைப்பு திறனை வளர்க்கும் குழு நடவடிக்கைகளை மேற்கொள்ளல்	83	3.6	0.42

இதனடிப்படையில் விஞ்ஞான பாடத்தின் STEAM அணுகுமுறைக் கற்பித்தலில் மாணவர்களின் திறன் மேம்பாட்டிற்கான செயற்பாடுகளில் படைப்பாற்றலை வளர்க்கும் செயற்பாடுகளை வழங்குதல் மற்றும் ஒத்துழைப்பு திறனை வளர்க்கும் குழு நடவடிக்கைகளை மேற்கொள்ளல் ஆகியன தொடர்பாக ஆசிரியர்களின் துலங்கல்களின் சராசரி (*M*) 3.5 - 4.4 என்ற வீச்சினுள் காணப்படுகின்றது. இந்நிலை, லைக்கேட் தர அளவு நிலையில் நான்கு என்ற ஓரளவு உயர்வான மட்டத்தை வெளிப்படுத்தியுள்ளது. ஆயினும் விமர்சனசிந்தனை திறனை மேம்படுத்தும் நடவடிக்கைகளை மேற்கொள்ளல், புதுமைத்திறனை வளர்க்கும் செயற்பாடுகளை வழங்குதல் மற்றும் தொடர்பாடல் திறனை மேம்படுத்தும் நடவடிக்கைகளைப் பயன்படுத்தல் ஆகியவை தொடர்பான ஆசிரியர்களின் துலங்கல்களின் சராசரி (*M*) 2.5 - 3.4 என்ற வீச்சினுள் காணப்படுகின்றது. இந்நிலை, லைக்கேட் தர அளவு நிலையில் மூன்று என்ற குறைவான மட்டத்தை வெளிப்படுத்தியுள்ளது.

எனவே விஞ்ஞான பாடத்தின் STEAM அணுகுமுறைக் கற்பித்தலில் மாணவர்களின் திறன் மேம்பாட்டிற்கான செயற்பாடுகளில் படைப்பாற்றலை வளர்க்கும் செயற்பாடுகளை வழங்குதல் மற்றும் ஒத்துழைப்பு திறனை வளர்க்கும் குழு

நடவடிக்கைகளை மேற்கொள்ளல் ஆகியன ஓரளவு உயர்வான நிலையிலும் விமர்சனசிந்தனை திறனை மேம்படுத்தும் நடவடிக்கைகளை மேற்கொள்ளல், புதுமைத்திறனை வளர்க்கும் செயற்பாடுகளை வழங்குதல் மற்றும் தொடர்பாடல் திறனை மேம்படுத்தும் நடவடிக்கைகளைப் பயன்படுத்தல் ஆகியன குறைவான நிலையிலும் இருப்பதனைத் தரவுகள் வெளிப்படுத்தியுள்ளன.

அட்டவணை 5 இன்படி விஞ்ஞான பாடத்தின் STEAM அணுகுமுறைக் கற்பித்தலில் மதிப்பீடு மற்றும் கற்பித்தற் தயார்நிலை, ஐந்து மாறிகளின் மூலம் அளவிடப்பட்டுள்ளன. இம் மாறிகள் தொடர்பாக 83 ஆசிரியர்களின் துலங்கல்களின் நியமவிலகலானது (*SD*) 0.10 - 0.32 என்ற வீச்சினுள் காணப்படுவதானது ஆசிரியர்களின் துலங்கல்களிடையே அதிக வேறுபாடு காணப்படவில்லை என்பதனை வெளிப்படுத்துகின்றது.

அட்டவணை 5

விஞ்ஞான பாடத்தின் STEAM அணுகுமுறைக் கற்பித்தலில் மதிப்பீடு மற்றும் தயார்நிலை

மாறிகள்	ஆசிரியரின் துலங்கல்கள்		
	N	*M*	*S.D*
செயற்றிட்ட அடிப்படையிலான கணிப்பீட்டு முறைகளைப் பயன்படுத்தல்	83	2.8	0.14
செயற்பாட்டு அடிப்படையிலான மதிப்பீடுகளை மேற்கொள்ளல்	83	3.1	0.32
STEAM அடிப்படையில் பாடத் திட்டமிடலை மேற்கொள்ளல்	83	3.4	0.25
STEAM அணுகுமுறையை பயன்படுத்துவதிலுள்ள நம்பிக்கை	83	3.2	0.10
STEAM கற்பித்தலுக்குத் தேவையான தயார்நிலை	83	3.4	0.32

இதனடிப்படையில் விஞ்ஞான பாடத்தின் STEAM அணுகுமுறைக் கற்பித்தலில் மதிப்பீடு செயற்பாடுகளான செயற்றிட்ட அடிப்படையிலான கணிப்பீட்டு முறைகளைப் பயன்படுத்தல் மற்றும் செயற்பாட்டு அடிப்படையிலான மதிப்பீடுகளை மேற்கொள்ளல் ஆகியன தொடர்பாக ஆசிரியர்களின் துலங்கல்களின் சராசரி (*M*) 2.5 - 3.4 என்ற வீச்சினுள் காணப்படுகின்றது. இந் நிலை, லைக்கேட் தர அளவு நிலையில் மூன்று என்ற குறைவான மட்டத்தை வெளிப்படுத்தியுள்ளது. அவ்வாறே விஞ்ஞான பாடத்தின் STEAM அணுகுமுறைக் கற்பித்தற் தயார்நிலை தொடர்பான மாறிகளான STEAM அடிப்படையில் பாடத் திட்டமிடலை மேற்கொள்ளல், அதனைப் பயன்படுத்துவதிலுள்ள நம்பிக்கை மற்றும் அவ் அணுகுமுறைக் கற்பித்தலுக்குத் தேவையான தயார்நிலை தொடர்பான ஆசிரியர்கள துலங்கல்களின் சராசரி (*M*) 2.5 - 3.4 என்ற வீச்சினுள் காணப்படுகின்றது. இந்நிலை, லைக்கேட் தர அளவு நிலையில் மூன்று என்ற குறைவான மட்டத்தை வெளிப்படுத்தியுள்ளது. எனவே விஞ்ஞான பாடத்தின் STEAM

அணுகுமுறைக் கற்பித்தலில் மதிப்பீடு மற்றும் கற்பித்தற் தயார்நிலை தொடர்பான ஐந்து மாறிகளும் குறைவான நிலையில் இருப்பதனைத் தரவுகள் வெளிப்படுத்தியுள்ளன.

விஞ்ஞான பாடக் கற்பித்தலில் STEAM அணுகுமுறையின் பயன்பாட்டில் ஆசிரியர்களின் பால்நிலை மற்றும் அனுபவம் என்பவற்றின் செல்வாக்கு

விஞ்ஞானபாட ஆசிரியர்களின் பால்நிலை மற்றும் அனுபவம் என்பவற்றின் வேறுபாடானது STEAM அணுகுமுறையைப் பயன்படுத்திக் கற்பித்தலில் எத்தகைய செல்வாக்குச் செலுத்தியுள்ளது என்பதனைக் கண்டறிவதற்காக ANOVA மூலம் பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்டு கீழ்வருமாறு உபதலைப்புக்களில் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

STEAM அணுகுமுறையின் பயன்பாட்டில் ஆசிரியர்களின் பால்நிலையின் செல்வாக்கு

இந்த ஆய்விற்காகத் தெரிவுசெய்யப்பட 83 ஆசிரியர்களில் 17 ஆண் ஆசிரியர்களும் 66 பெண் ஆசிரியர்களும் காணப்பட்டனர். இதனடிப்படையில் விஞ்ஞானபாடக் கற்பித்தலில் STEAM அணுகுமுறையின் ஒருங்கிணைப்பில் ஆசிரியர்களின் பால்நிலை எத்தகைய செல்வாக்குச் செலுத்தியுள்ளது என்பதனைக் கண்டறிவதற்காக ANOVA மூலம் பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்டுள்ளது. பால்நிலை அடிப்படையில் STEAM அணுகுமுறை பயன்படுத்தப்பட்ட நிலையானது அட்டவணை 6 இன் மூலமும் பால்நிலையின் செல்வாக்கானது அட்டவணை 7 இன் மூலமும் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதற்காகப் பின்வரும் கருதுகோள்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

H_0: ஆண் மற்றும் பெண் ஆசிரியர்களுக்கிடையில் STEAM அணுகுமுறையின் பயன்பாட்டில் குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாடு இல்லை.

H_1: ஆண் மற்றும் பெண் ஆசிரியர்களுக்கிடையில் STEAM அணுகுமுறையின் பயன்பாட்டில் குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாடு உள்ளது.

அட்டவணை 6

பால்நிலை அடிப்படையில் STEAM அணுகுமுறை பயன்படுத்தப்படும் நிலை

குழு	*N*	*M*	*SD*
ஆண் ஆசிரியர்கள்	17	3.86	0.48
பெண் ஆசிரியர்கள்	66	3.21	0.56

அட்டவணை 7

STEAM அணுகுமுறையின் பயன்பாட்டில் ஆசிரியர்களின் பால்நிலையின் செல்வாக்கு

Source	SS	df	MS	*F*	*P*
Between Groups	3.74	1	3.74	6.41	0.01
Within Groups	47.01	81	0.58		
Total	50.75	82			

மேலுள்ள அட்டவணைகள் 6 மற்றும் 7 இன்படி, ANOVA பகுப்பாய்வின் அடிப்படையில், ஆண் ஆசிரியர்களின் சராசரி (M = 3.86) பெண் ஆசிரியர்களின் சராசரியை (M = 3.21) விட உயர்வாகக் காணப்படுகிறது. மேலும் பெறப்பட்ட F பெறுமதி 6.41 ஆகவும், அதன் Significance பெறுமதி p = .01 ஆகவும் உள்ளது. இங்கு p இன் பெறுமதி .05 ஐ விடக் குறைவாக இருப்பதால், பூச்சிய கருதுகோள் நிராகரிக்கப்படுகிறது. எனவே, ஆண் மற்றும் பெண் ஆசிரியர்களுக்கிடையில் STEAM அணுகுமுறை பயன்படுத்தப்படும் நிலையில் புள்ளி விபரவியல் ரீதியாக குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாடு காணப்படுகின்றது என்று தீர்மானிக்கப்படுகிறது.

STEAM அணுகுமுறையின் பயன்பாட்டில் ஆசிரியர்களது அனுபவத்தின் செல்வாக்கு

விஞ்ஞான பாடக் கற்பித்தலில் STEAM அணுகுமுறை பயன்படுத்தப்பட்டமையில், ஆசிரியர்களின் அனுபவம் எத்தகைய செல்வாக்குச் செலுத்தியுள்ளது என்பதனைக் கண்டறிவதற்காக ANOVA பகுப்பாய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளது. இங்கு ஆசிரியர்களின் அனுபவமானது அவர்களின் சேவைக் காலத்தின் அடிப்படையில் அளவிடப்பட்டுள்ளது. இவ்வகையில் ஒன்று தொடக்கம் பத்து வருடங்கள் மற்றும் 10 வருடங்களுக்கு மேற்பட்ட அனுபவம் என்றவாறு ஆசிரியர்களின் சேவைக்காலம் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இதங்காகப் பின்வரும் கருதுகோள்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

H_0: சேவைக் காலத்தின் அடிப்படையில் ஆசிரியர்களின் STEAM அணுகுமுறை பயன்பாட்டில் குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாடு இல்லை.

H_1: சேவைக் காலத்தின் அடிப்படையில் ஆசிரியர்களின் STEAM அணுகுமுறை பயன்பாட்டில் குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாடு உள்ளது.

அட்டவணை 8

அனுபவ அடிப்படையில் STEAM அணுகுமுறை பயன்படுத்தப்படும் நிலை

குழுக்கள்	*N*	*M*	SD
10 வருடங்களுக்குட்பட்ட சேவைக்காலம்	25	3.81	0.47
10 வருடங்களுக்கு மேற்பட்ட சேவைக்காலம்	58	3.24	0.55

அட்டவணை 9

அடிப்படையில் STEAM அணுகுமுறையின் பயன்பாட்டில் ஆசிரியர்களது அனுபவத்தின் செல்வாக்கு

Source	SS	*df*	MS	*F*	*p*
Between Groups	4.12	1	4.12	7.28	0.01
Within Groups	45.82	81	0.56		
Total	49.95	82			

மேலுள்ள அட்டவணைகள் 8 மற்றும் 9 இன்படி, ANOVA பகுப்பாய்வின் அடிப்படையில், 10 வருடங்களுக்குட்பட்ட சேவைக் காலம் கொண்ட ஆசிரியர்களின் சராசரியானது (M = 3.81) 10 வருடங்களுக்கு மேற்பட்ட சேவைக் காலம் கொண்ட ஆசிரியர்களின் சராசரியை (M = 3.24) விட உயர்வாகக் காணப்படுகிறது. மேலும் பெறப்பட்ட F பெறுமதி 7.28 ஆகவும், அதன் Significance பெறுமதி p = .01 ஆகவும் உள்ளது. இங்கு p பெறுமதி .05 ஐ விடக் குறைவாக இருப்பதால் பூச்சிய கருதுகோள் நிராகரிக்கப்படுகிறது. எனவே, ஆசிரியர்களின் சேவைக் காலத்தின் அடிப்படையில் STEAM அணுகுமுறை பயன்படுத்தப்படும் நிலையில் புள்ளியியல் ரீதியாக குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாடு காணப்படுகின்றது என்று தீர்மானிக்கப்படுகிறது.

விஞ்ஞான பாடக் கற்பித்தலில் STEAM அணுகுமுறையினை நடைமுறைப்படுத்துவதிலுள்ள சவால்கள்

அதிபர்கள் 37 பேர், ஆசிரிய ஆலோசகர் மற்றும் வளவாளர் இருவர் ஆகியோரிடமிருந்து நேர்காணல் மூலம் STEAM அணுகுமுறையினை விஞ்ஞான பாடக் கற்றல் கற்பித்தலில் பயன்படுத்துவதிலுள்ள சவால்கள் தொடர்பான தரவுகள் பெறப்பட்டுள்ளன. இத்தரவுகள் பண்பு சார்ந்தவையாக இருப்பதனால் அவை கருப்பொருட் பகுப்பாய்வுக்கு உட்படுத்தப்பட்டன. இதனடிப்படையில் கருப்பொருட் பகுப்பாய்வு அட்டவணை, அவற்றின் அடிப்படையில் பெறப்பட்ட முடிவுகள் என்பன அட்டவணை 3 இல் முன்வைக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 10

STEAM அணுகுமுறையினை விஞ்ஞான பாடக் கற்பித்தலில் பயன்படுத்துவதிலுள்ள சவால்கள் தொடர்பான கருப்பொருள்

இல	கருப்பொருள்	துணைக் கருப்பொருட்கள்
01	பாரம்பரிய கற்பித்தல் மனப்பாங்கு	மாற்றத்திற்கான எதிர்ப்பு, பழைய கற்பித்தல் முறைகளில் ஈடுபாடு
02	நேரம் மற்றும் பாடத்திட்ட அழுத்தம்	பாடத்திட்ட நிறைவு, நேர முகாமைத்துவ சிரமம்
03	தொழில்நுட்ப அறிவு மற்றும் திறன்களின் பற்றாக்குறை	டிஜிட்டல் கருவிகள் பயன்பாட்டில் அனுபவமின்மை, தன்னம்பிக்கையின்மை
04	STEAM ஒருங்கிணைப்பு குறித்த தெளிவின்மை	பாட ஒருங்கிணைப்பு சிரமம், மதிப்பீட்டு சிக்கல்கள்
05	மாணவர் மையக் கற்றலில் சிரமம்	சுயசிந்தனை ஊக்குவித்தல், செயன்முறை கற்றல் குறைபாடு
06	வளங்கள் மற்றும் ஆதரவு பற்றாக்குறை	தொழில்நுட்ப வசதிகள் குறைவு, பயிற்சி வாய்ப்புகளின் பற்றாக்குறை
07	ஒத்துழைப்பு குறைபாடு	கூட்டு திட்டமிடல் குறைவு, பல்வேறு பாடத்துறைசார் ஒத்துழைப்பு இன்மை

முதலாவது கருப்பொருளாக “பாரம்பரிய கற்பித்தல் மனப்பாங்கு மற்றும் மாற்றத்திற்கான எதிர்ப்பு” என்பது காணப்பட்டது. பல ஆசிரியர்கள் நீண்டகாலமாக பாரம்பரிய கற்பித்தல் முறைகளில் ஈடுபட்டிருந்ததால் புதிய STEAM அணுகுமுறையை ஏற்பதற்கான தயக்கத்தையும் எதிர்ப்பையும் வெளிப்படுத்தினர். புதிய அணுகுமுறைகள் மேலதிக பணிச்சுமையை ஏற்படுத்தும் என்ற எண்ணமும் காணப்பட்டது.

இரண்டாவது கருப்பொருளாக “நேரம் மற்றும் பாடத்திட்ட அழுத்தம்” என்பது வெளிப்பட்டது. குறிப்பிட்ட காலத்திற்குள் பாடத்திட்டத்தை நிறைவு செய்ய வேண்டிய அவசியம் காரணமாக STEAM செயற்பாடுகளுக்காக அதிகளவு நேரத்தை ஒதுக்குவது கடினமாக இருந்ததாக பதிலளித்தவர்கள் குறிப்பிட்டுள்ளனர். இதனால் செயன்முறை மற்றும் ஆய்வுசார் கற்பித்தல் நடைமுறைகள் பாதிக்கப்பட்டுள்ளன.

மூன்றாவது கருப்பொருளாக “தொழில்நுட்ப அறிவு மற்றும் திறன்களின் பற்றாக்குறை” என்பது அடையாளம் காணப்பட்டது. நவீன தொழிநுட்பக் கருவிகள், டிஜிட்டல் வளங்கள் மற்றும் ஆய்வுக்கூட உபகரணங்களைப் பயன்படுத்துவதில் ஆசிரியர்களுக்கு போதிய அனுபவமும் தன்னம்பிக்கையும் இல்லாத நிலை காணப்பட்டது. தொழிநுட்பம் மற்றும் கலை சார்ந்த கூறுகளை விஞ்ஞான பாடத்துடன் ஒருங்கிணைப்பதில் ஆசிரியர்கள் பிரச்சினைகளை எதிர்கொண்டனர்.

நான்காவது கருப்பொருளாக "STEAM ஒருங்கிணைப்பு தொடர்பான தெளிவின்மை" என்பது காணப்பட்டது. விஞ்ஞானம், தொழில்நுட்பம், பொறியியல், கலை மற்றும் கணிதம் ஆகிய பாடத் துறைகளை எவ்வாறு ஒருங்கிணைத்துக் கற்பிப்பது என்பது தொடர்பான தெளிவான விளக்கம் ஆசிரியர்களிடையே குறைவாக இருந்தது. அதேபோன்று STEAM அணுகுமுறைக்கான மதிப்பீட்டு நடைமுறைகள் தொடர்பான விளக்கமும் குறைவாக காணப்பட்டது.

ஐந்தாவது கருப்பொருளாக "மாணவர்மையக் கற்றலை நடைமுறைப்படுத்துவதிலுள்ள இடர்பாடு" என்பது வெளிப்பட்டது. ஆசிரியர்மையக் கற்பித்தல் முறையில் பழகியிருந்த சில ஆசிரியர்களுக்கு மாணவர்களை சுயசிந்தனை, ஆராய்ச்சி மற்றும் படைப்பாற்றல் செயற்பாடுகளில் ஈடுபடுத்துவது சவாலாக இருந்தது. இதனால் STEAM அணுகுமுறையின் செயற்பாட்டு மற்றும் அனுபவ அடிப்படையிலான கற்பித்தல் முழுமையாக நடைமுறைப்படுத்தப்படவில்லை.

ஆறாவது கருப்பொருளாக "வளங்கள் மற்றும் ஒத்துழைப்பின் பற்றாக்குறை" என்பது அடையாளம் காணப்பட்டது. பாடசாலைகளில் தேவையான தொழில்நுட்ப வசதிகள், ஆய்வுக்கூட கருவிகள் மற்றும் புதுமையான கற்றல் வளங்கள் குறைவாக இருந்தமை குறிப்பிடப்பட்டது. மேலும், தொடர்ச்சியான பயிற்சி மற்றும் தொழில்முறை மேம்பாட்டு வாய்ப்புகளின் பற்றாக்குறையும் ஆசிரியர்களின் திறன் வளர்ச்சியை பாதித்ததாக தெரிவிக்கப்பட்டது.

ஏழாவது கருப்பொருளாக "ஒத்துழைப்பு மற்றும் கூட்டுச்செயற்பாட்டு குறைபாடு" என்பது வெளிப்பட்டது. STEAM அணுகுமுறையானது பல்வேறு பாட ஆசிரியர்களின் ஒருங்கிணைந்த செயற்பாட்டை தேவைப்படுத்துகின்ற போதிலும், ஆசிரியர்களிடையே பாடரீதியான ஒத்துழைப்பு மற்றும் கூட்டுத்திட்டமிடல் குறைவாக இருந்தது. இது STEAM செயற்பாடுகளை பயனுள்ள முறையில் நடைமுறைப்படுத்துவதில் தடையாக அமைந்தது.

ஆய்வின் கண்டறிதல்கள் மற்றும் கலந்துரையாடல்கள்

தரவுகளைப் பகுப்பாய்வு செய்ததன் அடிப்படையில் பின்வரும் முடிவுகளும் கலந்துரையாடல்களும் முன்வைக்கப்படுகின்றன.

விஞ்ஞான பாடக் கற்பித்தலில் STEAM கூறுகளின் ஒருங்கிணைப்பு

விஞ்ஞானப் பாடக் கற்பித்தலில் STEAM கூறுகளின் ஒருங்கிணைப்பு முழுமையாக இல்லாத நிலை காணப்படுகின்றது. குறிப்பாகக் கணிதக் கருத்துக்களை ஒருங்கிணைத்தல் உயர்ந்த சராசரியைப் பெற்றிருந்தாலும் (M = 3.6), பொறியியல் வடிவமைப்பு, கலைச் செயற்பாடுகள் மற்றும் பல்துறைசார் அணுகுமுறைகளின் பயன்பாடு குறைந்த நிலையில் காணப்படுகின்றது.

இம்முடிவானது STEAM அணுகுமுறையில் விஞ்ஞானம் மற்றும் கணிதம் அதிக முக்கியத்துவம் பெறும் அதேவேளை கலை மற்றும் பொறியியல் கூறுகள்

குறைவாக இணைக்கப்படுகின்றன என்ற முன்னைய ஆய்வு முடிவுகளுடன் ஒத்துப்போகிறது. Conradty et al. (2020) மற்றும் Henriksen et al. (2021) ஆகியோர் STEAM அணுகுமுறையானது படைப்பாற்றல், சிந்தனை மற்றும் ஆர்வத்தை மேம்படுத்தும் எனக் குறிப்பிட்டுள்ளனர். ஆனால் இவ்வாய்வில் ஆசிரியர்கள் விஞ்ஞானக் கற்பித்தலில் பாரம்பரிய முறைகளை அதிகம் பயன்படுத்துவதால் முழுமையான STEAM ஒருங்கிணைப்பு குறைவாக இருந்தது என்பதும் வெளிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

STEAM அணுகுமுறைக்கான கற்பித்தல் முறைகள்

குழுச்செயற்பாடுகள் மற்றும் மாணவர்மையக் கற்பித்தல் முறைகள் அதிகளவில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன (M = 3.7, 3.8). ஆனால் ஆய்வு அடிப்படையிலான கற்பித்தல் குறைந்த நிலையிலேயே பயன்படுத்தப்பட்டது (M = 2.6). இதன் மூலம் ஆசிரியர்கள் கூட்டிணைவுக் கற்றலை ஊக்குவித்தாலும், ஆய்வு மற்றும் விசாரணை அடிப்படையிலான கற்பித்தல் முறைகள் மிகக் குறைந்தளவிலேயே நடைமுறைப்படுத்தப்பட்டுள்ளமை வெளிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இதனை T-PACK கோட்பாட்டுடன் தொடர்புபடுத்திப் பார்க்கும்போது, ஆசிரியர்களிடம் தொழில்நுட்ப மற்றும் பாடரீதியான அறிவின் ஒருங்கிணைப்பு இன்னும் முழுமையாக உருவாகவில்லை என்பது வெளிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. Mishra & Koehler (2006) ஆகியோர் கூறுவது போன்று STEAM அணுகுமுறையின் வினைத்திறன் என்பது தொழிநுட்பம், பாட உள்ளடக்கம் மற்றும் கற்பித்தல் அறிவு ஆகியன ஒருங்கிணையும் போதுதான் சாத்தியமாகும் என்பது இங்கு சுட்டிக்காட்டப்படத்தக்கது.

தொழிநுட்ப மற்றும் கற்றல் வளங்களின் பயன்பாடு

Smart Devices இன் பயன்பாடு உயர்ந்த நிலையில் இருந்தாலும் (M = 3.8), Simulation மற்றும் Virtual Learning Tools ஆகியவற்றின் பயன்பாடு மிகவும் குறைவாகக் காணப்பட்டன (M = 2.1). இது ஆசிரியர்கள் அடிப்படை தொழில்நுட்பக் கருவிகளை பயன்படுத்தத் தயாராக இருந்தாலும், மேம்பட்ட டிஜிட்டல் கற்றல் வளங்களைப் பயன்படுத்துவதில் சவால்களை எதிர்கொள்கிறார்கள் என்பதைக் காட்டுகிறது. Thuneberg 2018 ஆய்வில் டிஜிட்டல் கருவிகள் STEAM கற்றல் விளைவுகளை மேம்படுத்தும் எனக் கூறப்பட்டாலும், இவ்வாய்வில் வளங்களின் பற்றாக்குறை மற்றும் பயிற்சி இல்லாமை காரணமாக அவற்றின் பயன்பாடு குறைவாக இருந்தமை வெளிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

மாணவர்களின் திறன் மேம்பாடு

STEAM கற்பித்தல் மாணவர்களின் படைப்பாற்றல் மற்றும் ஒத்துழைப்பு திறன்களை மேம்படுத்துவதில் உயர்ந்த தாக்கத்தை ஏற்படுத்தியிருந்தது (M = 3.8 மற்றும் 3.6). ஆனால் விமர்சன சிந்தனை மற்றும் புதுமைத்திறன் மேம்படுத்தல் மிதமான நிலையில் காணப்பட்டது. இதன் மூலம் STEAM அணுகுமுறை மாணவர்களின் செயற்பாடுகளிலான ஈடுபாட்டை மேம்படுத்தியுள்ளது என்பதோடு, ஆழமான சிந்தனைத் திறன்களை உருவாக்குவதற்கு ஆசிரியர்கள் இன்னும் மேம்பட்ட

கற்பித்தல் முறைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டிய அவசியம் உள்ளது என்பதும் தெளிவாகிறது. Perignat (2019) என்பவர் STEAM கல்வி மாணவர்களின் விமர்சனச் சிந்தனையை மேம்படுத்தும் எனக் கூறினாலும், அதற்குத் தேவையான கற்றற்சூழல் மற்றும் பயிற்சி ஆகியன இங்கு போதிய அளவில் இல்லை என்பதைச் சுட்டிக்காட்டலாம்.

மதிப்பீட்டு நடைமுறைகள் மற்றும் ஆசிரியர் தயார்நிலை

STEAM அடிப்படையிலான மதிப்பீட்டு நடைமுறைகள் மற்றும் ஆசிரியர்களின் தயார்நிலை மிதமான அளவில் மட்டுமே காணப்பட்டது. குறிப்பாக செயற்திறன் அடிப்படையிலான மதிப்பீடுகள் குறைவாகப் பயன்படுத்தப்பட்டன (M = 2.8). இது ஆசிரியர்கள் STEAM அணுகுமுறையை ஏற்றுக்கொண்டிருந்தாலும், அதற்கேற்ற மதிப்பீட்டு முறைகள் மற்றும் திட்டமிடல் தொடர்பில் இன்னும் தெளிவான பயிற்சி பெறவில்லை என்பதைக் காட்டுகிறது. STEAM கல்வியில் பாரம்பரியத் முறைகளுக்குப் பதிலாக செயன்முறை மற்றும் செயற்றிட்ட அடிப்படையிலான மதிப்பீடுகள் அவசியமானவை என்பதால், ஆசிரியர்களுக்கான தொழில்முறை மேம்பாட்டு பயிற்சிகள் தேவைப்படுகின்றன என்பது வெளிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

ஆசிரியர்களது பாலின அடிப்படையிலான வேறுபாட்டின் செல்வாக்கு

ஆண் ஆசிரியர்களின் STEAM பயன்பாட்டு சராசரி (M = 3.86) பெண் ஆசிரியர்களின் சராசரியை (M = 3.21) விட உயர்வாகக் காணப்பட்டது. ANOVA பகுப்பாய்வில் p = .01 என்பதால், பாலின அடிப்படையில் குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாடு காணப்பட்டமை வெளிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இம்முடிவு தொழில்நுட்ப பயன்பாடு மற்றும் புதுமை சார்ந்த கற்பித்தலில் ஆண் ஆசிரியர்கள் அதிக ஈடுபாட்டைக் காட்டியிருக்கலாம் என்பதை சுட்டிக்காட்டுகிறது. இருப்பினும், இது திறனில் உள்ள வேறுபாட்டை மட்டும் அல்லாமல், பயிற்சி வாய்ப்புகள், வளங்களைப் பெற்றுக்கொள்ளல் மற்றும் தொழிநுட்ப நம்பிக்கை ஆகியவற்றுடனும் தொடர்புடையதாக இருக்கலாம்.

ஆசிரியர்களது அனுபவ அடிப்படையிலான வேறுபாட்டின் செல்வாக்கு

10 ஆண்டுகளுக்குக் குறைவான சேவைக்காலம் கொண்ட ஆசிரியர்களின் STEAM பயன்பாடு (M = 3.81), 10 ஆண்டுகளுக்கு மேற்பட்ட சேவைக்காலம் கொண்ட ஆசிரியர்களைவிட (M = 3.24) உயர்வாக இருந்தது. ஏனெனில் p = .01 என்பதால் குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாடு காணப்பட்டது. இது புதிய தலைமுறை ஆசிரியர்கள் தொழில்நுட்பம் மற்றும் புதுமை சார்ந்த கற்பித்தல் அணுகுமுறைகளுக்கு அதிகம் தகவமைத்துக் கொள்கிறார்கள் என்பதை உணர்த்துகிறது. அனுபவமிக்க ஆசிரியர்கள் பாரம்பரிய கற்பித்தல் முறைகளில் அதிகம் பழகியிருப்பதால் புதிய அணுகுமுறைகளை ஏற்றுக்கொள்வதில் சவால்கள் இருந்திருக்கலாம்.

STEAM அணுகுமுறையை நடைமுறைப்படுத்துவதிலுள்ள சவால்கள்

STEAM அணுகுமுறையை நடைமுறைப்படுத்துவதில் எதிர்கொள்ளும் முக்கிய சவால்களாக பாரம்பரிய கற்பித்தல் மனப்பாங்கு, நேரம் மற்றும் பாடத்திட்ட அழுத்தம், தொழில்நுட்ப அறிவு குறைவு, STEAM ஒருங்கிணைப்பில் தெளிவின்மை, மாணவர்மையக் கற்றல் நடைமுறைகளில் இடர்படல், வளங்களின் பற்றாக்குறை, ஏனைய பாட ஆசிரியர்களின் ஓத்துழைப்பின்மை ஆகியன அடையாளம் காணப்பட்டன. இச் சவால்கள் STEAM அணுகுமுறையை நடைமுறைப்படுத்துவதில் அமைப்புசார் மற்றும் தொழில்முறை தடைகள் இருப்பதை வெளிப்படுத்துகின்றன. குறிப்பாக தொழில்நுட்ப வசதிகள், பயிற்சி வாய்ப்புகள் மற்றும் வெவ்வேறு பாட ஆசிரியர்களின் ஒத்துழைப்பின்மை என்பன முக்கிய தடைகளாகக் காணப்பட்டன.

ஆய்வு முடிவும் ஆலோசனையும்

விஞ்ஞானப் பாடக் கற்பித்தலில் STEAM அணுகுமுறை ஓரளவு பயன்படுத்தப்பட்டாலும், அதன் முழுமையான ஒருங்கிணைப்பு இன்னும் அடையப்படவில்லை என்பதே ஆய்வின் முக்கிய முடிவாகும். மாணவர்மையக் கற்பித்தல், படைப்பாற்றல் மற்றும் ஒத்துழைப்பு திறன்களில் முன்னேற்றம் காணப்பட்டாலும், தொழில்நுட்ப வளங்களின் குறைபாடு, ஆசிரியர் பயிற்சபிப்பற்றாக்குறை மற்றும் மதிப்பீட்டு முறைகளிலுள்ள சவால்கள் என்பன STEAM நடைமுறையின் செயற்றிறனைக் குறைத்துள்ளன.

எனவே, கல்வி அதிகாரிகள் மற்றும் கொள்கை வகுப்பாளர்கள் ஆசிரியர்களுக்கான தொடர்ச்சியான தொழில் வாண்மைத்துவ மேம்பாட்டுக்கான பயிற்சிகளை வழங்குதல், பாடசாலைகளுக்குத் தேவையான தொழில்நுட்ப வளங்களை ஏற்படுத்துதல் மற்றும் STEAM அடிப்படையிலான பாடத்திட்ட மற்றும் மதிப்பீட்டு வழிகாட்டுதல்களை உருவாக்குதல் ஆகியவற்றில் கவனம் செலுத்த வேண்டும்.

உசாத்துணைகள்

Conradty, C., Sotiriou, S. A., & Bogner, F. X. (2020). How creativity in STEAM modules intervenes with self-efficacy and motivation. *Education Sciences, 10*(3),70. https://doi.org/10.3390/educsci10030070

Henriksen, D., Creely, E., Henderson, M., & Mishra, P. (2021). Creativity and technology in teaching and learning: A literature review of the uneasy space of implementation. Educational Technology Research and Development, 69(4), 2091–2108. https://doi.org/10.1007/s11423-020-09931-2

Kim, S. (2018). The effect of STEAM education on elementary school student's scientific communication skills and innovative thinking. International Journal of Mobile and Blended Learning, 10(3), 28–41. https://doi.org/10.4018/IJMBL.2018070103

Miliszewska, I. (2017). Encouraging girls into STEM through STEAM-based learning. The International Journal of Learning: Annual Review, 24(1), 15-29. https://doi.org/10.18848/1447-9494/CGP/v24i01/15-29

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers College Record, 108(6), 1017–1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

National Science Foundation Sri Lanka. (2023). *National curriculum framework: STEAM education and propelling into future*. https://www.nsf.gov.lk

Ozkan, G. (2021). Investigating the effectiveness of STEAM education on student's conceptual understanding of science and attitudes towards STEAM. Journal of Research in Science Education, 7(1), 51–68. https://www.researchgate.net/publication/341711980

Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, *31*, 31–43. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002

Thuneberg, H. M., Salmi, H. S., & Bogner, F. X. (2018). How creativity, autonomy and visual-spatial ability predict cognitive learning in a STEAM museum setting. Thinking Skills and Creativity, 27, 133–144. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.12.003

Wahyuningsih, S., Nurjanah, N. E., Rasmani, U. E. E., Anwar, O., Chaiyamart, W., & Smith, J. (2020). STEAM in early childhood education: A literature review. Journal of Physics: Conference Series, 1567(4), 042084. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/4/042084

Yakman, G. (2008). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. PATT-19 Conference: Research on Technology Education in the 21st Century,1–10. https://www.researchgate.net/publication/361587517