

# הרובד הנוסף של מציאות רבודה

## איילת ויצמן סמינר הקיבוצים

### תקציר

מציאות רבודה הופכת לכלי טכנולוגי שימושי בהוראה, ומחקרים מצביעים על מגוון יתרונות ואתגרים. כמו בכל חידוש טכנולוגי, הדגש הוא על שימוש בכלי כאשר יש לו ערך מוסף לקידום מטרות הוראה ולמידה. במקרה של טכנולוגיה חדשנית, הצורך להתאים את הכלי למטרות ההוראה דורש מהמורים לפעול כיצרני תוכן בסביבה טכנולוגית לא מוכרת. התהליך כרוך באתגרים מסוגים שונים, החל מקשיים טכניים ועד לשיקולים פדגוגיים, ומלווה בהיבטים רגשיים. במאמר זה מתוארת התנסות של סטודנטים שהם מורים, ביצירת תכנים בתחומי דעת שונים באמצעות מציאות רבודה, במסגרת קורס לתואר שני בטכנולוגיה בחינוך. הסטודנטים התנסו בשימוש במספר יישומי מציאות רבודה כצרכנים וכיצרנים, ולאחר מכן התבקשו לאתר צורך בהוראה שניתן למלא באמצעות שימוש במציאות רבודה, לפתח מערך שיעור מותאם לתלמידיהם, העושה שימוש ביישום שבחרו, להעביר את השיעור ולדווח לעמיתיהם. המאמר סוקר את התהליך, ומנתח את התוצרים והתובנות שהציגו הסטודנטים. הניתוח מתייחס לאתגרים שעמדו בפני הסטודנטים, לאופן השימוש בטכנולוגיה כמענה לצורך, ולתובנות לגבי חשיבות ההתמודדות של מורים-סטודנטים עם היבטים רגשיים של הכוונה עצמית בהתנסות בסביבה טכנולוגית חדשנית.

**מילות מפתח:** מציאות רבודה, ערך מוסף, יצרנים בסביבה טכנולוגית

### מבוא

ייחודה של טכנולוגית מציאות רבודה (AR) הוא באפשרות להוסיף רבדים וירטואליים על גבי המציאות (תשובה וזייפרט, 2013). מחקרים מצביעים על מגוון יתרונות של יישומי מציאות רבודה בהוראה, בעיקר כאמצעי להמחשה ויזואלית של גופים תלת ממדיים ושל תופעות ותהליכים (Radu, 2014), כאמצעי תומך בהעמקה בגישות קונסטרוקטיביסטיות (Lee, 2012), וכן כגורם מעודד מוטיבציה (תשובה וזייפרט, 2013). יחד עם זאת, הספרות מתייחסת גם לאתגרים וחסמים משמעותיים להטמעת השימוש ב-AR בהוראה, החל מחסמים טכניים (Bower et al, 2014), דרך קשיים בשילוב הטכנולוגיה והפדגוגיה (Lee, 2012), ועד לקושי לפתח ביעילות תוכן לימודי בטכנולוגיה זו (Wang et al, 2018). כאשר מורה משתמש במציאות רבודה עליו להתאים את התוכן לצרכי ההוראה ומטרותיה, ולכן כדי לנצל את הטכנולוגיה באופן מיטבי על המורה להיות מסוגל: א) להגדיר את הצורך ולהתאים את היישום הטכנולוגי לצורך החינוכי ולשיקולים הפדגוגיים, ב) לנהוג כיצרן ולא רק כצרכן של טכנולוגיה (Romero, Laferrier & Power, 2016). השילוב של שני הכישורים האלה דורש השקעת זמן ומאמץ, ולכן הוא כדאי רק כאשר ליישום יש ערך מוסף משמעותי להשגת מטרות הלמידה. בנוסף, הצורך לנהוג כיצרן בסביבה טכנולוגית ודיגיטלית, ולפתח תכנים עבור תלמידיך, דורש מיומנות מסדר גבוה שמורים רבים אינם מורגלים בה (Wang et al, 2018), ומצד שני היא נדרשת מלומדים במאה ה-21 (זוהר ובושריאן, 2020). הצורך לנהוג כיצרן בטכנולוגיה חדשנית מוסיף אתגרים לא פשוטים של התגברות על קשיים טכניים, פענוח מידע לא מוגש, והתמודדות עם אי-הצלחות. חשוב שמורים יכירו את האתגרים הנדרשים בעת יצירת תוכן חדש באמצעות טכנולוגיה ויתנסו בהתמודדות עמם.

קיים ערך נוסף לשימוש ביישום טכנולוגי חדשני ומאתגר בקורסים למורים-סטודנטים ופרחי הוראה: בנוסף להכנת הסטודנטים לכישורים הנדרשים בעולם הדיגיטלי (חטיבה, 2016), יש לאפשר להם להתנסות ולהתמודד עם היבטים רגשיים (חיוביים ושליליים) של שימוש ביישומים טכנולוגיים חדשניים (Pedaste, Mitt & Jürivete, 2020). יש בכך הזדמנות לאתגר את המורים ולאפשר להם לחוות חוויות דומות לאלה שיחוו תלמידיהם בהתמודדות עם אתגרים הכוללים סביבות טכנולוגיות מורכבות ומשתנות, וכך גם

להשפיע על פיתוח כישורי הכוונה עצמית, כמו יכולת התמודדות עם משברים וכשלונות. (Blau, Shamir- Inbal, & Avdiel, 2020).

במאמר זה אתאר התנסות של סטודנטים, שהם גם מורים בפועל, ביצירת תכנים בתחומי דעת שונים באמצעות מציאות רבודה, במסגרת משימות בקורס לתואר שני. אתייחס לשאלות הבאות:

- א) כיצד מתארים המורים את היתרונות והאתגרים של AR בהוראה?
- ב) באיזה אופן, על פי המורים, מתבטא הערך המוסף של AR בהוראה?
- ג) כיצד משפיעה ההתמודדות עם טכנולוגיית AR כיצרנים על חוויית הלמידה של הסטודנטים בקורס?

## מערך ההתנסות:

קורס סימטריאלי במסגרת תואר שני בטכנולוגיה בחינוך. הסטודנטים המשתתפים הם ברובם מורים בתחומי דעת שונים בשכבות גיל שונות (50% יסודי, 25% חט"ב, 25% חט"ע), ללא התנסות קודמת בטכנולוגיה מסוג זה. הנתונים נאספו במהלך 3 מחזורים של כ-30 סטודנטים המשתתפים בכל קורס. מבנה הקורס – שם הקורס "מהכיתה לחלל: טכנולוגיה פורצת גבולות". המטרה המרכזית היא היכרות והתנסות בשימוש ביישום טכנולוגי חדשני (במקרה זה מציאות רבודה) ברמה של צרכן (תלמיד) ויצרן (מורה). תחום החלל משמש כמשל ומסגרת ללמידה: החלל הוא אנלוגיה לתחום בו הטכנולוגיה היא חלק בלתי נפרד, ומאפשרת פריצת גבולות במובן פיזי וקוגניטיבי. השימוש בטכנולוגיה בתחום החלל ממחיש באופן ברור כיצד מותאם יישום לצורך (לדוגמה, חללית המשמשת לנחיתה שונה מאוד מזו המשמשת להקפה). הביט הפדגוגי מובאות דוגמאות לפעילויות העושות שימוש במציאות רבודה כדי ללמד נושאים בתחום החלל. העקרון של התאמת יישום טכנולוגי לצורך תוך ניצול הערך המוסף שלו מיושם בהמשך הקורס בתחומי התוכן הקרובים לעולמם של המשתתפים, כך שיוכלו להגדיר צורך ומטרות הוראה ולמידה הניתנים ליישום והערכה, ולפתח תחושת בעלות (ownership) על התכנים שהם יוצרים. בקורס נעשה שימוש במספר אפליקציות חינוכיות, המאפשרות שימוש ברמה של צרכן ויצרן ברמה סבירה של השקעה (כאשר מדובר בסטודנטים ללא רקע בעיצוב ותכנות). לדוגמה: [Hp-Reveal](#) (האפליקציה, שנקראה בעבר Aurasma הייתה פעילה במהלך 2019 אך הפסיקה לפעול מאז ינואר 2020), [Unite](#), [AR](#), [Metaverse](#), [Co-Spaces Edu](#) ועוד. הסיבה לבחירה באפליקציות חינוכיות, היא שזו הבחירה הנפוצה של מורים במערכת החינוך בארץ, שלעיתים קרובות אינם מקבלים תקציב ייעודי לרכישת אפליקציות. בנוסף, בשלב זה לא מוכרת לנו אפליקציה ייעודית לצרכי חינוך שיכולה לענות על הצרכים של מורים בתחומי תוכן שונים בישראל (לתלמידים דוברי עברית).

## תיאור ההתנסות

לאחר סקירת מספר דוגמאות לשימושי AR בהוראה, התנסות קצרה והשוואה בין מספר אפליקציות, פותח מחוון בשיתוף עם הסטודנטים. המחוון מתבסס על מחוונים קודמים להערכת פעילויות משלבות תקשוב (כגון ענבל-שמיר וקלי, 2007), אך מתמקד בשלב ראשון בהשוואת יישומים טכנולוגיים, המשמשים כולם ליצירת מציאות רבודה. נקודת המבט להשוואה היא של מורה המעוניין להשתמש ביישום עם תלמידיו. הסטודנטים התבקשו לבחור אפליקציה מתוך המבחר המוצע, להתנסות כצרכן במס' דוגמאות מוכנות, וללמוד להשתמש ביישום כיצרן (בעזרת הנחיות שקבלו). בסיכום התנסות זו נערך דיון שיתופי שבסימונו נקבעו הממדים והקריטריונים להשוואה בין היישומים:

- ממד טכני: יכולת וקלות ההפעלה במכשירי קצה שונים
- ממד טכנולוגי-קוגניטיבי: משך זמן הלמידה הנדרש לשימוש כצרכן וכיצרן
- ממד פדגוגי: מידת התאמה לשונות לומדים ותחומי דעת, קירבה לעולמו של הלומד ואינטראקטיביות
- ממד רגשי: מידת עידוד הנעה והנאה, מידת יצירת הזדהות וגרוי סקרנות, לעומת מידת התסכול כתוצאה מקשיים מסוגים שונים.

בשלב הבא התבקשו הסטודנטים בצוותים של 2-3 לאתר צורך בהוראה שניתן למלא באמצעות שימוש במציאות רבודה, לפתח מערך שיעור מותאם לתלמידיהם, העושה שימוש ביישום שבחרו, להתנסות בפעילות שפיתחו עם מספר מצומצם של תלמידים, ולהציג את התובנות לעמיתיהם. בסוף התהליך כל סטודנט נדרש לכתוב רפלקציה על התהליך כולו.

## ניתוח ההתנסות

א) כיצד מתארים המורים את היתרונות והאתגרים של AR בהוראה? בדומה לנסקר בספרות, הסטודנטים ציינו יתרונות של AR כאמצעי להמחשה ויזואלית, כאמצעי תומך בתהליכי למידה, וכגורם מעודד מוטיבציה. לדוגמה:

- "האפליקציה מאפשרת למידה בדרך של המחשה, תוך חוויית שימוש ייחודית הנותנת אפשרות להעביר רעיון שקשה להסביר במילים ולפשט אותו, כך שנוצר חיבור בין קליטת המידע למוחשיות. ניתן להוסיף רבדים רבים כגון שיר, תמונה, סרטון ומיצגים תלת ממדיים. אם מוסיפים את אלו מתקבלת חוויית למידה משמעותית ומענה לשונות בלמידה."
- האתגרים שציינו הסטודנטים, גם הם בהתאמה לספרות, היו בעיקר מהסוגים הבאים:
- קשיים טכניים, כגון חוסר במכשירי קצה בכיתות, אפליקציות שעובדות במכשירים מסוימים ולא באחרים, קשיים בהתאמה לשפה העברית.
- קשיים טכנולוגיים, כמו זמן הלמידה הנדרש לשליטה באפליקציה, וליצירת תוכן משמעותי. הגבלות על סוגי קבצים שניתן להעלות, תנאי אור וזווית הנדרשים לצילום, וכן מאגרים מוגבלים של צורות תלת ממדיות בהן ניתן להשתמש.
- קשיים פדגוגיים כגון מציאת יישום שיהיה נגיש לתלמידים צעירים וגם יענה על צורך פדגוגי.

### ב) באיזה אופן, על פי המורים, מתבטא הערך המוסף של AR בהוראה?

ניתן ללמוד על הערך המוסף שמייחסים הסטודנטים למציאות רבודה מתוך הפעילויות שפיתחו, מתוך תיעוד תגובות של תלמידים לפעילות שפיתחו מוריהם, ומתוך הערכת עמיתים לפעילויות שיצרו עמיתיהם. סטודנטים רבים התייחסו להיבטים רגשיים של התנסות של תלמידים במציאות רבודה כצרכנים. לדוגמה: "לדעתי, האפליקציה מאפשרת ללומדים לראות את יוון העתיקה כאילו הם חלק ממנה, לטייל בה, לראות את המבנים ולהרגיש שהם שם. לכן היישום הטכנולוגי מספק עבורם חוויה שהם לא יכולים להשיג בדרך אחרת וזו הייחודיות והערך המוסף של הכלי הטכנולוגי. מכיוון שהילדים פעילים ומעורבים בלמידה הרי שהלמידה משמעותית יותר עבורם."

הרבדים שבחרו הסטודנטים ליצור כשכבות נסתרות המתגלות לתלמיד המשתמש באפליקצית AR, השתייכו לאחת מהקטגוריות הבאות:

1. שילוב של חוויה רגשית ביחד עם ממד קוגניטיבי להעמקת הבנת הידע. לדוגמה:
  - שילוב רובד של אנימציה מעל טקסט של שיר להמחשת המושג מטפורה בספרות
  - הופעת תמונה מפתיעה מעל תמונה/טקסט מוכר כדי לעורר חשיבה ביקורתית לגבי היבטים של מגדר
  - המחשת סיפורו של אתר ארכאולוגי באמצעות שאלות ותשובות המתגלות בסריקת רמזים בשטח האתר.
2. המחשת גופים תלת ממדיים באופן המאפשר חקר ואינטראקציה אישית. לדוגמה:
  - שילוב רובד של צורות תלת ממדיות עם רבדים נוספים מעל תמונה דו-ממדית (למשל פריסה של צורות גאומטריות תלת ממדיות)
3. המחשת גדלים, מרחקים, תהליכים, מקומות שאינם נגישים לתלמידים בחיי היום יום. לדוגמה:
  - כוכבי לכת, מרחקים או גדלים ביקום מצד אחד, ואטומים על חלקיקיהם מצד שני
  - תהליך הנבטה שלוקח זמן רב מומחש באמצעות סרטון על גבי העציץ במציאות
4. הוספת רובד של הסבר או מידע נוסף באופן חווייתי שמעורר מוטיבציה ללמידה. לדוגמה:
  - המחשה פונטית של צילי אותיות בשפות שונות לילדים מתקשים
5. שילוב תוצר של התלמידים ברבדים הנחשפים – מביא להעצמת תלמידים מחד ולמידת עמיתים מאידך. לדוגמה:
  - הרובד שנחשף על גבי תרגיל מתמטי כולל סרטון שבו אחד התלמידים מסביר לחבריו את הפרוצדורה לפתרון

### ג) כיצד משפיעה ההתמודדות עם טכנולוגיית AR כיצרנים על חוויית הלמידה של הסטודנטים בקורס?

מניתוח הרפלקציות שכתבו הסטודנטים עם סיום הקורס ניכר כי להתמודדות כיצרנים עם טכנולוגיה מתקדמת ומאתגרת הייתה השפעה משמעותית על הלמידה שלהם. במהלך הקורס בוטאו מדי פעם תחושות של תסכול ואף חוויות של כשלון בניסיון להתגבר על קשיים בשימוש באפליקציות. יתכן כי דווקא חוויות אלה הביאו לתחושת הצלחה בסיום הקורס, כאשר המאמצים נשאו פרי:

- "הרגשתי שנזרקתי למים עמוקים מבלי לדעת לשחות והחוויה הייתה קשה עבורי, אך לא בלתי אפשרית"
- "למדנו שלא תמיד הכל עובד אבל כשהצלחנו בהחלט שמחנו וזה גרם לנו לפעול במרץ לטובת יישום הפרוייקט בכיתה כדי לראות את התגובות של התלמידים בכיתה"

- "אני גאה בעצמי שהלכתי עם הרעיון עד הסוף, יצאתי מ"אזור הנוחות" שלי ויצרתי פעילות חווייתית שמוכיחה לתלמידים ולצוות המורים שאפשר ללמוד גם אחרת ושלא צריך להימנע או לחשוש משילוב טכנולוגיה בהוראה"
- "יש לציין שאת התהליך הזה גם אני עברתי בקורס, שכן תהליך חיפוש יישום טכנולוגי להעביר בכתה, דרש ממני לחפש יישומים שונים, להתוודע ליתרונות ולחסרונות של כל יישום, להתנסות, להיכשל וכך ללמוד... לשתף פעולה עם החברות לצוות, לצמוח ביחד, והכי חשוב לא לפחד ממשוה חדש..."
- "ראיתי את התלמידים עוברים את אותו תהליך שאני עברתי בכתה והמהות שלו בעיני היא בעצם ללמוד תוך כדי כישלון ולהבין כי כישלון מהווה חלק משמעותי מתהליך של למידה משמעותית"

### תובנות ומסקנות

- מתוך ההתנסות עולות מספר תובנות לגבי חשיבות ההתמודדות של מורים-סטודנטים עם היבטים רגשיים של התנסות בסביבה טכנולוגית חדשנית:
- ברמת הסטודנט, דווקא ההתנסות באתגרים ותחושת הכשלון שחוו הביאה את המשתתפים להעריך את ההצלחה שבאה בהמשך והעצימה את המימד הרגשי שנלווה ללמידה.
  - ברמת המורה, המשתתפים נוכחו בחשיבות חיזוק כישורי הכוונה עצמית כמו יכולת התמודדות עם כישלונות בקרב תלמידיהם, כדי להכין אותם לאתגרים הצפויים עם התפתחות טכנולוגיות חדשות המתחלפות לעיתים קרובות.
  - ללמידה מתוך צורך ואוטנטיות המשלבת מימד רגשי עם קוגניטיבי, כפי שמתרחש ביישומי מציאות רבודה, יש פוטנציאל להפוך ללמידה משמעותית המלווה בחוויית הצלחה, אשר נשארת בזיכרון לאורך זמן.

### מקורות

זוהר, ע. ובושריאן, ע. (עורכים) (2020). התאמת תוכניות הלימודים וחומרי הלימוד למאה ה-21 – סיכום עבודתה של ועדת המומחים, תמונת מצב והמלצות. ירושלים: יוזמה – מרכז לידע ולמחקר בחינוך, האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים.

חטיבה, נ. (2016). למה ואיך לשלב טכנולוגיות בנות-זמננו בהוראה באקדמיה? טכנולוגיות בנות זמננו ושילובן בהוראה, הוראה באקדמיה 6, עמ' 7-11.

ענבל-שמיר, ת. וקלי, י. (2007). הוראה מתקשבת – דרך חיים או מעמסה למורה? אפיון הקצוות של טווח העשייה המתקשבת של מורים, בתוך: האדם הלומד בעידן הטכנולוגי, כנס צ"י השני למחקרי טכנולוגיות למידה, 2007, האוניברסיטה הפתוחה. ספר הכינוס עמ' 174-180.

תשובה, ו. וזיפרט, ת. (2013). הוראה מבוססת טכנולוגיית מציאות רבודה וטלפונים "חכמים" במדע וטכנולוגיה לקידום מוטיבציה ללמידה בקרב תלמידים, בתוך: טכנולוגיות חדשות ודרכי הערכתן בהוראה ובלמידה המקוונת: כיוונים ומגמות בהשכלה הגבוהה, ספר הכנס השנתי האחד עשר של מיט"ל, עמ' 27-30, ירושלים: האוניברסיטה העברית.

Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology & Society*, 17 (4), 133–149.

Blau, I., Shamir-Inbal, T. & Avdiel O. (2020). How does the pedagogical design of a technology-enhanced collaborative academic course promote digital literacies, self-regulation, and perceived learning of students? *The Internet and Higher Education*, V45

Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A. & Grover, D. (2014) Augmented Reality in education – cases, places and potentials, *Educational Media International*, 51(1), 1-15, DOI: 10.1080/09523987.2014.889400

- Lahav, O., PhD., Sharkey, Paul, HDipEE, BSc(Eng), MA,PhD., C.En, & Merrick, Joav, MD,M.MedSc, D.M.Sc. (2014). Editorial - virtual and augmented reality environments for people with special needs. *International Journal of Child Health and Human Development*, 7(4), 337-338.
- Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 56(2), 13-21.
- Pedaste, M., Mitt, G. & Jürivete, T. (2020). What Is the Effect of Using Mobile Augmented Reality in K12 Inquiry-Based Learning? *Education Sciences*, 10, 94-109.
- Radu, I. (2014), Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Pers Ubiquit Comput* (2014) 18:1533–1543
- Romero, M., Laferrier, T. & Power, T.M. (2016). The Move is On! From the Passive Multimedia Learner to the Engaged Co-creator. *elearn Magazine*, 2016(3) 1.
- Wang, M., Callaghan, V., Bernhardt, J. et al. (2018). Augmented reality in education and training: pedagogical approaches and illustrative case studies. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 9: 1391.