



הטמעת הבינה המלאכותית בחינוך בישראל:

ניתוח כלל-מערכתי והמלצות ליישום אחראי ואפקטיבי

הילה חדד-חמלניק

דצמבר 2025
תמוז תשפ"ה

הג'וינט 



להובלת שינוי מערכתי בחברה הישראלית
במסגרת ג'וינט-אלכא

**המסמך נכתב במסגרת מלגת עמית ע"ש ד"ר יוסי בכר,
להובלת שינוי מערכתי בישראל בתחום "הטמעת בינה מלאכותית
במערכת החינוך בישראל".**

מלגת בכר, ג'וינט אלכא
אליעזר קפלן 9, גבעת רם ירושלים
<https://bachar-fellowship.org>
fellow-bachar@jdc.org
ירושלים | תמוז תשפ"ה | דצמבר 2025

עריכת לשון: ציפי יבין ואור הרמן
ניהול אומנותי ועיצוב: Alfabees Creative Studio

מערכת החינוך בישראל עומדת בפתחה של מהפכה עמוקה – מהפכת הבינה המלאכותית. בעבר נדרשה הסתגלות מדורגת לשינויים דיגיטליים וטכנולוגיים, ואילו עידן הבינה המלאכותית מייצר שינוי מסוג חדש ומרחיק לכת: שינוי שאינו רק טכנולוגי, אלא מערכתי, פדגוגי, מוסרי ותרבותי. במסמך זה נטען כי השפעות הבינה המלאכותית על מערכת החינוך אינן מסתכמות בשילוב של כלים חדשניים בכיתה, אלא מחייבות מחודשת על מטרות החינוך, על תפקיד המורה ומבנה המערכת, ועל צמצום פערים בין קבוצות שונות בחברה הישראלית.

הבינה המלאכותית מתוארת בפרק הרקע של המסמך כגל צונמי שקט, שמתחיל בהתלהבות ובהתנסות, אך במהרה מכה בעוצמה ומטלטל את המערכת כולה. השאלה האמיתית היא כיצד מערכת החינוך תתמודד עם השינוי הזה: האם תאפשר לגל הזה לעצב אותה ללא הכוונה, או שתוביל תהליך מושכל, אתי ומבוקר המבקש להפיק את המרב מההזדמנויות שהוא מביא עימו ולצמצם את סיכונים.

המסמך נכתב במסגרת עבודתי כעמיתת מלגת בכר בג'וינט אלקא, להנצחתו של יוסי בכר ז"ל, במטרה להציע תשתית ידע עמוקה שתשמש קובעי מדיניות, מנהלי מערכת, שותפים בחברה האזרחית ואנשי חינוך כבסיס להמשך עבודה אסטרטגית ולפיתוח תוכנית פעולה כוללת. המסמך אינו מציע פתרונות נחרצים, אך הוא מבקש לשרטט את קווי המתאר הראשוניים להבנת גודל האתגר, מורכבותו וההזדמנות הטמונה בו.

גישת העבודה ומבנה המסמך

המסמך נבנה מתוך הנחה כי שינוי משמעותי במערכת החינוך מחייב תשתית רעיונית רחבה, ניתוח של מבנה השדה ושל יחסי הכוחות בו, והתבוננות ממוקדת על השחקנים המרכזיים הפועלים בתוכו. בהסתמך על כך נבחר מבנה בן ארבעה פרקים, שכל אחד מהם נכתב כיחידה עצמאית, אך משתלב גם במארג מושגי אחד:

- **פרק 1** מציג את הרקע הגלובלי והעקרוני של מהפכת הבינה המלאכותית, ומשרטט את ההשפעות המיידיות וארוכות הטווח שלה על מערכות חינוך בעולם.
- **פרק 2** עוסק במיפוי מערכת החינוך הישראלית ובניתוח מבנה השדה והשחקנים המרכזיים בו, תוך עיון ביקורתי בתפקידים, באחריות ובקשרים ביניהם.
- **פרק 3** מתמקד במורה כשחקן מפתח בעיצוב הדור הבא, וכמי שתפקידו המקצועי מצוי בעיצומה של הגדרה מחדש בעידן של בינה מלאכותית.
- **פרק 4** בוחן את החברה הישראלית דרך עדשה מגזרית: כיצד ניתן לקדם מדיניות מותאמת למגוון חברתי והתרבותי במדינה מבלי לוותר על שוויון הזדמנויות.

עיקרי הדברים בכל פרק

פרק 1: מהפכת הבינה המלאכותית והשלכותיה על החינוך

פרק זה פורש את המסגרת הרעיונית שבה נכתבה העבודה. הוא מציג את הבינה המלאכותית כתשתית טכנולוגית-חברתית משבשת, שמחייבת שינוי כולל באופני ההוראה, ההערכה והלמידה. הוא סוקר מדינות שפיתחו מדיניות פרואקטיבית לאור האתגרים שעומדים בפניהן, ומציע שישראל תבחר בנתיב של חשיבה מערכתית מוקדמת ולא של תגובה מאוחרת.

פרק 2: מיפוי מערכת החינוך והשחקנים המרכזיים בתוכה

מוצגת כאן מערכת מבוזרת ומרובת-שחקנים, שבה יחסי הגומלין בין משרד החינוך, רשתות, רשויות, עמותות ומוסדות חינוך אינם תמיד מתואמים. המסקנה המרכזית היא הצורך בהובלה מתכללת, בהבנת מגבלות השדה וביכולת ליצור מפת דרכים מותאמת לארגון כה מורכב.

פרק 3: תפקיד המורה בעידן הבינה המלאכותית

הפרק עוסק במתח שבין תחושת האיום שחווים מורים לנוכח הכלים החדשים לבין הפוטנציאל שלהם להפוך למובילי שינוי פדגוגי. מוצע כאן מודל הכשרה תלת-שלבי למורים, הכולל היכרות עם כלים, תרגום פדגוגי מעשי, ודיון זהותי-ערכי מתמשך. ההשקעה במורה מוצגת כנקודת מפתח להצלחה כוללת.

פרק 4: התאמות נדרשות לאוכלוסיות מגוונות במערכת החינוך

מודגש כי לא ניתן להחיל מודל אחיד על כלל המערכת. יש לפתח התאמות עבור מגזרים בעלי מאפיינים תרבותיים, לשוניים וטכנולוגיים שונים, מתוך רגישות ומתוך שותפות עם הקהילות עצמן. הפרק בוחן באופן מעמיק את החברה החרדית, החברה הערבית ואת קהילות הפריפריה וקורא למדיניות דיפרנציאלית ושוויונית.

סיכום

מסמך זה אינו רק תרגיל אנליטי אלא קריאה לפעולה. הוא נכתב מתוך אמונה שמערכת החינוך הישראלית מסוגלת להוביל את השינוי, בתנאי שתבין שמדובר לא רק בטכנולוגיה אלא בתפיסת עולם חדשה. השאלות המונחות לפתחנו נוגעות בליבת הזהות החינוכית: מהו תפקיד המורה בעידן של בינה מלאכותית? מה נותר בידי האדם כשהמכונה כבר "חושבת"? ואיך נוודא שערכי מוסר ומיומנויות של יצירתיות ואחריות ימשיכו לעמוד במרכז?

הבינה המלאכותית היא אתגר, אך גם הזדמנות. אם נפעל מתוך ראייה מערכתית, גמישות מחשבתית ואמונה ביכולותיהם של השחקנים הפועלים בשטח, נוכל להפוך את הגל המגיע לעברנו מאיום למנוף של שינוי. מערכת החינוך לא רק צריכה להיערך לעידן החדש היא צריכה לעצב אותו.

תוכן עניינים

מילות סיכום אישיות

כתיבת מסמך זה לוותה בתחושת שליחות עמוקה. האפשרות להתבונן על מערכת החינוך הישראלית בעיניים פדגוגיות, טכנולוגיות וערכיות כאחד, ולעשות זאת מתוך פרספקטיבה רחבה אך מחוברת לשטח – הייתה עבורי זכות גדולה.

ברצוני להודות מקרב לב לג'וינט אלכא, על התמיכה, הליווי והאמון לאורך כל שלבי התהליך; למשפחת בכר, שמורשתה והחזון שלה ניכרים גם בהכוננת המלגה וגם ברוח האדם שמאחוריה; ולחברי ועדת ההיגוי המלווים את המלגה, על השותפות האינטלקטואלית, הדיוק המחשבתי, וההזדמנות לעסוק בנושא כה קריטי דווקא בתקופה של שינוי מואץ ועתיד לא ודאי.

המסמך הוא תוצר של תהליך אישי וציבורי גם יחד, ואני מקווה שהוא ישמש נקודת פתיחה לשיח, להעמקה ולפעולה.

4	תקציר מנהלים
9	הקדמה מתודולוגית
10	פרק 1 – רקע כללי: מהפכת הבינה המלאכותית והשלכותיה על מערכת החינוך
11	מהפכת הבינה המלאכותית והשפעות גלובליות
12	השפעה על שוק העבודה והמיומנויות במאה ה־21
13	דחיפות היערכות של מערכת החינוך
13	הזדמנויות למידה מותאמת אישית
14	התייעלות וחדשנות פדגוגית
14	ניהול סיכונים ואתגרים אתיים
15	השוואה בינלאומית
24	נתונים, מיומנויות ופערים בעידן הבינה מלאכותית בחינוך
25	סיכום
29	פרק 2 – מיפוי מערכת החינוך ופירוט ניתוח לשחקנים השונים
30	מבוא
31	מטה משרד החינוך
34	מחוזות משרד החינוך
37	ראמ"ה – הרשות הארצית למדידה והערכה
40	רשויות מקומיות ומועצות אזוריות
45	רשתות חינוך
56	מוסדות אקדמיים להכשרת מורים
63	חברות טכנולוגיה (מגזר עסקי)
67	מורים וצוותי הוראה
70	מנהלי בתי ספר ומוסדות חינוך
77	קרנות פילנתרופיות ועמותות חינוך
79	מהפכת הבינה המלאכותית בחינוך: תיאום בין מגזרים כמפתח להצלחה
83	פרק 3 – תפקיד המורה בעידן הבינה המלאכותית: השלכות, תמורות והזדמנויות
85	תמורות בתפקיד המורה: ממעביר ידע למנחה, מנווט ומעצב למידה
87	השלכות על תנאי ההעסקה, מבנה התפקיד והסכמי שכר
89	התמודדות עם חששות המורים: אוטומציה ושחיקת התפקיד
91	מסגרת כוללת להכשרה ולפיתוח מקצועי של המורים
94	תפקיד מנהלי בתי הספר בהובלת השינוי
96	עקרונות מנחים לניהול השינוי בתפקיד המורה
100	פרק 4 – הטמעת בינה מלאכותית בהתאמה למגזרים השונים במערכת החינוך הישראלית
102	החינוך הממלכתי־עברי: אסטרטגיית חדשנות והובלה
103	החינוך הממלכתי־דתי: אסטרטגיית איזון וסינרגיה
104	החינוך החרדי: אסטרטגיית התאמה מכבדת ותועלת מעשית
106	החינוך הערבי: אסטרטגיית גישור פערים והעצמה
110	עקרונות מפתח להטמעה חוצת־מגזרים
114	סיכום ומבט לעתיד

הקדמה מתודולוגית

המסמך נכתב במסגרת פעילותי כעמיתת המלגה ע"ש יוסי בכר, המופעלת על ידי ג'וינט אלכא, גוף שמטרתו להוביל תהליכי שינוי אסטרטגיים ומערכתיים במדינת ישראל. מטרת המלגה בשנה זו היא לגבש תשתית רעיונית ומחקרית שתאפשר להתמודד עם אתגרי הבינה המלאכותית במערכת החינוך, לא רק באמצעות פתרונות טכנולוגיים, אלא בהתבסס על תפיסה חינוכית, אתית ומערכתית רחבה.

תהליך העבודה על המסמך נשען על שילוב בין תיאוריה לפרקטיקה, בין מחקר עומק לבין למידה מהשדה ובין ידע אקדמי לידע ארגוני. הוא כלל:

- סקירת ספרות בינלאומית על מדיניות חינוך בעידן הבינה המלאכותית ובחינה של דגמים ממדינות מתקדמות כדוגמת אסטוניה, סינגפור, סין וארצות הברית.
- לימוד של גישות ועמדות של גופים בינלאומיים כגון אונסק"ו, ה-OECD והאיחוד האירופי, כולל מסמכי מדיניות וקווים מנחים לשימוש אחראי בבינה מלאכותית בחינוך.
- ראיונות ושיחות עם שחקנים מרכזיים בשדה החינוכי בישראל – מנהלים, מורים, מפקחים, אנשי מטה, אנשי טכנולוגיה ויזמים חינוכיים – על מנת להבין את נקודת המבט המקומית והיישומית.
- ניתוח של דוחות כלכליים, דמוגרפיים וחברתיים בישראל.

המסמך מבקש לא רק לשרטט את תמונת המצב, אלא גם להציע דרך הסתכלות. לא עוד "תוספת" טכנולוגית למערכת קיימת, אלא קריאה לבחינה מחודשת של הנחות היסוד.

שלושה עקרונות ליוו את גיבוש המסמך:

1. אחריות ציבורית רחבה – השינוי הוא טכנולוגי אך גם ערכי. עלינו להבטיח ששילוב הבינה מלאכותית במערכת החינוך יתרום לחיזוק החוסן החברתי, הדמוקרטיה והשוויון, ולא יהפוך לכלי של הדרה או של פיקוח יתר.

2. התאמה למגוון חברתי-תרבותי – החברה הישראלית מתאפיינת ברביבות, קבוצות, זרמים, שפות ונרטיבים. מדיניות חינוך חכמה בעידן הבינה המלאכותית לא יכולה להיות אחידה – היא חייבת להכיר בשוני, לאפשר התאמות ולהבטיח שכל קהילה תוכל ליהנות מפירות הטכנולוגיה מבלי לחשוש לפגיעה בזהותה.

3. תפיסה מערכתית ארוכת טווח – הבינה המלאכותית מציבה אתגר שאין בו פתרונות מידיים או חד-פעמיים. היא דורשת מהמערכת לבנות יכולת הסתגלות מתמדת: ליישם, להעריך, לתקן, ללמוד ולהמשיך. ההשקעה היא תשתיתית – אבל גם תודעתית.

פרק 1 - רקע כללי

מהפכת הבינה המלאכותית והשלכותיה על מערכת החינוך

מהפכת הבינה המלאכותית והשפעות גלובליות

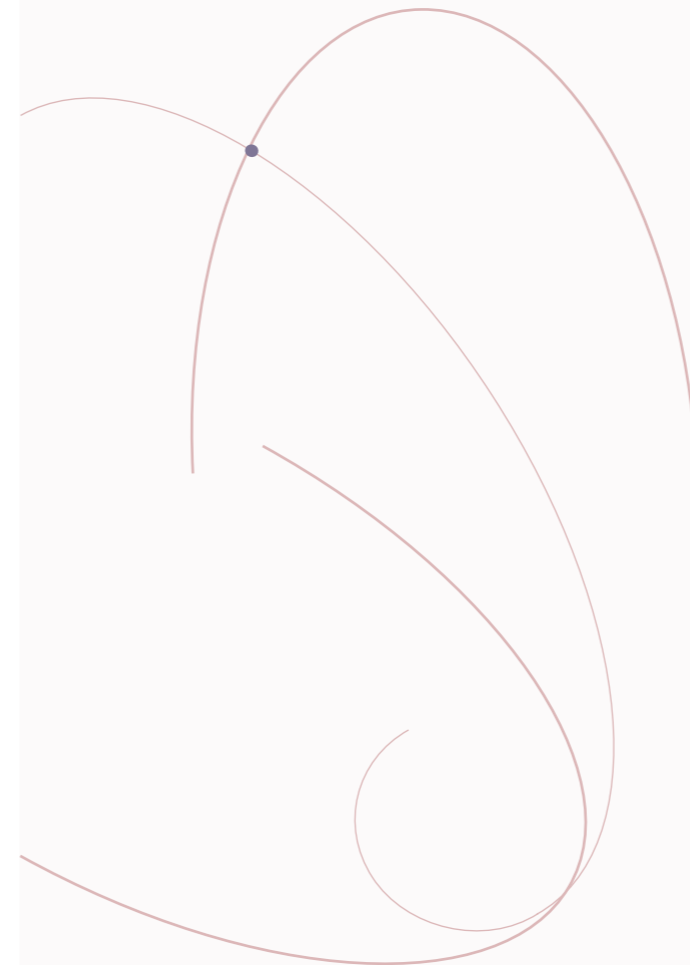
בינה מלאכותית הפכה מחזון מדעי לתופעה המשנה מציאות בקצב מואץ. הבינה המלאכותית משולבת כיום במגוון היבטים של חיי היום-יום, החל בטלפון החכם שבכיסנו, דרך כלי רכב בעלי יכולות נהיגה אוטונומית, וכלה באלגוריתמים הממליצים לנו על תכנים ומוצרים. בשנים האחרונות, ובפרט מאז סוף 2022, חלה קפיצה דרמטית בתחום בינה מלאכותית יוצרת יישומים כדוגמת ChatGPT ו-Claude. הם פרצו לתודעה הציבורית ברחבי העולם בזכות יכולתם לנהל אינטראקציה שיחתית, להפיק טקסטים, ליצור מוזיקה ואומנות דיגיטלית ולבצע משימות יצירתיות באופן אוטומטי. יכולות מרשימות אלו הדגימו לציבור ולמנהיגים עד כמה הבינה המלאכותית התקדמה, והדגישו את הפוטנציאל שלה לחולל שינוי עמוק בעסקים, בחברה ובחינוך.

אין זו הגזמה לתאר את הבינה המלאכותית כגל צונאמי המתקדם בעוצמה ובמהירות, שוטף יבשות שלמות של ידע, עבודה וחינוך, ומשאיר אחריו נוף תרבותי ותעסוקתי שונה לחלוטין. המדינות והחברות שיערכו לקראתו, ישרדו ואף ישגשו; אלה שיתעלמו ממנו או יתמהמהו בתגובתם, עלולות למצוא עצמן טובעות במים הסוערים של עידן חדש זה.

מבחינה כלכלית, מהפכת הבינה המלאכותית צפויה להיות מנוע צמיחה משמעותי. דו"ח עדכני של חברת הייעוץ מקינזי מעריך כי יישומי בינה מלאכותית מתקדמים (כגון מערכות בינה מלאכותית יוצרת) עשויים להוסיף לכלכלה העולמית סכום עתק של בין \$2.6 ל-\$4.4 טריליון מדי שנה. המשמעות היא הגדלה של 15%–40% בתפוקת המשק הגלובלית עקב הבינה המלאכותית, בהשוואה למצב כיום. תחומים רבים, מתעשיית הבנקאות ועד מדעי החיים, עתידים ליהנות משיפורי פריון בזכות הטמעת בינה מלאכותית וההשפעה כבר מורגשת גם ברמת חיינו היומיומיים. סקר בינלאומי שערכה חברת מקינזי מצא כי יותר מ-75% מהארגונים בעולם כבר משלבים כלי בינה מלאכותית לפחות באחד מתהליכי

פרק 1 - רקע כללי

מהפכת הבינה המלאכותית והשלכותיה על מערכת החינוך



העבודה שלהם – נתון הממחיש כיצד הטכנולוגיה הזו הופכת לסטנדרט חדש בתעשייה.

המרוץ לעליונות טכנולוגית בין מדינות מעולם לא היה מהיר ומכריע יותר. בעידן הבינה המלאכותית, היכולת לאמץ ולהטמיע טכנולוגיות מתקדמות הפכה למפתח בשמירה על ביטחון לאומי. מרוץ זה, שניתן לכנותו "מרוץ החימוש הטכנולוגי של המאה ה-21", מחייב התייחסות אסטרטגית ברמה הלאומית, ובכלל זה להשלכות מרחיקות לכת על מערכת החינוך.

השפעה על שוק העבודה והמיומנויות במאה ה-21

לצד הפוטנציאל הכלכלי הטמון בה, לבינה המלאכותית השלכות מרחיקות לכת על שוק העבודה ועל המיומנויות הנדרשות בעת הזו. ארגונים רבים מאמצים אוטומציה חכמה במגוון תפקידים, ומשימות שבעבר בוצעו ידנית מוחלפות בקוד ובאלגוריתמים. לפי הערכות מקינזי, הטכנולוגיות הקיימות כיום (לרבות בינה מלאכותית מתקדמת) מסוגלות לאוטומציה של 60%–70% מסך הפעולות שעובדים מבצעים במסגרת עבודתם. עלייה זו בהיקף האוטומציה הפוטנציאלית ביחס לעבר נזקפת לזכות יכולות חדשות בעיבוד שפה טבעית ונתונים מורכבים.

מפת התעסוקה: דו"ח Future of Jobs 2023 של הפורום הכלכלי העולמי צופה כי כמעט רבע מהמשרות בעולם ישתנו באופן מהותי בחמש השנים הקרובות. לפי סקר מעסיקים גלובלי, כ-69 מיליון משרות חדשות צפויות להיווצר עד 2027 בתחומים מבוקשים, לצד היעלמותן של כ-83 מיליון משרות קיימות בשל אוטומציה וקידמה טכנולוגית; ירידה של 14 מיליון משרות (כ-2% מכלל התעסוקה) נטו. במקביל, נוצרים תפקידים חדשים וביקוש למיומנויות חדשות: ביקוש גבוה צומח למומחי בינה מלאכותית ולמנתחי נתונים, אך גם למורים, יועצי למידה ומפתחי כישורים שילוו את ההון האנושי בעידן הדיגיטלי.

תמונת העתיד הזו מחדדת את הצורך בהכשרת כוח העבודה למיומנויות המאה ה-21. מעסיקים מדווחים כי פערי מיומנויות מהווים חסם מרכזי לאימוץ טכנולוגיות חדשות, וכי 60% מהעובדים בעולם יידרשו להכשרות משמעותיות מחדש (Reskilling) כבר עד 2027 כדי להסתגל לדרישות השוק. ואולם, רק למחצית מהעובדים כיום יש גישה להכשרות מתאימות. פער מעורר דאגה זה מדגיש את האחריות המשותפת של המגזר הציבורי והפרטי לסגירתו.

בעולם שבו מכוונות לומדות מבצעות מטלות שגרתיות, דווקא המיומנויות האנושיות הייחודיות צוברות ערך: חשיבה אנליטית, פתרון בעיות מורכבות, יצירתיות וחדשנות מוגדרות ככישורים החשובים ביותר לעובדים כיום ובעתיד הקרוב. למעשה, 48% מהמעסיקים מדרגים חשיבה אנליטית כמיומנות העליונה שיש לטפח, ו-43% מציינים חשיבה יצירתית כמיומנות מפתח, שיעורים גבוהים אף יותר מההכשרה לשימוש בכלי בינה

מלאכותית כשלעצמה. לפיכך, מערכות חינוך והכשרה מקצועית ניצבות בפני אתגר דחוף: להכין את בוגריהן לעולם עבודה דינמי שבו שילוב מיומנויות טכנולוגיות וקוגניטיביות הוא המפתח להצלחה.

דחיפות ההיערכות של מערכת החינוך

השינויים המהירים בזירה הכלכלית-טכנולוגית מעניקים הזדמנות וגם יוצרים אחריות כבדה למערכת החינוך. עבור מדינה כמו ישראל, שהתפתחותה הכלכלית נשענת במידה רבה על הון אנושי מיומן וחדשנות טכנולוגית, ההיערכות למהפכת הבינה המלאכותית בחינוך אינה עניין של בחירה אלא הכרח אסטרטגי. כפי שכבר צוין, המציאות החדשה דומה לצונאמי – היא מחייבת תגובה מיידית והיערכות מהירה שתאפשר למערכת החינוך לצלוח את השינוי. עם זאת, כמו לאחר צונאמי, נדרש גם תהליך ארוך טווח של התארגנות אסטרטגית להתאמת המערכת למציאות החדשה שתיווצר.

מדינות רבות כבר משקיעות משאבים בהטמעת בינה מלאכותית בבתי הספר, בהכשרת מורים ובהתאמת תוכניות לימודים, מתוך הבנה שהמזדרז להטמיע אותה ירכוש יתרון תחרותי. היערכות בלתי מספקת עלולה להוביל לפיגור בפיתוח כישורי העתיד של תלמידי ישראל ולאובדן היתרון היחסי של המשק הישראלי בזירה הגלובלית. הפורום הכלכלי העולמי מזהיר כי ללא פעולה יזומה, המהפכה הטכנולוגית עלולה להעמיק את חוסר הוודאות התעסוקתית; מאידך, "הבשורה הטובה היא שיש דרך ברורה לחיזוק החוסן: על ממשלות ועסקים להשקיע בחינוך, בהכשרה ובשדרוג מיומנויות כדי לשים את האנשים במרכז עתיד העבודה". במילים אחרות, מערכת חינוך המשלבת כלים וטכניקות של בינה מלאכותית יכולה להפוך את האתגר להזדמנות ולטפח דור שישלוט בטכנולוגיות החדשות במקום להידחק הצידה.

ישראל, הידועה כ"אומת הסטארט-אפ", נמצאת בעמדה ייחודית בהקשר זה. עם תעשיית היי-טק מפותחת ומערכת חינוך בעלת פוטנציאל להוביל שינוי, יש לה את היכולת לא רק להתמודד עם גל השינוי הזה, אלא לרכוב עליו. עם זאת, כדי לממש את הפוטנציאל הזה, נדרשת חשיבה רחבה ומעמיקה שחורגת מהגישות המסורתיות לרפורמות חינוכיות. בפרט לאחר אירועי אוקטובר 2023, שהדגישו ביתר שאת את הצורך החיוני בחוסן לאומי, טכנולוגי ופדגוגי, על מערכת החינוך להתאים עצמה לעידן החדש במהירות ובנחישות.

הזדמנויות למידה מותאמת אישית

אחת ההבטחות הגדולות של בינה מלאכותית בחינוך היא היכולת לספק לכל תלמיד ותלמידה חוויית למידה מותאמת אישית. מערכות למידה אדפטיביות מסוגלות לנתח את קצב ההתקדמות של הלומד, לזהות פערי ידע ולהתאים את תוכן הלימוד ורמת הקושי לצרכיו הייחודיים. בכך ניתן לפנות את המורה להתמקדות בהנחיה ובליווי פרטני, בעוד ה"אסיסטנט" הדיגיטלי מסייע במתן תרגול מותאם וברענון חומר לתלמידים הזקוקים לכך.

מחקרים מצביעים שכלים חינוכיים של בינה מלאכותית יכולים לשפר הישגים לימודיים על ידי מתן משוב מיידי וקידום למידה פעילה, בדומה למורה פרטי צמוד, אך באופן שיכול להתקיים בקנה מידה רחב לכיתה שלמה. עבור מערכת החינוך הישראלית, המתקשה לעיתים להתמודד עם כיתות גדולות והטרוגניות, כלים כאלה עשויים להיות מכפיל כוח של ממש להגברת ההישגים ולצמצום נשירה, במיוחד כאשר המשאבים האנושיים מוגבלים.

התייעלות וחדשנות פדגוגית

טכנולוגיות בינה מלאכותית יכולות לתרום גם להתייעלות תפעולית ולשיפור תהליכים פדגוגיים. כך למשל, יישומי עיבוד שפה טבעית יכולים לסייע בבדיקה אוטומטית של עבודות והפקת דו"חות הערכה, ומערכות ניתוח למידה (Learning Analytics) מסוגלות לספק למורים תובנות מבוססות נתונים על תפוקות הלמידה בכיתה. הדבר מפנה למורים זמן ומשאבים לפיתוח מקצועי ולהשקעה בתכנון פדגוגי איכותי.

בנוסף, חשיפה מבוקרת של תלמידים לכלי בינה מלאכותית במסגרת הלמידה, בפרויקטים יצירתיים, בניתוח נתונים או אפילו בכתיבת קוד, תכין אותם טוב יותר לעולם עתיר טכנולוגיה ותפתח חשיבה ביקורתית על השימוש הנכון בבינה מלאכותית. יש בכך הזדמנות לטפח אוריינות דיגיטלית ואוריינות בינה מלאכותית כבר מגיל צעיר, באופן שסייע לבוגרי המערכת להיות משתמשים ומפתחים אחראיים של טכנולוגיות אלה בעתיד.

ניהול סיכונים ואתגרים אתיים

לצד ההזדמנויות, קיימים סיכונים ממשיים בהכנסת בינה מלאכותית לחינוך ללא היערכות מושכלת. ראשית, יש לוודא שהטמעת כלים חכמים אינה מחליפה את הקשר האנושי בין מורה לתלמיד, שהוא אבן יסוד פדגוגית. תפקיד המורה עשוי לעבור שינוי – ממקור הידע הבלעדי למנחה ומתווך בין הלומד למאגרי ידע וכלים. חובה להכין את צוותי ההוראה לשינוי זה באמצעות הכשרה וליווי מקצועי.

זאת ועוד, סוגיות של אתיקה ופרטיות מחייבות תשומת לב, שכן מערכות בינה מלאכותית אוספות כמויות גדולות של נתוני תלמידים, ועל קובעי המדיניות להבטיח שאלה מנוהלים באופן מאובטח ומכבד פרטיות. מלבד זאת, אלגוריתמים עלולים לשקף הטיות (bias) הקיימות בנתוני האימון שלהם; למשל, מודלים שפותחו בסביבה תרבותית של מדינה אחת עשויים לא להתאים לשפה או להקשר תרבותי שונה.

בעידן של טכנולוגיה משבשת מהירה, אופיו המהיר והבלתי צפוי של השינוי מחייב גישה שונה מהמקובל. תוכניות מסורתיות ארוכות טווח, המתוכננות לפרטיותן מראש, יתקשו להתמודד עם המציאות המשתנה תדיר. לפיכך, ההתמודדות עם האתגר מחייבת יצירת מסגרת גמישה המאפשרת התאמה מתמדת והערכה חוזרת, תוך כדי שמירה על כיוון אסטרטגי ברור.

לכן, חשוב לפתח רגולציה וקווים מנחים לשימוש אחראי והוגן בבינה מלאכותית בחינוך, כולל שקיפות של האלגוריתמים, בקרה אנושית על החלטות המערכת והקפדה על כך שהטכנולוגיה תשמש כמשלימה למורה ולא כתחליף בלתי מבוקר. נושאים אלו נמצאים כיום בחזית השיח העולמי, וישראל נדרשת להשתלב בו במגמה פרואקטיבית: לנצל את הבינה המלאכותית כדי לקדם הוראה ולמידה, ובד בבד להציב גבולות אתיים ברורים לשימוש בה.

השוואה בינלאומית

העיסוק בהטמעת בינה מלאכותית במערכות חינוך תפס תאוצה בשנים האחרונות בכל רחבי העולם. קיים מגוון רחב של גישות מדיניות ויוזמות במדינות שונות ובארגונים בינלאומיים, וסקירת המתרחש בזירה הבינלאומית מספקת תובנות חיוניות להתמודדות עם האתגר בישראל, זאת תוך כדי לימוד מהצלחות וכישלונות של אחרים והבנת המגמות המובילות בתחום.

ארגונים בינלאומיים וגופי מדיניות גלובליים

אונסק"ו – מוביל גלובלי בעיצוב מדיניות בינה מלאכותית בחינוך

ארגון אונסק"ו (UNESCO) ממלא תפקיד מוביל בעיצוב מדיניות גלובלית לשימוש בבינה מלאכותית בחינוך. הארגון פיתח מסגרות מדיניות ומסמכי הנחיה מקיפים המשקפים חשיבה מעמיקה ואסטרטגית בתחום, ויצר אקוסיסטם שלם של משאבים למדינות, למערכות חינוך ולמחנכים.

העבודה המקיפה של אונסק"ו כוללת מגוון רחב של פרסומים והנחיות, החל מ"הנחיות לבינה מלאכותית גנרטיבית בחינוך ומחקר", דרך "המלצות לאתיקה של בינה מלאכותית" ועד "בינה מלאכותית וחינוך: הנחיות למקבלי החלטות". גישתו המעמיקה של הארגון משלבת ראייה חינוכית עם הבנה טכנולוגית, בדגש על מסגרות כישורים ברורות הן למורים הן לתלמידים. כך למשל, מסמך "מסגרת כישורי בינה מלאכותית למורים" מגדיר את המיומנויות החיוניות לאנשי חינוך בעידן החדש, בעוד "מסגרת כישורי בינה מלאכותית לתלמידים" מתווה את הידע והכישורים שהלומדים צריכים לרכוש.

גישתו של אונסק"ו מדגישה את הצורך באיזון בין קידום חדשנות טכנולוגית לבין שמירה על ערכים הומניסטיים. הארגון שם דגש מיוחד על צמצום פערים דיגיטליים, הבטחת גישה שוויונית לטכנולוגיות בינה מלאכותית והגנה על זכויות האדם בעידן הדיגיטלי. מצד אחד, אונסק"ו מכיר ביתרונות העצומים שבינה מלאכותית מציעה למערכות חינוך – מהאפשרות להתאים למידה אישית, דרך ייעול תהליכים אדמיניסטרטיביים ועד נגישות משופרת לחינוך איכותי. ומהצד האחר, הארגון מזהיר מפני סיכונים פוטנציאליים, כגון הטיות אלגוריתמיות, פגיעה בפרטיות והחלשת מיומנויות חשיבה עצמאית.

market" שבחן כיצד טכנולוגיות בינה מלאכותית משנות את דרישות שוק העבודה ואילו השלכות יש לכך על מערכות חינוך. OECD מדגיש את הקשר בין חינוך, כישורי עבודה ותחרותיות כלכלית, ורואה בהטמעת בינה מלאכותית בחינוך אמצעי חיוני להכנת הדור הבא לשוק העבודה המשתנה. גישה זו משתקפת בפרסומים, כמו "Skills for 2030" המתווים את המיומנויות החיוניות לעולם שבו בינה מלאכותית היא חלק אינטגרלי מהכלכלה והחברה.

האיחוד האירופי – רגולציה ואתיקה

האיחוד האירופי מתווה דרך ייחודית בגישתו לבינה מלאכותית בכלל, ובחינוך בפרט; זאת בדגש על רגולציה, אתיקה וזכויות אדם. גישה זו מהווה היבט משלים לזו של ארצות הברית המדגישה חדשנות, וזו של סין המתמקדת ביעילות ויישום נרחב.

חוק הבינה המלאכותית האירופי (AI Act) שנמצא בשלבי אישור מתקדמים, מייצג את הרגולציה המקיפה הראשונה בעולם בתחום הבינה המלאכותית. החוק מסווג את השימוש בבינה מלאכותית בחינוך כ"בעל סיכון גבוה" ומטיל דרישות מחמירות על מערכות המיועדות לשימוש חינוכי. בין הדרישות ניתן למצוא הערכות סיכונים מקיפות; פיקוח אנושי משמעותי על מערכות בינה מלאכותית; שקיפות גבוהה לגבי פעולת המערכות, ואיכות נתונים גבוהה. דרישות אלה משקפות את החשש האירופי מפני השפעות שליליות פוטנציאליות של טכנולוגיות בינה מלאכותית על זכויות הפרט ועל החינוך בפרט.

לצד המסגרת הרגולטורית, פיתח האיחוד האירופי גם "הנחיות אתיות לשימוש בבינה מלאכותית בחינוך". מסמך זה מפרט כיצד ליישם את עקרונות האתיקה של בינה מלאכותית בסביבות חינוכיות בדגש על הוגנות ומניעת אפליה; שקיפות ואחריותיות; פרטיות ושליטה בנתונים, ורווחת התלמיד במרכז. גישה זו מדגישה את התפיסה האירופית כי טכנולוגיה חייבת לשרת ערכים אנושיים ולא להיפך.

בהיבט המעשי, "תוכנית דיגיטל אירופה (Digital Europe Programme)" מקצה 7.5 מיליארד אירו לתמיכה בטרנספורמציה דיגיטלית, כולל יישומי בינה מלאכותית בחינוך. התוכנית מסייעת למדינות האיחוד להטמיע טכנולוגיות בינה מלאכותית במערכות החינוך שלהן, ובתוך כך לעמוד בסטנדרטים האתיים והרגולטוריים.

הגישה האירופית להטמעת בינה מלאכותית בחינוך מתאפיינת באיזון עדין בין קידום חדשנות טכנולוגית לבין שמירה קפדנית על זכויות אדם וערכים דמוקרטיים. גישה זו מתבטאת במסמכים, כמו "Ethical Guidelines for Trustworthy AI" של הנציבות האירופית, המדגישים את חשיבות בניית אמון הציבור במערכות בינה מלאכותית המשמשות בחינוך.

מלבד פרסום מסמכי מדיניות, עוסק אונסק"ו גם בפיתוח משאבים מעשיים למחנכים. הארגון יצר סדרת מאמרים וכתבות העוסקים בשאלות מהותיות, כגון "האם בכוחה של הבינה המלאכותית לשנות את החינוך?"; "שמונה שימושים של בינה מלאכותית בחינוך" ו"כיצד תשפיע הבינה המלאכותית על פערים גזעיים בחינוך?" בנוסף ובשיתוף עם גורמים חיצוניים, פיתח הארגון "ערכת חינוך לבינה מלאכותית" הכוללת מערכת ניווט למוסדות חינוך לשם תכנון הטמעת בינה מלאכותית, וכן תוכנית לימודים באתיקה של בינה מלאכותית לתלמידי חטיבת ביניים.

פעילות אונסק"ו כוללת גם מרכיב אינטראקטיבי חשוב – סדרת וובינרים ופודקאסטים בנושא בינה מלאכותית בחינוך, המנגישים את הידע העדכני למחנכים ולקובעי מדיניות ברחבי העולם. המסטרקלאס "בינה מלאכותית בכיתה: כלי או מורה?" שיזם הארגון מדגיש את השאלה המהותית בדבר מקומה של הבינה המלאכותית במערכת החינוך ואת הגבולות הראויים לשימוש בטכנולוגיה זו. גישה זו משקפת את התפיסה כי הטמעת בינה מלאכותית בחינוך אינה רק סוגיה טכנית, אלא שאלה פדגוגית, חברתית ואתית מן המעלה הראשונה.

ה-OECD – תקנים וסטנדרטים בינלאומיים

ארגון ה-OECD מוביל אף הוא בפיתוח מדיניות בתחום הבינה המלאכותית בחינוך, בדגש על פיתוח תקנים בינלאומיים והערכת השפעה. שלא כמו הגישה המקיפה והפדגוגית של אונסק"ו, מתמקד ה-OECD באופן מובהק יותר בהיבטים כלכליים, במדידה כמותית ובהשפעת הבינה המלאכותית על מיומנויות עבודה ותחרותיות כלכלית.

ב-2019 פרסם הארגון את "עקרונות ה-OECD לבינה מלאכותית". מסמך עקרונות מקיף זה אומץ על ידי ארבעים ושש מדינות והפך לבסיס למדיניות בינלאומית בתחום הבינה המלאכותית. עקרונות אלו מדגישים צמיחה כלכלית מכלילה, פיתוח בר-קיימה ורווחה; ערכים ממוקדי-אדם; הוגנות, שקיפות ואחריות; חסינות, בטיחות ואבטחה; וניהול אחראי. אף שהעקרונות אינם עוסקים רק בחינוך, הם מהווים מסגרת התייחסות חשובה גם בהקשר החינוכי ומשפיעים על אופן ההטמעה של טכנולוגיות בינה מלאכותית במערכות חינוך במדינות החברות בארגון.

מיזם מרכזי נוסף של ה-OECD הוא The OECD Artificial Intelligence Policy Observatory (OECD.AI) – פלטפורמה מקוונת המרכזת מידע, ניתוחים ומחקרים על מדיניות בינה מלאכותית במדינות שונות. היא מכילה מאגר מידע על מדיניות בינה מלאכותית לאומית בכל מדינות ה-OECD, מחקרים השוואתיים הנוגעים ביישום טכנולוגיות בינה מלאכותית בחינוך, וכלים וקווים מנחים ליישום מדיניות בתחום. מאגר זה מאפשר למדינות ללמוד זו מזו ולאמץ פרקטיקות מיטביות.

הארגון מבצע גם סדרת מחקרים והערכות על אופן ההשפעה של טכנולוגיות בינה מלאכותית על מערכות חינוך, תוצאות לימודיות ושוק העבודה העתידי. מחקרים אלו מספקים בסיס עובדתי למקבלי החלטות בתחום החינוך, ומאפשרים קבלת החלטות מבוססות-נתונים. דוגמה בולטת היא הדו"ח המקיף "The impact of AI on the labour".

נוסף על הגופים המובילים שהוזכרו, ישנם כמה ארגונים בינלאומיים נוספים התורמים משמעותית לשיח על בינה מלאכותית בחינוך: יוניסף (UNICEF) מתמקד בהיבטים הקשורים לשימוש בבינה מלאכותית בכל הנוגע לילדים ולצעירים. הארגון פיתח "מדיניות בינה מלאכותית לילדים" המתייחסת לאופן שבו טכנולוגיות בינה מלאכותית משפיעות על ילדים, תוך כדי התייחסות מיוחדת לסביבות חינוכיות. כמו כן, מציע הארגון "קווים מנחים לפיתוח בינה מלאכותית ידידותית לילדים" – הנחיות לפיתוח מערכות בינה מלאכותית שמכבדות את זכויות הילד, מגנות על רווחתו ומקדמות את התפתחותו. יוניסף מדגיש במיוחד את חשיבות ההגנה על ילדים בפני ניצול לרעה של טכנולוגיות בינה מלאכותית,

תוך הכרה בפוטנציאל החיובי שלהן לקידום חינוך איכותי ונגיש.

הבנק העולמי מצידו, מתמקד בהיבטי פיתוח ובפערים דיגיטליים בהקשר של בינה מלאכותית בחינוך. יוזמת EdTech for AI של הבנק תומכת במדינות מתפתחות ביישום טכנולוגיות בינה מלאכותית בחינוך, מתוך הכרה בפוטנציאל שלהן לצמצום פערים ולהנגשת חינוך איכותי לאוכלוסיות מוחלשות. הבנק מפרסם גם מחקרים על אופן ההשפעה של טכנולוגיות בינה מלאכותית על מערכות חינוך במדינות מתפתחות, וכיצד הן יכולות לסייע בצמצום פערים. גישה זו משקפת את המחויבות לפיתוח בר-קיימא ולצמצום אי-שוויון גלובלי.

תובנות מפעילות הארגונים הבינלאומיים

ניתוח פעילות הארגונים הבינלאומיים בתחום שילוב והטמעת בינה מלאכותית בחינוך מעלה כמה תובנות מרכזיות חשובות בכל הנוגע למדיניות הישראלית בתחום.

ראשית, מסתמנת גישה הוליסטית הולכת וגוברת לנושא. ישנה הכרה שהטמעת בינה מלאכותית בחינוך אינה רק אתגר טכנולוגי, אלא סוגיה רב-ממדית בעלת היבטים פדגוגיים, טכנולוגיים, אתיים, חברתיים וכלכליים. הגישה המומלצת היא אינטגרטיבית ורחבה, כזו הבוחנת את מכלול ההשפעות ולא רק את היתרונות הטכנולוגיים המיידיים.

שנית, ניכר דגש משמעותי על שוויון ונגישות. הארגונים הבינלאומיים מדגישים באופן עקבי את הצורך להבטיח שהטמעת בינה מלאכותית בחינוך לא תעמיק פערים קיימים, אלא תשמש ככלי לצמצום. זוהי תפיסה המחייבת התייחסות מיוחדת לאוכלוסיות מוחלשות, לפריפריה גיאוגרפית וחברתית, ולקבוצות שעלולות להיות מודרות משינויים טכנולוגיים.

תובנה שלישית מתייחסת לפיתוח מסגרות אתיות. ניכרת השקעה משמעותית של כל הארגונים בפיתוח מסגרות אתיות וקווים מנחים לשימוש אחראי בבינה מלאכותית בחינוך. יש בכך הכרה שטכנולוגיות בינה מלאכותית מעלות סוגיות אתיות ייחודיות, הדורשות התייחסות מובנית ועמוקה.

התובנה הרביעית מדגישה את הצורך בהגדרת מיומנויות חדשות הן למורים הן לתלמידים. עידן הבינה המלאכותית מחייב עדכון ושדרוג של מערך המיומנויות הנדרשות במערכת החינוך. גישה מעודכנת להכשרת מורים והגדרה מחודשת של מטרות הלמידה ההכרחיות להצלחת תהליך ההטמעה.

לבסוף, בולטת חשיבות שיתוף הפעולה והלמידה הבינלאומיים. כל הארגונים מעודדים שיתוף פעולה וחילופי ידע בין מדינות בפיתוח ויישום מדיניות בינה מלאכותית בחינוך. זוהי הכרה בכך שהאתגר הוא גלובלי, ושלמידה משותפת ושיתוף בפרקטיקות מיטביות יכולים לקדם את כל המדינות.

פעילותם של ארגונים בינלאומיים אלה יוצרת בסיס ידע מקיף ומסגרת התייחסות גלובלית שמדינות, ובכללן ישראל, יכולות להסתמך עליהם בעת פיתוח מדיניות מקומית בתחום הטמעת בינה מלאכותית במערכות החינוך. עבור ישראל האתגר הוא לאמץ את התובנות והעקרונות הגלובליים ולהתאימם למאפיינים הייחודיים של החברה והמערכת החינוכית הישראלית.

מקרי בוחן מדינתיים – הטמעת בינה מלאכותית במערכות חינוך

לצד פעילות הארגונים הבינלאומיים, מדינות שונות ברחבי העולם מובילות מהלכים חדשניים ומגוונים להטמעת בינה מלאכותית במערכות החינוך שלהן. סקירת מקרי בוחן אלה מספקת תובנות מעשיות וקונקרטיות באשר לאסטרטגיות יישום, אתגרים והצלחות בעולם האמיתי. הבנת המודלים השונים והייחודיים לכל מדינה יכולה לסייע בבחירת דרך מותאמת למערכת החינוך בישראל ולשלב בה רכיבים מוצלחים מכל אחד מהמודלים. בחלק זה נתמקד בשלושה מקרי בוחן בולטים המציגים גישות שונות באופיין: אסטוניה, סין ופולין בארצות הברית.

מקרה בוחן: אסטוניה

אסטוניה מייצגת מודל מעניין של מדינה קטנה יחסית המובילה בחדשנות טכנולוגית בחינוך, תוך הישענות על תשתית דיגיטלית איתנה ותרבות לאומית של חדשנות. הצלחתה של אסטוניה מציעה תובנות חשובות במיוחד לישראל, בהיותן שתי מדינות קטנות בעלות אוריינטציה טכנולוגית מובהקת.

הבסיס להצלחה האסטונית טמון בתוכנית ProgeTiger, שהחלה לפעול כבר ב-2012, הרבה לפני ששמענו על ChatGPT או על כלים דומים. תוכנית זו יצרה תשתית רחבה של אוריינות דיגיטלית והטמיעה לימודי תכנות ורובוטיקה החל מגיל הגן ועד לחינוך המקצועי. מה שמייחד את הגישה האסטונית הוא השילוב בין השקעה בתשתיות פיזיות – חיבור מהיר לאינטרנט בכל בתי הספר וגישה לכלים דיגיטליים – ובין בניית תרבות חינוכית המורגלת בשימוש בטכנולוגיה. התוכנית, המנוהלת על ידי קרן טכנולוגיות המידע לחינוך (HITSA) וממומנת על ידי משרד החינוך האסטוני, הכשירה את הקרקע להטמעה מהירה ויעילה של בינה מלאכותית ברגע שהטכנולוגיה הבשילה. הביטוי העדכני ביותר לגישה האסטונית הוא המדריך החדשני לשימוש בבינה מלאכותית במערכת החינוך, שפורסם ב-2024.

מדריך זה משקף את התפיסה המאזנת והפרגמטית של אסטוניה. הוא אינו מתייחס לבינה מלאכותית כאיום או כפתרון קסם, אלא ככלי שיש ללמוד להשתמש בו באופן מושכל. המדריך כולל הנחיות מפורטות למנהלים ולמורים והמלצות לבדיקה ולהתנסות בכלים שונים של בינה מלאכותית, בין השאר בכל הנוגע לגיבוש כללי שימוש מוסכמים בשיתוף התלמידים והצוות החינוכי. במקום גישה שלילית המבוססת על איסורים, מעודד המדריך האסטוני גישה חיובית המתמקדת בניצול יעיל של הכלים תוך הקפדה על אתיקה ופרטיות.

היבט ייחודי נוסף של המדריך האסטוני היא ההתייחסות המפורטת לתלמידים. ההנחיות לתלמידים עוסקות בהתאמת השימוש בכלי בינה מלאכותית למשימות ספציפיות ומביאות בחשבון שיקולי התאמה של כלים אלו והשפעתם על פיתוח מיומנויות עצמאיות. החשיבה האסטונית רואה בתלמידים שותפים מלאים לתהליך ומטילה עליהם בראש ובראשונה לוודא את נכונות המידע המתקבל מכלי הבינה המלאכותית; בנוסף, בתהליכי כתיבת עבודות, המדריך מציע מתי ראוי להשתמש בכלי בינה מלאכותית (למשל בעת ניסוח מדויק של שאלת מחקר) ומתי לא (שלבם הדורשים חותם אישי משמעותי של התלמיד). מרכיב מרכזי נוסף במודל האסטוני הוא ההשקעה בהכשרת מורים. המדינה מפעילה תוכניות ייעודיות, כמו "כיצד לשלב בינה מלאכותית בתהליכי הוראה" ו"מתן משב מבוסס בינה מלאכותית", המכשירות מורים לשימוש מושכל בטכנולוגיות אלה בכיתה. ההכשרה אינה מתמקדת בהיבטים טכניים בלבד, אלא גם בשינוי פדגוגי מהותי הנדרש בעת המעבר להוראה בעידן הבינה המלאכותית.

ההצלחה האסטונית נובעת משילוב של כמה גורמים מרכזיים: קיומו של אקוסיסטם דיגיטלי שיצר תשתית מתאימה; הגישה הפרגמטית המתמקדת ביתרונות מעשיים ומתמודדת באופן מפוכח עם האתגרים; הגמישות והפתיחות לשינויים המאפיינות את מערכת החינוך האסטונית; ושיתוף פעולה הדוק בין סקטורים – ממשלה, אקדמיה ותעשייה. גורם משמעותי נוסף הוא הרמה הגבוהה של האמון הציבורי במערכות דיגיטליות המקלה על אימוץ טכנולוגיות חדשות.

הגישה האסטונית מציעה לישראל מודל של מדינה קטנה המצליחה להוביל בחדשנות טכנולוגית חינוכית. האיזון בין חדשנות לבין שמירה על אתיקה ופיתוח חשיבה עצמאית, והדגש על הכשרת מורים ותלמידים כאחד, יכולים להוות השראה למערכת החינוך הישראלית בתכנון האסטרטגיה של הטמעת בינה מלאכותית.

מקרה בוחן: סין

סין מציגה גישה שונה מהותית להטמעת בינה מלאכותית בחינוך. גישה משקפת את המבנה המדיני, הכלכלי והתרבותי הייחודי של המדינה. המודל הסיני מבוסס על מדיניות לאומית מקיפה, השקעות עצומות ותכנון ריכוזי ארוך טווח. אף שההקשר הסיני שונה מהותית מזה הישראלי, יש בו רכיבים ותובנות שיכולים לתרום לחשיבה אסטרטגית על הטמעת בינה מלאכותית בחינוך בישראל.

בלב הגישה הסינית קיימת תוכנית דיגיטציה לאומית מקיפה של מערכת החינוך, המכונה "אינפורמטיזציה חינוכית" (Educational Informatization). ייחודה של התוכנית הוא בתפיסתה האסטרטגית ארוכת הטווח המתפתחת בשלבים ובאופן מתוכנן – עד כה

בשתי פאזות עיקריות: פאזה 1.0 (2001–2018) התמקדה בבניית תשתיות טכנולוגיות בסיסיות – ציוד מחשוב, חיבור לאינטרנט ותוכנות בסיסיות לניהול מידע חינוכי, ופאזה 2.0 (מ-2018 ואילך) המתמקדת באנשים ויישומים – הכשרת מורים מיומנים, יצירת כלים חינוכיים מבוססי בינה מלאכותית ושילוב מהותי של בינה מלאכותית בפדגוגיה ובניהול בתי ספר.

ייחודיות נוספת של הגישה הסינית היא השימוש במגוון רחב של כלי מדיניות. מניתוח של ארבעים ושמונה מסמכי מדיניות רשמיים של הממשלה המרכזית הסינית עולים שלושה סוגים עיקריים של כלים: בתחום ההיצע כלים הכוללים השקעה במדע וטכנולוגיה, פיתוח מערכות מידע ושיטות חינוכיות חדשניות; כלים סביבתיים, כמו תכנון מדיניות, רגולציה, תמריצים כספיים וחילופי ידע בינלאומיים; וכלים בתחום הביקוש, כגון רכש ממשלתי ויצוא מוסדות חינוך. המגוון הזה יוצר מערכת תמיכה כוללת בהטמעת בינה מלאכותית בכל ההיבטים והתחומים.

בפועל, הטמעת בינה מלאכותית במערכת החינוך הסינית מתבטאת בהשקעה מסיבית בתשתיות דיגיטליות בבתי הספר – רשתות מהירות, מערכות מחשוב ומכשירים חכמים; הכשרה אינטנסיבית של מורים וצוותי חינוך בשיתוף מוסדות אקדמיים וחברות טכנולוגיה; פיתוח מערכות לניהול למידה, מערכות לניטור והערכת הישגים, וכלים ללמידה מותאמת אישית; וכן שימוש בביג דאטה וניתוח נתוני תלמידים בזמן אמת לשיפור תוכניות לימודים והתאמתן לצרכים אישיים.

תוצאות ראשוניות של הגישה הסינית מצביעות על שיפור בהישגי תלמידים במקצועות שונים, במיוחד במדעים ובמתמטיקה; שיפור בשיטות הוראה ובאפקטיביות של מורים; יעול תהליכי ניהול בתי ספר וצמצום פערים בין אזורים מפותחים לפחות מפותחים.

חוזקות המודל הסיני מאופיינות ביכולת תכנון והטמעה מערכתית ברמה לאומית, בהשקעה מסיבית במשאבים, בגישה ארוכת טווח ורציפה ובשיתוף פעולה חוצה-סקטורים. עם זאת, ראוי לציין גם את המורכבויות והאתגרים של מודל זה, ובהם סוגיות פרטיות ומעקב שעלולות להיות בעייתיות בהקשרים של חירויות הפרט ודמוקרטיה, וגישה ריכוזית העלולה לדכא יוזמות מקומיות וחדשנות שעשויה לצמוח מן השטח. זאת ועוד, המודל הסיני לוקה בחסר בכל הנוגע לדגש על חשיבה ביקורתית ביחס לטכנולוגיה עצמה.

הניסיון הסיני מציע לישראל תובנות באשר לערך הרב של חשיבה אסטרטגית ארוכת הטווח, ההשקעה בתשתיות והכשרת הון אנושי. לצד זאת, יש להתאים תובנות אלה להקשר הדמוקרטי והפלורליסטי של ישראל, בדגש על אתיקה, פרטיות וטיפול חשיבה ביקורתית.

מקרה בוחן: פלורידה, ארצות הברית

פלורידה מציגה דגם שלישי ושונה להטמעת בינה מלאכותית בחינוך. הדגם הזה משקף את המבנה הפדרלי האמריקאי ואת תרבות החדשנות העסקית והיזמות. שלא כמו המודלים הריכוזיים של סין ואפילו אסטוניה, המודל של פלורידה מבוזר יותר ומשלב מדיניות מדינתית עם חופש פעולה נרחב למחוזות החינוך ולבתי הספר עצמם. גישה זו מציעה

תובנות רלוונטיות במיוחד למערכת החינוך הישראלית, שגם בה קיים מתח מובנה בין הכוונה מרכזית לבין אוטונומיה מקומית.

האסטרטגיה של פלורידה נשענת על חקיקה ויזמות מדינתיות מרכזיות. ב-2023, חתם המושל רון דסנטיס על חוק ייעודי לשילוב בינה מלאכותית במערכת החינוך של פלורידה (House Bill 379) שבמסגרתו הוקצו כ-60 מיליון דולר לפיתוח ולהטמעת טכנולוגיות בינה מלאכותית בבתי ספר. המושל הנחה את משרד החינוך המדינתי לפתח אסטרטגיה מקיפה והקים מועצה מייצעת לטכנולוגיות בינה מלאכותית בחינוך. במקביל, השיקה פלורידה את תוכנית "ההזדמנות הגדולה של פלורידה" (Florida's AI Opportunity) שמטרתה להכשיר מאה אלף תלמידים עד 2025 במיומנויות בינה מלאכותית, לפתח תוכניות לימודים עדכניות ולעודד שיתופי פעולה עם חברות טכנולוגיה ואוניברסיטאות. הגישה של פלורידה מתמקדת בכמה יישומים מעשיים המדגישים את האוריינטציה העסקית והמעשית של המדינה. יישומים אלה כוללים הוראה מותאמת אישית באמצעות מערכות בינה מלאכותית המזהות פערי למידה וצרכים ייחודיים, ומציעות מסלולי למידה אישיים, כלים להקלת העומס על מורים, כולל בדיקת עבודות ויצירת תוכניות לימוד, בדגש מיוחד על הכנה לשוק העבודה – פיתוח תוכניות המתמקדות במיומנויות בינה מלאכותית הנדרשות במשק ושיתופי פעולה עם מעסיקים מקומיים.

בניגוד לגישות המתמקדות בעיקר בהטמעה טכנולוגית, פלורידה שמה דגש חזק גם על היבטי אתיקה וביטחון. המדינה פיתחה מדיניות ברורה לשימוש אתי בנתוני תלמידים, קווים מנחים לשימוש בטוח בבינה מלאכותית בכיתות, והכשרה למורים בהיבטים אתיים של השימוש בטכנולוגיה. גישה זו משקפת את הרגישות האמריקאית לסוגיות של פרטיות וביטחון במרחב הדיגיטלי החינוכי.

המודל של פלורידה משלב הנחיה מרכזית (ברמת המדינה) עם יישום מבוזר (ברמה המחוזית והבית ספרית). המדיניות המדינתית קובעת מסגרת כללית, חקיקה ותקציבים; מחוזות החינוך מתאימים את האסטרטגיה לצרכים המקומיים; ובתי הספר נהנים מחופש פעולה לבחור את הכלים והגישות המתאימים להם. גישה מדורגת זו מאפשרת התאמה תרבותית וקהילתית יחד עם קידום מדיניות אחידה.

למודל של פלורידה ייחוד נוסף והוא הדגש על שיתופי פעולה עם המגזר הפרטי. חברות טכנולוגיה מובילות משתתפות בפיתוח תוכניות לימודים, בהכשרת מורים ובבניית פלטפורמות למידה. שיתוף הפעולה בין המגזר הציבורי והמגזר הפרטי אופייני לתרבות האמריקאית והוא משקף את התפיסה כי חינוך צריך להיות מותאם לצרכי שוק העבודה. המודל של פלורידה מציע לישראל תובנות באשר לאיזון בין מדיניות מרכזית לאוטונומיה מקומית. הוא מדגים את חשיבות שיתוף הפעולה עם המגזר העסקי ושילוב היבטים אתיים בהטמעת טכנולוגיות בינה מלאכותית. הגישה המעשית והמוכוננת-תוצאות של פלורידה עשויה להתאים למערכת החינוך הישראלית המאופיינת אף היא בצורך לאזן בין הכוונה מרכזית ליוזמה מקומית.

לקחים מרכזיים מהניסיון הבינלאומי

מהסקירה של מקרי הבוחן השונים עולים כמה לקחים מרכזיים שיכולים להיות רלוונטיים במיוחד למערכת החינוך הישראלית בבואה לפתח אסטרטגיה להטמעת בינה מלאכותית: אחד הלקחים המרכזיים הוא חשיבות תכנון אסטרטגי ארוך טווח. המדינות המובילות בהטמעת בינה מלאכותית בחינוך – אסטוניה, סין, וגם פלורידה במידה מסוימת – פועלות על בסיס אסטרטגיה לאומית או מדינתית ברורה. אסטוניה הניחה תשתית דיגיטלית כבר ב-2012, סין פעלה בפאזות מתוכננות מ-2001, ופלורידה מיסדה מסגרת חקיקתית ותקציבית. כולן מדגימות כיצד מדיניות מתוכננת היטב, עם יעדים מוגדרים ואבני דרך ברורות, מובילה ליישום אפקטיבי. עבור ישראל המשמעות העולה מלקחים אלו היא הצורך בגיבוש אסטרטגיה לאומית להטמעת בינה מלאכותית בחינוך, שתכלול חזון, מטרות ויעדים ברורים, ולא רק יוזמות נקודתיות.

לקח מרכזי נוסף הוא מקומה של הכשרת מורים כגורם מפתח. כל המדינות שהצליחו בהטמעת בינה מלאכותית שמו דגש משמעותי על הכשרת מורים. אסטוניה השקיעה בקורסים ייעודיים, סין בתוכניות הכשרה נרחבות ופלורידה בפיתוח מקצועי והיבטים אתיים. ההבנה המשותפת היא שאין טעם בטכנולוגיה מתקדמת ללא מורים המסוגלים להשתמש בה באופן יעיל ומושכל. עבור ישראל, מצביע הדבר על הצורך בתוכנית שיטתית ומקיפה להכשרת מורים בתחום הבינה המלאכותית, כזו שתהווה חלק אינטגרלי מהכשרת מורים הן בשלב ההכשרה הראשונית הן בפיתוח המקצועי המתמשך.

שלישית, מקרי הבוחן מדגישים את חשיבות האיזון בין חדשנות טכנולוגית לערכים חינוכיים. אסטוניה מציעה דוגמה לשילוב מושכל בין טכנולוגיה מתקדמת לבין ערכים, כמו אחריות אישית, חשיבה עצמאית ואתיקה. פלורידה מדגישה היבטים של פרטיות וביטחון. האיזון בין שתי הגישות האלו מדגיש כי השימוש בבינה מלאכותית הוא כלי לקידום למידה משמעותית ולא מטרה בפני עצמה. עבור ישראל, המשמעות היא צורך בפיתוח גישה המשלבת טכנולוגיה עם פדגוגיה איכותית וערכים חינוכיים, תוך כדי התאמה לגיוון התרבותי והחברתי הייחודי למערכת החינוך הישראלית.

לקח רביעי עוסק בחשיבותן של תשתיות דיגיטליות איתנות כבסיס הכרחי. הניסיון של סין ואסטוניה מדגיש את הצורך בתשתיות חזקות – פיזיות, דיגיטליות ואנושיות – כתנאי להטמעה מוצלחת של טכנולוגיות בינה מלאכותית. ללא חיבור אינטרנט אמין ומהיר, ציוד מחשב מתאים ואוריינות דיגיטלית בסיסית, לא ניתן להטמיע טכנולוגיות מתקדמות. עבור ישראל, שבה קיימים פערים משמעותיים בתשתיות דיגיטליות בין מרכז לפריפריה ובין מגזרים שונים, יש צורך בהשקעה משמעותית בצמצום פערים אלה כחלק מכל אסטרטגיה להטמעת בינה מלאכותית.

הלקח החמישי מתייחס לחשיבות המודל המדורג והגמיש להטמעה. פלורידה וסין, למרות ההבדלים העצומים ביניהן, מציגות שתיהן גישות מדורגות – פיילוטים, הרחבה הדרגתית ולמידה מניסיון. גישה זו מאפשרת התאמה והתפתחות לאורך זמן. בישראל יכולים המודל ההדרגתי והלמידה מפיילוטים לסייע בהתמודדות עם המורכבות והגיוון של מערכת החינוך המקומית.

השוואת מקרי הבחון השונים מלמדת כי אין מודל אחד מושלם להטמעת בינה מלאכותית בחינוך, וכי כל מדינה חייבת לפתח את הגישה המתאימה לה בהתאם למבנה החברתי, הפוליטי והכלכלי שלה. עם זאת, הלקחים המשותפים מהניסיון הבינלאומי מספקים מסגרת חשיבה ועקרונות מנחים שיכולים לסייע לישראל בבניית אסטרטגיה מותאמת לאתגרים ולהזדמנויות הייחודיים שלה.

נתונים, מיומנויות ופערים בעידן הבינה המלאכותית בחינוך

נתוני השנים האחרונות משקפים את החדירה המהירה של כלים מבוססי בינה מלאכותית לתחום החינוך, כמו גם את האתגרים שנלווים לכך. כך למשל, בתקופת מגפת הקורונה (2020) נסגרו מוסדות חינוך במדינות רבות ועברו ללמידה מרחוק – מהלך חירום שהמחיש את חשיבות הטכנולוגיה בהמשך תהליכי הלמידה. בשיא המשבר הושבתו פיזית מוסדות החינוך ועבור כ-1.6 מיליארד תלמידים ברחבי העולם, החליפה ההוראה דיגיטלית את כיתות הלימוד המסורתיות. מצב חסר תקדים זה האיץ את האימוץ של פלטפורמות למידה מתוקשבות, תוכנות תרגול מקוון וכלי הוראה מבוססי בינה מלאכותית לצורך התאמה אוטומטית של חומרי לימוד ומתן סיוע ללומדים מרחוק.

מורים ותלמידים נחשפו לאפשרויות החדשות: סקרים בינלאומיים שנערכו בעקבות אותה תקופה מצאו זינוק חד בשימוש בכלי הוראה דיגיטליים. לדוגמה, בארצות הברית דיווחו למעלה ממחצית מהמורים ב-2023 כי השתמשו בכלים מונעי-בינה מלאכותית (כגון צ'אטבוטים חכמים) במסגרת עבודתם. זהו נתון מרשים בהתחשב בכך שטכנולוגיות אלה בקושי היו זמינות כמה שנים קודם לכן. גם בישראל מסתמן שינוי תודעתי. יותר מנהלים ומורים מגלים פתיחות להתנסות בכלי בינה מלאכותית כעזר בהכנת מערכי שיעור, בהמחשת נושאים מורכבים ובאיתור מוקדם של תלמידים המתקשים בלמידה.

השינויים הטכנולוגיים משפיעים גם על הגדרת המיומנויות הנדרשות מתלמידי ההווה – בוגרי שוק העבודה של מחר. אם בעבר שליטת התלמיד בחומר הלימוד ובעובדות הייתה יעד עיקרי, הרי שכיום הדגש עובר לפיתוח מיומנויות-על שיאפשרו להפיק תועלת מכלי הבינה המלאכותית ולנווט בעולם גדוש מידע. דו"חות בינלאומיים מדגישים את חשיבותם של חשיבה ביקורתית, פתרון בעיות ויצירתיות, לצד אוריינות דיגיטלית והבנה בסיסית של אופן פעולת אלגוריתמים.

למעשה, אוריינות הבינה המלאכותית, מתחילה לקבל הכרה כתחום ידע חיוני לתלמידי המאה ה-21 – היכולת להבין את הכוח ואת המגבלות של מערכות בינה מלאכותית, לדעת כיצד לעבוד איתן באופן מושכל (למשל, איך לשאול צ'אטבוט שאלות נכונות או לאמת מידע שהופק אוטומטית), ואף לפתח מיומנויות תכנות וניתוח נתונים בסיסיות. מערכות חינוך בעולם החלו לשלב תכנים אלה בתוכניות הלימודים: לפי נתוני ארגון UNESCO עשרות מדינות כבר הכניסו קורסי יסוד במדעי הנתונים, בלמידת מכונה ובאתיקה של

טכנולוגיה במסגרות תיכון ואוניברסיטה, מתוך הבנה שתלמידים המצויידים במיומנויות אלו יהיו מוכנים יותר להשתלב בכלכלה עתירת חדשנות. במקביל, גובר שיתוף הפעולה בין מערכות החינוך למגזר העסקי ולהשכלה הגבוהה כדי לעדכן באופן שוטף את רשימת הכישורים הנדרשים ולתאם ציפיות באשר לבוגרי מערכת החינוך.

לבסוף, יש לתת את הדעת לסוגיית הפער הדיגיטלי בעידן הבינה מלאכותית. למרות הזמינות ההולכת וגדלה של טכנולוגיות חכמות, לא כל האוכלוסיות נהנות מהן באופן שווה. גורמים בינלאומיים מזהירים כי ללא צעדים מתקנים, הבינה המלאכותית עלולה להעמיק פערים קיימים בין מדינות ובתוכן. לאוכלוסיות פריפריאליות וקבוצות מוחלשות ברחבי העולם גישה מצומצמת לתשתיות אינטרנט, לציוד מחשב ולכישורים דיגיטליים, מה שמקשה על תלמידיהן להשתמש בכלים מתקדמים בלמידה.

בישראל, שבה הפערים החברתיים-כלכליים משתקפים גם בפערי חינוך, קיים חשש שהאימוץ המהיר של בינה מלאכותית ישרת בעיקר את מי שכבר מצויד במשאבים ובידע, בעוד תלמידים ממעמד סוציו-אקונומי נמוך, מהפריפריה הגיאוגרפית, מהמגזר הערבי או מהחברה החרדית עלולים להישאר מאחור. כך למשל פער השפה: רוב המערכות הגנרטיביות כיום מאומנות בעיקר באנגלית ובשפות מרכזיות, ותלמידים הדוברים עברית או ערבית עשויים לקבל מענה פחות איכותי מכלי הבינה מלאכותית בהשוואה לדוברי אנגלית. בעיה נוספת שעשויה לעלות, וקיימת כבר היום ברשתות החברתיות, היא בעיית הפערים בנרטיב של החומרים שעליהם מאומנים המודלים ובהתאמה בתשובות שאותן הם יספקו. אם לא יפותחו פתרונות הולמים, עלול להיווצר מצב שבו הטכנולוגיה, שאמורה לסייע לגשר על פערים, דווקא מרחיבה אותם. כדי להימנע מתרחיש כזה, על מקבלי ההחלטות לשלב עיקרון של שוויון דיגיטלי בכל תוכנית להטמעת בינה מלאכותית בחינוך, החל מהשקעה ייעודית בתשתיות ובידע בבתי ספר חלשים, דרך הכשרה טכנית למורים ותלמידים באזורים מוחלשים, ועד להתאמת המערכות הלשוניות והתרבותיות למגוון אוכלוסיות. לקח חשוב מהתקופה שלאחר סגירת מוסדות החינוך ב-2020 מלמד שהתלמידים הפגיעים ביותר נפגעים ראשונים במצבי שינוי, וכלל זה נכון גם למהפכת הבינה מלאכותית. משום כך, המדיניות הלאומית חייבת להבטיח שהמהלך לשילוב בינה מלאכותית במערכת החינוך יהיה כוללני: טכנולוגיה נגישה, תוכן חינוכי רב-לשוני ומותאם תרבותית, ותשומת לב מתמדת לצמצום פערים.

סיכום

מהפכת הבינה המלאכותית מציבה אתגר עצום אך גם פוטנציאל כביר למערכת החינוך בישראל. היא מחייבת ראייה רחבה וארוכת טווח של ההשלכות הכלכליות, החברתיות והפדגוגיות של הטכנולוגיה, וכן נקיטת צעדים מיידיים להכנת הקרקע: מהכשרת מורים, דרך עדכון תוכני הלימוד, ועד פיתוח כלים ונהלים לשימוש אחראי.

בעידן שבו בינה מלאכותית משנה כל היבט בחינוך, היכולת להבין ולהשתמש בכלים מתקדמים כבר אינה בגדר יתרון אלא הכרח קיומי. תלמידים שלא ירכשו מיומנויות

פרק 1 - רשימת מקורות

World Economic Forum. The Future of Jobs Report 2023.
Geneva: WEF, 2023.

McKinsey & Company. The Economic Potential of Generative AI: The Next Productivity Frontier. McKinsey Global Institute, 2023.

McKinsey Global Institute. Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation. McKinsey & Company, 2023.

OECD. Recommendation of the Council on OECD Legal Instruments Artificial Intelligence. Paris: OECD Publishing, 2019.

OECD. OECD Future of Education and Skills 2030. Paris: OECD Publishing, 2019.

European Commission. Ethical guidelines on the use of artificial intelligence (AI) and data in teaching and learning for educators. Brussels: European Commission, 2022.

European Commission. High-Level Expert Group on Artificial Intelligence. Ethics Guidelines for Trustworthy AI. Brussels: European Commission, 2019.

UNICEF (Office of Global Insight and Policy). Policy Guidance on Artificial Intelligence (AI) for Children. New York: UNICEF, 2021.

UNESCO. AI and Education: Guidance for Policy-makers. Paris: UNESCO, 2021.

UNESCO. Guidance for generative AI in education and research. Paris: UNESCO, 2023.

UNESCO. Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. Paris: UNESCO, 2021.

OECD. Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with AI, Blockchain and Robots. Paris: OECD Publishing, 2021.

בשימוש בכלים, כמו מחוללי טקסט ותמונה או מערכות ניתוח נתונים מתקדמות, יתקשו להשתלב בכלכלת העתיד. מחקרים עדכניים מצביעים על כך שעד 2030, כ-75% מהמשרות ידרשו הבנה בסיסית של טכנולוגיות בינה מלאכותית – נתון המדגיש את הצורך בהיערכות מיידי.

הניסיון הבינלאומי מלמד שמערכות חינוך הנערכות בזמן מצליחות לרתום את הבינה המלאכותית לשירות מטרותיהן, בעוד המאחרות עלולות להתמודד בהמשך עם פערים שקשה לגשר עליהם. מדינת ישראל, כ"אומת הסטארט-אפ" וכמדינה בעלת מערכת חינוך מגוונת, נמצאת בעמדה ייחודית להוביל שינוי זה באופן המשלב חדשנות עם אחריות חברתית. פעולה החלטית כיום תסייע להבטיח שבני ובנות הדור הצעיר יוכלו למצות את ההזדמנויות הגלומות במהפכה הטכנולוגית, לתרום לכלכלה משגשגת, ולהתמודד עם אתגרי המאה ה-21 כחברה מלוכדת ובת-קיימה.

במציאות זו טמונה הזדמנות ייחודית. דווקא המבט החיצוני, הבא מעולם הטכנולוגיה ולא מתוך מערכת החינוך, יכול לספק פרספקטיבה רעננה וחדשנית. אנשי חינוך בעלי ניסיון והכרה עמוקה של המערכת, יכולים לשתף פעולה עם אנשי טכנולוגיה המביאים עימם הבנה של הפוטנציאל והאתגרים הטכנולוגיים. שילוב זה יוצר הזדמנות לחדשנות פדגוגית אמיתית, כזו שאינה מסתפקת בהוספת שכבה טכנולוגית על גבי דפוסי הוראה מסורתיים, אלא מעצבת מחדש את מהות הלמידה וההוראה ומתאימה אותן לעידן הבינה המלאכותית.

פרק 2

מיפוי מערכת החינוך ופירוט ניתוח לשחקנים השונים

UNESCO. Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. Paris: UNESCO, 2021.

OECD. Artificial Intelligence in Education: Estonia Case Study. OECD Working Papers on Digital Education, No. 4, 2023.

Ministry of Education Singapore. Transforming Education through Technology: AI in Education Strategy. Singapore: Government of Singapore, 2022.

Ministry of Education of the Republic of Korea. K-Edu AI Roadmap. Seoul: MoE Korea, 2022.

UNESCO. Education and Artificial Intelligence: Challenges and Opportunities. Paris: UNESCO, 2021.

מיפוי מערכת החינוך ופירוט ניתוח לשחקנים השונים

מבוא

פרק זה עוסק בנייתו מערכתי של בעלי העניין המרכזיים האמונים על הטמעת בינה מלאכותית במערכת החינוך הישראלית. הטמעה מוצלחת של טכנולוגיות בינה מלאכותית דורשת הבנה עמוקה של התפקיד של כל שחקן, של האתגרים הייחודיים עמם הוא מתמודד, ושל דרכי הפעולה העומדות לרשותו.

הפרק בנוי באופן שיטתי ועקבי, כאשר לכל אחד מתשעת השחקנים המרכזיים במערכת מוקדש חלק נפרד המנתח את הנושאים הבאים:

תפקיד וחשיבות – הגדרת מקומו של השחקן במארג החינוכי והשפעתו הייחודית על הטמעת בינה מלאכותית.

הזדמנויות – היתרונות והאפשרויות החדשות שבינה מלאכותית מזמנת לשחקן זה, והפוטנציאל לשיפור תהליכים ותוצאות.

אתגרים – הקשיים, החסמים והסיכונים הספציפיים שעומדים בשחקן מתמודד בתהליך הטמעה.

השוואה בינלאומית – לקחים וידע מצטבר ממדינות מובילות בעולם בנוגע לדרכי הפעולה של שחקן זה.

צעדי פעולה מומלצים – המלצות קונקרטיות ומעשיות עבור השחקן להתמודדות מיטבית עם האתגרים ולמימוש ההזדמנויות.

השחקנים המנותחים בפרק הם:

1. **מטה משרד החינוך** – הגוף המוביל מדיניות לאומית ואסטרטגיה מערכתית.
2. **מחוזות משרד החינוך** – חוליית הביניים המתרגמת מדיניות ארצית ליישום אזורי.
3. **ראמ"ה (הרשות הארצית למדידה והערכה)** – הגוף האחראי על הערכת אפקטיביות ויצירת בסיס ידע מבוסס-נתונים.
4. **רשויות מקומיות ומועצות אזוריות** – הגורם האחראי על יישום בקונטקסט המקומי והקהילתי.
5. **רשתות חינוך** – גופים המנהלים ריבוי מוסדות ומהווים מעבדות לחדשנות בקנה מידה נרחב.
6. **מוסדות אקדמיים להכשרת מורים** – המעצבים את דמותו המקצועית של המורה בעידן הבינה המלאכותית.
7. **חברות טכנולוגיה (מגזר עסקי)** – ספקי הפתרונות והידע הטכנולוגי המתקדם.
8. **מורים וצוותי הוראה** – קו החזית של ההטמעה והמפגש היומיומי עם התלמידים.
9. **מנהלי בתי ספר ומוסדות חינוך** – המובילים את השינוי ברמת המוסד החינוכי.

ניתוח מקיף זה שיוצג להלן חושף את המורכבות המערכתית של הטמעת בינה מלאכותית בחינוך, ומדגיש את הצורך בתיאום ובשיתוף פעולה בין כל הגורמים. הפרק מסתיים בהצגת מודל אקוסיסטם מתואם, המציע דרכים למינוף כוחם המשותף של כל השחקנים להשגת הטמעה מוצלחת, אתית ושוויונית של בינה מלאכותית במערכת החינוך הישראלית.

מטה משרד החינוך

מטה משרד החינוך ממלא תפקיד מכריע בעיצוב המדיניות והכיוון האסטרטגי של מערכת החינוך. הוא אחראי על קביעת תוכניות הלימודים הארציות, הקצאת משאבים, פיקוח ובקרה ופיתוח מקצועי מערכתי. הטמעת בינה מלאכותית בחינוך מחייבת הנהגה ברורה מדרג המטה, שכן שינויים בסדר גודל כזה דורשים תיאום והכוונה לאומית.

הזדמנויות:

טכנולוגיות בינה מלאכותית יכולות לסייע למטה המשרד בקבלת החלטות מבוססות-נתונים, למשל זיהוי דפוסי למידה ומגמות מכל בתי הספר כדי לאתר פערים ולשפר תוכניות. כמו כן, בינה מלאכותית מאפשרת פיתוח תוכני לימוד דינמיים המותאמים לעולם משתנה ולמשוב מהשטח, ושיפור מערכי ההערכה והמדידה (כמו ניטור שוטף של הישגים). כך ניתן לייעל תהליכים אדמיניסטרטיביים ולאפשר למורים להתמקד יותר בהוראה איכותית. לדוגמה, אסטוניה השיקה, בהובלת משרד החינוך האסטוני, יוזמה לאומית בשם **AI Leap 2025** בשיתוף החברות Open Ai ו-Anthropic בכל בתי הספר התיכוניים. התוכנית נועדה להעניק לתלמידים ולמורים גישה לכלי בינה מלאכותית מתקדמים ולפתח את המיומנויות הנחוצות לשימוש בהם באופן יעיל, צעד ההופך אותה לחלוצה עולמית בתחום. בפלורידה, תיקון חקיקה משנת 2024 הגדיר בינה מלאכותית

ככלי להתאמת ההוראה לצורכי הלומד ולהפחתת עומס העבודה של המורים – איתות מדיני ברור לתעדוף הטמעת בינה מלאכותית בהוראה.

אתגרים:

בה בעת, ניצב המטה בפני אתגרים, כגון התנגדות מתוכו לשינויים מהירים בארגון גדול ושמרני יחסית – הצורך בהשקעות תקציביות גבוהות, בתשתיות ובפיתוח מקצועי וטיפול בפערים דיגיטליים בין מגזרים ואזורים שונים, מהווים משוכה בדרך. נוסף על כך, שימוש נרחב בבינה מלאכותית מעורר סוגיות אתיות (כגון פרטיות התלמידים, הטיית אלגוריתמיות ואחריותיות בשקיפות השימוש בנתונים). ניסיון של מדינות מובילות מראה שיש לתת על כך את הדעת: בפלורידה למשל, החוק החדש מחייב שכלי בינה מלאכותית יופעלו תחת קוד אתי ברור, עם שקיפות מלאה כלפי תלמידים והורים לגבי הנתונים הנאספים והמנגנונים הטכניים, תוך הגנה קפדנית על פרטיותם. גם גופי מומחים ממליצים להגדיר קווים מנחים למניעת הטיית והפליה בשימוש בבינה מלאכותית, וליידע את הציבור באופן שוטף על מטרות השימוש וגבולותיו.

השוואה בינלאומית – מבנה ארגוני תומך שינוי:

משרד החינוך הישראלי הקים כבר מנהל חדשנות המשולב עם אגף המו"פ (מחקר ופיתוח), צעד חיוני בהיערכות לאתגרים טכנולוגיים. זוהי תשתית ארגונית ראשונית להובלת הטמעת בינה מלאכותית במערכת החינוך. עם זאת, האתגר העומד בפני מטה המשרד הוא להתאים את המבנה הארגוני של מנהל החדשנות למורכבות הספציפית של בינה מלאכותית, שהיא טכנולוגיה חוצת-תחומים המשפיעה על כל היבטי החינוך.

הניסיון הבינלאומי מראה כי יעילות הטמעת הבינה המלאכותית נשענת על יכולת התיאום בין יחידות ארגוניות. בסינגפור למשל, יצרו "צוותי משימה חוצי-אגפים" בהובלת מנהל החדשנות, המורכבים מנציגי פדגוגיה ואנשי תקציבים, טכנולוגיה ורגולציה. באסטוניה מינו "שגרירי בינה מלאכותית" בכל אגף של משרד החינוך, והם מקושרים למטה מרכזי ובכך יוצרים רשת פנים-ארגונית מתואמת.

להמשך הצלחת המהלך בישראל, מומלץ להעצים את מנהל החדשנות בשלושה אופנים: ראשית, להרחיב את סמכויותיו כך שיוכל לתאם פעילות חוצת-אגפים; שנית, לחזק את המומחיות הייעודית בבינה מלאכותית באמצעות גיוס אנשי מקצוע מהשורה הראשונה בתחום; ושלישית, הקניית יכולת לפעול במהירות וגמישות בסביבה הטכנולוגית המשתנה במהירות. הפעלת מנהל החדשנות כיחידת-על לבינה מלאכותית, כפי שמוצע להלן ב"צעדי פעולה מומלצים", תוכל להישען על התשתית הארגונית הקיימת תוך הרחבת יכולותיה.

צעדי פעולה מומלצים למטה המשרד:

• **גיבוש אסטרטגיה לאומית דינמית:** פיתוח ועדכון מתמיד של אסטרטגיה לאומית להטמעת בינה מלאכותית בחינוך. האסטרטגיה תכלול חזון ויעדים כמותיים



ברורים לכלל המגזרים, ותעדכן באופן תדיר בהתאם להתפתחויות הטכנולוגיות והתרבותיות. יש לפרט בה את היעדים החינוכיים ("ה"למה" – כיצד בינה מלאכותית תשרת מטרות חינוך, כגון חשיבה ביקורתית, יצירתיות ומיומנויות המאה ה-21 ולא רק את האמצעים הטכנולוגיים. אסטוניה לדוגמה מיתגה את מהלך הבינה מלאכותית בחינוך כ"פרק חדש בהתפתחות" הדיגיטלית והגדירה מטרות ומדדי הצלחה לאומיים ברורים.



• **פיתוח קוד אתי ורגולציה:** ניסוח והטמעה של קוד אתי מקיף לשימוש בבינה מלאכותית במערכת החינוך כולל סוגיות של פרטיות מידע, אבטחת מידע ושקיפות החלטות אלגוריתמיות. יש להגדיר גבולות לשימוש – למשל לקבוע אילו יישומי בינה מלאכותית פסולים בבחינות סיום (בסינגפור הוחלט לא להשתמש בבודקי בינה מלאכותית אוטומטיים בבחינות ארציות על מנת לשמור על הוגנות) ואילו שימושים מותרים ומועילים. הקוד האתי יחייב מוסדות וחברות טכנולוגיה בעלות מנגנוני פיקוח ואכיפה. דגש מיוחד יושם על שמירת תפקידם של המורים כמנחים מרכזיים והימנעות מ"החלפתם" על ידי מכונות. פלורידה למשל מדגישה בחוק את הצורך ב"קוד פתוח" של כלים ובשקיפות מלאה לציבור כדי לטפח אמון.



• **הקמת יחידת בינה מלאכותית ייעודית במשרד:** הקמת יחידת-על לבינה מלאכותית בחינוך שתהיה אחראית על תיאום בין אגפי המשרד, הובלת ניסויים ופילולוטים, גיבוש מדיניות מבוססת-נתונים וידע עדכני, וקידום שיתופי פעולה עם גופים חיצוניים (חברות טכנולוגיה, אקדמיה, ארגוני חברה אזרחית). יחידה כזו תרכז מומחים בתחום מדעי הנתונים, טכנולוגיה חינוכית, אתיקה ומשפט, ותסייע להטמיע את היכולות החדשות בכלל פעילות המשרד. יחידות דומות מוקמות בעולם: למשל ראשות החדשנות באסטוניה או צוותי בינה מלאכותית ייעודיים במשרדי חינוך באסיה. היחידה תוכל להיעזר גם בשיתוף פעולה עם גופי מחקר בינלאומיים.



• **תקצוב ותשתיות:** יצירת מסגרת תקציבית רב-שנתית להטמעת בינה מלאכותית הכוללת השקעה בתשתיות טכנולוגיות בבתי הספר (רשתות אינטרנט מהירות, ציוד קצה, מתקני ענן לאחסון מידע חינוכי) תוך מתן עדיפות לאזורים מוחלשים. כמו כן, פיתוח מערכות נתונים ארציות שיאפשרו לאסוף באופן מאובטח נתוני למידה מכלל בתי הספר ולהנגישם (בצורה אנונימית ומנותחת) לצורך קבלת החלטות. ללא השקעות אלו, פוטנציאל הבינה המלאכותית לא ימומש ועלול אף להעמיק פערים. סקרי UNESCO מצביעים על כך שגם במדינות מתקדמות, אימוץ בינה מלאכותית תלוי קודם כל בזמינות תשתית וציוד, בייחוד בפריפריה, ולכן יש לכלול בתקציב גם הקצאה לסגירת פערים דיגיטליים (תשתיות בבתי ספר של המגזר הערבי, החרדי ובאזורים מרוחקים).



• **הכשרת כוח אדם וידע:** ייזום תוכניות רחבות להכשרת מורים וצוותים חינוכיים בתחום הבינה המלאכותית. מטה המשרד, בשיתוף מוסדות ההכשרה (ראו להלן), יפתח מסלולי הכשרה ייעודיים – הן למורים חדשים בהכשרה אקדמית והן למורים מכהנים במסגרת פיתוח מקצועי רציף. ההכשרות יקיפו גם היבטים

טכניים (שימוש בכלי בינה מלאכותית בכיתה) וגם היבטים פדגוגיים ואתיים (ניהול כיתה בעידן ChatGPT, התמודדות עם העתקות, שילוב בינה מלאכותית בלמידה פרסונלית וכו'). כך למשל, בסינגפור שולבו נושאי בינה מלאכותית בתוכניות ההכשרה של כלל המורים עד 2026, מתוך הבנה שהכשרת אנשי ההוראה היא מפתח להטמעה מוצלחת. גם אוניברסיטת פלורידה פיתחה תוכנית חלוצית לפיתוח מקצועי של מורים בתחום. התוכנית נרשמה כהצלחה ושוכפלה למחוזות נוספים בבקרה מדוקדקת. ישראל צריכה לאמץ גישה דומה ולתמוך באופן מיוחד בהרחבת מיומנויות דיגיטליות בקרב מורים בכל הדרגים.

צעדים אלו יחזקו את יכולת מטה משרד החינוך להוביל הטמעה אחראית ואפקטיבית של בינה מלאכותית במערכת, באופן שמעצים את המורים ואת התלמידים ומקדם את המטרות החינוכיות הלאומיות.

מחוזות משרד החינוך

מחוזות משרד החינוך מהווים חוליית ביניים קריטית בין המטה הארצי לבתי הספר. הם מופקדים על יישום המדיניות הארצית בשטח, בד בבד עם התאמות לצרכים מקומיים, פיקוח על מוסדות החינוך ומתן תמיכה פדגוגית וניהולית.

תפקידם הייחודי:

לשמש גשר בין התכנון הלאומי לבין היישום הבית ספרי על ידי התאמת התוכניות למציאות הדמוגרפית-תרבותית של כל אזור, ולספק ליווי מקצועי והדרכה לבתי הספר ולצוותי ההוראה.

הזדמנויות:

הטמעת בינה מלאכותית פותחת אפשרויות למחוזות לייעל את עבודתם. על ידי שימוש בכלי ניתוח נתונים מתקדמים ניתן לעקוב אחר יישום רפורמות במדיניות, לזהות חסמים או פערים בין בתי ספר ולהתאים את התמיכה הניתנת לכל בית ספר. למשל, מערכות Dashboard חכמות יכולות לספק למפקחים מידע עדכני על שיעורי נוכחות, הישגים ומדדי אקלים בכל בית ספר, ולהתריע היכן נדרשת התערבות. בעזרת הכלים הללו ניתן לעבור מדפוס "פיקוח אחיד" לפיקוח דיפרנציאלי מבוסס נתונים, כלומר, להקדיש יותר משאבים לבתי ספר במצוקה ולתת אוטונומיה לבתי ספר מצטיינים. נוסף על כך, בינה מלאכותית מאפשרת למחוז לנתח לעומק את צורכי הפיתוח המקצועי של המורים בכל אזור, ולהתאים השתלמויות לפי מאפייני האוכלוסייה (למשל, מחוז עם הרבה תלמידים דוברי ערבית יכול למקד השתלמויות בכלי בינה מלאכותית לתרגום ולמידת שפה).

אתגרים:

קיימים פערים משמעותיים בין מחוזות שונים בישראל בתשתיות ובמוכנות טכנולוגית. ישנם מחוזות מבוססים טכנולוגית לעומת אחרים הסובלים מתשתית אינטרנט חלשה ומהיעדר מומחיות דיגיטלית אצל חלק מהמורים. פער זה עלול להוביל לכך שהטמעת בינה מלאכותית תצמח מהר במחוזות חזקים ותתעכב בחלשים – ובכך תעמיק אי-שוויון. אתגר נוסף הוא הצורך בהכשרת צוותי המחוז עצמם – המפקחים, המדריכים ואנשי מטה המחוז. ללא הכשרה מתאימה, עלולים דווקא גורמים אלו להפוך לצוואר בקבוק בהטמעה (אם לדוגמה מפקח אזורי אינו מבין את יתרונות הכלי הטכנולוגי, הוא לא יעודד שימוש בו בבתי הספר). והרי כל מחוז מתאפיין בצרכים ייחודיים – עירוני לעומת כפרי, כלל-האוכלוסייה לעומת חרדי/ערבי – לכן הטמעת הטכנולוגיה חייבת להיות גמישה מספיק כדי להתאים לקונטקסט המקומי. **הממד הבינלאומי:** בארצות הברית למשל, מחוזות (Districts) הם שחקן מפתח בהטמעת חידושים. בפלורידה זיהו זאת, וחוקקו חוקים להענקת מענקים ייעודיים כדי לעודד מחוזות לשלב כלי בינה מלאכותית בכיתות, כולל סיוע בעלויות רישיונות ופיתוח תכנים. כמו כן, צוות המשימה המדינית של פלורידה המליץ שכל מחוז יקיים שיתוף פעולה בין הנהלת החינוך לאנשי IT (Information Technology) ולמורים, כדי לוודא בחינה קפדנית של כלי הבינה מלאכותית הנרכשים, עמידתם בתקני נגישות ושמירה על פרטיות התלמידים. שיתוף פעולה שכזה דרוש גם בישראל ברמה המחוזית.

צעדי פעולה מומלצים למחוזות:

• **תוכנית מחוזית להטמעת בינה מלאכותית:** כל מחוז יגבש תוכנית הטמעה אסטרטגית המותאמת למאפייניו, בשיתוף מפקחים, מנהלים ונציגי מורים. התוכנית, תעסוק בפיתוח תשתיות, בהכשרת כוח אדם אזורי ובמטרות פדגוגיות ייחודיות למחוז (למשל שיפור בהישגי מקצועות מדעיים בפריפריה או צמצום פערי אוריינות). עליה להיות גמישה דייה כדי לאפשר התאמות ברמת בית הספר הבודד, אך גם לקבוע סטנדרטים ויעדים משותפים לכל בתי הספר במחוז.



• **הקמת מרכז הדרכה מחוזי לבינה מלאכותית:** בכל מחוז יוקם מרכז ידע וחדשנות שיוקדש לבינה מלאכותית בחינוך. המרכז ישמש "חממה" לניסוי בכלים חדשים, לקיום סדנאות והשתלמויות לצוותים החינוכיים ולמתן יעוץ לבתי ספר. ניתן יהיה לשלב במרכז מעבדת מחשבים עם תוכנות בינה מלאכותית עדכניות לטובת התנסות מורים ותלמידים מצטיינים. מרכז כזה – פיזי או וירטואלי – יאפשר לרכז מומחיות מקומית ולהפיץ אותה. מודלים דומים קיימים בעולם: לדוגמה, בסינגפור הוקמה במסגרת התוכנית הלאומית Smart Nation מעבדת ניסוי ל"עמית למידת בינה מלאכותית" עבור תלמידים ומורים לצורך התנסות בלמידה עם סיען חכם. מרכזים אזוריים יכולים גם לשתף פעולה זה עם זה ברמה הארצית כדי למנוע כפילויות.





• **הכשרת שגרירי בינה מלאכותית במחוז:** איתור והכשרה של מובילי חדשנות – מפקחים, מנהלים, מורים בכירים – שיהיו אמונים על הבינה המלאכותית של המחוז. אותם שגרירים יעברו הכשרה מעמיקה (בתמיכת המטה או מוסד אקדמי) בכלים פדגוגיים מבוססי בינה מלאכותית וירכשו ניסיון בשילובם בהוראה. לאחר מכן הם יובילו הדרכת עמיתים, כלומר יסייעו לבתי ספר אחרים לאמץ טכנולוגיות, יקימו קהילות למידה מחוזיות ויעבדו בצמוד למדריכי המקצוע בפיתוח חומרי לימוד חדשניים. רשת שגרירים כזו תהפוך לכוח מניע בהטמעה "מבית" שהיא הרבה יותר אפקטיבית מהדרכות חד-פעמיות חיצוניות. מהלך דומה ננקט באסטוניה, שבה הוכשרו **מנטורים דיגיטליים** לכל אזור על מנת לתמוך במורים בשטח בהטמעת כלים חדשים.



• **שיתוף ידע בין בתי ספר:** המחוז ייזום פלטפורמה דיגיטלית ופורומים שוטפים לשיתוף הצלחות, אתגרים ופתרונות בין מנהלי בתי הספר והמורים במחוז; לדוגמה, פורום מקוון שבו מורים יוכלו להעלות פעילויות שלימדו בעזרת כלי בינה מלאכותית (כגון שיעור בהיסטוריה שבו ChatGPT שימש כ"עוזר מחקר" לתלמידים) כדי שאחרים יוכלו להכיר ולהשתמש בהם. כמו כן, ארגון מפגשים מחוזיים, ימי עיון או כנסים קטנים בהם בתי ספר מציגים פיילטים ולקחים. **למידת עמיתים** מזרזת אפוא חדשנות ומונעת מכל בית ספר "להמציא את הגלגל" מחדש. כך למשל, אם חטיבת ביניים אחת פתחה קורס מוצלח ברובוטיקה המבוסס על בינה מלאכותית, היא תשתף את התוכנית ואת המדריכים עם בתי ספר אחרים במחוז.



• **מערכי ניטור והערכה אזוריים:** פיתוח מדדים ברמת המחוז כדי לעקוב אחר התקדמות ההטמעה. המחוז יאסוף נתונים (תוך שמירה על פרטיות) במגוון נושאים ובהם: שיעור המורים שעברו הכשרה, מידת השימוש בכלי בינה מלאכותית בהוראה, שינויים בהישגים או במיומנויות תלמידים, עמדות מורים ותלמידים כלפי הטכנולוגיה וכד'. יש לבנות **דשבורד מחוזי** שיציג למנהלי המחוז מדדי מפתח אלו. כך ניתן יהיה לזהות מוקדם בתי ספר שפיגרו בהטמעה ולהציע סיוע, או לחלופין לאתר הצלחות יוצאות דופן וללמוד מהן. בפלורידה ממליצים למשל לשלב כלי בינה מלאכותית לאיתור מוקדם של תלמידים בסיכון לנשירה או כישלון, כדי שהמחוז ובית הספר יוכלו להתערב מבעוד מועד. ניטור כזה יתרום לצמצום פערים בתוך המחוז.



• **שיפור הממשק בין המחוזות לרשויות ולרשתות חינוך:** תחום הבינה המלאכותית מחדד את הצורך בתיאום בין המחוזות לבין רשויות מקומיות ורשתות חינוך הפועלות באותו מרחב גיאוגרפי. כיום קיימות כפילויות (לדוגמה, רשות מקומית ומחוז מפתחים במקביל הכשרות דומות למורים) או לחלופין, פערים בנגישות לכלים (בתי ספר שאינם משתייכים לרשת חזקה או רשות איתנה עלולים ליפול בין הכיסאות). לפיכך מומלץ למחוזות ליצור פורומים משותפים קבועים עם הרשויות והרשתות שבתחומם, לצורך תיאום מדיניות ההטמעה של בינה מלאכותית. פורומים אלו יתכנסו אחת לרבעון ויעסקו בחלוקת אחריות ברורה, מניעת כפילויות, ואיגום משאבים. לדוגמה, מחוז יכול להתמקד בהכשרות מורים ובבקרה פדגוגית, הרשות המקומית תתמקד בתשתיות פיזיות, ורשת החינוך בפיתוח תכנים פדגוגיים

ותוכניות לימודים. במקביל, יש לפתח מסד נתונים משותף המאפשר שקיפות באשר ליוזמות בתחום הבינה המלאכותית, זאת כדי למנוע כפילויות ולייצר סינרגיה. בפלורידה לדוגמה, נבנתה פלטפורמה דיגיטלית משותפת המציגה את כל היוזמות בתחום הבינה המלאכותית בחינוך על פי מחוז גיאוגרפי, ומאפשרת תיאום אפקטיבי בין השחקנים השונים.

באמצעות צעדים אלה, המחוזות יכולים להפוך **מכפילי כוח** בהטמעת בינה מלאכותית. הגמישות שלהם ביחס למטה מאפשרת התאמה לצרכים מקומיים, והסמכות שלהם יכולה להבטיח שכל בית ספר – עירוני או כפרי, יהודי או ערבי – יקבל את התמיכה הדרושה על מנת להפיק את מלוא התועלת מהחדשנות הטכנולוגית בחינוך.

ראמ"ה - הרשות הארצית למדידה והערכה

ראמ"ה, כרשות הערכה חינוכית עצמאית, מופקדת על בחינות ארציות (מיצ"ב), השתתפות במבחנים בינלאומיים (TIMSS, PISA וכד'), הערכת תוכניות והתערבויות וביצוע מחקרים עבור משרד החינוך. שילוב הבינה המלאכותית רלוונטי לראמ"ה משני היבטים: (1) כשימוש פנימי לכלי הערכה חדשניים; (2) כגוף המעריך את מידת ההצלחה של שילוב הבינה המלאכותית במערכת החינוך.

הזדמנויות (שימוש פנימי):

בינה מלאכותית תאפשר לראמ"ה לשכלל את כלי המדידה שלה. למשל, באמצעות עיבוד שפה טבעית (NLP) ניתן לנתח תשובות פתוחות של תלמידים באופן אוטומטי. כיום, מבחני מיצ"ב ובגרות מוגבלים ברובם לשאלות סגורות או הערכה ידנית עתירת עבודה; אך כלי בינה מלאכותית יכולים לבדוק חיבורים ולהעריך את איכותם (תחביר, אוצר מילים ואף קוהרנטיות) בהיקף גדול ובזמן קצר. סינגפור כבר החלה בפיתוח מערכות סימון אוטומטיות לחיבורי תלמידים באנגלית, המאתרות שגיאות כתיב ודקדוק כדי להפנות את תשומת לב המורה אליהן. חשוב לציין שסינגפור מגבילה שימוש זה רק לעבודות שוטפות ולא לבחינות מסכמות – מדיניות שגם ראמ"ה תצטרך לשקול בשילוב כלים כאלה. כמו כן, לימוד מכונה (ML) מאפשר לנתח את מאגרי הנתונים הקיימים של ראמ"ה לעומק: למצוא דפוסים סמויים, לבחון מגמות לאורך שנים ולחזות מוקדים שידרשו התערבות. למשל, אלגוריתם עשוי לזהות שבאזור מסוים חלה ירידה עקבית בהישגי המתמטיקה בכיתות ח', ולנתח מהם הגורמים התורמים לכך (פרופיל המורים, רמת ציוד, רקע סוציו-אקונומי וכו'); תובנות כאלה יסייעו למקבלי ההחלטות לפעול על מנת לשנות את המגמה הזו. בינה מלאכותית יכולה לאפשר דור חדש של **הערכה אדפטיבית** – מבחנים המותאמים בזמן אמת לרמת הנבחן. במקום מבחן אחיד, המחשב ישנה את רמת הקושי בהתאם לתשובות התלמיד, וכך יוכל להעריך בדיוק רב יותר את רמתו תוך הפחתת תסכול או שעמום. הערכות דיגיטליות אדפטיביות נמצאות כבר בשימוש חלוצי במדינות שונות (למשל בארה"ב בבחינות MAP). ראמ"ה יכולה לפתח מבחני מיצ"ב אדפטיביים שייתנו לכל תלמיד ציון ומיפוי על פי יכולותיו האישיות. אפשר גם לשלב **הערכה מבוססת משחק**

(Gamified Assessment) שבה תלמיד פותר משימות בסביבה משחקית ממוחשבת, ואלגוריתם מנתח את ביצועיו כדי להעריך מיומנויות מורכבות כמו פתרון בעיות, יצירתיות ועבודת צוות. זהו כיוון מחקרי עולמי שבו יכולה ישראל להוביל.

הזדמנויות (הערכת ההטמעה):

בתור הגוף המחקרי של מערכת החינוך, ראמ"ה יכולה להוביל מחקרים להערכת האפקטיביות של תוכניות בינה מלאכותית מיושמות (למשל לבדוק האם שימוש קבוע בכלי תרגול אדפטיבי משפר הישגים לאורך זמן, או כיצד השימוש ב-ChatGPT משפיע על כישורי כתיבה של תלמידים). כך היא תוכל לספק משוב אמין למשרד החינוך ולציבור באשר להצלחות ולמה שלא הצליח, ותאפשר תיקון מסלול מושכל.

אתגרים:

ראשית, ראמ"ה עצמה תצטרך לגייס **מומחיות טכנית** – מדעני נתונים, מתכנתים, מומחי בינה מלאכותית – או לשתף פעולה עם גופים בעלי מומחיות כזו, ואילו אנשי צוות המחקר הנוכחיים יתמודדו עם הצורך לרכוש מיומנויות חדשות בתחום שאינו מסורתי בעולם החינוך. אתגר שני הוא **הבטחת הוגנות, אתיקה ופרטיות** בכלי הערכה מבוססי בינה מלאכותית. אם האלגוריתמים מוטים (למשל מפלים לרעה תלמידים מרקע מסוים) – חייבת ראמ"ה כנציגת המערכת למנוע זאת. עליה לוודא שכל מודל נבדק היטב כדי לוודא שאין בו הטיות, ועליה לפרסם את מתודולוגיית הערכה בשקיפות כדי לזכות באמון הציבור. נוסף על כך, איסוף כמויות גדולות של נתוני תלמידים מעלה חשש לפרטיות; על ראמ"ה לפתח מדיניות להגנה קפדנית על הנתונים ולשמירת סודיות המידע האישי. אתגר שלישי הוא **התאמת מתודולוגיות המחקר**: בסביבת בינה מלאכותית יכולים תהליכי למידה להיות שונים ולכן יש לעדכן את כלי המחקר כך שימדדו את מה שחשוב בעידן החדש (למשל כיצד למדוד בקרב התלמידים "מיומנות הנחיית בינה מלאכותית").

הקבלה עולמית:

UNESCO ואחרים מדגישים שהטמעת בינה מלאכותית דורשת פיתוח אמצעי הערכה חדשים, ובפרט הוספת מדדים למיומנויות חדשות, כמו חשיבה אלגוריתמית או אוריינות מידע. גופי הערכה לאומיים בעולם (דוגמת ETS בארצות הברית) כבר משקיעים במחקר על הערכת למידה בהקשר דיגיטלי. ישראל, באמצעות ראמ"ה, יכולה להצטרף לחזית זו.

הערכה ארוכת טווח:

אחד האתגרים המרכזיים בהערכה של הטמעת בינה מלאכותית בחינוך הוא הצורך במחקרים ארוכי טווח. בניגוד להתערבויות חינוכיות ממוקדות שתוצאותיהן ניכרות במהירות יחסית, השפעת הבינה המלאכותית על למידה עשויה להתגלות רק לאחר שנים, במיוחד בהקשר של מיומנויות כמו חשיבה ביקורתית, יצירתיות, או יכולת הסתגלות לעולם העבודה המשתנה. ברוב מדינות העולם, מחקרים ארוכי טווח כאלה עדיין חסרים.

ראמ"ה יכולה לשמש חלוצה בתחום זה על ידי הקמת מערך מחקר אורך שיעקוב אחר קבוצות תלמידים לאורך זמן – חלקם בבתי ספר המטמיעים בינה מלאכותית באופן נרחב וחלקם בבתי ספר מסורתיים יותר – ויבחן מגוון פרמטרים נוסף על הישגים לימודיים מיידיים. מחקר כזה ידרוש תכנון לחמש או עשר שנים ויכול לספק תובנות מבוססות-ראיות בנוגע להשפעות ארוכות הטווח של טכנולוגיות אלו על בוגרי מערכת החינוך. במקביל, ניתן לשתף פעולה עם גופי הערכה ומחקר בינלאומיים כמו OECD וה-IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement), שמתחילים לפתח מסגרות להערכה ארוכת טווח של יוזמות בינה מלאכותית במערכות חינוך.

צעדי פעולה מומלצים לראמ"ה:

• **גיבוש אסטרטגיית בינה מלאכותית לראמ"ה:** על הרשות לפתח תוכנית אב לשילוב בינה מלאכותית בעבודתה. אסטרטגיה זו תגדיר חזון (למשל, מדידה והערכה בחינוך מותאמות לעידן הדיגיטלי), יעדים אופרטיביים (כגון פיתוח X כלים חדשים עד שנה Y) ולוח זמנים למשימות. יש לכלול בה גם התייחסות לשיתוף פעולה עם גורמי חוץ ולגיוס המשאבים הדרושים (תקציב וכוח אדם).

• **הקמת יחידת Data ובינה מלאכותית (data & AI) בראמ"ה:** הקמת יחידה ייעודית בתוך ראמ"ה שתתמקד במדעי הנתונים, בלמידה חישובית ובאתיקה של בינה מלאכותית. היחידה תורכב מחוקרים ואנליסטים בעלי מומחיות טכנית, ותעבוד בצמוד לאנשי תוכן פדגוגי ופסיכומטרי. תפקידיה יכללו פיתוח אלגוריתמים להערכת תשובות, עיבוד כמויות גדולות של מידע חינוכי, וכן בדיקות QA למניעת הטיות. ניתן גם לשקול שיתוף פעולה עם אוניברסיטאות בישראל להקצאת סטודנטים לתארים מתקדמים (דוקטורנטים) בפרויקטים יישומיים של היחידה.

• **פיתוח כלי הערכה חדשניים:** הובלת פיתוח **מבחנים אדפטיביים ודיגיטליים** במערכת החינוך. ראמ"ה יכולה להתחיל בפילוטרים של מבחן אדפטיבי במתמטיקה בחטיבת הביניים, למשל, בשיתוף חברות טכנולוגיה ישראליות; או לפתח מערכות ממוחשבות להערכת מיומנויות "רכות" – שימוש במשחקי מחשב או סימולציות שבהם התלמידים פותרים בעיות, והבינה המלאכותית מעריכה את ביצועיהם. בעולם כבר נעשו ניסויים בהערכה באמצעות מציאות מדומה ומשחקי למידה, וראמ"ה יכולה לקחת חלק במחקרים בינלאומיים כאלה.

• **עדכון מדדים ומתודולוגיות:** פיתוח סטנדרטים ומדדים חדשים להערכת תוכניות חינוכיות וכלי בינה מלאכותית חינוכיים. למשל, הגדרת דרך להעריך **עד כמה** כלי מסוים של בינה מלאכותית תורם ללמידה עצמאית של תלמיד או לשיפור חשיבתו הביקורתית. מדדים כאלה יסייעו לקובעי מדיניות לבחור ולהשקיע בכלים המוכחים כיעילים. ראמ"ה צריכה גם לעדכן את מתודולוגיית הערכת הרפורמות שלה כדי לשקלל את נוכחות הבינה מלאכותית בכיתה – במילים אחרות, לבחון השפעות ארוכות טווח (5–10 שנים) של שילוב בינה מלאכותית על ההישגים והמיומנויות.





• **מסגרת אתית למדידה מבוססת בינה מלאכותית:** על ראמ"ה לגבש הערכה בשיתוף מומחי אתיקה ומשפט מסגרת כללים לשימוש בבינה מלאכותית. מסמך זה יבהיר עקרונות, כמו: שוויון (האלגוריתם לא יפלה על בסיס רקע חברתי-כלכלי), שקיפות (התליד זכאי לדעת באופן כללי כיצד הוערך), צנעת הפרט (שמירת נתוני הערכה חסויים) ואחריותיות (קיומם של מנגנוני ערעור או ביקורת אנושית כאשר צריך). מסגרת זו תהווה חלק מהקוד האתי הכללי של המשרד ותשמש דוגמה גם למדינות אחרות.



• **הכשרת כוח אדם ומתן ייעוץ:** השקעה בהכשרה מתמשכת של צוות ראמ"ה כדי להטמיע תרבות של החלטות מבוססות נתונים, כמו סדנאות לכל החוקרים על יסודות בינה מלאכותית ולמידת מכונה, קורסי עומק לסטטיסטיקאים על ניתוח נתוני Education Big Data ושיתופי פעולה עם סטארטאפים בתחום ה-EdTech. ראמ"ה יכולה לשמש גם כיועץ ידע לשאר הגופים – לפרסם דוחות תקופתיים המסכמים את מצב הטמעת הבינה המלאכותית במערכת ולקחים מבוססי נתונים, כמו דו"ח שנתי על השפעת למידה משולבת בינה מלאכותית על הפערים בין תלמידים והמלצות למטה המשרד.

באמצעות מהלכים אלו, ראמ"ה תמנף את מומחיותה כדי להכניס את מערכת ההערכה החינוכית של ישראל לעידן הבינה המלאכותית, ובו בזמן להבטיח שהחדשנות תיושם באופן אחראי, הוגן ומועיל. ישראל יכולה להתבלט כחלוצה עולמית במדידה ובהערכה חינוכית מתקדמת – תחום מפתח בעולם החינוך העתידי.

רשויות מקומיות ומועצות אזוריות

הרשויות המקומיות (ערים, מועצות מקומיות ואזוריות) הן שחקן משמעותי בניהול מערכת החינוך ברמה היישובית. תפקידן כולל אחזקת מבני בתי הספר, שילוב תוכניות ייחודיות מקומיות, העסקת עובדי מנהלה, ולעיתים השלמת תקציבים ותוכניות למה שמקצה משרד החינוך.

הרשויות קרובות מאוד לקהילה שהן משרתות ומכירות את צורכיהן הייחודיים, והדבר מקנה להן יתרון ב"התאמה אישית" של יישום טכנולוגיות חינוכיות.

תפקיד וחשיבות:

רשות מקומית יעילה יכולה לפעול כמגשרת בין המדיניות הלאומית לצורכי התושבים, וכך לסייע להטמיע בינה מלאכותית באופן רלוונטי לכל הקהילה. למשל, עירייה שבה ריכוז גבוה של עולים חדשים יכולה למקד שימוש בבינה מלאכותית לתרגום ולתמיכה בשפה, ומועצה אזורית חקלאית יכולה לשלב בינה מלאכותית בתוכניות לימוד אגרו-טכנולוגיות.

הזדמנויות:

בינה מלאכותית עשויה לסייע לרשויות לנהל בצורה טובה יותר את מערכות החינוך המקומיות. בעזרת מערכות BI עירוניות חכמות (בינה עסקית) יכולה רשות לנתח נתונים ממקורות רבים – הישגים בבתי הספר, נתוני נוכחות ואפילו נתוני רווחה – זאת כדי לקבל החלטות המבוססות על ראיות באשר להקצאת משאבים ובניית כיתות חדשות. לדוגמה, אם הנתונים מצביעים על עלייה בכמות התלמידים המתקשים בקריאה בשכונה מסוימת, העירייה יכולה להחליט להקים מרכז למידה או תוכנית תגבור באותה שכונה. הזדמנות נוספת טמונה בשיפור מנגנוני המעקב אחר איכות החינוך: מערכות בינה מלאכותית לניטור מסוגלות לעקוב אחר מדדים, כמו שביעות רצון תלמידים, מעורבות הורים, ואפילו לאתר בעיות בהתהוות בזמן אמת, כמו עלייה בדיווחים על אלימות. מנגנון מעקב יעיל יסייע לרשות להגיב פרואקטיבית – למשל, לשלוח צוות תמיכה לבית ספר שבו מתחילה בעיית נשירה במקום לחכות לדו"ח שנתי. בינה מלאכותית יכולה לסייע גם בהנגשת מידע לכלל האוכלוסייה: עיריות יכולות להפעיל פלטפורמות מקוונות מבוססות בינה מלאכותית עבור תושבים, כמו פורטל חכם לשאלות נפוצות בענייני חינוך לשימוש הורים (Chatbot), או מערכות "עיר לומדת" שמאפשרות לתלמיד להמשיך ללמוד גם בספרייה, במתנ"ס או בבית באמצעות אותם כלים דיגיטליים של בית הספר. למעשה, רעיון "העיר הלומדת" רואה בכל המרחב העירוני סביבת חינוך. בייג'ינג למשל הכריזה שתשלב לימודי בינה מלאכותית לא רק בבתי הספר אלא גם בפעילויות קהילתיות, כדי להפוך את העיר כולה לסביבת למידה עתירת טכנולוגיה. חשוב מכול, בינה מלאכותית יכולה לסייע לרשויות לצמצם פערים חינוכיים בתחומן על ידי זיהוי תלמידים בסיכון, ניתוח פערים לימודיים בין שכונות ומתן המלצות התערבות ממוקדות (תוכנית מנטורינג אישית באמצעות אפליקציות בינה מלאכותית לדוגמה). כלים כאלה יכולים לעזור לעירייה לקדם שוויון הזדמנויות – יעד שסביר שהנהגת הרשות שואפת אליו.

אתגרים:

אתגר מרכזי שרשויות מתמודדות איתו בהקשר של יוזמות חדשניות הוא מערכת היחסים המורכבת עם משרד החינוך בכל הנוגע למימון, לסמכויות ולאחריות. בעוד שרשויות מקומיות חזקות פיננסית יכולות ליזום ולממן מהלכים חדשניים מתקציביהן – רשויות חלשות יותר נסמכות על תקצוב ממשלתי, שמגיע לעיתים לצד מגבלות והנחיות נוקשות. זאת ועוד, הגבולות בין תחומי האחריות לעיתים אינם ברורים – האם פיתוח מקצועי של מורים בתחום הבינה המלאכותית הוא באחריות משרד החינוך או הרשות המקומית? מי אחראי על פיתוח תכנים? מי מפקח על איכות ההטמעה? סוגיה זו מתחדדת במיוחד סביב יוזמות חדשניות שאינן מוסדרות באופן מלא ברגולציה הקיימת. לעיתים קרובות, נתפסות רשויות חדשניות כ"מתקדמות מדי" ביחס למשרד החינוך ומתקשות לקבל אישורים או הכרה ביוזמות שלהן. בבריטניה יצרו מסגרת של "ארגזי חול" רגולטוריים (Regulatory Sandboxes) המאפשרים לרשויות מקומיות לנסות יוזמות חדשניות בתחום הבינה המלאכותית תחת פיקוח ועם פטור זמני מחלק מהרגולציות הקיימות, זאת כדי לאפשר חדשנות.

כאמור, קיימים פערי תשתית עצומים בין רשויות חזקות לחלשות. עירייה עשירה יכולה להרשות לעצמה ציוד מתקדם ומומחי IT (Information Technology) בעוד מועצה חלשה נאלצת להיאבק כדי לספק חיבור אינטרנט יציב לכל בתי הספר ללא תמיכה חיצונית. אי לכך יתקשו רשויות מוחלשות להטמיע בינה מלאכותית, ויש בכך כדי להרחיב עוד יותר את הפער הדיגיטלי.

מחסור במומחיות: בערים רבות אין די אנשי מקצוע שמבינים בבינה מלאכותית, וקשה לגייס טאלנטים כאלה למגזר הציבורי המקומי בשכר הרגיל. אם אין מי שינווט מקצועית את הפרויקטים, ייתכן בזבז משאבים על פתרונות לא מתאימים.

התנגדויות מקומיות: הטמעת טכנולוגיות עלולה לעורר חששות בקרב הורים ותושבים – מורים עלולים לחשוש מהחלפתם או ממעמסה נוספת, הורים חוששים לפרטיות ילדיהם, ובחברה מסורתית קיים חשש מחשיפת התלמידים לתכנים בלתי הולמים ברשת. כרשות הקרובה לציבור, העירייה צריכה לנהל שיח מסביר ומרגיע, שאם לא כן תתקשה לקדם שינוי. ולבסוף, רשויות תלויות לעיתים במימון קצר טווח או במענקים, בעוד הטמעת בינה מלאכותית דורשת אופק מרוחק – זהו המתח בין הצורך לתוצאות מיידי (לדווח לתורמים או לבוחר על הצלחות) לבין השקעה ארוכת טווח בבניית תשתית ויכולות.

השוואה בינלאומית:

בבייג'ינג נקטה הרשות העירונית יוזמה מחייבת שחורגת מהמדיניות הארצית – החל מ-2025 כל בית ספר בבירה מחויב לשלב לפחות שמונה שעות של לימודי בינה מלאכותית בשנה בליבת תוכנית הלימודים. צעד זה נבע מהבנת העירייה את חשיבות הנושא לתושבי העיר ואת היתרון שיתלווה להיותה חלוצה בסין. מנגד, מדינות פדרליות כמו ארצות הברית תלויות ברשויות המקומיות (המחוזות) ליישום, ולכן פלורידה, לדוגמה, מעבירה תקציבים והנחיות ייעודיות לכל מחוז כדי לסייע בהטמעת בינה מלאכותית באופן שווה ללא העדפת אזורים מבוססים. בישראל, שבה האי-שוויון בין רשויות גדול, נודעת חשיבות קריטית לתמיכה ברשויות החלשות כדי למנוע פיגור טכנולוגי. עם זאת, הגמישות והיצירתיות של המגזר המקומי הן יתרון עצום שניתן לרתום.

צעדי פעולה מומלצים לרשויות מקומיות:

• **גיבוש אסטרטגיה מקומית לבינה מלאכותית בחינוך:** כל רשות תכין תוכנית אסטרטגית בשיתוף הנהלת אגף החינוך, מנהלי בתי ספר, נציגי מורים והורים ומומחי טכנולוגיה מקרב התושבים. האסטרטגיה תקבע חזון (כגון העיר X כמרכז חינוך דיגיטלי מוביל), יעדים כמותיים (למשל, תוך שנתיים, 80% מהמורים בעיר יוכשרו לשילוב בינה מלאכותית) וכלל המשאבים הנדרשים. שיתוף בעלי עניין בהכנת ביטוח מחויבות.



• **שדרוג תשתיות דיגיטליות ביישוב:** על הרשות לפנות ולסגור פערי תשתית בכל מוסדות החינוך שבתחומה, ובכלל זה: חיבור אינטרנט מהיר ויציב בכל



כיתות בתי הספר (באמצעות סיבים אופטיים/תשתית סולרית), ציוד שרתים ואחסון מאובטחים במידת הצורך (למשל, שרת מקומי שיריץ אפליקציות בינה מלאכותית ללא תלות באינטרנט חיצוני, חשוב במקומות שבהם הקליטה ירודה) ושדרוג ציודי קצה – כמות מספקת של מחשבים/טאבלטים לתלמידים ולמורים. יש לתעדף את חיבור הפריפריה החברתית ולהקים כיתות חכמות גם בשכונות חלשות. מהלכים אלה דורשים השקעה תקציבית ניכרת, ולכן הרשות יכולה לפנות למכרזים ממשלתיים או לשיתופי פעולה עם חברות תקשורת בתמורה לחשיפה. ללא תשתית, שאר המאמצים יכשלו.

• **בניית יכולות ומומחיות בתוך הרשות:** השקעה בהון האנושי – גיוס או הכשרה של **מומחי טכנולוגיה חינוכית** ברמה העירונית, כמו רפרנט בינה מלאכותית בחינוך, בעל רקע במדעי הנתונים או בהנדסת תוכנה, שינחה את בתי הספר וינהל את הפרויקטים; מלבד זאת, העלאת מיומנויות צוות אגף החינוך כולו: סדנאות לאנשי המנהלה והפיקוח העירוני כדי שיכירו יישומי בינה מלאכותית ויפתחו חשיבה חדשנית; יצירת **קהילת למידה עירונית** בתחום – מפגשים של רכזי מחשוב, מורים מובילים ומתנדבים טכנולוגיים תושבי העיר לטובת למידה משותפת ופיתוח יוזמות. אם כוח האדם המקומי אינו מספיק, אפשר ליצור **איגוד בין כמה רשויות או פעילות במסגרת האשכולות**, כלומר כמה מועצות שכנות יעסיקו יחד מומחה בינה מלאכותית אזורי שישרת את כולן. צעד כזה יתרום לצבירת מסה קריטית של מומחיות במקום שבו המשאבים מוגבלים.



• **שיתופי פעולה רב-מגזריים:** לרשות המקומית יתרון ביכולתה לחבר בין גורמים שונים. מומלץ ליזום שותפויות עם אקדמיה (מכללה או שלוחה אוניברסיטאית מקומית) לשם שיתוף ידע וליווי מחקרי של פרויקטים; עם חברות טכנולוגיה – כתרומה לקהילה (חברות הייטק מקומיות יכולות לאמץ בתי ספר ולסייע בהטמעת פתרונות בינה מלאכותית); ועם ארגוני המגזר השלישי, כמו למשל עמותה הפועלת בעיר לקידום נוער בסיכון, שתשלב כלים טכנולוגיים בתוכניותיה בליווי העירייה. וכמובן שיתוף בין רשויות: עיריות יכולות לחלוק ידע, ואפילו להגיש בקשות משותפות למימון חדשנות חינוכית. בפלורידה לדוגמה, מעודדים שיתוף ידע בין מחוזות כדי להאיץ אימוץ שיטות מוצלחות. בישראל ניתן במסגרת מרכז השלטון המקומי ליצור פורום רשויות לנושא בינה מלאכותית בחינוך, שייפגש לדיונים בקביעות.



• **פיתוח וניסוי יוזמות חינוכיות חדשניות:** לרשויות יש מרחב ליזום פרויקטים מקומיים שאינם תלויים בהכרח בתוכנית ארצית. מומלץ להשתמש באוטונומיה היחסית כדי להריץ פיילוטים חדשניים במסגרת הרשות. למשל, עיר יכולה לפתח בשיתוף סטארטאפ או יזמים מקומיים פלטפורמת למידה עירונית מקוונת לתגבור ושיעורי בית המבוססת על בינה מלאכותית אדפטיבית – ולהפעילה בכמה בתי ספר ניסיוניים, או להקים **כיתה חכמה** שתהיה מצוידת בחיישנים וביכולת ניתוח וידאו וכך להתנסות בלמידה מותאמת. חשוב שפיילוטים כאלה יהיו **מבוקרים ומוערכים**, כלומר שיוגדרו קריטריונים להצלחה ויתקיים מעקב ומחקר פעולה בזמן





אמת. אם הפיילוט מצליח, ניתן להרחיבו לשאר העיר (ובהמשך להציעו למשרד החינוך כמודל לאומי). האוטונומיה המקומית מאפשרת לנסות גישות שמשרד החינוך הארצי אולי יחשוש לאמץ מיד. כך יכולות הרשויות להיות **חלוצות של חדשנות**. ואכן, ארגוני חינוך בינלאומיים מציינים שגמישות ויכולת ניסוי מהיר הן מיתרונות המגזר המקומי בקצב ההתפתחות המסחרר של הבינה מלאכותית.

• **תוכניות להדרכת הורים ושילובם:** ראינו כי שיתוף ההורים הוא קריטי להצלחת השינוי. על הרשות, בשותפות עם המתנ"סים והקהילה, לפתח תוכניות ייעודיות להעלאת המודעות בקרב הורי התלמידים לשימושי בינה מלאכותית בחינוך. למשל, סדנאות ערב במתנ"ס המקומי שבהן מודגמים כלים כמו תרגום אוטומטי, אתרי תרגול לבינה מלאכותית והאופנים שבהם יכול הורה לפקח על עבודות ילדיו בעידן ה-ChatGPT. אפשר גם להקים **מעבדת בינה מלאכותית קהילתית** – מרחב המצויד במחשבים ובתוכנות שיהיה פתוח פעם בשבוע, ובו יוכלו הורים וילדים להתנסות בטכנולוגיות חדשות בסביבה בטוחה. יוזמה אפשרית נוספת היא **שעות קבלה דיגיטליות** שבמסגרתן יינתן מענה אישי להורים שיש להם שאלות או קשיים בהיבטים דיגיטליים, כמו הדרכה איך להשתמש בפורטל בית הספר או באפליקציה חדשה. שילוב הנהגת ההורים ביישוב הוא קריטי, ולשם כך ניתן למנות כמה נציגים של הנהגות הורים **לצוות היגוי בינה מלאכותית עירוני** כדי לשמוע את דאגותיהם ולקבל את תמיכתם. בהרבה מקרים ניתן להפיג את חששות ההורים (כגון שימוש לרעה במידע או תוכן לא מתאים) על ידי הסברה ושקיפות. מדינות מובילות מכירות בכך: פלורידה למשל, דורשת ליידע את ההורים איך נעשה שימוש בנתוני ילדיהם בכל כלי בינה מלאכותית הנכנס לכיתה. מהלכים כאלה ברמה המקומית יבנו אמון ציבורי ויקלו על המורים ועל התלמידים לאמץ שגרה חדשה.



• **קידום שילוב כולל ושזויוני:** הרשות צריכה לוודא שאף אוכלוסייה לא נשארת מאחור. יש להשקיע במיוחד ביישום בינה מלאכותית **בפריפריה חברתית וגיאוגרפית**. למשל, עירייה יכולה להפעיל ניידת הדרכה טכנולוגית שתגיע לשכונות חלשות ותקיים חוגי מחשב ובינה מלאכותית לילדים שאין בביתם מחשב. ולתלמידים בעלי צרכים מיוחדים יש לספק טכנולוגיות בינה מלאכותית מסייעות (כגון אפליקציות הקראה קולית לתלמידים עם דיסלקציה וקשיים בקריאה, כלים לפיענוח הבעות פנים לתלמידים על הרצף האוטטיסטי וכו'). על הרשות להציב יעד שכל תלמיד, מכל רקע, יוכל ליהנות ממהפכת הבינה המלאכותית. הדבר כולל גם הנגשה שפתית ותרבותית – תרגום מערכות ממשקים לערבית, לרוסית או לאמהרית במקומות הרלוונטיים, והתאמת התכנים מבחינה תרבותית (למשל, להימנע מדוגמאות לא רלוונטיות באוכלוסייה חרדית). ארגוני מגזר שלישי רבים מסייעים בכך (כמו עמותת "מחשב לכל ילד"), והרשות יכולה לשתף איתם פעולה ולספק תשתית מקומית ליוזמותיהם.



• **ניטור, מדידה ושיפור מתמיד:** בדומה לרמה הארצית, גם הרשות המקומית צריכה למדוד את תוצאות מאמציה. מומלץ לבנות **מערך הערכה מקומי**, כמו למשל, סקר שנתי בקרב מנהלים ומורים על רמת ההטמעה, מעקב אחר שינויי מגמות בהישגים לאחר הכנסת בינה מלאכותית וכו'. הנתונים והמשוב הרציף ישמשו

לשיפור – אם מתגלה שבבית ספר מסוים הוטמעה תוכנית אך ההישגים לא השתפרו, ייתכן שיש בעיית הדרכה וצריך לשלוח את "שגרירי הבינה מלאכותית" לסייע שם יותר. תרבות של למידה מתמדת ברמת העיר תבטיח שהיוזמות אכן מניבות שיפור בחינוך המקומי לאורך זמן ולא נשארות על הנייר.

לסיכום, רשויות מקומיות יכולות וצריכות להיות **כוח מניע** בהטמעת בינה מלאכותית בחינוך, כל אחת בתחומה. בעידן שבו ממשלות לאומיות שואפות לחדשנות אך מתקשות בשל בירוקרטיה – יכולות הרשויות, בגמישותן ובקשר הישיר שלהן לשטח, ליזום, להדגים הצלחות ולשמש מודל. עם תמיכה מדינית והיערכות מקומית נכונה, הערים והמועצות יהפכו לשותפות שוות ערך של משרד החינוך בקידום חזון החינוך החדשני בישראל.

רשתות חינוך

רשתות החינוך בישראל (דוגמת אורט, עמ"ל, ברנקו וייס, דרכא, אמית ועוד) הן גופים המנהלים עשרות ומאות בתי ספר בפריסה ארצית, תוך שילוב בין ניהול פדגוגי וארגוני. ייחודן הוא ביכולתן לפעול בקנה מידה רחב (רשת יכולה להשפיע במרוכז על מספר רב של בתי ספר), ועם זאת בגמישות ואוטונומיה גדולות יותר משל משרד החינוך עצמו. כפועל יוצא, מסוגלות הרשתות לשמש מנועי חדשנות משמעותיים – מעין "מעבדות ניסוי" שיכולות לבחון גישות חדשות של בינה מלאכותית בקנה מידה גדול, ולאחר מכן להפיץ את המוצלחות שבהן. **לצד זאת, חשוב לציין כי רשתות החינוך פועלות תחת מסגרת רגולטורית של משרד החינוך, ועליהן לאזן את החדשנות עם הדרישות הממשלתיות בתחום תוכניות לימודים, מבחנים ארציים ונהלים אחרים.**

ראוי גם להכיר בהבדלים המשמעותיים בין הרשתות עצמן. חלקן גדולות (כמו אורט ועמל) וחלקן קטנות יותר; חלקן פועלות כחברות עסקיות וחלקן כעמותות; ישנן רשתות המשרתות אוכלוסיות מבוססות יותר ואחרות הפועלות בעיקר בפריפריה החברתית והגיאוגרפית. הבדלים אלו משפיעים על יכולתן להוביל מהלכי חדשנות בתחום הבינה המלאכותית.

תחומי פעילות: רשת חינוך מנהלת את הפדגוגיה בבתי הספר המשתייכים אליה (תוכניות לימודים ייחודיות, כמו מגמות טכנולוגיות מתקדמות), מלווה את המנהלים ואת המורים בפיתוח מקצועי, דואגת לתקציבים ולוגיסטיקה ומקדמת יוזמות של מצוינות וחדשנות.

הזדמנויות

שילוב בינה מלאכותית עשוי לתרום לרשתות בכמה רבדים:

1. **פדגוגיה:** הרשת יכולה לפתח תוכניות לימודים חדשניות המבוססות על בינה מלאכותית, כמו שיעורים שמתעדכנים באופן דינמי לפי מגמות בשוק העבודה או לפי נתוני התלמידים. ביכולתה של רשת גדולה לאסוף נתונים מכלל בתי הספר שלה ולבנות מודלים אדפטיביים מדויקים יותר בזכות מאגר נתונים רחב. מדובר ביתרון

אתגרים

1. פערים בתוך הרשת: בתוך כל רשת קיימים פערים, ובתי הספר שבה אינם נמצאים כולם באותה רמה טכנולוגית או חברתית. למשל, רשת X מנהלת בית ספר בצפון תל אביב ובית ספר בעיירת פיתוח; קיימים סיכוי וסיכון שהראשון ידהר קדימה בהטמעת בינה מלאכותית והשני יישאר מאחור. חובה לוודא אפוא שההטמעה ברשת מצמצמת פערים ולא מרחיבה אותם. ניתן לעשות זאת על ידי תקצוב דיפרנציאלי ברמה רשתית כך שבתי ספר חלשים יקבלו משאבים רבים יותר להכשרות וציוד.

2. פערים בין הרשתות: כפי שקיימים פערים בתוך כל רשת, כך קיימים פערים משמעותיים בין הרשתות עצמן. רשתות בעלות משאבים רבים יותר שאוכלוסייתן מבוססת, יכולות להשקיע ביתר קלות בטכנולוגיות חדשות, אך רשתות חלשות יתקשו לעשות זאת, ולכן ללא התערבות ממשלתית, הטמעת בינה מלאכותית עלולה להעמיק את הפערים בין הרשתות החזקות לחלשות ולהשפיע על הזדמנויות התלמידים בהתאם.

3. שינוי תרבותי והתנגדויות: שילוב בינה מלאכותית משנה מהותית תהליכי הוראה, למידה וניהול, וייתקל מטבע הדברים בחשדנות ובחשש בקרב חלק מהמנהלים, המורים והתלמידים. הרשת צריכה לנהל זאת בחוכמה; עליה לגייס "סוכני שינוי", לתת זמן להסתגלות, להראות הצלחות קטנות כדי לשכנע את הסקפטים. אחרת, עלולות הרפורמות "להיתקע" באמצע הדרך. **חשוב להבין שההתנגדות אינה רק "חשדנות" קלה, אלא לעיתים משבר זהות מקצועי עמוק. אצל מורים רבים, שתפקידם המסורתי כמקור ידע וסמכות משתנה מהותית. התמודדות עם שינוי זה דורשת ליווי אישי, תמיכה רגשית ומקצועית, ואף ייעוץ פסיכולוגי-ארגוני לצוותים החינוכיים.**

4. סוגיות אתיות ופרטיות בהיקף גדול: רשת אוספת נתונים על אלפי תלמידים ומוריהם, ואם היא תשלב בינה מלאכותית בתהליך מתעורר חשש באשר לשימוש שיעשה בכל המידע הזה. עליה לקבוע מדיניות פרטיות ואבטחה מחמירה, אולי אפילו יותר מהמינימום הארצי, כדי לזכות באמון הקהילה ולשמרו. נדרשת מסגרת רגולטורית ברורה מצד משרד החינוך שתגדיר במפורט מה מותר ומה אסור בכל הנוגע לאיסוף וניתוח נתוני תלמידים. יש להגדיר במדויק את הסיכונים המשפטיים שרשת חשופה אליהם במקרה של דליפת מידע או שימוש לא נאות.

5. עלויות ותשתיות: פיתוח והטמעת מערכות בינה מלאכותית רשתיות דורשים השקעה כבדה הן בתוכנה וחומרה (מאגרי נתונים ופלטפורמות למידה) הן בכוח אדם (מפתחי אלגוריתמים, תמיכה טכנית לכל בתי הספר). לא כל רשת תוכל לממן זאת מכספה, ואולי תידרש עזרת המדינה או פילנתרופיה. בפועל, עלויות אלה גבוהות משמעותית ממה שמוערך בתחילה. מדובר בהשקעה של מיליוני שקלים שאינם כלולים בתקציב השוטף של הרשתות. יש לפתח מודל מימון ברור, שבו משרד החינוך מקצה תקציב ייעודי להטמעת בינה מלאכותית, בדומה לתוכניות לאומיות

בולט על פני בית ספר יחיד. דוגמה: רשת יכולה ליצור מערכת תרגול חשבון מבוססת בינה מלאכותית שמתאימה את השאלות לכל תלמיד בכל בתי הספר שלה; ככל שתלמידים רבים ישתמשו בה, כך ישתפר האלגוריתם וישתכלל, ותתקבל מערכת חזקה שבית ספר בודד לא היה יכול לפתח בעצמו. **חשוב שפיתוחים אלה יתאימו לדרישות הבסיסיות של משרד החינוך ויאפשרו גם עמידה בסטנדרטים הנדרשים בתוכנית הלימודים הרשמית ובמבחנים הארציים.**

2. פיתוח מקצועי: בינה מלאכותית יכולה לאפשר הכשרה מותאמת אישית למורים. למשל, מערכת ניתוח שיעורים אוטומטית – המורים יקליטו את עצמם מלמדים, ואלגוריתם ינתח את דפוסי ההוראה, יאתר חוזקות וחולשות (קצב דיבור, פיזור תשומת לב לכיתה, שימוש בשאלות גבוהות וכו'). כלים כמו ניתוח וידאו עם בינה מלאכותית למתן משוב פדגוגי – כבר קיימים בעולם, ורשת יכולה להטמיע אותם כדי שכל מורה יקבל משוב אישי ויוכל להשתפר. מערכות בינה מלאכותית יכולות גם לזהות שיטות הוראה אפקטיביות ברמת הרשת: לגלות למשל, שבבתי ספר מסוימים שיטת למידה פרויקטלית הניבה עלייה בהישגים, ולהציע להפיץ אותה בבתי ספר נוספים. **השינוי בהכשרת מורים מחייב התייחסות עמוקה לשינוי הזהות המקצועית של המורה בעידן הבינה המלאכותית, ולא רק להכשרה הטכנית.**

3. ניהול ארגוני: מטה של רשת חינוך יכול להיעזר בכלים חכמים בעת ניתוח נתונים ניהולי, כלומר, לעקוב אחר נתוני תקציב, משאבים, כוח אדם ומדדים לימודיים של כל בתי הספר בו-זמנית, ולקבל התראות והמלצות. אם מערכת כזו מזהה ירידה בהישגי מתמטיקה בכמה בתי ספר בפריפריה, היא יכולה להמליץ על תוכנית התערבות ברמה רשתית (כגון הצבת מורים מומחים או תגבור לימודי). היכולת לפעול בצורה מערכתית, בסיוע רזולוציה גבוהה של מידע, מהווה יתרון עצום של הרשת בהשוואה למשרד החינוך הארצי שנתקל לפתרונות גנריים.

4. אופטימיזציה של משאבי אנוש: בינה מלאכותית יכולה לסייע לרשת במיפוי כישורים וצרכים של צוותי ההוראה בכל בית ספר שלה, ובהתאם לכך להתאים להם הכשרות מדויקות וליווי הולם. למשל, לזהות שמורים מסוימים מצטיינים בהוראה פרונטלית אך מתקשים בשילוב כלים דיגיטליים, ולהציע עבורם מסלול התמחות בטכנולוגיה חינוכית. **הדבר דורש פיתוח מערכת תמריצים מתאימה למורים ולמנהלים שיאמצו חדשנות – הכרה, קידום, ואף תגמול כספי – על מנת ליצור מוטיבציה לשינוי.**

5. קשר עם הסביבה החיצונית: רשת יכולה להשתמש בבינה מלאכותית כדי לחזק את החיבורים של תלמידיה לעולם האמיתי. למשל, לבנות מערכת המלצה שמנתחת את נתוני בוגרי הרשת (באילו מוסדות אקדמיים למדו, באילו מקצועות מועסקים וכן הלאה) ומציעה לתלמידי י"ב נתיבי לימודים וקריירה המתאימים להם או לשלב במערכת הלמידה מידע עדכני על שוק העבודה, ובכך לאפשר לתלמיד/ה לתרגל מיומנויות מבוקשות. כך הרשת תוודא שהתלמידים שלה מוכנים טוב יותר לעתיד.

אחרות כמו התקשוב הלאומי. בלי תמיכה כספית משמעותית, רק הרשתות החזקות ביותר יוכלו להרשות לעצמן להוביל מהלכים רחבי היקף.

6. שמירה על קיימות לאורך זמן: רפורמות רבות מתחילות בהתלהבות אך דועכות כשמנהל כריזמטי עוזב או חל שינוי בסדרי העדיפויות. על אחת כמה וכמה במקרה של הטמעת בינה מלאכותית, הדורשת עדכונים שוטפים. על הרשת להתחייב לטפח את התחום באופן מתמשך.

7. תלות בספקים חיצוניים: שילוב בינה מלאכותית ברשתות חינוך יוצר תלות משמעותית בספקי טכנולוגיה חיצוניים, וקיים חשש שרשתות יהפכו ל"שבויים" בידי ספקים המחזיקים בחוזים יקרים, ולא יוכלו להחליף ספק כשיתעורר הצורך לעשות זאת. לכן, יש לפתח אסטרטגיה חכמה של ניהול ספקים, כזו שתאפשר שמירה על הקניין הרוחני של הרשת, תבטיח יכולת ניווד נתונים ותימנע מהתחייבויות ארוכות טווח שאינן מאפשרות גמישות.

8. לחץ מהורים והציבור: בינה מלאכותית בחינוך היא נושא המעורר דיון ציבורי רחב ולעיתים ביקורתי. רשתות חינוך ייתקלו בלחץ מצד הורים ומצד קבוצות שונות בציבור. חלקן יידרשו להאיץ את השימוש בטכנולוגיות אלו מחשש "שילדיהם יפגרו אחרי...". וחלקן ייתקלו בהתנגדות לתהליך מחשש לפגיעה בפרטיות, בהתפתחות הטבעית של הילד/ה או מסיבות ערכיות. יש להיערך לניהול תקשורת של הנושא, כולל תוכנית הסברה להורים ולקהילה וזיהוי סיכונים תדמיתיים.

יתרונות ייחודיים

1. רשתות יכולות לפתח ולנסות מודלים חדשים בהיקף גדול (אלפי תלמידים) ובזמן קצר יחסית, ויכולת זו מאפשרת להן לבצע מחזורי ניסוי-למידה מהירים בטכנולוגיה חדשה.
2. הן יכולות לפתח מערכות ייחודיות מותאמות לחזון שלהן. למשל, רשת דתית יכולה לפתח גרסת בינה מלאכותית מותאמת לערכיה, דבר שקשה לעשותו במסגרת ממשלתית.
3. לרשתות יש אוטונומיה רחבה למדי וגמישות גבוהה, ולכן הן יכולות לאמץ גישות שעוד לא אומצו ברמה הלאומית ואף לסתור במידת מה את הזרם המרכזי, כל עוד הן עומדות בליבת הדרישות (תוכנית הליבה וכו'). כך הן מהוות חממות חדשנות טבעיות בחינוך הישראלי ויכולות לסלול את הדרך לאחרים.

צעדי פעולה מומלצים לרשתות חינוך:

• **אסטרטגיה רשתית לבינה מלאכותית:** על כל רשת לגבש אסטרטגיה משל עצמה לשילוב בינה מלאכותית. זו תכלול חזון וערכי ליבה (בהתאם לאופי הרשת; למשל רשת דתית תדגיש שימוש אחראי המותאם לערכים, ורשת טכנולוגית תדגיש מצוינות מדעית), יעדים כמותיים ויעדי ביניים ותוכנית יישום רב-שנתית.



יש להתייחס באסטרטגיה להיבטים הפדגוגיים (מה ישנתה בכיתה), הטכנולוגיים (אלו מערכות וכלים יפותחו), הארגוניים (כיצד משתנה עבודת המטה והניהול הבית ספרי) והאתיים (עקרונות מנחים ברשת). חשוב שתהליך הפיתוח יהיה משתף – מומלץ ואף נחוץ לערב מנהלי בתי ספר, מורים ואף תלמידים והורים מרכזיים בשיח, כדי ליצור תחושת שותפות. את האסטרטגיה ניתן לפרסם לציבור (שקיפות לבעלי העניין). **האסטרטגיה חייבת להיות מתואמת עם היעדים הרגולטוריים של משרד החינוך ולהתייחס במפורש לאופן שבו הרשת תעמוד בדרישות הרגולטוריות לצד החדשנות.**

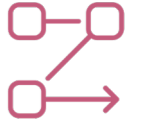


• **מרכז מומחיות רשתי לבינה מלאכותית:** מומלץ להקים יחידת חדשנות בתוך מטה הרשת, שתתמחה בבינה מלאכותית בחינוך. היחידה תעסיק מומחי פדגוגיה, טכנולוגיה, דאטה ואתיקה, ותהיה אחראית על פיתוח חומרים, כלים והדרכות לכלל בתי הספר ברשת. כמו כן היא תשמש כגוף R&D (Research & Development) ותיזום פיילוטס, תמדוד תוצאות ותאתר הזדמנויות חדשות. יחידה כזו יכולה לעבוד עם סטארטאפים חיצוניים, ואפילו לשמש חממה (אם עומדים לרשות הרשת משאבים רבים, היא יכולה להשקיע בסטארטאפים חינוכיים שיפתחו כלים לטובתה). תפקיד נוסף של היחידה הזו יהיה לתכלל את מאמצי ההטמעה: לוודא שכל בית ספר מקבל תמיכה, ליצור סטנדרטים משותפים ולתעד ידע (להקים מאגר ידע רשתי שירכז לקחים והנחיות עבור בתי הספר). בקנה מידה גדול יותר – ייתכן ששיתוף פעולה בין כל הרשתות יאפשר הקמת מרכז מצוינות משותף (ראו הצעה להלן להקמת פורום). **יחידה זו תחייב תקציב ייעודי משמעותי כדי להעסיק דרך קבע לפחות שלושה עד חמישה אנשי מקצוע במשרה מלאה, תקציב פיתוח טכנולוגי ותקציב ייעוץ חיצוני. יש, אם כך, לפתח מודל תקצוב בר-קיימה שיבטיח את פעילות היחידה למשך שנים רבות ולא רק לתקופת ההתלהבות הראשונית.**



• **תוכניות לימודים ומודלים פדגוגיים חדשניים:** רשתות צריכות לנצל את היתרון הפדגוגי שלהן בפיתוח תוכן. עליהן להוביל יצירה של תוכניות לימודים שמשלבות בינה מלאכותית באופן מושכל, למשל: שילוב למידה פרויקטלית שבה משתמשים התלמידים בכלי בינה מלאכותית למחקר ויצירה; שילוב למידת STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) בשיטות חדשניות – רובוטיקה מונחית בינה מלאכותית, מדעי הנתונים כחלק מתוכנית המתמטיקה; הערכה חלופית באמצעות פרויקטים דיגיטליים במקום מבחנים סטנדרטיים. אפשר גם לאמץ מודלים כמו כיתה הפוכה (בה המורה הופך למנחה ומלווה והתלמידים הם המובילים את הלמידה) בתמיכתה של הבינה המלאכותית או למידה היברידית (שילוב למידה מרחוק עם כיתה פיזית) המותאמת על ידי מערכות חכמות. פיתוח זה ייעשה בשיתוף מומחי תוכן ומורים מצטיינים מהרשת, ויתבסס על מחקר (מה עבד ברשת ובעולם). התוצרים יהיו יחידות הוראה, ספרי לימוד דיגיטליים, מערכי שיעור ודפי עבודה אינטראקטיביים – כולם יהיו נגישים לכלל המורים ברשת. כך תספק הרשת "ערכת כלים" אחידה ואיכותית.

בתהליך נחוץ של ניסוי וטעייה ימצאו המודלים האפקטיביים ביותר – לכן חשוב לאמץ גישת פיילוטים מבוקרים לפני הפצה מלאה. חשוב שפיתוח תוכניות הלימודים יתבצע בתיאום עם האגפים המקצועיים במשרד החינוך במטרה להבטיח שהחדשנות אינה באה על חשבון עמידה בדרישות תוכנית הלימודים הרשמית ותכולת מבחני הבגרות.



• **מודל הטמעה הדרגתי:** בניגוד לנטייה להטמיע שינויים מהפכניים בבת אחת, מומלץ לפתח מודל הטמעה הדרגתי במיוחד המכיר במורכבות השינוי ובהשפעתו הדרמטית על זהות המורה ועל תפקידו. מודל זה יכול שלבים ברורים ומדורגים:

שלב 1: כלי עזר למורה – טכנולוגיות שעוזרות למורים בעבודתם בלי לשנות את אופי ההוראה (סיוע בהכנת חומרים, בדיקת עבודות וניתוח נתונים).

שלב 2: העשרת הלמידה – טכנולוגיות שמעשירות את חוויית הלמידה עבור התלמידים אך המורה נמצא עדיין במרכז (סימולציות, המחשות ותרגול מותאם אישית).

שלב 3: שינוי פדגוגי מעמיק – מערכות המשנות את אופי הלמידה וההוראה, שבהן משמש המורה מנחה ומכוון למידה המבוססת על פרויקטים עם כלי בינה מלאכותית (כיתה הפוכה).

שלב 4: חדשנות מערכתית – שינוי מבני של מערכת הלמידה תוך יצירת מודלים חדשים לגמרי של חינוך (למידה היברידית ותוכניות אישיות מותאמות לכל תלמיד).

לכל שלב יוגדרו מדדי הצלחה ברורים וההתקדמות לשלב הבא תתבצע רק לאחר הטמעה מוצלחת של השלב הקודם. גישה זו תפחית התנגדויות ותאפשר הסתגלות הדרגתית של הצוות החינוכי.



• **הכשרת מורים וקידום התפתחות מקצועית:** רשת חינוך צריכה לדאוג שהמורים שלה יהיו החלוצים בשדה. מומלץ לפתח הכשרות מקיפות בכל הרמות, מתוכנית יסוד על בינה מלאכותית בחינוך לכל המורים החדשים ברשת, דרך השתלמויות ייעודיות למורים מנוסים, ועד הכשרת מומחים מובילים (מורים שיהפכו למנטורים לאחרים). ההכשרות יכללו הן את התפעול הטכני של כלים (איך להשתמש בכלי X בכיתה) והן – חשוב לא פחות – את היבטי השינוי הפדגוגי; במילים אחרות, כיצד משתנה תפקיד המורה כאשר לתלמיד יש סיוען בינה מלאכותית, איך לשלב בינה מלאכותית מבלי לפגוע בלמידה פעילה, איך להתמודד עם מקרים של העתקה או תלות בטכנולוגיה וכו'. ההכשרות יכולות להיות מדורגות: מסדנאות מבוא בסיסיות, דרך קורסים מעמיקים למובילים, ועד למסלול התמחות (למשל "רכז בינה מלאכותית בית ספרי" – מורה שעבר קורס מתקדם ומוסמך להנחות אחרים). יש לשלב הכשרה פרונטלית עם למידה מתמשכת בקהילות מקצועיות – למשל, ליצור ברשת קהילת מורי מתמטיקה שישתפו זה את זה בניסיונם בשימוש בכלי בינה מלאכותית בהוראת המתמטיקה. דוגמה בינלאומית: בסינגפור, אם כי אין בה "רשתות", השיק המוסד להכשרת מורים קורסים בכל הרמות (סטודנטים, מורים בשירות, מורי-מורים) כדי לוודא שכל אנשי ההוראה מוכשרים בתחום – רשתות

בישראל יכולות לאמץ מודל דומה בתוך הארגון שלהן.

מלבד ההכשרה המקצועית, יש לפתח מערכת תמריצים למורים ולמנהלים שמאמצים את החדשנות. זו יכולה לכלול:

- 1. תמריצים כספיים –** תוספת שכר למורים שעברו הכשרה מתקדמת ומיישמים אותה בכיתה (בדומה לגמול השתלמות, אך ייעודי לתחום).
- 2. תמריצי קידום –** העדפה בקידום לתפקידי ניהול או הדרכה למורים שהפיגו מצוינות בשילוב בינה מלאכותית.
- 3. הכרה ויוקרה –** פרסים, תעודות הוקרה ואפשרויות להציג בכנסים את ההצלחות.
- 4. הקלות בעומס –** הפחתת שעות הוראה למורים המובילים פרויקטים חדשניים, לצורך פיתוח והטמעה.

מערכת תמריצים זו תדרוש תיאום עם ארגוני המורים ותקציב ייעודי שיאושר ברמה הארצית.



• **מערכות ניהול חכמות במטה הרשת:** השקעה בפיתוח או התאמה של מערכת BI (Business intelligence) רשתית למטה. מערכת כזו תאגם נתונים מכל בתי הספר (הישגים, משוב תלמידים, כשלים ומשברים, תקציב מול ביצוע וכו'), תריץ ניתוחים (בינה מלאכותית לכריית תבניות והתרעות) ותספק להנהלת הרשת תובנות. מערכת כזו תוכל לסייע בזיהוי מבעוד מועד בית ספר שמתחיל להידרדר (לפני שמצטבר פער גדול), לגלות באילו בתי ספר שיטות הוראה מסוימות מצליחות במיוחד, או לעזור להחליט על הקצאת משאבים בין בתי ספר (איפה כדאי לפתוח עוד כיתה של מצוינות). חשוב שהמערכת תהיה שקופה – שתתבסס על מדדים מובנים ומוסכמים עם מנהלי בתי הספר (כדי שלא תיתפס כ"מעקב חשאי"), ותשמש ככלי תומך החלטה ולא כלי ענישה. כמו כן יש להשקיע בהכשרת אנשי מטה הרשת לשימוש מושכל במערכת ובנתונים כדי לבסס תרבות קבלת החלטות מונחות נתונים (Data-driven) ולא על פי אינטואיציות בלבד.

בעת רכישה או פיתוח של מערכות ניהול חכמות, יש לשים דגש על ניהול הקשר עם הספקים הטכנולוגיים. מומלץ לפתח אסטרטגיית ניהול ספקים הכוללת:

- 1. חוזים המבטיחים "יציאה נקייה" –** אפשרות לניוד נתונים ומעבר לספק אחר ללא נזק משמעותי.
- 2. הגנה על הקניין הרוחני –** הבטחה שהידע והתובנות הפדגוגיות שפותחו על ידי הרשת נשארים בבעלותה.
- 3. שקיפות אלגוריתמית –** דרישה מהספקים להסביר כיצד פועלים האלגוריתמים והבינה המלאכותית שלהם.
- 4. אבטחת מידע ופרטיות קפדנית –** עמידה בתקנים בינלאומיים, כמו GDPR (General Data Protection Regulation), וביטוח מתאים למקרה של פריצה או דליפת מידע.
- 5. שימוש בפתרונות קוד פתוח –** מוטב להעדיף פתרונות קוד פתוח המאפשרים גמישות גדולה יותר ופחות תלות בספק בודד.



• **הרצת פיילוטים לפני הרחבה:** לעיתים מבקשות הרשתות "להנחית" רפורמה על כל בתי הספר שלהן בעת ובעונה אחת. כשמדובר בהטמעת טכנולוגיה מתפתחת זה עלול להיות מסוכן. עדיף לאמץ אפוא תוכנית בשלבים: לבחור מגוון בתי ספר (עירוני, פרופריאלי, גדול, קטן), להגדירם "ניסיוניים" ולהטמיע בהם כל חידוש. אפשר למשל להנהיג בשני בתי ספר מערכת לשיעורי מתמטיקה אדפטיביים, ללמוד מהתהליך, ואז לשפר ולהרחיב לכל הרשת. תוך כדי הפיילוטים מומלץ לבצע הערכה שיטתית על ידי מחלקת המחקר של הרשת או בשיתוף ראמ"ה, כדי למדוד יעילות, לאתר קשיים ולאסוף משוב ממורים ומתלמידים. רק לאחר סבב או שניים של שיפורים, ניתן לעבור לשלב של הטמעת המערכת בבתי ספר נוספים. גישה הדרגתית כזו המתאפיינת בלמידה תוך כדי תנועה, תבטיח אימוץ מוצלח יותר של המערכת בכל הרשת ותמנע כישלונות מתוקשרים.

פיילוטים צריכים לכלול גם תוכנית תקשורת והסברה מובנית המתייחסת לכל קהלי היעד:

1. **מורים** – הסברת היתרונות המקצועיים בדגש על כך שהטכנולוגיה באה לתמוך ולא להחליף.
2. **הורים** – הסברה על הבטיחות, הפרטיות והיתרונות החינוכיים, לצד מתן מענה לחששות.
3. **תלמידים** – חשיפה הדרגתית והעצמה באמצעות מעורבותם בפיתוח ובמשוב.
4. **קהילה** – שקיפות בכל הנוגע למטרות הפיילוט, להישגיו, לקשיים ולדרכי ההתמודדות.

תוכנית תקשורת מובנית תפחית התנגדויות ותסייע בהצלחת הפיילוטים ובהרחבתם.

• **אתיקה והגנת פרטיות ברשת:** על כל רשת לגבש מדיניות ברורה לשימוש אחראי בבינה מלאכותית ובנתונים. מדיניות זו תכלול נהלים באשר לאיסוף מידע על התלמידים ולשימוש בו (למשל: נתוני תלמיד ישמשו רק לשיפור הלמידה שלו ולא למטרות מסחריות, ונתונים אישיים יימחקו תקופתית), הבטחת הגינות (מעקב אחר החלטות אלגוריתמיות כדי לוודא שאין הטיה קבוצתית), וכן הדרכה לכל המורים והתלמידים בנושא אתיקה – מה מותר ומה אסור לעשות עם כלים כמו ChatGPT (למשל, האיסור על הגשת עבודה שהוכנה על ידי בינה מלאכותית ללא ציון הדבר). חלק מהמדיניות תהיה גם טכנית: דרישה מכל ספק חיצוני שעובד עם הרשת לעמוד בתקנים מחמירים של אבטחת מידע ופרטיות. יש למנות אחראי ציות (compliance) שיוודא עמידה בכללים הללו וידווח להנהלה. רשתות יכולות לשתף פעולה ביניהן לצורך פיתוח קוד אתי משותף שיהפוך לסטנדרט בכל המערכת. יש בכך כדי להקל גם על המורים שנעים לפעמים בין רשתות.



נושא האתיקה והפרטיות מחייב מסגרת רגולטורית ברורה שתיתן גיבוי לרשתות

החינוך. מומלץ לפעול בערוצים הבאים:

1. **לובי משותף של הרשתות מול משרד החינוך** לקידום מסגרת רגולטורית ברורה שתגדיר במדויק את הנקודות הבאות:
 - הנתונים שמותר לאסוף על תלמידים
 - אופן האחסון והגישה לנתונים
 - זמני שמירת הנתונים ומחיקתם
 - זכויות הורים לגישה ולבקשת מחיקת מידע
 - אחריות משפטית במקרה של דליפת מידע.
2. **שיתוף פעולה עם הרשות להגנת הפרטיות** – יצירת מסגרת עבודה מוסכמת עם הרשות שתאפשר חדשנות מחד ושמירה על פרטיות מאידך.



• **פורום לשיתוף פעולה בין רשתות ובינן לבין משרד החינוך:** לאור העובדה שכל רשת תפעל בתחום הבינה המלאכותית, מומלץ להקים פורום רשתות ארצי לבינה מלאכותית. פורום זה, שיכלול נציגי הנהלה מכל הרשתות ומומחים חיצוניים, יתכנס תקופתית להחלפת ידע, הצפת אתגרים משותפים ואף לשיתוף פרויקטים (למשל, פיתוח משותף של כלי מסוים שכולם ישתמשו בו). במקביל, חשוב לייצר ממשק עם משרד החינוך ולהקים פורום משותף משרד-רשתות שבו ייפגשו נציגי משרד החינוך (מהאגף לטכנולוגיה, מפיתוח תוכניות לימודים וכו') עם נציגי הרשתות כדי לתאם מדיניות. כך יוכל המשרד ללמוד "מלמטה למעלה" מניסויי הרשתות, והן מצידן יקבלו הנחיה "מלמעלה למטה" ומידע על מדיניות מתגבשת, זאת במקום לפעול בוואקום. נוסף על כך, ניתן ליצור פלטפורמה מקוונת שבה כלל הרשתות משתפות מאמרים, כלים, וסיכומי פרויקטים (אולי בניהול מטה המשרד כגורם ניטרלי). שיתוף פעולה כזה ימנע מצב שכל רשת מבצעת תהליך פיתוח ולמידה בעצמה, במקום ללמוד זו מזו. הוא גם יבטיח קישור בין הרשתות למערכת הכללית כדי שרעיונות טובים שצמחו ברשת מסוימת ייושמו אחר כך דרך המשרד גם בבתי ספר שאינם ברשת.

מומלץ להרחיב את הפורום המשותף ולהקנות לו סמכויות וסדרי עבודה ברורים:

1. **מיסוד פורמלי** – הפורום צריך להיות גוף רשמי מוכר עם כתב מינוי ממשרד החינוך ועם סמכויות מוגדרות.
2. **תקציב ייעודי** – הקצאת תקציב משותף (ממשרד החינוך ומתרומת הרשתות) לפיתוח פרויקטים משותפים.
3. **מודל הקרן המשותפת** – הקמת קרן לחדשנות בחינוך בתחום הבינה המלאכותית. הקרן תהיה משותפת למשרד החינוך, לרשתות ולגורמים פילנתרופיים. קרן זו תממן פרויקטים המשרתים את כלל המערכת.
4. **מודל של "רגולציה משתפת"** – עבודה משותפת של הפורום עם משרד החינוך לגיבוש מדיניות ורגולציה, שתהיה מבוססת על הניסיון המעשי בשטח ולא רק על תפיסות תיאורטיות.
5. **צוותים מקצועיים קבועים** – הקמת צוותי עבודה נושאים קבועים (אתיקה, פדגוגיה, טכנולוגיה, הכשרת מורים) שיפעלו ברציפות בין המפגשים.



• **שיתוף והפצה בתוך הרשת:** בדומה לשיתוף בין רשתות, כך זקוקה כל רשת למנגנונים פנימיים שבעזרתם תשתף ידע בין בתי הספר שלה. זה יכול להתבצע דרך קהילות מקצועיות למורים (מכל בתי הספר) על בסיס מקצוע או על בסיס נושא, כמו למשל קהילת מורי הפיזיקה של הרשת שחולקת חומרי למידה מבוססי בינה מלאכותית. הרשת יכולה לארגן כנס שנתי פנימי להצגת פרויקטים חדשניים, האקטונים (תחרויות) לתלמידים ולמורים מהרשת ותחרויות "בית ספר חדשני" כדי לדרבן יצירתיות. גם מאגר חומרים רשתי – אתר שבו כל מורה בכל בית ספר ברשת יכול להעלות מערכי שיעור, מצגות, יחידות לימוד מוצלחות ולשאול חומרים מאחרים – יאפשר הפצה מהירה יותר של חדשנות ולמידה הדדית וימנע כפילות בפיתוח תוכן.



• **תרבות הערכה ומחקר:** רשת צריכה לאמץ תרבות מבוססת נתונים ומחקר בכל הנוגע לשימוש בבינה מלאכותית. במילים אחרות, כל תוכנית חדשה תעבור הערכה מחקרית על ידי מחלקת מחקר פנימית או על ידי שיתוף עם מוסד אקדמי. יש לאסוף נתונים באופן מסודר ולבחון השפעות על הלמידה, ההוראה והאקלים. למשל, אם רשת משיקה כלי בינה מלאכותית לשיעורי בית במתמטיקה, היא תמדוד לאחר שנה אם חל שינוי בהתייחסות התלמידים למקצוע, בציונים במבחנים סטנדרטיים, או בזמן שהמורים משקיעים בבדיקה. תוצאות המחקרים (גם אם שליליות) צריכות לשמש בסיס לשיפור מתמיד של הפרקטיקות. תרבות כזו תשפר את אופן המורים (שנוכחים לדעת כי ההחלטות מבוססות על ראיות ולא על גחמות) ותאפשר לרשת להוכיח את הצלחותיה בפני גורמי חוץ, כמו קובעי מדיניות ותורמים. למעשה, יכולה רשת גדולה לתרום ידע על בינה מלאכותית בחינוך לכלל העולם על ידי פרסום מאמרים או דוחות. הדבר יחזק את מעמדה הציבורי.

מומלץ להרחיב את יכולות המחקר של הרשתות ולשלב מחקר יישומי עם מחקר אקדמי:

1. **שותפויות עם מוסדות אקדמיים** – יצירת שותפויות מובנות עם מחלקות לחינוך באוניברסיטאות, שתלמידי המחקר שלהן יערכו מחקרים בבתי הספר של הרשת.
2. **מענקי מחקר משותפים** – הקמת קרן מענקים למחקרים בנושא השפעת הבינה המלאכותית בחינוך, בשיתוף הרשתות ומשרד החינוך.
3. **פרסום ממצאים בכתבי עת** – עידוד הפרסום האקדמי של ממצאי המחקרים ברמה הלאומית ובפרסומים בינלאומיים.
4. **מסגרת להערכה אחידה** – פיתוח מדדים משותפים להערכת השפעת הבינה המלאכותית כדי לאפשר השוואה בין תוכניות שונות וזיהוי פרקטיקות מיטביות.



• **מודל מימון בר־קיימה:** אחד האתגרים המרכזיים בהטמעת בינה מלאכותית ברשתות חינוך הוא הבטחת מימון מספק ורציף. לכן מומלץ לפתח מודל מימון בר־קיימה שיכלול:

1. **תקציב ייעודי ממשרד החינוך** – הקצבה ייעודית שנתית לתחום הבינה המלאכותית – בדומה לתוכנית התקשוב הלאומית – שתוקצה לרשתות על פי מפתח שקוף.
2. **מודל מימון מדורג** – חלוקת המימון לשלבים (תכנון, פיילוט, הרחבה, הטמעה מלאה); כל שלב יותנה בהצלחת השלב הקודם.
3. **שותפויות ציבוריות־פרטיות** – יצירת מודל שיתוף פעולה עם חברות טכנולוגיה וקרנות פילנתרופיות שיספקו מימון משלים לתקציב הממשלתי.
4. **אסטרטגיית מימון ארוכת טווח** – תכנון תקציבי לחמש שנים לפחות, שיבטיח המשכיות גם בעת שינויי הנהלה או מדיניות.
5. **מודל ROI ברור** – פיתוח מדדים להערכת התשואה על ההשקעה (Return on Investment) שיאפשרו לרשתות להצדיק את ההשקעה הנדרשת.

סיכום

לרשתות החינוך בישראל עמדה ייחודית בהובלת מהפכת הבינה המלאכותית במערכת החינוך. הן גדולות מספיק כדי לבצע שינוי משמעותי ומהיר, ועם זאת גמישות יותר מהמסד הממשלתי. בשילוב נכון של הבינה המלאכותית, הן יכולות להעצים את הלמידה הפרסונלית, לשפר את הפיתוח המקצועי של המורים ולנהל את המשאבים ביתר יעילות. בכך, הן עשויות להפוך לחוד החנית שמוביל את מערכת החינוך הישראלית לעידן החדש ולהציג מודלים להשראה הן לבתי הספר האחרים בישראל והן למערכות חינוך בעולם המתעניין ביישומי בינה מלאכותית.

הצלחה בהובלת מהפכה זו תלויה ביכולת לאזן בין מספר גורמים מרכזיים:

1. **איזון בין חדשנות לתשתיות איתנות** – הבטחת תשתיות טכנולוגיות, פדגוגיות וארגוניות חזקות כבסיס לחדשנות.
2. **איזון בין הובלה עצמאית לבין סכרון עם המדיניות הלאומית** – שמירה על המרחב היזמי הייחודי של הרשתות תוך הבטחת תיאום עם משרד החינוך.
3. **איזון בין יתרונות הטכנולוגיה לבין ההיבטים האנושיים** – הכרה בכך שהצלחת המהלך תלויה בראש ובראשונה באנשים – מורים, מנהלים, תלמידים והורים.
4. **איזון בין מהירות ההטמעה לבין יסודיות וביטחון** – הימנעות מתחרותיות יתר על חשבון ביטחון, פרטיות, ופיתוח מקצועי ראוי.
5. **איזון בין צורכי הרשת הבודדת לבין האינטרס של מערכת החינוך כולה** – מציאת הדרך לקדם את היתרונות התחרותיים של כל רשת בד בבד עם תרומה לקידום כלל מערכת החינוך.

משרד החינוך מצידו צריך לתמוך ולתת מרחב תמרון לרשתות, לספק מסגרת רגולטורית ברורה, להבטיח מימון הולם, ובמקביל להפיק לקחים מניסיון כדי לסלול דרך לכלל המערכת. בדרך זו, יוכלו רשתות החינוך להוביל את ישראל אל חזית החדשנות החינוכית העולמית בעידן הבינה המלאכותית.

מכללות לחינוך, בתי ספר לחינוך באוניברסיטאות ומרכזי פיתוח מקצועי למורים הם עמוד השדרה של הכשרת דור המורים הבא ושל עדכון כישוריהם של המורים הקיימים. בישראל פועלים כשלושים מוסדות כאלה, ובהם אלפי סטודנטים ועובדי הוראה.

תפקידם הייחודי

מוסדות אלה מעצבים את דמותם המקצועית של מורי העתיד, ולכן להשקפותיהם ולתכנים שלהם יש השפעה מרחיקת לכת על בתי הספר. אם אנו רוצים שינוי פרדיגמה בהוראה – כמו שילוב בינה מלאכותית – הוא חייב להתחיל בשלב הכשרת המורים. המוסדות מקיימים גם השתלמויות ופיתוח מקצועי למורים ותיקים לאורך הקריירה שלהם, ומבצעים מחקר יישומי בחינוך.

הזדמנויות

1. עדכון תוכניות הלימודים להכשרת מורים: שילוב בינה מלאכותית דורש רענון מהותי של תוכני הלימוד במכללות. יש לשלב קורסים ייעודיים על "בינה מלאכותית בחינוך" בתואר הראשון בחינוך, כולל היכרות עם כלים פדגוגיים דיגיטליים, הבנה של סוגיות אתיות (פרטיות, זכויות יוצרים, השפעת הבינה המלאכותית על המוח ולמידה) ופיתוח מיומנויות של המאה ה-21. מלבד קורסים ייעודיים, יש "לארוג" את נושא הבינה המלאכותית לתוך כל מקצועות ההוראה; לדוגמה, סטודנטית להוראת אנגלית תתנסה במהלך לימודיה בכלי תרגום אוטומטי ובאופן שילובי בשיעורים; סטודנט להוראת מתמטיקה ילמד איך בינה מלאכותית יכולה לסייע בהוראת גיאומטריה וכיו"ב. הדבר יבטיח שפרחי ההוראה יחוו בעצמם למידה בסביבה עתירת בינה מלאכותית, ויפתחו גישות חיוביות וחדשניות כלפיו. בסינגפור, לדוגמה, הוחלט שכלל נושאי ההכשרה יכללו זוויות של טכנולוגיה, כדי לטפח דור מורים שמוכן לעידן הדיגיטלי מראש. גם סין משלבת כיום רכיבי בינה מלאכותית בתוכניות הכשרת מורים כדי להבטיח למורים העתידיים אוריינות דיגיטלית גבוהה.

2. פיתוח מקצועי למורים קיימים: על מוסדות ההכשרה לפתח מערכי השתלמויות והסמכות חדשות למורים בשטח, כי רבים מהם למדו והחלו ללמד בתקופה שקדמה למהפכת הבינה המלאכותית. הניסיון העולמי מראה כי לעיתים קרובות מורים מרגישים חוסר ביטחון בשילוב כלים חדשים מבלי שהוכשרו לכך. לכן, יש ביקוש לקורסים ולסדנאות – החל מסדנאות מבוא של יום או יומיים להיכרות עם ChatGPT ודומיו (כבר כיום החלו יוזמות כאלו באופן פרטי), ועד קורסי אונליין מקיפים בני עשרות שעות המתמקדים בהוראה דיגיטלית ובאוריינות בינה מלאכותית. ארגון UNESCO מדגיש במיוחד את הצורך בהכשרת המורים כדי להבטיח שימוש אחראי ושוויוני בבינה מלאכותית. מוסדות להכשרת מורים הם הגורם המתאים לבניית תוכניות אלו ולהוצאתן לפועל בשיתוף משרד החינוך.

3. חשיבה פדגוגית מחודשת: בינה מלאכותית מעורר שאלות עומק על מהות תפקיד המורה. האם הוא עדיין "בעל הידע" או יותר מנחה ומנטור? מוסדות ההכשרה, כקהילות אקדמיות, יכולים להוביל שיח רעיוני ותיאורטי על פדגוגיה בעידן הבינה המלאכותית, כמו הדגשת הפיתוח של מיומנויות שבינה מלאכותית לא יכולה להחליף: יצירתיות, חשיבה ביקורתית, אינטליגנציה רגשית – ועל שינוי שיטות ההוראה בהתאם (פחות הרצאה פרונטלית ויותר הנחיה של חקר ודיון). הם יכולים לפתח מודלים דידקטיים חדשים המדגישים את המורה כמאמן ומנטור, ולשלב אותם בהכשרה המעשית של הסטודנטים.

4. מחקר יישומי: המכללות והמחלקות לחינוך באוניברסיטאות יכולות וצריכות לחקור את השפעות הבינה המלאכותית על ההוראה והלמידה ולהפיק ידע חדש – האם תלמידים לומדים טוב יותר עם סיועני בינה מלאכותית? איך משפיעה בינה מלאכותית על מוטיבציית התלמידים? כיצד משתנה התפקיד החברתי של המורה? מחקרים אלו, בין שהם ניסויים בכיתה, סקרים או מחקרי מקרה, ייתנו בסיס לקבלת ההחלטות של המערכת. הם גם יכולים להזין ישירות את ההכשרה: מסקנות המחקר ייושמו מיידית בקורסי ההשתלמות. מדינות כדרום קוריאה, יפן וסינגפור משקיעות במחקר חינוכי בתחומי בינה מלאכותית, (unesco.org) וישראל צריכה להצטרף לכך דרך מוסדות ההשכלה הגבוהה.

אתגרים

1. פער ידע בקרב סגל ההכשרה עצמו: רבים מהמרצים, המדריכים הפדגוגיים והמנטורים במכללות לא נחשפו עד כה באופן משמעותי לבינה מלאכותית, וחלקם אף חוששים מפניה או ספקנים לגביה. עליהם לרכוש מיומנות וביטחון בנושא בטרם יכשירו סטודנטים להוראה בנושאי בינה מלאכותית.

2. קצב מהיר של שינוי טכנולוגי מול מבנה אקדמי איטי: בשעה שתוכנית לימודים אקדמית מתעדכנת לעיתים אחת לכמה שנים, צצות גרסאות חדשות של בינה מלאכותית כל כמה חודשים. הקצב המהיר הזה של השינוי הטכנולוגי מקשה מאוד ומנוגד לנטייה השמרנית של מוסדות אקדמיים, שמטבעם מתנהלים באיטיות בכל הנוגע להנהגת שינויים. מצד אחד הם אמורים להוביל חדשנות חינוכית, ומהצד האחר, הם זהירים ואיטיים תרבותית ומבנית – המתח הזה שנוצר מצריך ניהול ושכנוע פנים-ארגוני.

3. פיצול וחוסר תיאום בין מוסדות: בישראל פועלות עשרות מכללות ואוניברסיטאות לחינוך, ומתנהלת ביניהן תחרות סמויה על סטודנטים ותקציבים, ללא מנגנון קואורדינציה יעיל בכל הנוגע לתכנים. כך עלול לקרות שמוסד אחד מקדם ומפתח את תוכנית הלימודים שלו והאחר נותר מאחור, דבר שייצור פערים ברמת המורים בגרי המוסדות השונים. ביטוי נוסף של העדר תיאום עלול להביא להכפלת המאמצים במוסדות השונים בפיתוח קורסים זהים, במקום שיתוף מידע וחלוקת מאמצים לרווחת הכלל. מנגנון זה הוא לא אופטימלי לכלל המערכת.

4. מחסור במשאבים: הנגשת טכנולוגיות חדשות, ובכללן כלים מתקדמים של בינה מלאכותית לכל הסטודנטים להוראה דורשת כסף והכשרת סגל והקמת תשתיות (מעבדות מחשבים עם יכולות בינה מלאכותית). מוסדות במימון ציבורי דל עלולים להתקשות בכך ללא סיוע נוסף.

יתרונות ייחודיים

1. חידוש והתאמת תוכניות הכשרה: כניסת בינה מלאכותית לחינוך היא הזדמנות "לטלטל" ולחדש את תוכניות ההכשרה המיושנות ולהפוך אותן לרלוונטיות יותר לבתי הספר של היום. מזה שנים נשמעת ביקורת על כך שמורים בוגרי מכללות מגיעים לכיתות לא מוכנים למציאות. כעת יש לגיטימציה לבצע שינויים נרחבים ולהתאים את ההכשרה למאה ה-21.

2. שדרוג תהליכי ההכשרה: טכנולוגיות בינה מלאכותית עצמן יכולות לשדרג את תהליך ההכשרה על ידי סימולציות מציאות מדומה כדי לאמן סטודנטים בהתמודדות עם כיתה "אמיתית" (כבר פותחו סימולטורים כאלה שבהם המורה מתנסה בכיתה וירטואלית שבה התלמידים הם בוטים עם התנהגויות שונות) או על ידי שימוש בניתוח וידאו ממוחשב כדי להעריך באופן מפורט את ההוראה של סטאז'רים בשטח. אפשר גם להתאים לסטודנטים מערכת בינה מלאכותית שתעקוב אחר התקדמותו של כל סטודנט בתהליך ההכשרה ותציע לו פעילויות לחיזוק המיומנויות שבהן הוא חלש (ניהול כיתה, ידע תוכן מסוים וכו'). יש בכך פוטנציאל להפוך את הכשרת המורים לאפקטיבית יותר.

3. מיצוב כמובילי ידע בתחום חדשני: ההתעניינות הגוברת של הציבור והמערכת בבינה מלאכותית נותנת למוסדות הזדמנות למצב את עצמם כמובילים ומומחי ידע בתחום. מוסד שיקדם תוכניות חדשניות ופרויקטים בולטים עשוי לזכות בהכרה ציבורית, למשוך סטודנטים איכותיים שמתלהבים מנושא הבינה המלאכותית, ולשפר את קשריו עם בתי הספר שזקוקים למורים בעלי ידע בתחום. גם גופי מחקר בינלאומיים, קרנות ותורמים יגלו עניין במוסד שיוביל ידע בבינה מלאכותית בחינוך ויעניקו לו מענקי מחקר ותרומות שיחזקו אותו עוד יותר.

צעדי פעולה מומלצים למוסדות להכשרת מורים

1. עדכון תוכניות הלימודים בהכשרה הראשונית: על המכללות ובתי הספר לחינוך לערוך רפורמה בתוכני ההכשרה על מנת לשלב את נושא הבינה המלאכותית בצורה רוחבית. זאת אומרת, לוודא שבוגר תעודת הוראה ב-2026 ואילך לא יסיים מבלי שהתנסה בתחום והבין כיצד בינה מלאכותית משנה את סביבת החינוך. להלן כמה צעדים קונקרטיים:

- לשלב בלימודי התור הראשון קורס חובה שנושא "טכנולוגיות למידה ובינה מלאכותית".
- לשלב בקורסים קיימים משימות שנעשה בהן שימוש בבינה מלאכותית

(למשל, בקורס פדגוגיה להערכה – לתרגל בנייה ובדיקה של מבחן עם כלי בינה מלאכותית).

- לעדכן את התכנים בפסיכולוגיה חינוכית והתפתחותית בהתייחס להשפעות השימוש בטכנולוגיה על למידה.
- לשלב דיון ערכי-אתי בהיבטי בינה מלאכותית בקורסי פילוסופיה וסוציולוגיה של החינוך.

שינוי תוכנית דורש אישור המל"ג (המועצה להשכלה גבוהה) וכדאי לפיכך לפעול בתיאום עימה כדי לזרז תהליכים. אפשר גם ליצור מודולות בחירה מתקדמות, כגון התמחות ב"חינוך בעידן הדיגיטלי" שתהיה מסלול על-אזורי לכלל הסטודנטים המתעניינים.

2. הקמת מעבדות חדשות פדגוגית-טכנולוגית: רצוי להקים בכל מוסד מרכז חדשנות שבו יפותחו וישומי בינה מלאכותית בחינוך על מנת להתנסות בהם. מרכז חדשנות כזה יכול ציוד מחשוב חזק, תוכנות עדכניות של בינה מלאכותית (אולי בשיתוף חברות בתחום) וצוות רבת-תחומי של מרצים לפדגוגיה, מומחי טכנולוגיה, סטודנטים מצטיינים ואף שותפים מבחוץ. המרכז שהוא למעשה מעבדת ניסוי ישמש כפלטפורמה לבחינת שיטות הוראה חדשות המבוססות על בינה מלאכותית בסביבה מבוקרת לפני שמנסים אותן בבתי ספר, לעריכת סימולציות של מצבי כיתה ולניתוחם, לפיתוח כלים יחד עם סטודנטים, ויוזמנו אליו מורים מהשטח על מנת להתנסות בהן כגשר בין האקדמיה לבתי הספר.

מעבדות כאלה קיימות כבר בעולם. אוניברסיטת טורונטו בקנדה הקימה "מעבדת שיתוף לבינה מלאכותית בחינוך" שבה סטודנטים ומורים בודקים יחד מערכות בינה מלאכותית בכיתה. בישראל ניתן לחבור למרכזי חדשנות קיימים (מט"ח או MindCET) או ליצור חדשים בכל מכללה.

3. הכשרת סגל המרצים והמדריכים: לא ניתן כאמור לעשות שינוי בלי שהמרצים עצמם ישתלמו. יש להשקיע משמעותית בפיתוח מקצועי לסגל האקדמי בתחום בינה מלאכותית. לדוגמה:

- קיום סדנאות מרוכזות לסגל במהלך חופשת הקיץ שבהן ילמדו שימוש בכלים, יצירת תוכן עם בינה מלאכותית, והתנסות פדגוגית.
- עידוד מרצים לקחת קורסי אונליין חיצוניים (Coursera, EdX) בנושא.
- צירת קהילת למידה למרצי המכללות (בפורמט של וובינרים תקופתיים שבהם משתפים טיפים, מזמינים מומחה אורח וכו').
- השתתפות של חברי סגל בהשתלמויות בחו"ל או בחברות הייטק (Sabbatical) על מנת שירכשו ידע עדכני.

בלי בסיס ידע חזק של הסגל, לא יהיה מי שיוביל את הסטודנטים. ייתכן שכדאי גם לגייס כוח אדם חדש דוגמת מומחי בינה מלאכותית מהתעשייה שישמשו כמרצים אורחים בקורסים רלוונטיים, או להעסיק אנשי חינוך צעירים בעלי אוריינטציה טכנולוגית כעוזרי הוראה ומדריכים פדגוגיים. השקעה זו תחזיר את עצמה באיכות



הבוגרים ובשיפור תדמית המוסד כמוביל חדשנות.



4. מסלולי פיתוח מקצועי למורים בשטח: על מוסדות ההכשרה, בשיתוף משרד החינוך, לפתח היצע רחב של השתלמויות והסמכות בתחום בינה מלאכותית למורים בפועל. למשל:

- השתלמות בסיסית של שלושים שעות להיכרות עם יישומי בינה מלאכותית בהוראה (כל מורה יתבקש להשתתף במסגרת גמולי ההשתלמות).
- קורסים מתקדמים בני שישים עד מאה ועשרים שעות שבסופם תוענק תעודה יוקרתית.
- קהילות מקצועיות מקוונות ללמידת עמיתים מתמשכת.
- תוכניות ליווי אישיות (מנטורינג) למורים המיישמים בינה מלאכותית בכיתותיהם.

מוסדות יכולים להפעיל זאת בתוך מרכזי הפסגה (פיתוח סגל ההוראה) האזוריים, או באופן מקוון בכל הארץ. במיוחד יש לשים על כך דגש בפריפריה ובקרב אוכלוסיות מוחלשות ולהנגיש להם את ההכשרות (אפילו לתמרוץ את השתתפותם כלכלית) כדי שלא ייווצרו פערי ידע בין מורים מאזורים שונים.

יזמות כאלה כבר פועלות. בינלנד מציעות מכללות לחינוך קורסי MOOC מקוונים למורים בכל העולם בנושא בינה מלאכותית בחינוך. ישראל יכולה למצב עצמה כמובילה אזורית בנושא אם מוסדותיה יפתחו תוכניות איכותיות באנגלית וערבית למורי האזור.



5. קידום מחקר יישומי ופרסום ידע: על מוסדות ההכשרה להקצות משאבים וכוח אדם למחקר יישומי מתמשך על אופן השילוב של בינה מלאכותית בבתי הספר. אפשר, למשל, להנחות סטודנטים לתארים מתקדמים (תזה ודוקטורט) לבצע את מחקריהם בנושאים אלה וכך לייצר גוף ידע ישראלי. יש לעודד מחקרי פעולה (Action Research) שבהם מרצים וסטודנטים יעבדו עם בתי ספר בניסויי החידושים ויתעדו את התוצאות.

תוצאות המחקרים צריכות להיות נגישות, כלומר לא רק כמאמר אקדמי באנגלית, אלא גם כתקציר בעברית למנהלי בתי ספר, להצגה בכנסים מורים, ואולי אפילו לאזכור בתקשורת. ידע מבוסס-נתונים יסייע להפיג מיתוסים או חששות לא מבוססים, ויתמוך במדיניות לאומית. נוסף על כך, השתתפותם של חוקרים ישראלים ברשתות מחקר בינלאומיות דרך OECD ו-UNESCO ימקם את ישראל על המפה בתחומי בינה מלאכותית בחינוך ויאפשר להם ללמוד מניסיונם של אחרים.



6. פיתוח סביבות למידה משולבות בינה מלאכותית בהכשרה: חשוב ואף נחוץ ליצור מרחבי למידה חדשניים המשקפים כיתת עתיד לסטודנטים עצמם. כיתה המצוידת בלוח חכם אינטראקטיבי, מצלמות וחיישנים, שהסטודנטים מתנסים

בהם בהוראה עם משוב בזמן אמת – מעין "סימולטור כיתה" שעליו כבר דובר; או שילוב מערכת LMS אדפטיבית (מערכת ניהול למידה שמותאמת אישית) בקורסי החינוך עצמם – זאת כדי שהסטודנטים יחוו את הבינה המלאכותית כלומדים.

המכללות יכולות גם להטמיע כלים לניתוח וידאו של שיעורי ההתנסות: על סמך צילום שיעור שסטודנט מלמד בבית ספר (ברשות כמובן), תפיק המערכת דוח ניתוח (מי דיבר כמה, זיהוי רגעי מפתח וכו') המשמש אחר כך לדיון רפלקטיבי בין הסטודנט למדריך הפדגוגי. התנסויות כאלה יאפשרו לסטודנטים לחוות למידה עם בינה מלאכותית הלכה למעשה, ולגבש "מודלים מנטליים" חדשים על הוראה אפקטיבית בעידן דיגיטלי. הן גם ישמשו להדגמות עבור מורים בפיתוח מקצועי.



7. שיתופי פעולה בין-מוסדיים ובין-מגזריים: מומלץ לרכז כוחות ומשאבים וליצור קואליציות; כמה מכללות יכולות לשתף פעולה כדי לפתח קורס מקוון של בינה מלאכותית בשביל מערכת החינוך, לשאת יחד בעלויות ולחלוק את התוצרים, וחברת טכנולוגיה יכולה לספק תוכנה והמכללה תספק את מומחיותה הפדגוגית לפיתוח כלי חדש לתועלת שני הצדדים.

לא פחות חשוב הוא שיתוף הפעולה עם בתי ספר ורשויות. הפעלה משותפת של בתי ספר ניסויים בבחינת "בתי ספר לפיתוח" שבהם מתנסים הסטודנטים וגם מפתחים מודלים חדשניים (בדומה לבתי ספר מסונפים לאוניברסיטאות בחו"ל). גישה רב-מגזרית כזו תסייע להתגבר על מחסור במשאבים ותאיץ את ההתקדמות.



8. קורסים ופרויקטים משותפים עם פקולטות טכנולוגיות: כדאי מאוד לקרב בין סטודנטים להוראה לבין סטודנטים למדעי המחשב ולהנדסה. אפשר למשל לקיים האקתון משותף שבו קבוצות מעורבות מפתחות פתרונות של בינה מלאכותית לשם אתגר חינוכי, או לבנות קורס בחירה לסטודנטים משני התחומים: מפתחי תוכנה לצד פרחי הוראה שיפתחו אב-טיפוס של אפליקציה חינוכית.

שיתופי פעולה כאלה יפתחו אצל המורים לעתיד חשיבה טכנולוגית ואצל המהנדסים רגישות פדגוגית – שילוב כישורים בעל חשיבות עליונה. זו גם דרך לעודד בוגרי מקצועות טכנולוגיים לפנות לתחום החינוך (אפילו כמפתחים של כלים חינוכיים).



9. מסלולי התמחות אקדמיים בבינה מלאכותית בחינוך: המלצה מהותית נוספת נוגעת ביצירת מסלול לימודים ייעודי לרוצים להתמחות בתחום באופן מעמיק – למשל, תואר שני חדש ב"אוריינות דיגיטלית ועיצוב למידה מבוססת בינה מלאכותית". מסלול כזה יכשיר מומחים שיוכלו לשמש אחר כך מובילי חדשנות בבתי ספר, ברשויות ואפילו במשרד החינוך.

מסלול כזה יכול לשלב תוכן חינוכי, מדעי הנתונים, יישומי טכנולוגיה וכן התנסות מעשית בפיתוח והטמעה. גם בתואר ראשון אפשר ליצור מגמת התמחות (specialization) לתלמידי חינוך שרוצים בכך, כמו קורסי בחירה נוספים ופרויקט

« חברות טכנולוגיה (מגזר עסקי)

המגזר העסקי, חברות הטכנולוגיה, סטארטאפים ותאגידי היי-טק, הם שחקני מפתח באקוסיסטם של הטמעת בינה מלאכותית בחינוך. הם ספקי הפתרונות הטכנולוגיים: החל מפיתוח כלי למידה מבוססי בינה מלאכותית ועד אספקת תשתיות מחשוב. בישראל, אומת הסטארטאפ, קיימות עשרות חברות EdTech (טכנולוגיה חינוכית וחדשנות בחינוך) שיכולות לתרום משמעותית לתהליך.

תפקיד ויתרונות

החברות מחזיקות בידע הטכני, בכוח האדם המיומן ובעקבות זאת, ביכולת לנוע במהירות בפיתוח פתרונות חדשים, כמו פלטפורמות בינה מלאכותית ללימוד שפות, מערכות לניהול כיתה חכמה, כלים ליצירה אוטומטית של תוכן וכו'. החברות יכולות להתאים פתרונות להקשר הישראלי בדגש על פיתוח מודלי שפה בעברית ובערבית עבור מערכות החינוך (שפות שאינן תמיד בסדר עדיפות של החברות הגלובליות).

המגזר העסקי יכול גם להשקיע במחקר ופיתוח לאורך זמן, לנוכח פוטנציאל רווח עתידי, בעוד מערכת החינוך הציבורית מתקשה לממן מחקר כזה.

הזדמנויות לשיתוף פעולה

ראינו לכך דוגמאות מוצלחות בעולם: אסטוניה חברה אל OpenAI ולאנת'רופיק (Anthropic) כדי להטמיע גרסה מותאמת של ChatGPT בכלל בתי הספר. במסגרת שותפות זו OpenAI מתחייבת לספק תמיכה טכנית והתאמות חינוכיות, כך שמערכת הבינה המלאכותית תוכל להפחית למשל "ביורוקרטיה" למורים (כמו בדיקת שיעורי בית) ותגביר יצירתיות וחשיבה ביקורתית אצל תלמידים.

סין, המובילה העולמית בבינה מלאכותית, רתמה את תאגידי הטכנולוגיה הגדולים שלה לפיתוח פתרונות לאומיים, דוגמת פלטפורמות למידה אדפטיבית המותאמות לתוכנית הלימודים הסינית, כמו חברת Squirrel AI שהקימה מערך של מרכזי למידה מבוססי בינה מלאכותית ברחבי המדינה.

בפלורידה פותחה ביוזמה ציבורית-פרטית מערכת בינה מלאכותית עבור בתי הספר המחוזיים. היא מתבססת על הסטנדרטים של המדינה בכל הנוגע לתוכן, ועל נתוני התלמידים כדי ליצור לכל תלמיד מסלול למידה אישי. התמחויות כאלו דורשות ידע עמוק הן בתוכנה הן בתוכן, והשילוב הזה המתאפשר רק בשיתוף בין אנשי חינוך לחברות תוכנה.

גמר בתחום הבינה המלאכותית בחינוך. כך יקום פה דור חדש של אנשי חינוך בעלי פרופיל טכנו-פדגוגי גבוה. מדינות כמו סין כבר מתחילות להציע התמחויות כאלו למוריהם העתידיים.



10. פורום ארצי למוסדות ההכשרה בנושא בינה מלאכותית בחינוך:

כדי לתאם ולשתף, מומלץ שהמכללות ובתי הספר לחינוך יקימו פורום שיתוף ידע קבוע. בפורום יהיו נציגים מכל מוסד, והם ידונו בהטמעת בינה מלאכותית בהכשרה, יחליפו סילבוסים ויתאמו עקרונות כדי ליצור מסגרת ספציפית אחידה למזער פערי איכות.

ניתן לעשות זאת בחסות המל"ג או בשיתוף משרד החינוך (שממילא צריך לוודא שתוכני ההכשרה תואמים את צורכי השטח). אפשר לשתף בפורום גם נציגי רשתות ומנהלי בתי ספר, כדי לקבל משוב מהשטח, כלומר מבית הספר, באשר לציפיות שלו מהמורים החדשים.

שיתוף פעולה ארצי ימנע כפילויות, יציב סטנדרטים מינימליים לכל בוגרי המוסדות בתחום אוריינות בינה מלאכותית, ויעזור למקד משאבים משותפים (למשל, להחליט שכל המוסדות משתמשים בפלטפורמה מסוימת כדי ללמד קורסי בינה מלאכותית). עבודה משותפת תקל בנוסף על קבלת תמיכה תקציבית – קול אחיד של פורום המוסדות יישמע חזק יותר בעת בקשת תקציבים ייעודיים ממשרד החינוך או מגופים פילנתרופיים.

סיכום

המוסדות להכשרת מורים ניצבים בפני משימה היסטורית – להכין את אנשי החינוך של הדור הבא לעולם שבו בינה מלאכותית הוא חלק בלתי נפרד מהחיים. באמצעות התחדשות תכנים, אימוץ כלים מתקדמים ושיתוף פעולה מערכתי בין-מוסדי, הם יכולים להבטיח שמורים חדשים וותיקים כאחד יהיו בעלי הכלים, הידע והגישה הנחוצים לעידן החדש.

כך תהפוך מערכת החינוך כולה לרלוונטית, עדכנית ומועצמת יותר; המורים לא יחששו מהטכנולוגיה אלא יובילו את השימוש המושכל בה לטובת כל תלמיד ותלמידה.

תרומתן של החברות לא צריך להצטמצם לפיתוח כלים – הן יכולות לסייע בהכשרת מורים וצוותי הוראה. חברת תוכנה גדולה יכולה למשל לארגן הדרכות פרו-בונו למורים על שימוש בפלטפורמה שלה, או ליצור עלוני הדרכה ושיעורים מקוונים. חברות גם יכולות לספק תמיכה טכנית שוטפת – דבר קריטי כשמכניסים טכנולוגיה לכיתה (למשל, מענה מהיר לתקלות במערכת למידה, עדכוני גרסה וכו').

יתרה מזו, לחברות אינטרס לסייע לצמצום פערים: שוק החינוך גדל ומתרחב ככל שיותר תלמידים ומורים מצוידים דיגיטלית, ולכן שיתוף פעולה בתוכניות כמו "מחשב לכל ילד" או בסוד רישיונות לפלטפורמות בינה מלאכותית לבתי ספר חלשים מועיל לכולם.

מבחינת כלכלה וחדשנות לאומית, השתלבותן של חברות הטכנולוגיה בפיתוח ובהטמעת בינה מלאכותית במערכת החינוך תתרום גם לצמיחתן העסקית – פיתוח מוצלח בישראל עשוי להפוך למוצר יצוא לחינוך בעולם.

אתגרים

1. ניגוד עניינים: קיים פוטנציאל לניגוד עניינים בין המטרות החינוכיות למטרות העסקיות (רווח). יש לוודא שהחברות לא מכתיבות שימוש בכלי בינה מלאכותית פשוט כי הוא קיים, אלא שהכלים אכן משרתים צורך חינוכי אמיתי. רגולטור חכם יימנע מתלות מוחלטת בספק יחיד (נעילת ספק), וישמר תחרות בריאה וסטנדרטים פתוחים.

2. פרטיות: חברות פרטיות מקבלות גישה למידע רגיש על תלמידים, ולכן יש להבטיח בחוזים כי הנתונים נשמרים ומאובטחים ולא נעשה בהם שימוש משני (כמו שיווק) ללא הסכמה. יש לוודא שהקניין על הנתונים והתכנים נשאר בידי מערכת החינוך. לשם כך נדרשים הסכמי DPA (Data Protection Agreement) חזקים.

3. התאמה תרבותית ולשונית: חברות בינלאומיות אולי לא ישקיעו בהתאמת המוצר לעברית, לערבית, או למאפייני התרבות המקומית כי השוק שלנו קטן יחסית. לכן, לפתחן של חברות ישראליות מוטל האתגר לשקוד על ההתאמות הנחוצות, ובמקביל לשכנע חברות בינלאומיות להשקיע בהן בנימוקים של רב-לאומיות.

4. ביזור וחוסר סטנדרטיזציה: אם כל בית ספר או רשות ירכשו כלים שונים, ייווצר כאוס של פלטפורמות שאינן מתקשרות זו עם זו. כאן תפקידו של משרד החינוך לתאם ולייצר סטנדרטים, ועדיין, חברות יצטרכו לשתף פעולה ביניהן כדי ליצור אינטגרציה (כגון פורמט אחיד לנתוני תלמידים בין מערכות).

5. מונופולזציה: נניח כי תאגיד ענק יציע פלטפורמת בינה מלאכותית חנימית לבתי ספר כדי לצבור נתח שוק, ובהמשך יעלה מחירים או ינצל את המידע – והרי לנו דילמה מוכרת. המדיניות צריכה לעודד תחרות והגנות במחירים.

סביבה בינלאומית

חברות הענק האמריקאיות גוגל, מיקרוסופט ו-IBM משקיעות בשילוב בינה מלאכותית בחינוך (למשל, הכלי "קלאסרום" של גוגל מקבל רכיבי בינה מלאכותית לתמיכה במורה) ומקדמות גם יוזמות אחריות חברתית. מיקרוסופט מפעילה תוכניות להכשרת מורים ברחבי העולם על כלי בינה מלאכותית שלה. בישראל יש נוכחות לחלק מחברות אלה, והן אף פועלות כבר היום מול משרד החינוך, רשויות שונות ובתי ספר וניתן לרתום אותן דרך שלוחות מקומיות.

אולם יש לזכור כי שוק החינוך מורכב ומיזמים רבים נכשלו אם לא הבינו לעומק את ההקשר הפדגוגי. לכן מיזמים מצליחים מתאפיינים בשיתוף מחנכים לאורך הפיתוח.

צעדי פעולה מומלצים למגזר הטכנולוגיה

1. פיתוח פתרונות מותאמים לישראל: על חברות היי-טק ישראליות להתמקד בפיתוח כלים המותאמים לשפות ולתרבות המקומית. למשל, פיתוח מודלים של עיבוד שפה טבעית בעברית ובערבית לשימוש במערכות חינוך (בודקי חיבורים בעברית, צ'טבוטים חינוכיים בערבית מדוברת וכו'). מוסדות כמו מט"ח יכולים לשתף פעולה עם חברות הזנק בתחום זה.



כמו כן, יש ליצור התאמה לתוכניות הלימודים הישראליות, ובמילים אחרות, לבנות את הכלים כך שיתאימו בדיוק לסטנדרטים ולמבנים של חומרי הלימוד בארץ (דוגמת הפרויקט בפלורידה שהתמקד בשילוב סטנדרטים של המדינה במערכת הבינה המלאכותית). כלי מותאם-קונטקסט יהיה יעיל ומוערך יותר מכלי גנרי מתורגם.

2. הנגשה טכנולוגית שוויונית: על חברות גדולות לסייע בצמצום פערים דיגיטליים על ידי תרומות, מחירים נמוכים של רישיונות תוכנה לבתי ספר מוחלשים, שיתוף פעולה במיזמי "כיתה חכמה" בפריפריה (לספק ציוד או תשתית) ופיתוח גרסאות קוד פתוח או Freemium לכלים בסיסיים בחינוך.



למשל, פרויקט "מחשב לכל ילד" יכול לקבל חיזוק בצורת תוכנות לימוד חכמות שחברות בינה מלאכותית יכולות לצרף לו. טכנולוגיות מסייעות צריכות להיות מונגשות, כגון פיתוח תרגום אוטומטי של חומרי לימוד מעברית לערבית ולהפך, כדי לגשר על פערי שפה.

בשורה התחתונה, על החברות לראות במערכת החינוך שוק לטווח ארוך – תלמיד מוחלש של היום, אם יזכה לכלים וידע, יהיה עובד ההייטק של מחר. זו השקעה משתלמת חברתית וכלכלית.



3. שותפויות אסטרטגיות עם גופי חינוך: חברות צריכות לעבוד בצמוד עם משרד החינוך ועם רשויות ורשתות, ולא באופן מבודד. מומלץ להקים מסגרות קבועות כמו פורום תעשייה-חינוך שבו נפגשים נציגי חברות EdTech עם אנשי משרד החינוך לשיתוף של צרכים ופתרונות.

שיתופי פעולה נקודתיים נחוצים אף הם: חברת בינה מלאכותית יכולה "לאמץ" בית ספר ניסויי שבו יפותח וייבחן הפתרון שלה בעולם האמיתי. זה יעניק לה תובנות לשיפור המוצר וגם לגיטימציה והוכחת יעילות.

דוגמה בינלאומית: חברת IBM עבדה עם בתי ספר במערב וירג'יניה על פרויקט בשם "Teacher Advisor", שהוא מערך בינה מלאכותית למתן המלצות פדגוגיות למורים – ופיתחה את המערכת תוך כדי הטמעה בכיתות. בישראל יוזמות דומות יכולות לקרום עור וגידים בתמיכת מטה משרד החינוך או בהובלה של אחת מרשתות החינוך (בחירת בתי ספר, אישורי רגולציה וכו').

וכמובן שיתוף עם האקדמיה. חברות יכולות לממן מחקרים באוניברסיטאות על אפקטיביות הכלים שלהם. מחקרים כאלה הם אובייקטיביים יחסית ויכולים לסייע בשיפור הכלים וגם לשמש אסמכתא לשיווקם לבתי ספר אחרים.



4. פיתוח מסגרת אתית לתעשייה: התעשייה צריכה ליטול חלק פעיל בגיבוש קווים מנחים אתיים לשימוש בבינה מלאכותית בחינוך. ניתן לעשות זאת באמצעות ארגון גג (למשל איגוד חברות EdTech בישראל) שיכין אמנה של עקרונות, כמו "לא נעשה שימוש מסחרי בנתוני תלמידים", "נבטיח נגישות לבעלי מוגבלויות", "נמנע מתוכן לא הולם" וכדומה.

אמנה כזו, אם רוב השוק יאמץ אותה, תקבע סטנדרט ותגביר אמון של מערכת החינוך בחברות. היא גם תוכל לשמש בסיס לרגולציה רשמית של משרד החינוך בתחום.



5. מעורבות בהכשרת מורים: בנושא זה יש לחברות תרומה ייחודית לנושא בשל היכרותן עם הכלים העדכניים ביותר. רצוי שישתפו פעולה עם מוסדות ההכשרה ועם משרד החינוך בהכנת תוכני הדרכה למורים. לדוגמה, חברה שפיתחה מערכת מציאות רבודה ללימוד מדעים יכולה להכין יחד עם מכללת הוראה קורס השתלמות למורי מדעים ברחבי הארץ על שילוב מציאות רבודה, כולל שימוש במערכת שלה.

מדובר ב־win-win שבו המורים לומדים והחברה זוכה לחשיפה מושכלת של הכלי. גם פיתוח קהילות מורים סביב כלי ספציפי (User Groups) יכול להיות מוצלח – המורים זוכים לתמיכה ישירה מהחברה ומהעמיתים, והחברה מרוויחה פידבק ודבקות משתמשים.



6. מחקר והערכה משותפים: חשוב שהחברות יהיו פתוחות למדידת ההשפעה של הכלים שלהן בתנאים פדגוגיים אמיתיים, ולא יסתמכו רק על שיווק ומכירות. שיתוף פעולה עם מוסדות מחקר ואקדמיה לביצוע הערכות אמפיריות של יעילות הכלים יספק להן מידע חיוני לשיפור המוצרים ולביסוס אמון המשתמשים.

סיכום

המגזר העסקי הוא שחקן חיוני בהטמעת בינה מלאכותית במערכת החינוך הישראלית. חברות הטכנולוגיה מביאות איתן את הידע הטכני, היכולת לחדש במהירות והמשאבים לפיתוח פתרונות מתקדמים. עם זאת, הצלחת המהלך תלויה ביצירת מערכת יחסים מאוזנת בין האינטרסים העסקיים לבין הצרכים החינוכיים, תוך שמירה על סטנדרטים אתיים גבוהים בכל הנוגע לפרטיות, הגנות ושוויון הזדמנויות.

שיתוף פעולה אפקטיבי בין חברות טכנולוגיה, משרד החינוך, מוסדות הכשרה, רשתות חינוך ובתי ספר יוכל לייצר אקוסיסטם חינוכי חדשני ומשגשג שיעניק לתלמידי ישראל את הכלים והמיומנויות הדרושים להם להצלחה בעולם שבו בינה מלאכותית היא חלק בלתי נפרד מהחיים.

מורים וצוותי הוראה

המורים נמצאים בחזית ההטמעה בפועל. הם מנחים את הלמידה בכיתה ומשלבים (או לא משלבים) את כלי הבינה המלאכותית ביומיום. מעורבותם החיובית קריטית להצלחת כל יוזמה.

תפקידם

לצד העברת הידע והמיומנויות, המורים הם מודל לשימוש אחראי בכלים טכנולוגיים עבור תלמידיהם. בעידן הבינה המלאכותית, תפקידם מתרחב משמעותית מהעברת ידע גרידא, הם מנחים תהליכי למידה, מפתחים חשיבה ביקורתית, ומלמדים את התלמידים כיצד לנווט בעולם עתיר מידע וטכנולוגיה.

הזדמנויות

בינה מלאכותית יכולה להקל על עומס העבודה השגרתי של המורה, שכולל בדיקת עבודות שוטפות או הפקת דוחות התקדמות, ומפנה לו זמן להתמקדות בפן החינוכי-אישי. כלים כמו עוזרי הכנה לשיעור (Lesson Planning Assistants) מסוגלים להציע למורים רעיונות לפעילויות, שאלות מסכמות ודרכי הוראה מגוונות תוך שניות. מורים בפלורידה דיווחו שעוזר בינה מלאכותית יכול לייצר עבורם הנחיות ותרגילים מותאמים לסטנדרטים, ובכך לשפר את ההוראה ולהתאים אותה לזמן ולצרכים. זאת ועוד, בינה מלאכותית מאפשרת למורים גישה למשאבי ידע בלתי נדלים – המורה כבר לא לבד; יש לו "עוזר" שעונה לו על שאלות מקצועיות (במתודיקה או רקע מדעי למשל) תוך כדי הכנת השיעור.

אתגרים

חלק מהמורים חוששים מהטכנולוגיה החדשה. יש החוששים שיאבדו שליטה בכיתה אם התלמידים ישתמשו בכלים שהם עצמם לא מכירים, או שהכלים יחליפו חלק מתפקידם. סקרי UNESCO מעידים על חששות מפני פגיעה במעמד המורה וחשש מהגברת העתקות בקרב תלמידים.

ובל נשכח את פער דורות: ככלל, מיומנותם הדיגיטלית של מורים ותיקים פחותה ולוקח להם זמן להסתגל, זאת לעומת מורים צעירים, אשר פתוחים יותר לאימוץ שינויים.

השוואה בינלאומית

בסינפור הבינו שהמורים הם המפתח, ולכן שילבו הכשרת בינה מלאכותית לכלל המורים בהדרגה עד 2025. גם באסטוניה ובסין גוברת ההשקעה בתוכניות לאומיות להעלאת אוריינות הבינה המלאכותית בקרב מורים.

צעדי פעולה מומלצים למורים עצמם



1. הכשרה והתמקצעות עצמית: מורים צריכים לאמץ למידה מתמשכת, כלומר, להירשם להשתלמויות ואפילו ליוזמות למידה עצמית (כמו קורסי MOOC) על שימוש בבינה מלאכותית בהוראה. ככול שתרבה היוזמה מלמטה, כך ייטב. כדי לתמרץ השתתפות רחבה יכולים ארגוני מורים לדרוש שהשתלמויות בינה מלאכותית יוכרו לצורך גמול השתלמות. פעולות מומלצות:

- הרשמה לסדנאות וקורסים מקוונים בנושא שילוב בינה מלאכותית בהוראה.
- צפייה בהדגמות ובהרצאות מקוונות של מומחים חינוכיים.
- התנסות אישית בכלים שונים ולמידה עצמית של יכולות אישיות.
- הצטרפות לפורומים מקצועיים מקוונים העוסקים בטכנולוגיה חינוכית.



2. שינוי תפקיד וגישות: על המורים להתמקד בהיבט הייחודי שביתרונם האנושי – הנחיה, אמפתיה, השראה. את העברת הידע הפרונטלית השגרתית אפשר במקרים רבים לעשות באמצעות כלי טכנולוגי (סרטון, מצגת אינטראקטיבית). המורה היא שתוביל דיון, תסביר לעומק נקודות קשות ותטפח מיומנויות חשיבה. מסרים אלו צריכים להיות חלק מההכשרות. גישה זו הודגשה גם על ידי נשיא אסטוניה שאמר כי המטרה אינה להחליף מורים אלא "להעצים את החשיבה הביקורתית והיצירתיות" של התלמידים בעזרת כלי בינה מלאכותית – המורה היא המנחה לכך. פעולות מומלצות:

- עיצוב מחדש של מערכי שיעור כך שיכללו יותר דיון ופחות העברת מידע.
- יצירת משימות המעודדות חשיבה ביקורתית בשילוב כלי בינה מלאכותית.
- שינוי המיקוד מ"העברת ידע" ל"הנחיית חקר ולמידה עצמאית".
- פיתוח דרכי הערכה חדשות המודדות הבנה, יצירתיות וחשיבה מסדר גבוה.



3. שיתוף פעולה וקהילות מקצועיות: מורים יכולים ליזום במסגרת בית הספר קהילה לומדת בנושא בינה מלאכותית – להיפגש אחת לכמה זמן, לדון בהצלחות ובמה שלא הצליח בכיתה ולהתנסות יחד בכלים חדשים; למשל, להקדיש ישיבת מורים חודשית להצגת כלי חדש. תמיכת עמיתים חשובה מאוד, במיוחד למורים חוששים, ואם מורה לספרות פוגשת מורה אחרת שהשתמשה בהצלחה בכלי לתרגול כתיבה, היא תרגיש בטוחה יותר לנסות. פעולות מומלצות:

- הקמת צוות בית ספרי מוביל בינה מלאכותית המורכב ממורים ממקצועות שונים.
- ארגון מפגשי שיתוף חודשיים להצגת התנסויות מוצלחות.
- יצירת מאגר משותף של משאבים, מערכי שיעור וטיפים לשימוש בבינה מלאכותית.
- עידוד צפייה בשיעורים של עמיתים המשלבים כלים חדשניים.



4. התמודדות עם אתגרי כיתה חדשים: הופעת כלי בינה מלאכותית מחייבת את המורים להתאים גם את דרכי ההערכה. עליהם להטיל משימות מורכבות ויצירתיות יותר שקשה לכלי בינה מלאכותית לכתוב, לשנות את מדיניות עבודות הבית (אולי יותר עבודות מחקריות בכיתה בפיקוח ולא בבית) ולעודד יושרה אקדמית דרך חינוך ולא רק ענישה.

על המורים להעלות לדיון עם תלמידיהם את נושא ההעתקה וההסתמכות העיוורת על בינה מלאכותית, וליצור אקלים של אחריות. יש כיום כלים לזיהוי טקסט שנוצר על ידי מכונה, אך הם לא מושלמים – עדיף לחנך לערכים.

בארצות הברית למשל, לא חל איסור גורף על שימוש ב־ChatGPT; תחת זאת בוחרים בתי ספר רבים להסביר לתלמידים איך להשתמש בו בתבונה ותוך ציון מקורות. פעולות מומלצות:

- פיתוח משימות הערכה מותאמות לעידן הבינה המלאכותית (למשל, משימות דורשות הסבר, רפלקציה או יישום בהקשר אישי).
- הגדרת כללים ברורים לגבי מתי ואיך מותר להשתמש בכלי בינה מלאכותית בעבודות.
- קיום דיונים כיתתיים על אתיקה ויושרה אקדמית בעידן הדיגיטלי.
- לימוד התלמידים כיצד לבדוק ולאמת מידע שנוצר על ידי בינה מלאכותית.



5. שילוב מושכל של כלי בינה מלאכותית בשיעורים: מורים יכולים להכניס את כלי הבינה המלאכותית לכיתה באופן הדרגתי ומבוקר:

- התחלה במשימות פשוטות וקצרות שבהן התלמידים משתמשים בכלי בינה מלאכותית (למשל, לסכם מידע או לייצר שאלות על טקסט).
- הדגמת השימוש בכלים אלו במקביל ללמידה המסורתית באופן שהתלמידים רואים את היתרונות והמגבלות של כל גישה.
- שימוש בבינה מלאכותית כעוזר הוראה, למשל ליצירת חומרי תרגול

מותאמים אישית לתלמידים לפי לרמתם.

- עידוד תלמידים לפתח חשיבה ביקורתית על ידי השוואת תוצרי בינה מלאכותית למקורות אחרים.

סיכום

מורים הם סוכני שינוי הכרחיים בהטמעת בינה מלאכותית במערכת החינוך. עם הכשרה, תמיכה והעצמה, הם יהפכו את הבינה המלאכותית מכלי מאיים לכלי שמקל את עבודתם ומעשיר את ההוראה.

חשוב לתת להם זמן להסתגל, להכיר בערכם הייחודי ולהפכם לשותפים מלאים בעיצוב השימוש בטכנולוגיות החדשות. הניסיון הבינלאומי מראה שאם מורים מקבלים הדרכה נאותה ומשאבים – הם מאמצים את החידושים בשמחה.

התפקיד החינוכי של המורה לא רק שאינו נעלם בעידן הבינה המלאכותית, אלא הופך למשמעותי יותר. המורים הם אלה שיסייעו לדור הבא לפתח את היכולות האנושיות הייחודיות שהבינה המלאכותית אינה יכולה להחליף – חשיבה יצירתית, אמפתיה, שיתוף פעולה, סקרנות והבנה ערכית. אלה הן המיומנויות שיהיו חיוניות ביותר לתלמידים בעולם העתידי.

מנהלי בתי ספר ומוסדות חינוך

מנהלי בתי הספר וצוות הניהול (סגנים, רכזי מקצוע וכד') מהווים גורם מתווך חיוני בין המדיניות והמטרות של הדרגים הגבוהים לבין היישום היומיומי על ידי המורים והתלמידים. עמידתם בצומת אסטרטגי זה מעניקה להם את היכולת להוביל שינוי משמעותי בהטמעת בינה מלאכותית במערכת החינוך ולהפוך את הטכנולוגיה מחזון למציאות בית ספרית.

תפקידים המרכזיים של המנהלים

תפקידים של מנהלי בתי הספר בעידן הבינה המלאכותית משלב מנהיגות חינוכית וטכנולוגית. הם נדרשים להוביל את בית הספר בתהליך השינוי, לעצב חזון פדגוגי-טכנולוגי מותאם לקהילת בית הספר וליצור את התנאים שיאפשרו למורים ולתלמידים להצליח בעולם החדש. בידיהם לפרוש רשת ביטחון למורים המתנסים בטכנולוגיות חדשות, לדאוג למשאבים הנדרשים ולארגן את הזמן והמרחב באופן שמעודד חדשנות.

המנהל משמש גם כגשר בין דרישות המערכת לבין צורכי המורים והתלמידים, ומקיים דיאלוג מתמיד עם קהילת המורים לגבי השינויים הטכנולוגיים בבית הספר. הוא עובד ברמה האסטרטגית – מתכנן לטווח ארוך ומגדיר מדיניות, וברמה היומיומית – פותר בעיות שוטפות ומוביל את תהליכי ההטמעה בפועל.

הזדמנויות: מייעול ניהולי ועד חדשנות פדגוגית

מנהלים שמאמצים בינה מלאכותית פותחים בפני בית ספרם מגוון רחב של הזדמנויות. בהיבט הניהולי, הטכנולוגיה מציעה כלים לניתוח נתונים מתקדם שיכול לחשוף תובנות חבויות על תפקוד בית הספר – זיהוי מגמות בהיעדריות, ניתוח הישגים לימודיים, או אפילו איתור מוקדם של קשיים רגשיים על בסיס סריקת מלל אנונימית בשאלוני אקלים. כלים אלה מאפשרים למנהל להתערב מוקדם יותר, לנקוט פעולות ממוקדות יותר ולמדוד את האפקטיביות של החלטותיו בזמן אמת.

התייעלות ניהולית ניכרת גם בתחומים אדמיניסטרטיביים – מהרכבת מערכת שעות אופטימלית ועד ניהול תהליכי גיוס מתווכמים יותר של מורים. מערכות בינה מלאכותית יכולות לנהל תקשורת מותאמת אישית עם אלפי הורים, לספק תרגום אוטומטי להורים דוברי שפות שונות, ואף לעזור בניהול יעיל יותר של משאבי בית הספר, מצריכת אנרגיה ועד ניהול מלאי של ציוד וחומרי לימוד.

אך ההזדמנות המשמעותית ביותר למנהלים טמונה אולי בפיתוח ייחודיות פדגוגית סביב טכנולוגיות בינה מלאכותית. בית ספר שמפתח מומחיות בתחום זה (כמו למשל בית ספר תיכון שהופך למרכז מצוינות בבינה מלאכותית ורובוטיקה) יכול למצב את עצמו בחזית החדשנות החינוכית, למשוך אליו תלמידים סקרנים, מורים מוכשרים ותמיכה של הורים. בית ספר יסודי שמשלב טכנולוגיה ללמידה מותאמת אישית יכול לספק מענה מדויק יותר לצורכי תלמידיו, וחטיבת ביניים שמפתחת תוכנית אוריינות דיגיטלית מתקדמת מכינה את בוגריה טוב יותר לעולם העתידי.

מנהלים יכולים גם לנצל את הבינה המלאכותית ככלי לקידום שוויון הזדמנויות בבית ספרם. מערכות למידה אדפטיביות מסייעות בצמצום פערים לימודיים, כלים תומכי שפה מקלים על קליטת תלמידים עולים או דוברי שפות מיעוט, וטכנולוגיות מסייעות לתלמידים עם צרכים מיוחדים משתפרות משמעותית כשמשלבים בהן בינה מלאכותית.

כמנהיג פדגוגי, המנהל יכול להוביל שינוי מהותי בדרכי ההוראה והלמידה בבית ספרו, תוך עידוד למידה פעילה, חקר ופתרון בעיות באמצעות הטכנולוגיה החדשה. הוא יכול לקדם מודלים היברידיים של למידה המשלבים את יתרונות ההוראה המסורתית עם עוצמת הבינה המלאכותית, ולפתח דרכי הערכה חדשניות שמציעות משוב מתמיד ועשיר יותר לתלמידים.

אתגרים: מאיזון עומסים ועד דילמות אתיות

עם זאת, דרכם של מנהלי בתי ספר בעידן הבינה המלאכותית אינה נטולת מהמורות. אתגר מרכזי שעמו הם מתמודדים הוא העומס הניהולי והקשב המוגבל שלהם. מנהלים רבים כורעים תחת נטל המשימות היומיומיות, ומתקשים למצוא את הזמן והאנרגיה להתעדכן בהתפתחויות הטכנולוגיות המהירות, להבין אותן לעומק ולהוביל תהליכי שינוי מורכבים סביבן. האתגר הוא למצוא את האיזון העדין בין ניהול השוטף לבין הובלת החזון העתידי.

חששות מפני תגובות הקהילה מהווים אתגר נוסף. מנהלים חוששים מהדים שליליים מצד הורים המודאגים מהשפעת הטכנולוגיה על ילדיהם, מהחשיפה הדיגיטלית, או מהחלפת הקשר האנושי במכונה. חלקם מתלבטים כיצד לתווך את השינויים באופן שייצר אמון ותמיכה במקום התנגדות, וכיצד להתמודד עם קולות שונים, לעיתים מנוגדים, בקהילת בית הספר.

פערי ידע וכישורים בקרב המנהלים עצמם מייצרים אתגר שלישי. מנהלים רבים מודים שאינם בקיאים מספיק בטכנולוגיות מתקדמות כדי להוביל מהלכים משמעותיים בתחום. מנהלים ותיקים עשויים לחוש פחות בנוח בעולם הדיגיטלי המתפתח ולהתקשות להעריך בצורה מושכלת את הפוטנציאל והסיכונים של הטכנולוגיות החדשות. כל אלו מעוררים את השאלה כיצד לגשר על הפערים ולבנות את הביטחון והמסוגלות של המנהלים בעידן החדש.

אתגרים תקציביים ותשתיתיים מהווים מכשול נוסף. הטמעת בינה מלאכותית דורשת השקעה במחשוב ובתקשורת, בצידוד קצה, בתוכנות ובשירותים ובהכשרת צוותים. מנהלים רבים נאלצים לתמרן בין מגבלות תקציביות לבין הרצון לחדש ולהתמודד עם תשתיות חסרות או מיושנות. לעיתים השאלה אינה רק מה רצוי לעשות, אלא מה אפשרי במסגרת האילוצים הקיימים.

לבסוף, שימוש בבינה מלאכותית מעלה סוגיות אתיות ומשפטיות מורכבות. מנהלים עומדים בפני שאלות של פרטיות ואבטחת מידע, חוששים מהטיות אלגוריתמיות שעלולות לפגוע בתלמידים מרקעים מסוימים, ומתלבטים בשאלות של שקיפות וקבלת החלטות – האם ראוי להשתמש במערכת שלא ברור כיצד היא מקבלת החלטות? האם הנתונים שייכים לבית הספר, לתלמיד, או לחברה המפתחת? כיצד מוודאים שהטכנולוגיה משרתת את ערכי החינוך ולא חותרת תחתם? המנהל נדרש לנווט בשדה מוקשים זה באחריות ובתבונה.

ללמוד מהעולם: בין הקצוות

דוגמאות מרחבי העולם ממחישות את מגוון הגישות של מנהלי בתי ספר להובלת שינוי טכנולוגי. בסין למשל, אימצו בחלק מבתי הספר גישה מרחיקת לכת. מצלמות חכמות מנטרות את ריכוז התלמידים בשיעור, ובמקרים מסוימים אף נעשה שימוש ב"רצועות ראש" למדידת גלי מוח. גישה זו עוררה דיון אתי סוער וחששות מפני תרבות מעקב חודרנית, ומדגישה עד כמה חשוב שמנהלים ישמרו על איזון בין חדשנות טכנולוגית לבין ערכים אנושיים וינחילו בבהירות את הגבולות האתיים שהם מציבים.

ההפך הגמור מכך אנחנו מוצאים בפלורידה, שבה נקטו מנהלי בתי ספר חדשניים בגישה אחרת. הם עודדו את המורים לחקור את השימוש בבינה מלאכותית בכיתה, וסיפקו להם גיבוי וביטחון לנסות דברים חדשים; כך הם יצרו מרחב שבו כישלון הוא חלק לגיטימי מתהליך הלמידה. גישה זו הניבה פירות בדמות הישגים לימודיים משופרים ושיעור רצון גבוה בקרב המורים, שחשו מועצמים ולא מאוימים על ידי הטכנולוגיה.

פינלנד מציגה מודל שלישי, שבו מנהלי בתי ספר מובילים גישה משתפת להטמעת טכנולוגיה. הם מפתחים תהליכי קבלת החלטות שמערבים באופן פעיל את צוותי המורים, את קהילות ההורים ואפילו את התלמידים. גישה זו בונה אמון בקרב כל בעלי העניין ומובילה לאימוץ מוצלח יותר של הטכנולוגיה, שכן היא נתפסת כבחירה קהילתית ולא ככורח חיצוני.

כיצד להוביל את בית הספר בעידן הבינה המלאכותית:

צעדי פעולה למנהלים



• **יצירת חזון ואסטרטגיה משותפים:** הצעד הראשון והמשמעותי ביותר הוא גיבוש חזון בית ספרי ברור לגבי הטמעת בינה מלאכותית. המנהל אינו צריך, ואף לא רצוי שיעשה זאת לבדו. במקום זאת, עליו להוביל תהליך משתף שיערב את צוות המורים, ובמידת האפשר גם הורים ותלמידים, בעיצוב התמונה העתידית של בית הספר בעידן הבינה המלאכותית.

החזון צריך להיות ספציפי ומדיד – למשל, לקבוע שבתוך שלוש שנים כל תלמיד בחטיבה ילמד לפחות קורס אחד המשלב כלי בינה מלאכותית, או שכל המורים ישלבו טכנולוגיה בהוראה שלהם לפחות פעם בשבוע. עליו גם להגדיר באילו תחומים של בינה מלאכותית ישולבו במהירות (אולי מדעים ומתמטיקה) ובאלו יהיה האימוץ איטי יותר, ולקבוע מדיניות שימוש ברורה: מתי ואיך מותר לתלמידים להשתמש בכלי בינה מלאכותית בלמידה ובהערכה.

מהחזון יש לגזור אסטרטגיה מעשית, מעין מפת דרכים מדורגת להטמעה, תוכנית תקציבית ורכש, מתווה להכשרת צוותים, מדדי הצלחה ברורים ומנגנוני ניטור ובקרה. אסטרטגיה מובנית תמנע גישה אקראית של ניסוי וטעייה ותבטיח שהשינויים נעשים במחשבה תחילה ובראייה מערכתית.



• **פיתוח יכולות מנהיגות טכנו-פדגוגית:** מנהלים צריכים להשקיע בפיתוח יכולותיהם כמנהיגים טכנו-פדגוגיים. אין זה אומר שעליהם להפוך למומחי טכנולוגיה בעצמם, אלא עליהם להבין מספיק כדי לקבל החלטות מושכלות ולהנחות את צוותם. המנהל יכול להשתתף בהכשרות ייעודיות למנהלים בנושא טכנולוגיה חינוכית, להתייעץ עם מומחים מהאקדמיה ומהתעשייה ולערוך סיורים בבתי ספר חדשניים בארץ ובעולם כדי ללמוד ממודלים מוצלחים.

מנהל חכם מבין גם את מגבלותיו ומקים צוות מוביל טכנולוגיה בבית הספר שישלים את הידע שלו ויסייע לו בקבלת החלטות. הצוות יכול לכלול את רכז התקשוב, את סגן המנהל לענייני פדגוגיה, ומורים בעלי אוריינטציה טכנולוגית מתחומי דעת שונים. יחד הם יכולים לחקור אפשרויות, לבחון פתרונות, ולהמליץ על הדרך הטובה ביותר קדימה.

מנהל מוביל יעודד יוזמות של מורים לשילוב כלים חדשים ויאפשר למורים להתנסות וליישם את מה שלמדו בהכשרות. אווירה שבה מורים חשים בטוחים לנסות, לטעות ולנסות שוב, תוביל לאימוץ אפקטיבי יותר של הטכנולוגיה בטווח הארוך.

• **ניהול דיאלוג עם קהילת ההורים:** מנהל בית ספר המטמיע בינה מלאכותית צריך לפתח גישה פרואקטיבית לתקשורת עם ההורים. במקום להמתין להתנגדויות או לחששות שיעלו, עליו ליזום הסברה שקופה על הרציונל שמאחורי שילוב הטכנולוגיות החדשות בבית הספר. שיתוף הורים בתהליכי קבלת החלטות באמצעות נציגות שלהם בוועדת היגוי טכנולוגית יכול לבנות תחושת בעלות משותפת.

ערבי הורים שבהם מודגמים יתרונות כלי הבינה המלאכותית, ושהם הורים יכולים לחוות אותם בעצמם, עשויים להפיג חששות ולבנות תמיכה. חשוב גם להתייחס ברצינות לסוגיות שמטרידות הורים, בעיקר בנושאי פרטיות ואבטחת מידע, ולהציג בפניהם את המדיניות הברורה של בית הספר בנושאים אלה.

• **קידום אתיקה ואחריות דיגיטלית:** אחד התפקידים החשובים ביותר של המנהל הוא פיתוח מדיניות אתית ברורה לשימוש בבינה מלאכותית בבית הספר. היא יכולה לכלול יצירת קוד אתי בית ספרי שיוכן בשיתוף הצוות, ההורים ותלמידים בוגרים. המדיניות צריכה להגדיר פרוטוקולים להגנת פרטיות ואבטחת מידע, כמו גם מנגנונים להבטחת שוויון הזדמנויות ומניעת הטיות.

חשוב במיוחד לקבוע גבולות ברורים לשימוש במערכות ניטור ומעקב, כך שתלמידים ומורים לא יחוו תחת השגחה מתמדת. לבסוף, על המנהל להוביל חינוך לאחריות דיגיטלית וחשיבה ביקורתית בקרב התלמידים, שיידעו כיצד להשתמש בכלי הבינה המלאכותית באופן אתי ואחראי.

• **יצירת רשת שותפויות תומכת:** מנהל בית ספר אינו צריך להתמודד לבדו עם אתגר הטמעת הבינה המלאכותית. בניית רשת שותפים תחזק את יכולת בית הספר לחדש ולהוביל. קשר עם מוסדות אקדמיים יכול לספק גישה למחקר עדכני ולייעוץ מקצועי. שיתופי פעולה עם חברות טכנולוגיה וסטארטאפים יכולים להביא לבית הספר כלים חדשניים ולעיתים גם משאבים נוספים.

חיבור לרשתות של בתי ספר חדשניים בארץ ובעולם מאפשר למידה הדדית וחילופי רעיונות, ושיתוף פעולה עם הרשות המקומית ומשרד החינוך יכול להבטיח תמיכה מערכתית ומשאבים נוספים. בעולם המורכב של טכנולוגיות בינה מלאכותית בחינוך אין טעם "להמציא את הגלגל מחדש" – למידה מניסיונם של אחרים וחיבור למומחים חוסכים זמן, משאבים וטעויות יקרות.

• **הטמעת תהליכי הערכה, למידה ושיפור מתמיד:** הטמעת בינה מלאכותית בבית הספר אינה נקודת סיום אלא תהליך מתמשך של התפתחות.



• **בניית יכולות ותשתיות בית ספריות:** כדי לאפשר הטמעה מוצלחת של בינה מלאכותית, על המנהל לדאוג לבניית תשתיות ארגוניות, טכנולוגיות ופדגוגיות מתאימות. ברמה הארגונית, מינוי מוביל דיגיטלי או צוות בינה מלאכותית בית ספרי יספקו גוף אחריות ברור. הקצאת תקציב ייעודי, אפילו צנוע בתחילה, יאפשר רכישת ציוד חיוני ותוכנות, וכן ארגון הכשרות לצוות. ברמה הטכנולוגית דאגה לתשתיות איתנות היא הכרחית – חיבור אינטרנט מהיר ואמין, ציוד קצה מתאים לתלמידים ולמורים, ומערכות אבטחת מידע ראויות. ברמה הפדגוגית – פיתוח או אימוץ תוכניות לימודים המשלבות בינה מלאכותית לצד יצירת מרחבי למידה גמישים המותאמים לשילוב טכנולוגיה, יספקו את המסגרת הנדרשת.

• **טיפוח תרבות של חדשנות ולמידה ארגונית:** מנהל המוביל הטמעת בינה מלאכותית צריך ליצור אקלים בית ספרי המעודד ניסוי, למידה מטעויות, ושיתוף ידע. הוא יכול לעשות זאת על ידי תמרוץ מורים לנסות גישות חדשות, אולי באמצעות הקצאת שעות ייעודיות לפיתוח, או הכרה ציבורית במורים מחדשים. הקצאת זמן ללמידת עמיתים ולשיתוף הצלחות מעבירה מסר חזק שבית הספר מעריך חדשנות.

גם יצירת "מעבדות חינוכיות" שבהן מורים יכולים להתנסות בכלים חדשים בסביבה בטוחה מבלי לחשוש מכישלון, מעודדת יוזמה ונטילת סיכונים מחושבים. שיתוף הצלחות עם הקהילה הרחבה באמצעות ערבי הורים, ניוזטר בית ספרי או רשתות חברתיות תחזק את הגאווה הבית ספרית ותחזק תמיכה ציבורית בחדשנות.

• **הובלת שינוי פדגוגי מעמיק:** שילוב בינה מלאכותית אינו סתם עוד פרויקט טכנולוגי; זוהי הזדמנות לשינוי עמוק באופן שבו הלמידה מתרחשת. מנהל מוביל ישתמש בהזדמנות זו לעודד מעבר מהוראה ממוקדת-מורה, שבה המורה הוא מקור הידע והתלמידים צורכים אותו באופן פסיבי, ללמידה ממוקדת-תלמיד שבה המורה מנחה, והתלמידים פעילים בבניית הידע שלהם בעזרת כלים טכנולוגיים.

הוא יקדם פיתוח מודלים של למידה היברידית, המשלבת בצורה אופטימלית את יכולות ההוראה האנושית עם עוצמתם של כלים דיגיטליים, ויעודד אימוץ של דרכי הערכה חלופיות המודדות מיומנויות חשיבה גבוהות במקום שינון עובדות. קידום פרויקטים אותנטיים שבהם תלמידים משתמשים בבינה מלאכותית כדי לפתור בעיות אמיתיות, יחבר את הלמידה לעולם שמחוץ לכותלי בית הספר.

• **פיתוח מקצועי משמעותי ומותאם:** הצלחת ההטמעה תלויה במידה רבה במורים, ועל כן על המנהל לתכנן מערך פיתוח מקצועי המותאם לצורכי הצוות שלו. מערך כזה יכול הכשרות בסיסיות לכלל המורים על יישומי בינה מלאכותית בחינוך לצד קורסים מתקדמים למורים המעוניינים להעמיק או להוביל. חשוב גם לספק ליווי פרטני למורים המתקשים באימוץ הטכנולוגיה ולהסיר חסמים ככל האפשר.



מנהל מוביל יפתח מנגנונים להערכת ההתקדמות ולשיפור מתמיד; הוא יגדיר מדדי הצלחה ברורים, החל מהיבטים לימודיים (האם ההישגים השתפרו?), דרך היבטים חברתיים (האם השימוש בכלים מצמצם או מרחיב פערים?) ועד היבטים ארגוניים (האם הטכנולוגיה מייעלת תהליכים?).

איסוף נתונים שיטתי על השפעת הטכנולוגיה באמצעות מדידות לימודיות, סקרי עמדות בקרב מורים, תלמידים והורים, וניתוח תצפיות, יספק בסיס עובדתי להחלטות. ניתוח תקופתי של הממצאים, עדיף בפורומים של שיתוף, יאפשר זיהוי הצלחות לצד תחומים הדורשים שיפור, ויוביל לעדכון האסטרטגיה בהתאם. גישה זו של "ארגון לומד" תאפשר לבית הספר להתאים את עצמו באופן דינמי לטכנולוגיה המתפתחת.

• **אתגר האיזון: בין טכנולוגיה להומניות:** אתגר מרכזי העומד בפני מנהלי בתי ספר בעידן הבינה המלאכותית הוא מציאת האיזון הנכון בין אימוץ הטכנולוגיה לבין שמירה על ליבת החינוך ההומניסטי. המנהל נדרש להוביל את בית ספרו בדרך שמנצלת את יתרונות הבינה המלאכותית מבלי לוותר על חשיבותם המכרעת של יחסים בינאישיים, ערכים ופיתוח אישיות שלמה.

הדבר דורש קביעת גבולות מושכלת. ישנם תחומים שבהם הטכנולוגיה יכולה לתרום רבות (כמו התאמת למידה, ייעול תהליכים והרחבת גישה למשאבים), וישנם תחומים שבהם הנוכחות האנושית היא בלתי ניתנת להחלפה (כמו טיפוח ערכים, אמפתיה, ותחושת שייכות). מנהל אפקטיבי ינהיג שימוש בטכנולוגיה באופן שמעצים את המורים בסיטואציה שמאיימת עליהם, ומעשיר את חווית הלמידה של התלמידים במקום לרדד אותה.

שאלות כמו "מה הופך אותנו לאנושיים?" ו"איזה סוג של בוגרים אנחנו רוצים לטפח?" צריכות להיות נר לרגליו של המנהל בהובלת בית ספרו בעידן זה. התשובות לשאלות אלה ינחו אותו בבחירת הטכנולוגיות המתאימות, באופן ההטמעה, ובהגדרת גבולות השימוש.

סיכום: מנהיגות חינוכית בעידן המכונות החכמות

מנהלי בתי ספר ניצבים כיום בצומת היסטורית. בינה מלאכותית משנה את עולם העבודה, את דפוסי התקשורת ואת מבנה החברה כולה. בתי הספר אינם יכולים להישאר מאחור, אך גם אינם יכולים "להיסחף עם הזרם" בלי כיוון ברור. מנהלים הם אלה שיקבעו אם השינוי הטכנולוגי יתרחש באופן מושכל, אתי ומועיל, או באופן אקראי, בלתי שוויוני ואולי אף מזיק.

המנהלים שיצליחו להוביל את בתי הספר שלהם בעידן הבינה המלאכותית הם אלה שיפתחו חזון ברור, ישקיעו בבניית יכולות אישיות וארגוניות, יטפחו תרבות של חדשנות וחקירה וינהיגו שינוי פדגוגי עמוק. הם יעשו זאת תוך שמירה על הליבה הערכית של החינוך, על פרטיות ובטיחות התלמידים, ועל הקשר האנושי המהותי לתהליך החינוכי.

הובלת בית ספר בעידן הבינה המלאכותית אינה רק אתגר טכנולוגי, אלא הזדמנות להגדיר מחדש את מהות החינוך במאה ה-21. זוהי הזדמנות לבנות מערכת חינוך המשלבת את הטוב ביותר שבעולם האנושי עם הטוב ביותר מעולם הטכנולוגיה – מערכת חינוך שמכינה את התלמידים לעולם שבו האדם והמכונה פועלים זה לצד זה. מנהלים שישכילו לנצל הזדמנות זו יעצבו לא רק את עתיד בתי הספר שלהם, אלא את עתיד החברה כולה.

קרנות פילנתרופיות ועמותות חינוך

הקרנות הפילנתרופיות ועמותות החינוך ממלאות תפקיד מרכזי בעיצוב המרחב החדשני של מערכת החינוך בישראל, ובפרט בהובלת תהליכי הטמעה של טכנולוגיה ובינה מלאכותית – זאת בשל גמישותן, עצמאותן המוסדית ויכולתה של הפילנתרופיה ליטול סיכונים שבהם המדינה נוטה לזהירות. הקרנות מהוות שחקן משמעותי בבחינה, הדגמה והפעלה ראשונית של תוכניות חדשניות. הן פועלות לרוב מתוך חזון חברתי מובהק של שוויון הזדמנויות ומוביליות חברתית, והן מבקשות לגשר על הפערים הקיימים בין מגזרים, אזורים וסוגי אוכלוסיות דרך כלים טכנולוגיים מתקדמים, תוך שיתוף פעולה עם גופים ממשלתיים, רשתות חינוך, רשויות מקומיות וחברות טכנולוגיה. העשייה שלהן נעה בין פיתוח מקצועי של מורים, עידוד יזמות חינוכית בשטח ותמיכה בחדשנות פדגוגית, לבין השקעה בתלמידים ובקהילות שאינן מקבלות מענה מספק מהמערכת הציבורית.

הזדמנויות

הבינה המלאכותית פותחת בפני הקרנות והעמותות הזדמנות להרחיב את השפעתן ולבסס את תפקידן כמתווכות שינוי חברתי בעידן הדיגיטלי. הקרנות מסוגלות לאתר מגמות, לרתום משאבים טכנולוגיים ולקדם פתרונות חדשניים בקצב מהיר – לדוגמה, שילוב מודלים של למידה מותאמת אישית בבתי ספר מוחלשים, קידום תוכניות מצוינות בתחום מדעי הנתונים וה-AI בפריפריה, או פיתוח פלטפורמות מבוססות נתונים לניהול מיטבי של שירותי חינוך ברשויות המקומיות. נוסף על כך, הקרנות מביאות איתן תרבות של הערכת אפקטיביות וחדשנות מונחית-משימה, שיכולה להוות בסיס לשיפור מערכתי כאשר היא משתלבת בפעולה ממשלתית. במקביל, הן מתפקדות כסוג של "חדר ניסויים" חוץ-ממסדי המאפשר לבחון גישות שלא תמיד ניתנות ליישום מייד במערכת הציבורית. יתרון מובהק נוסף הוא היכולת שלהן להנגיש טכנולוגיות מתקדמות גם לאוכלוסיות שאינן חלק מהשיח הדיגיטלי המרכזי, ובכך לתרום לצמצום פערים דיגיטליים וחברתיים גם יחד.

אתגרים

לצד ההזדמנויות, מתמודדת הפילנתרופיה החינוכית בישראל עם אתגרים מבניים. האתגר המרכזי הוא הקיימות – פרויקטים רבים נשענים על מימון זמני ואינם מצליחים להיטמע לטווח ארוך ללא מנגנוני גיבוי ציבוריים. הצלחת יוזמות רבות תלויה בגורמים חיצוניים: נכונות שותפים מוסדיים, תגובת המורים והמנהלים בשטח, גישה לתשתיות טכנולוגיות ואקלים פוליטי תומך. קיים גם פער ביכולת להרחיב את ההצלחות המקומיות



אלא כגופים בעלי תרומה ייחודית למנגנון החדשנות והלמידה של מערכת החינוך –
תוך הקפדה על אחריות ציבורית ונגישות רחבה.

מהפכת הבינה המלאכותית בחינוך: תיאום בין מגזרים כמפתח להצלחה

שילוב הבינה המלאכותית במערכת החינוך אינו תהליך טכנולוגי בלבד, אלא שינוי מערכתי עמוק. מהלך כזה מחייב מעורבות של מגוון שחקנים – ציבוריים, פרטיים, פדגוגיים, קהילתיים וטכנולוגיים – שכל אחד מהם תפקיד שונה מבחינת רמות השפעה מגוונות ותמריצים נבדלים. הבנת המארג הזה חיונית כדי לתכנן מהלך מתואם, יעיל וצודק להטמעה חכמה של בינה מלאכותית בחינוך הישראלי.

קבוצות השחקנים העיקריות

1. מנגנון ציבורי-ממלכתי – מטה משרד החינוך, המחוזות, המפקחים, הרשות הארצית למדידה והערכה (ראמ"ה) והרשויות המקומיות הם עמוד השדרה של המערכת. תפקידם לעצב את המדיניות, להקצות משאבים ולהוביל את הפיקוח וההפעלה של מוסדות החינוך ברחבי הארץ. עם זאת, תהליכים ביורוקרטיים מורכבים, איטיות תגובה וקושי בהטמעת חדשנות עלולים לעכב את התקדמות התחום.

2. רשתות החינוך – רשתות כמו אורט, עמל, עתיד ואחרות מחזיקות בכוח ביצועי עצום. הן משמשות כזרוע מיישמת למדיניות משרד החינוך אך בו בזמן שומרות על מידה של עצמאות ניהולית וחדשנות פדגוגית. בזכות פריסתן הארצית, יכולת ההכשרה הפנימית שלהן והמנגנונים הפדגוגיים והלוגיסטיים שבידן, הן מהוות כר פורה לניסויים, לפיתוחים ולהפצת תהליכים חינוכיים מבוססי בינה מלאכותית. לרשתות תפקיד ייחודי כמתווך בין רגולציה לחדשנות.

3. השדה החינוכי – בתי הספר, צוותי ההוראה, ההנהלה, התלמידים וההורים מהווים לב העשייה החינוכית. זהו המקום שבו המדיניות הופכת למציאות. אך ככל שהציפיות עולות, כך גם גובר הלחץ בשטח. המורים מתקשים לשלב טכנולוגיות חדשות על רקע עומס המשימות, העדר הכשרה מספקת ולעיתים גם חוסר ביטחון פדגוגי. התלמידים, מצידם, לעיתים נחשפים לכלים החדשים עוד לפני שהמערכת ערוכה לכך, מה שמחדד את הצורך במענים חינוכיים מהירים ואיכותיים. ההורים, בתמיכתם או בחששם, משפיעים אף הם על הלגיטימציה לשינוי.

4. מעטפת האקוסיסטם החיצונית – חברות טכנולוגיה, מוסדות אקדמיים, עמותות וארגוני חברה אזרחית, תעשיית ההייטק והקרנות הפילנתרופיות – כל אלו מחזיקים בידע, במשאבים, ביכולות פיתוח וביקודות מבט ייחודיות. אך לעיתים הם נותרים בשוליים של מערכת החינוך, או פועלים ביוזמות מקומיות שאינן זוכות לתמיכה

למודל לאומי, ובחלק מהמקרים נוצרים "איי הצלחה" שמחדדים דווקא את חוסר השוויון במערכת. הקרנות עצמן פועלות לעיתים בתחרותיות, והיעדר תיאום או מיפוי כולל של המרחב הפילנתרופי עשוי להביא לכפילויות, לקצב הטמעה לא אחיד, או לבזבז משאבים. נוסף על כך, ככל שהמערכת נעשית תלויה חדשנות חוץ-ממשלתית, עולה שאלת גבולות האחריות של המדינה במתן שירות חינוכי בסיסי, ואיך ניתן לשמר שליטה ציבורית תוך שימוש בכוח הגמיש של המגזר השלישי.

השוואה בינלאומית

במדינות רבות ניכרת מגמה גוברת של שותפויות בין המגזר הציבורי לפילנתרופי בקידום טכנולוגיה בחינוך. בארצות הברית למשל, קרן ביל ומלינדה גייטס שותפה לפיתוח מדיניות חינוך פדרלית בתחומים, כמו למידה מותאמת אישית, הערכת מורים ואוריינות דיגיטלית. קרן LEGO באירופה משקיעה משאבים גדולים בבתי ספר ציבוריים לטיפוח סקרנות מדעית ופיתוח כלים חווייתיים בלמידת STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics). אולם ייחודה של ישראל טמון בשילוב בין שליחות חברתית מובהקת לבין גישה יזמית וטכנולוגית, ובכך שהקרנות בישראל לא פועלות רק במישור הפדגוגי, אלא לעיתים גם ביישום מערכות, הקמת תשתיות דיגיטליות או מימון כוח אדם מקצועי. מודל זה יוצר בסיס ייחודי להובלת שינוי מערכתי אמיתי, אך מחייב עיגון מוסדי מתואם עם הממשלה ורגולציה תומכת גמישות.

צעדי פעולה מומלצים

כדי לממש את הפוטנציאל של הקרנות והעמותות כשותפות למהלך הלאומי של שילוב בינה מלאכותית בחינוך, יש להרחיב את שיתוף הפעולה המובנה בין משרד החינוך והמגזר הפילנתרופי:

- יצירת מנגנון קבוע של תיאום וייעוץ, כגון פורום אסטרטגי משותף לקרנות, רשתות חינוך ומשרד החינוך, שיבחן צרכים מערכתיים ויבנה תוכניות מותאמות תוך תיאום בין שחקנים.
- פיתוח מאגר ידע לאומי לפרויקטים פילנתרופיים, כולל מיפוי יוזמות, מדדי הצלחה, לקחים ותובנות לשם הפצה והרחבת שיטות שעברו הוכחה.
- עיצוב מסלולי אימוץ מוסדיים של מיזמים מצטיינים, שבהם משרד החינוך מקבל לידיו יוזמה מוצלחת מהשטח לאחר תקופת פיילוט והערכה ומעגן אותה כתוכנית כלל-מערכתית.
- פיתוח מנגנוני מימון תואם (matching funds) בין המדינה, הקרן והרשות המקומית, שיבטיחו קיימות תקציבית גם לאחר סיום התרומה הפרטית.
- הסרת חסמים רגולטוריים לשילוב מהיר של פתרונות חדשניים, במיוחד בנוגע לשימוש בכלים מבוססי AI תוך שמירה על ערכים של שוויון, בטיחות ואתיקה חינוכית.
- תמרוץ שיתופי פעולה בין המגזרים בדגש על שילוב ידע טכנולוגי מהתעשייה עם ניסיון חינוכי מהשטח, והפעלה משותפת של פתרונות בליווי אקדמי.
- עיגון תפקיד הקרנות והעמותות במהלך האסטרטגי של המדינה לא רק כמשקיעות,

מערכתית, הכרה או תשתית המשך. החיבור בין שדה זה לבין לב המערכת עדיין רופף, למרות הפוטנציאל האדיר הגלום בו.

אתגרים מערכתיים מרכזיים

הניתוח המפורט של תפקידי השחקנים השונים במערכת החינוך מדגיש את המורכבות של הטמעת בינה מלאכותית באופן אפקטיבי ושוויוני. המורכבות הזו ניכרת לא רק בריבוי השחקנים אלא גם בפערים התפיסתיים, המוסדיים והמבניים שביניהם. כיום אין גוף אחד שמסוגל לתכלל את כלל הגורמים, ולרוב מתבצעת הפעולה בצורה סקטוריאלית או על בסיס קשרים אישיים ויזמות מקומיות. שפה משותפת עדיין אינה קיימת, ויש בכך כדי להקשות על שיח אפקטיבי בין אנשי טכנולוגיה לבין מפקחים או אנשי פדגוגיה. מדדי הצלחה אינם אחידים: משרד החינוך נוטה למדוד ציונים ומבחנים, ואילו גופים חיצוניים בוחנים מוטיבציה, מעורבות או מסוגלות טכנולוגית. התוצאה היא פערים ניכרים באופן שבו נתפסת הצלחת מהלכים. יותר מכך, קיים קושי מובנה לתרגם יוזמות חדשניות – גם כאשר הן מצליחות – למודלים בני קיימה שניתן להטמיע בכל בתי הספר. החיבור בין רגולציה, פדגוגיה וחדשנות נקטע לעיתים במעבר בין שלבי ניסוי להטמעה רחבה.

הניסיון שנצבר במדינות אחרות מצביע על כך שהצלחה בהטמעת טכנולוגיות מתקדמות בחינוך מחייבת בנייה של אקוסיסטם מתואם: משרד החינוך קובע חזון ומסגרת רגולטורית; הרשויות המקומיות והמחוזות מתאימים את היישום להקשרים מקומיים; רשתות החינוך והמוסדות האקדמיים מובילים הכשרה וחדשנות; וחברות טכנולוגיה מפתחות פתרונות מותאמים למערכת. כדי לייצר הצלחה מערכתית דומה גם בישראל, נדרש אפוא להקים מנגנוני פעולה שיבטיחו תיאום, שקיפות וגמישות לאורך זמן.

דרכי פעולה מומלצות

המהלך המומלץ הוא הקמה של מועצה לאומית לבינה מלאכותית בחינוך – גוף רב-מגזרי שיכלול נציגים ממשרד החינוך, מהרשויות המקומיות, מרשתות החינוך, מהאקדמיה, מהמגזר העסקי ומהחברה האזרחית. מועצה זו תגבש מדיניות כוללת, תגדיר עקרונות פעולה ותפקח על יישומם.

לצידה, ראוי להקים צוותי משימה נושאים המתמקדים בתחומים כמו פיתוח מקצועי למורים, תשתיות טכנולוגיות, פיתוח תוכן פדגוגי, סוגיות אתיות ורגולציה. צוותים אלו ירכזו ידע מגורמים מגוונים ויציעו פתרונות קונקרטיים וישימים שיושמו ברמה הארצית והמקומית כאחד.

כדי לתמוך בשיח רב-שכבתי ומתמשך, יש להקים פלטפורמה ארצית לשיתוף ידע, שבה ירוכז מידע על יוזמות, הצלחות, אתגרים, כלי הוראה ותוצרים. פלטפורמה זו תשמש גם ככלי לניטור ולליווי מהלכי ההטמעה בכל רחבי הארץ.

היבט קריטי נוסף הוא התאמת מודלי התקצוב למציאות הרב-שחקנית. דרוש מנגנון איגום משאבים גמיש שיאפשר שילוב מימון ממשלתי, מוניציפלי, פילנתרופי ועסקי תחת מטרייה מתואמת, תוך שמירה על יעדים משותפים. לבסוף, נדרשת מערכת הערכה דינמית

ומתמשכת שתשקף את תמונת ההטמעה ברזולוציות שונות ותאפשר התאמה שוטפת אל מול אתגרי המערכת והמציאות המשתנה.

סיכום

המפתח להצלחה אינו רק בכך שכל שחקן ימלא את תפקידו, אלא בכך שכולם יפעלו כגוף אחד – מערכת חינוכית מתואמת, מרובת שחקנים, היודעת להחזיק מורכבות ולהתקדם יחד בכיוון ברור. הקמת אקוסיסטם מתואם, דינמי ורב-תחומי היא תנאי יסוד ליכולת של מערכת החינוך הישראלית לממש את הפוטנציאל הטמון בבינה מלאכותית. לצמצם פערים ולאפשר לכל תלמיד ותלמידה להשתלב בעולם העתידי בצורה שוויונית, אתית, רלוונטית ומצמיחה.

OECD. (2023). AI and the Future of Skills. Retrieved from <https://www.oecd.org/education/ai-and-the-future-of-skills.htm>

UNESCO. (2021). AI and Education: Guidance for Policy-makers. Retrieved from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709>

World Economic Forum. (2020). Schools of the Future: Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution. Retrieved from <https://www.weforum.org/reports/schools-of-the-future>

World Bank. (2023). Digital Transformation in Education: Pathways and Roadmaps. Retrieved from <https://www.worldbank.org/en/topic/edutech>

Ministry of Education Singapore. (2023). Empowering Learners with AI - Smart Nation Initiatives in Education. Retrieved from <https://www.smartnation.gov.sg>

Estonian Ministry of Education and Research. (2022). Education Strategy 2035: Digital Focus. Retrieved from <https://www.hm.ee/en/educationstrategy2035>

Florida Department of Education. (2023). AI in Classrooms: Strategic Guidance for Districts. Retrieved from <https://www.fldoe.org>

China's Ministry of Education. (2020). New Generation Artificial Intelligence Development Plan - Education Chapter. [In Chinese]. Retrieved from <http://www.moe.gov.cn>

OECD. (2022). Educating for a Digital Future: The Role of Public-Private Partnerships. Retrieved from <https://www.oecd.org/education>

Ben-David, A. & Perel, M. (2023). Civil Society and AI in Israel's Education System. Israel Democracy Institute Policy Brief.

פרק 3

תפקיד המורה בעידן הבינה המלאכותית: השלכות, תמורות והזדמנויות



תמורות בתפקיד המורה:

ממעביר ידע למנחה, מנווט ומעצב למידה

עידן הבינה המלאכותית מאיץ מגמה שהחלה עוד במהפכה הדיגיטלית – מעבר מדמות המורה כמעביר תוכן ומקור ידע עיקרי, לדמותו כמנחה, מנווט ומעצב תהליכי למידה. כלי בינה מלאכותית מספקים כיום לתלמידים גישה מיידית למאגרי ידע עצומים, מסוגלים להסביר מושגים מורכבים, להציע משוב פרטני, ואף לייצר תכנים לימודיים מותאמים אישית. יכולות אלה מציבות אתגר, ובה בעת הזדמנות, להגדרה מחדש של מקומו ותרומתו הייחודית של המורה בתהליך החינוכי. ואכן, קובעי מדיניות וחוקרים ברחבי העולם מסכימים שתפקיד המורים עתיד להשתנות מהותית עם שילוב הבינה המלאכותית בחינוך. להלן מספר כיוונים משלימים שבהם צפוי תפקיד המורה להתפתח:

- **מפתח מיומנויות חשיבה מסדר גבוה:** מערכות בינה מלאכותית מצטיינות בהנגשת מידע ובהוראת תכנים, אך הן מוגבלות (לפחות כיום) ביכולת לטפח מיומנויות חשיבה מסדר גבוה, כגון חשיבה ביקורתית, יצירתיות, חשיבה מערכתית ואינטליגנציה רגשית. לפיכך, המורה יתמקד יותר מתמיד בטיפוח מיומנויות אלה אצל תלמידיו, בהנחייתם בהפעלת שיקול דעת, ובעידוד חשיבה עצמאית ומקורית. מחקרים מדגישים שגם בעידן של תוכן זמין בלחיצת כפתור, על המורים להקנות לתלמידים את היכולת לנתח, להעריך וליצור ידע בעצמם. כך למשל, ועדה פרלמנטרית באוסטרליה ציינה כי ייתכן שנראה ירידה בחשיבותה של "העברת תוכן" כשלעצמה, ולעומתה נראה דגש מוגבר על פיתוח כישורי חשיבה גבוהים והבנה כיצד להשתמש בבינה מלאכותית באופן מושכל. המורה בעידן הבינה המלאכותית הופך, אם כן, לסוכן המרכזי בהקניית אותן מיומנויות הייחודיות לאדם שהטכנולוגיה אינה מסוגלת לספק.

- **מנחה ומאמן אישי:** עם יכולתן הגוברת של מערכות בינה מלאכותית לספק תכנים ותרגולים המותאמים באופן אישי לכל תלמיד, נע תפקיד המורה לכיוון של מנחה ומאמן אישי. המורה יסייע לתלמידים לנווט בעולם הידע העשיר, לזהות את סגנונות הלמידה והצרכים האישיים שלהם ולפתח אסטרטגיות למידה אפקטיביות. במקום הוראה פרונטלית אחידה לכולם, המורה יקיים דיאלוג משמעותי עם הלומד, יעקוב אחר התקדמותו וייתן מענה ייעודי לחולשות ולחוזקות של כל תלמיד. מחקרים מתארים שילוב כוחות אופטימלי, שבו מערכות בינה מלאכותית מנהלות את החלקים הרוטטיניים של התאמת חומרי הלמידה, בעוד המורים מתפנים להעניק משוב מעמיק, לשאול שאלות מעוררות מחשבה ולקיים אינטראקציה אישית. בארצות הברית דווח שכ-60% מהמורים כבר משתמשים בכלים מבוססי בינה מלאכותית כדי לטפל במשימות שגרתיות (כמו בדיקת מבחנים סגורים), וכך הם פנויים יותר להתמקד בהנחיה אישית ובהנעת דיונים מעמיקים בכיתה.

תפקיד המורה בעידן הבינה המלאכותית: השלכות, תמורות והזדמנויות

הטמעת בינה מלאכותית במערכת החינוך אינה כרוכה רק בשינוי טכנולוגי או פדגוגי, אלא טומנת בחובה תמורה מהותית בתפיסת תפקיד המורה, באופי עבודתו ובמבנה הארגוני-תעסוקתי של המערכת. הופעת הבינה המלאכותית בחינוך מציבה שאלות יסוד באשר למה יש ללמד וכיצד, וכן בנוגע לתפקידו המתחדש של המורה. ככל שמערכות בינה מלאכותית נעשות מתוחכמות יותר, עולות סוגיות רבות יותר הנוגעות לזהות המורה בעידן החדש, לשינויים הנדרשים בתנאי העסקתו ובמבנה הקריירה שלו, ולאופן שבו ניתן לרתום את הטכנולוגיה להעצמת המורים ולא להחלשתם. גורמי מדיניות מדגישים שיש להשתמש בבינה מלאכותית ככלי תמיכה שמגביר את יעילות המורה, ולא כאמצעי לצמצום תפקידי ההוראה האנושיים. בפרק זה נבחן את השינויים הצפויים בתפקיד המורה, את האתגרים המקצועיים והארגוניים הנלווים לכך, ואת האסטרטגיות שסייעו למורים ולמערכת החינוך להסתגל באופן מיטבי לעידן החדש – בהתבסס על מחקרים, דוחות מדיניות ודוגמאות ממדינות מובילות (סינגפור, פינלנד, אסטוניה, קנדה ואוסטרליה).

• **מעצב תהליכי למידה והערכה:** המורה הופך יותר ויותר למעצב של חוויות למידה מורכבות ואוטנטיות, המשלבות טכנולוגיה עם התנסות, פתרון בעיות ושיתוף פעולה. בעידן שבו ידע זמין בכל מקום, ערכו של המורה הוא בתכנון סביבות למידה שמעודדות את התלמיד ליישם ידע בהקשרים מעשיים, לעבוד בצוות ולהתמודד עם אתגרים בעולם האמיתי. בתחום ההערכה, תפקיד המורה חורג מקיום בחינות סטנדרטיות ליצירת והטמעת מגוון שיטות הערכה חלופיות, כגון פרויקטים, מטלות ביצועיות והערכה פורמלית ומתמשכת של תהליכי חשיבה ויצירה. שינוי זה עולה בקנה אחד עם המגמה הבינלאומית לשנות את הגדרת ההישגים הלימודיים: לא עוד דגש בלעדי על שינון ידע, אלא הערכה של מיומנויות חשיבה גבוהות, יכולת פתרון בעיות ויצירתיות לאורך זמן. בפנילנד למשל, רבות מהמשימות הלימודיות מלוות בכלי תוכנה, כגון פלטפורמת VILLE, הנותנים משוב מידי לתלמיד ולמורה ומאפשרים למורה להתמקד בעיצוב מטלות מורכבות ובהנחיית תלמידים במיומנויות חשיבה גבוהות. שינוי זה בתפקיד המורה כמעצב למידה מחייב הכשרה מתאימה (ראו בהמשך) ותמיכה ארגונית כדי להתנסות בדרכי הוראה והערכה חדשניות.

• **מתווך בין הטכנולוגיה לתלמיד:** גם בעידן של עוזרי הוראה דיגיטליים, המורה הוא דמות מפתח בתיווך בין הטכנולוגיה לבין הלומד. תפקידו להדריך את התלמידים כיצד להשתמש בכלי הבינה המלאכותית באופן מושכל, ביקורתי ואתי. הדבר כולל פיתוח אוריינות טכנולוגית ואוריינות מידע – ללמד את התלמיד להבחין בין מידע מהימן למטעה, להבין את ההטיות האפשריות באלגוריתמים ולהיות צרכן פעיל ולא פסיבי של תוצרי הבינה המלאכותית. גורמי מקצוע מזהירים שאם תלמידים (ואף מורים) יסתמכו באופן עיוור על תוכני בינה מלאכותית, קיים סיכון שיהפכו ל"צרכנים פסיביים" של מידע ולא יפתחו חשיבה ביקורתית. מכאן שעל המורה להקנות לתלמידיו הרגלי בדיקה וביקורת של תוצרי מערכות אוטומטיות, מודעות לסוגיות אתיות (כגון פרטיות והטיות אלגוריתמיות) ואחריות בשימוש בטכנולוגיה. בסינגפור לדוגמה, הוכרזה יוזמה לאומית להגברת אוריינות הבינה המלאכותית בקרב תלמידים ומורים, במטרה לוודא שכולם מבינים הן את הפוטנציאל והן את הסיכונים של הכלים החדשים. יוזמות כאלה רואות במורה "מנטור דיגיטלי" המנחה את הדור הצעיר כיצד לנווט בבטחה בעולם רווי בינה מלאכותית.

• **שומר על רווחה רגשית-חברתית:** דווקא על רקע הגידול בנוכחות הטכנולוגיה, מתחזק תפקידו של המורה כמבוגר משמעותי המטפח את הרווחה הרגשית והחברתית של תלמידיו. מורים מביאים עמם לכיתה אינטליגנציה רגשית ויכולת לקרוא סיגנלים חברתיים ולעמוד על מצבו הנפשי של התלמיד – יכולות שהן מחוץ להישג ידן של מכונות. המורה שם לב לסימני תסכול או בדידות ויכול להתאים את גישתו לסיטואציה או לערב גורמי תמיכה לפי הצורך. יתר על כן, המורה משמש מודל לחיקוי ומנטור ערכי; ביכולתו להעביר מסרים של אמפתיה, סובלנות וכבוד הדדי באופן שחווית הלמידה תהפוך למשמעותית ומטפחת עבור התלמיד. בדרום קוריאה למשל, ההבנה הזו מוטמעת בתוכניות הלאומיות: הממשלה מקדמת שילוב של מורה אנושי פלוס מורה-בינה, כך שכל תלמיד יקבל תמיכה משולבת – בוט אישי לתרגול חומר לימודי, לצד מורה שמתמקד בפיתוח כישורים חברתיים ובפעילויות

מעשיות. בדרך זו יכולים מורים להקדיש יותר זמן לבניית אקלים כיתתי תומך, לטיפוח כישורי תקשורת ושיתוף פעולה בין תלמידים, ולהתייחסות אישית לצרכים הרגשיים שעולים במהלך הלמידה.

• **חוקר ולומד מתמיד:** בעידן של שינוי מתמיד, המורה עצמו הופך ללומד למשך כל החיים (life long-learner) וחוקר של הפרקטיקה המקצועית. אימוץ הבינה המלאכותית בהוראה דורש מהמורים נכונות להתנסות, לברר מה עובד ומה לא, וללמוד באופן רציף מיומנויות וכלים חדשים. במובן זה, המורה מאמץ גישה של מחקר פעולה – הוא בוחן את השפעתן של טכנולוגיות חדשות בכיתתו, משתף ידע עם עמיתיו, ומתעדכן בממצאי מחקר עדכניים. בסינגפור קיימים מסלולי הכשרה ל"מומחי פדגוגיה דיגיטלית" או למנטורים המנחים עמיתים בהטמעת חדשנות. הדבר מאפשר למורים מובילים לחקור לעומק תחומים כמו למידה היברידית או ניתוח נתוני למידה, ולהפיץ את הידע בבתי הספר. גם יוזמות בינלאומיות כמו מסגרת הכשרויות, שמפרסם ארגון UNESCO, מדגישות כי אחד מחמשת ממדי הכשרות למורים בעידן הבינה המלאכותית הוא למידה מקצועית מתמשכת, דהיינו, היכולת של מורים בעצמם ללמוד על טכנולוגיות חדשות ולהשתפר מקצועית במהלך הקריירה. מורה שבעצמו לומד ומתנסה באופן שוטף משמש דוגמה לתלמידיו ומבטיח שהוראתו תישאר רלוונטית ועדכנית.

התפתחויות אלו מתוות דמות מורה רב-ממדית: לא עוד "סוכן ידע" בלבד, אלא מנהיג חינוכי המשלב הבנה טכנית, כישורים אנושיים עמוקים ויכולות עיצוב וחדשנות. שינוי זה דורש תמיכה מערכתית נרחבת, כפי שיפורט בהמשך, החל מהכשרה וליווי מקצועי של המורה החדש, דרך התמודדות עם חששות המורים ועד התאמת תנאי ההעסקה וקריירת ההוראה.

השלכות על תנאי העסקה, מבנה התפקיד והסכמי שכר

השינוי המהותי בתפקיד המורה מחייב חשיבה מחודשת על תנאי העסקתו, על ההגדרה הרשמית של תפקידו ועל מודלי השכר והקידום במערכת החינוך. הסכמי העבודה המסורתיים של מורים, שהתמקדו בשעות הוראה פרונטליות, ותק ותארים, אינם משקפים עוד באופן מלא את המציאות המורכבת והדינמית של ההוראה בעידן הבינה המלאכותית. להלן מספר כיווני שינוי נדרשים:

• **מבנה תפקיד גמיש ומגוון יותר:** בעידן הבינה המלאכותית יש צורך בהגדרת תפקיד המורה באופן גמיש ורחב יותר, כך שישקף את מכלול המשימות החדשות ותחומי האחריות שלו. על תנאי העסקה להכיר בזמן ובמאמץ שמשקיעים מורים בתכנון למידה אישית, בהתאמת חומרים דיגיטליים, בנייתו נתוני למידה ובהנחיה פרטנית, ולא רק בזמן הנוכחות בכיתה. למעשה, דיווחי מדיניות ממליצים

לעבור ממדידת "עומס עבודה" של מורה בשעות הוראה, לפיתוח מדדים מורכבים הכוללים את מכלול התפקיד. באסטוניה – מדינה שמובילה באימוץ טכנולוגיות חינוך – ההכרה בצורך הזה הובילה לכך שהחל מ-2025, אלפי מורים בתיכון ישתתפו בפילוט של חלוקת עבודה חדשה: חלק מזמן עבודתם יוקדש להתמקצעות בטכנולוגיות בינה מלאכותית ולשיתוף פעולה בפיתוח חומרי לימוד, במסגרת יוזמת Leap AI שהשיקה הממשלה. גישה זו מאפשרת למורים מרחב להתפתחות מקצועית ולחדשנות במסגרת תפקידם השוטף.

• **הגדרה מחדש של עומס העבודה:** אחד האתגרים המרכזיים הוא להגדיר מחדש מהי "משרת הוראה מלאה" בעולם שבו משימות ההוראה משתנות. אם בעבר היקף המשרה נקבע בעיקר לפי מספר השעות השבועיות בכיתה, הרי שכיום יש להביא בחשבון גם משימות כמו פיתוח תכנים דיגיטליים, ניתוח נתוני תלמידים מכלי בינה מלאכותית, השתתפות בקהילות מורים לומדות ועוד. שינוי הגדרה זה צפוי להשפיע על תקינת כוח האדם, על חלוקת זמנם של המורים במהלך השבוע ועל התגמול עבור מטלות שאינן הוראה פרונטלית. בכמה מדינות מתקיימים כבר ניסויים במודלים חדשים: בפילנד חלק מבתי הספר מנהלים מערכת שעות גמישה המאפשרת למורים לחלק את זמנם בין הוראה ישירה, הנחיית תלמידים בפרויקטים ושעות "מעבדה" לפיתוח כלים דיגיטליים לשימוש כיתתי. מודלים אלה מלווים במחקר ובהערכה כדי לבחון את ההשפעה על עומס העבודה ויעילות ההוראה במטרה לגבש מדיניות מושכלת.

• **מסלולי קריירה ותפקידים מגוונים:** השינויים הטכנולוגיים מצריכים פתיחת מסלולי קריירה חדשים למורים המאפשרים התמחות וקידום בתחומים שונים. במקום מסלול אחיד שבו כולם עולים בדרגה לפי ותק, יש ליצור נתיבים למורים להתפתח כמומחי תוכן דיגיטלי, מנטורים פדגוגיים, מומחי ניתוח נתונים חינוכיים, מובילי חדשנות ועוד. מודלים כאלה קיימים כבר במדינות מובילות, כמו בסינגפור המציעה מזה שנים שלושה מסלולי קריירה נפרדים למורים – מסלול הוראה, מסלול מנהיגות בית ספרית ומסלול מומחה בכיר. מסלולים אלו מאפשרים למורים לפתח מומחיות ייחודית ולקבל קידום והכרה בהתאם. בעידן הבינה המלאכותית, ניתן לדמיין יצירת תפקידים ייעודיים חדשים בתוך בתי הספר, כגון רכז בינה מלאכותית, פדגוגית, מאמן מורים לטכנולוגיה או מעצב למידה דיגיטלית. תפקידים כאלה, שקיימים כבר באופן בלתי רשמי בכמה בתי ספר, צריכים להיות מוגדרים רשמית ולזכות בתגמול הולם. וכך, מורים בעלי נטייה וכישורים בתחום הטכנו-פדגוגי יוכלו להתקדם מקצועית במקום לעזוב את ההוראה – יש בכך כדי להועיל להם כאנשי מקצוע ולהועיל למערכת הנהנית ממומחיותם.

• **מודלים חדשים של תגמול ותמריצים:** התאמת מבנה השכר לעידן החדש חיונית כדי לתמרץ מורים לאמץ תפקידים ויכולות חדשות. יש לבחון מודלים של שכר דיפרנציאלי המכיר במיומנויות הנוספות על תעודות ההסמכה, כגון מיומנות בשילוב בינה מלאכותית בהוראה, או תרומה לקהילת המורים הלומדת. ניתן לשקול תגמול מיוחד למורים המובילים הטמעה של כלים חדשניים בבית ספרם, מפתחים תכנים

דיגיטליים לשיתוף ארצי, או משמשים כמנטורים לעמיתים בתחום זה. בארצות שונות כבר קיימים מענקים ותמריצים בתחום זה: בקנדה, איגודי המורים קוראים להשקעה בהכשרת מורים לבינה מלאכותית ולתגמול עבור רכישת מיומנויות חדשות, מתוך הבנה שהדבר יעלה את איכות החינוך בעידן החדש. עם זאת, יש להקפיד שמודלי התגמול החדשים יהיו הוגנים ושקופים, כדי לא לפגוע בשיתוף הפעולה בין המורים. לשם כך מומלץ לעצבם בשיתוף ארגוני המורים ועל בסיס נתוני הערכה ברורים.

• **גמישות בסביבת ובשעות העבודה:** טכנולוגיות דיגיטליות ובינה מלאכותית מאפשרות הוראה ולמידה שאינן תחומות עוד במרחב ובזמן בית הספר המסורתי. מערכות חינוך שואפות לרתום זאת לטובת יצירת גמישות בעבודת המורים – לאפשר יום עבודה מהבית לצורך בדיקת עבודות או תכנון שיעורים דיגיטליים, לאפשר הוראה היברידיה מרחוק במקרה הצורך, וכן הלאה. הגמישות יכולה לתרום לאיזון טוב יותר בין מקום העבודה לבית ולהקל על כניסת כוח אדם איכותי להוראה (כגון מומחים חיצוניים המלמדים חלקית מרחוק). באסטוניה, כאמור, תוכנית Leap AI הלאומית שואפת בין היתר להפחית את עומס המשימות האדמיניסטרטיביות של המורים באמצעות כלים אוטומטיים. משמעות הדבר היא שמורים יוכלו לנצל את הזמן שהתפנה על מנת להתמקד בליבת ההוראה ובקשר האישי עם התלמידים. כצעד משלים, מתוכנן שם להכניס גמישות מסוימת בסדר היום הבית ספרי, כך שחלק מעבודת המורה תוכל להתבצע מרחוק או בשעות בלתי שגרתיות (למשל הנחיית קורס מקוון בשעות אחר הצהריים לתלמידים מכל הארץ). צעדים כאלה מחייבים התאמות בהסכמי העבודה ובנהלים, ומדינות שונות (כגון אוסטרליה) כבר דנות בהם במסגרת התאמת מערכות החינוך למאה ה-21.

המכנה המשותף ליוזמות אלה הוא הרצון להפוך את מקצוע ההוראה לאטרקטיבי ומותאם לעידן הדיגיטלי. התאמות בתנאי ההעסקה ובמבנה התפקיד הן קריטיות כדי שמורים יראו בשינוי המתרחש הזדמנות ולא איום, וכדי שמערכות החינוך יוכלו למשוך ולשמר מורים איכותיים בעולם תחרותי. התאמות כאלה יש לבצע בדיאלוג עם ארגוני המורים, בשקיפות ומתוך ניסיון מבוקר, כפי שיפורט בהמשך.

התמודדות עם חששות המורים: אוטומציה ושחיקת התפקיד

הכנסת טכנולוגיות בינה מלאכותית לחינוך מעוררת בצד ההזדמנויות גם חששות טבעיים בקרב מורים. רבים תוהים אם מעמדם המקצועי ייפגע, אם חלק מתפקידם עלול להיות מיותר או להפוך לפחות חיוני, ובמקרים קיצוניים, אם יוחלפו על ידי מערכות אוטומטיות. התמודדות מושכלת עם חששות אלה חיונית להצלחת החדשנות: מורים שחשים מאוימים או שאינם שותפים למהלך עלולים לעכב ואף לסכל את הטמעתו. להלן כמה אסטרטגיות מפתח להתמודדות:

• **שיתוף מורים בתכנון ובהחלטות:** מורים צריכים להיות שותפים פעילים בעיצוב תהליך השילוב של בינה מלאכותית בהוראה, לצידם של "מקבלי החלטות מלמעלה". מעורבות עמוקה של מורים – משלב התכנון במטה ועד רמת בית הספר – תסייע לוודא שהטכנולוגיה משרתת את צורכיהם בפועל של המורים והתלמידים, ומתאימה לאילוצים בשטח. המלצה זו הודגשה גם בדוחות בינלאומיים, דוגמת מחקר אוסטרלי שממליץ שהטמעת כלים כמו ChatGPT בכיתה תהיה מלווה ב"הקשבה לקולם של המורים בשטח ושיתוף המידע על פרקטיקות מיטביות בתוך המקצוע". דיאלוג מתמשך עם מורים ועם נציגיהם יאפשר לזהות בעיות מבעוד מועד, לפתור חסמים טכניים ופדגוגיים ולהגביר את תחושת המסוגלות והבעלות שלהם על השינוי. דוגמה לכך ניתן לראות בקנדה, שם הפדרציה הקנדית של ארגוני המורים (CTF/FCE) לוחצת לערב את המורים בגיבוש קווים מנחים לשימוש הוגן בבינה מלאכותית בבתי הספר, בטענה שבהיעדר מדיניות ברורה מתמודדים המורים לבדם עם ההשלכות בכיתה.

• **הדגשת התרומה האנושית הבלתי־ניתנת להחלפה:** חשוב להבהיר ולהדגיש באופן ברור ועקבי, הן למורים הן לציבור, שבינה מלאכותית אינה מחליפה את המורה, אלא באה לשחרר אותו ממשומות שגרתיות ולאפשר לו להתמקד בהיבטים שבהם לבני אנוש יש יתרון מובהק. יתרון זה כולל הנחיה אישית, קשר בינאישי, השראה ומנהיגות חינוכית, שהתלמידים זקוקים להם, וביתר שאת, בעידן הטכנולוגי. מדינות כמו דרום קוריאה וסינגפור מנסחות את החזון שלהן במפורש כשותפות בין מורים לבינה המלאכותית. בדרום קוריאה מציינים שכל תלמיד יקבל מורה AI אישי, אך הדבר נועד לאפשר למורים בשר ודם להתמקד יותר בהוראת כישורי חיים ובעבודת צוות בכיתה. גם בקנדה מדגישים כי הבינה המלאכותית אינה מהווה בשום פנים ואופן תחליף ללמידה אנושית־מרכזית, אלא נועדה לתמוך בה ולהעצים אותה. הבהרה מתמדת של מסר זה – בגיבוי דוגמאות מהשטח – יכולה להפיג חששות ולהראות למורים שהמערכת מעריכה את תרומתם הייחודית.

• **ליווי מקצועי והכשרה בעת המעבר:** מורים הנדרשים לשנות את שיטות עבודתם זקוקים לתמיכה מקצועית הדוקה. אין לצפות שמורים יאמצו כלים חדשים ללא הדרכה, זמן הסתגלות ומשאבים מתאימים. לכן, חיוני לספק מערך הכשרה וליווי למורים לאורך כל תהליך ההטמעה. מערך זה צריך לכלול לא רק הדרכה טכנית בשימוש בכלים החדשים, אלא גם תמיכה פדגוגית ורגשית: סדנאות ללמידה מעמיתים, חונכות אישית, ומרחב לשאול שאלות ולהתנסות ללא חשש. כפי שנפרט בהמשך הפרק, פיתוח מקצועי מדורג ומותאם (differentiated) הוא המפתח – מורים שונים יזדקקו לסוגי תמיכה שונים, בהתאם לרמת המוכנות הטכנולוגית והפדגוגית שלהם. במדינות מובילות כבר מושם על כך דגש: בסינגפור, המוסד להכשרת מורים (NIE) הודיע כי החל מ-2026 כל מורי העתיד יעברו קורסים ייעודיים לשימוש בבינה מלאכותית בחינוך, ובמקביל הוחל בפיתוח השתלמויות עומק למורים בפועל בכל דרגות הוותק. ובאוסטרליה, בדו"ח הפרלמנטרי בנושא, הודגש שפיתוח מקצועי מתמשך יהיה חיוני לכל בעלי התפקידים במערכת החינוך כדי לנווט בעולם עתיר בינה מלאכותית. ההשקעה בליווי ובהדרכה אינה פריביליגיה

אלא תנאי להצלחת ההטמעה ולהפגת חרדות המורים.

• **שיח פתוח עם ארגוני המורים:** ארגוני המורים מהווים שותף טבעי בתהליך שינוי כזה, בהיותם מייצגי האינטרסים של המורים. חשוב לקיים דיאלוג כן ושקוף איתם, לשתף אותם במידע על התוכניות ולהגיע להסכמות רחבות ככל האפשר לגבי אופן השינוי. בקנדה לדוגמה, פרסם איגוד המורים של אונטריו הנחיות לחבריו כיצד להתמודד עם הופעת כלים כמו ChatGPT בכיתה, ובמקביל הוא מנהל משא ומתן עם גורמי הממשל על קביעת מדיניות ברורה בנושא. שיתופי פעולה כאלו מאפשרים לבנות אמון – המורים רואים שהארגון שלהם שומר על זכויותיהם ודואג שתנאי העבודה יותאמו באופן הוגן. כתוצאה מכך קטנה ההתנגדות, והמורים מוכנים יותר "לקפוץ למים" של החדשנות בלב שלם.

• **הדרגתיות ולוח זמנים ריאלי:** אימוץ בינה מלאכותית בחינוך צריך להיעשות באופן הדרגתי ומתוך ניסוי ולמידה. הכרזה על צעדים מיידיים עלולה להבהיל ולהעצים חששות, ואילו גישה של פיילוטס והרחבה מדורגת מאפשרת לצבור הצלחות מוקדמות, ללמוד מטעויות ולבנות ביטחון. באסטוניה בחרו כאמור להתחיל בפיילוט מצומצם (שלושת אלפים מורים ועשרים אלף תלמידים) בשנת הלימודים הראשונה, לפני הרחבת התוכנית לכלל המערכת. באופן דומה, מפעיל משרד החינוך בסינגפור כיתות ניסוי ו"מעבדות חדשנות" בכמה בתי ספר, שבהן מתנסים מורים מתנדבים בכלי בינה מלאכותית ושותפים בהערכתם, טרם ההחלטה על אימוץ כלל-ארצי. צעדים כאלה מאפשרים למורים אחרים לראות הלכה למעשה איך הטכנולוגיה מסייעת בכיתה, להפיג חששות דרך עמיתים, ולהצטרף לשינוי מתוך אמון ולא בכפייה. על קובעי המדיניות לאזן בין דחיפות ההתקדמות בעידן מהיר, לבין הקצב האנושי של הפנמה והסתגלות – אבולוציה מואצת במקום "מהפכה" פתאומית.

בשורה התחתונה, התמודדות מוצלחת עם חששות המורים מחייבת ראייה מערכתית: יש להתייחס למורים לא רק ככוח עבודה שיש להכשיר, אלא כשותפים ששינוי עולמם המקצועי נוגע בזהותם, בתחושותיהם ובייעודם. גישה אמפתית, משתפת ותומכת, לצד צעדים מעשיים של הכשרה, התאמת תנאים ותיאום ציפיות, תיצור את הקרקע שעליה יוכל השינוי המתבקש בתפקיד המורה לפרוח.

מסגרת כוללת להכשרה ופיתוח מקצועי של המורים

השינוי בתפקיד המורה מחייב כאמור **הסתגלות של המורים עצמם**, וזו כרוכה ברכישת ידע חדש, בפיתוח מיומנויות אחרות ובאימוץ דרכי חשיבה רעננות. לכן, נדרשת מסגרת מקיפה של הכשרה ראשונית ופיתוח מקצועי מתמשך, שתאפשר לכל מורה לצעוד בביטחון ועם היכולות הנדרשות אל תפקידו המתחדש בעידן הבינה המלאכותית. חלק ניכר

מהאחריות לכך מוטל על מדיניות ההכשרה של מדינות ועל גופי ההכשרה של המורים.
להלן רכיבי מפתח במסגרת כזו:

• **הכשרה ראשונית מותאמת לעידן החדש:** מוסדות להכשרת מורים (אוניברסיטאות, מכללות וכו') צריכים לבצע עדכון יסודי בתוכניות ההכשרה שלהם. תוכניות אלו חייבות לשקף את המציאות הדיגיטלית שבפניה יעמדו בוגרי ההכשרה. המשמעות היא שילוב נרחב של תכנים בתחום הבינה המלאכותית והחינוך, כמו היכרות עם טכנולוגיות חינוכיות מבוססות בינה מלאכותית, הבנה של נתוני למידה וניתוחם וסוגיות אתיות הכרוכות בשימוש בכלים אלה. נוסף על כך, יש להכשיר את פרחי ההוראה במיומנויות פדגוגיות התואמות את תפקיד המורה החדש – איך להנחות תלמידים בלמידה אישית, כיצד לעצב מטלות עשירות בסיוע דיגיטלי ואיך לשלב משוב אוטומטי בעבודת ההוראה. UNESCO פרסם ב-2024 מסגרת בינלאומית לכשירות מורים בעידן הבינה המלאכותית, שבה מוגדרים 15 תחומי ידע ומיומנות שכל מורה חייב לשלוט בהם, החל מדפוס חשיבה אנושי (Human-centered mindset) ואתיקה של בינה מלאכותית, דרך הבנה טכנית בסיסית של מערכות בינה מלאכותית, ועד לפדגוגיה מותאמת בינה מלאכותית ולמידה מקצועית באמצעות בינה מלאכותית. מסגרות כאלה, שמפותחות בשיתוף גורמים בינלאומיים, יכולות לסייע למוסדות ההכשרה לתכנן קורסים חדשים ולהטמיע סטנדרטים עדכניים. נוסף על התוכן, חשוב שתוכניות ההכשרה הראשוניות יעצבו אצל המורים לעתיד את הלך הרוח של למידה מתמשכת (life long learning), לטפח גמישות מחשבתית, נכונות להתנסות ושיתוף פעולה. כך הם יצאו לטח מוכנים להשתנות יחד עם הטכנולוגיה לאורך הקריירה.

• **פיתוח מקצועי מתמשך ומדורג:** למורים בפועל, בין שצעירים בין שוותיקים, יש לספק מסגרות פיתוח מקצועי רציפות לאורך כל הקריירה. הפיתוח המקצועי צריך להיות מדורג ומותאם: מורים שנמצאים בתחילת דרכם או שחסרים רקע טכנולוגי יזדקקו להשתלמויות בסיסיות והתנסות מודרכת, ומורים מנוסים ומובילי חדשנות ירצו העמקה והתמחויות. התוכניות יכולות לכלול מגוון פורמטים, כגון סדנאות קצרות בתוך בית הספר, קורסים מתוקשבים (MOOCs) המוכרים לגמול והשתלמויות עומק אזוריות. במיוחד יש לשים דגש על שילוב התנסות ורפלקציה: לא רק הרצאות פרונטליות על כלי טכנולוגי, אלא מתן אפשרות למורים להתנסות בכלי בכיתתם, ואז לדון יחד בתובנות ובקשיים. גישה זו מוכיחה את עצמה בעולם: בקוריאה הדרומית הוקם מרכז "עתיד החינוך" (Future of Education Center) המספק מרחב למורים לנסות כיתות מצוידות בכלי בינה מלאכותית ולראות הלכה למעשה את ההשלכות, כחלק מתוכנית פיתוח מקצועי ארצית בנושא. גם באיחוד האירופי גובשו בשנים האחרונות מערכי השתלמות דיגיטלית למורים מרמת מתחילים ועד "חלוצי דיגיטל" בליווי קהילות פרקטיקה ופורומים לשיתוף ניסיון.

• **התמחויות ייעודיות ויצירת תפקידי מומחה:** כפי שצוין לעיל, יצירת מסלולי קריירה חדשים למורים תלויה גם בכך שיהיו תוכניות הכשרה מתקדמות

המובילות לתפקידים אלו. יש לעודד מורים המעוניינים בכך לצלול לתחומי התמחות ספציפיים, כגון פיתוח פדגוגיה דיגיטלית, עיצוב למידה היברידית, הובלת חדשנות בבתי ספר או הדרכת עמיתים בשילוב טכנולוגיה. מסיימי תוכניות כאלה יכולים לקבל תעודה מקצועית מוכרת ולשמש במערכת בתפקידים כמו מורה-מאמן או מורה-מוביל-דיגיטל. בסינגפור, כאמור, קיים כבר המסלול למומחה-בכיר שבו מורים עוברים הכשרות עומק ויכולים להתמנות לתפקידי מומחה במשרד החינוך או בבתי ספר אחרים. גם באוסטרליה הועלה לאחרונה הרעיון להקים אקדמיה למנהיגות דיגיטלית בהוראה, שתכשיר נבחרת מורים שיהיו סוכני שינוי בתחום הבינה המלאכותית ברחבי המדינה. התמחויות כאלו לא רק מועילות למערכת, אלא גם יוצרות אופק לקידום המורים שהוא חיוני לשימור כוח אדם איכותי בהוראה.

• **קהילות למידה מקצועיות:** אחד הכלים החזקים להתפתחות מורים הוא למידה מעמיתים. מומלץ לטפח קהילות למידה מקצועיות (PLC) בנושא חדשנות דיגיטלית והוראה בעידן הבינה המלאכותית. קהילה כזו יכולה לפעול ברמת בית הספר (צוותי מורים הנפגשים תדיר לדון בשילוב כלי בינה מלאכותית בלמידה), ברמה אזורית או אפילו ברמה הארצית דרך רשתות מקוונות. במסגרת קהילה, מורים משתפים בפתיחות בהצלחות ובקשיים, מנתחים יחד מקרי הוראה ומתלבטים באשר לפתרונות. ב-UNESCO מציינים שקהילות מקצועיות הן מפתח להטמעה בת קיימה של חידושים, כיוון שהן יוצרות תרבות של תמיכה הדדית ושיפור מתמיד. בפילנד קיימת מסורת מפותחת של מחקר עמיתים ו"בית ספר כקהילת למידה", וגם באימוץ טכנולוגיות חינוכיות פילנד נסמכת על רשתות מורים שחולקות תובנות בפורומים ובכנסים. בישראל ניתן לחזק מנגנונים קיימים כמו צוותי הכשרה והעשרה למורים, רשתות חברתיות מקצועיות (לדוגמה, מורי מדעים המשתפים תכנים טכנולוגיים) ולשלבם בתוכנית ההטמעה הארצית.

• **שימוש בכלי בינה מלאכותית להכשרת מורים:** ראוי לציין שהבינה המלאכותית עצמה יכולה לשמש כלי רב ערך בהכשרת מורים. מודלים שונים וסימולציות מתקדמות מסוגלים לדמות כיתות ולסייע למורים לתרגל תגובה למצבים שונים. מערכות וידאו-אנליטיקס יכולות לנתח שיעורים מצולמים ולהצביע בפני המורה המשתלם על דפוסי הוראה (מי מדבר כמה, איך מנוהל הדיון וכו'). פלטפורמות המלצה מותאמת אישית עשויות להציע למורה מקורות למידה רלוונטיים (מאמרים, שיעורים מצולמים של מומחים) בהתאם לפרופיל השימוש שלו. אפילו מאמני בינה מלאכותית וירטואליים (צ'אטבוטים מתקדמים) עשויים בעתיד לשמש שותפי חשיבה למורים, להציע רעיונות לשיפור השיעור, או לענות על שאלות מקצועיות בזמן אמת. ארגוני חינוך בינלאומיים מעודדים ניסויים בכיוונים אלה, מתוך ציפייה שיוכלו להוזיל ולהנגיש מאוד את הפיתוח המקצועי. עם זאת, יש ליישם זאת בזהירות, תוך הערכה מחקרית של האפקטיביות, כדי לוודא שכלי הבינה המלאכותית אכן משלימים את תהליך ההתפתחות המקצועית ולא מחליפים את המרכיב האנושי-קולגיאלי החשוב.

בשורה התחתונה, ההשקעה בהכשרת המורים היא כנראה ההשקעה המשתלמת ביותר בהתאמת מערכת החינוך לעידן הבינה המלאכותית. כפי שניסח זאת לאחרונה דו"ח אמריקאי: "אנו חייבים לספק למורים תוכנית הכשרה מקיפה בדחיפות – זה חשוב מדי מכדי להשאיר לבתי ספר בודדים להתמודד בעצמם". מדינות שהכירו בכך, כמו סינגפור, אסטוניה או קוריאה הדרומית, כבר מקצות משאבים ומשיקות תוכניות אסטרטגיות להכשרת דור המורים הבא. צעדים אלה מהווים מודל שגם מערכת החינוך בישראל יכולה וצריכה לאמץ, בהתאמות הנדרשות, כדי לוודא שאף מורה לא נשאר מאחור בתהליך הטמעת השינוי.

תפקיד מנהלי בתי הספר בהובלת השינוי

מנהלי בתי הספר ממלאים תפקיד מכריע כ"מובילי שטח" ביישום החזון של תפקיד המורה החדש. אם המורים הם חוד החנית בכיתה, הרי שהמנהלים הם אלו שיכולים לאפשר לחוד הזה לנוע קדימה על ידי יצירת התנאים הפיזיים, הארגוניים והתרבותיים הנכונים בבית הספר. הנה מספר תפקידים מרכזיים של המנהלים בהקשר זה:

• **פיתוח חזון משותף בבית הספר:** על המנהל להוביל תהליך של גיבוש חזון בית ספרי באשר לשילוב הבינה המלאכותית ותפקיד המורה. חזון זה כדאי שיגובש בשיתוף הצוות החינוכי, ואפילו בשיתוף תלמידים, הורים והקהילה – זאת כדי ליצור מחויבות רחבה. החזון צריך להיות מעוגן בערכים החינוכיים של בית הספר (פיתוח עצמאות, שוויון הזדמנויות, למידה רלוונטית וכו') ולהבדיר כיצד הטכנולוגיה משתרת ערכים אלו. מנהלים מצליחים שמחוללים שינוי, מדווחים שיצירת חזון משותף כזה היא אבן דרך הכרחית, שכן היא מיישרת קו בין המורים, מפחיתה התנגדויות, ומייצרת "כוכב צפון" שמתווה את כל הצעדים הפרקטיים. לדוגמה, בבית ספר מוביל באוסטרליה, כינס המנהל צוותי מורים ותלמידים לוועידות חשיבה משותפות על עתיד ההוראה עם בינה מלאכותית, והתוצאה הייתה אמנה בית ספרית המגדירה את העקרונות לשימוש אחראי בטכנולוגיה בכיתה (כמו שמירה על פרטיות, הבטחת גיוון פדגוגי וכדו'). כאשר חזון כזה קיים, קל יותר למורים להבין את ה"למה" מאחורי השינוי, ולאמץ אותו בלב שלם.

• **טיפוח תרבות של חדשנות ולמידה מתמדת:** המנהל אחראי במידה רבה לאקלים הבית ספרי. כדי שמורים ירגישו בנוח להשתנות, צריך בית הספר לנקוט תרבות המעודדת חדשנות, התנסות ואף נכונות לטעות. מנהל פרואקטיבי ידאג לייצר סביבה שבה מורים לא חוששים לנסות שיטות הוראה חדשות או כלים חדשים מחשש "להיכשל" בהערכה. הדבר יכול להתבטא בעידוד מורים לשתף בישיבות צוות גם ניסיונות שלא צלחו ומה למדו מהם, או במתן הכרה פומבית למורים שיזמו רעיון חדשני (גם אם הוא עדיין בתהליכי שיפור). תרבות של למידה מתמדת פירושה גם שהמנהל עצמו מצטרף ללמידה – משתתף, למשל, יחד עם המורים בסדנאות פיתוח

מקצועי בתחום או קורא ומשוחח עימם על ספרות מקצועית עדכנית. כאשר המורים רואים שהמנהלים עצמם מחויבים לתהליך הלמידה, זה משדר מסר חזק. מחקרים מצביעים על כך שבתי ספר שהטמיעו בהצלחה טכנולוגיות חדשות התאפיינו ב"קהילה מקצועית משותפת" שבה ההנהלה והצוות למדו זה מזה באופן מתמשך.

• **הקצאת משאבים ותמיכה מעשית:** מעבר לרוח ולתרבות, למנהלים יש תפקיד פרגמטי מאוד – לספק למורים את המשאבים והכלים הדרושים. זה כולל תקצוב רכישת ציוד ותוכנות, הבטחת תשתית טכנולוגית תקינה, וכן הקצאת זמן בסדר היום. לדוגמה, מנהל יכול לאפשר לכל מורה שעתיים שבועיות קבועות ל"פיתוח דיגיטלי" (זמן להתנסות בכלים חדשים, לבניית חומרי למידה עם בינה מלאכותית וכו'), או לשחרר מורים מובילים לכמה ימים בשנה כדי שיבקרו בבתי ספר אחרים ללמידת עמית. במדינות מובילות, מספקות רשויות החינוך למנהלים גם תקציבי קרן השתלמות מקומיים שניתן לנצלם להזמנת מרצים מומחים לבית הספר, לארגון ימי למידה מרוכזים וכדומה. באסטוניה, משרד החינוך בשיתוף עם מטה הנשיא הקים תוכנית לפיה מנהלי בתי ספר יקבלו מימון ייעודי ללוות את הטמעת יוזמת ה-Al Leap. תקציב זה נועד לכסות השתלמויות מורים, שדרוג ציוד ותמיכה טכנית בבתי הספר המשתתפים. כשמורים נוכחים לדעת שהמנהלים דואגים להם ברמה המעשית – מחשבים בכיתה, כתובת לבירור בעיות טכניות וזמן לגשת להשתלמות – הם יהיו הרבה יותר חיוביים ופתוחים להתנסות בחידושים.

• **מבנה ארגוני תומך שיתוף פעולה:** אימוץ תפקידים חדשים מצריך לעיתים גם שינוי באופן הארגון הפנימי של בית הספר. לדוגמה, אם רוצים לקיים עבודת צוות בין מורים (נניח, מורה מנוסה משמש מנטור דיגיטלי למספר מורים צעירים), יש לוודא שמערכת השעות מאפשרת להם זמן מפגש משותף. או אם מורה לומד בקורס מקוון חיצוני, ייתכן שיש צורך בגמישות בשעות הנוכחות שלו. על המנהל לבחון מחסומים מבניים כאלו ולהיות יצירתי בהסרתם. יש מנהלים שארגנו מחדש את מערכת השעות כך ששעתיים בשבוע כל התלמידים ביצעו למידה אישית מונחית מחשב (עם השגחה מינימלית), ובאותו זמן התפנו רוב המורים למפגשי צוות וללמידת עמיתים. מהלכים כאלה דורשים אישורים ורגולציות, אך הם אפשריים, במיוחד אם ניתן להראות שהם משפרים את איכות ההוראה. תמיכת ההנהלה בשיתופיות מתבטאת גם בעידוד תצפיות עמיתים בכיתות (פתיחת הדלתות ביניהם) ובהקמת צוותי חדשנות בית ספריים חוצי-מקצועות. ככל שבית הספר עצמו יפעל כיחידה לומדת וגמישה, כך גוברים סיכויי הצלחה לשינוי בתפקידו של המורה.

• **הערכה ומדידה מותאמות לתפקיד החדש:** על מנהלים, יחד עם המפקחים, להתאים גם את אופן הערכת המורים לשינויים שחלים. מערכי הערכה והמשוב למורה צריכים לשקף ולהעריך לטובה את אותם מרכיבים חדשים בתפקיד – למשל, לשבח מורים על שיתופי פעולה, על חדשנות פדגוגית, על טיפוח מיומנויות רכות (תכונות אישיות שעוזרות לקיום אינטראקציה ביעילות ובהרמוניה עם אנשים אחרים בסביבה מוגדרת) אצל תלמידים – ולא רק על ניהול כיתה מסורתית או עמידה בלוח זמנים. אם מורה מתאמץ ליישם פרויקט מבוסס-טכנולוגיה בכיתה, אבל

ההנהלה שלו ממשיכה למדוד אותו רק לפי ציוני מבחנים סטנדרטיים, תיווצר סתירה מתסכלת. משום כך, חלק מתפקיד המנהל הוא לפתח (או לאמץ ממשד החינוך) כלים להערכת הוראה חדשנית. כלים כאלה עשויים לכלול תצפיות הממוקדות באיכות האינטראקציה בכיתה, שאלונים לתלמידים על מידת ההשראה וההנעה שהם חווים וסקירת תיקי עבודות ותוצרי תלמידים שונים. במדינות מתקדמות כבר הולכים ומתגבשים מדדים רחבים יותר לאיכות הוראה: למשל, במסגרת רפורמה בפינלנד הוחלט להעריך בתי ספר גם לפי "רווחת התלמידים" ו"אוריינות דיגיטלית", נוסף על הישגים אקדמיים, מה שמדברן מורים להשקיע בתחומים אלה. מנהל שמאמץ ראייה הוליסטית בהערכת מוריו ומשקף להם זאת, מחזק את המסר שהשינוי בתפקידם הוא רצוי ומוערך. הדבר הולם גם המלצות מחקריות הקוראות להגדיר מחדש מהי הוראה טובה בעידן של מידע זמין וטכנולוגיה בכל פינה.

מנהלי בתי הספר הם סוכני שינוי מרכזיים; הם המתרגמים את מדיניות העל למציאות היומיומית. על ידי חזון, תרבות, משאבים, ארגון והערכה, יכול מנהל מעולה להפוך בית ספר לזירת חדשנות פועמת, שבה מורים מתפתחים בתפקידם החדש בהצלחה. חשוב שגם תוכניות ההכשרה והליווי של מנהלים (כגון קורסי הכשרת מנהלים) יכללו רכיב משמעותי בתחום זה, כדי לצייד אותם בכלים הנדרשים.

עקרונות מנחים לניהול השינוי בתפקיד המורה

לקראת סיום, ננסח מספר עקרונות כלליים שיכוונו את העוסקים במדיניות וביישום של תהליך השינוי בתפקיד של המורה בעידן הבינה המלאכותית. עקרונות אלה עולים מתוך הניתוח דלעיל ומתוך ניסיון של מערכות חינוך מובילות בעולם:

• **שיתוף וסוכנות (Agency) של מורים:** המורים צריכים להיות שחקנים מרכזיים בתהליך השינוי, לא אובייקטים פסיביים שלו. כל שלב – מתכנון מדיניות ארצית ועד יישום בית ספרי – רצוי שיעשה בהשתתפות פעילה של מורים, תוך מתן מרחב להביע דעות, לחשוב יחד ולפעול. הדבר תורם גם לאיכות ההחלטות (הקרובות יותר לצרכי השטח) וגם להגברת המחויבות. כפי שהודגש, קבלת החדשנות תלויה בתחושת המסוגלות וההזדהות של המורים איתה. עיקרון זה תקף ביתר שאת בישראל, שבה כוח הוראה מגוון – יש לערב מורים מכל המגזרים, הוותק והמגדר, כדי לקבל תמונה מקיפה. עקרון הסוכנות מקביל גם לעיקרון של הגנת זכויות המורים: UNESCO קבע כי שילוב הבינה המלאכותית בחינוך צריך להיעשות באופן שמגן על זכויות המורה ומעצים את יכולותיו ולא שוחק אותן.

• **התאמה תרבותית ומגזרית:** על אף שהמגמות הטכנולוגיות הן גלובליות, בעת יישומן במערכת החינוך חובה להתחשב בהקשר המקומי. מערכת החינוך הישראלית מורכבת מתת-מערכות עם מאפיינים שונים (ממלכתי, ממלכתי-דתי,

חרדי, ערבי, חינוך מיוחד ועוד). עיקרון חשוב הוא לבצע את שינוי תפקיד המורה בצורה המכבדת את המגוון הזה. מה שמתאים ורצוי במגזר אחד, ייתכן שתידרש לו התאמה באחר. למשל, בחינוך במגזר הערבי אולי יהיה צורך בדגש מיוחד על נגישות שפתית של כלי בינה מלאכותית ובפיתוח תוכן תרבותי רלוונטי; בחינוך החרדי ייתכנו גבולות לשילוב טכנולוגיה מסוימת שידרשו פתרונות יצירתיים (כגון שימוש בכלי בינה מלאכותית באופן בלתי מקוון). העיקרון המנחה צריך להיות אפוא של גמישות ורגישות תרבותית. כפי שמציין דוח של UNESCO, "הקשר בין בינה מלאכותית לחינוך יתבטא באופנים שונים מאוד בהתאם לנסיבות הלאומיות והחברתיות-כלכליות". קנדה, המאופיינת בפדרליזם חינוכי וקהילות מגוונות, מיישמת עיקרון זה על ידי מתן אוטונומיה למחוזות ולבתי ספר לעצב את פרטי המדיניות בתוך מסגרת כיוונית כללית. בישראל, עקרון ההתאמה אומר שיש לעודד יוזמות מותאמות-מגזר, כמו לפתח פיילוטס נפרדים במגזרים שונים וללמוד מכל אחד מהם במקום לנסות פתרון אחיד לכולם מלכתחילה.

• **הדרגתיות ובניית הצלחות:** שינוי עמוק במערכת החינוך מוטב שיעשה בצורה הדרגתית, צעד אחר צעד, מתוך צבירת הצלחות ומומנטום. פירושו של דבר להתחיל בפרויקטים בקנה מידה קטן ובינוני, למדוד את התוצאות ולהרחיב לפי הצורך. הצלחות מוקדמות מהוות הוכחת היתכנות (Proof of Concept) שמגבירה את אמון המורים והציבור. יש להימנע מגישת "זבנג וגמרנו" שבה ביום אחד משתנה הכול. גישה זו עלולה להיתקל בהתנגדות קשה ואף בכישלון יישומי. תחת זאת, מומלצת גישת "אבולוציה מואצת": התקדמות מהירה אך מדורגת, עם אפשרות לתיקון מסלול בהתאם ללקחים מהשטח. מדינות מובילות נקטו באסטרטגיה זו: בפינלנד הוטמע שילוב הבינה המלאכותית בהדרגה עם הצגת קורסים וולונטריים לציבור (הקורס Elements of AI המפורסם) וחינוך המורים, לפני שהנושא נכנס באופן רחב לבתי הספר. גם בישראל, תכנון רב-שנתי הדרגתי עם אבני דרך ברורות – למשל, שנה ראשונה התנסות בחמישים בתי ספר, שנה שנייה הרחבה למאתיים וכו' – יאפשר למידה מתמשכת ושיפור מתמיד של התוכנית הלאומית.

• **מערכת תמיכה מקיפה ומתואמת:** לא ניתן לצפות מהמורים ומבתי הספר לבצע את השינוי לבד. דרושה מערכת תמיכה כוללת ברמת המדיניות. זו צריכה לכלול מימון מתאים, תשתיות, חומרי הוראה זמינים, הכשרות, מערכי ליווי, רשתות שיתוף, ותמריצים – הפועלים כולם בהרמוניה. אם אחד מהרכיבים חסר, המאמץ עלול להתערער. למשל, אסור "לשחרר" כלי בינה מלאכותית לשימוש בבתי הספר ללא הגנת פרטיות נאותה והנחיות ברורות; או להמליץ למורים לערוך שיעורים מבוססי-פרויקטים מבלי להפחית מהם מטלות אחרות בהתאם. מערכת תמיכה פירושה גם שותפויות בין-מגזריות: שיתוף פעולה בין משרד החינוך, רשויות מקומיות, חברות טכנולוגיה מקומיות, ואקדמיה – באופן שבו כל גוף תורם מתחמו. דוגמה לכך היא סינגפור, שבה תוכנית AI@Schools מופעלת על ידי משרד החינוך בשיתוף עם סוכנות החדשנות הממשלתית, אוניברסיטאות וחברות פרטיות, וכוללת חבילת תמיכה מלאה לכל בית ספר משתתף (החל מצידוד ותוכנה ועד מומחה מנחה צמוד. גם OECD וארגון Education International פרסמו ב-2023 הנחיות

פרק 3 - רשימת מקורות

UNESCO. (2023). Guidance for generative AI in education and research. Retrieved from: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386146>

OECD. (2023). Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Policy and Practice. OECD Digital Education Outlook. Retrieved from: <https://www.oecd.org/education/ai-in-education/>

CTF/FCE – Canadian Teachers' Federation. (2023). Generative Artificial Intelligence in Education: Statement of Principles. Retrieved from: <https://www.ctf-fce.ca/>

Australian Government. (2023). Inquiry into the Use of Generative Artificial Intelligence in the Australian Education System – House of Representatives Standing Committee on Employment, Education and Training. Retrieved from: <https://www.aph.gov.au/>

Finnish Ministry of Education and Culture. (2023). AI and Education: Finland's National Strategy for AI Literacy. Retrieved from: <https://minedu.fi/en/frontpage>

AI Leap Initiative, Estonia. (2023). Transforming Education with AI – Ministry of Education and Research, Estonia. Retrieved from: <https://www.hm.ee/en/activities/ai-leap>

Singapore Ministry of Education. (2024). AI@Schools: Preparing the Next Generation for an AI-Enabled World. Retrieved from: <https://www.moe.gov.sg/>

Education International. (2023). The Use of Artificial Intelligence in Education: A Union Perspective. Retrieved from: <https://www.ei-ie.org/>

Kim, Y. & Jang, H. (2022). "South Korea's National Strategy for Artificial Intelligence in Schools." *Asia Pacific Education Review*, 23(2), 187–200.

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Center for Curriculum Redesign.

Israeli Ministry of Education. (2023). Strategic Plan for Digital and Technological Education 2023–2027. (עברית).

למדינות המדגישות הקמת אקוסיסטם שלם סביב שילוב בינה מלאכותית בחינוך, ולא רק רכישה פזורה של כלים. בישראל, משמעות הדבר היא תיאום בין אגפי משרד החינוך השונים (מנהל החדשנות, המזכירות הפדגוגית, מנהל עובדי הוראה), הקצאת משאבים ממוקדת במימון ממשלתי ושיתופי פעולה עם המגזר השלישי (למשל, ארגוני חינוך ועמותות טכנולוגיה שיכולים לסייע בהכשרות). מערכת תמיכה מקיפה תבטיח שלכל מורה, בכל בית ספר ובכל אזור בארץ, תהיה נגישות להזדמנויות ולהכוונה המתאימות להצלחתו.

בסיכומו של דבר, הטמעת בינה מלאכותית במערכת החינוך מספקת הזדמנות אמיתית להעצמת תפקיד המורה ולהשבחת מקצוע ההוראה. אם תהליך השינוי ינוהל בחוכמה, בשיתוף המורים, בהתאמת המדיניות להקשר, בנקיטה בצעדים מדורגים ובמתן תמיכה מלאה – יהיה ניתן לשחרר את המורים ממשומות שגרתיות וחזרתיות ולאפשר להם להתמקד במה שהם עושים הכי טוב: להנחות, לעורר השראה ולטפח את ההתפתחות האישית, האינטלקטואלית והחברתית של התלמידים. בעידן של שינוי מואץ, מורים המצוידים בבינה מלאכותית ובתבונה פדגוגית עמוקה יהיו לב ליבה של מערכת חינוך הרואה בכל תלמיד אדם שלם ומכינה אותו לעולם המחר. השאלה אינה אם תפקיד המורה ישתנה, הוא כבר משתנה, אלא כיצד אנו מכווינים את השינוי הזה באופן המעצים את ציבור המורים ומקדם את איכות החינוך לטובת דור העתיד. רק באמצעות חזון ברור, השקעה במורים עצמם ונכונות לשינוי, נבטיח שהבינה המלאכותית תשמש כעמיתה למורה, לא כתחליף לו, במסע החינוכי.

פרק 4

הטמעת בינה מלאכותית בהתאמה למגזרים השונים במערכת החינוך הישראלית

מערכת החינוך הישראלית מאופיינת במגוון רחב של זרמים ומגזרים בעלי מאפיינים תרבותיים, דתיים, חברתיים וטכנולוגיים ייחודיים. הטמעה מוצלחת של בינה מלאכותית במערכת מגוונת זו מחייבת התייחסות דיפרנציאלית המותאמת למאפיינים, לצרכים ולאתגרים הייחודיים של כל מגזר. בפרק זה מוצגות אסטרטגיות מותאמות לארבעת המגזרים המרכזיים במערכת החינוך הישראלית: החינוך הממלכתי עברי, החינוך הממלכתי דתי, החינוך החרדי והחינוך הערבי, מתוך הנחת היסוד שהתאמה תרבותית ומגזרית היא תנאי הכרחי להטמעה מוצלחת ושוויונית. חשוב לציין כי עיקרון זה מקובל גם בהקשרים בינלאומיים: במדינות רבות תרבותיות אחרות מודגשת חשיבות ההכלה הדיגיטלית וההתאמה התרבותית. קנדה שמה דגש על שיתוף פעולה עם קהילות ילידיות ומהגרים לצמצום הפער הדיגיטלי כחלק מתהליך של "פיוס דיגיטלי". בהולנד, המבנה המבוזר של מערכת החינוך מעניק לבתי הספר אוטונומיה להתאים חדשנות טכנולוגית למגוון אוכלוסיות במסגרת מדיניות חינוך ארצית, ובבריטניה הושקה ב-2025 תוכנית פעולה לאומית להעלאת המיומנויות הדיגיטליות ולהכללה דיגיטלית של כלל האוכלוסייה, מתוך הכרה בכך שכ-25% מהתושבים עלולים להישאר מאחור ללא התערבות כזו.

פרק 4

הטמעת בינה מלאכותית בהתאמה למגזרים השונים במערכת החינוך הישראלית



החינוך הממלכתי-עברי: אסטרטגיית חדשנות והובלה

החינוך הממלכתי-עברי הוא הזרם הגדול ביותר במערכת החינוך הישראלית ומתאפיין בגישה פתוחה יחסית לחדשנות טכנולוגית ובתשתיות דיגיטליות מפותחות בהשוואה למגזרים אחרים. עם זאת, גם בתוך מגזר זה קיימים פערים משמעותיים בין מרכז לפריפריה, בין שכבות סוציו-אקונומיות שונות ובין בתי ספר בעלי גישות פדגוגיות שונות. האתגר המרכזי בחינוך הממלכתי-עברי אינו בהכרח התנגדות עקרונית לטכנולוגיה, אלא הבטחת הטמעה שוויונית ואפקטיבית שתמנע הרחבת פערים קיימים. **נתונים מעידים כי ללא מיקוד בשוויון, עלולה החדשנות להעמיק אי-שוויון** – למשל, כ-16% מהמבוגרים בישראל חסרים אוריינות מחשב בסיסית (שיעור גבוה מהמוצע ב-OECD), ובפרט בקבוצות מוחלשות. לכן, ההטמעה צריכה להבטיח שכל בתי הספר והתלמידים בממלכתי-עברי יוכלו להפיק תועלת מבינה מלאכותית, בלי שהמובילות הטכנולוגית תישאר נחלתם הבלעדית של מוסדות חזקים במרכז.

אסטרטגיית ההטמעה בחינוך הממלכתי-עברי צריכה להתבסס על ניצול הפתיחות לחדשנות ועל התשתיות הקיימות, תוך מתן מענה ממוקד לצמצום פערים. מודל **“המעגלים המתרחבים”** המתחיל בקבוצה מובחרת של בתי ספר מובילי חדשנות שימשו כמעבדות פיתוח וכמרכזי הפצה, יתרחב בהדרגה לכלל המערכת. יש לוודא שבין בתי הספר המובילים נכללים גם בתי ספר מהפריפריה הגיאוגרפית והחברתית, כדי למנוע ריכוז של החדשנות רק במוסדות חזקים ומבוססים. במקביל, נדרשת **תוכנית ייעודית לצמצום פערים דיגיטליים**, שתכלול השקעה דיפרנציאלית בתשתיות טכנולוגיות בבתי ספר בפריפריה, הכשרה אינטנסיבית למורים במוסדות אלה וליווי צמוד של צוותי הוראה וניהול בתהליך ההטמעה. צעדים אלה מהדהדים המלצות מדיניות בינלאומיות הקוראות להשקיע בתשתיות ובמיומנויות באזורים ובאוכלוסיות מוחלשות, כדי שכולם יוכלו להשתתף בכלכלה ובחינוך הדיגיטליים. על מנת להבטיח אימוץ משמעותי של טכנולוגיות בינה מלאכותית בכל המגזר, יש לפתח **קהילות למידה מקצועיות** חוצות-בתי ספר, שיאפשרו למורים לחלוק ידע, ניסיון ומשאבים ולהפיץ חדשנות בין מוסדות חזקים לחלשים.

שיתוף פעולה עם **מרכזי חדשנות, חברות טכנולוגיה ומוסדות אקדמיים** יכול לספק לבתי ספר ממלכתיים גישה למומחיות ולמשאבים שאינם זמינים במסגרת התקציב הרגיל. עם זאת, יש לפתח בזהירות מודלים של שותפות עם התעשייה, להקפיד על האוטונומיה הפדגוגית של בתי הספר ולהגן עליהם מפני מסחור יתר של סביבת הלמידה. איזון בין ניצול יתרונות השותפות לבין שמירה על ערכי החינוך הוא חיוני; הניסיון בעולם מראה כי מדינות המעודדות מעורבות של המגזר הפרטי בהכנסת טכנולוגיות לחינוך מנסחות רגולציות ברורות למניעת השפעה מסחרית לא רצויה על תוכני הלמידה. לבסוף, חשוב להשקיע **בפיתוח מדדי הצלחה רב-ממדיים** להטמעה, מדדים המביאים בחשבון לא רק הישגים לימודיים סטנדרטיים, אלא גם התפתחות מיומנויות של המאה ה-21, מיומנויות דיגיטליות

ואוריינות מידע. מדדים כאלה ישמשו כלי להערכת האפקטיביות של ההטמעה ולהנחיית שיפורים מתמשכים, והם צריכים להיות מותאמים למגוון הגישות הפדגוגיות הקיימות בחינוך הממלכתי – מבתי ספר מסורתיים ועד מוסדות בחינוך דמוקרטי או אנתרופוסופי. שקיפות בתוצאות המדידה וניתוח נפרד לפי תתי-אוכלוסיות (למשל השוואת התקדמות בין אזורים או אוכלוסיות שונות) יהיו חשובים כדי לוודא שהמדדים אכן משקפים צמצום פערים ולא את העמקתם.

החינוך הממלכתי-דתי: אסטרטגיית איזון וסינרגיה

החינוך הממלכתי-דתי (חמ"ד) מתאפיין באתוס חינוכי המשלב מסורת ומודרנה, במבנה ארגוני מגובש יחסית והנהגה חינוכית ורבנית ברורה. בשנים האחרונות ניכרת במערכת החמ"ד פתיחות גוברת לחדשנות פדגוגית וטכנולוגית, לצד מחויבות עמוקה לערכים דתיים ומסורתיים. עם זאת, קיימת שונות בתוך החמ"ד – מבתי ספר בעלי גישה מודרנית ופתוחה ועד מוסדות ששומרים על קו שמרני וזהיר יותר ביחס לחידושים. האתגר המרכזי בהטמעת בינה מלאכותית בחמ"ד הוא יצירת **סינרגיה בין טכנולוגיה חדשנית לבין ערכים דתיים ומסורתיים** באופן המאפשר אימוץ כלים חדשים מבלי לערער על הזהות ועל המסר החינוכי-ערכי. דהיינו, יש להתמודד עם חששות לגבי תכנים לא הולמים או סתירה אפשרית לערכי הדת, ולקחת בחשבון את הצורך באישור והסכמה של סמכויות רבניות בתהליך השינוי.

נקודת המוצא לכל תהליך הטמעה בחמ"ד חייבת להיות **דיאלוג מכבד** עם הנהגת החמ"ד והקהילות הדתיות שהמוסדות משרתים. ככלל, מעורבות פעילה של בעלי העניין היא מפתח להטמעה מוצלחת של טכנולוגיות חדשות בהקשרים רגישים. לפיכך, מומלץ להקים **פורום משותף** של אנשי חינוך בכירים מהחמ"ד, אנשי רוח ורבנים מובילים ומומחי טכנולוגיה וחינוך, לצורך גיבוש מדיניות והנחיות לשימוש בבינה מלאכותית בחינוך הממלכתי-דתי. פורום כזה יכול לספק לגיטימציה רחבה לתהליך ההטמעה, לבנות מסגרת ערכית משותפת סביב הטמעת הבינה המלאכותית ולסייע בזיהוי פתרונות לבעיות אתיות וחינוכיות שיעלו לאורך הדרך. דוגמה מעולם הקהילה הקתולית מלמדת כי שילוב מנהיגות דתית בתהליך פיתוח המדיניות הטכנולוגית עשוי להקל על קבלת החידושים. בכנסייה הקתולית פורסמו הנחיות לשילוב טכנולוגיה בחינוך דתי תוך הדגשת ההזדמנות לחזק את האמונה באמצעים דיגיטליים. באופן דומה, פורום ההטמעה בחמ"ד יבדוק וימליץ כיצד בינה מלאכותית יכולה לתמוך בערכי החינוך הדתי ולא רק לאתגר אותם.

במקביל, יש להשקיע **בפיתוח והתאמה של כלי בינה מלאכותית ייעודיים לחמ"ד** – תכנים, יישומים וממשקי משתמש התואמים לערכי המגזר. למשל, פיתוח תוכניות לימודים המשלבות לימודי קודש עם כלים של בינה מלאכותית, תוך דיון בהיבטים האתיים וההלכתיים של הטכנולוגיה, יכול ליצור גשר חשוב בין עולם התורה לעולם המדע והטכנולוגיה. תוכנית כזו תאפשר לתלמידי החמ"ד להתנסות בפרויקטי בינה מלאכותית

במסגרת לימודי תנ"ך, תלמוד או מחשבת ישראל, בצורה שמתיישבת עם רוח המסורת. גם **הכשרת המורים** בחמ"ד צריכה להיות מותאמת לרגישויות המגזר: בהכשרות יש להדגיש דרכים לשילוב בינה מלאכותית בהוראת מקצועות קודש ובהקניית ערכים, ולספק למורים כלים להתמודד עם שאלות אתיות שיתעוררו בכיתה הדתית סביב שימוש בבינה מלאכותית, כמו סוגיית הסתמכות על מכונה מול פיתוח בחירה חופשית ואחריות אישית. גישה מומלצת היא הטמעה **גמישה ומדורגת**; לא לכפות קצב אחיד על כל בתי הספר, אלא לאפשר לכל מוסד בחמ"ד לבחור את הקצב והעומק המתאים לו בהתבסס על מאפייניו ורמת המוכנות של הקהילה שהוא משרת.

מוסדות חמ"ד מובילים, כגון ישיבות תיכוניות ואולפנות חדשניות, יכולים לשמש חלוצים (Pilot Sites) בהטמעת בינה מלאכותית. בבתי ספר אלו ניתן יהיה לפתח **מודלים ייחודיים** לשילוב בינה מלאכותית בהוראה ובלמידה הדתית, ולאחר בחינתם והפקת לקחים, להפיץ את המוצלחים שבהם למוסדות נוספים בכלל החמ"ד. למשל, בית ספר שיוציא לפועל תוכנית לימוד בתנ"ך בסיוע אלגוריתמים של ניתוח שפה, יוכל לשתף את המודל עם רשת בתי ספר דומים. בטווח הארוך, ניתן לשאוף לפיתוח גישה חינוכית ייחודית לבינה מלאכותית בחינוך הדתי, שתשמש השראה גם למערכות חינוך דתיות בעולם. בכך, החמ"ד עשוי לתרום מניסיונו לדיון הבינלאומי על אינטגרציית טכנולוגיה בחינוך הערכי ולהראות כיצד שמירה על זהות דתית יכולה ללכת יד ביד עם מצוינות טכנולוגית.

החינוך החרדי:

אסטרטגיית התאמה מכבדת ותועלת מעשית

החינוך החרדי מציב אתגר מורכב במיוחד בהטמעת בינה מלאכותית בשל הסתייגות עקרונית הרווחת בקהילה מטכנולוגיות חדשות ומהאינטרנט. במגזר זה, אמצעים דיגיטליים רבים נתפסים כאיום על אורח החיים המסורתי ועל ערכי הקהילה, ולכן השימוש בהם מוגבל מאוד ומפוקח באופן הדוק. עם זאת, בשנים האחרונות מסתמנת מגמה פרגמטית הולכת וגוברת בכל הנוגע להכשרה מקצועית ולשילוב בשוק העבודה. מגמה זו יוצרת פתח לאימוץ מוגבל ומותאם של טכנולוגיות חדישות גם בחברה החרדית. כך למשל, שיעור המשתמשים באינטרנט בחברה החרדית גדל בהתמדה: נכון ל-2023 מדווחים כ-68% מהחרדים הבוגרים על שימוש קבוע באינטרנט (לעומת 94% מהיהודים שאינם חרדים. במקביל, שיעור הגברים החרדים המשתתפים בכוח העבודה עדיין נמוך (פחות מ-50%) והעול הכלכלי של פרנסת המשפחה נופל לרוב על הנשים. נתונים אלה ממחישים את הצורך במדיניות מאוזנת, כזו המכירה ברתיעה התרבותית מטכנולוגיה, אך גם בתועלת המעשית הפוטנציאלית שהיא מציעה לקידום החינוך והתעסוקה במגזר.

האסטרטגיה להטמעת בינה מלאכותית בחינוך החרדי חייבת להתבסס על **כבוד עמוק** לאורח החיים ולערכים החרדיים, על שיח מתמיד עם מנהיגות רבנית, ועל הדגשת התועלת המעשית והכלכלית של הטכנולוגיה לצרכים שהקהילה מזהה כלגיטימיים. יש להכיר בכך שההטמעה תהיה בהכרח סלקטיבית ומוגבלת יותר מאשר במגזרים אחרים, אך עדיין

לשאוף למקסם את ההזדמנויות החינוכיות והמקצועיות שיוכלו לצמוח במסגרת המגבלות. **נקודת פתיחה** מומלצת היא הקמת ועדה משותפת של רבנים מובילים (המייצגים זרמים שונים בקהילה) ושל מומחי טכנולוגיה וחינוך המכירים את המגזר, זאת לשם גיבוש הנחיות והמלצות המותאמות לו. ועדה כזו, בדומה לפורום שהוצע בחמ"ד, תספק לגיטימציה חיונית לכל תהליך הטמעה ותבטיח שהשימוש בטכנולוגיה ייעשה בגבולות המקובלים על הקהילה. במילים אחרות, כל שלב בהכנסת בינה מלאכותית לחינוך החרדי ייבחן ויאושר על ידי סמכות רבנית כדי להגביר את האמון ולהפחית חששות.

במקביל, יש לעודד פיתוח של **מערכות "בינה מלאכותית כשרות"**, טכנולוגיות בינה מלאכותית מסוננות ומפוקחות, עם תכנים ויישומים המותאמים לערכי וצורכי הקהילה החרדית. רעיון זה מהדהד את מודל ה"טלפון הכשר" הנהוג בציבור החרדי, שבו המכשירים חסומים לגישה לאינטרנט ותכנים בלתי הולמים. באופן דומה, ניתן לפתח גרסאות "כשרות" של יישומי בינה מלאכותית: למשל, מנועי חיפוש ולמידה ממוחשבת הסגורים לאתרים ולתכנים פוגעניים, או מערכות בינה מלאכותית ללמידה שמתוכננות להימנע מנושאים רגישים. מערכות כאלה יוכלו לספק את היתרונות הלימודיים והמקצועיים של בינה מלאכותית (כגון תרגול מותאם אישית, סיוע בפתרון בעיות, ניתוח מידע מהיר) תוך מזעור הסיכונים של חשיפה לתכנים לא רצויים. חשוב להדגיש את **השימושים המעשיים** של בינה מלאכותית הרלוונטיים לחברה החרדית, כמו כלים להכשרה מקצועית בתחומים מקובלים בקהילה (הנדסת תוכנה, גרפיקה, ראיית חשבון וכדומה), שיכולים לסייע לצעירים לרכוש מיומנויות תעסוקתיות מבוקשות. זאת כמובן, **בהתאם לנורמות הנהוגות בקהילה**, כגון הקפדה על הפרדה מגדרית מלאה בכל היבטי ההכשרה והשימוש בטכנולוגיה (כפי שנהוג בקורסי מחשבים לנשים חרדיות) ושמירה על צניעות בסביבת הלמידה. דוגמה להצלחה אפשרית במודל זה ניתן לראות ברמה ההשכלתית הגבוהה: מוסדות כמו המרכז האקדמי לב (JCT) בירושלים מציעים תוכניות ייעודיות לסטודנטים וסטודנטיות חרדים בסביבה מותאמת, המאפשרות שילוב של לימודי קודש עם רכישת מקצוע טכנולוגי – בעקבות זאת 89% מהבוגרים החרדים שלהם משתלבים בתעסוקה מייד עם סיום הלימודים (77% מהם במקצוע שאותו למדו). הצלחות מסוג זה מדגישות כי **התאמה תרבותית** של סביבת הלמידה – קמפוס בהפרדה מגדרית ותוכנית גמישה לשילוב לימודי תורה – אינה עומדת בסתירה למצוינות טכנולוגית, אלא להפך – היא מהווה תנאי למיצוי הפוטנציאל התעסוקתי והלימודי במגזר החרדי.

יש לשקול גם הקמת **מרכזי למידה טכנולוגיים קהילתיים** בתוך הריכוזים החרדיים, בפיקוח רבני מלא. מרכזים אלה יספקו סביבת לימוד "מוגנת" ומבוקרת שבה צעירים וצעירות חרדים יוכלו להתנסות בטכנולוגיות בינה מלאכותית לצורכי למידה והכשרה מקצועית, מבלי לצאת מגבולות הקהילה. ניתן להקים מעבדת מחשבים עם תוכנות בינה מלאכותית כשרות בספריות ציבוריות או במתנ"סים חרדיים, שתשרת אברכים ובחורי ישיבה המעוניינים לרכוש מיומנויות תעסוקה. במרכזים אלה אפשר גם **להכשיר את המלמדים ואת המורות** בסמינרים החרדיים לשימוש מושכל בבינה מלאכותית בהוראה, תוך התמקדות ביתרונות הפרקטיים (כגון הכנת חומרי לימוד מותאמים אישית) ובדרכים לשלב את הטכנולוגיה ללא פגיעה במסורת הלימוד (לדוגמה, שימוש בכלי בינה מלאכותית להעמקת הלימוד בגמרא ולא כתחליף ללימוד עצמי). בנוסף על כך, **פיתוח יישומי בינה**

מלאכותית ייחודיים ללימודי קודש, כגון כלים לסייע בלימוד גמרא, הלכה ומקורות, יכול לשמש מנוף להגברת העניין והלגיטימציה של הטכנולוגיה בקרב שכבות שמרניות יותר. יישומים כאלה ידגימו כיצד טכנולוגיה חדשנית יכולה לשרת ולהעשיר את לימוד התורה, ולא לערער אותו, ובכך עשויים לקרב אפילו רבנים ובעלי השפעה לתמיכה זהירה ביוזמות הטמעה נוספות.

חשוב להכיר בכך שההטמעה במגזר החרדי תהיה **הדרגתית במיוחד** ותתקדם בקצב שונה בין תתי־זרמים וקבוצות שונות בקהילה. ייתכן שבמוסדות מסוימים (ישיבות תיכוניות חרדיות או מוסדות להכשרה מקצועית לנשים) נראה אימוץ מהיר יותר, ואילו בתלמודי תורה ובמוסדות בית יעקב השמרניים יהיה התהליך איטי, או לא יתרחש כלל. יש לאפשר גמישות מרבית ולהימנע מגישה אחידה לכולם. המפתח להצלחה יהיה בניית **אמון** לאורך זמן באמצעות שיתוף פעולה שקוף עם מנהיגי הקהילה בכל שלב, הדגשת סיפורי הצלחה של בוגרים וקהילות שנהנים מהטכנולוגיה והדגשת התועלת המעשית לצד כבוד מלא לערכים ולאורח החיים. במעקב ארוך טווח, ניתן יהיה למדוד התקדמות גם בכלים ייעודיים למגזר: למשל, שיעור הגידול בשימוש בגרסאות טכנולוגיה כשרות, מספר הצעירים החרדים הרוכשים הכשרה טכנולוגית, או השתלבותם במקומות עבודה איכותיים – כל זאת במסגרת גבולות ההלכה והקהילה.

החינוך הערבי: אסטרטגיית גישור פערים והעצמה

החינוך הערבי בישראל ניצב בפני אתגרים ייחודיים בהטמעת בינה מלאכותית. אלו נובעים בעיקר מפערים היסטוריים בתשתיות ובמשאבים, מאתגרי שפה, ומתתי־יצוג של החברה הערבית במוקדי קבלת החלטות והפיתוח בתחום הטכנולוגיה. מערכת החינוך הערבית סובלת זה שנים ממחסור **בתשתיות דיגיטליות**, כמו חיבור אינטרנט מהיר ומחשוב בבתי הספר, מחסור המשקף פערים רחבים יותר בין היישובים הערביים ליהודיים. דו"ח מ-2025 מצא כי יותר מ-152 אלף אזרחים ערבים בישראל חיים ללא גישה בסיסית לאינטרנט, וביישובים הבדואיים הלא מוכרים בנגב המצב חמור במיוחד. לפי אותו דו"ח, כ-25.2% מהאזרחים הערבים נסמכים על הטלפון הסלולרי כמקור עיקרי לחיבור אינטרנט – כפול משיעור התושבים היהודים, ובקרב הערבים בנגב – 42%.

הסתמכות גבוהה זו על אינטרנט סלולרי משקפת את חולשת תשתיות האינטרנט הקווי ביישובים הערביים וגורמת לכך שחלקים גדולים בציבור הערבי אינם נהנים משירותי תקשורת יציבים ומהירים. הפערים אינם מתבטאים רק בתשתית פיזית, אלא גם **במיומנויות הדיגיטליות**. מחקר עדכני שנערך במרכז הבינתחומי הרצליה העלה שרק 13% מהאזרחים הערבים בישראל מחזיקים ברמת מיומנויות דיגיטליות בינונית ומעלה, לעומת 59% מהיהודים הלא חרדים. יתרה מכך, לכשליש מהערבים בישראל אין כלל גישה לאינטרנט ביתי, ו-87% מהערבים בגילאי 25–64 אינם יודעים לבצע פעולות דיגיטליות בסיסיות כמו שליחת מייל, קניית ברשת או השתתפות בלמידה מקוונת. נתונים אלה

ממחישים כיצד הפער הדיגיטלי עלול להוסיף ולהנציח פערים חברתיים-כלכליים בין החברה הערבית ליהודית, אם לא יינקטו צעדי מדיניות תקיפים לצמצום.

עם זאת, לצד זיהוי הפערים, חשוב להכיר **בפוטנציאל ובכוחות** הקיימים בחברה הערבית לקראת אימוץ טכנולוגיות חדשניות. החברה הערבית בישראל מייחסת לחינוך חשיבות גבוהה כמנוף לקידום ולניעות חברתית, ורואים זאת במוטיבציה הרבה של תלמידים ומשפחות להשקיע בלימודים ובהישגים. בעשורים האחרונים חלה עלייה מרשימה בהשכלה בחברה הערבית: שיעורי ההשתתפות וההצלחה בבחינות הבגרות במדעים ובמתמטיקה גדלו ופערי ההישגים בתחומים אלה הצטמצמו ביחס למגזר היהודי. כמו כן, נרשמה עלייה ניכרת בשיעור הצעירים והצעירות הערבים הפונים להשכלה גבוהה ולימודי הנדסה ובשיעור בעלי התארים בחברה הערבית. למעשה, שיעור הלומדים מקרב החברה הערבית במוסדות ההשכלה הגבוהה בישראל נמצא במגמת גידול מתמדת, והדבר מעיד על חתירה למצוינות ועל שאיפה להשתלבות בתחומי ידע מתקדמים. נתונים אלה ממחישים שהחברה הערבית משופעת בכישרונות בתחומי ה-STEM (מדע, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה) שיכולים לתמוך בהטמעה מוצלחת של טכנולוגיות חינוכיות חדשות, בהינתן התשתית והתמיכה המתאימות.

לפיכך, אסטרטגיית ההטמעה בחינוך הערבי צריכה לשלב בין **גישור פערים** לבין **העצמה והכרה בפוטנציאל הייחודי** של המגזר. הצעד הראשון חייב להיות **השקעה משמעותית בתשתיות הדיגיטליות** בבתי ספר וביישובים ערביים, במטרה לצמצם את הפער המיידי בקישוריות ובציוד. הממשלה כבר החלה בצעדים בכיוון זה במסגרת תוכניות חומש לפיתוח כלכלי בחברה הערבית. אושר תקציב ייעודי של 600 מיליון ש"ח להגברת שילובם של ערבים בהייטק, כולל השקעה בתוכניות חינוך טכנולוגי ותשתיות מתאימות. השקעות מסוג זה יש להפנות גם אל בתי הספר על ידי פריסת רשתות אינטרנט מהיר בכל בתי הספר הערביים, הקמת מעבדות מחשבים חדשניות ופינוק למידה דיגיטליות בכל מוסד, וסבסוד ציוד קצה (טאבלטים, מחשבים) לתלמידים באזורים מוחלשים. במקביל לשדרוג התשתית, נדרשת **השקעה בפיתוח והתאמה של יישומי בינה מלאכותית בשפה הערבית**. כיום, חלק גדול מכלי הבינה המלאכותית, כמו עוזרים קוליים, פלטפורמות למידה מותאמת ותוכנות זיהוי דיבור וטקסט, אינם תומכים היטב בערבית או בתכנים תרבותיים רלוונטיים לחברה הערבית בישראל. שיתוף פעולה בין אקדמאים ומפתחים ערבים לבין גורמים ממשלתיים ועסקיים יכול לקדם פיתוח אלגוריתמים ומאגרי מידע בערבית, כך שהתלמידים והמורים במגזר יוכלו ליהנות מכלי בינה מלאכותית המותאמים להם בשפתם. דוגמאות לכך יכולות לכלול מערכות תרגום ולמידת שפה המותאמות לדיאלקטים ערביים מקומיים, או תוכנות ללמידת מדעים שמתייחסות לקונטקסט חברתי-תרבותי ערבי.

הכשרת המורים בחינוך הערבי היא נדבך חיוני נוסף. תוכניות ההכשרה צריכות להיות **מודולריות ומדורגות** לפי רמות שונות של אוריינות דיגיטלית, משום שבקרב ציבור המורים הערבי קיים טווח רחב – ישנם מורים מומחי טכנולוגיה לצד כאלה שפחות מורגלים בכך. מומלץ לפתח **תוכנית העצמה למורים ערבים** בתחום הטכנולוגיה החינוכית, שתזכה לתמיכת משרד החינוך ותרוכז בשותפות עם מכללות להכשרת מורים מהמגזר. תוכנית כזו יכולה לכלול השתלמויות עומק לשילוב בינה מלאכותית בהוראה, חניכה אישית למורים

מובילים (Mentors) שידריכו עמיתים, ויצירת רשתות מקצועיות ויעודיות למורים ערבים בתחום הטכנולוגיה. דגש מיוחד יש לשים על **פיתוח מנהיגות טכנולוגית-חינוכית בתוך הקהילה**: מורים ומנהלים ערבים שירכשו מומחיות בבינה מלאכותית וביישומיה ויכלו להוביל את תהליך ההטמעה בבתי הספר, לשמש מודל לחיקוי עבור תלמידים ועמיתים, ולהיות קול מקצועי משמעותי המתווך בין הפיתוח הטכנולוגי ברמה הארצית לבין הצרכים בשטח. מהלך כזה יתרום גם לצמצום תחושת התתייגו של ערבים בתהליכי קבלת החלטות. וכשמומחים ערבים לחינוך ולטכנולוגיה יהיו חלק מובנה מהובלת החדשנות במערכת, תגדל ההזדהות והאמון בתהליך.

צעדי מדיניות נוספים צריכים לכלול הקמת **מרכזי מצוינות אזוריים לבינה מלאכותית** ביישובים ערביים מרכזיים. מרכזים אלה יהיו מצוידים במעבדות, בציוד ובתוכנות מתקדמות, וישמשו כמרכזי הדרכה והתנסות לתלמידים, למורים וגם להורים. הם יכולים לפעול אחר הצהריים כסוג של מרכז קהילתי טכנולוגי, שבו נערכים חוגים וסדנאות לתלמידים מצטיינים מכל רחבי האזור (למשל, מרכז מצוינות בנצרת שיגיש שירות לבתי ספר בגליל). מרכזי המצוינות יהוו גשר בין מערכת החינוך הערבית לבין האקדמיה והתעשייה ובסיס לשיתוף פעולה עם אוניברסיטאות. למשל, סטודנטים ערבים למדעי המחשב שינחו תלמידי תיכון בפרויקטי בינה מלאכותית, וכן שיתוף פעולה עם חברות הייטק – מנטורים מתעשיית ההייטק יכוונו קבוצות נוער בפיתוח מיזמים טכנולוגיים. **העצמת הנוער הערבי** לפנות למקצועות הבינה המלאכותית היא יעד אסטרטגי: תוכניות עידוד כמו מלגות ויעודיות לסטודנטים ערבים בתחומי הבינה המלאכותית, תוכניות התמחות (Internship) לסטודנטים ערבים בחברות טכנולוגיה, וירידי תעסוקה והכוון בקרב קהילות ערביות, ויכלו להגדיל את מספר הערבים המשולבים בתעשייה עתירת הידע. כיום רק כ-12% מהמשרות בהייטק מאוישות ע"י ערבים (נכון ל-2021) כך שפוטנציאל הגידול משמעותי. תכנון מדיניות נכון, הנתמך בתקציבים כמו אותם 600 מיליון ש"ח שאושרו, עשוי להכפיל ואף לשלש את מספר המהנדסים הערבים בהייטק בתוך שנים ספורות, צעד שיתרום לא רק לחברה הערבית אלא לכלכלת ישראל כולה.

תשומת לב מיוחדת יש לתת **לשיתוף ולרתימת ההורים והקהילה** בחברה הערבית לתהליך ההטמעה. רמות האוריינות הדיגיטלית בקרב ההורים בחברה הערבית משתנות מאוד. ישנם הורים צעירים ומשכילים השולטים בטכנולוגיה, לצד דור מבוגר יותר או אוכלוסיות כפריות שנחשפים אליה בצורה מוגבלת. כדי שהטמעת הבינה המלאכותית תהיה בת-קיימה, חשוב לפתח תוכניות הסברה והכשרה להורים, כמו סדנאות בערבית במרכזים קהילתיים על שימוש בטכנולוגיות למידה בבית, או ערבי הורים בבתי הספר שבהם מדגימים את הכלים החדשים ומסבירים את יתרונותיהם. **העצמת ההורים** תסייע להגביר את האמון והמעורבות שלהם בתהליך ולחזק את הרצף שבין בית הספר לבית. נוכחות הורים מעורים טכנולוגית יכולה לעודד תלמידים ולאפשר המשכיות של שימוש בכלי למידה חדשניים גם לאחר שעות הלימודים. מהלכים כאלה עולים בקנה אחד עם המלצות של גופי מחקר ערביים, שהדגישו את הצורך במעורבות הקהילה הערבית ובייצוגה בגיבוש מדיניות הדיגיטציה, כולל הקמת צוות לאומי ייעודי לנושא בהשתתפות נציגים ערבים.

לבסוף, ההטמעה בחינוך הערבי צריכה להיות מלווה **במנגנוני ניטור והערכה** הממוקדים

במיוחד במדדים של צמצום פערים והגברת שוויון ההזדמנויות. יש להגדיר מדדי הצלחה להטמעה שלא יצמצמו להישגים לימודיים כלליים, אלא יבחנו שיפור לאורך זמן בתחומים, כמו שיעור הבוגרים הערבים הפונים ללימודים גבוהים בתחומי טכנולוגיה והנדסה, שיעור ההשתלבות של צעירים ערבים בעבודות בהייטק ובתפקידים טכנולוגיים מגזר הציבורי, וכן התפתחות יוזמות טכנולוגיות וסטארטאפים מתוך החברה הערבית.

לדוגמה, אם בעוד חמש שנים נראה עלייה משמעותית במספר הסטודנטים הערבים במדעי המחשב או עלייה באחוז הערבים המועסקים בחברות תוכנה, נוכל לזקוף זאת בין היתר לזכות תהליכי ההטמעה במערכת החינוך. ניטור מתקדם יאפשר גם **התאמות נוספות** לאורך הדרך: אם אזור או בית ספר מסוים מפגר בהטמעה, ניתן יהיה לתגבר בו משאבים; אם יוזמה מסוימת (כגון מרכז מצוינות או תוכנית מנטורים) מוכיחה את עצמה במיוחד, ניתן יהיה להרחיבה לאזורים נוספים. שקיפות בנתוני המעקב ופרסומם לציבור, הן ברמה הארצית והן בקרב הקהילה הערבית – תגביר את האחריותיות (accountability) של מקבלי ההחלטות ותבסס אמון במטרת צמצום הפערים ואיתור האתגרים בזמן אמת.

הטיות נרטיביות במודלים בשפה הערבית: צורך בפיתוח מקומי מותאם

מלבד אתגרי השפה והפערים התשתיתיים, קיים קושי נוסף וייחודי באימוץ טכנולוגיות של בינה מלאכותית במערכת החינוך הערבית, והוא **הטיות נרטיביות** במודלים בשפה הערבית. רוב המודלים הגדולים מבוססי בינה מלאכותית, לרבות מודלים לשפה (LLMs) מאומנים על מאגרי טקסט ציבוריים ומסחריים ברשת. כאשר מדובר בשפה הערבית, מקורות רבים מגיעים מאתרים ותכנים מחוץ לישראל, ובעיקר ממדינות ערביות, שבהן השיח הפוליטי והתרבותי שונה באופן מהותי מזה שבישראל ולעיתים אף עוין אותה ואת אזרחיה הערבים. תכנים אלו עלולים לשקף **עמדות פוליטיות חד-צדדיות**, תיאורים מוטים של המציאות בישראל, ולעיתים אף מסרים אנטי-ציוניים ואנטישמיים, במיוחד כאשר השיח מתנהל בערבית.

מחקרים עדכניים אכן מזהים תופעה זו. דו"ח של ADL (Anti-Defamation League) מצא כי מודלים פופולריים כמו ChatGPT, Gemini ו-Gemini מפיקים תכנים בעלי נרטיבים אנטי-יהודיים ואנטי-ישראליים בשפה הערבית, גם כאשר אותם תכנים אינם מופיעים בשפות אחרות. בנוסף, מחקר שווייצרי מצא כי ChatGPT הערבי סיפק נתונים מוטים על סכסוכים מזוינים, הערכות מופרזות של מספר הנפגעים הערבים לעומת היהודים, וקידום פרשנויות בעייתיות של המציאות בשטח. דו"ח שפורסם ב-Harvard Kennedy School מצביע על כך שקהילות דוברות ערבית ברחבי העולם (כולל בישראל) חוות **חוסר עקביות במדיניות המידור (moderation)** של תכנים בשפתן, והדבר מגביר את תחושת האי-אמון בטכנולוגיה ובמערכות המייצרות אותם.

חשיפה לתכנים אלו, גם אם אינה מכוונת, עלולה לפגוע באמינות הלמידה, לערער על נרטיבים אזרחיים משותפים, ואף לעורר מתח פוליטי או תרבותי בכיתה. כדי להבטיח שימוש מושכל, מאוזן ובטוח בבינה מלאכותית במערכת החינוך הערבית בישראל, נדרש **פיתוח מקומי של מאגרי מידע בערבית ישראלית**, בשיתוף מוסדות אקדמיים מהחברה



• **צמצום פערים כעיקרון מוביל:** השאיפה לצמצום פערים דיגיטליים וטכנולוגיים בין מגזרים ואזורים צריכה להנחות את הקצאת המשאבים ואת תכנון התוכניות. הטמעת בינה מלאכותית צריכה לשמש כלי **לצמצום אי־שוויון** ולא להעמקתו. בליבת כל יוזמה תוצג השאלה אם וכיצד כיצד היא תורמת לצמצום פערים ולא להרחבתם. עיקרון זה מתכתב עם ערכי צדק חברתי ומניעת הפליה שבבסיס המדיניות הבינלאומית בתחום הבינה המלאכותית.

יישום עקבי של העקרונות הללו, תוך התאמת האסטרטגיות הייעודיות בכל מגזר, יאפשר הטמעה מוצלחת, מכבדת ושוויונית של בינה מלאכותית בכל מגזרי מערכת החינוך הישראלית. גישה דיפרנציאלית זו מכירה בשונות ומכבדת אותה, אך גם מבטיחה שכל תלמידה ותלמיד בישראל, בכפר בדואי בנגב, בקהילה חרדית בירושלים, בבית ספר דתי לאומי בבית שמש או בבית ספר ממלכתי בתל אביב – יזכו **להזדמנות שווה** לרכוש את המיומנויות והידע הנדרשים בעולם העתידי. גישה זו משקפת מחויבות לערכים של שוויון, כבוד הדדי ומצוינות, שצריכים להנחות את מערכת החינוך בכל תהליך של שינוי וחדשנות. היא מהווה גם נדבך במאמץ רחב יותר לשלב את החברה הישראלית כולה בצמיחה כלכלית וטכנולוגית ולהבטיח שאף מגזר לא ייוותר מאחור בעידן הבינה המלאכותית.

הערבית, אנשי תוכן, מורים ומפקחים. תהליך זה חיוני לא רק להבטחת דיוק תרבותי ולשוני, אלא גם ליצירת **נרטיב ישראלי ערבי פלורליסטי** בתוך המודלים עצמם, כזה המשקף את חיי היומיום, את השפה המדוברת ואת הזהות האזרחית והמורכבות של החברה הערבית בישראל.

מלבד זאת, יש להכשיר את המורים, במיוחד רכזי תקשוב ומובילי חדשנות, **לזיהוי הטיות נרטיביות ולטיפול פדגוגי מושכל בהן**. הכשרה זו צריכה לכלול כלים לזיהוי תכנים בעייתיים, דיון אתי־ביקורתי בשאלות של אמינות מידע ונקודת מבט, ופיתוח חשיבה ביקורתית בקרב תלמידים. גישה זו תאפשר לחזק את השימוש המושכל בטכנולוגיה גם במציאות מורכבת, מבלי לוותר על הערך החינוכי והפוטנציאל הפדגוגי של כלי הבינה המלאכותית.

עקרונות מפתח להטמעה חוצת־מגזרים

למרות ההבדלים המשמעותיים בין המגזרים, ניתן לזהות מספר **עקרונות יסוד** משותפים שצריכים להנחות את תהליך ההטמעה של בינה מלאכותית בכל חלקי מערכת החינוך:

• **כבוד לערכים ולתרבות:** הטמעת בינה מלאכותית צריכה להיעשות מתוך כבוד מלא לערכים, למסורת ולאורחות החיים של כל מגזר, **ללא ניסיון לכפות מודל אחיד**. הכרה בשונות התרבותית ובלגיטימיות של מגוון השקפות עולם היא תנאי הכרחי להטמעה מוצלחת. כל פתרון טכנולוגי ייבחן לאור התאמתו לרקע התרבותי של הלומדים.



• **שותפות אמיתית:** המגזרים השונים, על מנהיגי החינוך, המורים, ההורים וגורמי הקהילה שבהם, צריכים להיות שותפים מלאים לתכנון, לפיתוח ולהטמעת הבינה המלאכותית, ולא רק צרכנים פסיביים של טכנולוגיות ותכנים שפותחו עבורם. שיתוף פעולה הדוק עם בעלי עניין מגביר את הרלוונטיות של הפתרונות ואת הנכונות לקבלם. ועדות ההיגוי בכל מגזר צריכות לכלול נציגים מהקהילה עצמה.



• **גמישות והתאמה:** אין פתרון יחיד המתאים לכולם. יש לאפשר גמישות והתאמה של מודלים ויישומי בינה מלאכותית לצרכים ולמאפיינים הייחודיים של כל מגזר, ושל מוסדות שונים בתוכו. למשל, כלי שמתאים לחטיבה בעיר חילונית מבוססת קרוב לוודאי לא יתאים לבית ספר כפרי בחברה הערבית או לשיבה חרדית, וצריך להתאים את הקצב, את היקף השימוש ואת אופי התכנים לכל הקשר.



• **שקיפות ודיאלוג מתמשך:** תהליך ההטמעה צריך להיות מלווה בשקיפות מלאה ובדיאלוג רציף עם כל בעלי העניין – מנהיגי חינוך, רשויות מקומיות, הורים והציבור הרחב. חשוב להתמודד באופן פתוח וכן עם חששות וביקורת, להציג בצורה מאוזנת את היתרונות ואת האתגרים הצפויים, ולספק מידע מהימן על השפעות הטכנולוגיה. גישה כזו תבסס אמון ותמנע הפצת מידע שגוי או שמועות.



Canada Digital Inclusion Strategy. Government of Canada, 2022.

UK Department for Science, Innovation and Technology. "UK Digital Strategy 2025." 2023.

Dutch Ministry of Education. "ICT and Inclusive Education." Policy Memo, 2022.

Anti-Defamation League. "Generating Hate? Anti-Jewish and Anti-Israel Bias in Leading Large Language Models." ADL, March 2024. <https://www.adl.org/resources/report/generating-hate-anti-jewish-and-anti-israel-bias-leading-large-language-models>

Swissinfo. "Swiss Study Finds Language Distorts ChatGPT Information on Armed Conflicts." March 28, 2024. <https://www.swissinfo.ch/eng/science/swiss-study-finds-language-distorts-chatgpt-information-on-armed-conflicts/88332931>

Elsawah, Mona. "Algorithmic Moderation of Arabic Content: How Platforms Shape Disinformation and Expression." Harvard Kennedy School, January 2024. https://www.hks.harvard.edu/sites/default/files/2024-01/24_Elsawah_0.pdf

Binns, Reuben. "Fairness in Machine Learning: Lessons from Political Philosophy." In Proceedings of the 2018 Conference on Fairness, Accountability and Transparency (FAT*), 2018.

OECD. "Skills for a Digital World." OECD Digital Economy Papers, No. 250, 2016. <https://doi.org/10.1787/5j1wqvhg3l31-en>

Israel Ministry of Communications. "Digital Inequality among Arab Citizens in Israel." Policy Report, 2023.

Israel Democracy Institute. "Arab Society in Israel: Indicators of Integration and Inequality." 2024. <https://www.idi.org.il/articles/51047>

Israel Innovation Authority. "Human Capital Report 2023." <https://innovationisrael.org.il>

The JCT Report on Ultra-Orthodox Employment and Education, 2023. <https://www.jct.ac.il/en/orthodox-employment-report>

Israel Ministry of Education. "Digital Learning Policy in the Arab Sector." Internal Guidelines Document, 2024.

UNESCO. "AI and Education: Guidance for Policymakers." 2021. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377071>

מהפכת הבינה המלאכותית כבר כאן, והיא אינה שאלה של "אם", אלא של "איך" נבחר להגיב. מערכת החינוך בישראל ניצבת בשלב זה על סף שינוי עמוק, המצריך לא רק עדכון של תכנים וכלים, אלא חשיבה מחדשת על עצם ייעודה של מערכת החינוך, על תפקידה בחברה ועל הדמויות המרכזיות הפועלות בתוכה. בעידן של שיבוש טכנולוגי מואץ, השאלה האמיתית היא אם נבחר להוביל או להיגרר ואם נשתמש בבינה המלאכותית כדי להעמיק פערים או כדי לצמצם אותם. הבחירה, כפי שנחשף לאורך המסמך, אינה טכנולוגית בלבד; היא ערכית, פדגוגית ולאומית.

במהלך המסמך הוצגו ארבעה פרקים המקיפים את לב השיח הציבורי והמערכתי סביב בינה מלאכותית וחינוך. פרק הרקע (פרק 1) הציג את קצב ההתפתחות הגלובלי והצורך המהותי במוכנות מערכתית, תוך כדי הצצה לנעשה במדינות שכבר פועלות בנתיב זה. פרק המיפוי של מערכת החינוך (פרק 2) חשף את הריבוי, הפיצול והמורכבות של הגופים הפועלים במערכת, ואת הצורך הדחוף בתיאום בין-מערכתי. פרק תפקיד המורה (פרק 3) הדגיש את מרכזיותו של המורה כמוביל שינוי ולא כמיישם טכנולוגיה בלבד. ופרק האוכלוסיות השונות (פרק 4) הראה כי אין פתרון אחיד וכי חובה להתאים את המדיניות לגיוון החברתי, התרבותי והלשוני של תלמידי ישראל.

מסקנות מרכזיות

הטמעה חכמה של בינה מלאכותית במערכת החינוך דורשת לא רק תשתיות טכנולוגיות, אלא גם תשתיות אנושיות, ערכיות ותרבותיות. מורים, מנהלים ורשויות מקומיות הם חוד החנית, אך הצלחתם תלויה בהובלה מדינתית ברורה, בהכשרה מתאימה ובהשקעה ממושכת. ישראל אינה מדינה הומוגנית; מגזרים כמו החברה החרדית, החברה הערבית ותלמידי הפריפריה זקוקים לפתרונות מותאמים, מתוך הבנה ששוויון הזדמנויות אינו אחידות. לצד זאת, נדרש דיון מחדש במטרות החינוך: אילו כישורים נרצה לטפח בדור הבא בעידן שבו המידע פתוח, הניתוחים מואצים ויצירה וקטיבה מתווכות על ידי מכונות?

המלצות קריטיות למימוש

המסמך ממליץ על גיבוש תוכנית לאומית כוללת לשילוב בינה מלאכותית בחינוך, בתמיכת הממשלה, משרד החינוך ומובילי השדה. תוכנית זו צריכה לכלול תקצוב ייעודי להכשרת מורים, הסדרה רגולטורית של כלים ואתיקה, התאמות מגזריות לשימוש בטכנולוגיה ויצירת שיתופי פעולה בין כלל השחקנים: מדינה, רשתות חינוך, רשויות מקומיות ואזריות, חברה אזרחית ותעשייה. תהליך כזה צריך להוביל לאקוסיסטם חינוכי לומד, גמיש ומתעדכן, שבו בינה מלאכותית אינה רק טכנולוגיה אלא כלי פדגוגי ותרבותי לקידום מטרות חינוכיות עמוקות.

צעדים מיידיים לביצוע

כדי להפוך את התובנות והעקרונות שגובשו במסמך זה לתשתית פעולה אמיתית, יש להתחיל כבר כעת בצעדים ישימים שיניחו את היסודות להובלת תהליך עומק רחב. אחד הלקחים המרכזיים מהתבוננות במערכות חינוך מובילות בעולם, כפי שהודגם בפרק הראשון, הוא שההיערכות לעידן הבינה המלאכותית אינה יכולה להמתין לגיבוש תוכנית מושלמת. המדינות שפעלו מהר, גם אם בצעדים ראשוניים, הצליחו לבנות מומנטום, להפיק לקחים מהשטח ולבסס מדיניות מבוססת התנסות. ישראל צריכה ללכת בדרך דומה, אך בקצב שמכבד את המורכבות של מערכת החינוך המקומית.

הצעד הראשון, שיש בו ערך מעשי אך גם סימבולי, הוא הקמת צוות בין-משרדי שירכז את המענה הלאומי לשילוב בינה מלאכותית בחינוך. צוות זה, שיקלוף נציגות משרד החינוך, משרד האוצר, משרד החדשנות, המדע והטכנולוגיה, רשויות מקומיות, רשתות חינוך וארגוני חברה אזרחית, יוכל לפעול כשולחן עגול שמקדם תיאום בין שחקנים. היעדר תיאום הוא אחד החסמים המרכזיים שזוהו בפרק השני, ואילו שותפות רחבה תאפשר לא רק לקבל החלטות מושכלות, אלא גם לייצר אמון בשטח המתקשה לעיתים להבין את כוונות המדיניות או להרגיש חלק ממנה.

במקביל, יש להתחיל במיפוי לאומי עדכני של השימושים בבינה מלאכותית במערכת החינוך, לא כאיסוף נתונים טכני בלבד, אלא ככלי אסטרטגי להבנת המציאות. כפי שראינו בפרקים 2 ו-3, קיים פער מהותי בין מוסדות, זרמים, מגזרים ואזורים גאוגרפיים, פער שבמקרים מסוימים אף העמיק בעקבות שימוש לא מוסדר בטכנולוגיות חדשות. מיפוי נכון יאפשר להבחין בין יוזמות שטח חדשניות לבין אזורים שבהם קיים קיפאון או רתיעה, ויהווה בסיס לתכנון עתידי מותאם.

צעד שלישי נוגע לחשיבה הפרקטית על שינוי: פיתוח והפעלת פיילוטים יישומיים בכמה מסגרות חינוכיות, תוך שיתוף פעולה עם רשתות החינוך והרשויות המקומיות. הפיילוטים, שיכלולים להיבנות סביב שימושי מגזר, גיל או צרכים פדגוגיים שונים, יאפשרו למידה חיה מתוך השטח, בשונה מתכנון מדיניות מנותק. פרק 4 במסמך מדגיש את החשיבות בפיתוח מודלים מגוונים, מותאמים לתלמידי החברה החרדית, דוברי הערבית ויישובי הפריפריה. הפיילוטים יכולים לשמש כמעבדות חינוכיות, שבהן ניתן לבחון בפועל את האיזון בין חדשנות וזהירות, בין טכנולוגיה וערכים.

לבסוף, חשוב להקים מנגנון מתמשך של תיעוד, הערכה ולמידה, מעין מסד נתונים פתוח שיאפשר להבין מה עובד, מה לא ולמה. אחת הסכנות המרכזיות בשילוב טכנולוגיה, שעלתה שוב ושוב מתוך המסמך, במיוחד בפרקים 1 ו-3, היא פעולה מתוך אינטואיציה או התלהבות רגעית מבלי לבחון את ההשפעות בפועל. מנגנון למידה מתמשך יוכל להזין את קובעי המדיניות בנתונים, לעזור לעצב הכשרות מורים על בסיס צרכים אמיתיים ולחבר בין יוזמות אזריות לתמונה ארצית כוללת.

צעדים אלו – צוות מתכלל, מיפוי לאומי, פיילוטים מגזריים ומנגנוני הערכה – אינם רק



ליצירת קשר
fellow-bachar@jdc.org
www.bachar-fellowship.org



אמצעים ליישום. הם לב ליבה של התפיסה שמציע מסמך זה: מערכת חינוך גמישה, קשובה לעצמה, נעה בזהירות אך לא נרתעת, ופועלת מתוך תחושת שליחות מוסרית ולא רק מתוך תכתיב טכנולוגי.

סוף דבר

המסמך שלפנינו נכתב מתוך הכרה שהבינה המלאכותית היא לא עוד שדרוג טכנולוגי אלא גל צונמי של ממש, ששוטף את המערכות הכלכליות, החברתיות והחינוכיות בעולם כולו. כמו כל צונמי הוא מתחיל בעוצמה, בהתלהבות, בסקרנות ובאינספור ניסויים, אך עוצמתו האמיתית מתגלה רק כאשר הוא מכה בחוף. השאלה איננה אם הגל יגיע, אלא אם נהיה מוכנים לעמוד מולו, או שמא נישאב לתוכו מבלי שהספקנו להתארגן.

עבור מדינה כמו ישראל, השאלה הזו היא קיומית. היכולת שלנו להיערך לעידן הבינה המלאכותית אינה רק תנאי לחינוך טוב יותר אלא תנאי לביטחונה הלאומי של המדינה. במציאות שבה עוצמה טכנולוגית היא משאב אסטרטגי, ומיומנויות אנושיות מותאמות הן בסיס לחדשנות, ליצירתיות ולהגנה – הופכת מערכת החינוך להיות קו ההגנה הראשון, לא רק נגד בורות או פערים, אלא נגד שחיקה של היתרון היחסי שלנו כמדינה שמבוססת על הון אנושי איכותי, יוזמה וחשיבה ביקורתית.

דווקא מתוך ההבנה הזו עולה גם התקווה. יש לנו הזדמנות היסטורית לבנות מערכת חינוך שמכירה בכוחו של הגל, אך אינה נבהלת ממנו; שמבינה שבינה מלאכותית יכולה להחליף משימות, אך לעולם לא תחליף משמעות; שמחזקת את האדם ולא רק מעצימה את הכלי. אם נפעל כעת, באומץ, בתבונה ובשיתוף פעולה, נוכל להפוך את הצונמי הזה ממפץ מאיים לגל שיישא את מערכת החינוך הישראלית קדימה לעידן שבו תלמידות ותלמידים מכל רחבי הארץ, מכל מגזר, לומדים, יוצרים וחולמים לא רק עם המכונה, אלא בזכות המורה, בזכות הקהילה ובזכות אמונה עמוקה ביכולתה של ישראל להוביל גם בעידן הבינה המלאכותית.