



# הכנת עבודות גמר בסיוע בינה מלאכותית יוצרת

מפת ידע  
גרסה 3.0

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



## פתיחה

'מפת ידע' זו מהווה תשתית הכוללת ידע תיאורטי ומחקרי לצד ידע יישומי מהשדה והאי נועדה לספק מסגרת מושגית וסקירת המצב הקיים לניסוי 'עבודות גמר בסיוע בינה מלאכותית'. ניסוי זה נערך בשותפות של אגף מחקר, פיתוח ניסויים ויוזמות עם האגף לחינוך על-יסודי במשרד החינוך. הניסוי בוחן היבטים שונים הנוגעים לשימוש בטכנולוגיית הבינה המלאכותית (Artificial Intelligence – AI) ובדגש על כלי הבינה המלאכותית היוצרת (Generative AI) כמסייעים לתהליכי ההכנה והכתיבה של עבודות גמר – שהן עבודות חקר בהיקף של 5 יחידות לימוד הנכללות בציוני 'תעודת הבגרות'.

הופעתה של הבינה המלאכותית היוצרת (Generative AI) בשנה האחרונה, ובמיוחד הופעתה של ChatGPT שהשיקה חברת Open AI – 30/11/2022, מחוללת שינויים בכל תחומי החיים לרבות בתחום החינוך, ופותחת עידן חדש בגישה ובאפשרויות השימוש לידע האנושי המצוי באינטרנט. יישומי בינה מלאכותית יוצרת מאומצים בקצב חסר תקדים על ידי ארגונים ואנשים, כולל תלמידים ומורים במערכת החינוך, ומייצרים למערכת החינוך הזדמנויות ואתגרים משמעותיים כבר בהווה. בינה מלאכותית יוצרת עשויה לחולל מהפכה בחינוך בהיבטים כגון יצירת תוכן, התאמה אישית וחוויות למידה אינטראקטיבית, ובמקביל לאתגר תפיסות מקובלות של למידה הוראה והערכה. לצד ההתפתחות הטכנולוגית, עלה הצורך המיידי בפיתוח אוריינות בינה מלאכותית כמערך של מיומנויות המאפשרות הבנה מוצקה של בינה מלאכותית באמצעות למידה על בינה מלאכותית, כיצד היא עובדת ואיך חיים בסביבה רוויית בינה מלאכותית.

אחת התמורות המשמעותיות שמתרחשות כעת היא שתלמידים משתמשים בכלי בינה מלאכותית יוצרת לסיוע בהכנת עבודות הכוללות טקסט ותמונות. כלי הבינה המלאכותית היוצרת, **בשימוש נכון ומיטבי**, יכולים לחסוך בזמן, לשפר תוצרים, לסייע בגיבוש רעיונות ולספק נקודות מבט חדשות, וכך למנף בצורה משמעותית את איכות הלמידה ואת הפעלנות של הלומדים. עם זאת, האימוץ הנרחב הזה מציב גם אתגרים. קו דק עובר בין שימוש בבינה מלאכותית כמשפר עבודה מקורית לבין הסתמכות יתרה עליה, עד לנקודה שבה היא מצמצמת את היצירתיות והלמידה. בנוסף, השימוש בבינה מלאכותית מעלה היבטים אתיים שיש לשקול, ומעוררת שאלות לגבי יושרה אקדמית, בעלות אינטלקטואלית והרחבת פערים.



## תוכן עניינים

2	פתיחה
3	תוכן עניינים
4	1. עבודת גמר
4	1.1. מהי עבודת גמר?
6	1.2. התהליך והשלבים להכנת עבודת גמר
7	2. ניסוי: בינה מלאכותית יוצרת לסיוע בהכנת עבודת גמר
7	2.1. הגדרת בינה מלאכותית יוצרת
10	2.2. התועלות וההזדמנויות של בינה מלאכותית יוצרת - בכלל ובחינוך בפרט
13	2.3. האתגרים אותם מציבה בינה מלאכותית יוצרת בכלל ובחינוך בפרט
19	2.4. יישומי בינה מלאכותית יוצרת בחינוך
27	3. הכנת עבודות גמר בסיוע בינה מלאכותית יוצרת
27	3.1. בחירת נושא וניסוח שאלת מחקר
27	3.2. בניית מתווה עבודה
27	3.3. העמקת הידע ואיסוף מידע ונתונים
28	3.4. מענה על שאלת המחקר
28	3.5. כתיבת דו"ח המחקר
29	3.6. ציון, משוב והערכה
33	5. מקורות



## 1. עבודת גמר

### 1.1. מהי עבודת גמר?

עבודת הגמר היא עבודת מחקר עצמית, עיונית או עיונית-מעשית, שהתלמיד/ה רשאי/ת להגישה למשרד החינוך כחלק מהמשימות לקבלת תעודת בגרות והיקפה 5 יחידות לימוד בתחום הדעת בו היא נכתבת. העבודה נכתבת על פי כללים אקדמיים המקובלים בתחום הדעת בו היא נכתבת (בהיקף דומה לעבודה סמינריונית באוניברסיטה בתואר ראשון) לצד דרישות מקצועיות שנקבעו על ידי הפיקוח באגף לחינוך על-יסודי והמזכירות הפדגוגית של משרד החינוך.

בעבודת הגמר על התלמיד/ה להתמודד באופן עצמאי ומעמיק עם סוגיה מחקרית מסוימת. לא מצופה בהכרח להגיע לחידוש אקדמי/מדעי אך כן מצופה לקיים דיון מקיף ושיטתי בסוגיה, לגבש ידע חדש ולא להסתפק בסיכום של ידע קיים. בהכנת העבודה על התלמיד/ה להתבסס על ידע תאורטי עדכני, דרכי מחקר מקובלות ודרכי עבודה מדעיות. זאת בליווי ובהדרכה של מורים, חוקרים ואנשי מדע. תהליך הכנת עבודת הגמר מעודד למידה עצמאית ומחייב השקעה עצמית במחקר אישי, עבודה מעבר לשעות הלימוד בכיתה ובית הספר והשקעה באתגר לימודי ייחודי.

11

#### 1.1.1. מי רשאי להגיש עבודת גמר?

כל תלמיד ותלמידה בבית ספר על-יסודי אינטרני שניגשים לבחינות בגרות רשאים לכתוב עבודת גמר ולהגישה למשרד החינוך כחלק מבחינות הבגרות שלהם. בוגרי מערכת החינוך ונבחני משנה (תלמידים אקסטרוניים) אינם רשאים להגיש עבודת גמר. תלמידי קידום נוער (היל"ה) בני גיל 16-18 זכאים להגיש הצעת מחקר שנה לפני שנת סיום הלימודים ועבודה בשנתם האחרונה במערכת החינוך. במקרה של תלמידים מעל גיל 18, הגשת העבודה מותנית באישור ועדת חריגים מטעם היל"ה (לפרטים ראו בקישור הבא) ובתנאי שבמועד הגשת ההצעה נותרה להם שנה נוספת לסיים את כתיבת העבודה והם עדיין רשומים ולומדים במערכת של מסגרת היל"ה. כל עבודה מחוייבת בהגשת הצעת מחקר ובאישורה. ניתן להתחיל לכתוב הצעה לעבודת גמר (הצעת מחקר) בכיתה י' או י"א. יש להגיש את החלק הכתוב של העבודה בשנה העוקבת - בכיתה י"א או י"ב (בהתאמה לשנת הגשת ההצעה ובתנאי שזו אושרה). הצעת המחקר ועבודת הגמר יוגשו על ידי תלמיד או תלמידה יחידים בלבד ולאחר הכנה עצמאית והוגנת של ההצעה/העבודה. שני תלמידים (או יותר) מאותו המוסד או ממוסדות שונים אינם רשאים להגיש עבודה העוסקת בנושא זהה (יתכן נושא דומה, אך נדרש פיתוח עצמאי של מהלך החקר). כל תלמיד המבקש להגיש עבודת גמר מחוייב בליווי אישי של מנחה, המומחה לתחום הדעת בו נכתבת העבודה. אפשרות כתיבת עבודת גמר מותאמת לעבודה אחת לתלמיד. במקרים חריגים, אם תלמיד מעוניין לכתוב שתי עבודות גמר בתחומים שונים, יפנה המנהל במכתב רשמי אל הפיקוח על עבודות הגמר בבקשה מנומקת המתייחסת ליכולותיו של התלמיד ולמידת ההתאמה שלו לכתיבת שתי עבודות גמר.

<sup>1</sup> אתר האינטרנט של הממונה על עבודת הגמר - [קישור](#)



## 1.1.2. סוגי עבודות הגמר

### עבודת גמר עצמאית (שאינה צמודה)

עבודת גמר בהיקף 5 יח"ל בלבד, בתחום דעת כלשהו שאותו התלמיד מבקש לחקור באופן עצמאי, בין אם תחום הדעת נלמד בבית הספר ובין אם אינו נלמד בבית הספר ובתנאי שיש סמל שאלון מוכר לתחום, או עבודת גמר בתחום דעת אותו לומד התלמיד בבית הספר והוא מעוניין להרחיבו ולהוסיף בו 5 יחידות לימוד נוספות באמצעות הכנת עבודת גמר.

### עבודת גמר ממירת בגרות חיצונית (עבודה צמודה)

עבודה הממירה את מבחן הבגרות החיצוני בתחום דעת אותו לומד התלמיד בביה"ס. התלמיד נדרש לנוכחות מלאה בשיעורים בתחום הדעת, להגשת מטלות ולעמידה במבחנים, למעט מבחן הבגרות החיצוני - אשר העבודה ממירה אותו בלבד. במידה והתלמיד עמד בכל חובות הנוכחות והלמידה והגיש עבודה צמודה, עבודה זו תדווח בתעודת הבגרות כעבודת גמר לבגרות בהיקף 5 יח"ל וזאת במקום יחידות הלימוד של התחום בו נכתבה העבודה.

## 1.1.3. תהליך כתיבת עבודת גמר

יש להקפיד על עצמאות העבודה של התלמידים בעת הכנת ההצעה ובכל שלבי העבודה ומרכיביה. הצעות מחקר ועבודות שלא תהיה בהן הקפדה מלאה על עצמאות העבודה של התלמיד/ה, לכל אורך תהליך ההכנה ודיוק בפרטים המדווחים על התלמיד ולימודיו - עלולות להיפסל. האחריות על כך מוטלת על התלמיד/ה, המנחה ובית-הספר. הנחיות לשימוש מושכל ביישומי בינה מלאכותית - ראו [מסמך ההנחיות כללי](#), פרקטיקות וכלים לכתיבת עבודה בסיוע בינה מלאכותית - ראו [במאגר הפרקטיקות](#).

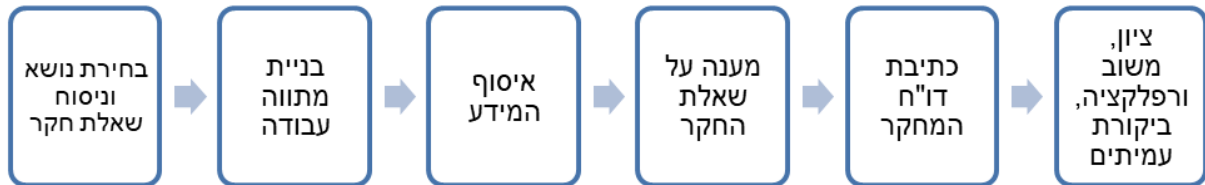
הכתיבה תיעשה בהלימה להצעת המחקר המוגשת (הלימה זו תיבחן בשלב הערכת העבודה). ניתן ורצוי להרחיב את הרשימה הביבליוגרפית שפורטה בהצעה, לדייק את תתי הפרקים בעבודה, אך במקרה של שינוי מהותי במתודולוגיה מחקרית, פרקי עבודה ו/או שינוי בשאלת המחקר לאור ממצאי המחקר יש להגיש הצעת מחקר מחודשת לאישור הפיקוח על עבודות גמר.

יש חשיבות רבה לכך שהתלמידים יכירו, מלכתחילה, את תהליך ההערכה ומרכיביו - כפי שמופיעים במחווים של תחומי הדעת. על בית הספר מוטלת האחריות ללוות את התלמיד/ה, וכן לוודא שכל תהליך החקר והכתיבה נעשה ע"י התלמיד עצמו. אין להסתפק בהעברת אחריות זו אל המנחה. לעתים, תהליך כתיבת העבודה מחייב הוספת/החלפת מנחה. תהליך כזה דורש הגשת הצעה מחודשת וקבלת אישור הפיקוח על עבודת גמר והמפמ"ר.



## 1.2. התהליך והשלבים להכנת עבודת גמר

להלן תרשים המתאר את תהליך ביצוע **עבודת חקר**:



על פי ד"ר לימור ליבוביץ מדובר על יכולת הלומד לבצע את רצף הפעולות הללו<sup>2</sup>:

1. **בחירת נושא וניסוח שאלת חקר** - ניסוח שאלה מעניינת שאין עליה תשובה מוכנה מראש, דרך העמקה במקורות מהימנים העוסקים בנושא הנבחר, הערכה אם הם עשויים לסייע במענה על השאלה הנחקרת והבנת הפערים בידע המחקר הקיים. בשלב זה מדייקים את שאלת החקר ומנסחים השערות מחקר.
2. **בניית מתווה העבודה** ברצף הגיוני לקורא, כולל ניסוח ברור של הפרקים וסעיפי העבודה השונים, תוך ציון מה הקורא ידע בסוף כל פרק.
3. **איסוף מידע** ממקורות מהימנים ומהשטח באמצעות ראיונות, חקר ברשת ותצפיות (בהתאם לאופי שאלת המחקר והתחום). חלק זה כולל עיבוד ובניית המשמעות במידע שנאסף, וניתוחו בתהליך מתמשך ועמוק. שלב זה מאפשר לתלמידים לפתח כישורי חשיבה ביקורתית מול המידע שהם צורכים ולשאול שאלות אודותיו, ובמקביל לחפש מקורות מידע מרובים על הנושא כדי להשוות נקודות מבט שונות, לזהות טעויות אפשריות ולבחור בחירה מושכלת.
4. **מענה על שאלת החקר** תוך הקפדה על פרמטרים של מחקר מדעי איכותי והשענות על המידע שנאסף. זהו תהליך מורכב, שכולל עיבוד וניתוח של המידע שנאסף לצורך בניית משמעות, ומצריך רמות ניתוח והמשגה גבוהות מאוד.
5. **כתיבת דו"ח המחקר** בהתאם למאפיינים הנהוגים בתחום, הבאת מקורות, חלקי דו"ח המחקר וכו'. זה הזמן לחזור להגדרת מתווה העבודה שנוצר בשלב השני, ולעדכן אותו בהתאם לתהליך החקר, לגילוי וללמידה שנעשתה עד כה.
6. **ציון, משוב ורפלקציה** - פתיחות לביקורת וללמידה ממנה על המחקר, השיטה והמסקנות. תהליך זה דורש מהלומד והלומדת להיות עצמאיים ולהאמין ביכולתם ללמוד ולהתפתח באמצעות יישום חקר ביקורתי. הם צריכים להיות מודעים להטיות של עצמם, לחולשות בשיטת המחקר שיבחרו ולסוגיות לא פתורות שאין המחקר שלהם עונה עליהן.

<sup>2</sup> ד"ר לימור ליבוביץ, חדשנות בתהליכי חקר עם כלי בינה מלאכותית- חלק א': <https://shorturl.at/nsP08>

## 2. ניסוי 'הכנת עבודות גמר בסיוע בינה מלאכותית יוצרת'

הניסוי מתקיים במסגרת המכון למחקר יישומי בינה מלאכותית בחינוך באגף מו"פ, ניסויים ויוזמות בשותפות עם האגף לחינוך על יסודי ומציע מענים לסוגיות שונות שמעסיקות ברמת חשיבות גבוהה את מערכת החינוך באופן רחב. המכון פועל לסייע למשרד החינוך לבחון את ההשפעות של שילוב בינה מלאכותית על כתיבת עבודות גמר, דרך התנסות בתהליך עם בתי ספר שענו לקול קורא להשתתפות בניסוי שיצא למסגרות החינוך באוגוסט 2023.

הניסוי מפתח ובוחן מודלים ופרקטיקות פדגוגיות המאפשרות לתלמידים להסתייע בבינה המלאכותית היוצרת להכנת עבודת הגמר, מבלי שהדבר יפגום באיכות הלמידה והעבודה ואולי אף ישפר את איכותה. המודל והפרקטיקות הפדגוגיות שיפותחו במסגרת הניסוי, ינסו לתת מענה לכל השותפים בתהליך עבודת הגמר - התלמידים, המורים/רכזים, המנחים והמעריכים.

### שאלות הניסוי

שאלות הניסוי באות לענות על האופן שבו השימוש בבינה מלאכותית בתהליך כתיבת עבודות גמר משפיע על איכות הלמידה והחקר:

- איזה כישורים ומיומנויות מקדמת כתיבת עבודת גמר בשילוב בינה מלאכותית? ובאופן מפורט, האם וכיצד כיצד כתיבת עבודת גמר בשילוב השימוש בבינה מלאכותית מקדמת את מיומנויות המאה ה-21 שצריכים לרכוש בוגרי ובוגרות מערכת החינוך, ובפרט אוריינות לשונית, חשיבה ביקורתית, חשיבה יצירתית, אוריינות מידע ואוריינות דיגיטלית?
- כיצד מעריכים ציון של עבודת גמר המשלבת בינה מלאכותית? איזה רכיבי הערכה צריכים להיכנס או להשתנות כדי להעריך את העבודה שהכין התלמיד? האם המעריך נותן ציון לתוצר סופי או צריך ללוות את כל התהליך?
- באיזה אופן יש לשנות את הדרישות ואת האופן שבו נעשות עבודות גמר בשילוב בינה מלאכותית?
- כיצד יש להתייחס לתלמידים שמסרבים להשתמש בכלי הבינה המלאכותית?
- של מי האחריות ללמד את התלמידים כיצד להשתמש בכלי בינה מלאכותית לכתיבת עבודת גמר?
- כיצד מונעים מהשימוש בבינה מלאכותית בכתיבת עבודות גמר להגדיל פערים:
  - בין תלמידים בעלי אוריינות בינה מלאכותית גבוהה לבין תלמידים שאינם חזקים בתחום?
  - בין תלמידים ששולטים היטב באנגלית ומקבלים תוצר טוב יותר מכלי הבינה המלאכותית לתלמידים שמתקשים באנגלית?
  - בין תלמידים שיש באפשרותם לרכוש כלי בינה מלאכותית איכותיים לבין תלמידים שצריכים להסתפק בכלים החינמיים שנותנים תוצרים פחות "חכמים"?

ניסוי זה משתמש בהגדרה של בינה מלאכותית שהיא כל שיטה לתכנות מחשבים, המאפשרת להם להוציא לפועל מטלות או דרכי התנהגות שהיו מחייבות אינטליגנציה אילו היו מבוצעות על-ידי בני-אדם. בהתאם להגדרה רחבה זו, מערכות מסווגות כבינה מלאכותית על פי יכולתן לדמות

התנהגות ומחשבה האנושית בשלל צורות - כלומר לשוחח, להסיק מסקנות, לפתור בעיות, לתכנן, לתפוס, לחוש, ולנוע בדומה לבני אדם<sup>3</sup>.

## 2.1. בינה מלאכותית יוצרת?

בינה מלאכותית יוצרת (גנרטיבית) מושתתת על אלגוריתמים סטטיסטיים שניתן להשתמש בהם ליצירת תוכן חדש, כולל טקסט, תמונות, מצגות, גרפים, וידאו, אודיו, מוזיקה, דיבור, קוד, סימולציות וסרטונים, מודלים של תלת מימד ועוד.

בינה מלאכותית מבוססת על למידת מכונה, תחום המאפשר לאלגוריתמים ללמוד באמצעות אימונים חוזרים, וליצור תוצאות המשתפרות בהתאם להיקף האימון והניסיון של האלגוריתם. למידת מכונה מאומנת על מאגרי נתונים גדולים, מכוונת לגלות בעצמה את מאפייני הנתונים שיובילו לרמת הדיוק הטובה ביותר בסיווג, ומסוגלת להגיע לביצוע מטלות בסיטואציות בלתי מוכרות שאפילו מומחה היה מתקשה לבצען (data driven).

תת-תחום של למידת מכונה נקרא למידה עמוקה (Deep Learning) - במסגרתו נעשה שימוש ברשתות נוירונים מלאכותית (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. זהו מודל מתמטי-חישובי שמתכלל את התוכן שהוא "לומד" במודל סטטיסטי, והוא מאמן לייצר טקסט שנראה אמין ולא לתת תשובות נכונות. במסגרת האימון, המודל של רשת ה"נוירונים" משתפר ולומד לקבל החלטות מדויקות יותר<sup>4</sup>.

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 שמבוססות על אנלוגיה לרשתות הנוירונים הטבעיות, אבל הדמיון בדרך פעולתם מוגבל.

בהחלט נכון לומר שמודלי שפה גדולים מדמים שיח אנושי, ולכן מספקים חווית משתמש ייחודית, נגישה ומעצימה. בין המודלים היוצרים ממשק שיחה עם המשתמשים, ללא כל צורך במיומנות קודמת שלהם, קיים כמובן ChatGPT ולידו צ'אטבוטים כמו בארד (Bard) קלוד (Claude) ובינג (Bing). למודלים אלו יישומים מגוונים, שפעם נחשבו ככאלו שרק בני אדם יכולים לבצע, ועדיין חשוב להבחין בין התוצר לבין המנגנון הפנימי. הבינה המלאכותית יודעת לחקות באופן טוב יותר ויותר את השיח האנושי, אך היא אינה "חושבת" כמו בני אדם, ונכון להיום המוח האנושי מורכב בהרבה מן הבינה המלאכותית.

השופכת משפט לתמונות דיגיטליות כפלט, Synthesia יוצרת סרטון וידאו, GitHub CoPilot יוצרת DALL-E, Midjourney, Difussion models Runway, Firefly הם דוגמאות לבינה מלאכותית

<sup>3</sup> <https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/glossary>

<sup>4</sup> 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>





קוד תוכנה ו-MusicLM יוצרת יצירה מוסיקלית ברמה המשתווה לזו שיוצרים אמנים ואנשי מקצוע מנוסים.

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

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

בניגוד לבינה מלאכותית מסורתית, בינה מלאכותית יוצרת מייצרת בפועל תוכן חדש, תגובות צ'אט, עיצובים, נתונים סינתטיים או זיופים עמוקים. בינה מלאכותית מסורתית מתמקדת באיתור דפוסים, בקבלת החלטות, בחידוד ניתוחים, בסיווג נתונים וליתור הונאות, והיא התבססה על התאמה בין שאלות נפוצות לתשובות שנשלפות מתוך מאגר מוכן מראש<sup>5</sup>.

קיימים שלושה חידושים במודלים של בינה מלאכותית יוצרת לעומת המודלים קודמים<sup>6</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 מתוחכמות ולבקש מהם לבצע משימות בשפה פשוטה. אם עד ל- 30.11.22, יום ההשקה של ChatGPT, לאנשים שלא עבדו עם תוכנה לא היה מגע עם בינה מלאכותית, הרי שבשנה האחרונה גם ילדים בכיתה ח' יכולים להפעיל מערכות בינה מלאכותית יוצרת.

**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 הנמצאים כיום בשימוש**

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

<sup>5</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>6</sup> כהנא, ע. שוורץ 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>



בשרטוט שלהלן, אשר נדלה מתוך דו"ח שהכין המכון הישראלי לדמוקרטיה<sup>7</sup>, ניתן להבחין בתחזית יכולות הבינה המלאכותית במרחבי היצירה השונים:

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

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

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

## 2.2. התועלות וההזדמנויות של בינה מלאכותית - בכלל ובחינוך בפרט

למורים יש תפקיד מרכזי באפיון השימוש במערכות בינה מלאכותית בחינוך והתאמתן לצרכים העולים מהשטח. שיתוף פעולה נכון בין בינה מלאכותית לאנשי חינוך דורש התייחסות לאופן

<sup>7</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>



ולהקשר בו יתבצע שימוש בכלי בינה מלאכותית בחינוך (AIEd). להלן תיאור של התועלות וההזדמנויות לשימוש במערכות בינה מלאכותית בחינוך:

### קידום למידה מותאמת אישית

פיתוח מערכות למידה, המסתמכות על היסטוריית הלמידה של התלמיד, יכולות להתאים את הלמידה אל היבטים אינדיבידואליים שלו כמו כישרון, ידע קודם וצרכים שונים<sup>8</sup>. מערכות חכמות ללמידה מותאמת אישית, ITS (Intelligent Tutoring Systems), מדמות תהליך למידה של אחד על אחד: הן מעבירות פעילויות ומשימות שתואמות את צרכיו של התלמיד, מספקות לו פידבק מיידי ובדרך זו מציעות מעין פתרון של 'מורה לכל תלמיד', שלא היה אפשרי בעבר עקב אילוצי כוח אדם ותקציב. בנוסף, מערכות אלו מנתחות את הלמידה של התלמיד ואת תהליך קבלת ההחלטות שלו, ויכולות לשמש מורים בלימוד פרונטלי או את התלמידים בחיזוק מיומנויות של למידה והערכה עצמית.

### קידום למידה מבוססת נתונים

מערכות אנליטיקות למידה מבוססות בינה מלאכותית מאפשרות לתאר את תהליך הלמידה של הלומד - לנתח ולספק הסברים, ולהציע תחזית והמלצות להמשך הלמידה<sup>9</sup>, וכך לשפר את המעקב אחר מצב התלמידים, למשל בהקשר של נוכחות, הגשת מטלות, זיהוי תלמידים בסכנת נשירה ועוד.

### קידום למידה שיתופית

הרכבת קבוצות לביצוע משימה שיתופית יכולה להיעשות תוך שימוש במידע על התלמידים כמו: תחום עניין משותף, יכולות דומות או משלימות, זיהוי פערי הבנה בין המשתתפים והצעת אסטרטגיות שיתוף פעולה על בסיס ניסיון העבר, ניתוח בסיסי של התכנים עליהם עובדים התלמידים כדי שהמורה יוכל להתערב ולכוון במידת הצורך, ועוד.

### שיפור חווית הלמידה בסביבות דיגיטליות

מערכות בינה מלאכותית יכולות לשפר את חווית הלמידה בצורות שונות: הפיכת האינטראקציה עם הסביבה הדיגיטלית טבעית יותר וקלילה (למשל באמצעות ממשקי שפה טבעית, זיהוי קול ותנועה או סנסורים אחרים), התממשקות למערכות שתומכות בתלמיד ומדריכות אותו בביצוע המשימות בסביבה המדומה (למשל באמצעות מורה וירטואלי) ועוד. מחקרים שונים מראים כי כלים פדגוגיים אימרסיביים תומכים בפיתוח חשיבה עצמאית ואינטגרטיבית. כמו כן, עולה כי כלים כגון אלו מסייעים בשילוב תלמידים שהתקשו בסביבות הלמידה המסורתיות, ובמסגרת הסביבות הטכנולוגיות הם צוברים ביטחון ומוטיבציה<sup>10</sup>.

<sup>8-12</sup> North, C. (2018). Ten facts about artificial intelligence in teaching and learning

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M. & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education*. Pearson Education, London



## הערכה אפקטיבית יעילה ובזמן אמת

בינה מלאכותית יוצרת יכולה לסייע בביצוע אנליטיקות מידע חכמות וניתוח ביג-דאטה. ניתן לטעון נתונים הנאספים ממערכות למידה שונות ועל בסיס זה לנתח את תהליכי הלמידה והאפקטיביות שלהן בזמן אמת או קרוב לזמן אמת.<sup>11</sup>

## ייעול תהליך הערכת מטלות

למרות הספקות בנוגע לכושר של מערכות בינה מלאכותית בניתוח ניואנסים שפתיים, מערכות NLP זוכות להצלחה הולכת וגדלה בהערכת הכושר הלשוני של תלמידים במדינות שונות – כמו למשל הערכת מאמרים (חזק/חלש) ויכולת אוראלית (אוצר מילים, הגייה וכושר דיבור)<sup>12</sup>. ניתן להכניס לתוך המערכת מחוון ולהזין פנימה עבודות והבינה המלאכותית מעריכה אותן.

## חיסכון בזמן והתמקדות בעיקר

כלי בינה מלאכותית יכולים לבצע במקום המורה מטלות הנוגעות לניהול הלמידה, כמו בדיקת עבודות, מתן ציונים ותיעוד הישגים, וכך לפנות אותו לביצוע משימות הליבה עליון הוא מופקד: התמקדות במשימות הוראה בעלות ערך גבוה ומתן ליווי והנחייה לטובת הצלחה בלימודים, וכן התייחסות להיבטים רגשיים חברתיים בלמידה, תוך הפעלת שיקול דעת ומתן תמיכה רגשית. כלי AIED יכולים לשמש למורה ככלי עזר – למשל מערכות (Intelligent Tutoring Systems) ומערכות למידה אדפטיביות יכולות להעביר חלק מהתכנים בהוראה פרטנית, ואנליטיקות למידה ומערכות ציונות חכמות יכולות לסייע לו בליווי והכוונה של קבוצות למידה שיתופית. מחקרים שונים מראים כי שילוב כלי AIED מגביר את היעילות של המורים, ומאפשר להם לבצע מטלות כמו תמיכה בתלמידים מתקשים<sup>13</sup>.

## הגמשת התהליך החינוכי מבחינת זמן ומרחב

שילוב של כלי AIED עשוי לשחרר את החינוך ממגבלות שונות של זמן ומקום, בהיותם נגישים ברובם בפלטפורמות מקוונות, במחשב, בטאבלט או בסמארטפון. ולכן, ניתן להשתמש בהם בסביבת לימוד לא פורמלית (למשל במוזיאון, בחיק הטבע או בבית); לקבל מהם משוב בהתאם לצורך (למשל בשעת ערב); לספק תכנים מותאמים אישית ועזרה וליווי של תהליך הלמידה ליחידים ולקבוצות בכל זמן ובכל מקום; להנגיש תכני לימוד מרחבי העולם (למשל כלים מקוונים המציעים תרגום טקסט אוטומטי); ולספק הזדמנויות ייחודיות ללמידה אותנטית, המעוגנת בחיי הלומד, ושואבת מחיי היום-יום שלו לצרכי למידה משמעותית<sup>14</sup>.

## מחקר נתוני חינוך לטובת שיפור איכות הלמידה

ניתוח נתוני חינוך באמצעות כלי AI יכול לספק תובנות מדויקות בנוגע למצב ההתקדמות ברכישת מיומנויות נדרשות ברמת התלמיד, בית הספר, המחוז והמדינה (למשל רמת האנגלית או המתמטיקה

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M. & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education*. Pearson Education, London

North, C. (2018). Ten facts about artificial intelligence in teaching and learning<sup>12</sup>

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

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

בהקשר ארצי). לצד זאת, ניתוח ביג דאטה באמצעות כלי AI יוכל לספק תובנות חדשות בנוגע לשיטות הטובות ביותר ולהקשרי הלימוד המועדפים לרכישה של מיומנויות שונות, עם דגש על מיומנויות המאה ה-21<sup>15</sup>.

### קידום הוגנות בחינוך

מהי הוגנות בחינוך? בתי הספר ומערכות החינוך המספקים הזדמנויות למידה שוות לכל התלמידים, כך שהישגיהם והתפתחותם לא תלויים בנתוני רקע שאין לילדים שליטה עליהם (כמו איפה הם נולדו, מה המגדר שלהם, המוצא האתני ועוד)<sup>1716</sup>.

מערכות בינה מלאכותית, במיוחד כאלה המבוססות על התאמה אישית, יכולות לקדם לומדים בעלי כישורי אוריינות נמוכים, דרך תוכניות לימודים אישיות לקידום קריאה, כתיבה וחשבון בסיסיים. כלי בינה מלאכותית יכולים לאפיין קשיים בלמידה, לתמוך בהתמודדות עם קשיים אלו, וכן לחזות תהליכי חשיבה של לומדים בודדים, על מנת לזהות את קשיי הלמידה שלהם ולספק להם פתרונות למידה מותאמים ומדויקים או לחילופין לסמן קשיים אלו עבור המורים. המערכות הללו יכולות גם לחזות, באופן שמאפשר פעולה מקדימה, אלו תלמידים צפויים להתקשות.

סיוע למורים באמצעות התאמה אישית לתלמידים, נגישות של משאבי הוראה, הורדת עומס העבודה על ידי העברה של משימות רוטיניות למערכות אוטומטיות, מפנה את המורים למשימות הוראה בעלות ערך מוסף גבוה, בדגש על תלמידים מתקשים או בעלי צרכים מיוחדים.<sup>18</sup>

כלי AIED מסוגלים לתמוך בתלמידים עם צרכים מיוחדים על ידי שיפור חווית הלמידה - למשל, כלים שמסבירים את התוכן של תמונה נתונה עבור בעלי לקות ראייה, כלים אוטומטיים לחיבור כתוביות לסרטוני וידאו עבור בעלי לקויות שמיעה, כלים שמנגישים חומרים בשפות שונות על ידי תרגום והקראה, וכלים לתפעול עכבר ומקלדת המסתמכים על תנועות עיניים עבור בעלי מגבלות פיזיות ומוטוריות.<sup>19</sup>

עם זאת היבט ההוגנות בהקשר לבינה מלאכותית מורכב (ראה פירוט בהמשך). מכאן, שיש לבחון האם לצד קידום יעילות חינוכית ואפשרות למוביליות חברתית, בינה מלאכותית אינה פוגעת בדרך בזכויותיהם של מורים או תלמידים.<sup>20</sup>

<sup>15</sup> Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M. & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education*. Pearson Education, London

<sup>16</sup> [Equity in Education- Breaking Down Barriers to Social Mobility - Executive Summary- OECD](#), 2018

<sup>17</sup> [ניו מ. \(2021\) הוגנות בחינוך בעולם משתנה - מדריך למנהל/ת. משרד החינוך, ג'וינט ישראל אשלים.](#)

<sup>18</sup> Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264-75278.

<sup>19</sup> North, C. (2018). Ten facts about artificial intelligence in teaching and learning

<sup>20</sup> רמיאל, ה'. (2023). *בינה מלאכותית בחינוך - היבטים של הוגנות ושוויון*, סקירת ספרות שהוגשה ללשכת המדען הראשי, משרד החינוך, ירושלים. <https://bit.ly/43SL9vB>

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

לצד הפוטנציאל האדיר הטמון במודלים של בינה מלאכותית יוצרת, מתגלים גם אתגרים - העיסוק בשאלת ההשפעה של בינה מלאכותית בכלל, ובתוך זה שאלות של אתיקה, ושל הוגנות ושוויון מעסיקה ארגונים וממשלות ברחבי העולם. התחום של **בינה מלאכותית אחראית** כולל אוסף של הנחיות והמלצות כיצד להטמיע ולהשתמש בטכנולוגיה זו באופן מיטבי, ולצמצם 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>21</sup>. השדה החינוכי מציג כמה רמות של מורכבות ביחס לסוגיות אלו<sup>22</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 זאת שמערכת החינוך היא מערכת ציבורית המחייבת את כלל התלמידים.
2. מערכות בינה מלאכותית שאוספות נתונים כל הזמן, עלולות לפגוע בזכות של תלמידים ותלמידות לפרטיות ובזכות להישכח (Right to be forgotten) ולהתחיל מדף חלק בשלבים שונים של ההתבגרות שלהם.
3. מערכות בינה מלאכותית מייצרות תחזיות על בסיס נתונים קיימים, כך שהן עלולות להסליל תלמידים למסלולים 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.
5. שאלת ההטמעה של מערכת בינה מלאכותית נוגעת לאיזון בין ערכים ומטרות שונים ומערכות חינוך נוסות להיות שמרניות, כך שהטמעה של טכנולוגיות חינוכיות הן לרוב איטיות ונוטות להשתלב במבנים קיימים.

בשנת 2019 התפרסם דו"ח ועדת המשנה של המיזם הלאומי בנושא בינה מלאכותית, אתיקה<sup>23</sup>. הדוח של הוועדה מבקש להבטיח ששיקולים אתיים ישולבו בשלבי הפיתוח והתחזוקה של מוצרים משולבי בינה מלאכותית, מפרט את הערכים האתיים שיש לקדם, ובהמשך ממליץ 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

Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019). Artificial intelligence in education: Challenges<sup>21</sup> and opportunities for sustainable development

<sup>22</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>23</sup>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)



אדם, לרבות שמירה על פרטיות, שלמות הגוף, זכויות אזרחיות ופוליטיות ושמירה על האוטונומיה אישית.

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>24</sup>. וכך גם בהקשר לבנייה המלאכותית בחינוך: כשאנו מפעילים מערכות מבוססות בינה מלאכותית בבתי הספר ובכיתות, עלינו לוודא כי הדבר לא יפגע בבריאותם, שלומם והתפתחותם התקינה של הלומדים.

## 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. אולם, חרף הפוטנציאל להשלכות הרסניות, 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>25</sup>.

כדי לאכוף איסור גורף על בינה מלאכותית יאלצו מוסדות החינוך לעקוב, לתעד, ולמנוע את הגישה למגוון גדל והולך של תוכנות וטכנולוגיות. פיקוח יהיה בעייתי באותה המידה – מנהלים שירצו להסתמך על תוכנות לגילוי בינה מלאכותית 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 סטודנטים ואנשי סגל ולהשתמש בהם בדרכים בלתי רצויות.

גישת הפיקוח יוצרת מנטליות של מרוץ חימוש, שבמסגרתה התלמידים והסטודנטים וספקי הטכנולוגיות ימשיכו למצוא דרכים לעקוף את האיסורים וההגבלות שמטילים מוסדות החינוך. מכאן, שעל אנשי החינוך להגדיר מה פירושה של יושרה אקדמית בסביבה עתירת יישומי בינה מלאכותית 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. מעבר לסוגיית האיסור והפיקוח, כשהתלמידים של היום ייכנסו לעולם התעסוקה, מעסיקים יצפו מהם לדעת להשתמש ביישומי בינה מלאכותית. סביר שלאחר שהיא תאומץ בקנה מידה רחב, בינה מלאכותית תיצור שינוי מהותי בשוק מלאכת הידע (knowledge work) ותעלה את החשיבות של מיומנויות חשיבה ביקורתית ופתרון בעיות מורכבות, לצד העצמה של יכולות לקביעת יעדים וחשיבה מוסרית, על מנת שאנשים יוכלו לקבל החלטות שלא ניתן להותיר בידי מערכות הבינה המלאכותית לבדן.

<sup>24</sup>אלוני, נ' (2016). אתיקה וחינוך. החינוך וסביבו, ל"ח, 371-375. פורטל מס"ע | אתיקה וחינוך ([macam.ac.il](http://macam.ac.il))  
<sup>25</sup> שילוב בינה מלאכותית במוסדות להשכלה גבוהה אסטרטגיות מפתח, מרכז אדמונד דה רוטשילד לחיבור השכלה גבוהה ותעסוקה, פרויקט מינרווה. 2023. <https://bit.ly/3Rmq5L0>

גם היכולת לתקשר באופן מיטבי, תוך מודעות עצמית ואינטליגנציה בין אישית, כמו גם כושר הובלה, שיתוף פעולה וניהול משא ומתן בחתירה להשגת מטרות משותפות, הן דוגמאות למיומנויות שיוסיפו להיות רלוונטיות ונחוצות בעולם עבודה המשלב בינה מלאכותית.

### פרטיות ואבטחת מידע

מערכות בינה מלאכותית 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.

**מסד הנתונים** - 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 (למשל, מידע רלוונטי ממשרד הבריאות).

לכן, השימוש במערכות בינה מלאכותית בחינוך מעלה מגוון סוגיות הנוגעות לשמירה על הפרטיות כמו איזה מידע נאסף, אבטחת המידע הנאסף, אופן השימוש במידע אישי, קביעת הרשאות ונגישות לסוגי מידע שונים<sup>26</sup>.

הסדרה הכללית להגנה על מידע GDPR General Data Protection Regulation<sup>27</sup> הנה רגולציה הגנת הפרטיות האירופית המקובלת גם בישראל - ומכילה 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 בינה מלאכותית 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 לטווח הנתונים שנאסף והתכליות 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 ל'הלבנה'/ אנונימיזציה 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.

<sup>26</sup>North, C. (2018). Ten facts about artificial intelligence in teaching and learning

<sup>27</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)



מרבית המידע הנאסף במערכות מחשב מבוסס על השימוש בהן, והן מתעדות ויוצרות דו"חות רק על מה שקרה עליהן. עודף וחוסר נתונים עלול ליצור תמונה מוטה וחלקית של התהליכים החינוכיים - אם הנתונים אינם מקיפים, איכותיים ומדויקים, או לוקים במהימנות ותקפות, מערכות AIED 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 (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 בינה מלאכותיות תלויות במידע המוזן אליהן ובנתונים שמשמשים אותן לאימון לבניית מודלים ולקבלת החלטות אוטומטיות. מספרם של אנשי הטכנולוגיה המאמנים מערכות של בינה מלאכותית הוא קטן יחסית, הוא אינו מייצג את מכלול הרבדים של החברה, התרבויות והקהילות, והטיות אנושיות משתכפלות גם למערכת הטכנולוגית.

מכאן שעולה סיכון להנצחת ואף הגברת אי-השוויון חברתי שמשתקף 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 אמנים כדי לדייק את המענים הקיימים.

היבט מדאיג עוד יותר הוא היכולת של כלי בינה מלאכותית 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

בבינה מלאכותית יש דבר מתעתע. החישוב הסטטיסטי שהיא מבצעת הרבה יותר מורכב ממה שהמוח האנושי יכול להכיל. ולכן במקרים רבים אופן קבלת ההחלטות של מערכות בינה מלאכותית רבות אינו שקוף (מתואר כ'קופסא שחורה' או היעדר Explainability) והמשתמש 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 בינה מלאכותית, המנתחות נתוני-עתק ובמהירות כאמת מדעית, ולכן לא להפעיל מנגנוני בקרה הולמים או לא לזהות הטיות ועיוותים. אחד החששות הקשורים לכך הוא הבלבול האפשרי בין קורלציות והסברים. מערכות בינה מלאכותית לא מתיימרות להציג הסברים לתופעות אלא קורלציות. אלא שלמשתמשים אנושיים יש נטייה לראות בקורלציות הסברים וכך להצדיק פגיעות או הטיות<sup>28</sup>.

אחת הסוגיות המרכזיות בהקשר זה היא שאלת האמון של אנשים במערכות בינה מלאכותית - 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 בבינה המלאכותית<sup>29</sup>.

במחקר שנעשה במכון ויצמן<sup>30</sup> שבחן את שאלת האמון של מורים למדעים שהשתתפו בהכשרה מקצועית לשימוש בסביבת הלמידה PETEL המספקת הוראה מותאמת אישית, נמצא שהמורים אינם ששים לקבל המלצות מבוססות בינה מלאכותית כאשר המלצות אלו סותרות את הניסיון, האינטואיציה והידע הקודם שלהם על תלמידיהם. לעומת זאת, באופן פרדוקסלי, הם מצפים שבינה מלאכותית תהיה נכונה לחלוטין, גם במצבים שאולי אמת מוחלטת לא קיימת. כלומר המורים שהשתתפו במחקר גילו אמון גבוה מאד במערכת הבינה המלאכותית, 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 בינה מלאכותית. חיוני שתהיה מדיניות ברורה בנושא העתקות ושימוש הוגן במודלים דוגמת Chat GPT. התפיסה כיום היא שכשנעזרים בבינה מלאכותית מחוללת טקסט דוגמת Chat GPT, 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.

## התכנסות לממוצע

תופעת ההתכנסות לממוצע (Averaging Out) בבינה מלאכותית יוצרת מתקיימת כאשר מערכת למידה מכונה מתכנסת עם הזמן לפתרון הממוצע של הנתונים שבהם היא מאומנת. תופעה זו עלולה להוביל לתוצאות שטוחות וחסרות ייחודיות, שכן המערכת תנסה להימנע מלעשות שימוש במידע שאינו נפוץ על מנת לנסות ולהימנע מטעויות.

במקרה של בינה מלאכותית יוצרת, תופעת ההתכנסות לממוצע עלולה לגרום לכך שתוצרי המערכת יהיו באנאליים וטריוויאליים. הסיבה לכך היא שהמערכת תנסה ליצור תוצרים המבוססים על הסעם הרחב ביותר של הקהל, מה שעלול להוביל ליצירת תוצרים מוכרים וחסרי חדשנות. ניתן

<sup>28</sup> רמיאל, ח'. (2023). בינה מלאכותית בחינוך - היבטים של חוגנות ושוויון. סקירת ספרות שהוגשה ללשכת המדען הראשי, משרד החינוך, ירושלים. <https://bit.ly/43SL9vB>

<sup>29</sup> Hosnagar, K. (2019). A human's guide to machine intelligence. New York: Viking  
<sup>30</sup> 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



לנסות 'לעקוף' את התופעה ולקבל תוצרים מקוריים וחדשניים באמצעות ראייה ביקורתית וכתובה יצירתית של פרומפטים.

### הוגנות ונגישות

אונסקו (UNESCO)<sup>31</sup> מגדירה את הוגנות 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 בינה מלאכותית יוצרת, עולה שאלה מרכזית לגבי נגישות - מרבית הכלי החינמיים נותנים מענה פחות איכותי מהכלים בתשלום, מה שנותן ייתרון לתלמידים שיש באפשרותם לרכוש ולהשתמש בכלים המתקדמים יותר.

הטמעת מערכות לבינה מלאכותית דורשת הכנה מקיפה של תשתיות. בתי ספר ברשויות מקומיות שנמצאות בדירוג סוציאקונומי נמוך, מתאפיינות בתשתיות טכנולוגיות רעועות (כגון רוחב פס ויציבות החיבור לאינטרנט), אוריינות דיגיטלית נמוכה בקרב אנשי חינוך ותלמידים, פערי שפה, פערים תפיסתיים ותרבותיים, והטיות (Bias) או אפליה של כלי בינה מלאכותית בקבוצות שאינן מקבלות ייצוג הולם בשלבי האימון של המערכת (כמו הטייה על בסיס מגדר)<sup>32</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 בינה מלאכותית לקידום הוגנות בחינוך, מתבססת על היבטים של שיפור וייעול השירותים החינוכיים והרחבת הנגישות אליהם, אולם ההיסטוריה של טכנולוגיה חינוכית, מלמדת שהבטחה של אוטומציה של פעולות חינוכיות שמצד אחד מיעלת את הפעולה החינוכית ומצד שני משחררת את המורות מפעולות מסדר נמוך היא הבטחה שלא מומשה בטכנולוגיות קודמות, ובעיקר לא קידמה הוגנות ושוויון<sup>33</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 הבינה מלאכותית מטכנולוגיות אוטומטיות קודמות.

Education 2030 - Incheon Declaration - Towards inclusive and equitable quality education and<sup>31</sup> lifelong learning for all. UNESCO, 2015. <https://bit.ly/3oUAfa5>

Warschauer, M. & Matuchniak, T. (2010). New technology and digital worlds: Analyzing evidence of<sup>32</sup> 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>33</sup> רמיאל, ח'. (2023). בינה מלאכותית בחינוך - היבטים של הוגנות ושוויון, סקירת ספרות שהוגשה ללשכת המדען הראשי, משרד החינוך, ירושלים. <https://bit.ly/43SL9vB>



## הזיות של בינה מלאכותית

הואיל ומודל השפה מבוסס על ניתוח סטטיסטי ולא כמודל נתונים מבוסס עובדות, הוא עלול לסבול מתופעה המכונה "הזיות" (הלוצינציות)<sup>34</sup> ומשיב תשובות שאינן נכונות עובדתית. חשוב להדגיש כי התשובות אינן נובעות מתוך הבנה - לדוגמה, ChatGPT מפענח את הפרומפטים (prompts) בעזרת קשרים סטטיסטיים בין המילים וחלקי המילים שהוזנו במערכת - ולכן טמונה במודלים אלו סכנה של הפצת מידע מסולף (disinformation) ומידע מוטעה (misinformation) בציבור<sup>35</sup>.

## הזרקת הנחיות

הנחיות המכוונות את מודל השפה להתעלם ממנגנוני ההגבלה והבטיחות שלו עצמו, וכך ניתן לרתום את הציט עבור חילוץ מידע פסול ואף פלילי לרבות הפצת ידע שקרי ועוד<sup>36</sup>.

## היבטים משפטיים

אתגר נוסף עוסק בבעלות על הנתונים המשמשים לאימון המודלים<sup>37</sup>. היו אמנים שהביעו התנגדות לכך שיצירותיהם שימשו לאימון מודלים של בינה מלאכותית יוצרת ללא הסכמתם באופן שעלול לאיים על פרנסתם, וחברות כגון אפל הורו לעובדיהן שלא להשתמש במודלים של בינה מלאכותית יוצרת בשל חשש מדליפת מידע. זכויות יוצרים וקניין רוחני ימשיכו להוות נושא למחלוקת בין יוצרים, חברות בינה מלאכותית והקהילה המשפטית. עולם המשפט עוסק בבעיות נוספות בהקשר זה, כולל אי-דיוקים ותביעות הנכתבות על ידי כלי בינה מלאכותית יוצרת, שהן כה ארוכות ועמוסות עד שביכולתן לגרום לעצירה מוחלטת של ההליכים המשפטיים.

סביר מאוד שבמרוצת הזמן מרבית המגבלות האלה 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 הבינה המלאכותית היוצרת, תוך שימת לב לניואנסים ולתחכום, ככל שהטכנולוגיה ממשיכה ומתפתחת.

## 2.4. יישומי בינה מלאכותית יוצרת בחינוך

הבינה המלאכותית היוצרת הינה ענף של הבינה המלאכותית 'הכללית' כלומר זו אשר המשתמש אינו יוצר באמצעותה תוצרים בעצמו. ישנם יישומים רבים ואפקטיביים שניתן כיום לבצע באמצעות בינה מלאכותית יוצרת, כמו: בניית מערכי שיעור (Syllabus), כתיבת שלד לתשובות ולכתיבה טעונים, קריאת מאמרים, הכנת מצגות, בניית מחווני הערכה ואומדנים לביצוע, משוב בונה והערכת משימות כתיבה, שיפור יכולת הביטוי העצמי דרך ניסוי ותהייה, אימון התלמידים להבדיל בין עיקר לטפל בעידן רווי המידע לרבות מידע מוטעה ומסולף ועוד.

<sup>34</sup> יש לציין כי מתחילים לגבש פתרונות לבעייה זו. בנוסף בבינג יש יכולת לבחור מודל שיש עובדתי, יצירתי או מאוזן <sup>35</sup> כהנא, ע. שוורץ 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>36</sup> Carlini Et al (2023). Poisoning Web-Scale Training Datasets is Practical, available at <https://arxiv.org/abs/2302.10149>

<sup>37</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 להמחיש את סוגי היישומים השונים, ניתן לפנות לעזרתו של Chat GPT - להלן תשובתו<sup>38</sup>:  
כשאנו מדברים על יכולות של בינה מלאכותית יוצרת במערכת החינוך, אנו מתכוונים ליכולתה ליצור תוכן חדש באופן אוטונומי. ניתן למפות את תרחישי היישום של הבינה המלאכותית בחינוך לתחומי ההוראה, הלמידה, ההערכה והמנהל:

### הוראה

**כתיבת מאמרים או תוכן לשיעורים:** בינה מלאכותית יכולה להשתמש במידע שהיא למדה על נושא מסוים, וליצור מאמרים או חומר לשיעורים. היא יכולה לבחור את המילים המתאימות, לסדר את המידע בצורה הטובה ביותר וליצור תוכן מותאם אישית לקהל היעד.  
**כתיבת ניתוחים ואנליזות:** בינה מלאכותית יכולה ליצור ניתוחים אוטומטיים של נתונים או מידע כלשהו. לדוגמה, היא יכולה ליצור דו"ח על טכניקות הניתוח של שאלון מחקרי או לסכם את התובנות מנתוני מבחנים.  
**מערכי שיעור או מחברות לימוד:** בינה מלאכותית יכולה ליצור פרקים לימודיים, דוגמאות, תרגולים ופתרונות לשאלות מגוונות. היא יכולה להתאים את התוכן לרמת הקוראים ולהציע תיקונים ושיפורים בהתאם.

### למידה

הכנת תשובות לשיעורי בית, בדיקת ושיפור נוסחים, תמצות מסמכים, הכנת מצגות, בניית ערכות מוליטימידה ועוד.  
**כתיבת דו"חות וסיכומים:** בינה מלאכותית יכולה ליצור דו"חות אוטומטיים על מנת לסכם נושאים שונים, כגון סיכומים של שיעורים או דו"חות על פרויקטים של תלמידים.

### הערכה

**כתיבת משימות ובחנים:** בינה מלאכותית יכולה ליצור משימות, בחנים או תרגולים בחינוך, לפי תוכניות הלימוד או התכנים הנלמדים. היא יכולה לספק שאלות מגוונות, ליצור סוגים שונים של שאלות ולהעריך את תשובות התלמידים.  
**הערכה אוטומטית של תשובות:** בינה מלאכותית יכולה להעריך את התשובות של תלמידים במבחנים או בתרגולים. היא יכולה לזהות תשובה נכונה, את האופן שבו התלמיד הגיע אל הפתרון ואף לספק פידבק על היבטים שונים של התשובה.

## 2.4.1 שימוש בכלי בינה מלאכותית יוצרת בחינוך בישראל

בתכנית העבודה של משרד החינוך לשנה"ל תשפ"ד, הוגדר היעד "שילוב בינה מלאכותית בתהליכי ההוראה למידה והערכה". במסגרת עבודת תת-ועדה ייחודיים<sup>39</sup> בנושא טכנולוגיות במשרד החינוך, הוגדרו מספר עקרונות לחדשנות, המהווים את התפיסה של בינה מלאכותית אחראית (Responsible AI):

<sup>38</sup> נכתב באמצעות ChatGPT 3.5

<sup>39</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](#)  
21 • מפת ידע - הכנת עבודות גמר בסיוע בינה מלאכותית יוצרת



**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.

**הגדרת מטרות ותחומי שימוש:** יש לקבוע ולהגדיר מראש את מהן המטרות המדויקות לשימוש בכלי הבינה המלאכותית. 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:** הבינה המלאכותית 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

כהשוואה והרחבה, ניתן גם לפנות לעזרתו של Chat GPT - להלן תשובתו:  
כמה עקרונות מרכזיים ליישום יעיל של כלי בינה מלאכותית יוצרת לכתיבה והערכה בעבור משתמש הקצה<sup>40</sup>:

**התאמת כלי הבינה לנושאים ולרמות שונות:** תכני הכתיבה וההערכה יכולים להיות שונים לפי הקהל היעד ורמת התלמידים. על כן יש לוודא שהכלים מותאמים לכלל הרמות השונות ומהווים מענה הולם לכלל התלמידים. ככל שהשימוש בכלי יהיה נוח יותר, תתאפשר אינטראקציה אינטואיטיבית וידידותית למשתמש.

<sup>40</sup> נכתב בסיוע Chat GPT 3.5



העברת ידע לתלמידים: שימוש בתוצאות שהתקבלו יכול להפוך לשיעור בפני עצמו כך שניתן לעקוב אחר תהליך העבודה - השאלות שנשאלו והתוצאות הופקו - וכך לקדם למידה מודעת וחיובית מתוך ההקשרים שנוצרו בתהליך.

שקיפות בנוגע ליכולות ומגבלות הכלי - יש להבהיר תחילה מה הכלי יכול לספק ומה לא ברמה מעשית.

איכות ומקוריות תוכן - יש לוודא שהתוצרים שהכלי יצר יהיו באיכות גבוהה ומקוריים ככל האפשר, לרבות הצלבת מידע ואיתור מקורות אמינים.

שמירה על פרטיות ובטיחות: כאשר משתמשים בכלי בינה מלאכותית, עליכם להבטיח שהנתונים האישיים נשמרים בצורה מאובטחת ולא נעשה בהם שימוש לא מורשה.

ניתוח ושליטה בתוצאות: הבינה המלאכותית יכולה ליצור תוצאות שונות בכתיבה. על כן יש לבצע ניתוח מעמיק של התוצאות, ולוודא שהן תואמות לדרישות והציפיות המקוריות.

הערכה אנושית אל מול בינה מלאכותית: התשובות הנוצרות באמצעות בינה מלאכותית יכולות להיות מועילות, אך חשוב לוודא שהן אינן מכילות שגיאות או מידע לא נכון. תמיד עדיף לבצע הערכה ולוודא את התוצאות על ידי מורים או אנשי מקצוע מומחים. חשוב להצליב מידע ולעקוב אחר המקורות.

## 2.4.2. שילוב בינה מלאכותית יוצרת במערכות חינוך בעולם

חברת ההנחיות שפרסמה לאחרונה UNESCO<sup>41</sup> מצביעה על כך שהרגולציה העולמית לא עומדת בקצב בו מתפרסמים כלי בינה מלאכותית יוצרת (GenAI). ברוב המדינות חסרת 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 ב-GenAI, כולל מתן חובה להגנה של פרטיות הנתונים והגבלת גיל המשתמשים, ומפרטים את הדרישות מספקי GenAI ביחס לשימוש אתי ויעיל של הכלים המפותחים בחינוך.

משרד החינוך הבריטי פרסם לאחרונה מסמך הצהרה הדרוש בהשלכות של בינה מלאכותית על החינוך<sup>42</sup>. לצד ההכרה בכך ששימוש נכון בטכנולוגיה (כולל בינה מלאכותית גנרטיבית) יכול להפחית את עומס העבודה במגזר החינוך, ולפנות זמן למורים, מה שמאפשר להם להתמקד

<sup>41</sup> Guidance for generative AI in education and research, UNESCO, 2023

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

<sup>42</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)



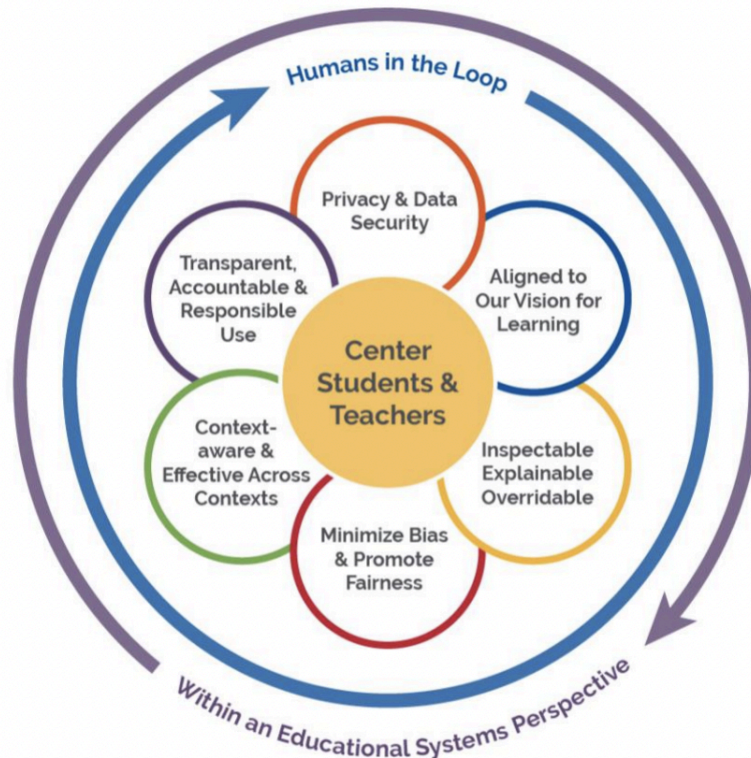
- בהוראה איכותית, מדגיש משרד החינוך הבריטי כי מוסדות החינוך והאקדמיה צריכים להמשיך לנקוט בצעדים למניעת רשלנות בשימוש בטכנולוגיה בדגש על הגנה על הלומדים והצוותים:
- נתונים אישיים ורגישים חייבים להיות מוגנים ולכן אסור שיכנסו לכלי בינה מלאכותית יוצרת.
  - מוסדות חינוך צריכים לבדוק ולחזק את אבטחת הסייבר שלהם, במיוחד מכיוון שבינה מלאכותית יוצרת יכולה להגביר את תחכום ההתקפות.
  - מוסדות חינוך חייבים להמשיך להגן על תלמידיהם מפני תוכן מקוון מזיק, כולל זה שעשוי להיות מיוצר על ידי בינה מלאכותית.

**משרד החינוך האמריקאי** פרסם גם הוא מסמך תובנות והמלצות ביחס לעתיד הלמידה וההוראה בשילוב בינה מלאכותית יוצרת<sup>43</sup>, בדגש על כך שבני אדם הם אלו שמגדירים ומדייקים את השימוש הדרוש להם בכלי בינה מלאכותית, בהתאם לדגשים הבאים:

1. התאמת כלי הבינה המלאכותית 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 בינה מלאכותית יוצרת.
3. יישומי בינה מלאכותית 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 הטיית ולקדם הוגנות במערכות בינה מלאכותית בחינוך.
5. מערכות בטוחות ויעילות - השימוש במודלים של בינה מלאכותית 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 בינה מלאכותית 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>43</sup>  
Office of Educational Technology. 2023. <https://www2.ed.gov/documents/ai-report/ai-report.pdf>





### 2.4.3. שילוב בינה מלאכותית יוצרת בהשכלה הגבוהה

יישומי בינה מלאכותית יוצרת משפיעים גם על עולם ההשכלה הגבוהה. למשל, הידוע מביניהם, ChatGPT, גורם כבר כיום לבחינה מחודשת של פרקטיקות ההוראה והלמידה המסורתיות. כשם שהופעת המחשב שינתה ללא הכר את יכולות המידול והחיזוי בעולם המדע, וכשם שהאינטרנט הקנה לחוקרים גישה מיידית לכמויות חסרות תקדים של מידע, כך המודלים החדשים של הבינה המלאכותית משנים את האופן שבו אנו מפיקים תוצרים יצירתיים, ומכאן שעליהם לשנות גם את מה שמלמדים את הסטודנטים ואת הדרישות מהם. במסמך שהוציא מרכז אדמונד דה רוטשילד, נבחנו לעומק אסטרטגיות מפתח לשילוב בינה מלאכותית יוצרת במוסדות להשכלה גבוהה<sup>44</sup>.

#### הצוותים האדמיניסטרטיביים

בינה מלאכותית יוצרת עשויה לתמוך בהרחבת התמיכה האקדמית והשירותים לסטודנטים באמצעות אוטומציה, בהגדילה את כמות ואת מגוון ערוצי התמיכה שהמוסד האקדמי מעמיד לרשות הסטודנטים. עם זאת, יישומים אלה עלולים להפוך את האינטראקציות בין צוות האוניברסיטה לסטודנטים לגרירות ונטולות מאפיינים אישיים, שהינם משמעותיים ואף קריטיים להצלחת הסטודנט.

<sup>44</sup> שילוב בינה מלאכותית במוסדות להשכלה גבוהה אסטרטגיות מפתח, מרכז אדמונד דה רוטשילד לחיבור השכלה גבוהה ותעסוקה, פרויקט מינרווה. 2023. <https://bit.ly/3Rmq5L0>



בדומה לכך, שימוש בבינה מלאכותית יוצרת בהערכה ודירוג מועמדים ללימודים, עשוי לייעל את עבודתן של מחלקות הרישום, אך יגביר את הסיכון להחלטות מוטות, שמפלות קבוצות ספציפיות.

### הסגל האקדמי

חברות וחברי הסגל האקדמי יכולים להסתייע ביישומי בינה מלאכותית לצורך מחקר, פיתוח תוכניות לימודים, והערכת עבודות, ובכך להקל במידת מה את עומס המטלות עתירות העבודה הכרוכות בעבודה האקדמית, כדוגמת יצירת מפתחות ורשימות ביבליוגרפיה, יצירת כמות גדולה של פריטי הערכה או מתן משוב על טעויות נפוצות של סטודנטים.

### הסטודנטים

בינה מלאכותית יוצרת יכולה לשמש כמנטור מותאם אישית ללמידה (כדוגמת המתרגל הווירטואלי של אקדמיית קהאן (Khanmigo), שמתאים את התוכן ושיטות הלימוד לרמת הסטודנט ולתמוך בתהליכי הלמידה כאשר המורה אינו זמין). היא יכולה לשמש כשותף לדיון בשיטה הסוקרטית, או לסייע לסטודנטים לסכם מידע, לכתוב טיוטות ראשונות, להעלות רעיונות ולבחון את עצמם. עם זאת, שימוש לא מבוקר בכלי בינה מלאכותית, מבלי שהסטודנט תורם אינטלקטואלית לתוצר הסופי, עלול לפגוע פגיעה חמורה בהתפתחות האינטלקטואלית והאקדמית. הקלות שבה ניתן לאמן יישומים לכתיבת שיעורי בית, למילוי סקרים, למענה על בחנים, ולכתיבת עבודות ומטלות, פירושה שסטודנטים רבים יתפתו להגיש תוכן שיוצר בידי בינה מלאכותית כאילו יצרו אותו בעצמם, ובכך להגדיל את שיעור ההונאות.

### כיצד יכולה השכלה גבוהה לשלב בינה מלאכותית יוצרת?<sup>45</sup>

ראשי האוניברסיטאות צריכים לעשות שימוש מושכל ומכוון ביישומי בינה מלאכותית יוצרת כדי לשפר את איכות הלמידה במוסדותיהם ולהקנות לסטודנטים את הכישורים הנדרשים כדי להצליח בעולם התעסוקה העתידי, שבו בינה מלאכותית תהיה מוטמעת בצורה נרחבת. לשם כך, על ראשי האקדמיה להבין לעומקם את ההבדלים בין יישומי הבינה המלאכותית היוצרת החדשים לבין מודלים קודמים, לזהות את ההשלכות הפוטנציאליות מרחיקות הלכת של הטכנולוגיה החדשה, ולבחון כיצד אימוץ בינה מלאכותית יתרום לשינוי הגישה כלפי הוראה ולמידה בקרב חברי הסגל והמוסדות ככלל. כיצד שינוי זה יתרחש?

**בניית מודעות ויכולות** - הסגל האקדמי, הסגל המנהלי והסטודנטים, צריכים להבין ולדעת כיצד להשתמש בכלי הבינה המלאכותית. המוסדות יצטרכו להעצים מנהיגים שייקחו אחריות על התעדכנות מתמדת בהתפתחויות טכנולוגיות הבינה המלאכותית ועל תיאום התגובות המוסדיות באופן שוטף; להקצות משאבים לבניית מודעות בקרב הסגל האקדמי, הסגל המנהלי והסטודנטים באשר לחוזקות ולחולשות של יישומי בינה מלאכותית יוצרת; ולגבש הנחיות המבהירות כיצד, מתי ומדוע להשתמש בהם.

**התאמת גישות הוראה ולמידה** - בינה מלאכותית היא הזדמנות לבחינה מחודשת ולעדכון של שיטות הוראה והערכה לא אופטימליות. פרקטיקות הוראה מסורתיות במוסדות רבים עדיין מעוגנות

<sup>45</sup> לפירוט והרחבה ראה: שילוב בינה מלאכותית במוסדות להשכלה גבוהה אסטרטגיות מפתח, מרכז אדמונד דה רוטשילד לחיבור השכלה גבוהה ותעסוקה, פרויקט מינרווה. 2023. <https://bit.ly/3Rmq5L0>



במתכונת הרצאות, שאינה יעילה מבחינת עידוד למידה בקרב סטודנטים. הבינה המלאכותית מביאה עמה טכנולוגיות שמסוגלות לסכם, להציג, לנתח ולהעריך עבורם את המידע הזה, ומערערות את עצם הרעיון של הוראה מבוססת העברת ידע, שינון ושליפה. במקומה, יש לבחון גישות של למידה אקטיבית, בהן למשל הסטודנטים הם שמלמדים מידע חדש בהנחיית המרצה, או מתרגלים את יישום הידע והמיומנויות שנרכשו לפני השיעור בהקשרים ובמצבים חדשים, כדי לפתור בעיות מעשיות בעולם האמיתי. כלי הבינה המלאכותית יכולים לסייע למורים לאמץ שיטות הוראה מתקדמות דרך ייצור מערכי שיעור המבוססים על למידה פעילה, שמתאימה את ההוראה למגוון הסטודנטים. **התאמת שיטות הערכה** - שיטות הערכה מסורתיות מסתמכות לרוב על הערכה מסכמת הדורשת שינון, שליפה ויישום ידע בהקשר ספציפי. גישות אלו אינן אופטימליות ללמידה משמעותית של ידע תוכן ומיומנויות, וסטודנטים נוטים לשכוח את הנלמד במהרה. בעולם שבו ניתן להשתמש בבינה מלאכותית כדי לפתור ללא מאמץ מבחן, לייצר מאמרים ולכתוב דוחות, עשויים הסטודנטים להתפתות להשתמש לרעה או להסתמך יתר על המידה על כלי הבינה המלאכותית על מנת להשיג ציונים גבוהים יותר. כאשר סטודנטים מגישים מטלות שנוצרו על ידי בינה מלאכותית כאילו היו פרי מוחם, מרצים נקלעים ל מצב מתסכל של הערכת מכונות ולא בני אדם.

ההערכה בעידן ה-AI צריכה להיות הערכה אותנטית, המחייבת את הסטודנטים להפגין חשיבה מסדר גבוה בהקשרים מעשיים, דוגמת מטלות קבוצתיות, דיון ביקורתי על מאמרים בקבוצות קטנות והעברת פרזנטציה. הערכה של תהליכי ניתוח, חשיבה ביקורתית ויצירת רעיונות חדשים במקום מיקוד בתוצר הסופי, מקדמת מיומנויות מטא-קוגניטיביות המשקפות את היכולות האמיתיות של הסטודנטים, את ההבנה העמוקה שלהם בתחום הדעת ואת יכולותיהם לפתור בעיות מורכבות. כלי בינה מלאכותית יכולים לעזור למרצים לשנות גם את שיטות ההערכה שלהם - הם יכולים להציע רעיונות יצירתיים למשימות חווייתיות ואותנטיות המותאמות להקשרים מקומיים, כמו גם לנושאים עם רלוונטיות עכשווית ואישית. הם יכולים לשמש כמעין "בודק עבודות", אשר מוסיף לעבודות הסטודנטים משוב ומסייע לזהות ולסווג שגיאות או שלבים חסרים בפתרונות.

#### 2.4.4. כלי ב"מ למחקר

קהילת AI4RI, אותה מובילה ד"ר יעל צורי, היא קהילה ישראלית לשיתוף ידע ותובנות לשימוש בכלי AI, וספציפית GenAI, למחקר. הקהילה מנהלת את פעילותה דרך מספר קבוצות וואטסאפ אינטנסיביות, ומתחזקת מסמך **מסמך שיתוף מידע מתעדכן**. המסמך משותף עם הקהילה תחת רישיון **קריאייטיב קומונס** CC-BY-SA, המאפשר לעשות בו כל שימוש, כל עוד נותנים קרדיט ומשתפים הלאה באותו הרישיון.

[https://docs.google.com/document/d/1GtbzFXInhTXoj90tZ8NXhPHA\\_-Yz3f8TezIBgFX6Ee4/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/document/d/1GtbzFXInhTXoj90tZ8NXhPHA_-Yz3f8TezIBgFX6Ee4/edit?usp=sharing)

בהמשך נתייחס לכלים ספציפיים מתוך המסמך הנ"ל בהקשר הרלוונטי לעבודות גמר.

## 2.4.5. הערכה ובינה מלאכותית (יוצרת)

אחד האתגרים המרכזיים בהקשר לשימוש בבינה מלאכותית יוצרת לסיוע בהכנה של עבודות חקר הינה בהערכה הניתנת לעבודה. הערכה צריכה לעודד את התלמידים לנתח באופן ביקורתי את תוצרי הבינה (לודג' ושותפים, 2023). השימוש של התלמידים בבינה המלאכותית היוצרת להכנת עבודות מדגיש צורך חשוב בתכנון ובמסגור בקפידה של הנחיות הערכה חדשות בדרכים הבוחנות את תהליכי הלמידה, חשיבה מסדר גבוה ומשימות אותנטיות (סמולנסקי ושותפים, 2023). פיתוח פרקטיקות ומחווונים להערכת עבודות שבהן נעשה שימוש בבינה מלאכותית יוצרת נמצא בראשיתו וטרם גובשה פרקטיקה ומחווון מקובל. ממצאי המחקר בנושא מראים שקצת פחות ממחצית מהמוסדות פיתחו ופרסמו הנחיות בנושא. על ההנחיות בנושא להתייחס לשלושה תחומים עיקריים: יושרה אקדמית, ייעוץ בעיצוב הערכה ותקשורת עם תלמידים (מורהאוס, ושותפים, 2023).

## 3. הכנת עבודות גמר בסיוע בינה מלאכותית יוצרת

### 3.1. בחירת נושא וניסוח שאלת מחקר

עבודת חקר מתחילה בדרך כלל במציאת נושא מעניין, מסקרן ורלוונטי עבור התלמיד או התלמידה, שבא לידי ביטוי בניסוח שאלת מחקר מרתקת ולא טריוויאלית, כזו שאין עליה תשובה מוכנה מראש. בחירת נושא וניסוח שאלת מחקר מדויקת הם עוגן משמעותי לכתיבת עבודה איכותית. באמצעות השימוש בכלי הבינה המלאכותית ניתן לשכלל ולהרחיב את תהליך החשיבה, ולהתמקד בשאלות מחקר טובות המתאימות לנושא הנבחר ולמטרות שהוגדרו על ידי המורים והתלמידים. למשל, כלי בינה מלאכותית יכולים להציע לתלמידים נושאים רלוונטיים לתחום בו הם כותבים את העבודה; התלמידים יכולים "להתייעץ" עם כלי הבינה המלאכותית לגבי אפשרויות לשאלות מחקר בנושא העבודה על פי קריטריונים שהגדירו או שביקשו מהצ'אט להגדיר; וניתן להעלות מחקרים ולבקש מהכלי להציג את שאלת המחקר שעומדת במרכזם. פרומפט לדוגמה: "אני תלמיד/ה בכיתה י'. אני רוצה להכין עבודת מחקר בביולוגיה. אנא הצע רשימה של חמישה נושאים אפשריים ולכל אחד מהם שאלת מחקר מרכזית"

### 3.2. בניית מתווה עבודה

המעבר מהגדרת שאלת המחקר למתווה כתיבת העבודה המבוססת על ראשי פרקים הקשורים זה בזה, הוא תהליך מורכב. שימוש בכלי הבינה המלאכותית היוצרת, יכול לסיוע לתלמידים בארגון ראשוני של הפרקים והקשרים ביניהם, דרך בקשה להצעה למתווה עבודה לשאלת חקר מסוימת או חלוקת שאלת המחקר לשאלות משנה. הבינה המלאכותית יכולה גם לסיוע בפירוק שאלת המחקר לראשי פרקים, לארגן את ראשי הפרקים, והציג את מטרתו של כל פרק.

פרומפט לדוגמה (שהוא המשך לפורמפט הקודם): "בחרתי לכתוב את עבודת המחקר בנושא\_\_\_\_\_ .אנא הצע לי ראשי פרקים בהתאמה לשאלת המחקר"

### 3.3. העמקת הידע ואיסוף מידע ונתונים

שלב זה כולל העמקת ההבנה על הנושא הנחקר בעזרת מקורות מהימנים, הערכה כיצד הם עשויים לסייע במענה על השאלה הנחקרת ומהם הפערים בידע המחקר הקיים. ניתן להסתייע בכלי הבינה לפיתוח סקירת ספרות - הן לחיפוש מקורות, והן לסינטזה שלהם. אפשר עם צ'טבוטים גנריים, או עם כלים ייעודיים. הבינה מלאכותית יכולה לאסוף מידע רחב בהתאם לשאלת המחקר ממקורות מידע אקדמיים, ולסדר את רשימת הפריטים לפי שנים, נושאים או על פי רשימת הפרקים שהוצעה בחלק הקודם. היישומים [dudk](#), [ChatGPT](#), בארד ([Bard](#)) ו- [קלוד 2](#) מאפשרים 'לתחקר מסמכים' באמצעות העלאת קבצים ומענה על שאלות על המידע והנתונים המופיעים בהם ועל הקשר שלהם לשאלת המחקר<sup>46</sup>. כלים אלו יכולים לסייע גם בנייתו של טקסטואליים, זיהוי תמות, מגמות וכיו"ב. אפשרות נוספת היא להיעזר בכלי בינה מלאכותית כדי לנסח הודעות למדיה החברתית, שיביאו משתמשים רבים להשתתף בסקר שהתלמידים רוצים לשלוח<sup>47</sup>. מומלץ להשתמש בכלי בינה מלאכותית המחוברים למקורות המוסכמים על חוקרים בתחום ולנהל את השיח באנגלית דוגמת הצ'טבוט [perplexity](#) או [SciSpace](#) - ובהם מומלץ לתת הנחיה ספציפית להשתמש רק במקורות מכתבי עת שפיטים.

### 3.4. מענה על שאלת המחקר

זהו שלב מורכב בתהליך כתיבת עבודת חקר, והוא מצריך רמות ניתוח והמשגה גבוהות מאוד, כיוון שעל התלמידים לחבר במומחיות בין המידע שסקרו בתחום בשלב השני למידע שנאסף ונותח בשלב השלישי.

כדאי לעודד את התלמידים לכתוב לעבד ולנתח את הנתונים בעצמם ולא באמצעות הבינה המלאכותית, כדי שיתחברו ללב העבודה ולמשמעויות הנגזרות ממנה. אסור לוותר על השלב הזה של עיבוד באמצעות בינה אנושית- זהו לב למידת החקר<sup>48</sup>.

לאחר שהתלמידים עיבדו וניתחו את המידע, ניתן להתייעץ עם הצ'אט כדי לזהות קשיים לוגיים והיבטים שלא טופלו בטקסט; להיעזר בו לניסוח באופן רהוט ומתאים יותר למשלב הלשוני הנהוג בכתיבה אקדמית בתחום הנחקר; לבחון כיווני מחשבה חדשים ויצירתיים שעלו מתוך הממצאים<sup>49</sup>.

<sup>46</sup> דוגמה לשימוש בקלוד לניתוח דאטה

<sup>47</sup> דוגמה לסקר לרשתות שכותבת בינה מלאכותית לחקר של התלמידים

<sup>48</sup> ד"ר לימור ליבוביץ [חדשנות בתהליכי חקר עם כלי בינה מלאכותית- חלק ב' - חינוך ליצירתיות](#)

<sup>49</sup> להרחבה- ראו פרקטיקה [הערכת מהימנות של מקורות מידע](#)



גם כאן ניתן להכניס את העבודה ליישום [קלוד 2](#) ולבקש ממנו משוב. במידה וקיים מחוון, ניתן לבקש מהיישום להשתמש בו ולתת הצעות לשיפור<sup>50</sup>.

### 3.5. כתיבת דו"ח המחקר

בשלב זה יש כותבים התלמידים את דו"ח המחקר, בהתאם למאפיינים הנהוגים בתחום הדעת. מומלץ להשתמש בבינה המלאכותית כמאמנת כתיבה. כלומר, להציג לה טקסט שהתלמיד/ה כתב/ה ולבקש משוב בהתאם לכללים הנהוגים בתחום (לדוגמה, לכתוב בצורה נכונה את המקורות, להציג קשר בין הפסקאות באופן ברור ונהיר לכל קורא, להציג בדיון טיעונים מנומקים המבוססים על הנתונים שנתחו, תובנות שמתכתבות עם סוגיות מרכזיות במה שידוע עד כה ועוד). בנוסף, מומלץ לבקש מהצ'אט להעריך עד כמה העבודה בנויה ברצף הגיוני לנוחות הקורא, לנסח בצורה ברורה את הפרקים ואת סעיפי העבודה השונים ועוד. ניתן להיעזר בבינה מלאכותית לכתיבה של כל אחד מהפרקים בסדר הגיוני, למשל מהיבטים כלליים, לנושאים ממוקדים ואז לבקש חיבורים לפרק הבא, ולבסוף לבקש סיכום המאגד את הנקודות המרכזיות לאור הפרקים הכתובים.

### 3.6. ציון, משוב והערכה

המטרה היא להעריך את ביצועי התלמידות והתלמידים, ולא את ביצועי הבינה המלאכותית. מבחינה זו, ניתן להתייחס לשימוש בכלי הבינה המלאכותית כשלב רצוי בתהליך, ועם זאת להתבונן יחד על תוצרי הבינה בעין ביקורתית, לערוך אותם ולהשתמש בהם לצרכים המסוימים של המשימה הלימודית הנוכחית.

ניתן להסתייע בבינה מלאכותית על מנת לבנות מחוון לבדיקת עבודות בנושא מסוים, או לבקש ממנה רעיונות לביצוע הערכה חלופית.

ניתן גם לבקש מהבינה המלאכותית לתת הערכה למשל עם היישום [perplexity.ai](https://perplexity.ai). אפשר לבקש ממנה לאתר מאמרים שסותרים את המידע בעבודה או להציג ביקורת על העבודה ולציין את המידע החסר בה. לאחר מכן ניתן לבקש מהתלמידים להגיש רעיונות לעבודת המשך שתקדם את הבנת הנושא שחקרו.

בהמשך לתהליך שהוצג כאן, בו החקר והכתיבה משולבים בינה מלאכותית, חשוב שהתלמידים ישלבו רפלקציה ותיעוד על עבודתם עם כלי הבינה, כפרק שיצורף בסוף העבודה.

שילוב בינה מלאכותית בכתיבת עבודת גמר חייבת להיעשות על פי כללי הפדגוגיה האיכותית. העבודה חייבת להעיד על האוריינות הכוללת של התלמיד/ה, ולהציג דרך איכותית לשימוש בכלים. הטבלה שלהלן מסכמת את השימוש בבינה מלאכותית בהכנת עבודת גמר, כולל ההזדמנויות והאתגרים לתלמיד, למנחה/ממערך העבודה בעקבות שימוש זה:

<sup>50</sup> [הכנת עבודות חקר בסיוע בינה מלאכותית - התהליך השלם | פרקטיקות להוראה איכותית | כלי עזר להוראה](#)  
[מרחב פדגוגי | משרד החינוך \(education.gov.il\)](https://education.gov.il)

אתגרים למנחה/למערך בשימוש בבינה מלאכותית	אתגרים לתלמיד בשימוש בבינה מלאכותית	הזדמנויות בשימוש בבינה מלאכותית	שלב בהכנת עבודת הגמר
<p>המנחה יכול להשתמש בבינה מלאכותית למושבו מהיר על בחירת התלמיד. עם זאת, כיצד הוא יוודא שהתלמיד הפעיל חשיבה ביקורתית ויצירתית בבחירת הנושא ולא לקח את הנושא הראשון שהבינה נתנה לו?</p>	<p>בגלל הנטייה של הבינה המלאכותית להתכנס לממוצע, סביר שתציע נושאים נדושים, לא מקוריים ופחות מעניינים. איך ניתן לכוון את התלמיד/ה למצוא נושא טוב? כיצד מוודאים חיבור אישי של התלמידים לנושא שרלוונטי לעולמם וקרוב לליבם?</p>	<p>הבינה המלאכותית יכולה להציע לתלמידים נושאים רלוונטיים שמעניינים אותם בתחום בו הם כותבים על פי קריטריונים שהגדירו או שביקשו מהבינה להגדיר, וכך לשכלל ולהרחיב את תהליך החשיבה בעת בחירת הנושא וניסוח שאלת המחקר.</p>	<p><b>בחירת נושא וניסוח שאלת המחקר</b></p>
<p>איזה כלים יכולים לסייע לתלמיד/ה לבחון באופן ביקורתי את ההצעות שהבינה המלאכותית מציעה? כיצד לשלב בין הצעת הבינה עם תרומתו הייחודית של התלמיד/ה בבניית מתווה העבודה?</p>	<p>סביר שתופעת ההתכנסות לממוצע תוביל לכך שהבינה תציע מבנה שגרתי של עבודת חקר. כיצד ניתן לעודד את התלמיד/ה להפעיל חשיבה ביקורתית ולהוסיף את תפיסתו הייחודית למתווה העבודה?</p>	<p>הבינה המלאכותית יכולה להכין מתווה עבודה בשאלת המחקר או לחלק אותה לשאלות משנה; לסייע בניסוח ברור של ראשי הפרקים וסעיפי העבודה השונים, ולסדרם ברצף הגיוני; לנסח מה מטרתו של כל פרק, תוך ציון מה ידע הקורא בסוף כל פרק.</p>	<p><b>בניית מתווה העבודה</b></p>
<p>כיצד להעריך את איכות המידע המוצג בעבודה? כיצד לוודא שמירה על פרטיות הנתונים שנאספו?</p>	<p>כיצד ידעו התלמידים להבחין בין עובדות לבין מידע שגוי שמציעה הבינה המלאכותית? כיצד ידעו לזהות הטיות במידע הנאסף? כיצד ידאגו לשמירה על פרטיות ואבטחת הנתונים שהם אוספים ומזינים לתוך כלי הבינה המלאכותית?</p>	<p>הבינה המלאכותית יכולה לאסוף מידע רחב בהתאם לשאלת המחקר ממקורות מידע שונים, ולסדר את רשימת הפריטים לפי שנים, נושאים או על פי רשימת הפרקים שהוצעה בחלק הקודם. אפשרות נוספת היא להיעזר בבינה כדי לנסח בקשה להפצה ברשתות חברתיות, שתביא משתמשים רבים להשתתף בסקר שכותבים התלמידים לצורך איסוף נתונים למחקר.</p>	<p><b>איסוף המידע</b></p>



<p>כיצד ניתן לוודא מה התלמידים ניתחו בעצמם את הנתונים ולא נתנו לצ'ט לעשות זאת ללא פיקוח הדוק (גם אם יש דרישה שהתלמידים יכתבו במפורש מה הבינה עשתה ומה הם)?</p>	<p>זהו שלב מורכב בתהליך שמצריך רמות ניתוח והמשגה גבוהות. יש חשש שהתלמידים ימנעו ממענה על שאלת המחקר ויתנו לבינה המלאכותית לענות עליה ללא התערבות שלהם. כיצד מעודדים אותם לעבד ולנתח בעצמם את הנתונים? כיצד מעודדים אותם לחשיבה ביקורתית הבוחנת את אמינות ומהימנות התשובה שהבינה נותנת?</p>	<p>לאחר שהתלמידים עיבדו וניתחו את המידע, ניתן להתייעץ עם הבינה המלאכותית כדי לזהות קשיים לוגיים והיבטים שלא טופלו בטקסט. העבודה עם הבינה יכולה להעלות כיווני חשיבה חדשים ויצירתיים מתוך הממצאים.</p>	<p><b>מענה על שאלת החקר</b></p>
<p>כיצד ניתן לוודא מה שהבינה האנושית של התלמידים השתתפה בכתיבת העבודה והם לא נתנו לבינה המלאכותית לעשות זאת ללא פיקוח הדוק (גם אם יש דרישה שהתלמידים יכתבו במפורש מה הבינה עשתה ומה הם)?</p>	<p>זהו חלק שקשה לתלמידים רבים. יש חשש שהם יתנו לצ'ט לכתוב את העבודה ללא התערבות שלהם. כיצד מוודאים שהתלמיד/ה נעזר בצ'ט וכותב/ת בעצמו/ה? כיצד התלמיד/ה יכול להעריך את כתיבת הצ'ט?</p>	<p>הצ'ט יכול לשמש כמאמן כתיבה, ולסייע לתלמיד לכתוב בהתאם לכללים הנהוגים בתחום; הוא יכול להעריך עד כמה העבודה בנויה ברצף הגיוני ולכתוב כל אחד מהפרקים בה.</p>	<p><b>כתיבת דו"ח המחקר</b></p>
<p>כיצד מעריכים את ביצועי התלמידים/ות ולא את ביצועי הבינה המלאכותית? האם עדיף לעשות הערכה של תהליך העבודה או של התוצר הסופי? כיצד לוודא שקיפות של החלקים בהם נעשה שימוש בבינה וכאלו שלא?</p>	<p>כיצד יקבלו תלמידים הערכה וציון שנעשו על ידי מחוון שנבנה על ידי בינה מלאכותית?</p>	<p>ניתן להסתייע מהבינה המלאכותית לבנות מחוון לבדיקת עבודת חקר בנושא מסוים; לבקש ממנה רעיונות לביצוע הערכה חלופית; לבקש ממנה לאתר מאמרים שסותרים את המידע בעבודה; להציג ביקורת על העבודה, לציין את המידע החסר בה ולהציע חלופות לאור הממצאים שהתקבלו.</p>	<p><b>ציון משוב והערכה</b></p>





## 4. 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 - ptx](#)
- 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>
- הכנת עבודות חקר בסיוע בינה מלאכותית - התהליך השלם | [פרקטיקות להוראה איכותית | כלי עזר להוראה | מרחב פדגוגי | משרד החינוך \(education.gov.il\)](#)
- 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). 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](#)
- נוימן מ. (2021). הוגנות בחינוך בעולם משתנה - [מדריך למנהל/ת. משרד החינוך, ג'וינט ישראל אשלים](#).
- פורטל עובדי הוראה, מרחב פדגוגי: <https://pop.education.gov.il/final-projects/final-work>
- פורטל עובדי הוראה, מרחב פדגוגי: <https://pop.education.gov.il/final-projects/final-work>
- רמיאל, ה'. (2023). [בינה מלאכותית בחינוך - היבטים של הוגנות ושוויון](#), סקירת ספרות שהוגשה ללשכת המדען הראשי, משרד החינוך, ירושלים. <https://bit.ly/43SL9vB>
- שילוב בינה מלאכותית במסודות להשכלה גבוהה אסטרטגיות מפתח, מרכז אדמונד דה רוטשילד לחיבור השכלה גבוהה ותעסוקה, פרויקט מינרווה. 2023. <https://bit.ly/3Rmq5L0>
- 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>
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. Ieee Access, 8, 75264-75278.
- Equity in Education- Breaking Down Barriers to Social Mobility - [Executive Summary- OECD](#), 2018
- Education 2030 - Incheon Declaration - Towards inclusive and equitable quality education and lifelong learning for all. UNESCO, 2015. <https://bit.ly/3oUAfa5>

Generative artificial intelligence in education Departmental. (2023). Department for Education. statement [https://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>

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

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

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>

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>

.Ottervig, V. (2022). [AI – what artificial intelligence is and is not - Enonic](#)

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

.The general data protection regulation. (2022). European Council  
<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 \(uci.edu\)](#))