

## נייר מדיניות

# הכשרה טכנו-פדגוגית בקרב פרחי הוראה ומורים בשנות ההוראה הראשונות: הדרך לטיפול מיומנויות האוריינות הדיגיטלית בישראל

מאת: ד"ר עביר ותד, מכללת אלקאסמי | ד"ר שירלי עצמון, משרד החינוך - מחוז תל אביב | ד"ר יצחק טרכטינגוט האוניברסיטה העברית, המכללה האקדמית הרצוג

מאי 2024

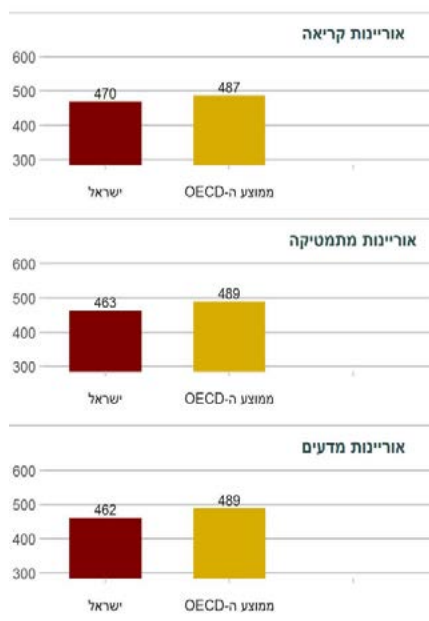
מסמך מדיניות זה מופנה אל מקבלי ההחלטות מהגורמים השונים במשרד החינוך, המוסדות האקדמיים המכשירים והמל"ג.

## רקע

הטכנולוגיה ממלאת תפקיד מרכזי בחיינו זה עשורים רבים, והעידן הדיגיטלי מציב אתגרים חדשים המחייבים התאמה במגוון תחומים, ובכללם במערכת החינוך (Voogt et al., 2013). מערכת החינוך נושאת באחריות לפתח ולטפח בוגרים ראויים שיובילו את המדינה בתחום הטכנולוגי (Tapscott, 2009; Trilling & Fadel, 2009). לפיכך, עליה לבסס ולהתאים תהליכי הוראה-למידה שיקנו למורים ולתלמידים את מיומנויות המאה ה-21, ובמיוחד אוריינות דיגיטלית, אוריינות טכנולוגית, ומיומנויות מידע ותקשורת (Eshet-Alkalai, 2004, 2012; Hadad et al., 2023). האוריינות הדיגיטלית היא חיונית במאה ה-21 בדיוק כמו ידיעת קרוא וכתוב במאות הקודמות, שכן היא פותחת בפני האדם את האפשרות לתפקד כהלכה ולתרום תרומה חיונית לכלכלת המדינה (גולדשמידט, 2020).

## התופעה הלא רצויה

מגוון מבחנים בין-לאומיים שנעשו בעשור האחרון מראים כי בכמה תחומי אוריינות רמתם של תלמידי ישראל נמוכה מהממוצע ב-OECD. כפי שיפורט להלן, מבחנים אלו נעשו באופן דיגיטלי, כך שייתכן שהפערים אינם נובעים מחוסר ידע במקצוע, אלא מפערים ביכולת הדיגיטלית. כך למשל, נתוני מבחן פיזה שנערך בשנת 2018 מעידים על פער בין הישגיהם של תלמידים בישראל לבין ממוצע ה-OECD באוריינות קריאה, מתמטיקה ומדעים (איור 1) (גולדשמידט, 2020; Pisa, 2018).



איור 1: הישגי תלמידי ישראל במבחני PISA 2018 בהשוואה למדינות ה-OECD

לפער זה ישנן השלכות עתידיות משמעותיות, בשל ההבנה כי קיים קשר הדוק בין המבחנים הבין-לאומיים לבין צמיחה כלכלית ופריון לאומי. יש מתאם מובהק בין הישגי המדינות במבחנים הבין-לאומיים בתחומי המתמטיקה, המדעים והקריאה לבין ההבדלים בשיעורי הצמיחה באותן המדינות. אף שמבחני פיזה אינם חזות הכול, הם מהווים אינדיקציה לכך שיש להתייחס למערכת החינוך כאל רכיב מהותי בחוסן הכלכלי של מדינת ישראל, בהווה ובעתיד.

בהתבוננות בעשור האחרון כולו עולה כי הפער בין ממוצע ה-OECD לבין ממוצע התלמידים הישראלים הולך ומצטמצם, אך בעיקר מפני שממוצע ה-OECD ירד, ולא מפני שיפור בהישגי התלמידים בישראל (Pisa, 2022).



איור 2: הישגי תלמידים במבחני PISA במהלך העשור 2012-2022 (Pisa, 2022).

חשוב להדגיש כי במבחני פיזה מתמודדים התלמידים עם סיטואציות שבהן הם נדרשים ליישם אורינות מתמטית בסביבה טכנולוגית כדי לפתור בעיות במגוון הקשרים מהעולם האמיתי (Pisa, 2022). ניתן לראות בתהליכים אלו את מיומנויות הליבה של האורינות המתמטית, דיגיטליות, מדעית וטכנולוגית מיושמות הלכה למעשה. בכך המבחנים בודקים מיומנויות בהקשרים שהתלמידים עשויים להתמודד עימם בחייהם כאזרחים בוגרים, ובעיקר את ההתמודדות עם טכנולוגיה כדי לבצע את המבחנים, ועל כן קיימת דאגה

מהירידה בהישגים. לפי דוח החינוך של ארגון ה-OECD, תלמידים ישראלים בני 15 דורגו מתחת לממוצע ה-OECD במיומנויות טכנולוגיות דוגמת שימוש בסימולציות ממוחשבות ופתרון בעיות דיגיטליות מורכבות בהקשר של סביבה טכנולוגית מאתגרת מבחינת שליטה במיומנויות אלה (OECD, 2022).

לא בכדי המונח אוריינות דיגיטלית (Digital literacy) מזכיר את הקונספט של ידיעת "קרוא וכתוב". כשם שאדם שאינו יודע לקרוא ולכתוב (Illiterate) יתקשה לבצע פעולות שגרתיות דוגמת מילוי טפסים, קריאת עיתונים או לימודים אקדמיים גבוהים, כך אדם שאינו בעל כישורי אוריינות דיגיטלית יתקשה להסתדר בעולם העבודה והעסקים של ימינו. אוריינות דיגיטלית מתוארת בספרות המחקר כאוסף של מיומנויות - בעיקר קוגניטיביות, חברתיות ורגשיות - שפיתוחן והשליטה בהן הם תנאי הכרחי לשימוש יעיל בטכנולוגיות בתהליכי למידה והוראה בבתי הספר ובמכללות הקשורות לתחום החינוך בכלל, ובמקצועות השפה בפרט (Eshet-Alkalai, 2004; Hadad et al., 2012; Hadad et al., 2023). עשת-אלקלעי הציע מסגרת מושגית המתארת את רכיבי האוריינות הדיגיטלית באמצעות שש מיומנויות קוגניטיביות וחברתיות-רגשיות: מיומנות תמונתית-חזותית, מיומנות שעתוק, מיומנות מסתעפת, מיומנות מידע, מיומנות חברתית-רגשית ומיומנות חשיבה בזמן אמת. הוא הצביע גם על החשיבות הקריטית שיש לשליטה במיומנויות אלו לתפקוד יעיל של לומדים ומלמדים בעידן הדיגיטלי (Eshet-Alkalai, 2004).

מבחינים הראו כי רמת המיומנות הדיגיטלית של תושבי ישראל נמוכה מזו המצופה במדינות מפותחות. במבחן PIAAC שנערך בשנת 2015 נמצא כי שיעור האוכלוסייה הבוגרת בישראל (גילאי 16-65) שרמת האוריינות הדיגיטלית שלהם נמוכה או מזערית עומד על 73%, לעומת ממוצע ה-OECD, העומד על 70%. כלומר, 3 מכל 4 מבוגרים הם בעלי אוריינות דיגיטלית נמוכה. במבחנים אלו נמצא גם כי הפער הדיגיטלי בישראל במבחן פתרון בעיות בסביבה מתקשבת הוא הגדול ביותר בקרב מדינות ה-OECD (דוח מבקר המדינה, 2021). בסקר שנערך ב-2019 נמצא כי יותר מ-10% מאוכלוסיית ישראל לא השתמשו כלל באינטרנט, ורק 50% מתלמידי בתי הספר בכיתות ה' עד י"א השתמשו במחשב לצורכי למידה והיבחנות (PIAAC, 2019). נראה כי ניסיונותיה של הממשלה לשפר מצב זה גם הם לא צלחו. ב-2019 רק 1% מבין 3.7 מיליון איש בישראל שהיו בגיל העבודה (20-64) השתתפו בתוכנית ממשלתית מודרכת להקניית אוריינות דיגיטלית, אף ששיעורם של אלו שרמת האוריינות הדיגיטלית שלהם נמוכה או מזערית בישראל היה גבוה בהרבה מאשר ממוצע ה-OECD. מסקנתו של הדוח הייתה שאוריינות דיגיטלית נדרשת בכל שכבות האוכלוסייה, ולכן על הממשלות להשקיע בפיתוחה ולקבוע יעדים מדידים לכך (דוח מבקר המדינה, 2021).

לסיכום, התופעה הלא רצויה שאנו מתארים היא הפגיעה בכלכלת ישראל עקב אוריינות דיגיטלית-טכנולוגית נמוכה של רבים מאזרחי המדינה.

## הגדרת הבעיה

לאור הנתונים הנ"ל אנו מבקשים לומר כי התופעה הלא רצויה של אוריינות דיגיטלית נמוכה נובעת מהכשרת מורים לא מספקת בנושא הטכנו-פדגוגיה. להלן נסביר בעיה זו, שפתרונה עשוי לדעתנו לצמצם את התופעה הבלתי רצויה של רמת מיומנויות וכישורים דיגיטליים נמוכים בקרב בוגרים של מערכת החינוך בישראל.

נראה כי לתהליך ההוראה חלק משמעותי בצמצום תופעה בלתי רצויה זו (בר-זוהר ואח', 2022). מערכת החינוך הממוסדת, בתי הספר וצוותי ההוראה ממלאים תפקיד מרכזי בהכנת התלמידים לחיים בעולם רווי טכנולוגיה, המאפיין את המהפכה הדיגיטלית ואת עידן המידע (בן עמרם, 2022), ולכן להכשרת המורים יש מקום חשוב בהנחלת נושא זה. צעירים שנולדו בעידן המידע נחשפים לטכנולוגיה מגיל צעיר. הם אינם מפתחים כשירויות דיגיטליות מורכבות באופן טבעי, אלא מעצם השימוש שלהם בטכנולוגיה. שימוש יומי-יומי באינטרנט, ולאחרונה גם באתרי הבינה המלאכותית, עשוי לתרום לצעירים לרכוש את המיומנויות הטכנולוגיות הנדרשות מהם בעולם העבודה (Fraillon et al., 2020). ככל שהמורים יכירו שיטות למידה טכנו-פדגוגיות ויאמנו את תלמידיהם בשימוש בהן, כך עשוי לגדול שיעור בעלי האוריינות הדיגיטלית הגבוהה בקרב האוכלוסייה (גולדשמידט, 2020).

מחקרים רבים מלמדים כי האוריינות הדיגיטלית של צוותי ההוראה עצמם היא **הגורם המשפיע ביותר** לפיתוח כשירויות דיגיטליות של תלמידיהם (ראו: Boeskens et al., 2020; Falloon, 2020). למרות זאת, נראה כי עדיין קיים פער בין ההכרה הבין-לאומית בחשיבות שיש לפיתוח כישורי אוריינות דיגיטלית של עובדי הוראה לבין העדיפות הנמוכה הניתנת לכישורים אלה בשדה החינוך. כך למשל, במחקר שהתפרסם בארצות הברית ב-2017 נמצא כי אף שמשרד החינוך האמריקאי וגופים אקדמיים שונים פרסמו סטנדרטים להכשרת פרחי הוראה לאוריינות דיגיטלית, נראה כי הם אינם מיושמים במכללות להכשרת מורים (Borthwick & Hansen, 2017). בישראל המצב אינו שונה, ואף חמור יותר (בר זוהר ואח', 2022).

בהתאם לכך, במחקר שנערך בישראל על ידי אבידב-אונגר ועמיר (2017), ובדק עמדות של 391 מורות לעברית כלפי שילוב טכנולוגיה בהוראתן, נמצא כי אף שהעמדות של מורות כלפי טכנולוגיה הן חיוביות, הן ממעטות להשתמש בה בפועל בתהליך ההוראה. מדד העמדות בחן את תפיסות המורות כלפי שילוב כלי התקשוב בהוראה, והוא נקבע באמצעות סולם הסכמה בן ארבע רמות. מאפייני משתנה זה מרוכזים בלוח 1 שלהלן.

**לוח 1: עמדות מורות כלפי השילוב של טכנולוגיה בתהליך ההוראה בפועל (N=391)**

היגדים	ממוצע	סטיית תקן
השימוש במחשב מייעל את העבודה	3.25	0.55
שילוב המחשב בהוראה מאפשר מתן מענה לסגנונות למידה שונים	3.26	0.61
שילוב המחשב בהוראה מאפשר מתן מענה לתחומי עניין מגוונים	3.29	0.62
באמצעות המחשב ניתן לפתח את חשיבתם של התלמידים	2.81	0.76
השימוש במחשב מפתח אצל התלמידים מיומנויות למידה (קריאה, כתיבה, מיזוג טקסטים, חיפוש מידע ועוד)	2.94	0.68
יתרונותיו של המחשב עולים על חסרונותיו	2.90	0.61
שילוב המחשב בלמידה תורם לקידום הישגי התלמידים	2.74	0.78
השימוש בטכנולוגיה בכיתה מקשה על העברת החומר ומאט את קצב הלמידה של התלמידים	3.07	0.80
עמדות כלפי כלי התקשוב בהוראה	3.03	0.46

ממוצע הערכים שהתקבלו עבור כלל הדגימה במדד הערכים הוא 3.03 (סטיית תקן 0.46). ממוצע זה מצביע על עמדות חיוביות למדי כלפי שימוש בכלי התקשוב.

מן המחקר עולה כי למרות העמדות החיוביות כלפי יישומים טכנו-פדגוגיים בהוראה, מורות כמעט שאינן עושות שימוש בכלים אלו בהוראה בכיתה. ממצא זה מדגיש את הפער בין תפיסות לבין פרקטיקות בנושא הטכנולוגיה. עם הסיבות שהמורים ציינו לשימוש בטכנולוגיה בהוראת תחום הדעת עברית נמנו גיוון (47%) יצירת עניין (32%), סקרנות (26%), התאמה למיומנויות המאה ה-21 (11%), וקרבה לעולמם של התלמידים (10%), אולם בתשובות אלה לא נמצאו תפיסות אשר קושרות בין שימוש בטכנולוגיה לבין קידום הוראת הכתיבה בפועל. מהמחקר הנוכחי עלה גם כי תפיסתם העצמית של מורים כבעלי מסוגלות עצמית ביחס לשימוש בכלי תקשוב בהוראה (ממוצע 3.17) עולה בקנה אחד עם העמדות החיוביות כלפי שימוש בכלי התקשוב (ממוצע 3.03), אולם אין בעמדות חיוביות אלה כדי להשפיע במישורן על שימוש בכלי תקשוב ליצירת תוכן בכתיבה בקרב המורים להוראת שפת אם. הפער בין התפיסות של המורים בעמדתם החיובית כלפי שימוש בכלי התקשוב לבין יישום מתמשך והטמעה של כלים אלו בתהליכי הוראה ולמידה הוא הבסיס לצורך בהכשרה אינטנסיבית לאורך זמן (אבידב-אונגר ועמיר, 2017).

ממצאים אלו מוכיחים כי בפועל המורים אינם מרבים להשתמש באמצעים טכנו-פדגוגיים, ובעקבות זאת אינם מנחילים לתלמידיהם אוריינות דיגיטלית. הם גם מחזקים את הצורך בהכשרה נרחבת ומעמיקה של המורים בנושא מיומנויות האוריינות הדיגיטלית. סקר משרד החינוך (2019) מראה כי רק 15% מהמורים עברו בחמש השנים האחרונות השתלמות ייעודית בתחום הטכנו-פדגוגיה, וזו אולי הסיבה לכך שאף שעמדות המורים חיוביות כלפי טכנולוגיה, הם אינם עושים בה שימוש בפועל בכיתה. זאת ועוד, רוב הכשרות המורים הקיימות הן קצרות מועד וממוקדות בכלים טכניים בלבד, ואינן כוללות פיתוח של תפיסה ומיומנויות לשילוב טכנו-פדגוגיה בפועל בתהליך ההוראה-למידה (דטל, 2023).

אשר לרמת המיומנויות והכישורים הדיגיטליים בקרב מורים ישראלים, לוח 2 מציג תהליכי פיתוח מקצועי בטכנו-פדגוגיה במחוז תל-אביב.

**לוח 2: תהליכי פיתוח מקצועי בטכנו-פדגוגיה במחוז תל-אביב, תש"ף-תשפ"ד**

הכשרה	תש"ף	תשפ"א	תשפ"ב	תשפ"ג	תשפ"ד	סה"כ
תוכנית התקשוב הלאומית בחטיבה העליונה - 4411	18	0	0	0	0	18
שילוב מדיה דיגיטלית במשחק ולמידה בגן - 2047	9	6	3	3	0	21
פיתוח תוכן דיגיטלי - 3529	5	7	6	6	0	24
ניהול כיתה עתירת טכנולוגיה - 2305	74	4	4	14	68	164
משימות אורייניות מתוקשבות - 4404	2	8	6	8	0	24
מערכת לניהול למידה - LMS 3527	0	4	5	4	0	13
למידה מרחוק - 512	6	446	3	0	0	455
טכנולוגיה לטיפול מיומנויות חשיבה מסדר גבוה - 4721	1	6	5	5	0	17
הובלת תהליכים פדגוגיים במאה 21 למנהלים וסגנים - 2141	2	7	5	0	0	14
בין אוריינות גנרית לדיסציפלינרית-הוראה מקוונת - 3540	1	1	2	10	5	19
אוריינות דיגיטלית בטכנולוגיות תקשורת - 4387	23	34	14	5	5	81
התאמת ההוראה בתקשוב ובמחשבים לחינוך המיוחד - 4403	8	3	1	2	2	16
בינה בכיתה	0	0	0	0	15	15
"הכיתה האינטראקטיבית": איחוד מול ייחוד, שלב א' - 4323	5	0	1	0	0	6
<b>סה"כ</b>	<b>154</b>	<b>526</b>	<b>55</b>	<b>57</b>	<b>95</b>	<b>887</b>

מן הלוח עולה כי מספר ההכשרות הגיע לשיאו כשנוצר צורך לתת מענה לתהליכי הוראה ולמידה בזמן הקורונה. הכשרה זו הייתה נקודתית למענה ספציפי, ולא נמשכה לאורך זמן (מתווה 512).

מתוך תהליכי הפיתוח המקצועי בטכנו-פדגוגיה שהתקיימו במחוז תל-אביב בשנים 2020-2022 עולה כי הפיתוח המקצועי במהלך השנים אינו מכשיר באופן שיטתי לאוריינות דיגיטלית. אומנם בעקבות אתגרי הקורונה ניתן מענה נקודתי להכשרות ללמידה מרחוק, אך לא הייתה תוכנית שיטתית להטמעת אוריינות טכנולוגית בקרב מורים. כיוון שהכשרת מורים היא המענה הטוב ביותר לשיפור אוריינות דיגיטלית בקרב תלמידים (גולדשמידט, 2020א), הרי על בסיס המסגרת התאורטית ואופן ההטמעה של מיומנויות טכנו-פדגוגיות ההכשרה צריכה להיות מתמדת, מתמשכת ומדויקת לצורכי המורים ולרמת הכשירות הטכנו-פדגוגית הנדרשת. עוד היא צריכה להיות בהתאמה לתלמידים ולארגון הלומד. יש לפתח מסוגלות מורים להטמיע פרקטיות טכנו-פדגוגיות המיטיבות תהליכי הוראה ולמידה.

יש כמה רכיבים הכרחיים לפיתוח הכשרה מקצועית אפקטיבית שתגביר את מודעות המורים ליתרונותיה של האוריינות הדיגיטלית ולהטמעתה בפועל בכיתה (שפירא-לישצ'ינסקי ואח', 2019). החוקרים סקרו 23 מחקרים שנעשו בנושא פיתוח של מורים בבתי ספר בהקשר טכנו-פדגוגי. פיתוח מקצועי הוגדר לצורך מחקר זה כלמידה של מורות המשפיעה על הדרך שבה הן מלמדות ומכוונות לשיפור הישגי התלמידים. על פי גישה זו, משתנים הקשורים לתרבות הארגונית של בית הספר עשויים להשפיע על היעילות של תהליכי פיתוח מקצועי. אף יותר ממשתנים הקשורים לתוכן התהליך עצמו (שפירא-לישצ'ינסקי ואח', 2019). דוגמה ללמידה מקצועית אפקטיבית ניתן למצוא במתווה 512 לשילוב מיומנויות טכנו-פדגוגיות בהכשרת עובדי הוראה בזמן הקורונה, אשר נמצא מהיר ויעיל והצליח להביא להטמעה מיטבית של הלמידה מרחוק בבתי הספר.

מחקר אחר מציג את רכיב המעורבות בלמידה (engagement) מצד מורות למדעים כרכיב משמעותי להצלחת למידה זו (Vivante & Vedder-Weiss, 2023). מעורבות זו נבדקה בצילומי וידאו, או בתצפית ישירה במורות בזמן ההשתלמות, ובניתוח של התנהגותן בפועל לאחר ההכשרה. ניתוח מעורבותן של המורות נבדק בשלושה היבטים: מנח גוף ותנועה, הבעות פנים, ודיבור בשיחה. ממצאי המחקר מראים כי כאשר הפעילות נסבה על דיונים ומשחקים מדעיים מידת המעורבות הייתה גדולה יותר מאשר בלמידה עיונית. ממצאים אלה מחזקים את הטענה ולפיה מעורבות בלמידה חייבת להיות חלק מהכשרת המורים כדי להטמיע תהליכים טכנו-פדגוגיים, בדגש על פרקטיקות המשפרות את ביצועי התלמידים.

המחקרים שהובאו לעיל יש בהם כדי להצביע על הדרכים להעלות את האפקטיביות בהכשרת פרחי הוראה ומורים לקידום של התלמידים במיומנויות הנדרשות ללמידה עצמאית, ובפיתוח כישורים דוגמת חשיבה ביקורתית, עבודת צוות ויצירתיות, שעדיין אינם מפותחים דיים. שימוש בדרכים אלו עשוי להגביר את המודעות של מורים לתפקידם כסוכני שינוי טכנו-פדגוגיים, ולהביא לרפורמה מקיפה בהכשרת פרחי הוראה, מורים ומורי מורים בנושאים טכנו-פדגוגיים לאורך מסלול הקריירה האישי והמקצועי בתקווה שזו, בתורה, תביא לחיזוק התשתיות הטכנולוגיות בבתי הספר.

לאור הנתונים הללו, הבעיה שהגדרנו היא הכשרה טכנו-פדגוגית בלתי מספקת בקרב פרחי הוראה ומורים בתחילת דרכם בכניסה להוראה. אומנם המורים מקבלים הכשרות טכנו-פדגוגיות מועטות בתהליך הכשרתם ובשנים הראשונות לכניסתם לעבודה, אך אין מדובר בהכשרות שיטתיות שיכולות להטמיע בהם את חשיבות הטכנולוגיה ולגרום להם להשתמש בה בפועל בתהליך ההוראה-למידה. הפער שנמצא בין עמדותיהם החיוביות של מורים כלפי הטכנולוגיה לבין אי השימוש בה בפועל בכיתה נובע, ככל הנראה, מהקושי שלהם להתמודד עם הטכנולוגיה ולשלב בפועל בתהליכי ההוראה. התוצאה היא שהתלמידים חשופים פחות לטכנולוגיה, והאוריינות הדיגיטלית שלהם אינה גבוהה. לכן השפעה על יכולת המורים להשתמש באפקטיביות באוריינות טכנו-פדגוגית עשויה לקדם את הישגי התלמידים.

## קהל יעד

קהל היעד שבחרנו להתערבות הרצויה לשיפור האוריינות הדיגיטלית הוא פרחי הוראה, משנה ג' של הלימודים ועד השנה השלישית לשילובם בהוראה.

השנים שבהן המורה נמצא ברצף הכשרה במוסד האקדמי ובליווי צוות פדגוגי מנחה בהמשך, ומעצב את דרכו בהוראה בפועל, הן התקופה האופטימלית להפנמת תהליכי הוראה ומודעות לשיטות חדשות בהוראה. תקופת ההכשרה להוראה ותחילת תקופת ההוראה בפועל הן חשובות לעיצוב דפוסי ההוראה של המורה ולהטמעת התנהגויות שימשו אותו בפועל במהלך כל שנות ההוראה. מדובר ברצף המתפרס בין תקופת ההכשרה והשילוב במוסדות המכשירים (שנה ג' בהכשרה), לבין תקופת הכניסה לבית הספר שבו הוא משמש כמורה בפועל. על כן אנו מתייחסים לאותו קהל יעד על פני רצף של ארבע שנים, שבעינינו הן קריטיות לעיצוב ולהתפתחות זהותו המקצועית בכלל, ובדגש על היותו סוכני שינוי בשילוב טכנולוגיה בהוראה בפרט.

## חלופות

אנו מציעים שלוש חלופות המכוונות להטמעת הטכנו-פדגוגיה בקרב פרחי הוראה ומורים בשנותיהם הראשונות, בשנות הרצף כאמור, מהשנה השלישית בהכשרה להוראה ועד השנה השלישית כמורים בפועל בבית הספר. חלופה א' מתמקדת בהכנסת המודעות לטכנו-פדגוגיה באמצעות סילבוסים ותוכניות למידה בהכשרה להוראה; חלופה ב' מתמקדת במנטורינג של רכזי תקשוב למורים במהלך שנת ההתמחות ובצעדיהם הראשונים כמורים, כדי שיטמיעו תהליכים טכנו-פדגוגיים בתהליכי ההוראה-למידה; חלופה ג' מתמקדת בפיתוח מקצועי שיטתי בנושא הטכנולוגיה של מורים בשנותיהם הראשונות בבית הספר. להלן נתאר בפירוט כל אחת מהחלופות על יתרונותיה וחסרונותיה, ונבחר בחלופה המומלצת.

## חלופה א': שילוב הוראה מבוססת טכנולוגיה בתוכנית הלימודים ובסילבוסים בהכשרת מורים

### מבצעי החלופה: המל"ג, ראשי המכללות

חלופה זו מתמקדת בהכשרה טכנולוגית במכללות להוראה באמצעות חיוב המרצים בשנה ג' להוראה לשלב בסילבוסים הוראה מבוססת טכנולוגיה - הן בתוכן, הן בתפיסה, הן במיומנויות. הסילבוסים מחויבים להיות בעלי זיקה לאוריינות דיגיטלית-טכנולוגית. המרצים יתבקשו להטמיע הוראה מבוססת טכנולוגיה בסילבוס של הקורס, לדוגמה הרצאות סינכרוניות וא-סינכרוניות, כלים דיגיטליים, מטלות ממוחשבות, הערכה ממוחשבת ועוד, ויכללו להיעזר בכך באנשי IT ובעזרה נוספת. הביטוי לכך יהיה במיומנויות ובכשירויות הטכנו-פדגוגיות שייכללו בסילבוס - הן באופן ישומי הן במטלות הנדרשות מהסטודנטים הלכה למעשה. העלאת המודעות בקרב המרצים תתבצע דרך פיתוח מקצועי ממוקד בן 6 ש"ש. נוסף על כך יידרש תגמול מסוים למרצים אשר הסילבוסים שלהם יראו רמה טכנו-פדגוגית גבוהה, אך אלו לא יהיו כולם. והתגמול יהיה ברמה של 1 ש"ש שנתית בלבד.

כל מכללה תקבע לעצמה את הרף הטכנו-פדגוגי הנדרש בסילבוסים. כחלק מהשגת המטרה של מודעות לטכנולוגיה בקרב הסטודנטים להוראה, רף זה יהיה גלוי לעיניהם של הסטודנטים, והם יוכלו לבדוק אם הסילבוסים המוגשים להם עומדים ביעד.

## הערכת החלופה

**עלות:** העלות נמוכה (8 מתוך 10). מדובר בחלופה שעלותה בסיסית, שכן מרביתה מורכבת מקביעת קריטריונים לרמה טכנו-פדגוגית של סילבוסים במכללה, העלאת מודעות המרצים לחשיבות שבהכנסת השפה הטכנולוגית לסילבוסים, ופיקוח על עמידה של הסילבוסים ברף המינימלי הנדרש.

**תועלת:** התועלת של חלופה זו בינונית (6 מתוך 10). הכנסת טכנו-פדגוגיה ברמה גבוהה לסילבוסים עשויה להשפיע על הסטודנטים ולהגביר את האוריינטציה והחשיבה הטכנולוגית שלהם. אך אין מדובר בהשפעה ישירה על התנהגותם בפועל, אלא רק בהכנסת תכנים ללימודים כדי שישפיעו עליהם. אם יתווספו לסילבוסים פעילויות טכנולוגיות והקניית מיומנויות טכנולוגיות בפועל דרך הקורסים, התועלת אמורה לעלות לבינונית-גבוהה (7 מתוך 10).

**ישימות פוליטית:** רמת הישימות של חלופה זו בינונית (5 מתוך 10). התפתחות הטכנולוגיה מעוררת במערכות החינוך חשיבה רבה בדבר חדשנות וקדמה, אך בה בעת מעוררת חרדה וחשש כי השימוש בטכנולוגיה ידרוש שדרוג של מערכות קיימות והיערכות מחדש בתחום ההוראה. במכללות מתנהל פולמוס בדבר כניסתה של בינה מלאכותית לשימוש נרחב בקרב ציבור הסטודנטים. לצד המצדדים בשימוש בה יש רבים המתנגדים לה ומנסים לדחות את הקץ. עקב כך צפוי כי גם חלופה זו תיתקל בקשיים ובהתנגדויות, לצד תמיכה בה וניסיונות לקדמה.

**טווח ישימות:** חלופה זו היא בעלת טווח ישימות בינוני (6 מתוך 10). אומנם היא מציעה פעולה פשוטה יחסית - הגברת משקלם של האלמנטים הטכנו-פדגוגיים בתוך הסילבוסים של הקורסים הנלמדים במכללות להוראה - אך עד שהמל"ג תאמץ החלטה בעניין, עד שמכללות שונות יאמצו את ההצעה ועד שהמודעות לה תוטמע בתודעתם של המורים והם יבצעו את השינוי בפועל, יחלפו, להערכתנו, שנתיים לפחות.

**השפעות חיצוניות:** לחלופה זו השפעות חיוביות גבוהות (8 מתוך 10). הכנסת טכנולוגיה לבתי הספר עשויה להוות יתרון בעבור חברות הייטק גדולות וגורמים לאומיים דוגמת הצבא ומשרדי הממשלה. עקב כך צפויה השפעה חיצונית חיובית באמצעות לחץ על המכללות להעלות את רמת הטכנו-פדגוגיה בלימודי ההוראה ולשלב טכנו-פדגוגיה בסילבוסים, הן באמצעות הצעות מימון של חברות פרטיות, הן באמצעות לחץ של משרדי ממשלה שונים על משרד החינוך ועל המכללות. בד בבד צפויה השפעה חיצונית שלילית של גורמים שמרניים מחוץ למכללות, אשר רואים בטכנולוגיה דבר שלילי וינסו למנוע את כניסתה למכללות. ההשפעה של גורמים אלו קטנה, ולכן ההשפעה החיצונית ככלל תהיה חיובית גבוהה.

## חלופה ב': מנטורינג

### מבצעי החלופה: משרד החינוך, מנהלי בתי הספר

חלופה זו מתמקדת בפעולה בשלב בית הספר, השלב שבו פרחי ההוראה יתחילו ללמד בפועל. ההצעה מבקשת להוסיף **רכזי תקשוב** הפועלים בבתי הספר תפקיד נוסף - מנטורינג של המורים החדשים, וליווי שלהם בתחום הטכנו-פדגוגי. רכזי התקשוב יתוגמלו על כך בשעות בודדות העומדות לרשות בית הספר, במסגרת הגפ"ן או במסגרת אחרת.

האישור לכך יינתן על ידי אגף התקשוב במשרד החינוך, והפעולה תיעשה באחריותם של מנהלי ומנהלות בתי הספר. רכזי התקשוב יתוגמלו הן באמצעות התוספת הכספית שתינתן להם בעבור המנטורינג, הן בכך שהמורים שהם יחנכו יהוו "שגרירי תקשוב" בכיתותיהם ובקרב קהל המורים האחרים, ויגבירו את המודעות לחשיבות הטכנולוגיה בתוך בתי הספר - מה שיקל בעתיד על עבודתם של הרכזים

## הערכת החלופה

**עלות:** עלות החלופה בינונית (5 מתוך 10). חלופה זו תדרוש מהמנהלים להשקיע שעות בודדות כתגמול לרכזי התקשוב. אומנם אין מדובר בעלויות גבוהות, אך ככל שהצורך יגדל הרי גם הסכום הכספי המושקע בכך יגדל. נוסף על כך, ייתכן שמשרד החינוך יבחר

1 בסעיף העלות, ככל שהעלות נמוכה יותר, כך הניקוד גבוה, שכן עלות נמוכה עשויה לעודד אימוץ מהיר יותר של החלופה. זאת בניגוד לסעיפים האחרים, שבהם ככל שהניקוד גבוה יותר, כך הניקוד גבוה יותר.

לתמרץ בתי ספר כדי שיוציאו לפועל את נושא המנטורינג, וכך העלות הכספית תהיה גבוהה יותר.

**תועלת:** התועלת שחלופה זו עשויה להביא תהיה בינונית-גבוהה (7 מתוך 10). הצמדת מנטור לכל אחד מן המורים עשויה להשפיע לטובה על אימוץ אלמנטים טכנו-פדגוגיים, הן בהוראה הן בהכנסתם לתהליך הלמידה של התלמידים. זהו ערוץ פעולה ישיר אל מול המורים, והוא מאפשר להם לחוות את הטכנולוגיה ולטעום מיתרונותיה. הדגש יהיה על הוראה המותאמת למגוון תלמידים באופן פרסונלי, שבה כל תלמיד מתקדם בקצב אישי לעבר יעדים אישיים, ומפתח מסוגלות של לומד עצמאי. השפעתו של המנטור תהיה רחבה יותר, וסביר שתשפיע על התרבות הארגונית של תהליכי הוראה-למידה בארגון הלומד. הציפייה היא שמספר הולך וגדל של עובדי הוראה ייקחו חלק בתהליך ההטמעה. עם זאת, מורים בעלי עמדה שלילית ראשונית כלפי טכנולוגיה, ו/או מורים שמרניים, עשויים להתרשם פחות מליווי של המנטור. בהיעדר הכשרה מקיפה בנושא הטכנו-פדגוגיה בתוך בית הספר (כפי שמציעה חלופה ג'), הם לא יפנימו את החשיבות של הטכנולוגיה, ויימנעו מלהכניסה לתוכנית הלימודים - למרות המנטור. לכן התועלת אינה מושלמת **רמת ישימות:** רמת הישימות של חלופה זו בינונית (5 מתוך 10). כפי שצינו בחלופה א', במקומות שונים יש יחס אוהד, ואף מתלהב, כלפי טכנולוגיה וקדמה, אך בה בעת בחלקים אחרים של האוכלוסייה קיימים דחייה וחשש מפניה. מקצוע ההוראה נחשב לשמרני באופן יחסי, וכך גם הסטינג בתוך בתי הספר. יש רבים שרוממות החדשנות בפיהם, אך בפועל הם אינם מיישמים אותה. לכן צפוי שהיוזמות הטכנולוגיות שיביא רכז התקשוב אל בית הספר ייתקלו בחששות, אך בה בעת נוכחותו הנחושה והמלווה עשויה לאפשר ליוזמות אלו להיכנס במידת מה. לכן הישימות בינונית בלבד.

**טווח ישימות:** חלופה זו היא בעלת טווח ישימות גבוה-קצר (9 מתוך 10). ביצוע החלופה אינו דורש קבלת החלטות ממוסדות או משרדים שונים, אלא רק הסכמה של משרד החינוך וביצוע של המנהל. עקב כך, מרגע שמשרד החינוך יאמץ את הרעיון ויוציא הודעה לבתי הספר, על אף התנגדותם האידיאולוגית של חלק מהמנהלים לנושא הטכנולוגי, צפוי כי במקום שהחלופה תיושם הדבר יקרה בטווח קצר יחסית של שבועות ספורים.

**השפעות חיצוניות:** לחלופה זו יהיו השפעות חיצוניות רבות, חלקן שליליות וחלקן חיוביות (5 מתוך 10). כיוון שחלופה זו מבוצעת בתוך בתי הספר, הרי כמגוון בתי הספר הקיימים בישראל כך גם מגוון התגובות ליוזמה. במקומות ליברליים הפתוחים לשינויים ולחדשנות היוזמה תתקבל בחיוב, ואילו במקומות שמרניים יותר היא תתקבל בשלילה. היות שבתי הספר מייצגים את כלל החברה הישראלית, גיוסו גורמים משפיעים משני צידי המתרחס כדי לקדם את היוזמה או להדוף אותה, בהתאם לדעתם. לכן צפוי שההשפעות יהיו חזקות, אך חלקן ישפיע לחיוב וחלקן לשלילה.

## חלופה ג': פיתוח מקצועי בתחום הטכנו-פדגוגיה בתוך בית הספר מבצעי החלופה: מנהלי בתי הספר, המורים עצמם

חלופה זו מתמקדת בהכנסת ההכשרה בתחום הטכנו-פדגוגיה אל תהליך ההכשרה שעוברים המורים במקביל לכניסתם להוראה בבית הספר. ההכשרה הטכנו-פדגוגית תוכנס לשנת הסטאז' שחובה על המורים לעבור בכניסתם לבית הספר, ותתפרס על פני כ-60 שעות. נוסף על כך, תחויב כניסת ההכשרה בתחום הטכנו-פדגוגיה גם לפיתוח המקצועי של המוסד, בהיקף של 10 שעות במשך שלוש שנים, שהן כשליש מכלל ההכשרה. אין מדובר בהכנסת קורס נוסף, אלא בשילוב רכיבים טכנו-פדגוגיים במבנה ההכשרה.

כיום ההכשרה בתחום הטכנו-פדגוגיה אינה קיימת באופן מחייב בתהליכי הפיתוח המקצועי, והכנסתה בהיקף של כשליש מכלל כל הכשרה מוסדית תחייב להוציא ממנה תכנים אחרים. לשם כך מומלץ להכניס את הטכנו-פדגוגיה כמודולה בתוך תהליך ההכשרה המקצועית המוסדית ומרכזי הפסג"ה (פיתוח סגלי הוראה), תחת הסעיף "פיתוח לומד עצמאי בטכנו-פדגוגיה". ניתן להסתמך על הצורך לאפשר למידה לאורך החיים (Life Long Learning), וכך לא ידרש להוסיף סעיפים חדשים, וניתן יהיה להסתמך על אלה הקיימים.

## הערכת החלופה

**עלות:** עלות חלופה זו היא נמוכה (8 מתוך 10). היא אינה דורשת תוספת תשלום למבצעי החלופה בפועל, שכן היא נעשית במסגרת תהליך הסטאז' או הפיתוח המקצועי בבתי הספר. אומנם יידרשו הכשרת מדריכים טכנו-פדגוגיים והתאמת ההכשרה לקהל היעד, אך מדובר בעלות נוספת זניחה בהשוואה לעלויותיהן של חלופות אחרות. זו הזדמנות להעלות את קרנם של רכזי התקשוב המובילים בבתי הספר בכל מחוז, ולחשוף הצלחות ויוזמות מתוך השדה החינוכי (ניתן להציע למידת עמיתים מהצלחות כחלק מ"צא ולמד" בתהליך ההכשרה-הטמעה).



עם זאת, יש חשש שהכנסת ההכשרה הטכנולוגית תדחק החוצה הכשרות נצרכות אחרות, מה שיעלה את הצורך לממן אותן וידרוש עלויות נוספות. אך כאמור, מדובר בעלויות נמוכות יחסית, ולא תהיה להן השפעה משמעותית על יישומה של החלופה.

**תועלת:** תועלתה של חלופה זו גבוהה מאוד (10 מתוך 10). החלופה מאפשרת למורה עצמו לקבל הכשרה ישירה בתכנים בתחום הטכנו-פדגוגיה. מדובר בהכשרות שהוא מחויב אליהן, נוכח בהן בוודאות, ובכך הוא מהווה קהל שבוי להחדרת התודעה והתפיסה הטכנולוגית, ודרכו - להחדרתן בקרב כלל מורי בית הספר. ניצול ההכשרות הללו להגברת המודעות הטכנולוגית והטכנו-פדגוגית מאפשר למורה להפנים ערכים טכנולוגיים, ללמוד לעומק כיצד עושים זאת, ולחזור לכיתה ולחדר המורים עם ידע ומוכנות, כשהוא מגויס להפיץ את "הבשורה" בקרב שאר אנשי צוות בית הספר. לכן נראה שרמת התועלת במקרה זה תהיה גבוהה.

**רמת ישימות:** רמת הישימות של חלופה זו בינונית (5 מתוך 10). כפי שמצוין בחלופות הקודמות, יש מקומות המתייחסים בחיוב לטכנולוגיה, ולצידם מקומות המתייחסים אליה בשלילה. כאמור, מקצוע ההוראה נחשב שמרני באופן יחסי, וכך גם הסטינג בתוך בתי הספר. בתי ספר רבים מתקשים להכניס חדשנות וטכנולוגיה גם כאשר הסיסמאות הרשמיות מצדדות בכך. לכן צפוי שההכשרה הטכנולוגית שתינתן בתהליך ההכשרה של המורה תיתקל בחששות ובהתנגדות במקומות מסוימים, אך בה בעת, נחישות של מנהל בית הספר והפיקוח הכולל עשויה לאפשר ליוזמות אלו להיכנס במידת מה. לכן הישימות בינונית בלבד.

**טווח ישימות:** חלופה זו היא בעלת טווח ישימות בינוני-גבוה (7 מתוך 10). בדומה לחלופה ב' (מנטורינג בתוך בתי הספר), גם כאן ביצוע החלופה אינו דורש קבלת החלטות במוסדות או במשרדים שונים, אלא רק הסכמה של משרד החינוך וביצוע של המנהל והמורים. עקב כך, מרגע שמשרד החינוך יאמץ את הרעיון ויוציא הודעה לבתי הספר, צפוי כי במקום שבו החלופה תיושם הדבר יקרה בטווח קצר יחסית של שבועות ספורים. עם זאת, בניגוד למנטורינג, בחלופה זו מדובר בבניית תוכנית הכשרה טכנולוגית, בהחלפת חומרים ובפיתוח חומרים חדשים, לכן הטווח עשוי להיות ארוך יותר מזה של חלופה ב'.

**השפעות חיצוניות:** לחלופה זו יהיו השפעות חיצוניות חזקות, חלקן שליליות וחלקן חיוביות (5 מתוך 10). בדומה לחלופה ב', גם חלופה זו מבוצעת בתוך בתי הספר, ולכן כמגוון בתי הספר הקיימים בישראל כך גם מגוון הדעות שהיוזמה תיתקל בהן. במקומות ליברליים הפתוחים לשינויים ולחדשנות היא תתקבל בחיוב, ואילו במקומות שמרניים יותר היא תתקבל בשלילה. היות שבתי הספר מייצגים את כלל החברה הישראלית, גיוסו גורמים משפיעים משני צידי המתרחס כדי לקדם או למנוע אותה, בהתאם לדעתם. לכן צפוי שההשפעות יהיו חזקות, חלקן לחיוב וחלקן לשלילה.

## הערכת חלופות

חלופה ג' הכשרה טכנו-פדגוגית בביה"ס	חלופה ב' מנטורינג	חלופה א' סילבוסים טכנולוגיים	משקל הקריטריון מכלל תהליך ההערכה	עלות
8 (2.4)	5 (1.5)	8 (2.4)	30%	עלות
10 (3)	7 (2.1)	6/7 (1.95)	30%	תועלת
5 (1)	5 (1)	5 (1)	20%	רמת ישימות
7 (0.7)	9 (0.9)	6 (0.6)	10%	טווח ישימות
5 (0.5)	5 (0.5)	8 (0.8)	10%	השפעות חיצוניות
<b>7 (7.6)</b>	<b>6.2 (6)</b>	<b>6.6 (6.75)</b>		<b>ציון ממוצע לחלופה</b>

## החלופה המומלצת

אנו ממליצים על חלופה ג' - הכנסת הכשרות בתחום הטכנו-פדגוגיה לתוך הסטאז' ותוכנית הפיתוח המקצועי בתוך בית הספר, זאת בשל העלות הנמוכה, ובעיקר בגלל התועלת הגבוהה שחלופה זו עשויה להביא. בשקלול כל הקריטריונים חלופה זו מקבלת את הציון הגבוה ביותר, ולכן אנו ממליצים על יישומה. חלופה זו נתמכת במחקר על תרומתן של מעורבות המורים ושל התרבות הארגונית לאפקטיביות ההכשרה.

## מקורות

- אבידב-אונגר, א' ועמיר, ע' (2017). **מה מעכב את שילוב הטכנולוגיה בהוראה? המחסום הדיסציפלינרי: המקרה של הוראת שפת אם**. בתוך י' עשת-אלקלעי, א' בלאו, א' כספי, ש' אתגר, נ' גרי, י' קלמן, ו' זילבר-ורוד (עורכים), **ספר הכנס השלושה-עשר לחקר חדשנות וטכנולוגיות למידה ע"ש צ"ייס: האדם הלומד בעידן הטכנולוגי** (עמ' 3-12). האוניברסיטה הפתוחה. [https://www.openu.ac.il/innovation/chais2018/e2\\_3.pdf](https://www.openu.ac.il/innovation/chais2018/e2_3.pdf)
- בן עמרם, ס' (2022). **אוריינות דיגיטלית: סקירת הצעות שהוגשו ללשכת המדען הראשי, משרד החינוך**. <https://meyda.education.gov.il/files/LishcatMadaan/Ogdanim/digital-literacy.pdf>
- בר-זוהר, ב', יוספסברג בן-יהושע, ל' ואבידב-אונגר, א' (2022). **מידה, הערכה ופיתוח מקצועי דיגיטלי של מיומנויות דיגיטליות בחינוך לפי תשתית הנציבות האירופית (DigCompEdu)**. מכון מופ"ת.
- גולדשמידט, ר' (2020א). **הפער הדיגיטלי ויישום המדיניות הממשלתית לצמצומו**. מרכז המחקר והמידע של הכנסת.
- גולדשמידט, ר' (2020ב). **השימוש בטכנולוגיות זיהוי מתקדמות במרחב הציבורי**. מרכז המחקר והמידע של הכנסת.
- דטל, ל' (2023, 12 בספטמבר). **דוח החינוך של OECD מציג את הבעיות שבישראל בוחרים שלא לפתור**. *TheMarker*. <https://www.themarker.com/news/2023-09-12/ty-article/.premium/0000018a-887f-d063-a18e-f97fe1f20000>
- מבקר המדינה (2021). **הקניית אוריינות דיגיטלית לאורך החיים**. בתוך **דוח מבקר המדינה** (עמ' 235-301).
- משרד החינוך (2019). **סקר השתלמויות מורים בנושא מיומנויות דיגיטליות**. האגף לתקשוב, טכנולוגיה ומערכות מידע.
- שפירא לישיצ'ינסקי, א', בן אוליאל, פ', שכטר, ח' וקליין, י' (2019). **מחקר משולב לפיתוח מדד לבחינת התרבות האקולוגית הבית ספרית לשימור מורים חדשים**. משרד החינוך ואוניברסיטת בר-אילן. <https://meyda.education.gov.il/files/LishcatMadaan/ecologyFINALREPORT.pdf>
- Boeskens, L., Nusche, D., & Yurita, M. (2020). *Policies to support teachers' continuing professional learning: A conceptual framework and mapping of OECD data*. OECD Education Working Papers No. 235. OECD Publishing.
- Borthwick, A. C., & Hansen, R. (2017). Digital literacy in teacher education: Are teacher educators competent? *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 33(2), 46–48. <https://doi.org/10.1080/21532974.2017.1291249>
- Eshet-Alkalai, Y. (2004). Digital literacy: A conceptual framework for survival skills in the digital era. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 13(1), 93–107.
- Eshet-Alkalai, Y. (2012). Thinking in the digital era: A revised model for digital literacy. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 9(2), 267–276. <https://doi.org/10.28945/1621>
- Falloon, G. (2020). From digital literacy to digital competence: The teacher digital competency (TDC) framework. *Educational Technology Research and Development*, 68(5), 2449–2472. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09767-4>
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T., & Duckworth, D. (2020). *Preparing for life in a digital world: IEA international computer and information literacy study 2018 international report*. Springer Nature.
- Hadad, S., Watted, A., & Blau, I. (2023). Cultural background in digital literacy of elementary and middle school students: Self appraisal versus actual performance. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(5), 1591–1606. <https://doi.org/10.1111/jcal.12820>
- Pisa, 2018: [https://meyda.education.gov.il/files/Rama/PISA\\_2018\\_Report.pdf](https://meyda.education.gov.il/files/Rama/PISA_2018_Report.pdf)
- Pisa, 2022: <https://meyda.education.gov.il/files/Rama/PISA-2022-technical-report.pdf>
- Tapscott, D. (2009). *Grown up digital: How the next generation is changing your world*. McGraw-Hill.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass.
- Vivante, I., & Vedder Weiss, D. (2023). Examining science teachers' engagement in professional development: A multimodal situated perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 60(7), 1401–1430. <https://doi.org/10.1002/tea.21836>
- Voogt, J., Erstad, O., Dede, C., & Mishra, P. (2013). Challenges to learning and schooling in the digital networked world of the 21st century. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(5), 403–413. <https://doi.org/10.1111/jcal.12029>