**קידום ידע טכנולוגי, פדגוגי ותוכני של פרחי הוראה למתמטיקה באמצעות ניתוח רפלקטיבי של הקלטות וידאו דיגיטליות של פעילויות בכיתה**

**הודא שאיב, נימר ביאעה, עותמאן ג'אבר, וג'יה דאהר**

הכשרת פרחי הוראה למתמטיקה מעסיקה חוקרים רבים בחינוך המתמטי. הסוגיות המרכזיות שמעסיקות את החוקרים בתחום הם תכנון ופיתוח אסטרטגיות הוראה שיסייעו לפרחי הוראה לשפר את יכולתם ללמד באמצעות טכנולוגיה (Hofer & Grandgenett, 2012; Koehler & Mishra, 2005). מחקרים הראו שהוראה באמצעות טכנולוגיה יכולה לשפר את הלמידה של התלמידים (Beetham & Sharpe, 2013) ואת רמת המעורבות שלהם (Wankel & Blessinger, 2013). הקלטות וידאו דיגיטליות הפכו לכלי יעיל לעיגון הכשרה בשדה בעזרת מורים בכלל ופרחי הוראה בפרט. עם זאת, מורים רבים עדיין לא מלמדים בעזרת טכנולוגיות פדגוגיות (Mouza et al., 2014). מחקרים אחרים חשפו שאחת הסיבות העיקריות לכך שמורים לא מאמצים טכנולוגיה בהוראה בכיתה היא שתוכניות ההכשרה שלהם לא הכינו אותם באופן הולם לעשות זאת (Banas & York, 2014; Chai, Koh, & Tsai, 2010). המחקר הנוכחי בא לחקור כיצד שימוש של פרחי הוראה בהקלטות וידאו וחשיבה רפלקטיבית על ההקלטות האלה עשויים לסייע להם להתגבר על תפיסות מתמטיות שגויות של תלמידים ולקדם את הידע הטכנולוגי, הפדגוגי והתוכני שלהם. בעידן הנוכחי, בו הטכנולוגיה מהווה חלק בלתי נפרד מהוראה ולמידה, הכשרת מורים לשימוש בטכנולוגיה היא חיונית להכנתם למאה ה-21. בעידן זה, המורים נדרשים להתמודד עם אתגרים טכנולוגיים רבים ולהשתמש בכלים דיגיטליים מגוונים כדי להעשיר את תהליכי ההוראה והלמידה. הכשרת מורים לשימוש יעיל בטכנולוגיות מתקדמות מאפשרת להם לפתח מיומנויות חדשות, להתאים את שיטות ההוראה לצרכים המשתנים של התלמידים ולשפר את מעורבותם והישגיהם. בנוסף, השילוב בין טכנולוגיה לפדגוגיה מסייע למורים להפוך את הכיתה למרחב למידה דינמי ואינטראקטיבי, שבו התלמידים משתתפים באופן פעיל ומפתחים יכולות חשיבה גבוהות. ההכשרה הטכנולוגית מספקת למורים כלים חיוניים להוראה אפקטיבית בעידן הדיגיטלי ומכינה אותם לתפקידם כמחנכים ומנהיגים חינוכיים בעולם המודרני.

**סקירת ספרות**

סקירת הספרות הנוכחית מתמקדת בארבעה תחומי דעת מרכזיים המשפיעים על הכשרת פרחי הוראה למתמטיקה: מרכיבי הידע הדרושים להוראת המתמטיקה, חשיבה רפלקטיבית בהכשרת פרחי הוראה, שימת לב בכיתה, והקלטה דיגיטלית ככלי לפיתוח מקצועי בהכשרת פרחי הוראה. הרציונל במעבר בין חלקי הסקירה נובע מהקשר ההדוק בין הידע התאורטי, הפרקטיקה הרפלקטיבית והשימוש בטכנולוגיה ככלי להכשרת מורים. ראשית, נדון במרכיבי הידע הדרושים להוראת המתמטיקה, לאחר מכן נעבור לחשיבה רפלקטיבית בהכשרת פרחי הוראה, לאחר מכן לשימת הלב בכיתה, ולבסוף נבחן את השימוש בהקלטות וידאו דיגיטליות בהכשרת מורים.

**מרכיבי ידע דרושים להוראת מתמטיקה**

בשלושת העשורים האחרונים נעשה מאמץ ניכר לאפיין מהו הידע של מורים הדרוש להוראה. שולמן (Shulman, 1986) תיאר ואפיין שלושה היבטים של ידע הדרושים במקצוע ההוראה: (1) ידע תוכני/תחום הדעת (SMK- Subject Matter Knowledge); (2) ידע קוריקולרי (CK- Curricular Knowledge); (3) ידע פדגוגי (PK- Pedagogical Knowledge). שולמן (Shulman, 1986) טוען כי שני סוגי הידע - ידע תוכני וידע פדגוגי (SMK ו-PK), אינם זרים אלא חופפים חלקית, ומהחפיפה בין ידע תוכני לידע פדגוגי נוצר סוג ידע חדש שנקרא ידע פדגוגי-תוכני (PCK- Pedagogical Content Knowledge). ידע זה משלב ומאחד ידע פדגוגי עם ידע תוכני של נושא הלימוד, ונמצא מעבר לידע של נושא מסוים. ידע פדגוגי-תוכני מהווה בסיס לשיקולי המורה בפעולותיו בכיתה ומאפשר לו לקבל החלטות בשאלות של הוראה.

המשגת הידע המתמטי הדרוש להוראה (MKT- Mathematical Knowledge for Teaching) התמקדה בשאלה: מהם הנימוקים המתמטיים, התובנות, ההבנות והמיומנויות הדרושים להוראת מתמטיקה. לכן, מספר חוקרים, בהובלה של Ball, ניסו לפתח תיאוריה כדי להשיב על שאלה זו (Ball et al., 2008; Hill et al., 2008).

היל ועמיתיה (Hill et al., 2005) הדגישו את מה שטבע שולמן (1986) לגבי חשיבות ידע פדגוגי-תוכני למורים. אבל הם הסבירו את המושג "ידע מתמטי להוראה" כידע מתמטי המשמש לביצוע העבודה בהוראת מתמטיקה. דוגמאות של "עבודה בהוראה" כוללות: הסבר מונחים ומושגים לתלמידים, פירוש הצהרות ופתרונות תלמידים, שיפוט ותיקון ספרי לימוד בנושאים מסוימים, שימוש בייצוגים מדויקים בכיתה, מתן דוגמאות של מושגים מתמטיים לתלמידים, והשפעת הידע של מורי מתמטיקה על הישגי תלמידים (Hill et al., 2005).

בול ועמיתיה (Ball et al., 2008) התבססו על מה שטבע שולמן (1986) לגבי חשיבות ידע פדגוגי-תוכני, וטענו כי למרות שידע פדגוגי-תוכני משמש באופן רחב מאוד, הוא חסר בהירות, והפוטנציאל שלו לא הושג במלואו (Ball et al., 2008). לכן, הם ניסו להמשיג מחדש את הידע הדרוש להוראת מתמטיקה, תוך הדגשת ידע בהוראה (Knowledge in teaching) וידע להוראה (Knowledge for teaching). בנוסף, הם חילקו את הידע הדרוש למורים לשניים: ידע תוכני (Subject matter knowledge) שהוא מתמטי בלבד (כולל שלושה סוגי ידע), וידע פדגוגי-תוכני (Pedagogical content knowledge) שמערב ידע מתמטי עם ידע אחר, כגון ידע על תלמידים (KCS), ידע על דרכי הוראה (KCT) או ידע על תכנית הלימודים (KCC). השילוב בין שני סוגי ידע אלה מהווה שני אלמנטים בסיסיים בהוראת מתמטיקה: (1) ידע על תלמידים (KCS), שכולל הכרת תפיסות נכונות ומוטעות של תלמידים. (2) ידע על דרכי הוראה (KCT) אשר מתייחס לעיצוב מטלות, היכולת לפתח משימות ולהציג דוגמאות מייצגות ליצירת הבנה עמוקה יותר בקרב תלמידים בנושא מתמטי מסוים.

בהתבסס על המודל של ידע פדגוגי-תוכני (PCK) של שולמן (1986), פירסון (Pierson, 2001) ומישרה וקולר (Mishra & Koehler, 2006) פיתחו מודל חדש לשילוב טכנולוגיה: ידע טכנולוגי-פדגוגי-תוכני, המוכר גם כ- TPACK. הם האמינו שהמודל של שולמן (1986) לידע פדגוגי-תוכני היה חסר ושיערו כי נדרש תחום ידע שלישי (ידע טכנולוגי - TK) כדי שמורים יוכלו ללמד בהצלחה במאה ה-21 (מישרה וקולר, 2006; פירסון, 2001). מיזוג זה של ידע טכנולוגי וידע פדגוגי-תוכני הפך למה שאנו מכירים היום כ- TPACK (Koehler & Mishra, 2013).

לסיכום, מה שמשותף בין סוגי הידע שתוארו לעיל, הוא שידע מורים הדרוש להוראת מתמטיקה הוא רב-ממדי. הרעיון המרכזי הוא שההיבטים השונים של מרכיבי ידע מורים הדרושים להוראת מתמטיקה משולבים זה עם זה, ויוצרים תחומי ידע שקובעים את התנהגות המורים בתוך הכיתה (Goulding & Petrou, 2011). לכן, המחקר הנוכחי מתעתד להדגיש ידע טכנולוגי המשולב עם ידע תוכני וידע פדגוגי במתמטיקה במהלך ההכשרה המעשית של פרחי הוראה.

**חשיבה רפלקטיבית בהכשרת פרחי הוראה**

חשיבה רפלקטיבית למורים היא תהליך של הערכה עצמית וחשיבה ביקורתית על שיטות ההוראה, האמונות וההתנסויות של האדם עצמו. חשיבה רפלקטיבית מורכבת משלוש קטגוריות: הקטגוריה הקוגניטיבית, קטגוריית החשיבה הביקורתית וקטגוריית החקירה הנרטיבית (Sparks-Langer & Colton, 1991). הקטגוריה הקוגניטיבית מתייחסת לשימוש ברפלקציה כדי לטפח ידע על תכנון וקבלת החלטות. היא מורכבת משישה אלמנטים: ידע תוכני, ידע פדגוגי, תכנית לימודים, אופי הלומד, הקשרי הוראה ולמידה לכל החיים. קטגוריית החשיבה הביקורתית מבקשת מהמורה לבצע ניתוח מצב בכיתה ולהסיק מסקנות שעוזרות להגיע לקבלת החלטות. קטגוריית החקירה הנרטיבית מתייחסת לתהליך של מתן אפשרות ל"קול המורה" להישמע. צ'וי ועמיתיו (Choy et al., 2021) הציעו מסגרת חשיבה רפלקטיבית למורים הכוללת ארבע קטגוריות: פיתוח מיומנויות למידה לכל החיים (לדוגמה, "בכל פעם שאני נתקל בטעות שעשיתי אני מנסה לבצע תיקונים, ללמוד מהניסיון שלי ואז להשתמש בו כדי להתקדם"), יכולת הערכה עצמית (לדוגמה, "אני תמיד חושב על מה שעשיתי במהלך השיעורים שלי כדי שאוכל לשפר עוד יותר"), אמונות לגבי מסוגלות עצמית (לדוגמה, "אני תמיד מנסה לחפש תחומים של קישוריות בין מה ואיך אני מלמד עם חוויות החיים שלי"), ומודעות של מורים (לדוגמה, "יש לי דרך מסוימת להעביר את השיעורים שלי שנוח לי איתה. אני לא יודע למה אני עושה את זה באופן הזה. אני פשוט עושה את זה"). היא כוללת בחינה מכוונת ושיטתית של שיטות הוראה, טכניקות ניהול כיתה, אסטרטגיות הערכה ואינטראקציות עם תלמידים, בין היתר (Pang, 2020). כתוצאה מכך, מורים מסוגלים לחשוף אמונות נסתרות ולהשיג הבנה עמוקה יותר של מה שהם מלמדים (Almusharraf, 2020).

חשיבה רפלקטיבית מאפשרת למורים לזהות תחומי חוזק וחולשה בהוראה שלהם, ולפתח אסטרטגיות לשיפור ההוראה שלהם (Mirzaei et al., 2014). חשיבה רפלקטיבית על חוויות המורים יכולה ליצור תובנות על ההטיות, ההנחות והערכים שלהם, וכיצד אלה עשויים להשפיע על הוראתם. הם יכולים גם להשיג הבנה מעמיקה יותר של צרכי תלמידיהם וסגנונות הלמידה שלהם ולהתאים את ההוראה שלהם בהתאם.

חשיבה רפלקטיבית של מורים יכולה ללבוש צורות רבות, כולל רישום ביומן, תצפיות בכיתה, משוב עמיתים ודיונים עם עמיתים. התהליך יכול להיות פורמלי או לא פורמלי, ויכול להתבצע באופן פרטני או כחלק מקבוצה. בסופו של דבר, חשיבה רפלקטיבית היא כלי רב עוצמה עבור מורים לשיפור פרקטיקת ההוראה שלהם ולהשגת התוצאות הטובות ביותר האפשריות לתלמידיהם. הקודם מצביע על הצורך לנצל את החשיבה הרפלקטיבית בתכניות החינוך או הפיתוח המקצועי של מורים.

כאשר מורים משתמשים בחשיבה רפלקטיבית הם מחדדים את המיקוד שלהם במה שחשוב מבחינה חינוכית וחושבים בצורה מכוונת יותר על מה שהם לומדים על מנת ליצור ניתוח מעמיק וממוקד יותר של הוראתם (Campoy, 2010). צ'וי ועמיתיו (Choy et al., 2021) מצאו שהפרקטיקות של פרחי הוראה בחשיבה רפלקטיבית קשורות להקשר. לדוגמה, הם מצאו שלמודעות להוראה, היכולת לזהות את ההשפעה של פעולות הוראה על תלמידים, יש קשר משמעותי לפרחי הוראה במלזיה אך לא באוסטרליה.

**שימת לב (Noticing) בכיתה**

אחת הפרקטיקות המרכזיות בהוראת מתמטיקה היא שימת לב (המכונה לעיתים גם 'נוטיסינג' *noticing*) לחשיבה המתמטית בכיתה. שימתלבבכיתה מתייחסת ליכולתו של המורה לצפות ולשים לב לפרטים ואירועים חשובים המתרחשים במהלך השיעור (Yang et al., 2020). זה כולל שימת לב בהיבטים שונים של הלמידה של התלמידים: הקוגניטיבית, הרגשית, החברתית וההתנהגותית. שימת לבהיא היבט מהותי בהוראה יעילה, מכיוון שהיא מאפשרת למורים לקבל החלטות מושכלות לגבי אופן התאמת ההוראה שלהם כדי לענות טוב יותר על צרכי התלמידים שלהם (, 2019 Rooney & Boud). לדוגמה, מורה ששם לבשתלמיד מתקשה להבין מושג, יוכל לשנות את שיטות ההוראה שלו או לספק תמיכה נוספת כדי לעזור לתלמיד להבין טוב יותר את החומר.

König ועמיתיו (König et al., 2022) אומרים ששימת לבשל מורים נחשבת למרכיב במומחיות שלהם, אשר מתפתחת באמצעות תהליכים קוגניטיביים ורפלקטיביים הקשורים לפרקטיקת ההוראה והחוויות שלהם.Kaiser ועמיתיו (Kaiser et al., 2015) זיהו שלוש מיומנויות ספציפיות למצב: (1) זיהוי אירועים ספציפיים בהקשר של הכיתה, (2) ניתוח הפעילויות המתוכננות בכיתה, (3) קבלת החלטות בציפייה לפעילות של תלמיד או הצעת גישה הוראתית חלופית. הידע המתמטי של המורים והפרקטיקה המקצועית מושפעים מההבחנה (Llinares, 2013). שימת הלב עוזרת למורה לבחור ולעצב מטלות מתמטיות, לזהות ולהבין את החשיבה המתמטית של התלמידים, ולהתחיל לתזמר דיונים ויחסי גומלין מתמטיים בכיתה.

שימת הלב בכיתה יכולה להיות קלה יותר בעזרת הקלטות וידאו. Larison ועמיתיו (2022) הציעו שמורים מגילאי גן עד כיתה ב' ישתמשו בהקלטות וידאו כדי לתמוך בשימת הלב שלהם לחשיבה המתמטית של התלמידים במסגרת תוכנית פיתוח מקצועי. זה מצביע על היתרונות של הקלטות וידאו עבור מורים ופרחי הוראה בהבחנה.

**הקלטה דיגיטלית ככלי בהכשרת פרחי הוראה**

במסגרת הכשרת פרחי הוראה נעשה שימוש בסרטונים ככלי דיגיטלי לביצוע רפלקציה על פרקטיקות בהוראה (Borko, et al., 2008; Santagata, 2009). מחקרים מצביעים על כך ששילוב רפלקציה על הפרקטיקה וניצול יעיל של הקלטות וידאו עשוי לקדם את הפיתוח המקצועי של המורים (Dreyfus, 2004).

הטמעת הקלטת וידאו דיגיטלית בקרב פרחי הוראה מעניקה להם תיעוד מתמשך של אינטראקציות המתרחשות בכיתה במהלך השיעורים (Goldman-Segall, 1998). הקלטות הווידאו מאפשרות לפרחי הוראה לצפות בפרקטיקת ההוראה שלהם. יתרה מכך, הן מאפשרות להם לצפות באינטראקציות בכיתה מספר פעמים מנקודות מבט שונות, לצורך קבלת החלטות בנוגע להוראה עתידית בכיתה. תהליך זה של צפייה ורפלקציה על פרקטיקת ההוראה בכיתה מעשיר את החוויות של פרחי הוראה (Crismond, 2003; Sherin, 2005). השימוש בהקלטת וידאו דיגיטלית מסייע לפרחי הוראה לפתח את יכולתם לזהות את ההיבטים החשובים בתהליך ההוראה. בנוסף, הוא מאפשר להם לקשר בין החלטות שמתקבלות בכיתה לבין פעולותיהם בהקשר הרחב יותר של הוראה ולמידה (Sherin, 2004). מחקרים רבים בחנו את השימוש בהקלטות וידאו לצורך חשיבה רפלקטיבית (Van Es & Sherin, 2008). בנוסף, השימוש בהקלטת וידאו דיגיטלית בקרב פרחי הוראה מטפח קהילת לומדים באמצעות שיתוף של סרטונים בין עמיתים, במטרה לעורר שיח סביב פרקטיקות ההוראה שלהם (Sherin & Han, 2004).

לשימוש בהקלטת וידאו דיגיטלית בתחום ההוראה מגוון מטרות, ובהן: (1) הכשרת פרחי הוראה (Sherin, 2004); (2) הבנת חשיבתם של מורים (Van Es & Sherin, 2008); ( (3סיוע למורים ברפלקציה על פרקטיקות ההוראה שלהם בכיתה (Harford & MacRuairc, 2008); (4) ניתוח ודיון בהוראה (Rich & Hannafin, 2008; Van Es & Sherin, 2008); ו-(5) הצגת דוגמאות לפרקטיקות הוראה מיטביות וכן כאלה הדורשות שיפור (Fong & Woodruff, 2003).

בשנים האחרונות, חלה עלייה בשימוש בהקלטת וידאו דיגיטלית(Karakaş & Yükselir, 2021), ונפתחו אפשרויות חדשות בתחום העריכה והשיתוף של הקלטות וידאו (Picci et al., 2012). משמעות הדבר היא שניתוח הווידאו מתבצע באמצעות הוספת הערות וסימניות בתוך הקלטת הווידאו (Preston, 2008). לאחרונה, ניתן דגש הולך וגובר בספרות המקצועית על השימוש בהערות וידאו כאמצעי לשיפור יכולתם של מורים ללמוד על פרקטיקות ההוראה שלהם (Picci et al., 2012; Santagata & Guarino, 2010).

לאור האמור לעיל, ניתן לסכם את המרכיבים המרכזיים שכולם תורמים להכשרת מורים איכותית בעידן הטכנולוגי: מרכיבי הידע הדרושים להוראת מתמטיקה, המצביעים על הצורך בהבנה עמוקה של התכנים המתמטיים והיכולת ללמד אותם באופן שמחבר בין ידע תוכני לידע פדגוגי ; מרכיב החשיבה הרפלקטיבית, המדגיש את חשיבות הרפלקציה האישית והשיטתית על הפרקטיקות ההוראתיות, המאפשרת למורים לפתח הבנה מעמיקה של השפעות ההוראה שלהם ולשפר את ביצועיהם ; ומרכיב שימת לב בכיתה והקלטות וידאו, המראה כיצד תיעוד והבחנה בפרטים קטנים במהלך השיעור יכולים לשפר את יכולת המורים להגיב בצורה מותאמת לצרכי התלמידים ולשפר את תהליך הלמידה. כל המרכיבים הללו יחדיו מדגישים את הצורך בשילוב טכנולוגיה בהכשרת מורים ובפיתוח מיומנויות רפלקטיביות מתמשכות. שימוש בטכנולוגיות כמו Iris-Connect מספק למורים כלים לניתוח עצמי ושיפור מתמיד, התואם את הדרישות העכשוויות בהכשרת מורים. בהשראת עקרונות אלו, גובשו שאלות המחקר הבאות המתייחסות לאופן השפעת תהליכי הרפלקציה והשימוש בטכנולוגיה על הידע הטכנולוגי-פדגוגי-תוכני של פרחי ההוראה ולאופן שיפור ההכשרה והפיתוח המקצועי של מורים בעידן הדיגיטלי.

לאור האמור לעיל, המחקר הנוכחי נועד לבחון כיצד שימוש פרחי הוראה בהקלטות וידאו וחשיבה הרפלקטיבית על הקלטות עשוי לסייע להם להתגבר על תפיסות מתמטיות שגויות ולקדם את הידע הטכנולוגי והפדגוגי- תוכני שלהם.

**רציונל ומטרות המחקר**

בעקבות תהליכי ההכשרה של פרחי הוראה במוסדות להכשרת מורים, מתעוררות מספר שאלות מחקר חשובות, ובפרט בנוגע להשפעת תהליכים אלו על ההתנסויות המעשיות שלהם (ההכשרה הקלינית). דוגמאות לשאלות מחקר אלו כוללות: האם וכיצד מיושמים תהליכי ההכשרה הללו? כיצד הם נבחנים? אילו מהם הם קריטיים במיוחד? יתרה מכך, גוף המחקר מדגיש את הצורך בקישור בין תהליכי ההכשרה של פרחי הוראה לבין הפרקטיקות שלהם בכיתות בפועל, וזאת בעיקר באמצעות שימוש בהקלטות וידאו של אירועי הוראה (Sherin, 2004).

מחקרים מציינים ששימוש בהקלטות וידאו דיגיטליות תורם לשיפור מיומנויות החשיבה הרפלקטיבית של פרחי הוראה. לפיכך, ההשערה של החוקרים היא ששימוש בהקלטות וידאו אישיות או של עמיתים (מודל סלפי - Selfie) לצורך למידה רפלקטיבית, במסגרתן ההקלטה והניתוח של פרקטיקות ההוראה מתבצעות, יספק לפרחי הוראה ידע טכנולוגי-פדגוגי-תוכני ויישומי אותו יוכלו ליישם במהלך הוראתם. בהתבסס על הנחה זו, פיתחו החוקרים מודל מסוג סלפי - הקלטה של פעילויות בכיתה או מחוץ לכיתה לצרכי הצגה, רפלקציה, דיון, ניתוח והערכה של פעילויות, באמצעות כלי הקלטה דיגיטלי נייד המאפשר פעולות אלו באופן פרטני או שיתופי. Iris-Connect, כלי דיגיטלי בו השתמשו החוקרים בעבר במחקר פיילוט, הינו בעל פונקציונליות מתאימה למטרות אלו. לצורך יישום מודל סלפי, החוקרים נעזרו בכלי זה לצורך הקלטה, רפלקציה, דיון וניתוח בפעילויות הוראה בכיתה, במטרה לקדם את פיתוח החשיבה הרפלקטיבית של פרחי ההוראה בהתנסויות המעשיות שלהם בבית הספר העל-יסודי.

על סמך ניסוי הפיילוט שנערך, החוקרים זיהו מאפיינים שונים של כלי Iris-Connect המאפשרים יישום קל יותר של מודל סלפי. יתרה מכך, הם פיתחו שיטות יישום מגוונות ליישום זה. במחקר הנוכחי, בכוונת החוקרים לפתח שיטות אלו ולאפיין את יישומן בהכשרת מורים למתמטיקה. ביתר פירוט, מחקר זה מתמקד בשימוש במודל סלפי בפעילויות מחקר במתמטיקה המתייחסות לתפיסות שגויות של מושגים מתמטיים, במטרה לשפר את החשיבה הרפלקטיבית של פרחי ההוראה למתמטיקה.

חשוב לציין שפרחי ההוראה ממכללה ערבית בארץ למדו את הקורס "שימוש בכלים דיגיטליים" בשנה ראשונה ואת הקורסים "דידקטיקה של המתמטיקה" ו"מודלים פדגוגיים ממוחשבים בהוראה ולמידה של מתמטיקה" בשנה שנייה. קורסים אלו מעניקים להם בסיס לשילוב כלים דיגיטליים בתכנון ויישום פעילויות מתוקשבות כחלק מהוראת המתמטיקה. לפיכך, המחקר שם דגש מיוחד על תצפיות בפעילויות המדגימות יישומים ייחודיים של כלים דיגיטליים בתהליכי הוראה ולמידה ובפרט, בניסוי זה, פעילויות המתייחסות להיבט בעייתי ייחודי - תפיסות שגויות של מושגים מתמטיים.

**שאלות המחקר**

המטרה המרכזית של המחקר היא לבחון את ההשפעה של שימוש ברפלקציה מבוססת וידאו דיגיטלי על פיתוח הידע הטכנולוגי-פדגוגי-תוכני (TPACK) של פרחי הוראה למתמטיקה. במחקר זה ננסה להבין כיצד רפלקציה מבוססת וידאו דיגיטלי תורמת לפיתוח הידע הטכנולוגי-פדגוגי-תוכני בקרב פרחי ההוראה, וכיצד תהליך זה מתרחש בפועל.

המחקר מתמקד בשני היבטים מרכזיים: שימוש ברפלקציה מבוססת וידאו דיגיטלי והשפעתו על הידע הטכנולוגי-פדגוגי-תוכני של פרחי הוראה למתמטיקה, ומאפייני תהליך פיתוח הידע הטכנולוגי-פדגוגי-תוכני באמצעות רפלקציה מבוססת וידאו דיגיטלי. להלן שאלות המחקר:

1. האם שימוש פרחי הוראה ברפלקציה מבוססת וידאו דיגיטלי מפתח את הידע הטכנולוגי-פדגוגי-תוכני שלהם? באיזה מידה?
2. מה מאפיין את תהליך פיתוח הידע הטכנולוגי-פדגוגי-תוכני של פרחי הוראה למתמטיקה על-ידי רפלקציה מבוססת וידאו דיגיטלי?

על ידי בחינת שאלות אלו, המחקר שואף לספק תובנות מעמיקות על האופן שבו כלי וידאו דיגיטלי יכולים לתמוך בהכשרת מורים ולהציע דרכים לשיפור תכניות ההכשרה להוראת מתמטיקה בעידן הדיגיטלי.

**שיטה**

**רקע המחקר והמשתתפים**

המחקר נערך במסגרת תוכנית פיתוח מקצועי לפרחי הוראה במתמטיקה בשנת הלימודים תשפ"ג (2022-2023). בתוכנית זו השתתפו שתי קבוצות, שכל אחת כללה 10 פרחי הוראה. המשתתפים היו בשנת לימודיהם השלישית, התמחו בהוראת מתמטיקה וסיימו קורסי יסוד במתמטיקה טהורה, דידקטיקה ושימוש בכלים דיגיטליים. מורים מאמנים ליוו את פרחי ההוראה בהתנסוית המעשיות שלהם בשתי חטיבות ביניים.

**כלי איסוף הנתונים**

המחקר השתמש במגוון כלים לאיסוף נתונים כמותיים ואיכותניים:

* **הקלטות וידאו:** כל פרחי ההוראה למתמטיקה תיעדו שיעור מתמטיקה אחד באמצעות כלי הקלטה דיגיטלי נייד. ההקלטות התמקדו בפעילויות חקר העוסקות בתפיסות שגויות של מושגים מתמטיים (אירועי כיתה).
* **יומנים רפלקטיביים:** לאחר צפייה בהקלטות הווידאו, פרחי ההוראה התבקשו לרשום יומנים רפלקטיביים בהם תיעדו את מחשבותיהם, רגשותיהם ותובנותיהם בנוגע להוראתם ולתפיסות השגויות של התלמידים.
* **ראיונות חצי-מובנים:** לאחר כתיבת היומנים הרפלקטיביים, נערכו ראיונות חצי-מובנים עם כל פרחי ההוראה. ראיונות אלו נועדו להרחיב על הנקודות שעלו ביומנים ולחקור באופן מעמיק יותר את החשיבה הרפלקטיבית של המשתתפים.
* **תצפיות מחקר:** החוקרים צפו בשיעורי פרחי ההוראה, תוך התמקדות באופן שבו יישמו את התובנות מהתהליך הרפלקטיבי בכיתה.

**תכנון המחקר**

פרחי ההוראה חולקו לקבוצות קטנות (2-3 משתתפים בכל קבוצה). כל קבוצה פיתחה סדרת פעילויות בשלושה שלבים, אשר התמקדו בתפיסות שגויות נפוצות של תלמידים בתחום המתמטיקה. פיתוח הפעילויות התבססו על סקירת ספרות ומקורות חינוכיים העוסקים בתפיסות שגויות אלו. כל קבוצה יישמה את הפעילויות שפיתחה עם התלמידים בכיתתה. כל הפעילויות בשלב השני שבוצעו עם התלמידים, תועדו באמצעות הקלטות וידאו. להלן תיאור של שלושת שלבי הפעילות:

**שלב א':** בשלב זה, פרחי ההוראה בחרו בכלי דיגיטלי מתאים להצגת מבדק לתלמידים. המבדק כלל תרגילים מתמטיים המבוססים על תפיסות שגויות נפוצות. התלמידים התבקשו לפתור את התרגילים ולבחור, עבור כל תרגיל, את התשובה הנכונה מתוך מספר תשובות אפשרויות. התשובות עוצבו כך שתכלולנה תשובה נכונה אחת ושלוש תשובות שגויות המבוססות על טעויות נפוצות בהתאם לספרות המחקרית. לאחר מכן, פרחי ההוראה ניתחו את תוצאות המבדק וזיהו את סוגי הטעויות בכל תרגיל.

**שלב ב':** בשלב זה, פרחי ההוראה השתמשו בכלים דיגיטליים מתאימים שהכינו מראש, כדי לסייע לתלמידים לגלות ולהתמודד עם הטעויות והתפיסות השגויות שלהם במתמטיקה, בהתבסס על פתרונותיהם במבדק. שלב זה תועד בהקלטה דיגיטלית לצורך רפלקציה.

**שלב ג':** בשלב זה, פרחי ההוראה התייחסו לטעויות ולתפיסות השגויות שזוהו בשלב א' ויצרו מבדק נוסף העוסק באותן טעויות ותפיסות שגויות. הם ביצעו את הפעילות עם התלמידים והשוו את הטעויות שלהם במבדק זה לטעויות שביצעו במבדק הראשון.

**תהליך הרפלקציה**

בעקבות שלב ב' התקיים תהליך רפלקציה שנועד לדון ולהתבונן בהיבטים משמעותיים מהפעילות. לשם כך, נעזרו החוקרים בכלי דיגיטלי לביצוע וניתוח תהליך הרפלקציה. הכלי מאפשר שני אופני רפלקציה: אישית וקבוצתית.

**רפלקציה אישית:** כל משתתף, או קבוצה, תיעד באופן נפרד את חוויותיו ותובנותיו שעלו מפעילות הלימוד שביצע עם תלמידיו. רפלקציה זו הייתה זמינה לכל פרחי ההוראה.

**רפלקציה קבוצתית:** המדריכים הפדגוגיים ערכו רפלקציה שיתופית עם כל פרחי ההוראה על תהליך הלמידה והפעילויות המתמטיות שבוצעו עם התלמידים. לדוגמה, השאלות והסוגיות הבאות נדונו במהלך שלב הרפלקציה:

1. תחושות ותגובות של פרחי ההוראה כלפי חוויותיהם, או כלפי מצבים ספציפיים שזיהו.
2. שאלות והתלבטויות שעלו במהלך הפעילות, או במצבים ספציפיים שזיהו.
3. חוזקות וחולשות שזוהו במהלך הפעילות.
4. כיצד התמודדו פרחי ההוראה עם הבעיות והאתגרים שעלו במהלך הפעילות? מהם הפתרונות המוצעים לבעיות והאתגרים שעימם התמודדו?
5. מהן הסיבות האפשריות לבעיות שעלו, ומהם הפתרונות האפשריים או החלופות? באיזו מידה היה תפקיד המורה או הכלי הדיגיטלי יעיל?
6. כיצד יגיבו פרחי ההוראה במצבים דומים בפעם הבאה?
7. האם ואיך הפעילויות תרמו להתמודדות עם התפיסות השגויות של התלמידים?

**איסוף וניתוח נתונים**

* המחקר התבסס על "מודל סלפי" שמשתמש בהקלטות תהליכי הוראה בכיתת המתמטיקה. כמקור נתונים שימש הכלי IRIS-Connect (ראה איור 1), אשר כלל את כל הקלטות הפעילויות עם התלמידים ואת תהליכי הרפלקציה של פרחי ההוראה .הכלי IRIS-Connectאיפשר לפרחי ההוראה לצפות בהקלטות הווידאו, לבחור, להתמקד, לנתח ולספק רפלקציה על קטעים ספציפיים בהתאם להיבטים פדגוגיים ודידקטיים.



איור 1: צילום מסך מכלי IRIS-Connect ( <https://www.irisconnect.com/uk>/)

* הנתונים ששימשו לניתוח התפתחות החשיבה הרפלקטיבית של פרחי ההוראה בעת יישום פעילויות להתמודדות עם תפיסות שגויות מתמטיות כללו: הרפלקציות של פרחי ההוראה על הפעילויות המתמטיות, וכן הדיונים הרפלקטיביים עם מורי ההדרכה.
* הנתונים נותחו איכותנית על ידי מעקב אחר תהליך הרפלקציה בשלב השני של פעילויות פרחי ההוראה. לאחר מכן, נעשה ניתוח לאפיון החשיבה הרפלקטיבית שלהם, וחיפוש (במידת האפשר) אחר אינדיקציות (אמירות, ביטויים וכדומה) המעידות על התפתחות רפלקטיבית כלשהי אצלם. לשם כך נלקחו בחשבון היבטי החשיבה הרפלקטיבית (קוגניטיבי, חשיבה ביקורתית, חקירה נרטיבית) ונעשה שימוש במסגרת TPCK (Koehler & Mishra, 2009) לניתוח רכיבים של מרכיבי ידע פדגוגי-תוכני וטכנולוגי. טבלה 1 מתארת את הקטגוריות והתימות של מרכיבי ידע מתמטי, לצד דוגמה לכל נושא.

שאבלסון ועמיתיו (Shavelson et al., 2003) הציעו מסגרת היוריסטית שימושית להבנת היקפו של ידע טכנולוגי-פדגוגי חינוכי (TPCK). הם מניחים מבנה ידע המורכב מידע מוצהר (לדעת ש-), ידע פרוצדורלי (לדעת איך), ידע סכמטי (לדעת למה על ידי הסתמכות על ידע מוצהר ופרוצדורלי כאחד), וידע אסטרטגי (לדעת מתי, איפה ואיך להשתמש בידע ובאסטרטגיות ספציפיים לתחום, כגון תכנון ופתרון בעיות וכן מעקב אחר התקדמות לקראת מטרה). טבלה 1 מציעה ניתוח אחד של שימוש מורה בידע TPCK ביחס לכל אחד מממדי הידע בעת תכנון שיעור על פונקציות לינאריות באמצעות גיליונות אלקטרוניים ככלי דיגיטלי על פי שאבלסון ועמיתיו (Shavelson et al., 2003). בסופו של דבר, תוכנית הכשרת פרחי הוראה הממוקדת על ידע טכנולוגי-פדגוגי-תוכני צריכה להכין אותם כך שירכשו *ידע* *אסטרטגי* להוראת מתמטיקה באמצעות טכנולוגיות וכלים דיגיטליים כגון גיליונות אלקטרוניים.

טבלה 1: למידת נושא פונקציות ליניאריות עם גיליונות אלקטרוניים (Shavelson et al., 2003)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **מימד ידע** | **תוכן** | **פדגוגיה** | **טכנולוגיה** |
| **מושגי** | מזהה y = mx + b ו- ax+by = c כפונקציות לינאריות. | התלמידים זקוקים לחוויות בזיהוי פונקציות לינאריות בצורות סמליות, טבלאיות, גרפיות וחזותיות שונות. | ניתן להשתמש בגיליונות אלקטרוניים כדי לשרטט פונקציות לינאריות, תוך הצגת ייצוגים מרובים של פונקציות לינאריות (טבלאי, גרפי וסמלי); ניתן להצמיד גרפים של גיליון אלקטרוני על תמונות דיגיטליות כדי לייצג את השיפועים של תמונות לינאריות. |
| **פרוצדורלי** | לדעת איך לצייר גרף של פונקציה לינארית, עם שתי נקודות, נקודה אחת ושיפוע, או שיפועוחתך ה-y. | התלמידים פותרים את השיפוע וחתך ה-y ומשרטטים את הפונקציה הלינארית. מומלץ להתחיל בהדגמה של מורה ולאחר מכן לאפשר לתלמידים לתרגל זאת בעזרת גיליונות אלקטרוניים. יש לספק לתלמידים חוויות בתרגול של המרה בין הצורות השונות של משוואות לינאריות. | ניתן להשתמש בתוכנות גיליון אלקטרוני כדי להציג פונקציות לינאריות בצורה מדויקת ויעילה תוך שימוש בטבלאות, גרפים וייצוגים סמליים. |
| **סכמטי** | הסבר מדוע השיפוע של פונקציה לינארית אופקית שווה לאפס והשיפוע של פונקציה לינארית אנכית אינו מוגדר; הסבר מדוע לחלק מהשיפועים יש ערכים שליליים ולחלקם ערכים חיוביים. | חקר כיתתי משותף ליצירת השערות לגבי תזוזות/שינויים בפונקציה הלינארית וכיצד תזוזות/שינויים אלה משפיעים על השיפוע, וחתך ה-y של צורת קטע-השיפוע. | צור גיליונות אלקטרוניים דינמיים כאמצעי להקל על ביצוע מחקרי "מה אם" שבהם התלמידים יכולים להציע השערות המבוססות על שינויים בגרפים שלהם בעקבות שינויים במשתנים החשובים. |
| **אסטרטגי** | יישום בעיות מהחיים האמיתיים לשימוש בפונקציות לינאריות בפתרונות: לדוגמה, השוואה בין שתי חברות סלולר כדי לקבוע איזו מציעה את התוכנית הטובה ביותר עבור רוב בני הנוער. | שיתוף פעולה בין תלמידים להשוואת מודלים שונים של תוכניות סלולר | השתמש בגיליונות אלקטרוניים דינמיים שיצרת כדי להזין שינויים שונים במשתני תוכניות הסלולר. זה יאפשר השוואה בין התוכניות השונות במטרה למצוא את התוכניות הטובות ביותר עבור שירותי סלולר לבני נוער. |

בנוסף לאמור לעיל, החוקרים ראיינו את פרחי ההוראה לגבי האופן שבו ההבחנות שלהם באמצעות הקלטות הווידאו סייעו להם בקידום הידע הטכנולוגי-פדגוגי-תוכני שלהם. דוגמאות לשאלות הריאיון היו:

* מהם היתרונות של שימוש בהקלטות וידאו בתהליך החשיבה הרפלקטיבית שלך?
* האם תוכל לתת לי דוגמה ספציפית כיצד הקלטת הווידאו גרמה לך לשים לב לתפיסה שגויה של תלמיד?
* האם תוכל לתת לי דוגמה כיצד הקלטת הווידאו גרמה לך לשים לב להתנהגות שלך שאתה רוצה לשנות?
* באיזה אופן הרפלקציה שלך עזרה לך לשים לב להיבטים השונים של תרגול ההוראה שלך?

**ממצאים**

פרק זה מתאר כיצד ניתוח רפלקטיבי להקלטות וידאו דיגיטליות אישיות השפיע על מרכיבי ה-TPACK של פרחי ההוראה. באמצעות שלושה תחומי ידע הרלבנטיים לטכנולוגיה: ידע טכנולוגי (TK), ידע טכנולוגי-פדגוגי (TPK) וידע טכנולוגי-תוכני (TCK).פרחי ההוראה התקדמו באופן שונה במרכיבי הידע הטכנולוגי. שונות זו באה לידי ביטוי במספר השיעורים שנדרשו ללמד ולספק רפלקציה עליהם.

טבלה 2: תיאור תימות מרכיבי הידע ואחוזי ההשפעה

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **מרכיב ידע** | **אחוז ההשפעה** | **תיאור** |
| **ידע טכנולוגי (TK)** | השפעה גדולה על ידע טכנולוגי (TK). 100% מהמשתתפים (n=20/20) רשמו ואמרו כי ניתוח רפלקטיבי של קטעי וידאו עזר להם לשפר את ה-TK שלהם. | פרחי ההוראה השתמשו בניתוח וידאו אישי כדי לזהות את החוזקות והחולשות האישיות שלהם בידע הטכנולוגי (TK), וכתבו לעצמם תוכנית לשיפור ה-TK שלהם. |
| **ידע טכנולוגי-פדגוגי (TPK)** | השפעה גדולה על ידע טכנולוגי-פדגוגי (TPK). 90% מהמשתתפים (n=18/20) רשמו ואמרו כי ניתוח רפלקטיבי של קטעי וידאו עזר להם לשפר את ה- TPK שלהם. | פרחי ההוראה השתמשו בניתוח וידאו אישי כדי לזהות את החוזקות והחולשות האישיות שלהם בידע טכנולוגי-פדגוגי (TPK), וכתבו לעצמם תוכנית לשפר את ה- TPK שלהם. |
| **ידע טכנולוגי-תוכני (TCK)** | השפעה גדולה על ידע טכנולוגי-תוכני (TCK). 95% מהמשתתפים (n=19/20) רשמו ואמרו כי ניתוח רפלקטיבי של קטעי וידאו עזר להם לשפר את ה- TCK שלהם. | פרחי ההוראה השתמשו בניתוח וידאו אישי כדי לזהות את החוזקות והחולשות האישיות שלהם בידע טכנולוגי-תוכני (TCK), וכתבו לעצמם תוכנית לשפר את ה-TCK שלהם. |
| **ידע טכנולוגי-פדגוגי-תוכני (TPCK)** | השפעה גדולה על ידע טכנולוגי-פדגוגי-תוכני (TCPK). 100% מהמשתתפים (n=20/20) רשמו ואמרו כי ניתוח רפלקטיבי של קטעי וידאו עזר להם לשפר את ה- TPCK שלהם. | פרחי ההוראה השתמשו בניתוח וידאו אישי כדי לזהות את החוזקות והחולשות האישיות שלהם בידע טכנולוגי-פדגוגי-תוכני (TPCK), וכתבו לעצמם תוכנית לשנות את ה-TPCK שלהם. |

להלן דוגמאות לרפלקציה של פרחי ההוראה במרכיבי ידע הרלבנטים לשימוש בטכנולוגיה בשיעורים שונים.

תרשים 1: דוגמאות לניתוח רפלקטיבי של פרחי ההוראה הרלוונטיים למרכיבי ידע טכנולוגי-פדגוגי-תוכני בשיעורים שונים

**מרכיבי ידע טכנולוגי-פדגוגי-תוכני (Koehler & Mishra, 2009)**

**השפעה על ידע טכנולוגי TK**

כל פרחי ההוראה שהשתתפו במחקר ציינו ששיפרו את הידע הטכנולוגי שלהם (TK). המחקר הנוכחי מצא כי שימוש פרחי ההוראה ברפלקציה על הקלטות וידאו דיגיטלי אישיות עזר להם לפתח את הידע הטכנולוגי שלהם. במהלך שלב הרפלקציה, פרחי ההוראה התבקשו לפי הנחיות המדריכים הפדגוגיים שלהם להתמודד עם החוזקות והמגבלות שלהם בידע טכנולוגי, והחלו לפתח את הידע הטכנולוגי. הם פיתחו אסטרטגיות לשיפור הידע הטכנולוגי שלהם ורכשו הבנה מעמיקה יותר לאופן שבו הטכנולוגיה יכולה לשפר את איכות ההוראה שלהם בכיתה. אחת מפרחי ההוראה כתבה כתגובה לשאלת הרפלקציה: אם תלמדי את אותו שיעור שוב, מה תרצי לשנות? היא כתבה "*אני אשתמש באפלט של GeoGebra, אבל לא הייתה לי הזדמנות בגלל שלא מצאתי כלים טכנולוגיים מתאימים לשאלות שרציתי להציג*". כשרואיינה מלכה היא אמרה "*ניתוח הווידאו איפשר לי לבחור את הכלים הטכנולוגיים המתאימים לנושא אותו אני רוצה ללמד ולשלב אותם בצורה יעילה על ידי בחירת הכלי הטכנולוגי המתאים לצרכי המקצוע, לנושא שאלמד, לתלמידים ולסביבת הכיתה".* באמצעות ניתוח רפלקטיבי, פרחי ההוראה יכלו לחפש בעצמם אסטרטגיות הוראה ספציפיות כדי לשפר את שיעוריהם העתידיים על ידי שילוב טכנולוגיה בהוראה שלהם. כאשר פרחי ההוראה התבקשו לתאר כיצד ניתוח רפלקטיבי אישי להקלטות הוידאו הדיגיטליות שלהם עזר להם לשפר את הידע הטכנולוגי שלהם, סאמיה רשמה: " *שמתי לב בשיעורים מסוימים שלא השתמשתי נכון בכלים טכנולוגיים או לא הייתי מודעת למלוא הפוטנציאל שלהם. זה הוביל לאי השגת התוצאות הרצויות, ולכן החלטתי מאוחר יותר לפתח את כישוריי בשימוש בטכנולוגיה זו ולשלבה טוב יותר בשיטת ההוראה שלי כדי להגיע ללמידה יעילה".*

לאור אמירות פרחי ההוראה בקטגוריה הראשונה לעיל על ידע טכנולוגי (TK) המתייחסת ליכולת שימוש יעיל ואפקטיבי בטכנולוגיה: בהקשר זה, המשתתפים במחקר הצביעו על שלוש תמות: (1) זיהוי חוזקות וחולשות אישיות בטכנולוגיה: פרחי ההוראה דיווחו כי ניתוח רפלקטיבי של קטעי וידאו עזר להם לזהות את החוזקות והחולשות האישיות שלהם בשימוש בטכנולוגיה. לדוגמה, הם גילו כי הם יודעים להשתמש בתוכנות מסוימות, אך מתקשים במיומנויות טכניות אחרות. (2) שיפור מיומנויות טכנולוגיות: המשתתפים ציינו כי תהליך הרפלקציה עזר להם לשפר את מיומנויותיהם הטכנולוגיות. לדוגמה, הם למדו כיצד להשתמש בכלי וידאו כדי לנתח שיעורים בצורה מדויקת יותר. (3) שימוש בכלים דיגיטליים חדשים: המשתתפים דיווחו שנחשפו לכלים דיגיטליים חדשים והחלו להשתמש בהם במסגרת תהליך הרפלקציה. לדוגמה, הם התחילו להשתמש ב-Iris-Connect להקלטת וידאו ולהערכת השיעורים שלהם.

**השפעה על ידע טכנולוגי-פדגוגי (TPK)**

מרבית פרחי ההוראה (18 מתוך 20, 90%) ציינו שניתוח רפלקטיבי להקלטות וידאו סייע להם בקידום הידע הטכנולוגי-פדגוגי שלהם. הקטע הבא מייצג כיצד המשתתפים דיווחו על השפעת ניתוח רפלקטיבי של הקלטות וידאו על ה-TPK שלהם: "*כשניתחתי את סרטון השיעור שלי, שמתי לב שהשימוש בטכנולוגיה תרם להגברת האינטראקציה וההשתתפות של התלמידים ולהשגה טובה יותר של יעדים פדגוגיים. במיוחד בשיעור השני שלי בנושא שטח הפנים של תיבה; בשיעור הקודם השתמשתי בסרטון מקוון, אך כשמצאתי שזה לא תרם להשגת המטרה בחרתי באפלט GeoGebra. הופתעתי לראות שהתלמידים היו אינטראקטיביים יותר. לכן, הסקתי שהכלי היה מועיל יותר בהשוואה לכלי הקודם בסרטון*". סטודנטית זו מסבירה את האופן שבו השתמשה בשני כלים שונים ואיך רפלקציה אישית להקלטת וידאו שלה עזרה לה להבחין בחשיבות שינוי משמעותי לכלי טכנולוגי אשר משפר את הפדגוגיה. כלומר, מתן הזדמנות לפרחי הוראה לנתח רפלקטיבית את הקלטות הווידאו שלהם יגרום להם להעריך את הידע הטכנולוגי-פדגוגי שלהם, וכתוצאה מכך לתכנן שיעור המשלב כלי טכנולוגי אשר משפר את הפדגוגיה.

לאור אמירות פרחי ההוראה בקטגוריה השנייה לעיל על ידע טכנולוגי-פדגוגי (TPK) המתייחסת ליכולת לשלב טכנולוגיה בהוראה בצורה שמקדמת למידה: בהקשר זה, המשתתפים במחקר הצביעו על שלוש תמות: (1) שילוב טכנולוגיה כחלק מאסטרטגיות ההוראה: פרחי ההוראה למדו כיצד לשלב טכנולוגיה כחלק מאסטרטגיות ההוראה שלהם. לדוגמה, הם השתמשו בווידאו ככלי להדגמת תהליכים מתמטיים. (2) שיפור אינטראקציה עם תלמידים: המשתתפים דיווחו כי הטכנולוגיה עזרה להם לשפר את האינטראקציה עם התלמידים. לדוגמה, הם השתמשו בכלים דיגיטליים כדי לנהל דיונים כיתתיים ולספק משוב מידי לתלמידים. (3) התאמת שיטות הוראה לצרכים אישיים: המשתתפים השתמשו בטכנולוגיה כדי להתאים את שיטות ההוראה שלהם לצרכים האישיים של התלמידים. לדוגמה, הם יצרו פעילויות מותאמות אישית באמצעות כלים דיגיטליים.

**השפעה על ידע טכנולוגי-תוכני (TCK)**

מרבית פרחי ההוראה (19 מתוך 20, 95%) ציינו שניתוח רפלקטיבי של הקלטות הווידאו שלהם עזר להם לפתח את הידע הטכנולוגי-תוכני שלהם. הקטע הבא מייצג את האופן שבו אחת מפרחי ההוראה דיווחה על שינוי הידע הטכנולוגי-תוכני שנגרם על-ידי רפלקציה על הקלטות הווידאו שלה: "*לאחר צפייה בהקלטת השיעור הראשון שמתי לב שיש תלמידים שלא הבינו את החוק למציאת שטח המעטפת של תיבה למרות שהראיתי להם סרטון. זה בלט במיוחד כשביקשתי מהם ליישם את החוק על ידי פתרון שאלה בנושא*". ניתן לראות כי במהלך ניתוח רפלקטיבי להקלטת השיעור ראשון שלה, היא שמה לב שהטכנולוגיה שבחרה לא עזרה לתלמידים ליישם את הנלמד. בהתבסס על ניתוח רפלקטיבי אישי זה, היא חקרה וחיפשה כלי טכנולוגי חלופי (למשל, GeoGebra) שאמור לשפר את יישום החומר הנלמד. אותה סטודנטית כתבה בניתוח הקלטה דיגיטלית של השיעור השני: "*התלמידים השתמשו בעכבר כדי לגרור ולשחרר קודוקודים על-מנת לעצור תיבה מסוימת; הם שינו את אורכי הצלעות וגררו למקומות שונים, וראו בעיניים כיצד שינוי אורך הצלעות משפיע על שטח המעטפת של התיבה. התלמידים היו אינטראקטיביים מאוד עם GeoGebra*". לאור הדיווחים של המשתתפים ברפלקציות על הקלטות שיעוריהם, ניתן להסיק שהשימוש בניתוח רפלקטיבי להקלטות וידאו אישיות מספק לפרחי הוראה הזדמנות לקדם את הידע הטכנולוגי-תוכני מצד אחד, ומצד שני להעריך באופן ביקורתי את הקשר בין הידע הטכנולוגי (TK) לבין הידע התוכני (CK) בהקשר לשיעור מסוים במתמטיקה.

לאור אמירות פרחי ההוראה בקטגוריה השנייה לעיל על ידע טכנולוגי-תוכני (TCK) המתייחסת ליכולת השימוש בטכנולוגיה לצורך הוראת תוכן מסוים: המשתתפים במחקר הצביעו על שלוש תמות במסגרת זו: (1) שימוש בטכנולוגיה להסברת מושגים מתמטיים: פרחי ההוראה למדו כיצד להשתמש בטכנולוגיה כדי להסביר מושגים מתמטיים מורכבים בצורה ברורה. לדוגמה, הם השתמשו בווידאו ובתוכנות גרפיות להדגמת תהליכים מתמטיים. (2) פיתוח פעילויות מתמטיות דיגיטליות: המשתתפים יצרו פעילויות מתמטיות חדשות באמצעות כלים דיגיטליים המסייעים בהעברת החומר בצורה יעילה יותר. (3) הערכה דיגיטלית של הבנה מתמטית: המשתתפים השתמשו בטכנולוגיה להערכת ההבנה המתמטית של התלמידים. לדוגמה, הם השתמשו בתוכנות ליצירת מבחנים דיגיטליים ולניתוח תוצאותיהם.

**השפעה על ידע טכנולוגי-פדגוגי-תוכני (TPACK)**

לאור כל האמור בסעיפים קודמים, ניתן לראות כי כל פרחי ההוראה שהשתתפו במחקר דיווחו שניתוח רפלקטיבי להקלטות וידאו אישיות סייע בקידום השילוב של טכנולוגיות בהוראה שלהם. מתוך ששת תחומי הידע המרכיבים את מסגרת TPACK, המחקר שלנו מצא שלניתוח עצמי של וידאו הייתה השפעה חיובית בקידום שלושה מרכיבי ידע הקשורים לשילוב הטכנולוגיה (כלומר, TCK, TPK ו-TK). העדויות על קידום הידע הטכנולוגי-פדגוגי-תוכני של המשתתפים חוזקו גם באמצעות ראיונות עם פרחי הוראה לאחר סיום ההתנסות המעשית. בהתבסס על התוצאות משאלות הרפלקציה האחרונה של פרחי ההוראה, כל המשתתפים ציינו שרפלקציה על הקלטות הוידאו שלהם עזרה להם לשלב את הטכנולוגיה בהוראה שלהם באופן מיטבי.

לאור אמירות פרחי ההוראה בקטגוריה השנייה לעיל על ידע טכנולוגי-פדגוגי-תוכני המתייחסת ליכולת שילוב מיטבי של הידע הטכנולוגי, הפדגוגי והתוכני: בהקשר זה, המשתתפים הצביעו על מספר תמות: (1) שילוב מיטבי של טכנולוגיה, פדגוגיה ותוכן: המשתתפים דיווחו כי הצליחו לשלב בצורה מיטבית את שלושת סוגי הידע ולשפר את הוראתם באמצעות טכנולוגיה. לדוגמה, הם שילבו טכנולוגיה בתכנון ויישום שיעורים על לימוד מושגים מתמטיים בצורה יעילה. (2) שילוב טכנולוגיה לשיפור ביצועים בכיתה: המשתתפים ציינו כי שילוב של ידע טכנולוגי, פדגוגי ותוכני עזר להם לשפר את תהליכי ההוראה/למידה בכיתה וליצור סביבת למידה דינמית ואינטראקטיבית. (3) רפלקציה על תהליך ההוראה והלמידה: המשתתפים השתמשו ברפלקציה מבוססת וידאו כדי לשלב את הידע הטכנולוגי, הפדגוגי והתוכני בתהליך ההוראה שלהם ולשפר את הוראתם באופן מתמשך.

**ניתוח תהליך התפתחות ידע טכנולוגי-פדגוגי-תוכני**

בעקבות ראיון עם פרחי הוראה שהשתתפו במחקר אשר בחן את התרומה של רפלקציה מבוססת וידאו להתפתחותם הטכנולוגית, הם ציינו חמישה שלבים בשימוש באפלטים ב-GeoGebra כדוגמה לאחד הכלים הטכנולוגיים המוצגים בתרשים 2, שיפורטו להלן:

תרשים 2: שלבי שימוש בטכנולוגיה (Rogers, 1995)

1. *זיהוי:* בשיעור הראשון, נורה זיהתה את האפשרויות של GeoGebra, אך רק לעיתים רחוקות היא חושבת על שילובה בהוראה. היא רואה בו בעיקר כלי פשוט ללמידת מתמטיקה. היא אמרה: "בדרך-כלל *אני נעזרת ב-GeoGebra כדי להציג גרפים של פונקציות, אך איני משתמשת בה כדי לעזור לתלמידים להבין את מושג הפונקציה*"*.*
2. *קבלה:* בשיעור הראשון,אמינה הייתה מתנסה ביכולות שונות של GeoGebra, אך לא השתמשה בהן באופן עקבי בהוראה. היא אמרה "*הייתי משתמשת ב-GeoGebra כדי ליצור תרגילים לתלמידים, אך איני משתמשת בה כדי לעזור להם לפתור בעיות".*
3. *התאמה:* סואר מנסה אפשרויות שונות לשילוב GeoGebra בהוראה - אך במקרה הטוב, במסגרת ההוראה מול התלמידים, נותנת להם תרגול וחזרה על רעיונות באמצעות GeoGebra. סואר ציינה "*נעזרתי ב- GeoGebra כדי להדגים מושגים גיאומטריים, אך לא במטרה לעזור לתלמידים לחקור מושגים אלה באופן עצמאי*".
4. *חקירה:* סלאם חוקרת דרכים שונות להוראת תכנים מתמטיים - מוכנה להדגים דרכים חדשות של חשיבה על מושגים באמצעות GeoGebra, מסוגלת לנהל את הכיתה עם דפי עבודה שמכוונים את התלמידים בקפידה לרכישת הרעיונות המתמטיים והעבודה עם GeoGebra. היא אמרה "אני נעזרת *ב-GeoGebra כדי לסייע לתלמידים לחקור מושגים מתמטיים על ידי יצירת דגמים אינטראקטיביים*".
5. *ייזום:* אמינה הייתה מוכנה לשקול שימוש ב-GeoGebra בדרכים מגוונות בבניית מושגים - מעודדת תלמידים לחקור ולנסות באופן עצמאי, משלבת את GeoGebra בהערכת תלמידים. היא אמרה "*התחלתי סוף סוף לעודד את התלמידים לחקור ולנסות באופן עצמאי. לדוגמה, זה קרה בנושא של גובה במשולש. בחרתי באפלט שמראה רק את הגבהים הפנימיים. התאמתי את האפלט כך שיתייחס גם לגבהים חיצוניים במטרה שהתלמידים יסיקו מסקנות על כל הסוגים בכוחות עצמם. בנוסף הייתי משלבת את GeoGebra בהערכת תלמידים במהלך השיעור".*

להלן טבלה 3 המתארת את ההתקדמות של פרחי הוראה עם TPCK בשתי נקודות של המחקר; בהתחלה ובסיום המחקר.

טבלה 3: ההתקדמות של פרחי הוראה עם TPCK בשתי נקודות של המחקר (באחוזים)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **שלב** | **בתחילת המחקר** | **בסיום המחקר** |
| **זיהוי** | 65% | -- |
| **קבלה** | 10% | -- |
| **התאמה** | 5% | 15% |
| **חקירה** | 5% | 75% |
| **ייזום** | 5% | 10% |

ניתן לראות מטבלה 3 לעיל, כי בתחילת המחקר מרבית פרחי ההוראה היו בשלב הזיהוי. אך, לאחר סיום המחקר מרביתם נצפו בשלב החקירה.

**דיון**

המחקר הנוכחי בחן את ההשפעה של ניתוח רפלקטיבי של קטעי וידאו דיגיטליים על פיתוח הידע הטכנולוגי-פדגוגי-תוכני (TPACK) של פרחי הוראה למתמטיקה. באופן ספציפי, נבחנה ההשפעה של ניתוח וידאו עצמי על פיתוח הידע הטכנולוגי (TK), הידע הטכנולוגי-פדגוגי (TPK), הידע הטכנולוגי-תוכני (TCK) ופיתוח ה- TPACK הכללי שלהם. לשם כך, עקבו החוקרים אחרי התקדמות של אחת מפרחי ההוראה בכתיבת טקסטים רפלקטיביים על ההוראה שלה.

פרחי ההוראה דיווחו כי צפייה וניתוח של שיעורי מתמטיקה מצולמים תרמו לשיפור יכולתם לשלב טכנולוגיה באופן משמעותי בהוראה. הם ציינו שניתוח וידאו אישי היה בעל ערך רב בפיתוח הידע הטכנולוגי-פדגוגי-תוכני שלהם (TPACK), מכיוון שהוא איפשר להם לנתח וללמוד מקטעי הוראה אותנטיים שלהם שצולמו בווידאו. יתרה מכך, בראיון, פרחי ההוראה הדגישו את החשיבות של רפלקציה מבוססת וידאו, שכן רפלקציה זו תרמה להתפתחותן המקצועית. תרומה זו לא הייתה קשורה רק לידע הטכנולוגי שלהם, אלא גם לידע הפדגוגי, ידע טכנולוגי-תוכני וידע TPACK (התאמת אפלט למטרות הוראה ספציפיות). ממצאים אלה מצביעים על כך שרפלקציה מבוססת וידאו עשויה לתרום לידע של מורים (McConnell et al., 2008) ולהתפתחותם המקצועית (Gibbons & Farley, 2019).

מחקרים הראו שניתוח וידאו מועיל יותר כאשר מורים מעודדים לנתח ולהתמודד עם קטעי ההוראה שלהם (Fadde et al., 2009; Sherin & van Es, 2005). ממצאי המחקר הנוכחי מחזקים ממצאי מחקרים קודמים לפיהם מורים נוטים יותר ליישם את הלקחים שלמדו לאחר צפייה וניתוח רפלקטיבי בקטעי הווידאו שלהם (לדוגמה, Tripp & Rich, 2012). יתרה מזה, הממצאים מאששים ממצאי מחקרים קודמים שהשימוש בשאלון רפלקציה מונחה מקדם חשיבה רפלקטיבית מעמיקה (למשל, Amobi, 2005).

בנוסף לאמור לעיל, פואנטדורה (Puentedura, 2006) הציג את מודל ה-SAMR אשר בוחן שינויים בחינוך עקב שימוש בכלים דיגיטליים, כאשר שינויים אלו מתייחסים לשינוי בתפקיד של כלים דיגיטליים בהוראה. התפקידים של הטכנולוגיה הם: החלפה (Substitution), שיפור (Augmentation), שינוי (Modification), והגדרה מחדש (Redefinition).

רפלקציה מבוססת וידאו הובילה לקידום הוראת המתמטיקה באמצעות קידום תפקיד הטכנולוגיה. דרך רפלקציה מבוססת וידאו, פרח ההוראה לומד לשנות את תפקיד הכלי הדיגיטלי כך שיתאים לגוונים של הנושא המתמטי. זה קרה כשהן למדו לבחור כלים ספציפיים לנושאים המתמטיים. לאחר מכן הן למדו להגדיר מחדש את תפקיד הכלים הטכנולוגיים על ידי הוספת רכיבים דיגיטליים. לכן, בנוסף להעשרת סוגי הידע השונים של מורות מתחילות, רפלקציה מבוססת וידאו ג קידמה גם את השימוש שלהן בכלים טכנולוגיים בהוראת מתמטיקה.

**מסקנות**

המחקר הנוכחי מצביע על היתרון הייחודי של שימוש בהקלטות וידאו דיגיטליות בהכשרת מורים, שמספקות דוגמאות עשירות על סיטואציות פדגוגיות שונות ומאפשרות לפרחי הוראה לאמץ פרקטיקות רפלקטיביות. היתרון המיוחד של מערכת הכשרה זו טמון ביכולתה לשלב בין טכנולוגיה מתקדמת לפדגוגיה, ובכך לפתח ידע טכנולוגי-פדגוגי-תוכני (TPACK) בצורה אפקטיבית. פרחי ההוראה יכולים ללמוד מהפרקטיקה שלהם ושל אחרים, ולשפר את ההוראה שלהם באמצעות ניתוח רפלקטיבי מבוסס וידאו. כך, מערכת הכשרה זו יוצרת סביבת למידה דינמית המאפשרת למורים לפתח מיומנויות הוראה מתקדמות ולהתאים את שיטות ההוראה שלהם לצרכים המשתנים של התלמידים.

בעידן הדיגיטלי הנוכחי, הכשרת מורים חייבת להתאים את עצמה לשינויים טכנולוגיים ופדגוגיים. השימוש בטכנולוגיה דיגיטלית, כמו הכלי Iris-Connect, מאפשר למורים להתנסות בטכנולוגיות חדשות, לפתח מיומנויות טכנולוגיות ולשלב אותן בהוראה. תכניות הכשרה מתקדמות צריכות לכלול הכשרה לשימוש בכלים דיגיטליים להקלטה וניתוח שיעורים, פיתוח יכולות רפלקטיביות ושימוש בטכנולוגיות חדשות להוראה מותאמת אישית. בנוסף, הכשרה זו צריכה לכלול תמיכה וליווי מקצועי של מורים חדשים ושיתופי פעולה בין מורים ותיקים וחדשים וקהילות למידה מקצועיות. בישראל ובעולם, הכשרה ותמיכה מתמשכת ותמיכה בכניסה להוראה חשובה להצלחת המורים. תכניות כמו תמיכה מקצועית למורים חדשים, סדנאות פיתוח מקצועי ושימוש בכלים דיגיטליים להקלטה וניתוח שיעורים יכולים לסייע למורים להשתלב בהצלחה במערכת החינוך ולשפר את כישוריהם המקצועיים.

פיתוח מקצועי ותמיכה מתמשכת צריכים לכלול הכשרה לשימוש בטכנולוגיות חדשות, פיתוח יכולות רפלקטיביות ושיתוף פעולה בין מורים ליצירת סביבה למידה מתקדמת. השימוש ברפלקציה מבוססת וידאו דיגיטלי אינו מוגבל רק להוראת מתמטיקה, ויכול להיות מיושם בתחומי דעת רבים אחרים. כלי הוידאו הדיגיטלי מאפשרים למורים לפתח את כישוריהם הפדגוגיים, לשפר את ההוראה שלהם ולהתאים אותה לצרכים המגוונים של התלמידים. הטכנולוגיה מאפשרת למורים לנתח את השיעורים שלהם, לזהות את החוזקות והחולשות שלהם ולשפר את הפרקטיקות ההוראתיות שלהם. יתרה מכך, רפלקציה מבוססת וידאו יכולה לשמש ככלי לפיתוח מקצועי מתמשך ולשיפור איכות ההוראה בכל תחומי הדעת. המחקר הנוכחי מדגיש את החשיבות של שימוש בטכנולוגיה דיגיטלית ורפלקציה מבוססת וידאו בהכשרת מורים. תוצאות המחקר מצביעות על כך שפרחי הוראה למתמטיקה יכולים לפתח את הידע הטכנולוגי-פדגוגי-תוכני שלהם באמצעות רפלקציה מבוססת וידאו. מערכת הכשרה זו, המשלבת טכנולוגיה מתקדמת ופדגוגיה רפלקטיבית, יוצרת סביבת למידה דינמית ומאפשרת למורים לפתח מיומנויות הוראה מתקדמות ולהתאים את שיטות ההוראה שלהם לצרכים המשתנים של התלמידים.

למרות הממצאים החיוביים, למחקר הנוכחי יש מספר מגבלות. גודל המדגם היה קטן והוא היה מורכב מפרחי הוראה ממוסד חינוכי יחיד, דבר שמגביל את הכללת הממצאים לכלל פרחי ההוראה. כמו כן, המחקר התמקד במתמטיקה בלבד, ולכן יש צורך לבדוק את השפעת השימוש בטכנולוגיה בחקר רפלקציה גם בתחומי דעת אחרים. בנוסף, המחקר היה קצר טווח ולא בחן את השפעת השימוש בטכנולוגיה על פני זמן ארוך יותר. מחקרים עתידיים יכולים להרחיב את המחקר הנוכחי על ידי בדיקת השפעת השימוש בטכנולוגיה רפלקטיבית על תחומי דעת נוספים ובמסגרות חינוכיות שונות. כמו כן, מחקרים אלו יכולים לכלול מדגמים גדולים ומגוונים יותר ולבחון את השפעת השימוש בטכנולוגיה על פני זמן ארוך יותר. בנוסף, אפשר לחקור את האינטראקציה בין מרכיבי ה-TPACK והשפעתם על הישגי התלמידים, וכן לבחון את השפעת השימוש בטכנולוגיה על הפיתוח המקצועי של מורים ותיקים וחדשים כאחד.

**ביבליוגרפיה**

Almusharraf, A. M. (2020). Student Teachers' Development of Reflective Practice Concerning Teaching Philosophy and Peer Observations. *Arab World English Journal, 11*(4), 547-564. <https://doi.org/10.24093/awej/vol11no4.35>

Amobi, F. A. (2005). Preservice teachers’ reflectivity on the sequence and consequences of teaching actions in a microteaching experience. *Teacher Education Quarterly, 32*(1), 115-130.

Banas, J. R., & York, C. S. (2014). Authentic learning exercises as a means to influence preservice teachers’ technology integration self-efficacy and intentions to integrate technology. *Australasian Journal of Educational Technology*, *30*(6). https://doi.org/10.14742/ajet.362

Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching. *Journal of Teacher Education*, *59*(5), 389-407. https://doi.org/10.1177/0022487108324554

Beetham, H., & Sharpe, R. (Eds.). (2013). Rethinking pedagogy for a digital age: Designing for 21st century learning. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203078952

Borko, H., Jacobs, J., Eiteljorg, E., & Pittman, M. E. (2008). Video as a tool for fostering productive discussions in mathematics professional development. *Teaching and Teacher Education*, *24*(2), 417-436. DOI: [10.1016/j.tate.2006.11.012](http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2006.11.012%22%20%5Ct%20%22_blank)

Crismond, D. (2003). *Approaches to using video cases in teacher professional development* [Paper presentation]*.* The 3rd International Conference onAdvanced Learning Technologies, Athens, Greece, pp420. [10.1109/ICALT.2003.1215153](https://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/ICALT.2003.1215153)

Campoy, R. (2010). Reflective Thinking and Educational Solutions: Clarifying What Teacher Educators are Attempting to Accomplish. *SRATE Journal, 19*(2), 15-22.

Chai, C. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C. C. (2010). Facilitating preservice teachers’ development of technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK). *Journal of Educational Technology & Society*, 13(4), 63–73.

Choy, S. C., Dinham, J., Yim, J. S., & Williams, P. (2021). Reflective Thinking Practices among Pre-service Teachers: Comparison between Malaysia and Australia. *Australian Journal of Teacher Education, 46*(2). <http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2021v46n2.1>

Dreyfus, S. E. (2004). The five-stage model of adult skill acquisition. *Bulletin of Science Technology and Society*, 24(3), 177-181. <https://doi.org/10.1177/0270467604264992>

Fong, C., & Woodruff, E. (2003). Web-based video and frame theory in professional development of teachers: Some implications for distance education. *Education*, *24*(2), 195–211. https://doi.org/10.1080/0158791032000127473

Ginsburg, H. P., Jang, S., Preston, M., Van Esselstyn, D., & Appel, A. (2004) Learning to think about early childhood mathematics education: A course. In C. Greenes & J. Tsankora (Eds.), *Challenging young children mathematically. (pp. 40–56)*. Boston: Houghton Mifflin.

Goldman-Segall, R. (1998). *Points of viewing children's thinking*. Lawrence Erlbaum Associates. https://doi.org/10.4324/9781315805818

Hamilton, S. J. (2005). Development in Reflective Thinking. Abstract retrieved May 25, 2008, from http://www.reap.ac.uk/reap07/portals/2/csl/trydy%20banta/Development\_in\_Reflection\_Thinking.pdf

Harford, J., & MacRuairc, G. (2008). Engaging student teachers in meaningful reflective practice. *Teach and Teacher Education*, *24,* 1884–1892. https://doi.org/10.1016/j.tate.2008.02.010

Hill, H. C., Ball, D. L., & Schilling, S. G. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal for Research in Mathematics Education*, *39*(4), 372-400.

Hill, H. C., Rowan, B., & Ball, D. L. (2005). Effects of teachers’ mathematical knowledge for teaching on student achievement. *American Educational Research Journal, 42(2*), 371–406. https://doi.org/10.3102/00028312042002371

Hofer, M., & Grandgenett, N. (2012). TPACK development in teacher education. *Journal of Research on Technology in Education*, *45*(1), 83-106. https://doi.org/10.1080/15391523.2012.10782598

Kaiser, G., Busse, A., Hoth, J., König, J. & Blömeke, S. (2015). About the complexities of video-based assessments: Theoretical and methodological approaches to overcoming shortcomings of research on teachers’ competence. *International Journal of Science and Mathematics Education, 13*(2), 369–387. https://doi.org/10.1007/s10763-015-9616-7

Karakaş A., Yükselir C. (2021). Engaging pre-service EFL teachers in reflection through video-mediated team micro-teaching and guided discussions. *Reflective Practice*, *22*(2), 159–172. https://doi.org/10.1080/14623943.2020.1860927

Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology & Teacher Education*, 9(1), 60–70.

Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2013). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Journal of Education*, *193*(3), 13-19. https://doi.org/10.1177/002205741319300303

König, J., Santagata, R., Scheiner, T., Adleff, A. K., Yang, X., & Kaiser, G. (2022). Teacher noticing: A systematic literature review of conceptualizations, research designs, and findings on learning to notice. *Educational Research Review*, 100453. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100453

Larison, S., Richards, J., & Sherin, M. G. (2022). Tools for supporting teacher noticing about classroom video in online professional development. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 1-23. https://doi.org/10.1007/s10857-022-09554-3

Llinares, S. (2013). Professional noticing: A component of the mathematics teacher’s professional practice. *SISYPHUS Journal of Education, 1*(3), 76–93.

McConnell, T.J., Lundeberg, M.A., Koehler, M.J., Urban-Lurain, M., Zhang, T., Mikeska, J.N., Parker, J., Zhang, M., & Eberhardt, J. (2008, January). Video-based teacher reflection-What is the real effect on reflections of inservice teachers. In *Annual Meeting of the Association of Science Teacher Education*.

Mirzaei, F., Phang, F. A., & Kashefi, H. (2014). Measuring teachers reflective thinking skills. Procedia-*Social and Behavioral Sciences, 141*, 640-647. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.112

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, *108*(6), 1017-1054. https://doi.org/10.1177/016146810610800610

Mouza, C., Karchmer-Klein, R., Nandakumar, R., Yilmaz Ozden, S., & Hu, L. (2014). Investigating the impact of an integrated approach to the development of preservice teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, *71*, 206-221. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.020

Pang, N. S. K. (2020). Teachers’ reflective practices in implementing assessment for learning skills in classroom teaching. *ECNU Review of Education*, *5*(3), 470-490. https://doi.org/10.1177/2096531120936290

Picci, P., Calvani, A., & Bonaiuti, G. (2012). The use of digital video annotation in teacher training: the teachers’ perspectives. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *69*, 600–613. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.452

Preston, M. (2008). The development of critical thinking skills using a Web-based video analysis system. AERA 2008 Annual Meeting of the American Educational. Retrieved from http://ccnmtl.columbia.edu/vital/nsf/VITAL\_AERA\_2008\_PRESTON.pdf.

Puentedura, R. (2006). Transformation, technology, and education. <http://hippasus.com/resources/tte/puentedura_tte.pdf>

Rich, P. J., & Hannafin, M. J. (2008). Decisions and reasons: Examining preservice teacher decision-making through video self-analysis. *Journal of Computing in Higher Education*, *20*, 62-94.‏ https://doi.org/10.1007/bf03033432

Rogers, E. (1995). *Diffusion of innovations*. New York, NY: The Free Press of Simon & Schuster Inc.

Rooney, D., & Boud, D. (2019). Toward a pedagogy for professional noticing: Learning through observation. *Vocations and Learning, 12*(3), 441-457. https://doi.org/10.1007/s12186-019-09222-3

Santagata, R. (2009). Designing video-based professional development for mathematics teachers in low-performing schools. *Journal of Teacher Education*, *60*(1), 38-51. https://doi.org/10.1177/0022487108328485

Santagata, R., & Angelici, G. (2010). Studying the Impact of the Lesson Analysis Framework on Preservice Teachers’ Abilities to Reflect on Videos of Classroom Teaching. *Journal of Teacher Education*, 61(4), 339-349. https://doi.org/10.1177/0022487110369555

Shavelson, R. Ruiz-Primo, A. Li, M, & Ayala, C. (August 2003). Evaluating new approaches to assessing learning (CSE Report 604). Los Angeles, CA: University of California, National Center for Research on Evaluation. https://doi.org/10.1037/e646852011-001

Sherin, M.G., & van Es, E.A. (2005). Using video to support teachers’ ability to notice classroom interactions. *Journal of Technology and Teacher Education*, *13*(3), 475–491. <https://eric.ed.gov/?id=EJ723722>[20]

Sherin, M. G., & Han, S. Y. (2004). Teacher learning in the context of a video club. *Teaching and Teacher Education*, *20*(2), 163-183. https://doi.org/10.1016/j.tate.2003.08.001

Sherin, M. G. (2004). New perspectives on the role of video in teacher education. In *Using video in teacher education* (Vol. 10, pp. 1-27). https://doi.org/10.1016/s1479-3687(03)10001-6

Sherin, M. G., & Han, S. Y. (2004). Teacher learning in the context of a video club. *Teaching and Teacher Education*, *20*(2), 163-183. https://doi.org/10.1016/j.tate.2003.08.001

Smith, M. S. (2001). Practice-based professional development for teachers of mathematics. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 7(8), 474–475.

Sparks-Langer, G. M., & Colton, B. (1991). Synthesis of research on teachers' reflective thinking. *Educational Leadership, 3*, 37-44.

Van Es, E. A., & Sherin, M. G. (2008). Mathematics teachers' "learning to notice" in the context of a video club. *Teaching and Teacher Education, 24*(2), 244–276. https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.11.005

Wankel, C., & Blessinger, P. (Eds.). (2013). Increasing student engagement and retention using classroom technologies: *classroom response systems and mediated discourse technologies*. Emerald Group Publishing. https://doi.org/10.1108/s2044-9968(2013)6\_part\_e

Yang, X., Kaiser, G., König, J., & Blömeke, S. (2020). Relationship between pre-service mathematics teachers’ knowledge, beliefs and instructional practices in China. ZDM, 52, 281-294. https://doi.org/10.1007/s11858-020-01145-x