

# כשירויות מורים ותלמידים בעולם רווי בינה מלאכותית

מפת ידע

גרסה 3.0

יפעת פילו, ד"ר איל רבין

שותפים לכתיבה: ד"ר עמיר גפן, ד"ר ישי מור



## פתיחה

'מפת ידע' זו מהווה תשתית הכוללת ידע תיאורטי ומחקרי לצד ידע יישומי מהשדה והיא נועדה לספק מסגרת מושגית וסקירת המצב הקיים לניסוי 'כשירויות מורים ותלמידים בעולם רווי בינה מלאכותית'. ניסוי זה נערך בשותפות של אגף מחקר, פיתוח ניסויים ויוזמות עם המינהל הפדגוגי, משרד החינוך. הניסוי בוחן היבטים שונים הנוגעים לשימוש בטכנולוגיית הבינה המלאכותית (Artificial Intelligence – AI) ולכשירויות הנדרשות ממורים ותלמידים בעת השימוש בטכנולוגיה זו.

כחלק מהיוזמה של משרד החינוך להתאים את ההוראה, הלמידה והערכה לעידן הבינה המלאכותית ישנו צורך ליצור מסגרת המגדירה מה הן הכשירויות, הידע, המיומנויות, הערכים והגישות הנדרשות ממורים ותלמידים בעידן רווי בינה המלאכותית במסגרת החינוך הבית ספרי ולבחון את תקפותה. צורך זה מגדיר את שאלות המחקר המלוות את הניסוי. במהלך הניסוי, נשאל ביחד עם שותפי המחקר, מהי אוריינות בינה מלאכותית? מהן המיומנויות, הידע, הערכים והגישות הנדרשות ממורים ותלמידים בעידן רווי בינה מלאכותית? מהן יכולות הליבה של המיומנויות? ומהן הפעולות המרכיבות כל יכולת ליבה?

בינה מלאכותית (ב"מ; AI) הפכה לאחרונה למוקד מרכזי של תשומת לב ציבורית ותקשורתית. משרד החינוך עוסק בנושא זה והסדרתו מזה מספר שנים, מספק הנחיות ליצירת מדיניות בקרב ציבור המורים והנחיות מעשיות, פרקטיקות הוראה, למידה והערכה באמצעות ב"מ.

גופים בינ"ל כאונסקו (UNESCO) זיהו את "הופעתה של קבוצה של מיומנויות אוריינות בינה מלאכותית הנדרשות לשיתוף פעולה אפקטיבי בין אדם למכונה" והמליצו "לנקוט פעולות מוסדיות כדי לשפר את אוריינות הבינה המלאכותית בכל שכבות החברה". הנחת המוצא היא שמורים לא יוחלפו על ידי מכונות, אך יש "לבדוק ולהגדיר באופן דינמי את תפקידי המורים והכישורים הנדרשים בהקשר של מדיניות מורים. כמו כן, יש לחזק מוסדות להכשרת מורים ולפתח תוכניות מתאימות לבניית יכולות כדי להכין את המורים לעבוד באחריות וביעילות במסגרות חינוך עשירות בבינה מלאכותית." (UNESCO, 2023).

מטרת מפת הידע הינה לייצר מערכת מושגית שתסביר את רכיבי הכשירות הנדרשת ממורים ותלמידים בעידן הב"מ. המפה תגדיר את הידע, המיומנויות, הערכים והעמדות שעל המורים להחזיק כדי להבין את משמעותה ותפקידיה של הב"מ בחינוך ולנצל את הב"מ במעשה ההוראה בצורה אחראית, אתית ואפקטיבית. כמו כן, תגדיר מפת הידע את מסגרת הכשירות הנדרשת בעידן הב"מ מתלמידי בית הספר ותבטא את הידע, המיומנויות, הערכים והעמדות שתלמידים צריכים לרכוש כדי להבין ולעסוק באופן פעיל עם ב"מ בצורה אתית, בטוחה ומשמעותית בחינוך ומחוצה לה.

שתי המסגרות, למורים ולתלמידים, יונחו על ידי עקרונות זכויות אדם והצורך להגן על כבוד האדם ופרטיותו ולחזק את הפעלנות האנושית (Human agency).



## תוכן עניינים

<b>2</b>	<b>פתיחה</b>
<b>3</b>	<b>תוכן עניינים</b>
<b>4</b>	<b>1. בינה מלאכותית בחינוך</b>
4	1.1. מהי בינה מלאכותית?
5	1.2. יישומי בינה מלאכותית בחינוך
<b>6</b>	<b>2. בינה מלאכותית יוצרת</b>
6	2.1. מהי בינה מלאכותית יוצרת?
10	2.2. האתגרים אותם מציבה בינה מלאכותית יוצרת בכלל ובחינוך בפרט
20	2.3. יישומי בינה מלאכותית יוצרת בחינוך
<b>23</b>	<b>3. מהי כשירות ומהם מרכיביה?</b>
<b>25</b>	<b>4. מהי כשירות בינה מלאכותית?</b>
<b>27</b>	<b>5. מודלים של כשירות בינה מלאכותית</b>
28	5.1. תפיסת הלמידה המתחדשת - משרד החינוך
29	5.2. כשירויות האדם ופדגוגיה בעולם שזור בטכנולוגיה - אגף המו"פ
31	5.3. מסגרות כשירויות בינה מלאכותית לתלמידים ומורים - ארגון אונסקו (UNESCO)
	5.4. מודל אוריינות בינה מלאכותית של המכון הטכנולוגי - ג'ורג'יה / Expressive Machinery Lab 33
36	5.5. דרוש: מודל יישומי של כשירות בינה מלאכותית
<b>36</b>	<b>6. תפקידה של מערכת החינוך בהכשרה לעולם רווי בינה מלאכותית</b>
<b>37</b>	<b>7. כיוונים להמשך</b>
37	7.1. מודל כשירות בינה מלאכותית למורים ולתלמידים
37	7.2. מימדים של הטמעה
<b>40</b>	<b>8. מקורות</b>



## 1. בינה מלאכותית בחינוך

### 1.1. מהי בינה מלאכותית?

ההמולה התקשורתית הרוחשת בשנה האחרונה סביב סוגיית הבינה המלאכותית (ב"מ) עשויה ליצור את הרושם שמדובר בסרט חדש מז'אנר המדע הבדיוני. אולם, יישומים ניסיוניים של ב"מ קיימים כבר מסוף שנות ה-60 של המאה הקודמת, ויישומים מסחריים מצליחים משנות ה-80. תהיה זו הנחה שגויה לזהות את הב"מ עם הבוטים ומחוללי התמונות הנמצאים כרגע בחזית. למעשה, כולנו משתמשים ביישומי ב"מ על בסיס יום-יומי: תכנון המסלול של ווייז, זיהוי עצמים על הכביש של מובילאי, המלצות סרטים בנטפליקס - כולם יישומי ב"מ. אם כך עולה השאלה, מהי ב"מ?

על פי מועצת אירופה, ב"מ היא "מכלול המחקרים המדעיים, התיאוריות, והפיתוחים שמטרתם לשכפל באמצעות מכונה יכולות קוגניטיביות שנחשבו ייחודיות לבני אדם"<sup>1</sup>. ארגון יוניסף מציע הגדרה מפורטת יותר: "ב"מ הינן מערכות מבוססות מכונה שיכולות, בהינתן מטרות מוגדרות על ידי האדם, לספק תחזיות, המלצות, או החלטות המשפיעות על סביבות אמיתיות או וירטואליות. מערכות ב"מ מקיימות איתנו אינטראקציה ופועלות על הסביבה שלנו, בין אם באופן ישיר או בעקיפין. לעתים קרובות הן פועלות באופן הנראה כעצמאי ויכולות להתאים את ההתנהגות שלהם על ידי למידה על ההקשר בו הן פועלות"<sup>2</sup>.

לרוב, כאשר מדברים על יכולות קוגניטיביות, כוללים בסל זה יכולות חישה (ראיה, שמיעה), ניהול ועיבוד מידע, תפקודים ניהוליים (פיתרון בעיות, קבלת החלטות), ותפקודים שפתיים. בדומה, הב"מ נמצאת בתחומים כגון עיבוד תמונה ווידאו ("ראיה מלאכותית"), עיבוד קול, עיבוד נתונים מורכב, תמיכה בקבלת החלטות ופתרון בעיות, עיבוד שפה טבעית, למידה מדוגמאות או מטעויות ועוד. ב"מ מסייעת בגילוי תרופות, נהיגה ברכבים אוטונומיים, מסחר אוטומטי, ניטור פשעים, אופטימיזציה של חקלאות, ועוד תחומים רבים. הב"מ גם נוכחת ומשפיעה בשדה החינוכי.

<sup>1</sup> <https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/glossary>

<sup>2</sup> <https://www.unicef.org/globalinsight/reports/policy-guidance-ai-children>

## 1.2. יישומי בינה מלאכותית בחינוך

המערכות הראשונות שעשו שימוש בב"מ לצורך הוראה, למידה והערכה נכנסו לשימוש בשנות ה-60 וה-70 של המאה שעברה. מערכות אלו כונו "מערכות הוראה אינטליגנטיות" (Intelligent tutoring systems) וברובן כללו מודל של הידע הנלמד ומערכת חוקים על פיה תכנים ומשימות הוצגו לתלמידים והותאמו להם אישית בהתאם לביצועיהם.

כיום, השימושים הנפוצים של ב"מ בחינוך כוללים (Holmes & Tuomi, 2022):

- **הוראה מותאמת אישית:** מערכות המבצעות הערכה מתמדת של יכולות הלומד והפערים בידע וביכולות שלו, ומציעות לו תכנים ופעילויות בהתאם.
- **אפליקציות ייעודיות:** כלים המנהלים אינראקציה עם הלומד בתחומי דעת מוגדרים, כמו מתמטיקה ושפה.
- **סימולציות:** משחקים וסביבות מציאות מדומה המדמים מצבים מורכבים וכוללים דמויות מלאכותיות.
- **תמיכה בלומדים עם מוגבלויות:** הנגשת תכנים ע"י הקראת טקסט, תמלול תמונות, וכד'.
- **צ'טבוטים:** מערכות המנהלות שיח דבור מוגבל על בסיס ניתוח שפה טבעית ומערכת מידע ממותגת, בדומה למערכות תמיכת לקוחות.
- **הערכה אוטומטית:** שילוב של ניתוח שפה טבעית ומערכות מבוססות חוקים להערכה אוטומטית של שאלות פתוחות בתחום דעת מוגדר. שקלול מורכב של גורמים שונים בקביעת ציון סופי.
- **בקרת אמינות:** זיהוי העתקות וכשלי מקוריות.
- **אוצרות משאבי הוראה:** חיפוש וניהול של משאבים בהתאם לצרכים והעדפות של המורה או הלומדים, כולל יכולות המלצה - בדומה למערכות קטלוג, כדוגמת אמזון או נטפליקס.
- **ניטור וניהול כיתה:** זיהוי תלמידים ממוקדי משימה לעומת כאלה שלא, ניתוח עבודה בקבוצות, ניטור עבודה של תלמידים בזמן אמת והצגת תמונת מצב עדכנית למורה.
- **אנליטיקות למידה:** שיקוף תמונת מצב אישית, כיתתי ומוסדית - לתלמיד, למורה ולמוסד. זיהוי חוזקות וחולשות, זיהוי תלמידים בסכנת נשירה או כישלון, הערכת אפקטיביות של משאבי ופעילויות למידה.
- **פיקוח מרחוק על בחינות:** ניטור פעילות הנבחנים מרחוק כדי לוודא הקפדה על הגינות.



- **תכנון והפקת פעילויות ומשאבים:** תכנון מערכת שעות, תכנון קורס ותכנון שיעור, כולל התאמה של משאבי למידה.
- **ביטחון:** ניטור מצלמות כדי לזהות איומים, אלימות או התנהגות מסוכנת.

בשנים האחרונות, וביתר שאת מאז נובמבר 2022, אנו עדים לכניסתה של ב"מ מסוג חדש - הב"מ היצורת. בינה זו מרחיבה את סל היכולות של הב"מ ואת יישומיה.

## 2. בינה מלאכותית יוצרת

בנובמבר 2022 שיחררה חברת OpenAI לציבור גרסה משופרת של יישום ChatGPT, המסוגל לנהל שיח בשפה טבעית על כל נושא. הבוט החדשני שבר את כל שיאי הפופולריות וצבר מיליון משתמשים בתוך 5 ימים, ולאחר חודשיים בלבד עלה מניין המשתמשים ל-100 מיליון. השפעתה של תוכנה זו אינה מסתכמת בכמות המשתמשים המרהיבה שצברה בזמן קצר אלא מתרחבת לשפה חדשה שחדרה ומשפיעה עמוקות על היבטים רבים בתרבות האנושית. המונח "ב"מ יוצרת", מטלטל ומטיל בספק תעשיות שלמות, פיתוחים ומקצועות רבים.

### 2.1 מהי בינה מלאכותית יוצרת?

ביקשנו מ ChatGPT להסביר מהי ב"מ יוצרת:

בינה מלאכותית יוצרת (Generative AI) מתייחסת לקטגוריה של אלגוריתמים בתחום הבינה המלאכותית, המסוגלים ליצור תוכן חדש ומקורי באופן אוטונומי. היא מבוססת על מודלים של למידת מכונה, בעיקר רשתות נוירונים עמוקות, שמאומנות על מגוון רחב של נתונים קיימים כדי לייצר תוצרים שלא היו קיימים קודם.

מאפיינים מרכזיים של בינה מלאכותית יוצרת כוללים:

1. **למידה לא מפקחת:** האלגוריתמים מתאמנים בדרך כלל במשימות ללא פיקוח, כאשר הם לומדים לזהות ולהעתיק דפוסים מתוך הנתונים, מבלי שמישהו מציין להם מה התשובה ה"נכונה".
2. **רשתות נוירונים עמוקות:** שימוש ברשתות נוירונליות מורכבות, המאפשרות ייצור של תוכן חדש תוך כדי שמירה על ריאליסטיות ואמינות.
3. **יכולת יצירה רחבה:** ב"מ יוצרת יכולה לייצר מגוון רחב של תוכן, כולל טקסטים, תמונות, מוזיקה, ואף מודלים תלת-ממדיים, תוך כדי שמירה על רמת יצירתיות וחדשנות גבוהה.



4. **יישומים מגוונים:** משמשת בתחומים רבים, כולל עיצוב גרפי, אמנות דיגיטלית, פיתוח משחקים, בדיקות בטיחות תוכנה, פיתוח תרופות, ואף במחקרים עתידיים. בקצרה, ב"מ יוצרת מייצגת פריצת דרך בתחום הבינה המלאכותית, והיא מאפשרת למכונות לחקות ולהרחיב את היכולת היצרית האנושית בדרכים שלא נראו קודם לכן.

כל אחד שישאל את הב"מ היוצרת את אותה השאלה, סביר להניח שיקבל תשובה שונה. הסיבה לכך היא שבניגוד למערכות מידע קודמות (מסדי נתונים, מנועי חיפוש) ב"מ יוצרת לא שולפת תוכן מתוך מאגרים קיימים, אלה **מייצרת תוכן חדש**. היכולת לייצר תוכן נסמכת על **למידת מכונה** - אלגוריתמים שמעבדים כמות נתונים גדולים, ומייצרים מודל שמאפשר לבבא נתונים עתידיים או לבצע פעולות על נתונים חדשים. במקרה של ב"מ יוצרת, לרוב נעשה שימוש באלגוריתמים ממחלקה שנקראת **למידה עמוקה** (Deep Learning) - במסגרתו נעשה **שימוש ברשתות נוירונים מלאכותיות** (Artificial Neural Network) עם מיליוני פרמטרים, כאשר כל נוירון יכול לתקשר עם מספר נוירונים אחרים במערכת, לבצע פעולות חישוביות פשוטות ולהעביר את המידע שהסיק לשאר הנוירונים. המונח "עמוק" מתייחס לכמות שכבות הנוירונים בשימוש המערכת.

מודל זה הוא **מודל מתמטי-חישובי שמתכלל את התוכן שהוא "לומד" במודל סטטיסטי**, והוא מאומן לייצר טקסט שנראה אמין ולא לספק תשובות נכונות. במסגרת האימון, המודל של רשת ה"נוירונים" משתפר ולומד לקבל החלטות מדויקות יותר.

השימוש בלמידה עמוקה שואף **לחקות** את הדרך בה המוח האנושי פועל, ולהשתמש ביעילות מבנה הנוירונים כדי להתגבר על אתגרים חישוביים מורכבים. עם זאת, חשוב להבדיל - המוח האנושי הוא מערכת ביו-אלקטרו-כימית מורכבת ביותר, שאנחנו לא לגמרי מבינים את דרכי פעולתה ולא מסוגלים באמת לחקות אותה בכלים חישוביים. רשתות נוירונים הן מכונות סטטיסטיות מורכבות מבוססות על אנלוגיה לרשתות הנוירונים הטבעיות, אך הדמיון בדרך פעולתם מוגבל.

מודלי שפה גדולים מדמים שיח אנושי, ולכן מספקים חווית משתמש ייחודית, נגישה ומעצימה. בין המודלים היוצרים ממשק שיחה עם המשתמשים, ללא כל צורך במיומנות הקודמת שלהם, קיים המודל ChatGPT ולידו צ'אטבוטים כמו בארד (Bard), קלוד (Claude), ובינג (Bing). למודלים אלו יישומים מגוונים, שנחשבו בעבר ליישומים שרק בני אדם יכולים לבצע. עדיין, חשוב להבחין בין התוצר לבין המנגנון הפנימי. הב"מ יודעת לחקות באופן טוב יותר ויותר את השיח האנושי, אך היא אינה "חושבת" כמו בן אדם. נכון להיום המוח האנושי מורכב בהרבה מן הב"מ.



ישנם כלי ב"מ אשר יודעים להמיר טקסט לתמונה, סרטון וידאו, קוד תוכנה, יצירה מוסיקלית ועוד. לדוגמא, DALL-E, Midjourney, Difussion models Runway, Firef, הם דוגמאות לבניה מלאכותית שהופכת משפט לתמונות דיגיטליות כפלט, Synthesia יוצרת סרטון וידאו, GitHub CoPilot יוצרת קוד תוכנה ו-MusicLM יוצרת יצירה מוסיקלית ברמה המשתווה לזו שיוצרים אמנים ואנשי מקצוע מנוסים.

בנוסף לכך מושקים עוד ועוד תוספים (Plugins) המאפשרים לכלים גישה בזמן אמת למידע מקוון. כלים אחרים, כדוגמת Code Interpreter, מוסיפים לכלים אלה יכולות מרחיקות לכת ביחס לגרסאות קודמות, כך שניתן לבצע באמצעות פעולות כגון ניתוח ויזואליזציה של נתונים, חילוץ טקסט מדימויים ועריכת וידאו.

### **בינה מלאכותית יוצרת לעומת מודלים קודמים של בינה מלאכותית**

בניגוד לב"מ מסורתית, ב"מ יוצרת מייצרת בפועל תוכן חדש, תגובות צ'אט, עיצובים, נתונים סינתטיים או זיופים עמוקים. ב"מ מסורתית מתמקדת באיתור דפוסים, בקבלת החלטות, בחידוד ניתוחים, בסיווג נתונים לאיתור הונאות, והיא התבססה על התאמה בין שאלות נפוצות ותשובות שנשלפות מתוך מאגר מוכן מראש<sup>3</sup>.

קיימים שלושה חידושים במודלים של ב"מ יוצרת לעומת המודלים קודמים<sup>4</sup>:

**כלליים ולא ספציפיים:** הנתונים שעליהם מתאמנים המודלים אינם ייחודיים למטרה מסוימת (דוגמת חיזוי סטטיסטי על שינויי מזג האוויר או מתן מענה לעבודות מתחום דעת מסוים). המודלים חולשים על כל רשת האינטרנט ועל כל הערכים הקיימים, לרבות ויקיפדיה, מחקרים בגוגל סקולר, מספר אדיר של ספרי עיון שלמים ועוד, מה שמאפשר מרחב שימושים עצום.

**נגישים ולא טכניים:** אין צורך לדעת לכתוב קוד כדי לחלץ מידע. המודלים מונגשים לקהל הרחב – ניתן לתקשר איתם, לשאול אותם שאלות מתחכמות ולבקש מהם לבצע משימות בשפה פשוטה. אם עד לתאריך 30.11.2022, מועד ההשקה של ChatGPT, אנשים שלא התנסו בעבודה עם תוכנה או

---

<sup>3</sup> שילוב בינה מלאכותית במוסדות להשכלה גבוהה אסטרטגיות מפתח, מרכז אדמונד דה רוטשילד לחיבור השכלה גבוהה ותעסוקה, פרויקט מינרווה. 2023. <https://bit.ly/3Rmq5L0>

<sup>4</sup> כהנא, ע. שורץ אלטשולר, ת. (2023). אדם, מכונה, מדינה: לקראת אסדרה של בינה מלאכותית. המכון הישראלי לדמוקרטיה. <https://www.idi.org.il/media/21222/human-machine-state.pdf>





בשיח עם ב"מ התקשו לעשות זאת, הרי שבשנה האחרונה גם ילדים בכיתה ח' יכולים להפעיל מערכות ב"מ יוצרת בצורה קלה וללא ידע טכני מורכב.

**יוצרים ולא תיאוריים:** למודלים יש יכולת ליצור תוצרים חדשים עם תוכן מקורי בתגובה לכל שאלה של המשתמש, כגון כתיבת טקסטים והערכתם, יצירת דימויים חזותיים ותבניות קול לצד כתיבת קוד לביצוע מטלות.

האפשרות לתקשר עם המודלים היוצרים באופן 'טבעי' מהווה פוטנציאל להעמקת יכולת החשיבה המופשטת ופיתוח רעיונות מורכבים. כך למשל ניתן להיעזר ב-ChatGPT כדי לבצע פעולות מתוחכמות ומורכבות באמצעות מחרוזת פרומפטים, גם כשמדובר במשימות רבות שלבים - הפלט של תת-המשימה משמש כקלט למשימה הבאה וכן הלאה.

### **יכולות כלי בינה מלאכותית הנמצאות כיום בשימוש**

כלים של ב"מ יוצרת משמשים כבר כיום ללימוד, הכשרה ויצירה, והיצע היישומים בתחום ועוצמתם צפוי להמשיך ולגדול. פיתוחם של כלים מתקדמים והשירותים שהם מאפשרים יוצרים שינוי אינטראקציה אדם-מחשב, היקף המשתמשים ובתפיסה הציבורית. ככל שמידע האימון מפורט, מדויק, ומקיף יותר, היכולות של המערכות הללו משתפרות.

בשרטוט שלהלן, אשר נדלה מתוך דו"ח המכון הישראלי לדמוקרטיה<sup>5</sup>, ניתן להבחין בתחזית יכולות הב"מ במרחבי היצירה השונים:

---

<sup>5</sup> כהנא, ע. שורץ אלטשולר, ת. (2023). אדם, מכונה, מדינה: לקראת אסדרה של בינה מלאכותית. המכון הישראלי לדמוקרטיה. עמ' 46 <https://www.idi.org.il/media/21222/human-machine-state.pdf>



	2030?	2025?	2023	2022	2020	לפני 2020	
טקסט	גרסה סופית של טקסט ברמה גבוהה מזו של כתב מקצועי	גרסה סופית של טקסט ברמה גבוהה מזו של אדם ממוצע	כתיבה משויפת במרחבים ספציפיים (למשל מאמרים מדעיים)	יכולות כתיבה ארוכות יותר "טיזת" שנייה	יכולות כתיבה בסיסיות "טיזת" ראשונה	איתור ספאם תרגום שאלות ותשובות בסיסיות	
קוד	מעבר ישיר מתיאור טקסטואלי למוצר מבוסס קוד, ברמה סופית טובה מזו של מפתח מיזמן	מעבר ישיר מתיאור טקסטואלי למוצר מבוסס קוד ברמת טיזת (text to product)	יותר שפות קוד יותר מרחבים ספציפיים	גרסאות קוד ארוכות דיוק טוב יותר	יכולת יצירה של קוד רב-שורות	שורה אחת	
תמונות	מוצר מוגמר ברמה טובה מזו של מעצבים, אומנים, צלמים ומקצועיים	מוצר מוגמר (מוצר מעוצב, תוכנית אדריכלית וכד')	טיזת (מוק'אפ) בתחומי העיצוב, האדריכלות וכד'	אומנות צילום			
וידאו ותלת־ממד	משחקי וידאו וסרטים ברמת גימור מקצועית	"טיזת" של תוכני וידאו ותלת־ממד	"טיזת" ראשונה של תוכני וידאו ותלת־ממד	ניסיונות ראשונים ליצירת מודלים תלת־ממדיים			

■ ניסיונות ראשונים ■ כמעט כאן, בשלבים מתקדמים ■ בשלבים מתקדמים

בנקודת זמן זו, מרחבי היצירה של ה"מ היוצרת מצויים כבר בשלבים מתקדמים, הן בנוגע לכתיבת טקסטים והן בנוגע לשימושים נוספים לרבות יצירת מצגות, הערכה ועוד. הצורך להטמיע את הכלים הללו צריך להיות חלק מעדכון מערכת החינוך ויצירת כלים לפיתוח תפיסות חדשניות במערכת.

## 2.2. האתגרים אותם מציבה בינה מלאכותית יוצרת בכלל ובחינוך בפרט

לצד הפוטנציאל האדיר הטמון במודלים של "מ יוצרת, מתגלים גם אתגרים - העיסוק בשאלת ההשפעה של ב"מ בכלל, ובתוך זה שאלות של אתיקה, הוגנות ושוויון מעסיקה ארגונים וממשלות ברחבי העולם. התחום של **ב"מ אחראית** כולל אוסף של הנחיות והמלצות כיצד להטמיע ולהשתמש בטכנולוגיה זו באופן מיטבי תוך צמצום מצבים מורכבים ומצבי פגיעה אפשריים.



המיקוד של מערכת החינוך בילדים והמיקוד של הטכנולוגיה בנתונים, יוצרת מורכבות יוצאת דופן וצורך בהבטחה של פרמטרים אתיים כולל הוגנות, פרטיות ואבטחת מידע, שקיפות, הסכמה וקניין רוחני<sup>6</sup>. השדה החינוכי מציג כמה רמות של מורכבות ביחס לסוגיות אלו<sup>7</sup>:

1. השדה החינוכי הוא **שדה ייחודי מכיוון שהוא עוסק בילדים**, שלכאורה היכולת שלהם להבין ולהסכים לסוגים שונים של יישומים של מערכות אלו היא מוגבלת, במיוחד לאור היותה של מערכת החינוך הישראלית מערכת ציבורית המחייבת את כלל התלמידים.
2. **איסוף נתונים לעומת הזכות להישכח** - מערכות ב"מ האוספות נתונים כל הזמן, עלולות לפגוע בזכות של תלמידים ותלמידות לפרטיות והזכות להישכח (Right to be forgotten) ולהתחיל מדף חלק בשלבים שונים של ההתבגרות שלהם.
3. **הסללה לעומת אוטונומיה** - מערכות ב"מ מייצרות תחזיות על בסיס נתונים קיימים, כך שהן עלולות להסליל תלמידים במסלולים ידועים מראש ולא לאפשר רמות שונות של בחירה ואוטונומיה.
4. מערכת החינוך עוסקת גם **בפיתוח מיומנויות שונות**, ביניהן גם כישורים חברתיים-רגשיים, טיפוח זהות עצמית, טיפוח אזרחים תורמים לחברה ועוד. כיצד כל אלה יבואו לידי ביטוי במערכי קבלת החלטה המשלבים אלגוריתמים, בינה מלאכותית ובני אדם, היא שאלה רחבה ומאתגרת המחייבת אותנו לעיסוק מוגבר והתאמה של דרכי ההוראה, הלמידה וההערכה של מיומנויות אלו.
5. **סוגיית ההטמעה** של מערכת ב"מ נוגעת לאיזון בין ערכים ומטרות שונים. מערכות חינוך נוטות להיות שמרניות, כך שההטמעה של טכנולוגיות חינוכיות הן לרוב איטיות ונוטות להשתלב במבנים קיימים מבלי לשנות באופן ממשי את המבנה הפדגוגי של הכיתה ושל דרכי ההוראה, הלמידה וההערכה. בעוד הטכנולוגיה מאיצה קדימה והלומדים חשופים ומשתמשים בה, נוצר פער ממשי!

---

Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019). Artificial intelligence in education: Challenges<sup>6</sup> and opportunities for sustainable development

<sup>7</sup>רמיאל, ח' (2023). *בינה מלאכותית בחינוך - היבטים של הוגנות ושוויון*, סקירת ספרות שהוגשה ללשכת המדען הראשי, משרד החינוך, ירושלים. <https://bit.ly/43SL9vB>



בשנת 2019 התפרסם דו"ח ועדת המשנה של המיזם הלאומי בנושא ב"מ, אתיקה ורגולציה<sup>8</sup>. הדוח של הוועדה מבקש להבטיח ששיקולים אתיים ישולבו בשלבי הפיתוח והתחזוקה של מוצרים משולבי ב"מ ומפורטים בו הערכים האתיים שיש לקדם. בהמשך ממליצים כותבי הדו"ח על הקמת גוף שיפקח על קיום ההמלצות. בדו"ח מפורטת רשימה של ערכים שעליהם מבקשת הוועדה להגן, וביניהם: **שמירה על הוגנות, שקיפות, בטיחות, חופש הבחירה, הקפדה על אבטחת מידע וזכויות אדם, לרבות שמירה על פרטיות, שלמות הגוף, זכויות אזרחיות ופוליטיות ושמירה על האוטונומיה אישית.**

## אתיקה

אתיקה בחינוך כוללת מגוון של היבטים הכוללים דאגה לשלום הלומדים, יחס הוגן, מניעת אפליה ושימוש ראוי בסמכות – כל זאת מתוך דאגה מרכזית לבריאותם, שלומם ולהתפתחותם התקינה של הלומדים<sup>9</sup>. כך גם בהקשר לב"מ בחינוך: כשאנו מפעילים מערכות מבוססות ב"מ בבתי הספר ובכיתות, עלינו לוודא כי הדבר לא יפגע בבריאותם, שלומם והתפתחותם התקינה של הלומדים. השימוש בב"מ צריך להתקיים באופן המאפשר שמירה על ערכים אלו תוך פיתוח מתמיד של הלומד והגנה על זכויותיו.

## פיקוח

עם ההופעה של ChatGPT שהשיקה חברת Open AI, החליטה מחלקת החינוך של מדינת ניו יורק, המייצגת את מערכת בתי הספר הגדולה בארה"ב, לחסום את הגישה של התלמידים לצ'טבוט החכם, בטענה שהוא מהווה "השפעה שלילית על התלמידים" ו"לא בונה כישורי חשיבה ביקורתית". ואכן, היו מוסדות חינוך, מחוזות, ואפילו מדינות שהעלו הצעות לאסור את השימוש בהם. חרף הפוטנציאל להשלכות ההרסניות, הניסיון למנוע את הגעתן של טכנולוגיות חדשות לידיהם של תלמידים וסטודנטים הוא בגדר ברכה לבטלה, בדיוק כפי שהיה הניסיון למנוע מהם לחפש תשובות לשיעורי הבית באינטרנט<sup>10</sup>.

---

<sup>8</sup> קרוין, נ. (2019). דו"ח ועדת המשנה של המיזם הלאומי בנושא בינה מלאכותית, אתיקה ורגולציה. נדלה מ: [https://www.gov.il/he/departments/news/artificial\\_intelligence](https://www.gov.il/he/departments/news/artificial_intelligence)

<sup>9</sup> אלוני, נ' (2016). אתיקה וחינוך. החינוך וסביבו, ל"ח, 375-371. [פורטל מס"ע | אתיקה וחינוך \(macam.ac.il\)](http://macam.ac.il)

<sup>10</sup> שילוב בינה מלאכותית במוסדות להשכלה גבוהה אסטרטגיות מפתח, מרכז אדמונד דה רוטשילד לחיבור השכלה גבוהה ותעסוקה, פרויקט מינרווה. 2023. <https://bit.ly/3Rmq5L0>



כדי לאכוף איסור גורף על שימוש בב"מ יאלצו מוסדות החינוך לעקוב, לתעד, ולמנוע את הגישה למגוון גדל והולך של תוכנות וטכנולוגיות. פיקוח יהיה בעייתי באותה המידה - מנהלים שירצו להסתמך על תוכנות לגילויי ב"מ כדי לזהות הונאה יגלו שתוכנות אלה אינן אמינות, ושהלומדים יכולים לרמות את היישומים האלה במאמץ אפסי מרגע שהם מבינים את אופן פעולתם. בנוסף, תוכנות גילוי ומעקב עשויות לשמור נתונים על תלמידים, סטודנטים, מורים ואנשי סגל ולהשתמש בהם בדרכים בלתי רצויות.

גישת הפיקוח יוצרת מנטליות של מרוץ חימוש, שבמסגרתה התלמידים, הסטודנטים וספקי הטכנולוגיות ימשיכו למצוא דרכים לעקוף את האיסורים וההגבלות שמטילים מוסדות החינוך. מכאן, שעל אנשי החינוך להגדיר מה פירושה של יושרה אקדמית בסביבה רוויה ביישומי ב"מ וב"מ יוצרת. הפרדיגמה המסורתית גרסה שעל הכותב ליצור את עבודתו בעצמו, ולציין במפורש כל תוכן שנוצר בידי אחרים. ואולם, זמינותם של כלים המאפשרים למשתמשים למנף את היצירתיות שלהם ולהימנע מההיבטים המייגעים יותר הכרוכים בתהליך הכתיבה, סביר שתשנה את הגישה למה שראוי ומה אינו ראוי במסגרת כתיבת טקסט ויצירת תוצרים יצירתיים אחרים.

יתרה מכך, כשהתלמידים של היום יתבגרו ויכנסו לעולם התעסוקה, מעסיקים יצפו מהם לדעת כיצד חושבת הב"מ וכיצד להשתמש ביישומי ב"מ. סביר שלאחר שהיא תאומץ בקנה מידה רחב, תיצור הב"מ שינוי מהותי בשוק עובדי הידע (knowledge worker) ותעלה את החשיבות של מיומנויות שאילת שאלות, חשיבה יצירתית, חשיבה ביקורתית ופתרון בעיות מורכבות. זאת לצד העצמה של יכולות לקביעת יעדים וחשיבה מוסרית, במטרה להותיר אצל בני האדם את קבלת ההחלטות אותן לא נרצה שיתקבלו בידי מערכות הב"מ לבדן. גם היכולת להבחין בין כלים טכנולוגיים המשתמשים בב"מ ושאינם עושים בה שימוש הינה הכרחית וכן היכולת לתקשר באופן מיטבי, תוך מודעות עצמית ואינטליגנציה בין-אישית, כושר הובלה, שיתוף פעולה וניהול משא ומתן בחתירה להשגת מטרות משותפות, כל אלה הן דוגמאות למיומנויות שיוסיפו להיות רלוונטיות ונחוצות בעולם עבודה המשלב בב"מ.

## פרטיות ואבטחת מידע

מערכות ב"מ דורשות נגישות לכמויות נרחבות של נתונים, אשר עשויים לכלול מידע אישי של תלמידים ואנשי חינוך. לכן, יש לתת את הדעת לסוגיות הנוגעות לאבטחת מידע, אופן השימוש במידע אישי, קביעת הרשאות ונגישות לסוגי מידע שונים.



כלי בינה מלאכותית תלויים בקיומו של מסד נתונים רחב על מנת לבצע ניתוחים ותחזיות ולהציע פתרונות. מסד נתונים עבור מערכת החינוך יכול לכלול פרטים שונים; מנתוני למידה, עד פרטים אישיים שונים ואפילו נתונים ממשרדים שונים, כדוגמת מידע רלוונטי ממשרד הבריאות. לכן, השימוש במערכות ב"מ בחינוך מעלה מגוון סוגיות הנוגעות לשמירה על הפרטיות, כמו איזה מידע נאסף, כיצד לאבטח את המידע שנאסף, אופן השימוש במידע אישי, קביעת הרשאות ונגישות לסוגי מידע שונים<sup>11</sup>.

הסדרה הכללית להגנה על מידע GDPR General Data Protection Regulation<sup>12</sup> הנה רגולציה הגנת הפרטיות האירופית המקובלת גם בישראל. הסדרה זו מכילה הוראות מחייבות החלות על גופים שונים האוספים ומעבדים מידע אישי, בר זיהוי, המצוי ברשת אודות אזרחי האיחוד האירופי בכל נושאי פרטיות ואבטחת המידע. מטרת הרגולציה הינה להגן על האזרחים בכל הקשור לעיבוד וחשיפת המידע האישי שלהם, תוך החזרת השליטה ואפשרות הבחירה בכל הנוגע למידע האישי שחשוף ברשת הדיגיטלית.

הסדרת הנושא של פרטיות ואבטחת מידע היא יסוד קריטי בביסוס של שימוש ביישומי ב"מ באופן אתי ובטוח, בעיקר כשמדובר במערכת החינוך. הסדרה זו צריכה לכלול כללים ברורים בסוגיות הבאות:

- איזה מידע נאסף והאם הוא מקושר עם מידע אישי של התלמיד/מורה?
  - שיתוף מידע והרשאות נתונים - למי יש נגישות למידע? מה הם הכללים לשימוש בנתונים בבית הספר, במטה החינוך או בחברות פרטיות?
  - מהם הבלמים והביטחונות שימנעו גניבה של מידע או מתקפות סייבר?
  - האם מתקיים תהליך של שיתוף ציבור בנוגע לנתונים שנאספים והתכלית להן הוא משמש?
  - שמירה על הזכות להישכח - האם נתוני החינוך של התלמיד נמחקים לאחר שסיים את לימודיו?
- פרטיות הופכת לסוגיה משמעותית כאשר נעשה שימוש בנתוני הלומדים כבסיס לאימון המודלים (בעיקר בתוכנות קוד פתוח, בהן פרטים אישיים חשופים לכל אחד). יש לתת תשומת לב מיוחדת

<sup>11</sup>North, C. (2018). Ten facts about artificial intelligence in teaching and learning

<sup>12</sup>The general data protection regulation. (2022). European Council

[/https://www.consilium.europa.eu/en/policies/data-protection/data-protection-regulation](https://www.consilium.europa.eu/en/policies/data-protection/data-protection-regulation)



ל'הלבנה' ואנונימיזציה של נתונים חינוכיים ומידע אישי (למשל באמצעים טכנולוגיים שמבצעים ערבול ושיבוש של מאגרי נתונים), ולאמץ את עיקרון 'המינימיזציה', המציע להשתמש במידע המינימלי הנדרש כדי להשיג את טובת הציבור ואת טובת המטרה לשמה נאסף.

מרבית המידע הנאסף במערכות מחשב מבוסס על השימוש בהן, והן מתעדות ויוצרות דו"חות רק על מה שקרה עליהן. עוזף וחוסר נתונים עלול ליצור תמונה מוטה וחלקית של התהליכים החינוכיים - אם הנתונים אינם מקיפים, איכותיים ומדויקים, או לוקים במהימנות ותקפות, מערכות ב"מ לצרכי למידה והוראה יספקו תחזיות לא מדויקות, שאף עלולות להוביל להטיות שונות, ולהוביל להחלטות הפוגעות בתלמידים. כך למשל, המערכת עלולה לתת המלצות וניתוחים שגויים לתלמידים מצד מערכות שאומנו על בסיס נתונים של קבוצות תלמידים מסוימות (סטריאוטיפים).

מסד נתונים צריך להיות מסוגל להפיק ניתוחים ברזולוציה נקודתית, עבור המורים והסגל האדמיניסטרטיבי, וברזולוציה רחבה, עבור קובעי מדיניות, וכן לשקף מגמות שונות בקרב קבוצות מגוונות, באופן אחיד - לפי חתכים של גיל, מגדר, מעמד סוציו-אקונומי, בעלי לקויות למידה, פליטים וקבוצות שונות, שבדרך כלל המידע שנאסף לגביהן הינו חלקי.

## הטיות

מערכות ב"מ תלויות במידע המוזן אליהן ובנתונים שמשמשים אותן לאימון לבניית מודלים ולקבלת החלטות אוטומטיות. מספרם של אנשי הטכנולוגיה המאמנים מערכות של ב"מ הוא קטן יחסית ואינו מייצג את מכלול הרבדים של החברה, התרבויות והקהילות. כתוצאה מכך, הטיות אנושיות משתכפלות גם למערכת הטכנולוגית.

מכאן שעולה סיכון להנצחת ואף הגברת אי-השוויון חברתי שמשקף בנתונים אלו - אם הנתונים המוזנים למערכת מכילים בתוכם הטיות או משקפים עיוותים ואי-שוויון בין קבוצות חברתיות הקיימות במציאות, המערכת תלמד הטיות וביטויי אי-שוויון אלו, תעתיק ותהדהד אותם. למשל, החלטות מוטות של מורים ובעלי תפקידים אחרים הופכות לבסיס נתונים להמשך, וכך אותן הטיות משוכפלות.

המידע נאסף ממאגרי מידע עצומים המצויים ברשת ללא כל בקרת איכות. די בכך שמידע יחזור על עצמו שוב ושוב, כדי שהמודל היוצר יציג אותו כמידע חיוני ורלוונטי. יש לציין כי נעשים ניסיונות רבים מצד מפתחים להתגבר על אתגר זה תוך אימון המערכות בנתונים אמינים כדי לדייק את המענים הקיימים.



היבט מדאיג עוד יותר הוא היכולת של כלי ב"מ לייצר תוכן מזיק, רעיל ופוגעני, ולשכפל סטריאוטיפים ותיאוריות קונספירציה המופצות באינטרנט. יישומים אלה יכולים גם להמציא תשובות מטעות או שקריות לחלוטין, משוללות כל בסיס עובדתי – הם אינם מסתמכים על מידע בדוק, אך מייצרים טקסטים כה משכנעים שלעתים נדרשת עין מיומנת במיוחד כדי להבחין בטעויות או בשקרים. בנוסף, יישומים אלה עלולים לערוך שגיאות בחשבון ובהיגיון פשוט, בין היתר, משום שלא תוכננו לבצע חישובים או להסיק מסקנות לוגיות, כי אם לייצר אוסף של תגובות סבירות למראה, בהסתמך על מידע האימון.

## שקיפות

בב"מ יש דבר מתעתע. החישוב הסטטיסטי שהיא מבצעת הרבה יותר מורכב ממה שהמוח האנושי יכול להכיל. ולכן במקרים רבים אופן קבלת ההחלטות של מערכות ב"מ רבות אינו שקוף (מתואר כ'קופסא שחורה' או היעדר יכולת הסבר), המשתמש לא מקבל הסבר כיצד המערכת הגיעה לתוצר מסוים. לדוגמה, המערכת תמיין תלמידים ללא יכולת לתת הסבר בנוגע לסיבות העומדות בבסיס המיון, דבר זה עלול להוביל לחוסר אמון במערכת או לחוסר אחריות על התוצרים שהיא נותנת.

כלומר מצד אחד עלולה להתפתח נטייה מוטעית להתייחס לתוצר של מערכות ב"מ, המנתחות נתוני-עתק במהירות כאמת מדעית, ולכן לא להפעיל מנגנוני בקרה הולמים או לא לזהות הטיות ועיוותים. אחד החששות הקשורים לכך הוא הבלבול האפשרי בין קורלציות וסיבתיות. מערכות ב"מ לא מתיימרות להציג הסברים לתופעות, אלא קורלציות. אלא שלמשתמשים אנושיים יש נטייה לראות בקורלציות הסברים וכך להצדיק פגיעות או הטיות<sup>13</sup>.

אחת הסוגיות המרכזיות בהקשר זה היא שאלת האמון של אנשים במערכות ב"מ – אמון גדול מדי מונע אפשרות לבקרה של המערכת והופך את השחקן האנושי ממחליט לטכנאי, ולעומת זאת חוסר אמון מעלה את האפשרות להטיות אנושיות נוספות, ולשימוש לא מושכל בב"מ<sup>14</sup>.

---

<sup>13</sup> רמיאל, ח'. (2023). בינה מלאכותית בחינוך – היבטים של הוגנות ושוויון. סקירת ספרות שהוגשה ללשכת המדען הראשי, משרד החינוך, ירושלים. <https://bit.ly/43SL9vB>

<sup>14</sup> Hosnagar, K. (2019). A human's guide to machine intelligence. New York: Viking





במחקר שנעשה במכון ויצמן<sup>15</sup> אשר בחן את שאלת האמון של מורים למדעים שהשתתפו בהכשרה מקצועית לשימוש בסביבת הלמידה PETEL המספקת הוראה מותאמת אישית, נמצא שהמורים אינם ששים לקבל המלצות מבוססות ב"מ כאשר המלצות אלו סותרות את הניסיון, האינטואיציה והידע הקודם שלהם על תלמידיהם. לעומת זאת, באופן פרדוקסלי, הם מצפים שב"מ תהיה נכונה לחלוטין, גם במצבים שאולי אמת מוחלטת לא קיימת. כלומר המורים שהשתתפו במחקר גילו אמון גבוה מאד במערכת הב"מ, אבל במצבים מסוימים אמון זה הושהה או בוטל. ממצאי מחקר זה מדגימים את המורכבות של שאלת האמון ושל היחסים שבין משתמשים שהם אנשי חינוך לבין המערכות הטכנולוגיות. ואת החשיבות של ההתייחסות לאופן בו תופסים המשתמשים את פעולת הבינה המלאכותית, את התוקף החינוכי שלה וכיצד הם פועלי עם ולצד הטכנולוגיה.

**ישראל** - במצב כיום לא ניתן לדעת מי כתב את התוצר - בן אנוש או מערכת ב"מ. חיוני שתהיה מדיניות ברורה בנושא העתקות ושימוש הוגן במודלים דוגמת ChatGPT. התפיסה כיום היא שכשנעזרים בבינה מלאכותית מחוללת טקסט דוגמת ChatGPT, יש לציין זאת, ולדווח על ה-prompts בהם נעשה שימוש בכדי לחולל את הטקסט. השימוש בכלים אלו חייב להיעשות באופן מושכל, ותוך היכרות ומחשבה על מגבלותיו.

## הוגנות ונגישות

אונסקו (UNESCO)<sup>16</sup> מגדירה את ההוגנות בחינוך באופן הבא: "הוודאות כי ישנה גישה שווה לחינוך איכותי כלפי כולם - כזה שיקדם הזדמנויות למידה לכל אורך החיים גם עבור אנשים עם מוגבלויות, עבור אנשים מקבוצות תרבותיות שונות ועבור ילדים במצבי סיכון".

בהקשר לכלי ב"מ יוצרת, עולה שאלה מרכזית לגבי נגישות - מרבית הכלים החינמיים נותנים מענה פחות איכותי מהכלים בתשלום, מה שנותן יתרון לתלמידים שיש באפשרותם לרכוש ולהשתמש בכלים מתקדמים יותר.

הטמעת מערכות לב"מ דורשת הכנה מקיפה של תשתיות. בתי ספר ברשויות מקומיות שנמצאות בדירוג סוציו-אקונומי נמוך, מתאפיינות בתשתיות טכנולוגיות רעועות, כגון רוחב פס ויציבות החיבור

---

Nazaretsky, T., Cukurova, M., Ariely, M., & Alexandron, G. (2021). Confirmation bias and trust: Human<sup>15</sup> factors that influence teachers' attitudes towards AI-based educational technology. In *CEUR* (Workshop Proceedings (Vol. 3042

Education 2030 - Incheon Declaration - Towards inclusive and equitable quality education and<sup>16</sup> lifelong learning for all. UNESCO, 2015. <https://bit.ly/3oUafa5>



לאינטרנט, אוריינות דיגיטלית נמוכה בקרב אנשי חינוך ותלמידים, פערי שפה, פערים תפיסתיים ותרבותיים, ומושפעים מהטיות (Bias) או אפליה של כלי ב"מ בקבוצות שאינן מקבלות ייצוג הולם בשלבי האימון של המערכת (כמו הטייה על בסיס מגדר)<sup>17</sup>.

בתי ספר צריכים פניות כדי להטמיע מערכות כאלו, ואלו הנותנים מענה לאוכלוסיות מוחלשות עוסקים פעמים רבים בהישרדות. לכן, בפועל, אוכלוסיות חזקות כלכלית עושות יותר שימוש בכלים טכנולוגיים מאחרות. למידה מסוג זה דורשת מהתלמידים לשלוט בכלי הלמידה, להיות בעלי ידע קודם ומיומנים במגוון אסטרטגיות למידה ובעלי יכולת להישאר במשימה למרות קשיים - מה שמאפיין לרוב ילדים להורים בעלי השכלה גבוהה.

עיקר ההבטחה של ב"מ לקידום הוגנות בחינוך, מתבססת על היבטים של שיפור וייעול השירותים החינוכיים והרחבת הנגישות אליהם, אולם ההיסטוריה של הטכנולוגיה החינוכית, מלמדת שהבטחה של אוטומציה של פעולות חינוכיות שמצד אחד מייעלת את הפעולה החינוכית ומצד שני משחררת את המורות מפעולות מסדר נמוך היא הבטחה שלא מומשה בטכנולוגיות קודמות, ובעיקר לא קידמה הוגנות ושוויון<sup>18</sup>.

מה שקובע תוצאות והישגים אינם הטכנולוגיה עצמה, אלא רכיבים מערכתיים וחברתיים שבתוכם הטכנולוגיה מוטמעת. הניסיונות של מערכות חינוך להשתמש בטכנולוגיה על מנת לקדם הוגנות ושוויון בעבר נכשלו בדיוק מכיוון שבדרך כלל כוחות חברתיים ושאלות מבניות לא נלקחו בחשבון על ידי קובעי המדיניות, יצרני הטכנולוגיה ומיישמייה. מכאן, לא ברור באיזה אופן מתייחדת הב"מ מטכנולוגיות אוטומטיות קודמות.

## הזיות של בינה מלאכותית

הואיל ומודל השפה מבוסס על ניתוח סטטיסטי ולא כמודל נתונים מבוסס עובדות, הוא עלול לסבול מתופעה המכונה "הזיות" (הלוצינציות)<sup>19</sup> ומשיב תשובות שאינן נכונות עובדתית. חשוב להדגיש כי התשובות אינן נובעות מתוך הבנה - לדוגמה, ChatGPT מפענח את הפרומפטים (prompts)

---

Warschauer, M. & Matuchniak, T. (2010). New technology and digital worlds: Analyzing evidence of equity in access, use, and outcomes. *Review of research in education*, 34 (1). Pp. 179-225. Retrieved from: [equity.pdf \(uci.edu](https://equity.pdf (uci.edu)

<sup>18</sup> רמיאל, ח'. (2023). בינה מלאכותית בחינוך - היבטים של הוגנות ושוויון, סקירת ספרות שהוגשה ללשכת המדען הראשי, משרד החינוך, ירושלים. <https://bit.ly/43SL9vB>

<sup>19</sup> יש לציין כי מתחילים לגבש פתרונות לבעייה זו. בנוסף בבינג יש יכולת לבחור מודל שיח עובדתי, יצירתי או מאוזן



בעזרת קשרים סטטיסטיים בין המילים וחלקי המילים שהוזנו במערכת - ולכן טמונה במודלים אלו סכנה של הפצת מידע מסולף (disinformation) ומידע מוטעה (misinformation) בציבור<sup>20</sup>.

## "הזרקת הנחיות"

הנחיות המכוונות את מודל השפה להתעלם ממנגנוני ההגבלה והבטיחות שלו עצמו, מאפשרות לרתום את ה"מ"מ עבור חילוץ ויצירת מידע פסול ואף פלילי, לרבות הפצת מידע שקרי ועוד<sup>21</sup>.

## היבטים משפטיים

אתגר נוסף עוסק בבעלות על הנתונים המשמשים לאימון המודלים<sup>22</sup>. היו אמנים שהביעו התנגדות לכך שיצירותיהם ישמשו לאימון מודלים של ב"מ יוצרת ללא הסכמתם באופן שעלול לאיים על פרנסתם, וחברות כגון אפל הורו לעובדיהן שלא להשתמש במודלים של ב"מ יוצרת בשל חשש מדליפת מידע. זכויות יוצרים וקניין רוחני ימשיכו להוות נושא למחלוקת בין יוצרים, חברות המאמנות ב"מ והקהילה המשפטית. עולם המשפט עוסק בבעיות נוספות בהקשר זה, כולל אי-דיוקים ותביעות הנכתבות על ידי כלי ב"מ יוצרת, שהן כה ארוכות ועמוסות עד שביכולתן לגרום לעצירה מוחלטת של ההליכים המשפטיים.

סביר מאוד שבמרוצת הזמן מרבית המגבלות הללו יתוקנו והביצועים ישופרו על ידי חוקרים ומפתחים הרואים בכך חשיבות. כבר עתה ניכר שיפור משמעותי בין גרסאות המודלים שהופיעו ברצף, ו-ChatGPT 4 מפגין ביצועים טובים בהרבה מאלה של ChatGPT 3.5 במגוון רחב של מבחנים מתוקננים. בינתיים, על המשתמשים להיות ערים למגבלות שצוינו וכן לכשלים אחרים, וללמוד כיצד להעריך את תוצרי ה"מ"מ היוצרת, תוך שימת לב לניואנסים ולתחכום, ככל שהטכנולוגיה ממשיכה ומתפתחת.

---

<sup>20</sup> כהנא, ע. שורץ אלטשולר, ת. (2023). אדם, מכונה, מדינה: לקראת אסדרה של בינה מלאכותית. המכון הישראלי לדמוקרטיה. עמ' 43. <https://www.idi.org.il/media/21222/human-machine-state.pdf>

<sup>21</sup> Carlini Et al (2023). Poisoning Web-Scale Training Datasets is Practical, available at <https://arxiv.org/abs/2302.10149>

<sup>22</sup> שילוב בינה מלאכותית במוסדות להשכלה גבוהה אסטרטגיות מפתח, מרכז אדמונד דה רוטשילד לחיבור השכלה גבוהה ותעסוקה, פרויקט מינרווה. 2023. <https://bit.ly/3Rmq5L0>



## 2.3. יישומי בינה מלאכותית יוצרת בחינוך

### 2.3.1. שילוב בינה מלאכותית יוצרת במערכות חינוך בעולם

חברת ההנחיות שפרסם לאחרונה ארגון אונסקו (UNESCO)<sup>23</sup> מצביעה על כך שהרגולציה העולמית לא עומדת בקצב בו מתפרסמים כלי ב"מ יוצרת (GenAI). ברוב המדינות חסרות תקנות לאומיות בנושא, מה שעלול להוות איום על פרטיות הנתונים של המשתמשים, לפגוע באימוץ הכלים באופן מושכל על ידי מוסדות החינוך, ולהוות איום על ערכי ליבה הומניסטיים המקדמים פעלנות אנושית, הכלה, שוויון, מגוון לשוני ותרבותי, ריבוי דעות וחופש הדיבור.

אונסקו קוראת ליישם פעולות מיידיות לתכנון מדיניות ארוכת טווח שתבטיח את מרכזיות האדם בפיתוח טכנולוגיות חדשות אלו. הם מציעים שורה של צעדים שמטרתם להסדיר את השימוש בב"מ יוצרת, כולל מתן חובה להגנה של פרטיות הנתונים והגבלת גיל המשתמשים, ומפרטים את הדרישות מספקי הב"מ היוצרת ביחס לשימוש אתי ויעיל של הכלים המפותחים בחינוך.

משרד החינוך הבריטי פרסם לאחרונה מסמך הצהרה הודן בהשלכות של ב"מ על החינוך<sup>24</sup>. לצד ההכרה בכך ששימוש נכון בטכנולוגיה, כולל ב"מ יוצרת, יכול להפחית את עומס העבודה במגזר החינוכי ולפנות זמן למורים, מה שמאפשר להם להתמקד בהוראה איכותית, מדגיש משרד החינוך הבריטי כי מוסדות החינוך והאקדמיה צריכים להמשיך לנקוט בצעדים למניעת רשלנות בשימוש בטכנולוגיה בדגש על הגנה על הלומדים והצוותים:

- נתונים אישיים ורגישים חייבים להיות מוגנים ולכן אסור שיכנסו לכלי ב"מ יוצרת.
- מוסדות חינוך צריכים לבדוק ולחזק את אבטחת הסייבר שלהם, במיוחד מכיוון שב"מ יוצרת יכולה להגביר את תחכום ההתקפות.
- מוסדות חינוך חייבים להמשיך להגן על תלמידיהם מפני תוכן מקוון מזיק, כולל זה שעשוי להיות מיוצר על ידי ב"מ.

<sup>23</sup> Guidance for generative AI in education and research, UNESCO, 2023

<https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research>

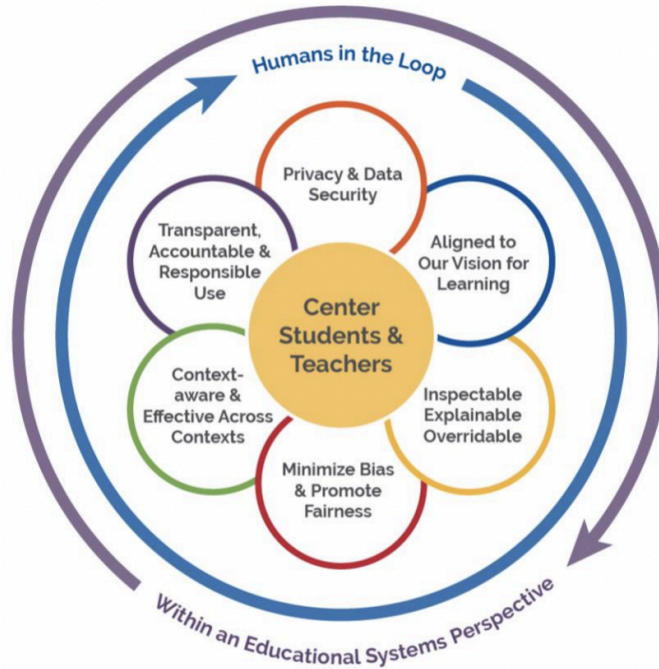
<sup>24</sup> Generative artificial intelligence in education Departmental. 2023. Department for Education. [statementhttps://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/1146540/Generative\\_artificial\\_intelligence\\_in\\_education\\_.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1146540/Generative_artificial_intelligence_in_education_.pdf)

משרד החינוך האמריקאי פרסם גם הוא מסמך תובנות והמלצות ביחס לעתיד הלמידה וההוראה בשילוב ב"מ יוצרת<sup>25</sup>, בדגש על כך שבני אדם הם אלו שמגדירים ומדייקים את השימוש הדרוש להם בכלי ב"מ, בהתאם לדגשים הבאים:

1. התאמת כלי הב"מ לחזון הלמידה ולמטרות החינוכיות של בית הספר, ולשיטות עבודה מומלצות ומבוססות ראיות בחינוך.
  2. אבטחת נתונים - שמירה על פרטיות הנתונים של התלמידים, אנשי הצוות ואנשים אחרים במערכות ב"מ יוצרת.
  3. יישומי ב"מ צריכים לעבור בדיקה של אנשי חינוך ביחס לאופן בו ישולבו בחינוך. אנשי החינוך צריכים לדעת להסביר את המלצותיהם באופן שיהיה מובן ויאפשר בחירה.
  4. מניעת אפליה - מפתחים צריכים לנקוט צעדים משמעותיים כדי למזער הטיות ולקדם הוגנות במערכות ב"מ בחינוך.
  5. מערכות בטוחות ויעילות - השימוש במודלים של ב"מ בחינוך צריך להיות מבוסס על ראיות לגבי יעילותם, בהתאם לסטנדרטים שכבר הוטמעו במערכת החינוך למטרות כאלו, ולהתאים ללומדים עם צרכים שונים ובמגוון מסגרות חינוכיות.
  6. שיקולים ומשובים אנושיים - שימוש אחראי ושקוף במערכות ב"מ דורש לשלב בלמידה גם אנשי חינוך, כדי להבטיח עדיפות לעקרונות וערכים חינוכיים.
- התרשים הבא משקף את העקרונות הללו:

---

Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning Insights and Recommendations.<sup>25</sup>  
Office of Educational Technology. 2023. <https://www2.ed.gov/documents/ai-report/ai-report.pdf>



### 2.3.2 שימוש בכלי בינה מלאכותית יוצרת בחינוך בישראל

בתוכנית העבודה של משרד החינוך לשנה"ל תשפ"ד, הוגדר היעד "שילוב ב"מ בתהליכי הוראה, למידה והערכה". במסגרת עבודת תת-ועדה ייחודיים<sup>26</sup> בנושא טכנולוגיות במשרד החינוך, הוגדרו מספר עקרונות לחדשנות, המהווים את התפיסה של ב"מ אחראית (Responsible AI):

- פרטיות ואבטחת נתונים: מדיניות ותקינה לאבטחת הפרטיות והמידע האישי של התלמידים.
- אישור תכנים: מדיניות ותהליכים לאישור וניטור התכנים בהם נעשה שימוש בבתי הספר.
- תקני ציוד והתקני קצה: פיתוח תקנים לחומרה והתוכנה בהם יעשה שימוש בבתי הספר, תוך בהתייחס לעלות ולזמינות של מכשירי קצה לתלמידים.
- היבטים חברתיים ורגשיים: התמודדות עם ההשפעות החברתיות והרגשיות של השימוש בטכנולוגיה על התלמידים, לרבות זמן מסך מוגבר, הסחות דעת וירידה באינטראקציה חברתית.
- הכשרת והסמכת מורים: קביעת מדיניות להכשרת והסמכת מורים לשימוש בטכנולוגיה.

<sup>26</sup>אסדרת טכנולוגיות בחינוך, מדיניות, עקרונות ותהליכים - לוועדת משנה. (2023). המכון לחקר עתידים בחינוך, אגף מחקר, פיתוח ניסויים ויזמות, המנהל הפדגוגי, משרד החינוך [pplx - Google Slides](#)

- הגדרת מטרות ותחומי שימוש: יש לקבוע ולהגדיר מראש את מהן המטרות המדויקות לשימוש בכלי הב"מ. כך למשל האם יש צורך להשתמש בה עבור כתיבה מטלות, הערכת מבחנים, יצירת תרגילים, או למטרה אחרת? הגדרת המטרות תסייע לכוון את השימוש ולמדוד את ההצלחה.
- הקשבה למורים ולתלמידים: כהמשך ישיר לנקודה הקודמת, יש לקחת בחשבון את המשוב המתקבל הן מהמורים והן מצד התלמידים בנוגע ליכולות הכלי, הכיוונים המועדפים והפוטנציאל לשיפור.
- שמירה על אחריות והוגנות: הב"מ היא כלי חזק שעשוי להשפיע על כלל המשתמשים. על כן, בעת הכנת התכנים וההערכה, יש להקפיד על שמירת הוגנות, שוויון ואחריות.
- נגישות ושוויון: אבטחת גישה שווה לטכנולוגיה לכל התלמידים, ללא קשר למצבם הסוציו-אקונומי ומגבלות אישיות.
- מדיניות שימוש בטכנולוגיה: יישום מדיניות בית ספרית לשימוש אחראי בטכנולוגיה, לרבות הנחיות להתנהגות תלמידים ושימוש במדיה חברתית
- תמיכה טכנית: מתן תמיכה טכנית נאותה למורים ולתלמידים

האתגרים אותם מציבה הב"מ בכלל והב"מ היוצרת בפרט בפני החברה ככלל ובפני מערכת החינוך בפרט, מעלה את השאלה מהי הכשירות הנדרשת בעידן רווי ב"מ ממורים ותלמידים ובאופן ספציפי, מהן המיומנויות, הידע, הערכים והגישות הנדרשים ממורים ותלמידים בעידן רווי ב"מ.

### 3. מהי כשירות ומהם מרכיביה?

כאמור, הב"מ המלאכותית בכלל והב"מ היוצרת בפרט, מעמידות בפני מערכת החינוך אתגרים מורכבים הדורשים כשירות חדשה - כשירות ב"מ. כשירות זו צריכה להגדיר את הידע, המיומנויות, הגישות והערכים הנדרשים ממורים ותלמידים בעידן רווי ב"מ.

המושגים, אוריינות וכשירויות, משמשות לסירוגין במסמכי מדיניות שונים. במקור התייחס המושג אוריינות לידיעת קריאה וכתיבה. כלומר, רכישת מיומנות של הבנת הנקרא והבעה בכתב. אולם, כיום, האוריינות אינה מתייחסת רק למיומנות הטכנית של הקריאה והכתיבה, אלא ליכולת של האדם

להשתמש במיומנויות אלו לצורך העברה וקליטה של מסרים<sup>27</sup>. במסמך זה נשתמש במושג כשירות כמושג הכולל בתוכו את הידע, המיומנות, הערכים והגישות הנדרשות לאדם בעולם רווי ב"מ.

פרויקט חינוך 2030 של ארגון ה OECD מגדיר כשירות (Competency) כתמהיל סינרגטי של ידע, מיומנויות, גישות וערכים המייצר יכולת התמודדות עם אתגרים מורכבים במציאות המשתנה<sup>28</sup>. **ידע** כולל מושגים, עובדות, רעיונות, תיאוריות והבנה המבוססת על ידע מצטבר בתחומי דעת שונים לרבות ידע תחומי, בינתחומי, אפיסטמי ותהליכי. **מיומנויות** הן היכולת לעשות שימוש בידע באופן אחראי כדי להשיג את מטרותיך. מיומנות מוגדרת כ"יכולת כללית הנרכשת בלימוד ואימון, אשר תומכת ומנחה חשיבה, למידה והתפתחות ללא תלות בסוג הידע הנדון, ניתנת להעברה בין תחומי דעת ומאפשרת לעשות שימוש יעיל והולם בידע, ניסיון וערכים, במגוון רחב של הקשרים עם זאת"<sup>29</sup>. פרויקט חינוך 2030 מחלק את המיומנויות למיומנויות קוגניטיביות, מטא-קוגניטיביות, חברתיות, ריגשיות, ופיזיות מעשיות. **גישות וערכים** הם העקרונות והאמונות המשפיעות על בחירותיו של האדם, אישיותו, התנהגותו ופעולותיו<sup>30</sup>. לפעול בכשירות משמעותה יכולותו של האדם להרכיב, לחבר, לשלב ולעשות שימוש מושכל בידע, מיומנויות, גישות וערכים לשם התמודדות עם אתגרים מורכבים במציאות המשתנה.



איור 2 - מודל כשירות - פרויקט חינוך 2030 OECD

<sup>27</sup> קניאל, שלמה. (2006). חינוך לחשיבה: חינוך קוגניטיבי לשליטה על התודעה. רעננה: רמות.

<sup>28</sup> פדגוגיה מוסת עתיד ספר 4, מערך המ"פ, משה"ח, תשפ"ב

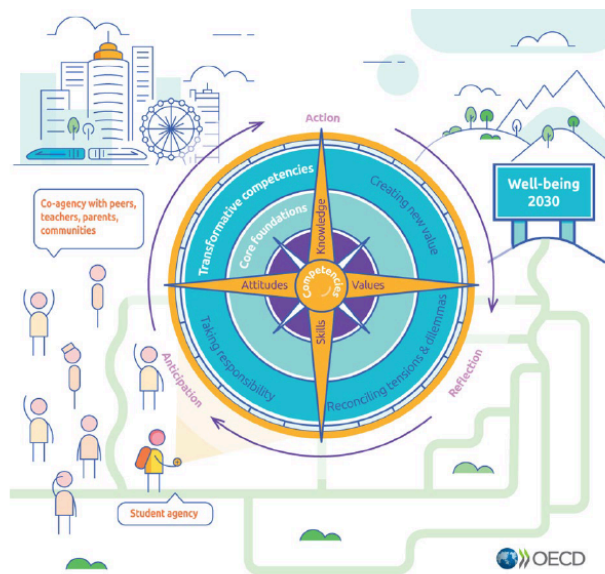
<sup>29</sup> מסמך מיומנויות דמות הבוגר. (2020). משרד החינוך, תש"ף.

[https://meyda.education.gov.il/files/Mazkirut\\_Pedagogit/MadaTechnologya/yesodi/boger2030.pdf](https://meyda.education.gov.il/files/Mazkirut_Pedagogit/MadaTechnologya/yesodi/boger2030.pdf)

<sup>30</sup> [https://mop.education/wp-content/uploads/2023/09/MOP\\_ZARKOR\\_qualifications\\_DOC.pdf](https://mop.education/wp-content/uploads/2023/09/MOP_ZARKOR_qualifications_DOC.pdf)



בבסיסו של מצפן הלמידה<sup>31</sup> של ארגון ה-OECD עומדת השאיפה ללומד פעלן, בעל יכולת ורצון להשפיע באופן חיובי על חייו, סביבתו והעולם כולו. הפעלנות מוגדרת כיכולת להציב מטרות, לשקף ולפעול באחריות כדי לחולל שינוי. הפעלנות כרוכה באקטיביות, קבלת החלטות באופן אחראי, עיצוב עתיד רצוי על פני פסיביות והליכה אחר תכתיבים שונים שהוכתבו לו. גם הפעלנות נרכשת באמצעות מיומנויות פיתוח ידע, עמדות וערכים. אלו קשורים להגדרת מטרות, ניטור, התקדמות, התמודדות עם כשלונות, שיקוף והערכה.



איור 3- מצפן הלמידה פרויקט חינוך 2030 ארגון ה-OECD

## 4. מהי כשירות בינה מלאכותית?

כשירות ב"מ הינה "מקבץ יכולות המאפשרות לאנשים להעריך באופן ביקורתי טכנולוגיות בינה מלאכותית, לנהל תקשורת ולשתף פעולה באופן אפקטיבי עם בינה מלאכותית ולהשתמש בכלי בינה מלאכותית לצרכי עבודה, למידה ותקשורת"<sup>32 33</sup>. על פי כתבי המאמר אוריינות דיגיטלית ואוריינות

31

[https://issuu.com/oecd.publishing/docs/e2030-learning\\_compass\\_2030-concept\\_notes?fr=xKAE9\\_zU1NQ](https://issuu.com/oecd.publishing/docs/e2030-learning_compass_2030-concept_notes?fr=xKAE9_zU1NQ)

Long, D., & Magerko, B. (2020, April). What is AI literacy? Competencies and design considerations.<sup>32</sup> (In Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems (pp. 1-16

<sup>33</sup> ליבוביץ' ל. (2023). האם צריך ללמד אוריינות בינה מלאכותית? <http://bit.ly/41nNK07>.

מידע הינן הכרחיות לכל מי שמתמשים ביישומי ב"מ. אולם, ניכר שישנם תחומי ידע, מיומנויות, ערכים ועמדות שיש לבחון את תקפותם לאור השינויים החלים בעידן הב"מ. יתרה מכך, מספר חוקרים מאמינים שיש להתייחס לחינוך לכשירות ב"מ כחשובה כמו אוריינות בקריאה ובכתיבה.

האופי הבין-תחומי של התחום הוא גורם נוסף שיש לקחת בחשבון. ניתן להגדיר כשירות ב"מ כמערכת של מיומנויות המאפשרות הבנה מוצקה של ב"מ באמצעות שלושה צירים (עדיפויות): למידה על ב"מ, למידה על איך ב"מ עובדת, ולמידה עבור חיים בעולם רווי ב"מ<sup>34</sup> <sup>35</sup>. הציר הראשון מתמקד בהבנת מושגי ב"מ וטכניקות המאפשרות להכיר אילו ארטיפקטים ואילו פלטפורמות משתמשות ב"מ ואילו לא. הציר השני, עוסק בהבנה של אופן הפעולה של ב"מ כדי ליצור איתה אינטראקציה אפקטיבית. הציר השלישי, מבקש להבין כיצד ב"מ יכולה להשפיע על חיינו, ומאפשרת לנו להעריך באופן ביקורתי את הטכנולוגיה שלה. ניכר מכך כי כשירות ב"מ חורגת מהשימוש ביישומי (אפליקציות) ב"מ בחינוך, כגון מערכות הדרכה אינטליגנטיות<sup>36</sup>.

ארגון ה-OECD מגדיר כשירות כיכולת של הלומד ליישם ידע וכישורים בתחומים שונים בחיי היום יום וכן לנתח, להסיק ולהסביר בצורה יעילה את הדרכים שבהן הם ניגשים לבעיות, מפרשים אותן ומצאים להן פתרונות במגוון מצבים<sup>37</sup>. בבואו להגדיר אוריינות דיגיטלית, מגדיר עשת<sup>38</sup> את המושג אוריינות כיכולת של האדם לעבוד באופן אוטומטי בתיווך קוגניטיבי מינימלי בתחום הדעת.

עם זאת, לנוכח הפיתוח המהיר והנמשך של טכנולוגיות דיגיטליות בעידן המודרני, אנשים נדרשים להשתמש במגוון הולך וגדל של מיומנויות טכניות, קוגניטיביות וסוציולוגיות לביצוע מטלות ולפיתרון בעיות בסביבות דיגיטליות. מיומנויות אלו מכונות בספרות "אוריינות דיגיטלית" (Digital literacy)<sup>39</sup>,<sup>40</sup>. עולה השאלה האם הפעילות בעולם רווי ב"מ דורשת אוריינות או כשירות מסוג חדש - כשירות ב"מ והאם הגדרתה של הכשירות רחבה דיה על מנת להכיל את משמעויותיה וצרכיה של מערכת החינוך בבואה לטפל בסוגיית הבינה המלאכותית.

<sup>34</sup> Miao, F., & Holmes, W. (2021). Artificial Intelligence and Education. Guidance for Policy-makers

<sup>35</sup> Long, D., & Magerko, B. (2020, April). What is AI literacy? Competencies and design considerations. (In Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems (pp. 1-16

<sup>36</sup> Du Boulay, B., & Luckin, R. (2016). Modeling human teaching tactics and strategies for tutoring systems: 14 years on. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 26, 393-404

<sup>37</sup> [https://meyda.education.gov.il/files/Rama/PISA\\_2018\\_Report.pdf](https://meyda.education.gov.il/files/Rama/PISA_2018_Report.pdf)

<sup>38</sup> Eshet, Y. (2004). Digital literacy: A conceptual framework for survival skills in the digital era. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 13 (1): 93-106

<sup>39</sup> Pool, C.R. (1997). A New Digital Literacy: A Conversation with Paul Gilster. Educational Leadership, 55 (3), 6-11

<sup>40</sup> Inoue, H., Naito, E., and Koshizuka, M. (1997). Mediacy: What it is? Where to go? International Information & Library Review, 29 (3-4), 403-413



הגדרת הכשירות והדגשתה את התמהיל הסינגרטי הנדרש מהאדם על מנת לפעול באופן אחראי ופעלני בעת השימוש בב"מ מקיף ותואם יותר את הסוגיה הנדרשת, מכאן שניסוי זה מבקש להבין את הכשירויות הנדרשות למורים ותלמידים בעולם רווי ב"מ.

## 5. מודלים של כשירות בינה מלאכותית

סקירות ספרות על ב"מ<sup>41</sup> <sup>42</sup> מצביעות על האופן שבו כשירות ב"מ נלמדת ומיושמת במערכות החינוך מסביב לעולם ומדגישות את הצורך במסגרות ומודלים המנחים את עיצוב תוכניות הלימודים וההוראה של כשירות ב"מ, תוך התאמה לצרכים ולהקשרים מקומיים.

בסקירה המבקשת להמשיג את כשירות הב"מ יש דגש על הצורך לחנך את הלומדים על מושגים, מיומנויות, ידע וגישות בסיסיות של ב"מ, כמו גם את היכולת ליישם ידע על ב"מ בתרחישים מעשיים ולהעריך את טכנולוגיות ב"מ, תוך מתן דגש, לארבעה היבטים מרכזיים לטיפול כשירות ב"מ: ידע והבנה, שימוש ויישום, הערכה ויצירה, וסוגיות אתיות. הסקירה מדגישה את חשיבות הכללת כשירות ב"מ בחינוך היסודי והעל-יסודי ובצורך לחנך הן אזרחים והן מדעני מחשב על אתיקה של ב"מ.

סקירה נוספת<sup>43</sup> מצביעה על שתי קבוצות עיקריות של גישות לכשירות ב"מ: חוויית למידה ופרספקטיבה תיאורטית. הקבוצה הראשונה כוללת התנסויות בלימוד מיומנויות טכניות, מושגיות ויישומיות בתחום עניין, בעוד הקבוצה השנייה חושפת מאמצים משמעותיים בעיצוב מודלים הממסגרים הצעות לכשירות ב"מ. הסקירה מדגישה את הצורך במסגרת מושגית תוך יכולת להנחות הצעות דיסקטיות שעוצבו על ידי מוסדות חינוך והגדרת תכנית לימודים מודולרית ומותאמת אישית. בנוסף, יש דגש על הפוטנציאל של כשירות ב"מ לשפר את הלמידה של מקצועות הליבה הדיסציפלינריים על ידי שילוב ב"מ בתהליך ההוראה, הלמידה והערכה.

ארגונים שונים יצרו מסגרות להתמודד עם סוגיית הב"מ בתחום החינוך. ראשית, נסקור את תפיסת הלמידה המתחדשת שפותחה במשרד החינוך ומגדירה את דמותו של בוגר מערכת החינוך הרצוי

Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W. & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100041. doi: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041>

Casal-Otero, L., Catala, A., Fernández-Morante, C. et al. AI literacy in K-12: a systematic literature review. *IJ STEM Ed* 10, 29 (2023). <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00418-7>

Casal-Otero, L., Catala, A., Fernández-Morante, C. et al. AI literacy in K-12: a systematic literature review. *IJ STEM Ed* 10, 29 (2023). <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00418-7>

בשנת 2030 ולאחר מכן נפרט על המודלים ספציפיים לכשירות ב"מ מהם יונק מחקר זה: כשירויות האדם ופדגוגיה בעולם שזור בטכנולוגיה של אגף המו"פ משרד החינוך, ומסגרות אוריינות ב"מ של ארגון UNESCO.

## 5.1 תפיסת הלמידה המתחדשת - משרד החינוך

כחלק מהערכות מערכת החינוך הישראלית, ובעקבות פרויקט חינוך 2030 של ארגון ה-OECD, משרד החינוך הגדיר במסמך "דמות הבוגר 2030"<sup>44</sup> 13 מיומנויות הרלוונטיות לדמות הבוגר המסיים את 12 שנות הלימוד במערכת החינוך. מיומנויות אלה, המכונות לעיתים אוריינויות, מחולקות לארבעה אשכולות: א. אשכול קוגניטיבי: אוריינות לשונית, אוריינות מתמטית, אוריינות מדעית, חשיבה ביקורתית, חשיבה יצירתית, אוריינות דיגיטלית ואוריינות מידע. ב. אשכול תוך-אישי: מודעות עצמית והכוונה עצמית. ג. אשכול בין-אישי: מודעות חברתית, התנהלות חברתית ואוריינות גלובלית. ד. אשכול גופני: אוריינות גופנית / בריאותית (ראה איור 4).



איור 4 - מיומנויות דמות הבוגר והבוגרת-תפיסת הלמידה המתחדשת- משרד החינוך

<sup>44</sup> מסמך מיומנויות דמות הבוגר. (2020). משרד החינוך, תש"ף.

משרד החינוך הגדיר כי "מטרה מרכזית של מערכת החינוך היא להכין את תלמידיה לחייהם הבוגרים, ולצייד אותם בידע, כישורים ומיומנויות אשר יאפשרו להם לשגשג כפרטים, לממש את הפוטנציאל שלהם, ולהיות אזרחים מודעים ומועילים לחברה כמכלול"<sup>45</sup>. מכלול השינויים במערכת החינוך נדרשת עקב התפתחויות טכנולוגיות ושינויים בשוק העבודה, ולכן יש מעבר מלימוד ידע ומיומנויות דיסציפלינריות ללמידת ידע ומיומנויות רחבות יותר, הנקראות "מיומנויות דמות הבוגר". מיומנויות אלו אינן מוגבלות לתחום ידע בודד וניתנות ליישום בהקשרים מגוונים, מה שמקנה לתלמידים כלים להתמודד עם אתגרים חדשים ולהתפתח באופן תמידי.

בחינה מעמיקה של מיומנויות אלה מראה כי כולן רלוונטיות גם לעולם רווי ב"מ. מכאן עולות שלוש שאלות מרכזיות:

1. האם וכיצד יש להתאים את 13 המיומנויות לעבודה בעולם רווי ב"מ?
  2. מהן המיומנויות שיש להוסיף על מנת שמורים ותלמידים יוכלו לחיות בצורה מיטבית בעולם רווי ב"מ?
  3. מה הם מרכיבי הידע, המיומנויות, הערכים והגישות הנדרשות על מנת שמורים ותלמידים יוכלו לתפקד באופן אחראי, פעלני ומיטבי בעולם רווי ב"מ?
- שאלות אלה נבחנו במודלים ספציפיים המגדירים מהי כשירות ב"מ ומהם רכיביה. מודלים אלה יסקרו בפרקים הבאים ויהוו בסיס למודל אשר יוגדר בסוף הניסוי שמפת הידע הזו היא בסיסו.

## 5.2. כשירויות האדם ופדגוגיה בעולם שזור בטכנולוגיה - אגף המו"פ

במסמך 'כשירות האדם ופדגוגיה בעולם שזור בטכנולוגיה'<sup>46</sup> מוגדר ממשק אדם-ב"מ כמתרחש כאשר ישנה אינטראקציה בין בני אדם ומחולל המושתת על ב"מ. מטרת האינטראקציה היא ייצור ידע, עבודה, יצירה ועוד. האינטראקציה עם הב"מ מחייבת רכישה של "שפה חדשה" ופיתוח כשירות חדשה הכוללת ידע, מיומנויות, גישות וערכים שיאפשרו שיתוף פעולה אופטימלי בין האדם למכונה. ככלל, נדרשת יכולת ונכונות ללמידה מתמדת בתחום המשתנה במהירות. מסמך זה מתייחס לממשק האדם-מכונה כמערכת יחסים מורכבת יותר מאשר שימוש בכלי גרידא. רכיבי **הכשירות שיתופיות אדם-בינה מלאכותית** להלן (ראה איור 5 כשירות אדם ב"מ):

<sup>45</sup> מסמך מיומנויות דמות הבוגר. (2020). משרד החינוך, תש"ף.

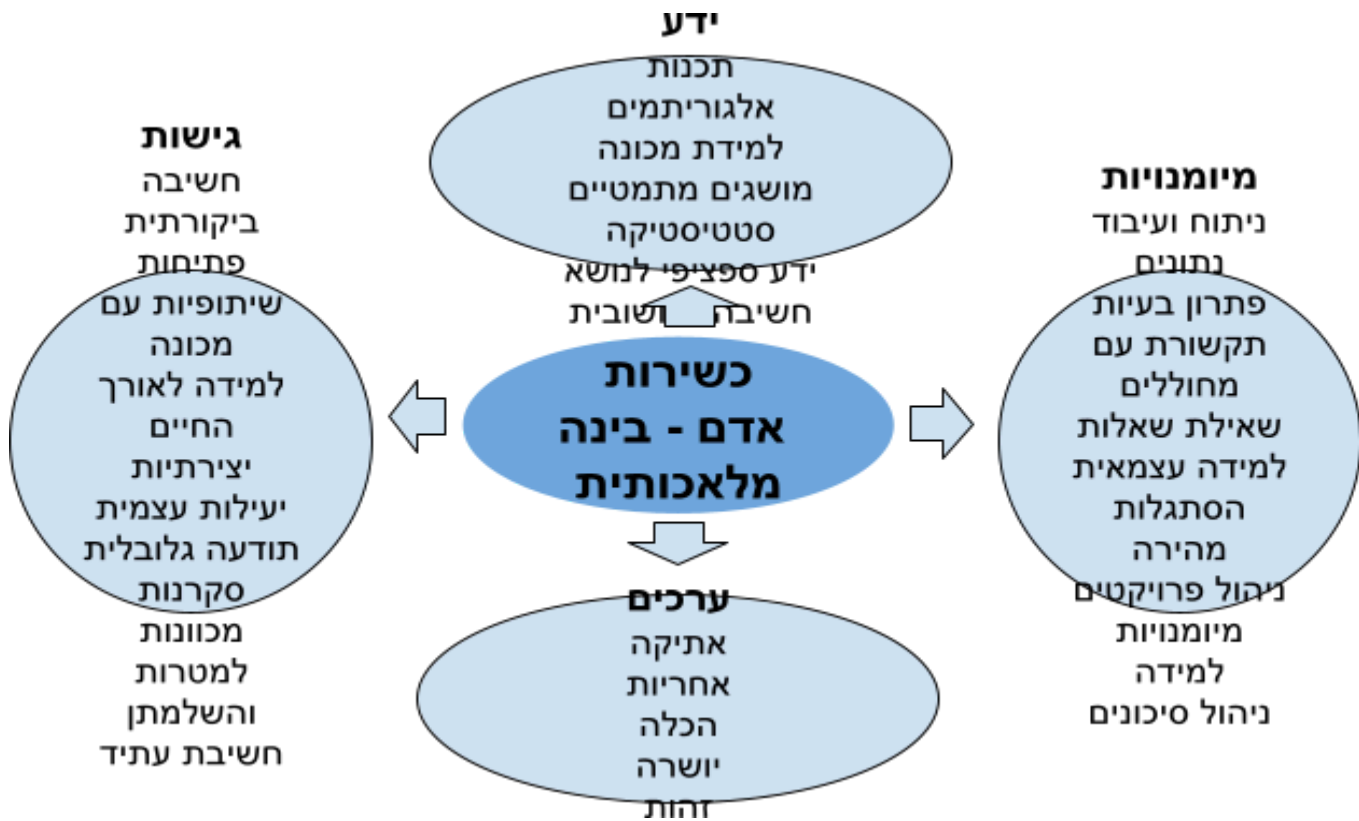
<sup>46</sup> [כשירויות האדם ופדגוגיה בעולם שזור בטכנולוגיה - אגף המו"פ, המינהל הפדגוגי, משרד החינוך](#)

עבודה עם ב"מ דורשת ידע, גישות ומיומנויות מגוונות כגון: יצירתיות, חדשנות, יזמות, ופתרון בעיות המתקיימות מול מכונה. יש חשיבות לידע אודות הכוונת המכונה לעבר מטרות הלמידה. יש צורך בידע של תכלול מחוללי ב"מ שונים ויכולת למידה שיתופית בין האדם למכונה. ידע תחומי בסיסי בנושא הספציפי עליו עובדים עליו מול המכונה, ידע תחומי בתכנות ואלגוריתמים, למידת מכונה סטטיסטית וחשיבה מחשבונית. ידע תהליכי על סדרת הצעדים הנדרשים באינטראקציה עם המכונה, ידע בין-תחומי לפתרון בעיות מורכבות וידע אפיסטמי על הטיות ומגבלות בהערכת מידע.

המיומנויות הנדרשות הן יכולת פתרון בעיות וניהול סיכונים, תקשורת והסברת מושגים טכניים, שיתוף פעולה עם המכונה כמו גם עם צוותים אחרים, יכולת שאילת שאלות מוכוונות למטרות והשלמתן. וכן, כדי להעריך את איכות הפתרונות שהציעה המכונה, יידרש האדם להפגין 'זמישות' (זריזות וגמישות) בניסוי הרעיונות החדשים תוך ניהול סיכונים באשר ליישום הרעיונות שהוצעו.

הגישות בכשירות השיתופית בין האדם למכונה מחייבות גישה אחראית, סקרנות ופתיחות לחוויות ורעיונות חדשים- חשיבה ביקורתית ויצירתית- גמישות קוגניטיבית. כמו כן, נדרשת תודעה גלובלית וחשיבת עתיד תוך גישת ללמידה לאורך החיים, שכן התפתחותה והשפעתה של הב"מ הולכת וגוברת ומחלחלת לכל תחומי החיים והתרבות.

הערכים אליהם ידרש האדם בכשירות זו הם אחריות על העבודה המשותפת והשלכותיה, כבוד ואמפתיה כלפי אחרים, שאיפה לייצוג הוגן של מגוון קולות בפיתוח הטכנולוגיה וכן אתיקה יושרה והוגנות.



איור 5- כשירות אדם- בינה מלאכותית

### 5.3. מסגרות כשירויות בינה מלאכותית לתלמידים ומורים - ארגון אונסקו (UNESCO)

בספטמבר 2023 במהלך כנס 'שבוע הלמידה הדיגיטלי' בפריז, חשף ארגון אונסקו שתי מסגרות לכשירויות ב"מ"<sup>47</sup>. מסגרות אלו הינן טיוטה והארגון מצהיר כי עד לחודש ספטמבר 2024 יקובעו ויוצגו בתצורתן הסופית. שתי המסגרות מונחות על ידי עקרונות זכויות אדם והצורך להגן על כבוד האדם ופרטיותו ולחזק את הפעלנות האנושית.

מסגרות אלו מציעות מבנה פשוט, אך גמיש, שיכול להיות מותאם על ידי מורים בהקשרים המקומיים שלהם בכיתה. מסגרת כשירויות ב"מ" למורים מארגנת 18 כישורים הנדרשים ממורים לאורך שלוש רמות התקדמות (רכישה, העמקה ויצירה) בחמישה היבטים נושאים רוחביים (ראה טבלה 1. למיומנויות המורה).

<sup>47</sup> <https://www.unesco.org/en/digital-education/ai-future-learning/competency-frameworks>

מסגרת כשירות ב"מ למורים מגדירה את הידע, המיומנויות והעמדות שעל המורים להחזיק כדי להבין את תפקידי הב"מ בחינוך ולנצל את הב"מ בפרקטיקות ההוראה שלהם בצורה אתית ואפקטיבית. המסגרת נותנת את הכותרות הכלליות לתחומים שעל המורים לדעת להעמיק וליצור עם הב"מ, אך אינה יורדת לפרטים אודות המיומנויות הנדרשות לכל אחת מהן. כמו כן, המסגרת נעדרת התייחסות לחיבורים והמפגשים שבין כותרות אלו, למשל: מהן המיומנויות שיובילו לשימוש אתי ביצירה עם ב"מ? או אילו גישות ערכים שיקולי דעת פדגוגים נדרשים למורה בעבודתו עם עוזר הוראה מבוסס ב"מ?

Aspects	Progression		
	Acquisition	Deepening	Creation
Human-centred mindset	Benefit-risk analysis	Human accountability	AI society responsibility/ Social human agency
Ethics of AI	Ethical principles	Safe and responsible uses	Co-creating commons of AI ethics
AI foundations & applications	Basic AI technique and applications	Application skills	Creating with AI
AI pedagogy	AI-assisted teaching	AI-pedagogy integration	AI-enhanced pedagogical transformation
AI for professional development	AI as enabler of lifelong professional learning	AI to enhance organizational learning	AI to support professional transformation

טבלה 1. מסגרת כשירות ב"מ למורים - ארגון אונסקו (UNESCO)

מסגרת כשירות ב"מ לתלמידים מבטאת את הידע, המיומנויות והעמדות שתלמידים צריכים לרכוש כדי להבין ולעסוק באופן פעיל עם ב"מ בצורה בטוחה ומשמעותית במערכת החינוך ומחוצה לה. (ראה טבלה 2 למיומנויות התלמיד). המסגרת בנויה בחלוקה לשלוש רמות של הבנה, יישום ויצירה ובארבע קטגוריות המבקשות לחזק את מרכזיותו של האדם בהלך הרוח שבעבודה עם המכונה, אתיקה, טכניקות ב"מ, פיתוח ועיצוב ב"מ. גם במסגרת זו חסרה הירידה לפרטים אודות המיומנויות הנדרשות מהלומד והמסגרת נותרת עמומה באשר ליישומיה המעשיים במסגרת ההוראה והלמידה בין כותלי הכיתה ובית הספר.



Aspects	Progression		
	Understand	Apply	Create
Human-centred mindset	Human agency	Human advancement	Citizenship in the AI era
Ethics of AI	Critical reflections on AI	Safe and responsible Use	Ethics by design
AI techniques and applications	AI foundations	Application skills	Creating with AI
AI system design	Problem scoping	Architecture design	Iteration and feedback loops

טבלה 2. מסגרת כשירות ב"מ לתלמידים- ארגון אונסקו (UNESCO)

המסגרות של ארגון אונסקו למורים ותלמידים מכתובות את התחומים המרכזיים עליהם יש לתת את הדעת בבניית מודל ב"מ והן מצריכות הרחבה נוספת באשר לפרטים המאפשרים את תרגומן להכשרת מורים, מיומנויות לומדים, שינויים בדרכי ההוראה והלמידה, ומשמעותם הפדגוגית ביחס להכנסתן לכיתת הלימוד.

## 5.4. מודל אוריינות בינה מלאכותית של המכון הטכנולוגי - ג'ורג'יה / Expressive Machinery Lab

כיצד ניתן לתכנן קוריקולום להוראת ב"מ? חוקרים מהמכון הטכנולוגי בג'ורג'יה<sup>48</sup> קיבצו שורת כישורי ב"מ אותם יש לקחת בחשבון על מנת לתכנן קוריקולום להוראת אוריינות ב"מ. הרשימה מכוונת להנחיית יוזמות חינוכיות וטיפול דיונים בתחום החינוך לב"מ. מודל זה מתייחס להוראת אוריינות ב"מ תוך חלוקה לרכיבים הנדרשים באוריינות זו ולסוגיות עיצוב ההוראה של רכיבים אלו.

<sup>48</sup> <https://aiunplugged.lmc.gatech.edu/ai-literacy>

יחד עם זאת, המודל פונה לשפר את אוריינות הב"מ לציבור באמצעות חוויות למידה בלתי פורמליות. על כן, עמומה האבחנה במודל זה בין אוריינות ב"מ ללומדים, מורים ומפתחים (ראה איור 6).



איור 6. מודל אוריינות ב"מ של המכון הטכנולוגי - ג'ורג'יה

מודל זה, המוצג באיור 6, נסוב סביב חמש סוגיות מרכזיות:

- 1. מהי ב"מ?** סוגיה זו כוללת זיהוי ואבחנה בין טכנולוגיות העושות שימוש בב"מ לבין כאלו שאינן, הבנת רכיב האינטליגנציה בב"מ, הבנה אינטרדיסציפלינרית ביחס להתפתחותן של טכנולוגיות ב"מ.
- 2. מה ב"מ יכולה לעשות?** החוזקות והחולשות, זיהוי סוגי בעיות אותן הב"מ עשויה לסייע לעומת בעיות מורכבות שאין ביכולתה לפתור. שימוש בידע זה על מנת לקבוע את אופן השימוש בב"מ. היכולת לדמיין את השימושים העתידיים בב"מ ולקיים שקילה והרהור כלפי השפעות אלו על העולם העתידי.
- 3. כיצד פועלת ב"מ?** הבנה כלפי ייצוג ידע, קבלת החלטות של ב"מ, שלבי למידת מכונה לרבות יכולת הלמידה שלה מנתונים דיגיטליים ומנתוני המשתמשים. הכרה בתפקידו המשמעותי של האדם בתכנות המכונה, הבנה באוריינות מידע ונתונים, בקרת איכות הנתונים ופרשנות ביקורתית על תוצרי הב"מ. הבנת השפעת ההנחיות והדוגמאות על תוצאות הב"מ. ההבנה שלמערכות ב"מ מסוימות יש יכולת פעולה ממשית בעולם. הכרות לגבי שימוש הב"מ בחיישנים והייצוגים שנוצרים בעקבות זאת בעולם.

מודל זה ממליץ מספר המלצות להעמקת ההבנה בנוגע לאופן פעילות הב"מ בסביבה חינוכית:

- לייצר הסברה על תהליכי קבלת החלטות של ב"מ או הדגמות אינטראקטיביות על מנת לסייע ללומדים בהבנת הב"מ.
- לתרגל חשיבת מכונה באמצעות סימולציות המגלמות אלגוריתמים ו/או ניסויים פיזיים מעשיים עם טכנולוגיית ב"מ.
- לחקור את הקשר הנתונים, כיצד נוצרו ועל ידי מי, כיצד נאספו, ומהן מגבלות מערך הנתונים.

**4. כיצד רצוי שב"מ תפעל מבחינה אתית?** זיהוי ופעילות אתית בב"מ, הבנה של אופן פעילותה על סוגיות אתיות, כגון: פרטיות, תעסוקה, מידע מוטעה, הייחודיות, קבלת החלטות אתית, גיוון, הטיה, שקיפות, אחריות.

**5. כיצד אנשים תופסים ב"מ?** הבנה שב"מ ניתנת לתכנות ושתוצריה תלויות באופן בו אנשים תכנתו את הב"מ והאופן בו אנשים משתמשים בה.

מודל זה ממליץ מספר המלצות להעמקת ההבנה בסביבה חינוכית:

- לקדם שקיפות מלאה בתכנון ופיתוח מערכות ב"מ, כולל חשיפת המניעים שמאחורי היוצרים, המימון ומקורות הנתונים.
- הצגה הדרגתית של התחום על מנת למנוע עומס יתר על הבנת מערכת מורכבת מדי.
- הוראת תכנות המאפשרת ללומדים לתכנת וללמד את סוכני הב"מ בעצמם, ברמות מורכבות משתנות.
- תכנון חוויות למידה מותאמות להיבטי גיל, רקע טכנולוגי ושלבי התפתחות קוגניטיבית. זהות, ערכים ורקע תרבותי משחקים אף הם תפקיד בעמדות כלפי טכנולוגיה ועל כן יש להתייחס גם להיבטים אלו בעת תכנון חוויות הלמידה.
- לעודד חשיבה ביקורתית לגבי טכנולוגיות ב"מ ומידת האמון שאפשר לתת בהן.
- לספק תמיכה להורים בליווי ילדיהם.
- בתכנון תוכניות לימוד, יש לנצל עניין קיים של הלומדים בנושאים שוטפים, משחקים ומוסיקה. להנגיש את הנושא גם ללומדים ללא רקע טכני על ידי קישור לידע קיים והתמודדות עם חששות בנוגע ליכולות מתמטיות או טכנולוגיות.



## 5.5. דרוש: מודל יישומי של כשירות בינה מלאכותית

המודלים שלעיל מדגימים צורות שונות של מסגור ומצביעים על צורך הולך וגובר של מערכות חינוך לטפל בסוגיה הן ברמת המסגרת והן ברמת ההטמעה. המודלים שהוצגו מתכתבים עם הצורך למסגרת מושגית-יישומית איתה יוכלו לעבוד המורים בשדה החינוך, ובהתייחסות להיבטים שונים של תכנית הלימודים, ההוראה, הלמידה והערכה בכיתה.

## 6. תפקידה של מערכת החינוך בהכשרה לעולם רווי בינה מלאכותית

קיומן של הגדרות שונות של הכשירויות הנדרשות ומגוון מסגרות העבודה, דורשות הגדרה אחידה, המאפשרת פעולה מיטבית למורים ותלמידים במערכת החינוך הישראלית. תהליך העבודה בניסוי זה מאפשר בחירת מיומנויות לפעולה בעולם רווי ב"מ באמצעות מספר מסלולים מקבילים: ראשית נערכה סקירת ספרות אקדמית ויישומית מקיפה לזיהוי המיומנויות הרלוונטיות. שנית, נבדקו המיומנויות אשר הוצעו על ידי ה OECD בכנס שנערך בספטמבר 2023, בפריז, ולבסוף, נבחנה הרלוונטיות והתקפות של 13 מיומנויות דמות הבוגר ונשאלה השאלה האם מיומנויות אלה רלוונטיות לעדין רווי ב"מ ומה השינויים בפרקטיקות מיומנויות אלה צריכות לעבור.

מערכות החינוך צריכות כעת להכשיר תלמידים לחיות בחברה רווית ב"מ, חברה בה אינטראקציה אדם-ב"מ הינה יומיומית. לפיכך, אוריינות ב"מ היא אתגר פדגוגי וקוגניטיבי בקרב מורים ותלמידים ויש לעדכן ולפתח תפיסה חינוכית-יישומית אשר תסייע:

(א) להבין מה נדרש לפתח בקרב התלמידים בעידן רווי ב"מ, על מנת שיוכלו למצות את הפוטנציאל האישי והמקצועי שלהם, לתפקד כסוכנים פעילים (active agents) ולקחת אחריות על חייהם כבוגרים ועל החברה כמכלול;

(ב) להבין מה נדרש מהמערכת החינוכית כך שזו תוכל להוביל את כלל התלמידים להישגים מיטביים ולשוויון הזדמנויות, על מנת שאלה יוכלו להשיג את יעדיהם. מטרות אלו, אשר הוגדרו במסמך "דמות הבוגר 2030 - מיומנויות (2020)", נדרשות כעת לבחינה ועדכון לאור השינויים הטכנולוגיים ובעקבותיהם התרבותיים המושפעים מהתפתחות הב"מ.



## 7. כיוונים להמשך

### 7.1. מודל כשירות בינה מלאכותית למורים ולתלמידים

לאור סקירת הספרות שנסקרה במפת ידע זו, יוצע במסגרת מחקר עיצובי זה, מודל המגדיר מהי כשירות ב"מ למורים ולתלמידים על ידי הגדרת המיומנויות, יכולות הליבה, הידע, הערכים והגישות הנדרשים ממורים ותלמידים. כמו כן המודל ישרטט את יכולות המעטפת והידע המקדים הנדרש על מנת להצליח בהתמודדות עם עולם רווי בבינה מלאכותית ויציע מחוון להערכת המורים והתלמידים.

מודל כשירויות ב"מ מגדיר את ארבעת המיומנויות הנדרשות, יכולות הליבה, הפעולות ויכולות המעטפת. מודל זה נמצא כרגע בגרסה ראשונית והוא יעודכן ויתקוף במהלך הניסוי על ידי המורים המשמשים כשותפי המחקר והתלמידים המשתתפים בו.

נראה כי אין די ביצירת והגדרת מודל של כשירות ב"מ ויש להתייחס גם לאופן בו מודל זה יוטמע בפעילות הרציפה של מערכת החינוך בקרב מורים ותלמידים. הפרק הבא יעסוק בהיבט של הטמעה ויצביע על מודל ראשוני לבחינת הטמעה ויצירת מחוון לרמת ההטמעה של מודל כשירויות הב"מ במערכת החינוך.

### 7.2. מימדים של הטמעה

הגדרת כשירות הב"מ המלאכותית ומרכיביה למורים ותלמידים הינה הכרחית בעידן רווי ב"מ. אולם, יש גם לבחון את הטמעתו של המודל ואת השימוש בו בקרב מורים ותלמידים. לשם כך נבחן את היקפי השימוש והטמעת המודל בקרב מורים ותלמידים באמצעות מודלי בשלות כגון מודל SAMR<sup>49</sup>. מודל SAMR מתאר שינוי או שיפור במשימות מקוונות, ומסדר את שלבי השינוי משימוש בסיסי בטכנולוגיה כאמצעי להחלפה או להרחבה של פרקטיקות הנהוגות לשימוש מיטבי. למודל 4 רמות המסודרות מנמוך לגבוה - החלפה, אגבור, שינוי, הגדרה מחדש.

בניסוי זה נבחן את מידת ההטמעה של מודל כשירות הב"מ שיוגדר לפי 4 רמות של SAMR. מחקר מקדים שבוצע על ידי לירון לוי, פרופ' אינה בלאו, ד"ר תמר שמיר-ענבל<sup>50</sup> מהאוניברסיטה הפתוחה בחן את תפקידה של הב"מ בקידום שינויים בתכנון שיעורים ותהליכי הוראה בקרב מורים המלמדים בבתי ספר על-יסודיים ואת האוריינות הדיגיטלית שהיא עשויה לקדם בכיתות הלימוד. לשם כך בוצעו

Puentedura, R. (2006). Transformation, technology, and education [Blog post]. Retrieved from <sup>49</sup> <http://hippasus.com/resources/tte>

<sup>50</sup> לוי, בלאו, שמיר-ענבל (2023). השימוש בבינה מלאכותית לקידום שינויים בתהליכי הוראה-למידה ופיתוח מיומנויות דיגיטליות. סמינר הרצאות סטודנטים. המרכז לחקר חדשנות בטכנולוגיות למידה, האוניברסיטה הפתוחה. 4.12.2023

17 ראיונות חצי מובנים עם מורים המשתמשים בכלי ב"מ לצרכי הוראה ולמידה. כמו-כן, נותחו 79 פעילויות הוראה-למידה בהן נעשה שימוש בב"מ, על-פי מודל SAMR. בנוסף, מופו האוריינויות הדיגיטליות עליהן דיווחו המורים, כמיומנויות נדרשות בעת שימוש בכלי ב"מ באמצעות מודל אוריינויות דיגיטליות של עשת-אלקלעי<sup>51</sup>. ממצאי המחקר מצביעים על-כך, שמבחינה פדגוגית, המורים משלבים את הכלים השונים בעבודתם בכל הרמות של מודל SAMR, לרבות הרמות הגבוהות. עוד נמצא כי השילוב של כלי הב"מ מקדם בעיקר מיומנויות של אוריינות חשיבת מידע ואוריינות למידת טכנולוגיה חדשה.

על מנת לבחון את היותו של הלומד כבעל כשירות בינה מלאכותית ידרש מחוון אשר יעצב את תהליך הלמידה של כשירות ב"מ ויגדיר יעדי למידה והתקדמות. דוגמא למחוון הוא המחוון אשר פותח על ידי המרכז לחדשנות בחינוך של מחלקת החינוך בניו המפשייר ארה"ב<sup>52</sup>. מחוון זה מציע להעריך מיומנויות חיוניות עבור לומדים ושינוי האופן בו התלמידים לומדים ומפגינים את המיומנויות החיוניות. המודל מציע כלי מיפוי ומעקב התומך בלומדים תוך שהוא בוחן ארבע רמות שונות של ביצוע השאובות ממחקרים בתחום המיומנויות ונטיות חיוניות המתארות התקדמות התפתחותית של כישורים וכישורים עצמיים. ארבעת רמות הביצוע במודל הן<sup>53</sup>:

1. **התגלות / התעוררות** (Emerging) - ברמה זו התלמיד מגלה את התחום החדש, הוא עוקב אחר ההנחיות מגיב להדרכה לומד להשתמש במיומנויות בהקשר מבוקר.
2. **התפתחות** (Developing) - ברמה זו התלמיד מכיר משימה והקשר ספציפיים, עוקב אחר הכללים, מתנסה וחוקר תוך ניסוי וטעייה. מחפש אחר תמיכה ועושה שימוש בשלבים הידועים על מנת להגיע למטרה ומגלה דפוסים.
3. **יישום** (Applying) - התלמיד משלים צורות שונות של משימות בהקשרים קרובים, מנתח מצבים כדי לתכנן גישה, מחדד את הגישה שלו על ידי בדיקת רעיונות, מסתמך באופן סלקטיבי על מומחיות של אחרים, ומזהה היבטים מוכרים של משימות כדי לקבוע אסטרטגיות רלוונטיות.

Eshet, Y. (2004). Digital literacy: A conceptual framework for survival skills in the digital era. <sup>51</sup>  
Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 13 (1): 93-106  
<https://www.best-future.org/wp-content/uploads/2020/10/BEST%20Self-Direction%20Toolkit-v1.pdf> <sup>52</sup>

<https://www.best-future.org/wp-content/uploads/2020/10/BEST%20Self-Direction%20Toolkit-v1.pdf> <sup>53</sup>

4. הרחבה (Extending) - התלמיד חווה מגוון רחב של משימות בהקשרים שונים, מנתח מצבים והקשרים לא מוכרים, מחפש קשרים לזולת להרחבת מיומנויות, מחפש קשרים בתחומים אחרים ומתאמת יישום של מיומנויות. הלומד מבחין במה שחסר. המחווה מותאמת לפי גילאי הלומדים ומגדיר את הפעולות אשר התלמידים יכולים לבצע בכל שכבת גיל. איור 7 מציג את המחווה עבור תלמידי כיתה ב.

BEST Self-Direction Rubric		grades K-2				
	Self-Awareness Reflecting on past experiences to evaluate one's own strengths, limitations, motivation, interests, and aspirations within different learning contexts.	Initiative & Ownership Taking responsibility for learning, finding purposeful driving questions, shaping opportunities to fit personal interests and learning style, and seeking input from others.	Goal Setting & Planning Developing long-term goals, establishing meaningful learning targets, identifying effective strategies, and planning out steps.	Engaging & Managing Seeking out relevant resources and information to support learning goals and refining strategies. Maintaining effective pace, reaching short-term benchmarks and long-term goals.	Monitoring & Adapting Evaluating progress, adapting strategies, seizing failure in order to grow from mistakes, and attributing success to effort and motivation.	
Emerging	I can... Identify the tasks I'd like to work on, when I am given choices.	I can... Try new experiences to find out what might be interesting to me, with support.	I can... Follow a process my teacher showed me to identify steps or strategies that will help me meet a learning goal.	I can... Explain what I learned when I used a resource, or when I used a strategy guided by my teacher.	I can... Keep working on learning tasks with encouragement from others.	
Developing	I can... Explain why I made a choice, describing my strengths, my interests, or why I am not interested in doing a task.	I can... Select and complete tasks I am interested in doing, with support from others.	I can... Explain how or why the strategy used at each step of a plan would help me complete a familiar task.	I can... Follow a process my teacher taught me to select the best resources or strategies needed to complete a specific task.	I can... Provide examples of how I changed my approach or made the quality of my work better, when prompted.	
Applying	I can... Describe how I used my strengths to complete a learning task.	I can... Ask for help or ask relevant questions that help me keep working to complete a task.	I can... Follow a process my teacher taught me to plan the steps and strategies needed to complete a new task.	I can... Follow a process using checkpoints identified by my teacher or my peers to make progress toward completing multistep tasks.	I can... Identify the strategies that worked well and explain why I think they worked.	
Extending	I can... Compare examples of my past and present work to show how I used my strengths to make some progress.	I can... Work with my peers to develop a new learning task or broaden an existing task to make it more interesting to us.	I can... Use feedback from others to decide if my plan will work and make changes to improve my plan.	I can... Describe how I tried different strategies to find the one that worked the best when completing a task.	I can... Tell how and why I might make changes next time to improve the quality of my work.	

איור 7. דוגמא למחווה הערכה לפי רמות התפתחות הכישורים (דוגמא לכיתה ב')

לסיכום, לאור הבנת השינויים המהירים והמשמעותיים אשר הב"מ בכלל והב"מ היוצרת בפרט גורמים בחברה ובתוכה במערכת החינוך, הניסוי הנוכחי יבקש ליצור מודל אשר יסייע להתאים את ההוראה, הלמידה והערכה לעידן רווי ב"מ. במסגרת מודל זה, ובהתאם לשאלות המחקר של הניסוי, יוגדרו הכשירויות, הידע, המיומנויות, הערכים והגישות הנדרשות ממורים ותלמידים בעידן רווי ב"מ. הגדרה זו תעשה באופן תיאורטי ופרקטי ותלווה במודל הטמעה אשר יסייעו למורים, לתלמידים ולמקבלי ההחלטות להעריך את מידת כשירות הב"מ של המורים והתלמידים.



## 8. מקורות

- אלוני, נ' (2016). אתיקה וחינוך. החינוך וסביבו, ל"ח, 371-375. [פורטל מס"ע | אתיקה וחינוך \(macam.ac.il\)](http://macam.ac.il)
- אסדרת טכנולוגיות בחינוך, מדיניות, עקרונות ותהליכים - לוועדת משנה. (2023). המכון לחקר עתידים בחינוך, אגף מחקר, פיתוח ניסויים ויזמות, המנהל הפדגוגי, משרד החינוך [Google Slides - pptx](https://www.mechon.kem.gov.il)
- הכנת עבודות חקר בסיוע בינה מלאכותית - התהליך השלם | [פרקטיקות להוראה איכותית | כלי עזר להוראה | מרחב פדגוגי | משרד החינוך \(education.gov.il\)](https://www.mechon.kem.gov.il)
- כהנא, ע. שורץ אלטשולר, ת. (2023). אדם, מכונה, מדינה: לקראת אסדרה של בינה מלאכותית. המכון הישראלי לדמוקרטיה. <https://www.idi.org.il/media/21222/human-machine-state.pdf>
- המדיניות הפדגוגית הלאומית - דמות הבוגרת והבוגר במערכת החינוך, תשפ"א-תשצ"א 2021-2031. <https://meyda.education.gov.il/files/Planning/boger.pdf>
- ליבוביץ' ל. (2023). האם צריך ללמד אוריינות בינה מלאכותית? <http://bit.ly/41nNK07>
- ליבוביץ' ל. (2023). חדשנות בתהליכי חקר עם כלי בינה מלאכותית - חלק א': <https://bit.ly/3L7Bc6y>
- ליבוביץ' ל. (2023). [חדשנות בתהליכי חקר עם כלי בינה מלאכותית - חלק ב' - חינוך ליצירתיות](https://bit.ly/3L7Bc6y)
- מסמר מיומנויות דמות הבוגר. (2020). משרד החינוך, תש"ף. [https://meyda.education.gov.il/files/Mazkirut\\_Pedagogit/MadaTechnologya/yesodi/boger2030.pdf](https://meyda.education.gov.il/files/Mazkirut_Pedagogit/MadaTechnologya/yesodi/boger2030.pdf)
- נימון מ. (2021). הוגנות בחינוך בעולם משתנה - [מדריך למנהל/ת. משרד החינוך, ג'וינט ישראל אשלים.](https://pop.education.gov.il/final-projects/final-work)
- פורטל עובדי הוראה, מרחב פדגוגי: [/https://pop.education.gov.il/final-projects/final-work](https://pop.education.gov.il/final-projects/final-work)
- רמיאל, ח'. (2023). [בינה מלאכותית בחינוך - היבטים של הוגנות ושוויון, סקירת ספרות שהוגשה ללשכת המדען הראשי, משרד החינוך, ירושלים.](https://bit.ly/43SL9vB) <https://bit.ly/43SL9vB>
- שילוב בינה מלאכותית במוסדות להשכלה גבוהה אסטרטגיות מפתח, מרכז אדמונד דה רוטשילד לחיבור השכלה גבוהה ותעסוקה, פרויקט מינרווה. 2023. <https://bit.ly/3Rmq5L0>
- קניאל, שלמה. (2006). חינוך לחשיבה: חינוך קוגניטיבי לשליטה על התודעה. רעננה: רמות.
- קרין, נ. (2019). דו"ח ועדת המשנה של המיזם הלאומי בנושא בינה מלאכותית, אתיקה ורגולציה. נדלה מ: [https://www.gov.il/he/departments/news/artificial\\_intelligence](https://www.gov.il/he/departments/news/artificial_intelligence)
- Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning Insights and Recommendations. Office of Educational Technology. 2023. <https://www2.ed.gov/documents/ai-report/ai-report.pdf>
- Carlini N., Jagielski M., Choquette-Choo C.A., Paleka D., Pearce W., Anderson H., Terzis A., Thomas K.& Tramèr F. (2023). Poisoning Web-Scale Training Datasets is Practical, available at <https://arxiv.org/abs/2302.10149>



- Casal-Otero, L., Catala, A., Fernández-Morante, C. et al. AI literacy in K-12: a systematic literature review. *IJ STEM Ed* 10, 29 (2023). <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00418-7>
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264-75278.
- Du Boulay, B., & Luckin, R. (2016). Modeling human teaching tactics and strategies for tutoring systems: 14 years on. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26, 393-404
- Education 2030 - Incheon Declaration - Towards inclusive and equitable quality education and lifelong learning for all. UNESCO, 2015. <https://bit.ly/3oUAfa5>
- Equity in Education- Breaking Down Barriers to Social Mobility - [Executive Summary- OECD](#), 2018
- Eshet, Y. (2004). Digital literacy: A conceptual framework for survival skills in the digital era. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 13 (1): 93-106
- Holmes, W., Persson, J., Chounta, I.-A., Wasson, B., Dimitrova, V. (2022). Artificial intelligence and education: A critical view through the lens of human rights, democracy and the rule of law. Council of Europe
- Holmes, W. & Tuomi, I. (2022). State of the art and practice in AI in education. *European Journal of Education*, 57, 542--570. <https://doi.org/10.1111/ejed.12533>
- Generative artificial intelligence in education Departmental. (2023). Department for Education. [statementhttps://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/1146540/Generative\\_artificial\\_intelligence\\_in\\_education\\_.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1146540/Generative_artificial_intelligence_in_education_.pdf)
- Guidance for generative AI in education and research, UNESCO, 2023. <https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research>
- Inoue, H., Naito, E., and Koshizuka, M. (1997). Mediacy: What it is? Where to go? *International Information & Library Review*, 29 (3-4), 403-413
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M. & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education*. Pearson Education, London
- Hosnagar, K. (2019). A human's guide to machine intelligence. New York: Viking
- McGarr, O., Mifsud, L., & Colomer Rubio, J. C. (2021). Digital competence in teacher education: comparing national policies in Norway, Ireland and Spain. *Learning, Media and Technology*, 46(4), 483-497. <https://roderic.uv.es/rest/api/core/bitstreams/5544dd15-327d-49c1-8b19-e275528ff497/content>
- Miao, F., & Holmes, W. (2021). Artificial Intelligence and Education. Guidance for Policy-makers
- Nazaretsky, T., Cukurova, M., Ariely, M., & Alexandron, G. (2021). Confirmation bias and trust: Human factors that influence teachers' attitudes towards AI-based educational technology. *In CEUR (Workshop Proceedings* (Vol. 3042
- North, C. (2018). Ten facts about artificial intelligence in teaching and learning

- OECD (2021b). AI and the Future of Skills, Volume 1: Capabilities and Assessments, Educational Research and Innovation, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5ee71f34-en>
- Puentedura, R. (2006). Transformation, technology, and education [Blog post]. Retrieved from <http://hippasus.com/resources/tte>
- Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019). Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development
- Pinkwart, N. (2016). Another 25 years of AIED? Challenges and opportunities for intelligent educational technologies of the future. *International journal of artificial intelligence in education*, 26(2), 771-783
- Pool, C.R. (1997). A New Digital Literacy: A Conversation with Paul Gilster. *Educational Leadership*, 55 (3), 6-11
- .The general data protection regulation. (2022). European Council  
[/https://www.consilium.europa.eu/en/policies/data-protection/data-protection-regulation](https://www.consilium.europa.eu/en/policies/data-protection/data-protection-regulation)
- Timmis, S., Broadfoot, P., Sutherland, R., & Oldfield, A. (2016). Rethinking assessment in a digital age: Opportunities, challenges and risks. *British Educational Research Journal*, 42(3), 454-476
- Warschauer, M. & Matuchniak, T. (2010). New technology and digital worlds: Analyzing evidence of equity in access, use, and outcomes. *Review of research in education*, 34 (1). Pp. 179-225. Retrieved [from: [equity.pdf\(uci.edu](http://equity.pdf(uci.edu)