



שימוש ביישומי בינה מלאכותית יוצרת לקידום אורח חיים בריא בגיל הנעורים

מפת ידע

גרסה 3.0

כתיבה: מרב סרוו, ד"ר זוהר אליוסף

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 'כיצד שימוש ביישומי בינה מלאכותית יכולים לקדם אורח חיים בריא בגיל הנעורים'. ניסוי זה נערך בשותפות של אגף מו"פ ניסויים ויוזמות עם משרד הבריאות ויחידת הבריאות במשרד החינוך. הניסוי בוחן היבטים שונים הנוגעים לשימוש בטכנולוגיית הבינה המלאכותית (Artificial Intelligence – AI) ובדגש על כלי הבינה המלאכותית היוצרת (Generative AI) וישומיהם בתחום קידום בריאות.

הופעתה של הבינה המלאכותית היוצרת (Generative AI) בשנה האחרונה, ובמיוחד הופעתה של ChatGPT שהשיקה חברת Open AI ב- 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. המחקר הנוכחי יעסוק בפיתוח התערבות לקידום הבריאות באמצעות שינוי התנהגותי וזאת בסיוע בינה מלאכותית.

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.



תוכן עניינים

2	פתיחה
3	תוכן עניינים
4	1. אבני היסוד של אורח חיים בריא
4	1.1. התמונה הגדולה
5	1.2. שינה
6	1.3. תזונה
7	1.4. פעילות גופנית
7	2. כיצד משנים הרגלי חיים?
7	2.1. מודל "ששת החלקים"
11	3. בינה מלאכותית בחינוך
11	3.1. מהי בינה מלאכותית?
11	3.2. יישומי בינה מלאכותית בחינוך
13	4. בינה מלאכותית יוצרת
13	4.1. מהי בינה מלאכותית יוצרת?
17	4.2. האתגרים אותם מציבה בינה מלאכותית יוצרת בכלל ובחינוך בפרט
27	4.3. יישומי בינה מלאכותית יוצרת בחינוך
31	5. בינה מלאכותית ושינוי הרגלים
31	5.1. שימושי בינה מול הרכיבים במודל
33	5.2. סוגיות ואתגרים
35	6. מקורות



1. אבני היסוד של אורח חיים בריא

1.1 התמונה הגדולה

1.1.1 חשיבות אורח חיים בריא לשלומות ולהישגים לימודיים

אורח חיים בריא חשוב הן לבריאות הנפש והן להישגים לימודיים. מחקרים הראו כי תלמידים שמקיימים אורח חיים בריא נוטים להיות בעלי ביצועים אקדמיים טובים יותר בהשוואה לאלו שאינם מקיימים אורח חיים כזה¹. נמצא כי לפעילות גופנית מקושרת עם בריאות הנפש והישגים לימודיים². צריכה תקופה של ירקות ופירות, ארוחות עם המשפחה, קבועה ושינה מספקת נקשרו באופן חיובי להישגים לימודיים^{3,4}. ממצאים אלה מצביעים על כך שקידום אורח חיים בריא, כולל פעילות גופנית והרגלי אכילה בריאים, ושינה יכול להשפיע לטובה הן על בריאות הנפש והן על ההישגים הלימודיים בקרב תלמידי תיכון.

1.1.2 מכלול הגורמים וקשרי הגומלין ביניהם

קיימים קשרי גומלין משמעותיים בין הרגלי השינה, האכילה והתזונה של מתבגרים. למשל, מתבגרים שלא ישנים מספיק בלילה נוטים לאכול יותר מזונות לא בריאים. הדבר יכול להתרחש בין היתר מכיוון שחוסר שינה משבש את תפקודן של הורמונים המסייעים בוויסות תחושת הרעב והשובע. מצד שני, תזונה גרועה ואכילת יתר גורמות להפרעות באיכות השינה ובמשכה, מה שיוצר מעגל שלילי שבו הרגלי שינה ואכילה גרועים מחמירים זה את זה. בנוסף, ידוע כי פעילות גופנית במהלך היום (אך לא בשעות הערב המאוחרות) מקדמת את איכות השינה. גורם נוסף שמשפיע ומושפע מניהול אורח חיים בריא הוא התחום הרגשי שקשור באופן הדוק לאכילה, שינה, ולפעילות גופנית.

¹ Thomas, Matingwina. (2018). Health, Academic Achievement and School-Based Interventions. doi: 10.5772/INTECHOPEN.76431

² Getu, Teferi. (2020). The Effect of Physical Activity on Academic Performance and Mental Health: Systematic Review. doi: 10.11648/J.AJSET.20200503.12

³ Mohammad, Heidari., Marzieh., Borjian, Borujeni., Mansureh, Ghodusi, Borujeni., Parvin, Rezaei. (2019). Assessment the relation between lifestyle with mental health and educational achievement in nursing students. Bangladesh Journal of Medical Science, doi: 10.3329/BJMS.V18I4.42875

⁴ Julia, Velten., Angela, Bieda., André, Wannemüller., Jürgen, Margraf. (2018). Lifestyle choices and mental health



1.2. שינה

1.2.1. שינה בגיל ההתבגרות רצוי מול מצוי

שינה היא צורך ביולוגי קריטי לבריאות ולתהליכי התפתחות. בין היתר שינה איכותית מקושרת עם עלייה בביצוע הקוגניטיבי, החברתי, הרגשי, וההתנהגותי. בהתאמה שינה לא איכותית מקושרת עם קשיים לימודיים, רגשיים חברתיים. השינה נמדדת מעורכת במדדים רבים, בניהם: שעות השינה, משך זמן ההרדמות, רציפות השינה, מספר התעוררויות בלילה ומשך הזמן שלוקח לחזור לישון אחריהן, איכות השינה (האם ישנם סיוטים), והתחושה בבוקר (רעננות, עייפות) וכדומה. בגיל ההתבגרות CDC ממליץ על שינה של 8-10 שעות ביממה, ומעריך כי בערך 72% מהמתבגרים לא ישנים מספיק בימי בית ספר (בסופי שבוע- מתבגרים ישנים יותר). ארגון הבריאות העולמי ערך סקר על שינה של מתבגרים באחת עשרה מדינות מאירופה כולל ישראל דיווח כי המתבגרים הישראליים ישנים הכי פחות (7.5 שעות בימי בית ספר) נכנסים הכי מאוחר למיטה (23:00) סובלים מהכי הרבה בעיות שינה ומבלים יותר בשנת יום.

1.2.2. השפעות של חוסר שינה או של הפרעות שינה

מחקרים רבים מראים כי חוסר שינה מספק והפרעות שינה בגיל ההתבגרות מקושרים להישגים לימודיים נמוכים, קשיים בקשב ובזיכרון, תחושת חוסר שקט, מצב רוח ירוד, קושי לווסת רגשות, קשיים חברתיים, פגיעה בבריאות ובהתפתחות הגופנית ועוד. שינה איכותית לעומת זאת מקושרת עם יכולת טובה לווסת רגשות, שיפור בתפקוד החברתי, שיפור לימודי, ושיפור בתפקוד הקוגניטיבי, שיפור בבריאות הגופנית. יש קשר הדוק בין שינה למצב הרגשי - במרבית ההפרעות הרגשיות יש הפרעות שינה, במרבית ההפרעות שינה יש השפעות רגשיות שליליות.

1.2.3. שעות מסך השפעתם על השינה בישראל ובכלל

מטא אנליזה⁵ שבדקה עשרות מחקרים מצאו שזמן מסך גבוהה (בעיקר סמוך לשינה) מקושר עם בעיות שינה. הפחתה של זמן מסך לפני שינה משפר את איכות השינה. המסכים פולטים אור כחול שפוגע בהפרשת מלטונין- הורמון משרה שינה. בנוסף, המסכים יכולים לגרום לעוררות קוגניטיבית שמקשה על הרדמות. סקר של ה HBSC מצא שמתוך 35 מדינות מתפתחות ישראל מובילה גם

Albakri U, Drotos E, Meertens R. Sleep Health Promotion Interventions and Their Effectiveness: An⁵ Umbrella Review. Int J Environ Res Public Health. 2021 May 21;18(11):5533. doi: 10.3390/ijerph18115533. PMID: 34064108; PMCID: PMC8196727

בזמני צפייה בטלוויזיה. 46% מהמתבגרים בישראל דיווחו על מספר גבוהה מ-4 שעות ביום חול של צפייה וכ-35% מהמתבגרים משתמשים במחשב מעל 3 שעות ביום. מתבגרים ישראלים חשופים לטלוויזיה במשך 15 דק בממוצע לאחר כניסה למיטה, וחשופים לטלפון נייד 30 דקות אחרי כניסה למיטה, סה"כ בערך 46 דקות חשיפה למסך אחרי כניסה למיטה. נמצאו מתאמים מובהקים אבל חלשים בין זמן מסך אחרי כניסה למיטה לבין שינה קצרה, משך התעוררות, וקשיי ריכוז.

1.2.4. מה הם התנאים האופטימאליים לקידום שינה איכותית?

קיימים מרכיבים שמשפרים את איכות ומשך השינה.

- הפחתה או הפסקה של שימוש במסכים עוד לפני הכניסה למיטה (שעה).
- להימנע מאכילה ושתייה של מאכלים שפוגעים בשינה (קפה, ארוחות גדולות, אלכוהול)
- להקפיד על כניסה למיטה שעייפים.
- קריאת ספר או שמיעת מוסיקה- היא פעילות מומלצת לפני השינה אבל עדיף לעשות אותה מחוץ למיטה.
- להקפיד על חדר קריר, נקי, חשוך, ושקט.
- בחירת שעת שינה קבוע.
- ביצוע פעילות גופנית במהלך היום.
- להפחית בשנת צהרים

1.3. תזונה

תזונה היא אחד הגורמים המשפיעים ביותר על בריאות ואיכות החיים, במיוחד בגיל ההתבגרות שבו מתרחשים תהליכי גדילה והתפתחות מהירים. תזונה איכותית מספקת אנרגיה וחומרי מזון הדרושים לגוף, תומכת בתהליכי התפתחות וגדילה, ומסייעת בשמירה על בריאות כללית. מאידך, תזונה לקויה עלולה להוביל לבעיות בריאות שונות כגון השמנת יתר, חסר בוויטמינים ומינרלים, ואף לקשיים נפשיים וחברתיים.

בישראל, נתוני בריאות הציבור מצביעים על בעיה משמעותית של השמנת יתר ועודף משקל החל מגילאי היסודי. 58% מאוכלוסיית המבוגרים בישראל סובלים מהשמנת יתר, ושיעור זה נמצא במגמת עלייה מתמדת בעשורים האחרונים. בקרב ילדים, 19% מתלמידי כיתה א' סובלים מעודף משקל או

השמנה, ועד כיתה ז' השיעור עולה ל-34%. עם זאת, בין השנים 2014-2020 חלה ירידה של 14% בשיעורי ההשמנה אצל תלמידי כיתות א', כנראה הודות לתוכנית "אפשר בריא" - אך בקרב מתבגרים לא נצפתה ירידה דומה. בהשוואה בינלאומית, נתוני ארגון הבריאות העולמי ו-OECD ממקמים את ישראל בערך בממוצע מדינות ה-OECD מבחינת שיעורי השמנה ועודף משקל בקרב ילדים ומתבגרים. יחד עם זאת, הנתונים מצביעים על כך שיש עוד צורך במאמץ לאומי רחב היקף על מנת להתמודד עם בעיית התזונה הלקויה בקרב ילדים ובני נוער בישראל⁶.

1.4 פעילות גופנית

לפעילות גופנית יש חשיבות מכרעת עבור בריאותם, רווחתם והתפתחותם של מתבגרים בהיבטים רבים - בריאותיים, חברתיים ורגשיים. על פי ארגון הבריאות העולמי, יש לעודד מתבגרים להקדיש לפחות שעה ביום לפעילות גופנית. עם זאת, מחקר ה-HBSC מצא כי רק כ-10% מבני הנוער בישראל עומדים בהמלצה זו⁷. יתרה מכך, 26.8% מהתלמידים מרקע סוציאקונומי נמוך לא עושים אפילו שעה בשבוע של פעילות גופנית, לעומת 14% מרקע סוציאקונומי גבוה. קיימים גם פערים מגדריים - רק 4% מהבנות עומדות בהמלצות לעומת 17% מהבנים.

מרבית בני הנוער (יותר מ-70%) דיווחו כי הסיבות לכך שהם לא מבצעים פעילות גופנית הן עומס גדול בלימודים וחוסר זמן. מצב זה של חוסר פעילות גופנית הוא בעיה עולמית שגם ישראל נמצאת במצוקה לגביה.

על כן, יש צורך דחוף בהתערבויות ממוקדות לעידוד פעילות גופנית בגילאי ההתבגרות - הן ברמה הלאומית והן ברמה הבית ספרית. שילוב של חינוך לפעילות גופנית, יצירת הזדמנויות לפעילות בבתי הספר ופיתוח תשתיות ופעילויות בשעות אחר הצהריים יוכלו לקדם מטרות אלו.

⁶ רבינוביץ, מ. מוניקגדם גבעון, י. (2023). עודף משקל והשמנת יתר: רקע ונתונים, בדגש על ילדים ובני נוער. הכנסת.
⁷ הראל-פיש, י., רייז, י., שטיינמץ, נ., לובל, ש., וולש, ס., בוניאל-נסים, מ., וטסלר, ר. (2016). פעילות גופנית וספורט בקרב בני נוער בישראל, ממצאי הסקר הארצי הראשון. דו"ח HBSC ישראל. תכנית המחקר הבינלאומי על רווחתם ובריאותם של בני נוער, בית הספר לחינוך, אוניברסיטת בר-אילן.



2. כיצד משנים הרגלי חיים?

2.1. רכיבים בשינוי התנהגותי

במאמץ לשפר את הרגלי הבריאות של בני הנוער, במיוחד לקדם שינה, תזונה בריאה ופעילות גופנית. חשוב לשקול גישה הוליסטית שכוללת מספר תהליכים. הללו, כשהם מיושמים בנפרד ובסינרגיה, עשויים להתגלות כבעלי השפעה משמעותית על התנהגויות הבריאות של בני נוער. לכל רכיב יש תפקיד חיוני בטיפול סביבה המאפשרת שינויים חיוביים באורח החיים.

1. מסירת מידע ויצירת מודעות: היסוד לשינוי הרגלי בריאות מתחיל בהעברת ידע והעלאת המודעות. בני נוער, לעתים קרובות בשלב התפתחותי בו הם יוצרים דעות והרגלים עצמאיים, זקוקים למידע מדויק ורלוונטי על חשיבות השינה, האכילה המאוזנת ושמירה על איכות שינה. מודעות זו חורגת מעבר לעובדות גרידא; מדובר בהבנת ההשלכות של הרגלים לא בריאים והתועלות של אלה הבריאים. לדוגמה, חינוך בני הנוער על התפקיד של השינה בתפקודים קוגניטיביים ובוויסות רגשי, או ההשפעה של בחירות תזונתיות על הבריאות הפיזית והנפשית, יכול להניח את היסוד לקבלת החלטות מושכלת.

2. הגברת מוטיבציה: מוטיבציה היא כוח מניע באימוץ התנהגויות חדשות. מדובר בהשראת בני נוער לשאוף לתוצאות בריאות טובות יותר. ניתן להשיג זאת באמצעות קביעת יעדים, דבר המעודד בני נוער להציב יעדים בני השגה ומדידים הקשורים לדפוסי השינה, ההרגלים התזונתיים והרווחה הכללית שלהם. על ידי טיפוח מוטיבציה פנימית, שבה בני הנוער חשים רצון פנימי לשפר את הבריאות שלהם לסיפוק אישי ולא רק לתגמולים חיצוניים, גדלה ההסתברות לשינוי התנהגות בר-קיימא.

3. תזכורות: עיצוב הרגלים מושפע באופן משמעותי מעקביות וחזרה על פעולות. תזכורות משמשות כרמזים כדי לעזור לבני נוער להיצמד לשגרות הבריאות החדשות שלהם. אלה יכולות להיות בצורה של התראות דיגיטליות, לוחות זמנים מובנים או רמזים חזותיים בסביבתם. תזכורות סדירות עוזרות לאמן הרגלים חדשים עד שהם הופכים להיות הרגלים קבועים. לדוגמה, הגדרת התראה קבועה לשעת שינה יכולה לסייע בייצוב דפוסי שינה, בעוד תכנון ארוחות יכול לסייע בשמירה על הרגלי אכילה בריאים.

4. מעקב: קיום מעקב אחרי ביצוע ההתנהגויות מקדמות בריאות היא אסטרטגיה חשובה לעידוד ההרגלים מיטיבים. בני הנוער צריכים לקבל משוב שוטף על הצלחותיהם ואתגריהם בתהליך שינוי



ההתנהגות, כדי שיוכלו להבין היכן הם עומדים ביחס ליעדים שהציבו ומה עליהם לשפר. פגישות מעקב סדירות מול טכנולוגיה, הורה או גורם תומך אחר יכולות לספק משוב בונה ולעודד שיפור מתמיד. שילוב של מעכבים חיוביים אלה מסייע לבני הנוער לדבוק במסלול לאורך זמן.

5. תמיכה חברתית: תפקידה של תמיכה חברתית בשינוי התנהגויות בריאותיות אי אפשר להפריז בו. בני נוער מושפעים במיוחד מחבריהם, משפחתם ומעגלים חברתיים. עידוד סביבה תומכת שבה הרגלים בריאים מתואמים ונתמכים יכולה להשפיע באופן משמעותי על הבחירות של בני הנוער. תמיכה זו יכולה לבוא מצד הורים המהווים דוגמה להתנהגויות בריאות, בתי ספר המיישמים מדיניות מקדמת בריאות, או קבוצות עמיתים המעריכות ומתרגלות אורח חיים בריא.

6. רכישת מיומנויות: לבסוף, חימוש בני הנוער במיומנויות הנחוצות כדי לאמץ ולשמר הרגלים בריאים הוא קריטי. זה כולל הוראת ניהול זמן יעיל לשינה מספקת, מיומנויות בישול לאכילה בריאה וטכניקות הרפיה לשיפור איכות השינה. העצמת בני הנוער עם מיומנויות אלה מבטיחה שהם לא רק מודעים למה לעשות אלא גם יודעים כיצד לשלב את הפרקטיות האלה בחיי היומיום שלהם.

לסיכום, שילוב של מסירת מידע ויצירת מודעות, טיפוח מוטיבציה, הגדרת תזכורות, מעכב, הבטחת תמיכה חברתית והוראת מיומנויות רלוונטיות יוצר מסגרת כוללת לקידום בריאות אצל בני נוער. לכל אחד מתהליכים אלה יש תפקיד ייחודי בעיצוב התנהגויות בריאות, ובשילובם יחד נוצרת סביבה מיטבית לאורח חיים בריא בר-קיימא. אימוץ וחיזוק תהליכים אלה בחייהם של בני הנוער הם קריטיים כדי לכוון אותם לעתיד של בריאות ורווחה טובים יותר.

2.1.1. מקרה לדוגמא: תוכניות קיימות לקידום שינה באוכלוסייה בריאה

מטא-אנליזה מקיפה, שבחנה 35 מחקרי סקירה על תוכניות התערבות לשיפור השינה באוכלוסייה בריאה, זיהתה מספר סוגים של התערבויות שנחקרו באופן נרחב:

1. חינוך לשינה: הסברים נרחבים על חשיבות השינה, שלביה, והשפעות של חוסר שינה. התערבויות חינוכיות אלה סופקו באמצעים שונים כמו סמינרים, חוברות, אתרי אינטרנט וכד'. המחקרים הראו תוצאות מעורבות בקרב מתבגרים – חלק הראו שיפורים קלים באיכות/כמות השינה, בעוד אחרים לא הראו שינוי. גישה זו עשויה להיות רלוונטית למתבגרים שעדיין אינם מודעים לחשיבות הנושא.

2. שיטות לשינוי התנהגות: מבוססות על קביעת כללים כמו שעות שינה קבועות, שגרה לפני השינה וכד'. הוכחו כיעילות בילדים, אך יש פחות מחקרים במתבגרים.

3. טכניקות הרפיה: כוללות מדיטציה, מוזיקה, הרפיית שרירים ועוד. המחקרים הראו שיפור באיכות השינה בקרב מתבגרים. שיטה פשוטה ונגישה המתאימה לבני נוער.

4. פעילות גופנית: סוגים שונים של אימוני כושר וספורט. מחקרים מצאו שיפורים מסוימים באיכות/כמות השינה במתבגרים, אך במדגמים קטנים. פעילות גופנית חשובה ומומלצת לבני נוער.

5. תרגילי גוף-נפש: שילוב של פעילות גופנית עם מדיטציה כמו יוגה. מחקרים הראו שיפור עקבי באיכות השינה, במיוחד במבוגרים. ייתכן שגם מתאים לבני נוער.

6. התערבויות סביבתיות: שינויים בגורמים כמו אור, רעש, טמפרטורה בסביבה. מעט מאוד מחקרים, רובם במבוגרים.

7. טיפול פסיכולוגי: טיפולים פסיכולוגיים כמו CBT. מחקרים מצאו תוצאות מעורבות במתבגרים בריאים ומבוגרים צעירים. ייתכן שיעיל בבני נוער עם קשיים פסיכולוגיים.

מטה אנליזה נוספת בחנה שיטות התערבות שבוצעו בתוך מסגרות חינוכית ואפיינה מספר סוגים של תוכניות:

1. תוכניות חינוך לשינה: תוכניות אלה מתמקדות בהעברת ידע על שינה לבני הנוער, במטרה לשפר את הרגלי השינה שלהם. התוכניות כוללות הרצאות, סדנאות וחומרי למידה בנושאים כמו חשיבות השינה לבריאות, התפתחות ותפקוד יומיומי, מחזורי שינה ושלביה, שעות שינה נדרשות בכל גיל, הרגלי שינה בריאים כולל שעות שינה מומלצות, השפעות שליליות של חוסר שינה, טיפים מעשיים לשיפור הרגלי שינה, וטכניקות להירדמות ויעילות שינה. דוגמאות כוללות את תוכנית "Sleep Smart" שכללה 4 שיעורים על הרגלי שינה בריאים והראתה עלייה בידע אך לא שיפור משמעותי בהרגלים, ותוכנית "ZZZ" של משרד הבריאות שכללה חוברת וסרטון על שינה בריאה, שגם הראתה עלייה בידע אך לא בהרגלים.

2. תוכניות התנהגותיות-קוגניטיביות: תוכניות אלה משלבות חינוך לשינה עם אסטרטגיות התנהגותיות וקוגניטיביות כדי לעודד שינוי בפועל בהרגלי השינה. הן כוללות: חינוך לשינה וחשיבותה כמו בגישה הקודמת, קביעת יעדי שינה אישיים ומעקב אחר הרגלי שינה, אימון בשינוי הרגלים, כמו כתיבת תזכורות לעצמי, טכניקות הרגעה לפני השינה כמו מדיטציה, דיון במחשבות שליליות על שינה והחלפתן, עידוד הורים לתמוך בשינוי ההרגלים. דוגמאות כוללות את תוכנית "IMPACT" שכללה יעדי שינה, מעקב שינה יומי וטכניקות הרגעה, והצליחה להגדיל מעט את משך



השינה; ותוכנית לקידום בריאות נוער שכללה גם תזונה ופעילות גופנית, שלא הראתה שיפור בהרגלי השינה.

3. בינה מלאכותית בחינוך

3.1. מהי בינה מלאכותית?

ההמולה התקשורתית יוצרת את הרושם שהבינה המלאכותית (ב"מ) פרצה מסרטי המדע הבדיוני לחיים האמיתיים בשנה האחרונה. אולם, למעשה יישומיים ניסיוניים של ב"מ קיימים כבר מסוף שנות ה-60 של המאה הקודמת, ויישומים מסחריים מצליחים משנות ה-80. טעות גם לזהות את הב"מ עם הבוטים ומחוללי התמונות שנמצאים כרגע בחזית. למעשה, כולנו משתמשים ביישומי בינה על בסיס יום-יומי: תכנון המסלול של ווייז, זיהוי עצמים על הכביש של מובילאיי, המלצות סרטים בנטפליקס - כולם יישומי ב"מ. אם כך, מהי בינה מלאכותית?

על פי מועצת אירופה, ב"מ היא "מכלול המחקרים המדעיים, התיאוריות, והפיתוחים שמטרתם לשכפל באמצעות מכונה יכולות קוגניטיביות שנחשבו ייחודיות לבני אדם."⁸ יוניסף מציעים הגדרה יותר מפורטת: "מערכות מבוססות מכונה שיכולות, בהינתן מטרות מוגדרות על ידי האדם, לספק תחזיות, המלצות, או החלטות המשפיעות על סביבות אמיתיות או וירטואליות. מערכות בינה מלאכותית 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."⁹

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, בסל הב"מ נמצא תחומים 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, מיסחר אוטומטי, ניסור פשעים, אופטימיזציה של חקלאות, ועוד תחומים רבים.

⁸ <https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/glossary>

⁹ <https://www.unicef.org/globalinsight/reports/policy-guidance-ai-children>

3.2. יישומי בינה מלאכותית בחינוך

המערכות הראשוניות 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 אינטראקציה עם הלומד בתחומי דעת מוגדרים, כמו למשל 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: בדומה למערכות תמיכת לקוחות המנהלות שיח דבור מוגבל על בסיס ניתוח שפה טבעית ומערכת מידע ממותגת.
- 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, תכנון קורס ותכנון שיעור, כולל התאמה של משאבי למידה.
- ביטחון: ניטור מצלמות כדי לזהות איומים, אלימות או התנהגות מסוכנת.

4. בינה מלאכותית יוצרת

בנוב' 2022 שיחררה חברת OpenAI לציבור גרסה משופרת של תוכנת ChatGPT, המסוגלת לנהל שיח בשפה טבעית על כל נושא. הבוט החדשני שבר את כל שיאי הפופולריות - מיליון משתמשים תוך 5 ימים, ו-100 מיליון תוך חודשיים. הוא גם החדיר לשפתנו את המונח "בינה מלאכותית יוצרת", ומטלטל מאז תעשיות שלמות.

4.1. 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 Generative AI כוללים:

1. למידה ללא פיקוח: 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 היצירתית האנושית בדרכים שלא נראו קודם לכן.

אם אתם תשאלו את הבוט את אותה השאלה, סביר להניח שתקבלו תשובה שונה. הסיבה היא שבניגוד למערכות מידע קודמות (מסדי נתונים, מנועי חיפוש) ב"מ יוצרת לא שולפת תוכן מתוך מאגרים קיימים, אלה מייצרת תוכן חדש. היכולת של הכלי לייצר תוכן נסמכת על למידת מכונה - אלגוריתמים שמעבדים כמות נתונים גדולים, ומיצרים מודל שמאפשר לנבא 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 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 מאומן לייצר טקסט שנראה אמין ולא לתת 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, 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 הקודמת שלהם, קיים כמובן Chat GPT 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 את השיח האנושי, אך היא אינה "חושבת" כמו בן אדם, ונכון להיום המוח האנושי מורכב בהרבה מן הבינה המלאכותית.

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



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 באמצעות 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 לאיתור הונאות, והיא התבססה על התאמה בין שאלות נפוצות ותשובות שנשלפות מתוך מאגר מוכן מראש¹⁰.

קיימים שלושה חידושים במודלים של בינה מלאכותית יוצרת לעומת המודלים קודמים¹¹:

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 שיח עם בינה מלאכותית, הרי שבשנה האחרונה גם ילדים בכיתה ח' יכולים להפעיל מערכות בינה מלאכותית יוצרת.

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

¹¹ 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>

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 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 שהכין המכון הישראלי לדמוקרטיה¹², ניתן להבחין בתחזית יכולות הבינה המלאכותית במרחבי היצירה השונים:

¹² כהנא, ע. שוורץ 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	
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 "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 ואדריכלים 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.

4.2. 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 רוחני¹³. השדה החינוכי מציג כמה רמות של מורכבות ביחס לסוגיות אלו¹⁴:

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 והזכות להישכח (Right to be forgotten) ולהתחיל מחדש חלק בשלבים שונים של ההתבגרות שלהם.

3. מערכות בינה מלאכותית 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.

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 ונוסות להשתלב במבנים קיימים.

Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019). Artificial intelligence in education: Challenges¹³ and opportunities for sustainable development

¹⁴רמיאל, 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 בינה מלאכותית, אתיקה¹⁵. הדוח של הוועדה מבקש להבטיח שיקולים 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 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 להתפתחותם התקינה של הלומדים¹⁶. וכך גם בהקשר לבינה 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 Chat GPT 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 באינטרנט¹⁷.

כדי לאכוף איסור גורף על בינה מלאכותית ייאלצו 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,

¹⁵קרין, 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

¹⁶אלוני, נ' (2016). אתיקה וחינוך. החינוך וסביבו, ל"ח, 371-375. [פורטל מס"ע | אתיקה וחינוך \(macam.ac.il\)](https://macam.ac.il)

¹⁷ שילוב בינה מלאכותית במוסדות להשכלה גבוהה אסטרטגיות מפתח, מרכז אדמונד דה רוטשילד לחיבור השכלה גבוהה ותעסוקה, פרויקט מינרווה. 2023. <https://bit.ly/3Rmq5L0>



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 יכנסו 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.

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 משרדים 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 שונים¹⁸.

ההסדרה הכללית להגנה על מידע GDPR General Data Protection Regulation¹⁹ הנה גולצית 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

¹⁸North, C. (2018). Ten facts about artificial intelligence in teaching and learning

¹⁹The 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)



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. 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 אוטומטית. 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 אמינים 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 תמייין 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 הטייות 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 הטייות²⁰.

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 להטיית אנושיות נוספות, ולשימוש לא מושכל בבינה המלאכותית²¹.

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

²¹ Hosnagar, K. (2019). A human's guide to machine intelligence. New York: Viking



במחקר שנעשה במכון ויצמן²² 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.

יושרה - 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 הטעם הרחב ביותר של הקהל, מה שעלול להוביל ליצירת תוצרים מוכרים וחסרי חדשנות. ניתן לנסות 'לעקוף' את התופעה ולקבל תוצרים מקוריים וחדשניים באמצעות ראייה ביקורתית וכתובה יצירתית של פרומפטים.

Nazaretsky, T., Cukurova, M., Ariely, M., & Alexandron, G. (2021). Confirmation bias and trust: Human²² factors that influence teachers' attitudes towards AI-based educational technology. *In CEUR (Workshop Proceedings (Vol. 3042*



הוגנות ונגישות

אונסקו (UNESCO)²³ 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 וציבות 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)²⁴.

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 ושוויון²⁵.

Education 2030 - Incheon Declaration - Towards inclusive and equitable quality education and²³ lifelong learning for all. UNESCO, 2015. <https://bit.ly/3oUAfa5>

Warschauer, M. & Matuchniak, T. (2010). New technology and digital worlds: Analyzing evidence of²⁴ equity in access, use, and outcomes. *Review of research in education*, 34 (1). Pp. 179-225. Retrieved from: [equity.pdf \(uci.edu\)](https://bit.ly/43SL9vB)

²⁵ רמיאל, ח'. (2023). בינה מלאכותית בחינוך - היבטים של הוגנות ושוויון, סקירת ספרות שהוגשה ללשכת המדען הראשי, משרד החינוך, ירושלים. <https://bit.ly/43SL9vB>



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.

הזיות של בינה מלאכותית

הואיל ומודל השפה מבוסס על ניתוח סטטיסטי ולא כמודל נתונים מבוסס עובדות, הוא עלול לסבול מתופעה המכונה "הזיות" (הלוצינציות)²⁶ 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) בציבור²⁷.

"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 ועוד²⁸.

היבטים משפטיים

אתגר נוסף עוסק בבעלות על הנתונים המשמשים לאימון המודלים²⁹. 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

²⁶ יש לציין כי מתחילים לגבש פתרונות לבעיה זו. בנוסף בבינג יש יכולת לבחור מודל שיח עובדתי, יצירתי או מאוזן

²⁷ 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>

²⁸ Carlini Et al (2023). Poisoning Web-Scale Training Datasets is Practical, available at <https://arxiv.org/abs/2302.10149>

²⁹ שילוב בינה מלאכותית במוסדות להשכלה גבוהה אסטרטגיות מפתח, מרכז אדמונד דה רוטשילד לחיבור השכלה גבוהה ותעסוקה, פרויקט מינרווה. 2023. <https://bit.ly/3Rmq5L0>



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.

4.3. יישומי בינה מלאכותית יוצרת בחינוך

4.3.1. שילוב בינה מלאכותית יוצרת במערכות חינוך בעולם

חברת ההנחיות שפרסמה לאחרונה UNESCO³⁰ 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 הודן בהשלכות של בינה מלאכותית על החינוך³¹. לצד ההכרה בכך ששימוש נכון בטכנולוגיה (כולל בינה מלאכותית גנרטיבית) יכול

³⁰ Guidance for generative AI in education and research, UNESCO, 2023

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

³¹ 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



להפחית את עומס העבודה במגזר החינוך, 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 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 יוצרת³², 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.

Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning Insights and Recommendations.³²
Office of Educational Technology. 2023. <https://www2.ed.gov/documents/ai-report/ai-report.pdf>



6. שיקולים ומשובים אנושיים – שימוש אחראי וסקוף במערכות בינה מלאכותית דורש לשלב בלמידה גם אנשי חינוך, כדי להבטיח עדיפות לעקרונות וערכים חינוכיים.

4.3.2. שימוש בכלי בינה מלאכותית יוצרת בחינוך בישראל

בתכנית העבודה של משרד החינוך לשנה"ל תשפ"ד, הוגדר היעד "שילוב בינה מלאכותית בתהליכי הוראה למידה והערכה". במסגרת עבודת תת-ועדה ייחודיים³³ בנושא טכנולוגיות במשרד החינוך, הוגדרו מספר עקרונות לחדשנות, המהווים את התפיסה של בינה מלאכותית 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.

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.

³³אסדרת טכנולוגיות בחינוך, מדיניות, עקרונות ותהליכים - לוועדת משנה. (2023). המכון לחקר עתידים בחינוך, אגף מחקר, פיתוח ניסויים ויזמות, המנהל הפדגוגי, משרד החינוך [pplx - Google Slides](#)



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 הקצה³⁴:

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.

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.

³⁴ - נכתב בסיוע Chat GPT 3.5



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.

5. בינה מלאכותית ושינוי הרגלים - הצעה ליישום מעשי

5.1 שימושי בינה מול הרכיבים במודל

5.1.1 מוטיבציה

טכנולוגיות של בינה מלאכותית מאפשרות כיום לפתח כלים מתקדמים לעידוד ותמיכה בשינוי התנהגויות בריאותיות. במיוחד, מודלים מבוססי שפה טבעית יכולים לספק אינטראקציה אישית עם המשתמש במטרה לחזק את המוטיבציה שלו לאורך זמן. אחת הדרכים להשיג זאת היא באמצעות יצירת סיען וירטואלי שאליו המשתמש יכול לפנות להגדיר יעדים, לשאול שאלות, לקבל ממנו עצות והכוונה, ואף לנהל איתו שיחות על מנת לקבל השראה ותמיכה. הסיען יוכל להתאים את תגובתיו באופן ספציפי למאפייניו וצרכיו של המשתמש. בנוסף, המודל יכול לבצע ניתוח על בסיס נתוני בריאות ופעילות שהמשתמש מזין, ולהציב יעדים אישיים ואתגרים מדידים. קבלת משוב שוטף מהמודל תאפשר למשתמש לעקוב אחר התקדמותו לעבר היעדים הללו. שילוב של ממשק אינטראקטיבי וידידותי יחד עם משוב אישי, יסייע לייצר מוטיבציה פנימית לטווח ארוך.

5.1.2 מתן מידע וטיפוח מודעות

מודלים של בינה מלאכותית יוצרת יכולים לספק מידע מדויק ומותאם אישית לבני נוער על הרגלי שינה, תזונה ואורח חיים בריא.



1. מערכי שיעור - המודלים יכולים לבנות מערכי שיעור אינטראקטיביים, המותאמים אישית לצרכי הלומד ורמת הידע הקיימת שלו. לדוגמה - מצגות, סרטונים, מאמרים וחומרי לימוד נוספים בנושא הרגלי שינה, תזונה ופעילות גופנית בריאים.
2. שאלונים - ניתן ליצור שאלוני ידע הבוחנים את מידת המודעות וההבנה של הנושאים, ולאחר מכן לתת משוב אישי למשיב על תשובותיו. כך אפשר לזהות פערי ידע ולצמצם אותם.
3. משחקים ופעילויות - המודלים יכולים ליצור מגוון משחקים כמו חידונים, משחקי משימות וכדומה, שיאפשרו לימוד אינטראקטיבי ומהנה של הנושאים.
4. התאמה אישית - על בסיס המידע שנאסף על הלומד באמצעות הפעילויות, המודל יכול להמליץ על חומרי לימוד ופעילויות נוספות מותאמות ספציפית לפי הצרכים והעניין שלו.

5.1.3. תזכורות

שימוש במודלים של בינה מלאכותית יוצרת ליצירה אוטומטית של תזכורות בנושאי בריאות עבור בני נוער מאפשר יצירה של מגוון רחב של תוכן רלוונטי ומותאם אישית: ניתן להזין למודל נתונים על גילאים, העדפות וצרכים ייחודיים של קבוצות בני נוער שונות. בהתבסס על מידע זה ועל ידע קיים בתחומי הבריאות והתזונה, המודל יכול לייצר באופן אוטומטי אלפי רעיונות להודעות קצרות, במגוון פורמטים - הודעות טקסט, תמונות ועוד. לדוגמה הוא יכול ליצור עבור מתבגרים צעירים תזכורות בנושאים כמו חשיבות הפעילות הגופנית, המלצות תזונתיות לגיל ההתבגרות או עצות לשיפור איכות שינה. בעוד שעבור מתבגרים מבוגרים יותר ניתן להתמקד בנושאים כגון השפעות ארוכות טווח של הרגלים בריאים, או אסטרטגיות להתמודדות עם לחצים. בנוסף, השימוש במודל מאפשר לעדכן ולהתאים את תוכן התזכורות בהתאם למשוב ולנתונים המתקבלים מהמשתמשים באופן שוטף.

5.1.4. מעכב אחר התנהגות מקדמת בריאות

ניתוח יומני מעקב אישיים בתחום הבריאות על ידי מודלי בינה מלאכותית מאפשר מתן משוב שוטף ומותאם למשתמש: בני נוער יכולים לנהל יומן אישי דיגיטלי ולתעד בו פרמטרים כמו שעות ואיכות שינה, ארוחות והרכבן התזונתי, פעילות גופנית ועוד. המידע הזה מוזן למודל בינה מלאכותית אשר מנתח אותו על בסיס ידע נרחב בתחומי הבריאות והתזונה. המודל יכול לזהות דפוסים ומגמות בנתונים, ולהשוות אותן ליעדים אישיים שהוגדרו על ידי המשתמש או על בסיס המלצות מקצועיות. על בסיס ניתוח זה, המודל יספק משוב שבועי/חודשי הכולל המלצות קונקרטיות לשיפור, ציון התקדמות ביחס ליעדים, זיהוי תחומים הטעונים עבודה ומתן עידוד בהתאם להישגים. שימוש במודל מאפשר משוב מותאם ואינטראקציה אישית עם כל משתמש, בהתבסס על ניתוח מעמיק של נתוניו

אל מול ידע קיים. גישה זו מסייעת לחזק מוטיבציה והתמדה. בנוסף ניתן להשתמש בכלי ניתוח גם בעבודה קבוצתית כיתתית, לעבוד על יעדים כיתתיים.

5.1.5. תמיכה חברתית

מודלים של בינה מלאכותית יוצרת מאפשרים למנף את כוחה של תמיכה חברתית בקרב תלמידיהם לשם אימוץ אורח חיים בריא יותר. המורה יכול ליזון נתוני רקע על מאפייני הכיתה והמודל יציע רעיונות לפעילויות מגבשות המקדמות ערבות הדדית. לדוגמה, ניתן לחולל עם הבינה שאלון אנונימי הבוחן אתגרים נפוצים בקרב הכיתה בתחומי הבריאות. הבינה יכולה לנתח את תוצאות השאלון וליצור מערך שיעור שיכיל דיון כיתתי תומך סביב הנושאים שעלו. בנוסף, המודל יכול לחולל פעילויות כגון קבוצות תמיכה לעידוד הדדי בהתמודדות עם אתגרים אישיים והתקדמות לקראת יעדים משותפים. אפשרות נוספת היא לבצע social network analysis ובהתאם לכך להגביר את היכולת של המורה להוביל תהליכים חברתיים וקבוצתיים מקדמי בריאות בכיתה.

5.1.6. הוראת מיומנויות

מודלים מתקדמים של בינה מלאכותית מאפשרים היום העברה יעילה של מיומנויות תומכות בריאות לבני נוער, באופן אישי ואינטראקטיבי. המודלים יכולים לנתח את צרכיו הייחודיים ואת מיומנויות הבריאות של כל לומד, ועל בסיס זה להתאים עבורו תוכן מערך יעודי. למשל, המודל יוכל ללמד טכניקות יעילות לניהול זמן ותכנון יומי שיסייעו לשמור על שגרת מנוחה ופעילות מאוזנת. או לחלופין, להדריך בצעד אחר צעד כיצד לבשל ארוחה בריאה ומזינה המותאמת לגיל ההתבגרות. שילוב של למידה אישית עם חווית לומד אינטראקטיבית ומסקרנת, מסייע להטמיע מיומנויות שימושיות לחיים בריאים יותר.

5.2. סוגיות ואתגרים צפויים - ביישום בפועל של המודל

מספר סוגיות ואתגרים מרכזיים, הדורשים שיקול דעת יסודי עולים מן הניסוי. ראשית, שילוב הבינה המלאכותית בקידום הבריאות בקרב מתבגרים מעורר דילמות אתיות משמעותיות, במיוחד בנוגע לפרטיות המידע ולפוטנציאל להטייה בלתי מכוונת בקבלת החלטות. ההשפעות של הבינה המלאכותית על אוטונומיה ופסיכולוגיה התפתחותית של צעירים טרם התבררו במלואן, מה שמדגיש את הצורך הקריטי בביקורת אתית מתמשכת. שנית, פערים טכנולוגיים ובעיות נגישות מהווים

אתגרים ניכרים. רמות שונות של אוריינות דיגיטלית וגישה לטכנולוגיה בקרב קבוצות סוציו-אקונומיות שונות עלולות להוביל לתועלת בלתי שווה מהניסוי. זה מחייב פיתוח אסטרטגיות הכוללניות המבטיחות נגישות שווה להתקדמות טכנולוגית. יתרה מזאת, הקיימות והיכולת להרחבה של התערבויות בריאות מבוססות בינה מלאכותית מחייבות תשומת לב. יעילותן של התערבויות כאלה במגוון הקשרים בעולם האמיתי, יכולת ההסתגלות שלהן לצרכי בריאות משתנים, ושמירת הרלוונטיות שלהן לאורך זמן הם גורמים קריטיים שיש להעריך באופן שוטף. לבסוף, ישנה אתגר דחוף במדידת תוצאות והשפעות של התערבויות הבינה המלאכותית. יש צורך במסגרות הערכה רב-ממדיות שיכולות לשקף את ההשפעות המגוונות של הבינה המלאכותית על התנהגויות ותוצאות בריאות של מתבגרים. מסגרות כאלה צריכות לכלול לא רק מדדים כמותיים אלא גם היבטים איכותניים כדי לספק הבנה הוליסטית של ההשפעה.



6. מקורות

- אלוני, נ' (2016). אתיקה וחינוך. החינוך וסביבו, ל"ח, 371-375. [פורטל מס"ע | אתיקה וחינוך \(macam.ac.il\)](https://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 [ptx - Google Slides](#)
- 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](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>
- שילוב בינה מלאכותית במוסדות 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
- 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.

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>

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. [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>

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>

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](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 \(uci.edu\)](https://www.uci.edu/equity.pdf)

Shochat, T., Flint-Bretler, O., & Tzischinsky, O. (2010). Sleep patterns, electronic media exposure and daytime sleep-related behaviours among Israeli adolescents. *Acta Paediatrica*, 99(9), 1396-1400

Tzischinsky, O., & Shochat, T. (2011). Eveningness, sleep patterns, daytime functioning, and quality of life in Israeli adolescents. *Chronobiology international*, 28(4), 338-343

Garipey, G., Danna, S., Gobiņa, I., Rasmussen, M., de Matos, M. G., Tynjälä, J., ... & Schnohr, C. (2020). How are adolescents sleeping? Adolescent sleep patterns and sociodemographic differences in 24 European and North American countries. *Journal of adolescent Health*, 66(6), S81-S88

Alfonsi, V., Scarpelli, S., D'Atri, A., Stella, G., & De Gennaro, L. (2020). Later school start time: the impact of sleep on academic performance and health in the adolescent population. *International journal of environmental research and public health*, 17(7), 2574

Short, M. A., Booth, S. A., Omar, O., Ostlundh, L., & Arora, T. (2020). The relationship between sleep duration and mood in adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Sleep medicine reviews*, 52, 101311

Agostini, A., & Centofanti, S. (2021). Normal sleep in children and adolescence. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics*, 30(1), 1-14

Sharman, R., & Illingworth, G. (2020). Adolescent sleep and school performance—the problem of sleepy teenagers. *Current opinion in physiology*, 15, 23-28

Hale, L., & Guan, S. (2015). Screen time and sleep among school-aged children and adolescents: a .systematic literature review. *Sleep medicine reviews, 21*, 50-58

Green, A., Dagan, Y., & Haim, A. (2018). Exposure to screens of digital media devices, sleep, and .concentration abilities in a sample of Israel adults. *Sleep and Biological Rhythms, 16*, 273-281

Albakri U, Drotos E, Meertens R. Sleep Health Promotion Interventions and Their Effectiveness: An Umbrella Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 May 21;18(11):5533. doi: .10.3390/ijerph18115533. PMID: 34064108; PMCID: PMC8196727

McLay, L., Sutherland, D., Machalicek, W., & Sigafoos, J. (2020). Systematic review of telehealth interventions for the treatment of sleep problems in children and adolescents. *Journal of Behavioral .Education, 29*, 222-245

Cassoff, J., Knäuper, B., Michaelsen, S., & Gruber, R. (2013). School-based sleep promotion programs: effectiveness, feasibility and insights for future research. *Sleep medicine reviews, 17*(3), 207-214