**קידום ידע טכנולוגי, פדגוגי ותוכני של פרחי הוראה למתמטיקה באמצעות ניתוח רפלקטיבי להקלטות 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 יכול 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 עדיין לא מלמדים בעזרת טכנולוגיות פדגוגיות (Mouza et al., 2014). מחקרים אחרים חשפו שאחת הסיבות העיקריות לכך שמורים לא מאמצים טכנולוגיה בהוראה בכיתה היא כי תוכניות ההכשרה שלהם לא הכינו אותם באופן הולם לעשות זאת (Banas & York, 2014; Chai, Koh, & Tsai, 2010). המחקר הנוכחי בא לחקור כיצד שימוש פרחי הוראה בהקלטות וידאו וחשיבה הרפלקטיבית על הקלטות אלה, עשוי לסייע להם להתגבר על תפיסות מתמטיות שגויות של תלמידים ויקדם את הידע טכנולוגי ופדגוגי תוכני. 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 ושימת 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 ידע של מורים הדרוש להוראה. שולמן (Shulman, 1986) תיאר ואפיין שלושה היבטים של ידע הדרושים במקצוע ההוראה: (א) ידע תוכני/תחום הדעת (SMK- Subject Matter Knowledge) (ב) ידע קוריקולרי (CK- Curricular Knowledge) (ג) ידע פדגוגי (PK- Pedagogical Knowledge). שולמן (Shulman, 1986) טוען כי שני סוגי הידע - ידע תוכן וידע תוכן פדגוגי (SMK ו-PCK), אינם זרים אלא חופפים חלקית, ומהחפיפה בין ידע תוכן לידע פדגוגי נוצר סוג ידע חדש שנקרא ידע תוכן פדגוגי (PCK- Pedagogical Content Knowledge). ידע זה, משלב ומאחד ידע פדגוגי עם ידע תוכני של נושא הלימוד, ונמצא מעבר לידע של נושא מסוים. ידע תוכני פדגוגי 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 בכדי 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 תוכן פדגוגי 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 נושאים מסוימים, שימוש בייצוגים מדויקים בכיתה, לספק לתלמידים עם דוגמאות של מושגים מתמטיים, והשפעות ידע מורי מתמטיקה על הישגי תלמידים (Hill et al., 2005).

בול ועמיתיה (Ball et al., 2008) התבססו על מה שטבע שולמן (1986) לגבי חשיבות ידע תוכן פדגוגי, וטענו כי למרות שידע תוכן פדגוגי 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, במתן דגש על 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 (כלל שלושה סוגי ידע), וידע תוכני פדגוגי (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 תוכן (PCK) של שולמן (1986), פירסון (Pierson, 2001) ומישרה וקולר (Mishra & Koehler, 2006) פיתחו מודל חדש לשילוב טכנולוגיה: ידע פדגוגי תוכני טכנולוגי, המוכר גם כ- TPACK. הם האמינו כי המודל של שולמן (1986) לידע פדגוגי תוכן 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 ו- PCK הפך למה שאנו מכירים היום כ- TPACK (Koehler & Mishra, 2013).

לסיכום, מה שמשותף בין סוגי הידע שתוארו לעיל, הוא שידע מורים הדרוש להוראת מתמטיקה רב-ממדי. הרעיון המרכזי שההיבטים השונים של מרכיבי ידע מורים הדרושים להוראת מתמטיקה משולבים זה עם זה, ויוצרים קבוצת ידע שקובעות התנהגות המורים בתוך הכיתה (Goulding & Petrou, 2011). לכן, התעתד המחקר הנוכחי להדגיש ידע טכנולוגי המשולב עם ידע תוכן וידע פדגוגי במתמטיקה במהלך ההכשרה מעשית לפרחי 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 תוכן, 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) הציע מסגרת חשיבה רפלקטיבית למורים הכוללת ארבע קטגוריות: פיתוח מיומנויות למידה לכל החיים (לדוגמה, "בכל פעם שאני נתקל בטעות שעשיתי אני מנסה לבצע תיקונים וללמוד 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"), מודעות של מורים (לדוגמה, "יש לי דרך מסוימת להעביר את השיעורים שלי שאני נוח איתה, אני לא יודע למה אני עושה את זה איך שאני עושה את זה. 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 עצמם יכולה לקבל תובנה לגבי הטיות, הנחות והערכים שלהם, וכיצד אלה עשויים להשפיע על הוראתם. הם יכולים גם לקבל הבנה מעמיקה יותר של צרכי תלמידיהם וסגנונות הלמידה שלהם ולהתאים את ההוראה שלהם בהתאם.

חשיבה רפלקטיבית למורים יכולה ללבוש צורות רבות, כולל רישום יומן, 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 ולהבטיח את התוצאות הטובות ביותר האפשריות לתלמידיהם. הקודם מצביע על הצורך לנצל את החשיבה הרפלקטיבית בתכניות החינוך או הפיתוח המקצועי של מורים.

כאשר מורי מורים מנצלים את החשיבה הרפלקטיבית, המורים מחדדים את המיקוד שלהם במה שחשוב מבחינה חינוכית וחושבים בצורה מכוונת יותר על מה שהם לומדים על מנת ליצור ניתוח מעמיק ומכוון 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 מלזיה אך לא לאוסטרליה.

**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 לתפוס טוב יותר את החומר.

König ועמיתיו (König et al., 2022) אומרים ששימת לבשל מורים נחשבת למרכיב מהמומחיות שלהם, אשר מתפתחת באמצעות תהליכים קוגניטיביים ורפלקטיביים הקשורים לפרקטיקת ההוראה והחווית שלהם.Kaiser ועמיתיו (Kaiser et al., 2015) זיהו שלושה מיומנויות ספציפיות למצב: (א) זיהוי אירועים ספציפיים בהקשר של הכיתה, (ב) ניתוח פעילויות הכיתה המתוכננות, (ג) קבלת החלטות הן בציפייה לפעילות של תלמיד או על ידי הצעת גישה הוראתית חלופית. הידע המתמטי של המורים והפרקטיקה המקצועית מושפעים מההבחנה (Llinares, 2013). שימת הלב עוזרת למורה לבחור ולעצב מטלות מתמטיות, לזהות את החשיבה המתמטית של התלמידים ולהבין אותה, ולהתחיל ולתזמר דיונים ויחסי גומלין מתמטיים בכיתה.

שימת הלב בכיתה יכולה להיות קלה יותר בעזרת הקלטת וידאו. Larison ועמיתיו (2022) הציעו לשתף מורים מגילאי גן עד כיתה ב' באמצעות וידאו כדי לתמוך שימת הלב שלהם בחשיבה 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 הכשרתם של פרחי הוראה נעשה שימוש בסרטונים ככלי דיגיטלי לביצוע רפלקציה על פרקטיקות בהוראה (Borko, et al., 2008; Santagata, 2009). מחקרים אף מצביעים על כך ששילוב רפלקציה על הפרקטיקה וניצול יעיל של 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 חוויות לפרחי הוראה (Crismond, 2003; Sherin, 2005). השימוש בהקלטת וידאו דיגיטלית מסייע לפרחי הוראה לפתח את יכולתם לזהות את היבטים 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 תכליות, 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 ישירות בהקלטת הווידאו (Preston, 2008). לאחרונה, מושם 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 תוכן 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. השימוש 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 הפדגוגי-תוכני-טכנולוגי של פרחי ההוראה. כמו גם מתייחסות לאופן שיפור ההכשרה והפיתוח המקצועי של מורים בעידן הדיגיטלי.

לאור הנ"ל, למחקר הנוכחי נועד לבחון כיצד שימוש פרחי הוראה בהקלטות וידאו וחשיבה הרפלקטיבית על הקלטות עשוי לסייע להם להתגבר על תפיסות מתמטיות שגויות ולקדם את הידע טכנולוגי ופדגוגי תוכני.

**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 הינם 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 כי שימוש בהקלטות וידאו דיגיטליות תורם בשיפור מיומנויות החשיבה הרפלקטיבית של פרחי הוראה. לפיכך, ההשערה של החוקרים היא ששימוש בהקלטות וידאו אישיות או של עמיתים (מודל סילפי) לצורך למידה רפלקטיבית, במסגרתן ההקלטה והניתוח של פרקטיקות ההוראה מתבצעות, יספקו לפרחי הוראה ידע פדגוגי תוכני טכנולוגי ויישומי אותו יוכלו ליישם במהלך הוראתם. בהתבסס על הנחה זו, פיתחו החוקרים מודל מסוג סילפי (Selfie) הקלטה של פעילויות בכיתה או מחוץ לכיתה) המיועדים להקלטה, הצגה, רפלקציה, דיון, ניתוח והערכה של פעילויות בכיתה או מחוץ לכיתה, 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 סילפי, נעזרו החוקרים 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 הניסוי הפיילוט שנערך, זיהו החוקרים מאפיינים שונים של כלי ה- Iris-Connect המאפשרים יישום קל יותר של מודל סילפי. יתרה מכך, 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 סילפי 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, אשר למדו את הקורס "שימוש בכלים דיגיטליים" בשנה ראשונה ואת הקורס "דידקטיקה של המתמטיקה" ו"מודלים פדגוגיים ממוחשבים בהוראה ולמידה של מתמטיקה" בשנה שניה. קורסים אלו מעניקים להם בסיס איך לשילוב כלים דיגיטליים בתכנון ויישום פעילויות מתוקשבות כחלק מהוראת המתמטיקה שלהם. 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 הפדגוגי-תוכני-טכנולוגי (TPACK) של פרחי הוראה למתמטיקה. במחקר זה ננסה להבין כיצד רפלקציה -מבוססת וידאו דיגיטלי תורמת לפיתוח הידע פדגוגי-תוכני-טכנולוגי בקרב פרחי ההוראה, וכיצד תהליך זה מתרחש בפועל.

המחקר מתמקד בשני היבטים מרכזיים: שימוש ברפלקציה מבוססת וידאו דיגיטלי והשפעתו על הידע הפדגוגי-תוכני-טכנולוגי(TPACK) של פרחי הוראה למתמטיקה, ומאפייני תהליך פיתוח הידע הפדגוגי-תוכני-טכנולוגי (TPACK) באמצעות רפלקציה מבוססת וידאו דיגיטלי. להלן השאלות:

1. האם שימוש פרחי הוראה ברפלקציה מבוססת וידאו דיגיטלי מפתח את הידע הפדגוגי תוכני טכנולוגי שלהם? באיזה מידה?
2. מה מאפיין תהליך פיתוח הידע הפדגוגי-תוכני-טכנולוגי 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, כאשר כל 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 בשני בתי ספר 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, התבקשו פרחי ההוראה 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**

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

**שלב א':** בשלב זה, בחרו פרחי ההוראה 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 (בצורת תשובות מרובות). התשובות עוצבו כך שתכלולנה תשובה נכונה אחת ושלוש תשובות שגויות המבוססות על טעויות נפוצות בהתאם לספרות המחקרית. לאחר מכן, ניתחו פרחי ההוראה את תוצאות המבדק וזיהו את סוגי הטעויות בכל תרגיל.

**שלב ב':** בשלב זה, השתמשו פרחי ההוראה בכלים דיגיטליים מתאימים, אותם הכינו 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, התייחסו פרחי ההוראה לטעויות והתפיסות 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:** ערכו המדריכים הפדגוגיים 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 שעמם התמודדו?
5. מהם 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 סילפי" (Selfie) שמשתמש בהקלטות תהליכי הוראה בכיתת המתמטיקה. כמקור נתונים שימש כלי ה-IRIS-Connect (ראה איור 1), אשר כלל את כל הקלטות הפעילויות עם התלמידים ואת תהליכי הרפלקציה של פרחי ההוראה .כלי ה- IRIS-Connectאפשר 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 פדגוגי תוכני טכנולוגי (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 לפי שאבלסון ועמיתיו (Shavelson et al., 2003). בסופו של דבר, תוכנית הכשרת פרחי הוראה הממוקדת על ידע טכנולוגי-פדגוגי-תוכני (TPCK) צריכה להכין אותם כך שירכשו *ידע* *אסטרטגי* להוראת מתמטיקה באמצעות טכנולוגיות כגון גיליונות אלקטרוניים כדוגמה לאחד הכלים הדיגיטליים.

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 סימבוליות, 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 ועם שיפוע, ושיפועוחתך ה-y. | התלמידים פותרים את השיפוע וקטע 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, וקטע 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 עם 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 פרחי ההוראה לגבי האופן שבו ההבחנות שלהם באמצעות הקלטות הווידאו סייעו להם בקידום הידע פדגוגי תוכני טכנולוגי. 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 השפיעו על מרכיבי ה-TPACK של פרחי ההוראה. באמצעות שלושה תחומי ידע הרלבנטיים לטכנולוגיה: ידע טכנולוגי (TK), ידע פדגוגי טכנולוגי (TPK) וידע תוכני טכנולוגי (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 עזרו 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 לשנות את ה- TK שלהם. |
| **ידע פדגוגי טכנולוגי (TPK)** | השפעה גדולה על ידע פדגוגי טכנולוגי (TPK) 90% מהמשתתפים (n=18/20) רשמו ואמרו כי ניתוח רפלקטיבי של קטעי וידאו עזרו להם לשפר את ה- TPK שלהם. | פרחי ההוראה השתמשו בניתוח וידאו אישי כדי לזהות את החוזקות והחולשות האישיות שלהם בידע פדגוגי טכנולוגי (TPK), וכתבו לעצמם תוכנית לשנות את ה- TPK שלהם. |
| **ידע תוכני טכנולוגי (TCK)** | השפעה גדולה על ידע תוכני טכנולוגי (TCK) 95% מהמשתתפים (n=19/20) רשמו ואמרו כי ניתוח רפלקטיבי של קטעי וידאו עזרו להם לשפר את ה- TCK שלהם. | פרחי ההוראה השתמשו בניתוח וידאו אישי כדי לזהות את החוזקות והחולשות האישיות שלהם בידע תוכני טכנולוגי (TCK), וכתבו לעצמם תוכנית לשנות את ה- TCK שלהם. |
| **ידע תוכני פדגוגי טכנולוגי (TPCK)** | השפעה גדולה על ידע תוכני פדגוגי טכנולוגי (TPCK) 100% מהמשתתפים (n=20/20) רשמו ואמרו כי ניתוח רפלקטיבי של קטעי וידאו עזרו להם לשפר את ה- TPCK שלהם. | פרחי ההוראה השתמשו בניתוח וידאו אישי כדי לזהות את החוזקות והחולשות האישיות שלהם בידע תוכני פדגוגי טכנולוגי (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 פדגוגי תוכני טכנולוגי בשיעורים שונים

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

**השפעה על ידע טכנולוגי TK**

כל פרחי ההוראה שהשתתפו במחקר ציינו שהם שיפרו את הידע הטכנולוגי שלהם (TK). המחקר הנוכחי מצא כי שימוש פרחי ההוראה ברפלקציה על הקלטות וידאו דיגיטלי אישי 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 אסטרטיגיות לשיפור הידע הטכנולוגי שלהם ורכשו הבנה מעמיקה יותר לאופן שבו הטכנולוגיה יכולה לשפר את איכות ההוראה שלהם בכיתה. כתבה אחת מפרחי ההוראה כתגובה לשאלת הרפלקציה: במידה והעברת אותו שיעור פעם אחרת מה תרצי לשנות? היא כתבה " *אני אשתמש באפליט של גאוגברה GeoGebra, אבל לא הייתה לי הזדמנות בגלל שלא מצאתי כלים טכנולוגיים מתאימים לשאלות שרציתי להציג*". כשרואיינה מלכה היא אמרה " *ניתוח הווידאו אפשר לי לבחור את הכלים הטכנולוגיים המתאימים לנושא אותו אני רוצה ללמד ולשלב אותם בצורה יעילה על ידי בחירת הכלי הטכנולוגי המתאים לצרכי המקצוע ולנושא שאלמד ומתאים 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 התבקשו פרחי ההוראה לתאר כיצד ניתוח רפלקטיבי אישי להקלטות וידאו דיגיטליות 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 ראשונה 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 כי הם נחשפו לכלים דיגיטליים חדשים והחלו להשתמש בהם במסגרת תהליך הרפלקציה. לדוגמה, הם התחילו להשתמש באייריס-קונקט להקלטת וידאו ולהערכת השיעורים שלהם.

**השפעה על ידע פדגוגי טכנולוגי TPK**

מרבית פרחי ההוראה (18 מתוך 20, 90%) ציינו שניתוח רפלקטיבי להקלטות וידאו סייע להם בקידום הידע הפדגוגי טכנולוגי (TPK) שלהם. הקטע הבא מייצג כיצד המשתתפים דיווחו על השפעת ניתוח רפלקטיבית להקלטות וידאו TPK שלהם: " *כשניתחתי את סרטון השיעור שלי, שמתי לב שהשימוש בטכנולוגיה תרם להגברת האינטראקציה וההשתתפות של התלמידים, שכן הוא תרם להשגה טובה יותר של יעדים פדגוגיים. במיוחד בשיעור השני שלי בנושא שטח התיבה; בשיעור הקודם השתמשתי בסרטון מקוון, אך כשמצאתי שזה לא תרם להשגת המטרה בחרתי באפלט גיאוגברה. הופתעתי לראות שהתלמידים היו אינטראקטיביים יותר. לכן, הסקתי מסקנה שהכלי כן היה מועיל יותר בהשוואה לכלי הקודם הסרטון*". סטודנטית זו מסבירה את האופן שבו השתמשה בשני כלים שונים ואיך עזרה לה רפלקציה אישית להקלטת וידאו שלה 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 הפדגוגי טכנולוגי שלהם, וכתוצאה מכך לתכנן שיעור המשלב כלי טכנולוגי אשר משפר את הפדגוגיה.

לאור אמירות פרחי ההוראה בקטגוריה השנייה לעיל על ידע פדגוגי-טכנולוגי (TPK) המתייחסת ליכולת לשלב טכנולוגיה בהוראה בצורה שמקדמת למידה. בהקשר זה, המשתתפים במחקר הצביעו על שלוש תמות: (1) שילוב טכנולוגיה בחלק 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 להקלטות הווידאו שלהם עזר להם לפתח את הידע תכני טכנולוגי. הקטע הבא מייצג את האופן שבו אחת פרחי ההוראה דיווחה על שינוי הידע טכנולוגי-תוכני שנגרם על-ידי רפלקציה על הקלטות הווידאו שלה: "*בשיעור ראשון, שמתי לב לאחר צפייה בהקלטת שיעור ראשון שיש תלמידים שלא הבינו את החוק למציאת שטח תיבה למרות שהראיתי לפניהם סרטון. במיוחד כשביקשתי מהם ליישם את החוק על ידי פתרון שאלה בנושא*.". ניתן לראות כי במהלך ניתוח רפלקטיבי להקלטת שיעור ראשון שלה, היא שמה לב שהבחירה בטכנולוגיה שלה לא עזר לתלמידים ליישם את הנלמד. בהתבסס על ניתוח רפלקטיבי אישי זה, היא חקרה וחיפשה כלי טכנולוגי חילופי (למשל, גיאוגברה) שאמורה לשפר יישום הנלמד. אותה סטודנטית כתבה בניתוח הקלטה דיגיטלית לשיעור שני את הבא: "*התלמידים השתמשו בעכבר בכדי לגרור ולשחרר קודוקודים על-מנת לצור תיבה מסוימת, הם שינו את אורכי הצלעות וגררו למקונות שונים, הם ראו בעיניים כיצד שינוי אורך הצלעות משפיע על שטח התיבה. התלמידים היו אינטראקטיביים מאוד עם הגיאוגברה*". לאור הדיווחים של המשתתפים ברפלקציות על הקלטות שיעוריהם, ניתן להסיק שהשימוש בניתוח רפלקטיבי להקלטות וידאו אישית מספקת לפרחי הוראה הזדמנות לקדם את הידע התכני טכנולוגי מצד אחד, ומצד שני להעריך באופן ביקורתי את הקשר בין הידע הטכנולוגי (TK) לבין הידע התכני (CK) בהקשר שיעור מסוים במתמטיקה.

לאור אמירות פרחי ההוראה בקטיגוריה השניה 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 פדגוגי תוכני טכנולוגי TPACK**

לאור כל האמור בסעיפים קודמים, ניתן לראות כי כל פרחי ההוראה שהשתתפו במחקר דיווחו שניתוח רפלקטיבי להקלטות וידאו אישיות סייעו 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, , TPK, TCK ו-TK). העדויות על קידם הידע הטכנולוגי-פדגוגי-תכני TPACK של המשתתפים חוזקו גם באמצעות ראיונות עם פרחי הוראה לאחר סיום ההתנסות מעשית. בהתבסס על התוצאות משאלות הרפלקציה האחרונה של פרחי ההוראה, כל המשתתפים ציינו שרפלקציה להקלטות הוידאו שלהם עזרו להם לשלב בצורה מיטבית את הטכנולוגיה בהוראה שלהם.

לאור אמירות פרחי ההוראה בקטיגוריה השניה לעיל על ידע פדגוגי-טכנולוגי-תוכני (TPCK) 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 הטכנולוגיה לשיפור ביצועים בכיתה: המשתתפים ציינו כי שילוב של ידע טכנולוגי, פדגוגי ותוכני עזר להם לשפר את תהליכי הוראה/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 פדגוגי תוכני טכנולוגי TPACK**

בעקבות ראיון עם פרחי הוראה שהשתתפו במחקר אשר בחן את תרומת הרפלקציה המבוססת וידאו להתפתחותם הטכנולוגית, הם ציינו חמשה שלבים בשימוש באפלטים בגיאוגברה כדוגמה לאחד הכלים הטכנולוגיים המוצגות בתרשים 2 שיפורטו להלן:

תרשים 2: שלבי שימוש בטכנולוגיה (Rogers, 1995)

1. *זיהוי:* בשיעור ראשון נורה זיהתה את האפשרויות של גיאוגברה אך לעיתים רחוקות חושבת על שילובו בהוראה. היא רואה בגיאוגברה בעיקר ככלי פשוט ללמידת מתמטיקה. היא אמרה: " בדרך-כלל *אני נעזרת בגיאוגברה כדי להציג גרפים של פונקציות, אך איני משתמשת בו כדי לעזור לתלמידים להבין את מושג הפונקציה* "*.*
2. *קבלה:* בשיעור ראשוןאמינה הייתה מתנסה ביכולות שונות של גיאוגברה אך לא באופן עקבי בהוראה. היא אמרה "*הייתי משתמשת בגיאוגברה כדי ליצור תרגילים לתלמידים, אך איני משתמשת בה כדי לעזור להם לפתור בעיות.".*
3. *התאמה:* סואר מנסה אפשרויות שונות לשילוב גיאוגברה בהוראה - אך במקרה הטוב, במסגרת ההוראה מול התלמידים, נותנת להם תרגול וחזרה על רעיונות באמצעות גיאוגברה. סואר ציינה " *נעזרתי בגיאוגברה 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 גיאוגברה, מסוגלת לנהל את הכיתה עם דפי עבודה שמכווים את התלמידים בקפידה לרכישת הרעיונות המתמטיים והעבודה עם גיאוגברה. היא אמרה " אני נעזרת *בגיאוגברה כדי לסייע לתלמידים לחקור מושגים מתמטיים על ידי יצירת דגמים אינטראקטיביים*".
5. *ייזום:* אמינה הייתה מוכנה לשקול שימוש בגיאוגברה בדרכים מגוונות בבניית מושגים - מעודד תלמידים לחקור ולנסות באופן עצמאי, משלבת גיאוגברה בהערכת תלמידים. היא אמרה " *התחלתי סוף סוף לעודד את תלמידים לחקור ולנסות באופן עצמאי. לדוגמה, זה קרה כשהיה הנושא גובה במשולש. בחרתי באפלט שמראה רק את הגבהים הפנימיים. התאמתי את האפלט כך שיתייחס גם לגבהים חיצוניים במטרה שהתלמידים יסיקו מסקנות לכל הסוגים בכוחות עצמם. בנוסף הייתי משלב גיאוגברה 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 לקטעי וידאו דיגיטליים על פיתוח הידע הפדגוגי-תוכני-טכנולוגי (TPACK) של פרחי הוראה למתמטיקה. באופן ספציפי, נבחנה ההשפעה של ניתוח וידאו עצמי על פיתוח הידע הטכנולוגי (TK), הידע הפדגוגי-טכנולוגי (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 הוראה דיווחו כי צפייה וניתוח שיעורי מתמטיקה מצולמים תרמו בשיפור יכולתם לשלב טכנולוגיה באופן משמעותי בהוראה. הם ציינו שניתוח וידאו אישי היה בעל ערך רב בפיתוח הידע פדגוגי-תוכני טכנולוגי שלהם (TPACK), מכיוון שהוא אפשר להם לנתח וללמוד מקטעי הוראה אותנטיים שלהם שצולמו בווידאו. יתרה מכך, בראיון, הדגישו פרחי ההוראה 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 תוכני טוכנולוגי וידע TPACK (התאמת אפלט למטרות הוראה ספציפיות). ממצאים אלה מצביעים על כך שרפלקציה מבוססת וידאו עשויה לתרום לידע של מורים (McConnell et al., 2008) ולהתפתחות המקצועית שלהם (Gibbons & Farley, 2019).

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

בנוסף לאמור לעיל, פואנטדורה (Puentedura, 2006) הציג את מודל ה-SAMR אשר בוחן שינויים בחינוך, עקב השימוש בכלים דיגיטליים, כאשר שינויים אלו מתייחסים לשינוי בתפקיד של כלים דיגיטליים בהוראה. תפקידים אלו של טכנולוגיה הם: החלפה (Substitution), שיפור (Augmentation), שינוי (Modification), וכינון 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 אליהם. לכן, בנוסף להעשרת סוגי הידע השונים של מורות מתחילות, הרפלקציה המבוססת וידאו גם קידמה את השימוש שלהן בכלים טכנולוגיים בהוראת מתמטיקה.

**מסקנות**

המחקר הנוכחי מצביע על היתרון הייחודי של השימוש בסביבת הקלטות וידאו דיגיטליות בהכשרת מורים, שכן היא מספקת דוגמאות עשירות על סיטואציות פדגוגיות שונות ומאפשרת לפרחי הוראה לאמץ פרקטיקות רפלקטיביות. היתרון המיוחד של מערכת הכשרה זו טמון ביכולת שלה לשלב בין טכנולוגיה מתקדמת לפדגוגיה, ובכך לפתח ידע פדגוגי-תוכני-טכנולוגי (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 לצרכי התלמידים המשתנים.

בעידן הדיגיטלי הנוכחי, הכשרת מורים חייבת להתאים את עצמה לשינויים טכנולוגיים ופדגוגיים. השימוש בטכנולוגיה דיגיטלית, כמו כלי ה-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 צריך 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, הרפלקציה המבוססת 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 הפדגוגי-תוכני-טכנולוגי 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, יש למספר מגבלות במחקר הנוכחי. המדגם היה קטן ומורכב מפרחי הוראה ממוסד חינוכי יחיד, דבר שמגביל את הכללת הממצאים לכלל פרחי ההוראה. כמו כן, המחקר התמקד בתחום המתמטיקה 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

Loewenberg Ball, D., 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)

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

Fadde, P. J., Aud, S., & Gilbert, S. (2009). Incorporating a video-editing activity in a reflective teaching course for preservice teachers. *Action in teacher education, 31*(1), 75-86. https://doi.org/10.1080/01626620.2009.10463512

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. https://doi.org/10.5951/jresematheduc.39.4.0372

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>

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>

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>

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

Koehler, M. J., & Mishra, P. (2005). Teachers learning technology by design. Journal of Computing in Teacher Education, 21(3), 94–102.

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>

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

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>

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](https://doi.org/10.1016/s1479-3687%2803%2910001-6)

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.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. https://doi.org/10.2307/1175860

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>