

מיומנויות בתוכניות מצויינות מדעית

מחקר פרקטיקות

בוצע על-ידי:

קרן דביר

דר' מאיה דנק

ענת פנסו

שי אוחיון



TRUMP FAMILY
FOUNDATION
קרן טראמפ



Effective
Research
for Impact

תוכן עניינים

3.....	תקציר מנהלים
4.....	פתיחה
6.....	פרק א': זיהוי המיומנויות החשובות
11.....	פרק ב': תוכניות במיקוד מיומנויות
42.....	פרק ג': תובנות העולות מניתוח כרטיסי התוכניות בתחום ה-STEM
48.....	רשימת מקורות לחלק א'

תקציר מנהלים

קרן טראמפ, משקיעה בקידום מצוינות בלימודי המתמטיקה והמדעים בבתי הספר העל-יסודיים. השקעה זו מתבססת על התפיסה שיכולות גבוהות במתמטיקה ובמדעים מהוות מנוף מרכזי לחדשנות טכנולוגית, פריצות דרך מדעיות וצמיחה כלכלית ומאפשרות במקביל צמצום פערים כלכליים-חברתיים ומימוש פוטנציאל אישי. בעבודה זו מבקשת הקרן להאיר זרקור על המיומנויות הרגשיות-אישיות אשר עשויות לתמוך בהצלחתם של התלמידים בשנות לימודיהם ולאחר מכן בשוק העבודה.

למחקר שתי מטרות: האחת, זיהוי המיומנויות אותן חשוב לקדם בתוכניות חינוכיות למצוינות מדעית בבתי הספר העל-יסודיים; והשנייה, איתור פרקטיקות מיטביות (Best Practices) למצוינות מדעית.

זיהוי המיומנויות נעשה על בסיס סקירת הספרות המחקרית, התיאורטית והאמפירית ומסמכי מדיניות בשלושה מעגלי התייחסות: התלמידים המצטיינים, מעגל ה-STEM ושוק העבודה העתידי. הסקירה כללה מיומנויות קוגניטיביות ומיומנויות רגשיות/אישיות וחברתיות.

לאור החלטת הקרן להתמקד במיומנויות האישיות/רגשיות, נבחרו בתהליך משותף חמש מיומנויות למיקוד לשלב מחקר הפרקטיקות: **התמדה, התמודדות עם עומס/כשלון, מסוגלות עצמית/תמונת עתיד בדגש על בנות ומגזרים מוחלשים (ומודרי STEM), ניהול עצמי בדגש על ניהול זמן ואחריות עצמית, והנעה עצמית – מוטיבציה, סקרנות.**

השלב השני של המחקר מציג עשר תוכניות המוגדרות כפרקטיקות מיטביות (Best Practices). כל אחת מהן כוללת הצגה של הרציונל לבחירת התוכנית, תעודת הזהות של התוכנית (נתונים כגון אוכלוסיית היעד, זירת פעילות התוכנית וכולי), ניתוח התוכנית לאור המיומנויות אותן היא מקדמת, פירוט לגבי אופן פעולתה ומידע הנוגע להערכת האפקטיביות שלה, כולל המדדים שנבחנו וממצאים מרכזיים ממחקר ההערכה שבוצע.

מניתוח רוחבי של התוכניות עולות, בין השאר, התובנות הבאות:

- **אופני הקניית המיומנויות** – המיומנויות תמונת עתיד, מוטיבציה והתמדה מוקנות באופן עקיף ודרך התנסות. המיומנות סקרנות מוקנית הן באופן עקיף דרך השתתפות בפעילויות והן באופן ישיר. המיומנויות התמודדות עם עומס, כשלון וניהול זמן מוקנות באופן ישיר באמצעות פעולות ממוקדות.
- **חינוך פורמלי / חינוך בלתי פורמלי** – במערכת החינוך הבלתי פורמלית ניתן להציע סביבות למידה ייחודיות ומאתגרות, המדמות את העולם האמיתי. מערכת החינוך הפורמלית מאפשרת התנסויות ממוקדות שניתן לבצע באופן רציף והמשכי.
- **אוכלוסיות מודרות** – בעולם המפותח מושקעים מאמצים רבים להנגשת העולם המדעי-טכנולוגי לאוכלוסיות מודרות STEM (בפרט נשים ואוכלוסיות מיעוטים). זאת מתוך הכרה שהחסם המרכזי להמשך פיתוח שוק העבודה העתידי הוא מחסור בכוח אדם מיומן.

פתיחה

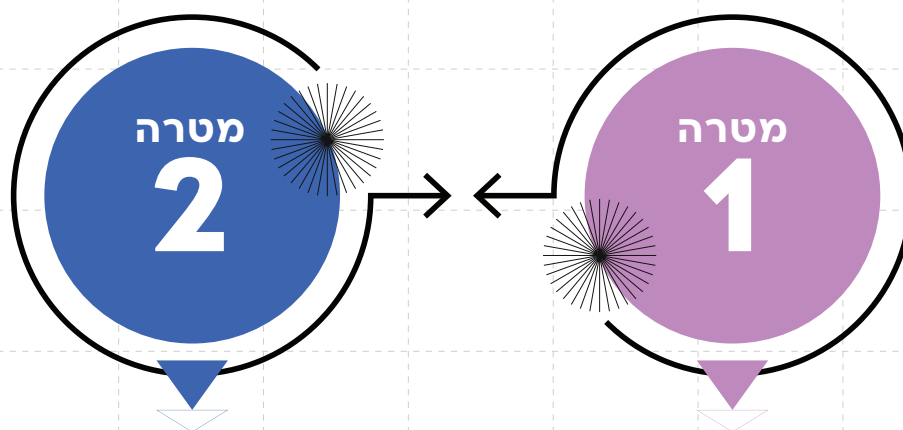
קרן טראמפ, מאז הקמתה, משקיעה בקידום מצוינות בלימודי המתמטיקה והמדעים בבתי הספר העל-יסודיים. השקעה זו מתבססת על התפיסה שיכולות גבוהות במתמטיקה ובמדעים מהוות מנוף מרכזי לחדשנות טכנולוגית, פריצות דרך מדעיות וצמיחה כלכלית ומאפשרות במקביל צמצום פערים כלכליים-חברתיים ומימוש פוטנציאל אישי. זהו צורך לאומי מהמעלה הראשונה שנועד לאפשר לישראל לשפר את עמדת הזינוק שלה לקראת הרבע השני של המאה ה-21.

כחלק מתהליך גיבוש התכנית האסטרטגית לשנים הקרובות, מבקשת הקרן להוביל פריצת דרך נוספת בתחום קידום ההצטיינות ב-STEM, זאת באמצעות הקנייה של סט המיומנויות הנדרשות לתלמידים מצטיינים בתחומי ה-STEM אשר יבטיחו את שגשוגם ומיצוי הפוטנציאל שלהם בעולם העבודה העתידי והמשתנה.

השיח העוסק במיומנויות בתחומי ה-STEM מתמקד בדרך-כלל בסט המיומנויות הקוגניטיביות הנדרשות. במחקר זה מבקשת הקרן להאיר זרקור דווקא על המיומנויות הרגשיות-אישיות אשר עשויות לתמוך בהצלחתם של התלמידים הן בשנות לימודיהם והן לאחר מכן בשוק העבודה.

מטרות המחקר

בהתאם לכך, למחקר זה שתי מטרות עיקריות:



מטרה 2
 איתור פרקטיקות מיטביות (Best Practices) למצוינות מדעית (הפועלות באחד או יותר מתחומי ה-STEM) המשולבות במסגרת תכניות בחינוך הפורמלי או הבלת-פורמלי ואשר מציגות מודל פעולה אפקטיבי (נתמך אמפירית) להקניית המיומנויות הנבחרות.

מטרה 1
 זיהוי המיומנויות אותן חשוב לקדם בתכניות חינוכיות למצוינות מדעית.

אוכלוסיית היעד

תלמידים בגילי חטיבת הביניים והחטיבה העליונה (גילי 12-18) המוגדרים כתלמידים מצטיינים בתחומי ה-STEM (מדע, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה).

בהקשר זה חשוב להדגיש שלא נלקחו בחשבון תכניות המיועדות לתלמידים מחוננים באופן בלבדי (שכן הם אינם אוכלוסיית היעד של הקרן), אלא תכניות המיועדות לתלמידים המוגדרים כתלמידים בעלי יכולות גבוהות בתחומים הרלוונטיים (High ability students / Outstanding students).

מיומנויות

מיומנות היא יכולת כללית הנרכשת באמצעות לימוד ואימון, אשר תומכת ומנחה חשיבה, למידה והתפתחות, ללא תלות בסוג הידע. בנוסף מיומנות ניתנת להעברה בין תחומי דעת ומאפשרת להשתמש ביעילות ובאופן הולם בידע, בניסיון ובערכים במגוון רחב של הקשרים. חשיבותן של המיומנויות ותרומתן להצלחה של תלמידים במערכת החינוך וכבוגרים אוששו זה מכבר במחקרים רבים. שליטה במיומנויות קוגניטיביות ומיומנויות רגשיות/חברתיות נמצאה קשורה לתוצאות חיוביות, כגון הצלחה בלימודים ושגשוג מקצועי.

התפיסה לפיה חשוב ואפשרי לפתח מיומנויות כלליות במערכת החינוך רווחת מאוד, ואפשר למצוא לה תימוכין במאמצים המושקעים בהמשגת מיומנויות ובפיתוחן בקרב גופים בין לאומיים מרכזיים כגון ה-OECD, World Economic Forum, כמו גם מערכות חינוך מובילות בעולם (כגון, אוסטרליה, קנדה, בריטניה).

מיומנויות קוגניטיביות – מאפשרות טיפול שיטתי, יעיל ופרודוקטיבי במידע המצטבר, הבנה עמוקה ומשמעותית של נושאים, רעיונות ומושגים, כמו גם שימוש הולם ומותאם בידע הדיסציפלינרי התיאורטי והמעשי הנרכש על ידי התלמידים במהלך חייהם, ובפרט בשנותיהם בבית הספר.

מיומנויות רגשיות חברתיות – עוסקות בהתנהלות הפרט עם עצמו ועם סביבתו. מיומנויות רגשיות עוסקות בהתמודדות הפרט עם עצמו ואילו מיומנויות חברתיות עוסקות בהתמודדות הפרט עם אחרים. למרות ההבחנה המושגית, הקשר ביניהן הדוק. כך למשל, הבנת רגשות עוזרת לפרט להבין גם את עצמו אך גם אחרים, התפיסה של הפרט את עצמו קשורה ליחסיו עם אחרים, ואילו ויסות רגשי מתרחש פעמים רבות כחלק מאינטראקציה עם אחרים. מסיבה זו, מיומנויות אלו מפותחות במקומות רבים תחת מסגרת מושגית כוללת אחת – למידה חברתית רגשית (SEL).

פרק א' זיהוי

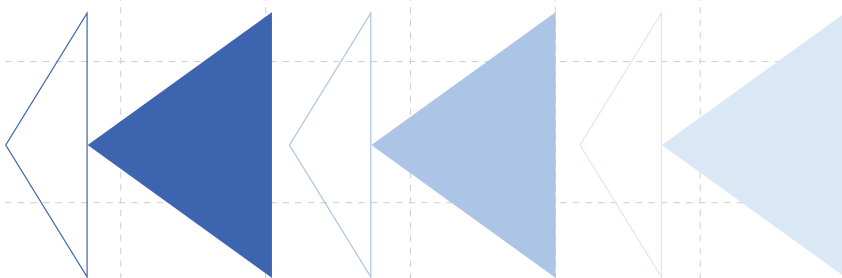
זיהוי המיומנויות החשובות

מטרתו של פרק זה היא לזהות מהן המיומנויות אשר הספרות המחקרית ומסמכי מדיניות מרכזיים מזיהים כחשובות במיוחד לטיפוח בקרב תלמידים מצטיינים במקצועות ה-STEM. מתוך סל המיומנויות שזוהו ייבחרו המיומנויות בהן נרצה להתמקד ולהעמיק בשלב הבא של המחקר – מחקר הפרקטיקות המיטביות (Best Practices).

למרות שעיקר עניינה של קרן טראמפ במחקר זה הוא המיומנויות הרגשיות, ביקשנו לתת תמונה מלאה של המיומנויות כולן – קוגניטיביות, רגשיות וחברתיות – כפי שזו עולה מתוך הספרות העדכנית בתחום.

שלושה מעגלי התייחסות לאיתור מיומנויות

על מנת למפות באופן שיטתי את המיומנויות בוצעה סקירת ספרות המאפשרת להתמקד בסוג המיומנויות הנחוצות לאוכלוסיית היעד מתוך שלוש נקודות מבט שונות. כל נקודת מבט מבליטה מיומנויות ספציפיות. אלה יקראו, לשם המחשה גראפית, "מעגל המיומנויות" (לפי נקודת המבט). המיומנויות הנלכדות ביותר מנקודת מבט אחת מתבטאות בפועל באזורי חפיפה בין מעגלי המיומנויות. אופן ניתוח זה מאפשר לבחור באופן מושכל, מבין כלל המיומנויות הרלוונטיות המופיעות בספרות המקצועית, את אלה החשובות ביותר לפיתוח אצל אוכלוסיית היעד.



נקודת מבט ראשונה: מעגל התלמידים המצטיינים

בכדי לזהות מה הן המיומנויות הייחודיות הנדרשות דווקא עבור אוכלוסייה זו (בשונה למשל מהתייחסות לתלמידים הסטנדרטיים ו/או המוחלשים).

תלמידים מצטיינים

עולם העבודה העתידי

STEM

נקודת מבט שלישית: מעגל העבודה העתידי

מתוך תפיסה כי התלמידים של היום יהיו חלק משוק העבודה העתידי, חשוב לזהות מה הן המיומנויות הנתפסות כחשובות ביותר לעולם העבודה המשתנה, זאת כדי להבטיח שהתלמידים יגיעו אליו מוכנים בבגרותם.

נקודת מבט שנייה: מעגל ה-STEM

בכדי לזהות מה הן המיומנויות הייחודיות המקדמות הצלחה והישגים בקבוצת תחומי דעת ייחודית זו.

מחקר ספרות

- סקרנו מסמכי מדיניות, מחקרים תיאורטיים ויישומיים עדכניים, ומתוכם חילצנו את המיומנויות המרכזיות אשר חזרו על עצמן במסמכים המחקריים. המיומנויות קוטלגו פעמיים:
- על פי החלוקה בין המעגלים והחפיפה ביניהם. כלומר, הושם דגש על מיומנויות אשר הופיעו ביותר ממעגל אחד.
 - על פי החלוקה בין מיומנויות קוגניטיביות לבין מיומנויות רגשיות/חברתיות.

רשימת המיומנויות לפי המעגלים



עולם
העבודה
העתידי

גמישות מחשבתי ● ● ●

לומד עצמאי ● ●

צריכה ביקורתית ויצירה של
תוכן במדיה הדיגיטלית

תפעול ופתרון בעיות במרחב
הטכנולוגי והדיגיטלי

תפעול ופתרון בעיות במרחב
הטכנולוגי והדיגיטלי

יכולת יישומית

ניהול והנעה עצמית

ניהול זמן

קבלת החלטות מושכלת

יכולת שיתוף פעולה

עבודת צוות

רגישות חברתית-תרבותית ● ●

שיתופיות
(בעיקר בתחומים הדיגיטליים)

תקשורת בין-אישית ● ●



תלמידים
מצטיינים

גמישות מחשבתי ● ● ●

יצירת הקשרים חדשים ● ●

לומד עצמאי ● ●

הכרת העצמי

התמדה

התמודדות עם לחץ ומשבר

ויסות עצמי

זיהוי וויסות רגשות

זיהוי מצבים חברתיים

מסוגלות עצמית

מקוריות

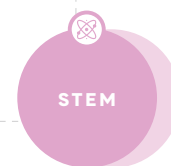
סקרנות

תעוזה (אסרטיביות)

הבנת האחר

רגישות חברתית-תרבותית ● ●

תקשורת בין-אישית ● ●



STEM

אוריינות כמותית

אוריינות נתונים

איתור והערכת מידע

ארגון, שימוש והצגת מידע

בניית טיעון

גמישות מחשבתי ● ● ●

הבנת מערכות מחשב

הטלת ספק

היכולת להסביר רעיונות
מדעיים וטכנולוגיים בצורה

ברורה ומובנת

התמצאות מדעית

חשיבה גיאומטרית

חשיבה אלגוריתמית

חשיבה לוגית

ייצוג מופשט

יצירת הקשרים חדשים ● ●

תכנות ולמידת מכונה

רשימת המיומנויות בחלוקה לפי קוגניטיביות/רגשיות חברתיות

מיומנויות רגשיות/חברתיות (SEL)	מיומנויות קוגניטיביות
הכרת העצמי	אוריינות כמותית
התמדה	אוריינות נתונים
התמודדות עם לחץ ומשבר	איתור והערכת מידע
ויסות עצמי	ארגון, שימוש והצגת מידע
זיהוי וויסות רגשות	בניית טיעון
זיהוי מצבים חברתיים	גמישות מחשבתית
יכולת יישומית	הבנת מערכות מחשב
מסוגלות עצמית	הטלת ספק
מקוריות	היכולת להסביר רעיונות מדעיים וטכנולוגיים
ניהול והנעה עצמית	בצורה ברורה ומובנת
ניהול זמן	התמצאות מדעית
סקרנות	חשיבה גיאומטרית
קבלת החלטות מושכלת	חשיבה אלגוריתמית
תעוזה (אסרטיביות)	חשיבה לוגית
הבנת האחר	ייצוג מופשט
יכולת שיתוף פעולה	יצירת הקשרים חדשים
עבודת צוות	לומד עצמאי
רגישות חברתית-תרבותית	צריכה ביקורתית ויצירה של תוכן במדיה
שיתופיות (בעיקר בתחומים הדיגיטליים)	הדיגיטלית
תקשורת בין-אישית	תכנות ולמידת מכונה
	תפעול ופתרון בעיות במרחב הטכנולוגי
	והדיגיטלי

תובנות

מעגל תחומי הידע ב-STEM מאופיין במיומנויות קוגניטיביות גבוהות ומתמקד בפיתוח חשיבה לוגית, אנליטית ומדעית. מעגל זה מדגיש את חשיבותן של יכולות טכנולוגיות ודיגיטליות מתקדמות ומעודד את היכולת לעבוד עם נתונים ומידע באופן יעיל ומדויק. בנוסף, הוא מטפח חשיבה ביקורתית והטלת ספק, תוך פיתוח היכולת להסביר ולהמחיש רעיונות מורכבים באופן ברור ומובן.

מעגל התלמידים המצטיינים מציג גישה המשלבת מיומנויות קוגניטיביות עם כישורים חברתיים-רגשיים. מעגל זה שם דגש על פיתוח יכולות למידה עצמאית וטיפול סקרנות אינטלקטואלית. הוא מעודד מודעות עצמית וויסות רגשי, תוך טיפוח יצירתיות ומקוריות. בנוסף, מעגל זה מדגיש את חשיבות פיתוח היכולות החברתיות והאמפתיה ומקנה כלים להתמודדות עם אתגרים ולחץ.

מעגל עולם העבודה העתידי מתמקד במיומנויות יישומיות ופרקטיות הנדרשות בשוק העבודה המודרני. הוא מדגיש את הצורך ביכולת להסתגל לשינויים טכנולוגיים מהירים לצד יכולות ניהול עצמי ועבודה בצוות. מעגל זה מעודד גמישות מחשבתית ויכולת למידה מתמשכת תוך טיפוח מיומנויות תקשורת ושיתוף פעולה. הוא גם מדגיש את החשיבות של רגישות תרבותית ויכולת לעבוד במגוון סביבות.

מיומנויות במיקוד: החלטה אסטרטגית של קרן טראמפ

כאמור, ההחלטה המקדמית של קרן טראמפ היתה להתמקד במחקר זה במיומנויות הרגשיות. בהתאם לכך, סוננו החוצה כל המיומנויות הקוגניטיביות והמיומנויות החברתיות.

מתוך רשימת המיומנויות הרגשיות נבחרו מיומנויות אשר הקרן מבקשת ללמוד עליהן לעומק במסגרת מחקר הפרקטיקות:



**מסוגלות עצמית/
תמונת עתיד**
בדגש על בנות
ומגזרים מוחלשים



**התמודדות עם
עומס/כישלון**



התמדה



סקרנות



**הנעה עצמית -
מוטיבציה**



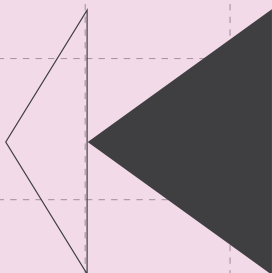
ניהול עצמי
בדגש על ניהול זמן
ואחריות עצמית

פרק

תוכנית

תוכניות במיקוד מיומנויות

- 12Discovery .1
- 15 תוכנית ניהול זמן לכיתה ט' .2
- 18 שימוש במציאות רבודה או מדומה בשיעור מדעים .3
- 21Cognitive Behavioral Therapy for Perfectionism .4
- 24 סדנת מעבדה בתחומי STEM .5
- 27 סדנת ניהול זמן לסטודנטים .6
- 30 QFT - Question Formulation Technique .7
- 33 תוכנית מנטורינג של עמיתים קרובים .8
- 36 שינוי הטיה קוגניטיבית (CBM) .9
- 39 מועדוני STEM .10



Discovery



זירת פעילות

קמפוס אוניברסיטאי,
אוניברסיטת וירג'יניה: Virginia
Commonwealth University



מאפייני קהל היעד

תלמידים מצטיינים
במתמטיקה ובמדעים



מיומנויות במיקוד

מוטיבציה להמשך לימודים
בתחומי STEM



מדינה/ות

וירג'יניה, ארה"ב



גיל המשתתפים

12-15, כיתות ז'-ח'



היקף משתתפים (שנתי)

116



מועד תחילת הפעילות

2013-2019



מעבירי התוכנית

סגל האוניברסיטה, סטודנטים,
ואנשי מקצוע מהתעשייה



רציונל הבחירה בתוכנית

התוכנית מיועדת לתלמידים מצטיינים בחטיבת הביניים. היא מעודדת מוטיבציה באמצעות שילוב אתגרים אינטלקטואליים מתקדמים לצד יישום מעשי של ידע STEM וחשיפה לתחומים מדעיים-טכנולוגיים מגוונים, מפתחת מיומנויות טכניות לצד כישורים רכים ומעודדת חשיבה יצירתית וחדשנות.

תעודת זהות

התוכנית Everyday Engineering Discovery Program היא מחנה קיץ בן שבוע או שבועיים (לפי בחירת התלמיד) המתקיים בקמפוס של Virginia Commonwealth University. התוכנית מופעלת על ידי Mary and Frances Youth Center, מרכז לפיתוח נוער הקשור לאוניברסיטה, בשיתוף עם בתי הספר להנדסה, חינוך ומדעי החיים. התלמידים בוחרים בקורסים בהם הם מעוניינים להשתתף מתוך מגוון רחב של קורסים בתחומי STEAM-H (מדע, טכנולוגיה, הנדסה, אמנות, מתמטיקה ומדעי הבריאות), כאשר חלק מהקורסים הם קורסים יישומיים בהם התלמידים מפתחים פרויקטים או המצאות ומציגים תוצרים בפני משפחה וחברים בסוף השבוע.

דוגמאות לקורסים:

- "Operation Health Care" - חשיפה לקריירות בתחום הבריאות
- "Engineering Your World" - תכנון והמצאת מוצרים
- "Two Words: Video Games" - עיצוב משחקי וידאו
- "The Think Tank" - חשיבת עיצוב ויזמות
- "Discovering Genetics" - מחקר גנטי
- "Experimental Science" - תכנון וביצוע ניסויים מדעיים

הקורסים מועברים על ידי סגל האוניברסיטה, סטודנטים ואנשי מקצוע מהתעשייה ומתקיימים בכיתות ומעבדות אוניברסיטאיות תוך שימוש במתקנים מתקדמים כגון מעבדות מחקר ומרכזי חדשנות וביקור במוזיאון המדע בקמפוס האוניברסיטה.

ניתוח התוכנית במיקוד המיומנויות

מודל הפעולה:

התוכנית מתמקדת במיומנויות STEAM-H כדי לחשוף תלמידים למגוון הרחב של תחומי הדעת ולעודד חקירה בין-תחומית. זאת מתוך כוונה להגדיל את הסיכוי שתלמידים אלה יפנו לעסוק בתחומי ה-STEM בבגרותם. התוכנית מאפשרת לתלמידים לפתח מיומנויות טכניות לצד מיומנויות רכות כגון מוטיבציה, יצירתיות ויכולת פתרון בעיות. תוכניות אינטנסיביות כמו Discovery מייצרות מוטיבציה להמשך לימודים בתחום באמצעות מספר אסטרטגיות מפתח:

- **חשיפה למגוון** רחב של תחומי STEM: מאפשרת לתלמידים לגלות תחומי עניין חדשים ולזהות נושאים שמלהיבים אותם במיוחד.
- **דגש על למידה מעשית והתנסותית:** מספקת חוויות הצלחה מוחשיות, מגבירה את תחושת המסוגלות העצמית ומדגימה את הרלוונטיות של הנלמד לעולם האמיתי.
- **גישה חקרנית לפתרון בעיות בעולם האמיתי** הצורך להגיע לפתרונות לא טריוויאליים, המצריכים חשיבה ביקורתית ויצירתית, וההדגמה כיצד ידע STEM משמש לפתרון אתגרים אמיתיים מובילים לפיתוח עניין משמעותי ומוטיבציה לעסוק בתחומי ה-STEM. מנחים ומדריכים מ"העולם האמיתי" מהווים גם הם קטליזטור.
- **שילוב עבודה עצמאית וקבוצתית:** מפתח מיומנויות תקשורת ושיתוף פעולה, מאפשר זיהוי של קבוצת הדומים לי, כמו גם פעילות חברתית המייצרת תחושת עניין ומוטיבציה להמשיך בעיסוק דומה.
- **הנגשת מודלים לחיקוי:** חושפת תלמידים לאנשי אקדמיה ותעשייה כמודלים לחיקוי ולאפשרויות קריירה מגוונות בתחומי STEM.

מחקר הערכה

בשנת 2013 נערך מחקר הערכה על פיילוט התוכנית. נעשה בו שימוש במדד מתוקף במסגרת שאלון דיווח עצמי (STEM attitudes survey) במדידה של "לפני" ו"אחרי" ובאמצעות ראיונות. השאלון בחן את עמדות התלמידים כלפי למידה ועיסוק עתידיים בתחומי ה-STEM. הראיונות התמקדו בבחינת תרומת התוכנית.

ממצאים מרכזיים רלוונטיים:

נמצאה עלייה משמעותית בעמדות החיוביות של התלמידים כלפי STEM (הציון הממוצע במדד עלה מ-125.33 ל-131.03, עם גודל אפקט גדול ($\eta^2=0.47$). שינוי זה מעיד על ההשפעה החזקה של התוכנית על תפיסות התלמידים. הוא מדגים שחשיפה אינטנסיבית בפרק זמן קצר יחסית לפעילויות STEM מאפשרת לחולל שינוי עמדות משמעותי, לפחות לטווח זמן קצר.

בנוסף, נתגלה שיפור מובהק בתפיסת התלמידים את חשיבות STEM כקריירה אפשרית. כמו כן, התלמידים תפסו את תחומי ה-STEM כרלוונטיים לאיכות חייהם ולחברה בכללותה. בפרט, התלמידים הפגינו עניין מוגבר בלמידת תחומי מדע והנדסה, כאשר 80% מהם ביקשו ללמוד יותר שיעורי הנדסה ו-67% מהם הביעו עניין בקריירה בהנדסה. ממצאי המחקר האיכותני תמכו בממצאים הכמותיים.

ממצאי מחקר הערכה נוסף שנערך ב-2019 תמכו בממצאים הקודמים. בנוסף, התפרסם מחקר הערכה של מחנה קיץ הדומה מאד למחנה Discovery שהתקיים בטורקיה (Baran et al., 2019) ששילב גם תלמידי כיתות ו' העולים לחטיבות הביניים. גם במחקר זה, אשר בחן את התלמידים המסיימים כיתה ו', נמצא דפוס ממצאים דומה למחקר המקורי.

מקורות

2018 Discovery - Fact at a glance - <https://mfyc.vcu.edu/media/community-engagement--old/mary-frances-youth-center/pdfs/2018FactsataGlance.pdf>

Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., Mesutoglu, C., & Ocak, C. (2019). The impact of an out-of-school STEM education program on students' attitudes toward STEM and STEM careers. *School Science and Mathematics*, 119(4),

Hargraves, R. H., & Waller, L. M. (2015). Work In Progress - Everyday Engineering Discovery Program: Motivating Middle School Children Interest in STEM. 2015 ASEE Annual Conference and Exposition Proceedings.

תוכנית ניהול זמן לכיתות ט'



זירת פעילות

בית ספר תיכון פרטי



מאפייני קהל היעד

תלמידים טובים מאד, שהתקבלו לבית ספר פרטי ממיין



מיומנויות במיקוד

ניהול זמן, קביעת מטרות, תכנון מראש, ארגון זמן ומשימות



מדינה/ות

ארה"ב



גיל המשתתפים

כיתה ט' (זוהי שנתם הראשונה בבית הספר)



היקף משתתפים (שנתי)

149



מועד תחילת הפעילות

לא צוין



מעבירי התוכנית

מורי בית הספר



רציונל הבחירה בתוכנית

זהו פיילוט ניסויי (כלומר, הוא הופעל כחלק ממחקר שנערך על ידי החוקרים) שארך חמישה שבועות כחלק תוספתי לתוכנית הלימודים. ההתערבות ממוקדת בניהול עצמי, בדגש על היבטים של ניהול זמן המיועדת לתלמידים טובים מאוד בכיתות ט' במסגרת הלימודים בבית הספר. ניתן לשלבה במהלך תוכנית הלימודים הרגילה.

תעודת זהות

התוכנית היא התערבות לניהול זמן המיועדת לתלמידי כיתה ט' בבית ספר תיכון פרטי בחוף המזרחי של ארצות הברית, בו שיעורי הקבלה הם 19% ושיעורי ההמשך ללימודים בקולג'ים יוקרתיים גבוהים במיוחד (לא צוין כמה). מטרתה לשפר את מיומנויות ניהול הזמן של התלמידים. התוכנית כוללת הערכה ראשונית של מיומנויות ניהול זמן, משוב אישי ו-5 שבועות של תרגולים במסגרת שיעורי בית. התוכנית מתמקדת בשלושה היבטים עיקריים של ניהול זמן:

- קביעת מטרות
- תכנון מראש
- ארגון זמן ומשימות

התלמידים מקבלים משוב על מיומנויותיהם בתחומים אלה ומשלימים תרגילים שבועיים המיועדים לשפר את מיומנויותיהם.

ניתוח התוכנית במיקוד המיומנויות

מערך התוכנית – מטרות:

- שיפור מיומנויות ניהול זמן
- הגברת המודעות של התלמידים למיומנויות ניהול הזמן שלהם
- שיפור היכולת לקבוע מטרות, לתכנן מראש ולארגן זמן ומשימות

אופן פעולת התוכנית:

- התלמידים מבצעים הערכה ראשונית בכיתה של מיומנויות ניהול הזמן שלהם באמצעות דיווח עצמי בשאלון.
- בעקבות מילוי השאלון, הם מקבלים משוב אישי המנתח היבטים שונים של מיומנויות ניהול הזמן שלהם – ציון המדרג את היכולות שלהם, תוך התייחסות לקביעת מטרות, תכנון קדימה, ארגון מטלות וזמן. התלמידים מקבלים ציון לכל אחד משלושת הרכיבים הללו. מטעמים מוטיבציוניים, אף תלמיד לא מקבל בתחילת ההתערבות ציון גבוה בפיזבק, אלא רק ציוני "Medium" או "Low".
- לאחר מכן, התלמידים דנים בכיתה עם יועץ/ת בית הספר על ההערכה שקיבלו.
- בכל שבוע הם מקבלים 5 תרגילים במסגרת שיעורי בית, במשך 5 שבועות, זאת בנוסף ללמידה הרגילה בכיתה:
- דף עבודה לקביעת מטרות
- תרגיל בניית מטרות
- תרגיל שחזור יום
- חידון אמת/שקר על ניהול זמן
- שימוש ביומן תכנון
- לבסוף, בעקבות התרגול, מתבצע בכל שבוע דיון בפורום הכיתתי, יחד עם היועץ/ת, על התרגיל שבוצע.

מחקר הערכה

מערך המחקר:

מחקר סמי-ניסויי עם 149 תלמידי כיתה ט'. המשתתפים חולקו לקבוצת ניסוי (n=75) וקבוצת השוואה (n=74) ללא הקצאה מקרית (ההקצאה נעשתה לפי כיתות). קבוצת השוואה השתתפה בהתערבות בשם "קריאה אסטרטגית" באותו הזמן, שיועדה לפתח פרקטיקות קריאה בקרב התלמידים.

המדדים בעבורם נאספו נתונים:

- שאלון מתוקף להערכה סובייקטיבית של מיומנויות ניהול זמן (ATMI - Roberts et al., 2016) לפני ההתערבות: מולא בתחילת ההתערבות.
- הערכת יועצים אקדמיים – היועצים היו אנשי סגל בית הספר שנתבקשו (באופן עיוור לתנאי המחקר) לדרג את התנהגויות ניהול זמן של התלמידים בסולם של 1-5: הושלם בסוף ההתערבות (כיוון שהיועצים לא הכירו את התלמידים בתחילת ההתערבות).

ממצאים מרכזיים רלוונטיים:

נמצא הבדל מובהק בשאלון ההערכה של היועצים האקדמיים בין קבוצת ההתערבות לקבוצת ההשוואה. עם זאת, בבחינת עומק נמצא שמקור הבדלים אלה היה בקבוצת התלמידים שהתנהגויות ניהול הזמן שלהם שהיו במוקד ההתערבות היו פחות יעילות טרם ההתערבות (כלומר, מי שקיבלו ציונים נמוכים בשאלון ATMI). בקרב תלמידים אלה אפקט ההתערבות היה משמעותי, כך שבקבוצת הניסוי הציון היה 2.99 בהשוואה לציון של 2.49 בקבוצת הביקורת בסולם של 1-5 (Cohen's $d = 0.54$).

מקורות

Burrus, J., Jackson, T., Holtzman, S., & Roberts, R. D. (2017). Teaching high school students to manage time: The development of an intervention. **Improving Schools**, 20(2), 101-112. <https://doi.org/10.1177/1365480216650309>

שימוש במציאות רבודה או מדומה בשיעור מדעים



שימוש בטכנולוגיית מציאות מדומה (VR) בכימיה

זירת פעילות בית הספר	מדינה/ות מקסיקו
מאפייני קהל היעד תלמידי תיכון במגמות מדעיות טכנולוגיות	גיל המשתתפים כיתה י'
מיומנויות במיקוד מוטיבציה ועניין	היקף משתתפים (שנתי) כ-300
מעבירי התוכנית מדענים ורופאים בשיתוף עם מורי מדעים	מועד תחילת הפעילות 2020

שימוש בטכנולוגיית מציאות רבודה (AR) בתחומי רפואה (ניתוחים)

זירת פעילות בית הספר	מדינה/ות טאיוואן
מאפייני קהל היעד תלמידי תיכון במגמות מדעיות טכנולוגיות	גיל המשתתפים כיתה י'
מיומנויות במיקוד מוטיבציה ועניין	היקף משתתפים (שנתי) 32
מעבירי התוכנית מדענים ורופאים בשיתוף עם מורי מדעים	מועד תחילת הפעילות 2016

רציונל הבחירה בתוכנית

שתי התוכניות הן דוגמאות לתוכניות דומות הפועלות במקומות שונים בעולם (ראו Hite 2021). השימוש ב-VR מאפשר הנגשה חווייתית בדיונית של ניסויים שבעולם האמיתי היו או ללא היתכנות טכנית, או יקרים מדי, או מסוכנים מדי, או מורכבים מכדי להוציא אל הפועל במסגרת לימודי התיכון. תוכניות מסוג AR, לעומת זאת, המרכיבות על המציאות הפיזית שכבות וירטואליות, מאפשרות להנגיש באופן חווייתי ניסויים מורכבים ויקרים, עם הגדלה משמעותית של אפשרות התיווך הפדגוגי של הפעילות (מתן הסברים או שכבות מידע ברמות שונות, הבלטת אספקטים מסוימים של המציאות, וכו'). פרקטיקות אלה מקדמות מיומנויות מדעיות שונות ומוטיבציה ועניין בתחומי ה-STEM בפרט.

תעודת זהות

שתי התוכניות משלבות מציאות רבודה (Augmented Reality – AR) או מדומה (Virtual Reality – VR) בקורסי מדעים לתלמידי תיכון, במטרה להגביר את המוטיבציה והעניין בלמידה.

התוכנית הראשונה, העוסקת בכימיה, פועלת בכיתות הלימוד של בית הספר Eugenio Garza Lagüera High School במונטריי, מקסיקו, ומופעלת על ידי Tecnológico de Monterrey המספקת את הצוותים והמשאבים הטכנולוגיים. התוכנית מתמקדת בחקר הגיאומטריה המולקולרית של תרכובות אורגניות, במהלכה התלמידים משתמשים במכשירי VR ואפליקציה ייעודית לחקירה ובנייה של מודלים מולקולריים תלת-ממדיים (מעבר למה שניתן לעשות בערכות הכימיה המסורתיות).

התוכנית השנייה, העוסקת בתחומי הרפואה, פותחה על ידי צוות של מדענים, מהנדסי אלקטרוניקה ורופאים מאוניברסיטאות ובתי חולים מובילים בטאיוואן, בשיתוף עם מורי תיכון ומחנכי מדע. הטכנולוגיה שנועדה להנגיש לתלמידים תהליכים רפואיים מתקדמים, מאפשרת לתלמידים לצפות במידע רפואי וירטואלי, לבצע אבחונים על סמך נתונים ולהתנסות בניתוחים וירטואליים (לפקרוסקופיה וצנתורים) באמצעות סימולטורים.

ניתוח התוכנית במיקוד המיומנויות

אופן פעולת התוכנית:

בשתי התוכניות המוצגות השימוש במכשירי VR הוגבל למספר מצומצם של שיעורים (בין שניים לשלושה):

בתוכנית בכימיה (מקסיקו) התלמידים משתמשים במכשירי VR במהלך השיעור כדי לחקור ולתפעל מודלים מולקולריים תלת-ממדיים. הם יכולים לטובב את המולקולות, לבחון אותן מזוויות שונות ולהבין את המבנה המרחבי שלהן באופן אינטראקטיבי.

בתוכנית ברפואה (טאיוואן) התלמידים משתמשים בטאבלטים עם אפליקציית AR ייעודית כדי לצפות במידע על מטופלים וירטואליים, לנתח נתונים רפואיים בתצורה סטנדרטית (צילומי רנטגן ואק"ג) ולאבחן מחלות. לאחר מכן, הם מפעילים סימולטורים מיוחדים באמצעות סריקת קודי QR ומבצעים עליהם ניתוחים וירטואליים כמו לפרוסקופיה וצנתור לב. במהלך הסימולציות, התלמידים מקבלים הנחיות בזמן אמת ונדרשים לקבל החלטות רפואיות. בסיום כל שיעור, הם מתבקשים לחשוב על היתרונות והחסרונות של הטכניקות שלמדו ולהציע שיפורים.

מחקר הערכה

המחקר במקסיקו בוצע על ידי החוקרים מ- Tecnológico de Monterrey, שגם אחראים על הפעלת התוכנית, בשנת 2020.

המחקר בטאיוואן בוצע בשנת 2016 על ידי חוקרים מהאוניברסיטה הלאומית של טאיוואן והאוניברסיטה הלאומית למדע וטכנולוגיה של טאיוואן בשיתוף עם חברת מחקר פרטית.

מערך המחקר:

בשתי התוכניות הועבר שאלון כמותי בקרב התלמידים המשתתפים עם תום יחידת הלימוד.

המדדים בעבורם נאספו נתונים:

במחקר במקסיקו: נעשה שימוש בשאלון מוטיבציה Instructional Materials Motivation Survey (IMMS), המבוסס על מודל ARCS של קלר הבוחן ארבעה ממדים: תשומת לב, רלוונטיות, ביטחון וסיפוק.

במחקר בטאיוואן נעשה שימוש בשאלון ייעודי עבור המחקר שבחן את תפיסת האותנטיות של השיעורים והסימולטורים, רמת המעורבות בשיעורים, מוטיבציה ללמידה ועניין בקריירות STEM.

ממצאים מרכזיים רלוונטיים:

המחקר שבחן את התוכנית במקסיקו הראה תוצאות חיוביות משמעותיות בכל ארבעת הממדים של מודל ARCS. בממד תשומת הלב 72% מהתגובות היו חיוביות, 61% מהתלמידים תפסו את החומר הנלמד כרלוונטי לצרכיהם, 64% מהתלמידים הביעו תחושת מסוגלות בעת השימוש בטכנולוגיה ו-71% מהתלמידים הצביעו על חוויית למידה מספקת ומהנה.

במחקר ההערכה בטאיוואן התלמידים הביעו תפיסות חיוביות כלפי שיעורי המציאות הרבודה והסימולטורים, עם ציון ממוצע כולל של 4.1 מתוך 5. המוטיבציה והמעורבות שנוצרו לאחר שיעורים אלו היו גבוהות במיוחד, עם ציונים בערכים בסביבות 4.3. בנוסף, 38% התלמידים דווחו כי בעקבות ההתנסות הם שוקלים ללמוד מקצוע STEM בהמשך דרכם.

מקורות

Santos Garduño, H.A., Esparza Martínez, M.I., & Portuguez Castro, M. (2021). Impact of Virtual Reality on Student Motivation in a High School Science Course. Applied Sciences, 11(20), 9516

Hsu, Y. S., Lin, Y. H., & Yang, B. (2017). Impact of augmented reality lessons on students' STEM interest. Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 12(1), 2.

Hite, R. (2021). Augmented and virtual reality in education: An examination of the impact on learning (Whitepaper). zSpace.

Cognitive Behavioral Therapy for Perfectionism



זירת פעילות

מפגשי ייעוץ קבוצתיים
בבית הספר



מאפייני קהל היעד

תלמידים מצטיינים
בתוכנית לימודים מואצת



מיומנויות במיקוד

התמודדות עם פרפקציוניזם,
הפחתת רגשות שליליים,
שיפור רווחה חברתית-רגשית



מדינה/ות

פלורידה, ארה"ב



גיל המשתתפים

כיתות ט'-י"ב (14-18)



היקף משתתפים (שנתי)

קבוצות קטנות של כ-5-4
משתתפים בקבוצה



מועד תחילת הפעילות

2021-2022



מעבירי התוכנית

יועצים מומחים בתחום



רציונל הבחירה בתוכנית

התוכנית מתמקדת בתלמידים בעלי הישגים גבוהים בתוכנית לימודים מואצת. למרות שאינה מתמקדת ספציפית בתלמידי STEM, היא מתמודדת עם אתגרים נפוצים בקרב תלמידים מצטיינים כמו פרפקציוניזם ולחץ, שעשויים להיות רלוונטיים מאוד לתלמידי STEM מצטיינים.

תעודת זהות

התוכנית היא התערבות קבוצתית קטנה המבוססת על טיפול קוגניטיבי-התנהגותי לפרפקציוניזם (CBT-P). היא מיועדת לתלמידי תיכון מצטיינים בתוכנית לימודים מואצת. התוכנית כוללת 8 מפגשים שבועיים בני שעה המתמקדים בהפחתת פרפקציוניזם, רגשות שליליים ושיפור רווחה חברתית-רגשית. התוכנית פותחה כחלק מהמענק הפדרלי Javits Gifted and Talented Education מטעם משרד החינוך האמריקאי אשר מטרתו לתמוך במחקר, הדגמה והערכה של אסטרטגיות לזיהוי ושירות תלמידים מחוננים ומוכשרים. התוכנית הופעלה בשיתוף פעולה בין אוניברסיטת פלורידה (Florida Atlantic University) ל"בית ספר מעבדתי" (Lab School), קרי בית ספר הקשור לאוניברסיטאות המשמש כ"מעבדה חינוכית" ומספק סביבה לניסויים חינוכיים, פיתוח תוכניות לימודים חדשניות והכשרת מורים. התוכנית פועלת בבית ספר תיכון לתלמידים מתקדמים (Early College High School) בפלורידה. זהו בית ספר ציבורי ייחודי שבו כל התלמידים משלבים לימודי תואר ראשון במקביל ללימודים התיכוניים שלהם.

התוכנית פועלת בקבוצות קטנות המונחות על ידי יועצים. היא עוסקת בנושאים כמו הגדרת פרפקציוניזם, ניטור עצמי, שינוי דפוסי חשיבה, התמודדות עם דחיינות, פתרון בעיות, הפחתת ביקורת עצמית, ועוד. ככל הידוע, התוכנית פעלה פעמיים בבית הספר – בשנת 2021 ובשנת 2022.

ניתוח התוכנית במיקוד המיומנויות

מודל הפעולה:

התוכנית מתמקדת בפרפקציוניזם וברגשות שליליים (דיכאון, חרדה ולחץ), מתוך הבנה שאלה אתגרים נפוצים בקרב תלמידים מצטיינים ושלקבוצה זו יש צרכים ייחודיים שלעיתים קרובות לא מקבלים מענה מספק. פרפקציוניזם נחשב לגורם סיכון קריטי למגוון של בעיות הסתגלות וקשיים רגשיים ולכן ההנחה היא שהתמודדות עם פרפקציוניזם תשפר את הרווחה הנפשית הכללית של התלמידים. מכיוון שמדובר בתוכנית המשלבת מניעה וטיפול, התלמידים שנבחרו להשתתף לא היו רק תלמידים עם בעיות קיימות, אלא גם כאלה שנמצאו בסיכון לפתח בעיות כאלה בעתיד.

התוכנית עושה שימוש בגישה קוגניטיבית-התנהגותית ממוקדת פרפקציוניזם (CBT-P). היא כוללת אסטרטגיות כגון:

- הגדרה וזיהוי של פרפקציוניזם
- ניטור עצמי
- שינוי דפוסי חשיבה לא פונקציונליים
- ניסויים התנהגותיים
- התמודדות עם דחיינות
- הפחתת ביקורת עצמית
- שיפור הערך העצמי

אופן פעולת התוכנית:

כחלק מתוכנית הייעוץ השנתית בבית הספר, התלמידים ממלאים פעם בשנה שני שאלונים מתוקפים:

- שאלון למדידת רגשות שליליים (דיכאון, חרדה ולחץ) - Depression Anxiety Stress Scale - (DASS-21)
- שאלון למדידת רווחה חברתית-רגשית - Social Emotional Health Survey-Secondary (SEHS-S)

בחירת התלמידים לתוכנית נעשתה בהתאם לתוצאות השאלונים. נבחרו תלמידים שהוגדרו כבעלי צרכים גבוהים במדדים (סימפטומטיים, פגיעים או מוטורדים). במפגשים התלמידים למדו על פרפקציוניזם וכיצד להתמודד אתו, דרכים לניטור עצמי, הטיות חשיבה ודרכי חשיבה חדשות, הפחתת ביקורת עצמית ושיפור הערך העצמי. המפגשים כללו שיחות קבוצתיות, תרגולים ומשימות במהלך המפגשים, אך גם בבית.

מנחי הקבוצות עברו הכשרה ייחודית: לפני תחילת התוכנית הם קיבלו הכשרה של 4 שעות הדרכה על פרוטוקול ה-CBT-P והמסגרת המושגית שלו ובמהלך הפעלת התוכנית הם קיבלו הדרכה קבוצתית בת שעה אחת בכל שבוע.

מחקר הערכה

מחקר ההערכה כלל מדידה לפני ואחרי הפעלת התוכנית וקבוצת ביקורת.

הוא בוצע על ידי קבוצת חוקרים מאוניברסיטת פלורידה שליוו את התוכנית בבית הספר התיכון במהלך השנים 2021-2022. קבוצת החוקרים הייתה גם אחראית להכשרת המנחים.

מערך המדידה כלל מערך שאלונים מתוקפים לפני ואחרי ההתערבות:

- Depression Anxiety Stress Scale (DASS-21) למדידת רגשות שליליים
- Social Emotional Health Survey-Secondary (SEHS-S) למדידת רווחה חברתית-רגשית
- Child Adolescent Perfectionism Scale (CAPS) למדידת פרפקציוניזם

ממצאים מרכזיים רלבנטיים:

- בקבוצת הניסוי חלה ירידה משמעותית של 8.3 נקודות בציוני הפרפקציוניזם מכוון עצמי (הצפייה העצמית של הפרט), בעוד שבקבוצת הביקורת חלה ירידה לאורך הזמן של 4.1 נקודות בלבד. קבוצת הניסוי הראתה ירידה מובהקת גדולה יותר מאשר קבוצת הביקורת בפרפקציוניזם מכוון עצמי.
 - בקבוצת הניסוי חלה **ירידה** מובהקת של 9.0 נקודות בציוני הרגשות השליליים, בעוד שבקבוצת הביקורת חלה **עליה** לאורך הזמן של 10.5 נקודות. בהתאם לכך, הפער בין קבוצת הניסוי לקבוצת הביקורת היה מובהק.
 - במדד הרווחה החברתית נפשית ובמדד הפרפקציוניזם מכוון חברתית (התחושה שאחרים מצפים מהפרט לדברים מסוימים) לא נמצאו הבדלים מובהקים מבחינה סטטיסטית.
- התוכנית הדגימה את יעילותה בעיקר בשני תחומים: הפחתת פרפקציוניזם מכוון עצמי והפחתת רגשות שליליים. כלומר, המשתתפים בתוכנית למדו להיות פחות ביקורתיים כלפי עצמם ולהפחית את חוויית המצוקה הרגשית. עם זאת, התוכנית לא השפיעה באופן משמעותי על התחושה שאחרים מצפים מהם להיות מושלמים או על תחושת הרווחה החברתית-נפשית הכללית שלהם.

מקורות

Bendit, A., Mariani, M., Peluso, P., & Calabrese, E. (2023). Supporting early college high school students: The effects of cognitive behavioral therapy for perfectionism on perfectionism, negative affectivity, and social-emotional well-being. *The Professional Counselor*, 13(3), 222-237.

סדנת מעבדה בתחומי STEM



זירת פעילות

מעבדות
אוניברסיטאיות/ארגונים
חוץ בית-ספריים



מאפייני קהל היעד

תלמידי STEM



מיומנויות במיקוד

פיתוח סקרנות ועניין
בתחומי STEM



מדינה/ות

גרמניה



גיל המשתתפים

13-18



היקף משתתפים (שנתי)

התוכנית פועלת לאורך כל
השנה ומגיעות אליה כיתות
מבתי ספר שונים



מועד תחילת הפעילות

2009



מעבירי התוכנית

סטודנטים לתארים מתקדמים/
חוקרים מהאוניברסיטה בשיתוף
עם מורי המדעים



רציונל הבחירה בתוכנית

התוכנית מיועדת לתלמידים הלומדים ו/או מתעניינים בתחומי ה-STEM. היא מספקת הזדמנויות לניסויים מעשיים שלא תמיד זמינים בבתי הספר ומכוונת להגביר את העניין בתחומים מדעיים שונים, שנוטה לדעוך בשנות התיכון. התוכנית מציעה סביבה מדעית אותנטית באוניברסיטה, שעשויה לעורר השראה להמשך הלימודים ואף לקריירה עתידית.

תעודת זהות

תוכנית Biology Up Close פועלת במעבדת חוץ בית ספרית שהוקמה ב-2009 במחלקה להוראת ביולוגיה באוניברסיטת בילפלד בגרמניה (Bielefeld University). התוכנית כוללת מערך של סדנאות בנושאים שונים בהנחיית חברי סגל ופרחי הוראת ביולוגיה. הסדנאות מתמקדות בניסויים מדעיים עצמאיים ופתרון בעיות בקבוצות קטנות.

ניתוח התוכנית במיקוד המיומנויות

התוכנית פותחה כדרך להתמודד עם דעיכת העניין בביולוגיה הנצפית במיוחד בכיתות ט' במעבר בין חטיבת הביניים לתיכון.

מערך התוכנית:

התוכנית היא פעילות חוץ בית ספרית המשלבת מספר רכיבים מרכזיים: התנסות מעשית עם ציוד מחקר מתקדם, פעילויות פתרון בעיות בקבוצות קטנות וחשיפה לתהליכי מחקר אותנטיים, זאת במטרה לספק חוויה מדעית אותנטית ומעוררת השראה, המשלבת למידה תיאורטית עם התנסות מעשית. התוכנית מציעה אתגרים קוגניטיביים מותאמים לרמת התלמידים ומשלבת הדרכה מקצועית מאנשי מדע ומחקר. שילוב זה של למידה אקטיבית, חשיפה לעולם המדע האמיתי ואתגר אינטלקטואלי בסביבה חדשה, מאפשר לתלמידים לגלות את הרלוונטיות והמשמעות של המדע לחיי היומיום, מעורר בהם רצון להעמיק ולחקור ומוביל לפיתוח טבעי של סקרנות ועניין בתחומים המדעיים.

התנסות מפתחת סקרנות:

- ביצוע ניסויים בעבודה עצמאית בקבוצות קטנות
- למידה ותרגול של שלבי החקירה המדעית
- עבודה בסביבה מדעית ושימוש בציוד מדעי "אמיתי" שלא תמיד זמין בבתי ספר
- שילוב של ביולוגיה עם תחומי STEM נוספים, בעיקר תחומים טכנולוגיים שונים (כגון סדנת הביוניקה, כלומר, יישום תהליכים ביולוגיים באמצעות אובייקטים מלאכותיים-מהונדסים)
- עבודה עם מודלים מקובלים במחקר הביולוגי המודרני כגון מודלים חישוביים ומודלים של חיות מעבדה (in vivo) לחקר תופעות ביולוגיות

אופן פעולת התוכנית:

מורי כיתות המדעים בבתי הספר בוחרים נושא הקשור לתוכנית הלימודים הרגילה (למשל, פוטוסינתזה), והכיתה מגיעה לאוניברסיטה כחלק מסיוור לימודי למשך יום שלם, שבמהלכו התלמידים עוברים סדנה מעבדתית בנושא הנבחר (4-5 שעות).

אחרי הקדמה קצרה, המציגה את נושא המחקר ואת הציוד המעבדתי, התלמידים מחולקים לקבוצות קטנות ומקבלים הנחיות לביצוע ניסויים או פרויקטים מעשיים. הפעילויות מתוכננות כך שיהיו מאתגרות אך ברורות ביצוע ומשלבות עבודת צוות ופתרון בעיות. במהלך היום, התלמידים מבצעים מגוון ניסויים, אוספים נתונים ומנתחים תוצאות. מדריכים מיומנים, לעתים קרובות סטודנטים לתארים מתקדמים או חוקרים, זמינים לתמיכה והכוונה. בסוף היום, התלמידים מציגים את ממצאיהם ומסקנותיהם בפני הקבוצה. היום כולל גם סיור באוניברסיטה או הרצאה קצרה מאיש מקצוע בתחום.

מחקר הערכה

מחקר הערכה של התוכנית (Wegner & Schmiedebach, 2020) נערך בשנת 2019 על ידי חוקרים מהמחלקה להוראת הביולוגיה באוניברסיטת בילפלד (אותה מחלקה המפעילה את התוכנית). הסדנאות המעבדתיות הספציפיות שנבחנו במחקר היו בתחום הביוניקה.

מערך המחקר:

121 תלמידים משני בתי ספר שונים, השתתפו במחקר ההערכה: 58 מהם מכיתות ז' ו-63 מכיתות ט'. בקרב התלמידים הועבר שאלון עמדות בשתי פעימות – לפני ההשתתפות בסדנה ומיד לאחריה.

המדדים עליהם נאספו נתונים:

- מידת העניין בביוכימיה בבית הספר: 4 פריטים שערכיהם מסודרים בסולם ליקרט.
- מידת העניין בסדנת הביוניקה: 4 פריטים שערכיהם מסודרים בסולם ליקרט.

ממצאים מרכזיים רלוונטיים:

- הסדנה הגבירה את רמת העניין בביוכימיה באופן מובהק, ממצא שנכון הן לתלמידי כיתה ז' והן לתלמידי כיתה ט' ($\eta^2 = .107$, partial $\eta^2 < .001$, $p < .001$).
- כצפוי, לפני הסדנה, רמת העניין אצל תלמידי כיתה ז' הייתה גבוהה יותר ($\eta^2 = .001$, partial $\eta^2 < .001$, $p < .001$), אולם הבדל זה נעלם לאחר הסדנה, כך שכבר לא נמצא הבדל בין שתי שכבות הגיל.

ממצאים תומכים נוספים ממחקרים קודמים ומגבלות הממצאים הנוכחיים:

מטא-אנליזה של מחקרים שעסקו בתוכניות STEM מחוץ לבית הספר (Neher-Asylbekov, & Wagner, 2023) העלתה כי למעבדות חוץ בית ספריות השפעה חיובית משמעותית על רמות העניין הסיטואציוני של תלמידים במדעים. עניין סיטואציוני הוא תגובה רגשית מיידית וזמנית לגירוי או פעילות מסוימת, כמו ניסוי מרתק במעבדה. למעשה, רוב המחקרים במטא-אנליזה דיווחו על עלייה של 10-30% במדדים הבוחנים עניין סיטואציוני בעקבות ביקורים במעבדות.

לעומת זאת, ההשפעה על עניין אישי, שהיא נטייה יציבה לאורך זמן להתעניין בתחום מסוים, נוטה להיות פחות עקבית ומובהקת. עניין אישי מתפתח לאט יותר ודורש חשיפות חוזרות או ממושכות יותר, כך שהוא לא צפוי לעלות בעקבות סדנה חד פעמית.

למרות האמור לעיל, בהקשר של תלמידים מצטיינים במקצועות ה-STEM, היכולת לעורר עניין סיטואציוני היא חשובה, שכן היא יכולה לשמש כשער כניסה לתחומים מדעיים ספציפיים (דוגמת הביוניקה), כמו גם לשמש כ"מפיחת רוח" בתחומי דעת מוכרים.

מקורות

Wegner, C. & Schmiedebach, M. (2020). Interest in biology: Grade-dependent differences and benefits of participating in out-of-school interventions. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 6(3), 427-434.

Neher-Asylbekov, S., & Wagner, I. (2023). Effects of Out-of-School STEM Learning Environments on Student Interest: A Critical Systematic Literature Review. *Journal for STEM Education Research*, 6(1), 1-44.

דוגמאות לתוכניות דומות:

<https://en.community-youth.huji.ac.il/advanced-science-labs-high-school>

<https://elke.uni-koeln.de/das-schuelerlabor>

<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED616825.pdf>

סדנת ניהול זמן לסטודנטים



זירת פעילות
אוניברסיטה



מאפייני קהל היעד
סטודנטים במערכת
ההשכלה הגבוהה



מיומנויות במיקוד
ניהול זמן, שליטה בזמן,
הפחתת לחץ



מעבירי התוכנית
מנחה חיצוני



מדינה/ות
גרמניה



גיל המשתתפים
סטודנטים בשנה א' (גיל 21)



היקף משתתפים (שנתי)
לא ידוע.
היקף שדווח במחקר: 89



מועד תחילת הפעילות
מדובר בפילוט ניסויי, ולא בתוכנית
קיימת בקנה מידה רחב



רציונל הבחירה בתוכנית

זהו פילוט ניסויי שנערך במסגרת מחקר אוניברסיטאי באוניברסיטה בגרמניה, אשר לא נבחן, למיטב ידיעתנו, באופן סדיר ו/או סקייבלילי. הפילוט כולל סדנה קצרה וחד פעמית בת שעתיים, שמטרתה להקנות למשתלמים בה אסטרטגיות לניהול זמן. למרות שפותחה במקור ונוסתה בקרב סטודנטים בשנתם הראשונה באוניברסיטה, יש טעם לשקול התאמה שלה לתלמידים טובים ומצטיינים בבתי ספר תיכון.

תעודת זהות

התוכנית היא התערבות קצרה לניהול זמן המיועדת לסטודנטים בשנה הראשונה באוניברסיטה (בגרמניה)¹. מטרתה להפחית לחץ ולשפר את תחושת השליטה בזמן. התוכנית כוללת סדנה קצרה בת

שעתיים המלמדת אסטרטגיות לניהול זמן:

- תיעדוף וקביעת מטרות
- פיתוח אסטרטגיות לניהול זמן
- סימולציות לארגון יום העבודה לאור המטרות והמשימות
- טכניקות לניטור הביצוע ביחס לתכנון

במסגרת הסדנה הסטודנטים לומדים ומתרגלים טכניקות אלה, תוך התמקדות במשימות האישיים שלהם

ניתוח התוכנית במיקוד המיומנויות

מערך התוכנית – מטרות:

- הפחתת לחץ נתפס בקרב סטודנטים חדשים
- שיפור תחושת השליטה בזמן
- פיתוח מיומנויות ניהול זמן יעילות

אופן פעולת התוכנית:

הסדנה כללה הצגה של טכניקות לניהול זמן מלווה בהתנסות עצמית של הסטודנטים.

הסטודנטים למדו כיצד לתעדף משימות על ידי רשימת המשימות שלהם ליום הבא תוך הכוונה מהמנחה, לפתח אסטרטגיה להשלמת משימות, כיצד לארגן את יום העבודה (כולל השארת זמן בו תתבצע משימת תיעדוף המשימות ליום למחרת), ליישם את התוכנית שהוחלט עליהן במהלך יום העבודה ולנטר לאורך היום את ההתקדמות. הם למדו איך לקבוע מטרות מאתגרות, קצרות טווח וספציפיות, וליישם תהליכי פידבק בכדי לנטר את ההישגים בהתאם למטרות אלו.

כחלק מהתהליך, הסטודנטים נתבקשו להחליט מראש מתי והיכן הם מתכננים לעבוד על המטלות הלימודיות שלהם בכל יום, ואף ערכו סימולציות מנטליות בהן הם דמיינו צעד אחר צעד כיצד יראה היום הבא לנוכח התוכנית והמטרות שגובשו לאותו יום.

מחקר הערכה

מערך המחקר:

מחקר ניסויי שנערך באוניברסיטה עם הקצאה אקראית של 177 סטודנטים ממגוון פקולטות לקבוצת התערבות (n=89) וקבוצת ביקורת שלמדה איך לפתח תוכניות אימון (n=88). המחקר נערך בשבועות הראשונים ללימודים, נערכו מדידות לפני ההתערבות ושבועיים לאחריה.

המדדים בעבורם נאספו נתונים:

- דרישות נתפסות – רמת הדרישות החיצוניות מהסטודנט. נמדד על ידי סולם משאלון מתוקף בשם Perceived Stress Questionnaire.
- רמות מתח נמדדו על ידי שאלון מתוקף למדידת סטרס נתפס - Perceived Stress Questionnaire.
- שליטה נתפסת בזמן נמדדה על ידי שאלון מתוקף בשם Time Management Behaviour Scale.

ממצאים מרכזיים רלוונטיים:

חלה עלייה מובהקת בתפיסת השליטה בזמן בקבוצת ההתערבות (עלייה מציון של 3.27 ל-3.37 בסולם של 1-5) אך לא בקבוצת הביקורת ($\text{Partial } \eta^2 = 0.03$). זאת לצד עלייה מובהקת ברמות המתח אצל סטודנטים מקבוצת הביקורת (עלייה בציון מ-2.08 ל-2.23 בסולם של 1-4) אך לא בקבוצת ההתערבות ($\text{Partial } \eta^2 = 0.03$).

מקורות

Häfner, A., Stock, A., Pinneker, L., & Ströhle, S. (2013). Stress prevention through a time management training intervention: an experimental study. *Educational Psychology, 34*(3), 403–416. <https://doi.org/10.1080/01443410.2013.785065>

QFT (Question Formulation Technique)



זירת פעילות

בתי ספר, כחלק
משיעורים סדירים



מאפייני קהל היעד

תלמידי בית ספר



מיומנויות במיקוד

סקרנות



מדינה/ות

ארה"ב



גיל המשתתפים

מיושמת בגילים שונים
ובפרט גילי חט"ב ותיכון



היקף משתתפים (שנתי)

קנה מידה רחב מאד



מועד תחילת הפעילות

2011



מעבירי התוכנית

מורי בית הספר



רציונל הבחירה בתוכנית

טכניקת QFT היא טכניקת שאילת שאלות קצרת טווח שנועדה לפתח את סקרנות התלמידים ביחס לתחום הדעת במסגרתו היא פועלת. עם זאת, זוהי טכניקה כללית, פופולרית מאוד, זוכת פרסים ומענקים מאוניברסיטאות יוקרתיות בארה"ב, שאינה תלויה בתחום דעת ספציפי ושניתן לעשות בה שימוש במסגרת שיעורים בבתי הספר, לפי שיקול דעת המורה.

תעודת זהות

Question Formulation Technique (QFT) היא התערבות חינוכית המיושמת בקנה מידה רחב בכיתות תיכון בארצות הברית וברחבי העולם, במטרה לטפח את יכולת התלמידים לשאול שאלות ולפתח סקרנות. היא פותחה על ידי RQI (The Right Question Institute), ארגון חינוך ללא מטרת רווח הפועל בקיימברידג' מסצ'וסטס, ופורסמה בשנת 2011 על ידי אנשי המכון רוטשטיין וסנטנה (Rothstein and Luz Santana) בספרם *Make Just One Change: Teach Students to Ask Their Own Questions*.

.Own Questions

הפרקטיקה כוללת שישה שלבים עיקריים:

- הצגת נושא מיקוד על ידי המורה (מכונה: QFocus)
- הצעת שאלות על ידי התלמידים
- שיפור השאלות
- תיעודף השאלות
- תכנון השימוש בשאלות
- רפלקציה על התהליך

המורים עוברים הכשרה בשיטה זו ומיישמים אותה בכיתותיהם כחלק מתוכנית הלימודים הרגילה. הילדים עובדים יחד בקבוצות קטנות.

בית הספר ללימודים מתקדמים בחינוך באוניברסיטת הרווארד, בשיתוף עם מכון RQI, מקיים השתלמויות העוסקות בטכניקה זו בהרחבה.

<https://www.gse.harvard.edu/professional-education/program/teaching-students-ask-their-own-questions-best-practices-question>

ניתוח התוכנית במיקוד המיומנויות

מערך התוכנית – מטרות:

- טיפוח סקרנות בקרב תלמידים
- פיתוח מיומנויות שאלת שאלות
- עידוד חשיבה ביקורתית ויצירתית
- הגברת מעורבות תלמידים בלמידה

אופן פעולת התוכנית:

הפעילות מתקיימת בקבוצות קטנות. המורה מלמד את התלמידים את טכניקת שאלת השאלות, לאחר מכן מוצג נושא מרכזי ועל התלמידים לפתח שאלות סביבו בהתאם להנחיות. בתום שלב המצאת השאלות, השאלות מסווגות כשאלות פתוחות או סגורות. בשלב הבא, על התלמידים להפוך את השאלות הסגורות לשאלות פתוחות ולהיפך. מתוך הרשימה שנוצרת, הם בוחרים את השאלות החשובות ביותר. אחרי כל שלב מתקיים דיון במליאה בו עוברים על ההתקדמות של הקבוצות השונות יחד ולומדים מהדוגמאות של תלמידים אחרים.

קיימות מודולות אינטרנטיות באתר ההתערבות שמתאימות לאוכלוסיות שונות, לצד קהילה אינטרנטית משלימה של מורים. המורים יכולים להירשם באופן עצמאי למודולות שמוצעות על ידי הארגון, שהוא ארגון ללא מטרת רווח.

מחקר הערכה

מערך המחקר:

מחקר אורך על פני שנה אחת, במהלכן נבדקו 3173 תלמידי תיכון ב-43 כיתות. מחקר ניסויי עם הקצאה אקראית של מורים לקבוצות התערבות. המורים השתתפו ביום עיון חד פעמי בכדי ללמוד את השיטה. על מנת שאפשר יהיה לבקר את האפשרות שתלמידים משתפרים בממד הסקרנות באופן "טבעי" לאורך השנה (כלומר, בלי קשר להתערבות), היו כיתות שקיבלו את ההתערבות בתחילת השנה, ואילו הכיתות אחרות קיבלו אותה רק בחורף.

המדדים בעבורם נאספו נתונים:

- שאלון עמדות תלמידים (Values in Action Inventory) – שאלון מתוקף עם סולם סקרנות, נמדד ב-3 נקודות זמן לאורך השנה.
- שאלון מורים – בחינת ידע של עקרונות השיטה, ושל יישומה בכיתה, נמדד ב-2 נקודות זמן לאורך השנה.

ממצאים מרכזיים רלוונטיים:

מהממצאים עולה כי חלה עלייה משמעותית ברמות הסקרנות לאחר ההתערבות ($Cohen's D = 0.10$). השינוי לא התפתח בהדרגה לאורך כל השנה, אלא היה תלוי בזמן מתן ההתערבות, כך שקבוצת ההתערבות שקיבלה את ההתערבות בחורף, הראתה שיפור רק לאחר מתן ההתערבות ולא קודם. בנוסף, נמצא אפקט אינטראקציה עם מידת הדבקות והעקביות של המורה במתן ההתערבות. תלמידי מורים שדבקו בשיטת ההתערבות הראו שיפור משמעותי במדידה האחרונה בהשוואה לתלמידי מורים שלא דבקו בהעברת ההתערבות.

מקורות

Santana, Luz., Rothstein, Dan. Make Just One Change: Teach Students to Ask Their Own Questions. United Kingdom: Harvard Education Press, 2011.

Clark, S., Harbaugh, A. G., & Seider, S. (2019). Fostering adolescent curiosity through a question brainstorming intervention. *Journal of adolescence*, 75, 98-112.

Santana, Luz., Rothstein, Dan. Make Just One Change: Teach Students to Ask Their Own Questions. United Kingdom: Harvard Education Press, 2011.

תוכנית מנטורינג של עמיתים קרובים



זירת פעילות

Walter Reed Army
Institute of Research
(בחוֹדשי הקיץ) (WRAIR)



מאפייני קהל היעד

בקרֵב המנטורים: סטודנטים
ובוגרים טריים מרקעים
מגוונים, דגש על אוכלוסיות
בתת-ייצוג בתחומי STEM



מיומנויות במיקוד

התמדה (בתחומי STEM)



מדינה/ות

ארה"ב



גיל המשתתפים

מנטורים בגילי 18-22 (סטודנטים
ובוגרי תואר ראשון), חניכים
(תלמידים) בגילי 13-19 (ז'-י"ב)



היקף משתתפים (שנתי)

מנטורים: 18
חניכים: 400



מועד תחילת הפעילות

2004



מעבירי התוכנית

סטודנטים/בוגרי תואר ראשון



רציונל הבחירה בתוכנית

תוכנית זו נבחרה בשל פוטנציאל היישומית שלה. במקור, היא פועלת במתכונת של מדריכים (מורים צעירים) וחניכים **על שתי קבוצות היעד במקביל**: הראשונה היא התלמידים (החניכים) תלמידי בתי ספר בגילי חטיבה-תיכון, ואילו השנייה היא קבוצת המדריכים – סטודנטים ובוגרי קולג' טריים (בני +18) מתחומי ה-STEM, מאוכלוסיות עם תת-ייצוג במקצועות המדעיים (כלומר, עם סיכון סביבתי לנשירה). מטרת התוכנית היא לשפר במקביל הן את הישגי התלמידים (המקבלים הדרכה איכותית ומנטורינג אישי), והן את ההתמדה של המדריכים (המבוגרים הצעירים) בלימודיהם בתחומי ה-STEM, לצד פיתוח של כישורי הדרכה בכלל והעברת מידע בפרט (knowledge transfer). ניתן לשקול לייצר גרסה של התוכנית הפועלת על עקרונות דומים, בה קבוצת המדריכים תהיה תלמידי תיכון במקצועות ה-STEM שילמדו חניכים בגילי חטיבת הביניים, ו/או בית הספר היסודי.

תעודת זהות

תוכנית המנטורים בין עמיתים קרובים פועלת תחת מטריית DoD STEM, יוזמה של משרד ההגנה האמריקאי לקידום חינוך ומחקר בתחומי המדע, הטכנולוגיה, ההנדסה והמתמטיקה. היא פועלת במכון המחקר Walter Reed Army Institute of Research (WRAIR) ומשלבת התנסות מחקרית במעבדות ה-WRAIR לצד לימוד ממדריכים-סטודנטים בתחומי ה-STEM.

התלמידים (החניכים) בתוכנית לומדים במסגרת פרויקט GEMS (Gains in the Education of Mathematics and Science). כל תלמיד אזרח ארצות הברית יכול להירשם לפרויקט, כאשר קיימת העדפה מתקנת עבור תלמידים מאוכלוסיות מודרות מתחומי ה-STEM.

המנטורים, המכונים "עמיתים קרובים" (near-peer mentors), קרובים לחניכים בגילם². אלו הם סטודנטים לתואר ראשון ובוגרים טריים.

ניתוח התוכנית במיקוד המיומנויות

התוכנית פועלת בעיקר בחודשי הקיץ, כאשר המנטורים יכולים להקדיש זמן למחקר במעבדות WRAIR ולהנחיית תלמידים בתוכנית GEMS.

מערך התוכנית – נושאים כלולים:

הפדגוגיה אותה לומדים המנטורים במסגרת ההכשרה:

- פיתוח תוכניות לימודים, יחידות לימוד ופעילויות מובנות מכוונות מדעים
- שיטות הוראה בתחומי STEM
- ניהול כיתה ומעבדה הוראתית
- תקשורת מדעית והנגשת מושגים מורכבים
- מנהיגות וניהול צוות במסגרת מדעית

אופן פעולת התוכנית:

המדריכים מקבלים הכשרה פדגוגית במסגרת התוכנית. כמנטורים הם אחראים על פיתוח תוכנית לימודים והכנת חומרים להקניות קבוצתיות, לצד הנחייה אישית.

בנוסף לתפקידי ההוראה והפיתוח, המנטורים מנהלים את המעבדה ההוראתית. שילוב זה של תפקידים מאפשר למנטורים לחוות את מלוא מעגל הלמידה וההוראה, תוך רכישת מגוון רחב של מיומנויות חיוניות לקריירות עתידיות בתחומי ה-STEM.

מחקר הערכה

המחקר על המדריכים (בלבד) בוצע על ידי צוות החינוך של מכון המחקר (WRAIR) בשנת 2016.

מערך המחקר:

מחקר רטרוספקטיבי הכולל סקר מקוון של 40 בוגרי התוכנית (מנטורים לשעבר), שהשתתפו בה בין השנים 2004-2015. לא הייתה קבוצת השוואה.

המדדים בעבורם נאספו נתונים:

- המשך קריירה או לימודים הקשורים ל-STEM
- מיומנויות הדרכה והוראה שהמשתתפים דיווחו כמשפיעות על הזדמנויות עתידיות
- השפעת חוויית המנטורינג על עמדות ואמונות לגבי חינוך STEM ופעילויות העשרה

ממצאים מרכזיים רלוונטיים:

המחקר מצא שיעור התמדה גבוה מאוד בתחומי STEM בקרב משתתפי התוכנית: מתוך 40 המשיבים, 39 (97.5%) היו בתחומי קריירה או לימודים הקשורים ל-STEM בעת עריכת הסקר. 19 משתתפים (47.5%) דיווחו על קריירה בתחומי STEM ו-20 משתתפים (50%) דיווחו על המשך לימודים גבוהים בתחומי STEM. רק משתתף אחד לא היה מעורב בתחומי STEM. עם זאת, ממצא זה עשוי לנבוע מהטיית בחירה (בפרט, לאור היעדר קבוצת השוואה).

הסקר חשף גם התמדה משמעותית במעורבות בפעילויות העשרה מדעיות, כאשר 38 מתוך 40 המשיבים (95%) דיווחו על מעורבות פעילה בהעברת פעילויות העשרה מדעיות במסגרת עיסוקם המקצועי ובהתנדבות.

המשתתפים דיווחו שהחוויה בתוכנית הייתה משמעותית בהחלטתם לפנות לקריירות בתחומי STEM או בחינוך מדעי וייחסו להשתתפות בתוכנית מיומנויות מחקר, יכולות הוראה והדרכה, כישורי תקשורת מדעית, ומיומנויות מנהיגות שרבים מהם ציינו שהיו משמעותיות בהמשך דרכם המקצועית או האקדמית

מקורות

Anderson, M. K., Anderson, R. J., Tenenbaum, L. S., Kuehn, E. D., Brown, H. K. M., Ramadorai, S. B., & Yourick, D. L. (2019). The Benefits of a Near-peer Mentoring Experience on STEM Persistence in Education and Careers: A 2004-2015 Study. *Journal of STEM Outreach*, 2(1).

שינוי הטיה קוגניטיבית (CBM)



זירת פעילות

בית ספר / בית



מאפייני קהל היעד

תלמידי תיכון עם רמות
משתנות של חרדה חברתית



מיומנויות במיקוד

חרדה חברתית, דוגמת חרדה
מכישלון וחרדת בחינות



מדינה/ות

הולנד



גיל המשתתפים

13-16



היקף משתתפים (שנתי)

כ-80 תלמידים בכל שנה



מועד תחילת הפעילות

התוכנית פעלה כניסוי בשנים
2008-2012. לא ידוע אם פועלת כיום



מעבירי התוכנית

התלמיד מבצע עצמאית



רציונל הבחירה בתוכנית

התוכנית רלוונטית לקהל היעד של תלמידים מצטיינים בתחומי ה-STEM מכיוון שהיא מתמקדת בהפחתת חרדה חברתית בקרב תלמידים ללא הפרעה אישיותית – חרדה שעלולה להשפיע על ביצועים אקדמיים ורווחה נפשית. למרות שהמחקר לא התמקד ספציפית בתלמידי STEM מצטיינים, הכלים שהתוכנית מציעה עשויים לסייע בהתמודדות עם לחץ וכישלון, שהם אתגרים ידועים בקרב תלמידים מצטיינים.

תעודת זהות

Cognitive Bias Modification (CBM) היא התערבות שמטרתה לשנות הטיות קוגניטיביות הקשורות לחרדה חברתית. התוכנית פותחה על ידי קבוצת חוקרים באוניברסיטת גרונינגן (Groningen) בהולנד, שגם הפעילה את התוכנית בבתי ספר.

התוכנית התמקדה בתלמידים עם רמות מתונות של חרדה חברתית, דהיינו תלמידים שאמנם חוו חרדה במצבים חברתיים אך לא ברמה של הפרעת חרדה חברתית מאובחנת. החרדה החברתית התבטאה בפחד מהערכה שלילית על ידי אחרים, חשש ממצבים חברתיים ופחד מביצוע פעולות מול אחרים.

סינון התלמידים המתאימים התבצע לפי תוצאות שני שאלונים (מדובר כמובן רק בתלמידים שהסכימו מראש להשתתף בתוכנית):

- RCADS (Revised Child Anxiety and Depression Scale) למדידת חרדה חברתית
- TAI Spielberg's Test Anxiety Inventory למדידת חרדת בחינות

התוכנית פעלה בבתי ספר תיכוניים בצפון הולנד, והמשתתפים ביצעו את המשימות בבית דרך האינטרנט. התוכנית כללה 20 מפגשים ממחושבים מקוונים של 40 דקות כל אחד, שהועברו פעמיים בשבוע באופן מקוון למשך כ-10 שבועות. המשתתפים קיבלו מידע המסביר את הרציונל של האימון.

חשיבות התוכנית:

קיימות פלטפורמות רבות לאימון CBM מקוון, דוגמת *Re-train your brain* או *CBM-I*. פלטפורמות אלו מיועדות לבוגרים בגילאי 18+. החשיבות והחידוש בתוכנית שהופעלה בהולנד היא ההתאמה של פלטפורמה ממין זה לבני נוער בגילאי תיכון ולאתגרים הנפשיים איתם הם מתמודדים.

ניתוח התוכנית במיקוד המיומנויות

מערך התוכנית – נושאים כלולים:

מערך התוכנית מבוסס על מודלים קוגניטיביים מוכרים של חרדה חברתית, המדגישים את תפקידן של הטיית בקשב לגירויים ועיבוד מידע ביצירה ושימור החרדה. התוכנית מתמקדת בשינוי הטיית אלו כדי להפחית חרדה חברתית מסוגים שונים. הנושאים המטופלים בתוכנית הם:

- שינוי פרשנות שלילית לתרחישים חברתיים
- שינוי הטיית קשב לגירויים
- חיזוק אסוציאציות חיוביות במצבים חברתיים
- שיפור הערך העצמי

אופן פעולת התוכנית:

1. התלמיד מקבל גישה לאתר אינטרנט עם משימות יומיות.
2. פעמיים בשבוע, למשך 10 שבועות, התלמיד מבצע משימה מקוונת (בבית). משך כל משימה 40 דקות. המשימות כוללות:

- קריאת סיפורים קצרים והשלמתם בצורה חיובית
- משחקי מחשב בהם נדרשת תגובה מהירה לתמונות או מילים
- מיון מילים לפי קטגוריות
- משימות הקושרות מידע אישי למילים חיוביות

3. התלמיד מקבל תזכורות במייל לבצע את המשימות.
4. התאמה אישית: חלק מהמשימות מותאמות לקצב ההתקדמות של התלמיד.

אין מפגשים פנים אל פנים או ליווי אישי. למעשה, התוכנית מתוכננת כך שהתלמיד יכול לבצע אותה בעצמו, ללא צורך במדריך או מנחה.

מחקר הערכה

המחקר בוצע על ידי אותם חוקרים שהפעילו את התוכנית. גיוס המשתתפים וההתערבות התבצעו בשנת 2007 ובשנת 2008 ומדידות המעקב נמשכו עד 2012.

מערך המחקר:

86 תלמידים השתתפו בתוכנית האימון המקוון ב-CBM. המידע המחקרי נאסף עליהם מעל לשנתיים. התוכנית השוותה את קבוצת הניסוי לקבוצת ביקורת ולתוכנית שהשתמשה בשיטה פופולרית אחרת (CBT) באמצעות השמה מקרית.

איסוף המידע המחקרי (שאלוני דיווח עצמי מתוקפים) נעשה טרם ההתערבות, מיד בסיומה, ובמעקב לאחר 6, 12, ו-24 חודשים.

המדדים שנאספו בשאלונים:

- שאלון RCADS-SP (Revised Child Anxiety and Depression Scale - Social Phobia subscale) למדידת חרדה חברתית
- שאלון TAI (Spielberger Test Anxiety Inventory) למדידת חרדת בחינות
- מדד האסוציאציות האימפליציטיות הקשורות לאיום חברתי נבחן באמצעות שאלון stIAT (Single Target Implicit Association Test)

ממצאים מרכזיים רלוונטיים:

שתי קבוצות ההתערבות וקבוצת הביקורת הראו ירידה משמעותית בחרדה חברתית וחרדת בחינות לאורך זמן. עם זאת, המשתתפים בקבוצת ה-CBM פיתחו, בטווח הזמן הארוך (בין חצי שנה לשנתיים לאחר סיום התוכנית), אסוציאציות חיוביות יותר (או פחות שליליות) למצבים חברתיים ואישיים שנתפסו כמאיימים טרם ההשתתפות בתוכנית, זאת בהשוואה לתוכנית האלטרנטיבית (CBT) ולקבוצת הביקורת ($p=0.003$, $d=0.61$) (Multilevel Analysis). מדובר בממצא משמעותי כיוון שאסוציאציות אימפליציטיות נחשבות לבסיס של תגובות רגשיות והתנהגותיות מהירות, ושינוי מסוג זה עשוי לשמש קרקע לשינויים ארוכי טווח בהתמודדות עם מצבים הנתפסים כמאיימים.

מקורות

Sportel, B. E., de Hullu, E., de Jong, P. J., & Nauta, M. H. (2013). "Cognitive bias modification versus CBT in reducing adolescent social anxiety: A randomized controlled trial". PLoS ONE, 8(5), e64355.

de Hullu, E., Sportel, B. E., Nauta, M. H., & de Jong, P. J. (2017). "Cognitive bias modification and CBT as early interventions for adolescent social and test anxiety: Two-year follow-up of a randomized controlled trial". Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, 55, 81-89.

מועדוני STEM



זירת פעילות

בבתי הספר לאחר שעות הלמודים



מאפייני קהל היעד

תלמידים הישגיים מאזורים כפריים ואוכלוסיות מיעוטים



מיומנויות במיקוד

פיתוח תמונת עתיד (STEM) לאוכלוסיות מודרות STEM



מעבירי התוכנית

צוותים מהאקדמיה/ארגוני חינוך בלתי פורמלי בשיתוף מורי בית הספר



מדינה/ות

ארה"ב, ניגריה



גיל המשתתפים

בעיקר גילי חטיבות ביניים (12-15)



היקף משתתפים (שנתי)

כ-300 תלמידים בכל שנה (740 תלמידים השתתפו במשך 3 שנים, כשלישי מהם השתתף יותר משנה אחת)



מועד תחילת הפעילות

2019



רציונל הבחירה בתוכנית

התוכנית מיועדת לתלמידים המוגדרים כבעלי הישגים המתגוררים באזורים כפריים או מאוכלוסיות מיעוטים ו/או מרקע סוציו-אקונומי נמוך. מטרתה של התוכנית היא להרחיב את ההשתתפות של תלמידים מרקע מוחלש בלימודי STEM בתיכון ובהמשך באקדמיה באמצעות הגברת המוטיבציה והעניין ויצירת תמונת עתיד במקצועות ה-STEM.

בפרט, עולים מהתוכנית שני מאפייני עניין ייחודיים: (א) שימוש בפורמט של מועדון חברתי וולונטרי בשעות אחר הצהריים; (ב) שימוש במודל לינג (דמויות שבני הנוער יכולים להזדהות איתן שפועלות בהצלחה בשדה ה-STEM).

תעודת זהות

מועדוני STEM לאחר שעות הלימודים פועלים במגוון רחב של בתי ספר ברחבי ארצות הברית. התוכנית מתמקדת בהגברת העניין והמוטיבציה של התלמידים לתחומי ה-STEM, פיתוח מיומנויות המאה ה-21 ועידוד שאיפות להמשך לימודים וקריירה בתחומי ה-STEM. המועדון הינו תוכנית אזורית שכוללת ארבעה בתי ספר שמונה-שנתיים (יסודי+ חטיבת ביניים) בדרום מזרח ארה"ב. המועדונים מיועדים לתלמידים בכיתות ה' עד ח' ופועלים לאחר שעות הלימודים, בתדירות של פעם בחודש. הפעילויות כוללות עבודת צוות, פרויקטים מעשיים, אינטראקציה עם אנשי מקצוע מתחומי ה-STEM וחשיפה לקריירות STEM מגוונות. את התוכנית מפעילים במשותף צוות אקדמי ובתי ספר מקומיים.

ניתוח התוכנית במיקוד המיומנויות

מערך התוכנית – מטרות:

- הקניית ידע בתחומי מדע, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה
- הקניית מיומנויות המאה ה-21: חשיבה ביקורתית, יצירתיות, תקשורת, שיתוף פעולה
- התנסות והקניית מיומנויות במחקר מדעי ופתרון בעיות
- חשיפה לקריירות STEM מגוונות

אופן פעולת התוכנית:

התוכנית פועלת כמועדון STEM לאחר שעות הלימודים באופן **וולונטרי** בשני מובנים: עצם הבחירה במועדון, והבחירה באילו מפגשים הם מעוניינים להשתתף (לא מדובר ב"הכול או כלום"). המפגשים מתקיימים בתדירות של פעם בחודש, כאשר התלמידים נשארים בבית הספר לאחר סיום יום הלימודים הרגיל.

עבודה בקבוצות קטנות: הרכב הקבוצות משתנה בין בתי הספר – בחלק מבתי הספר מחלקים לפי שכבות גיל ובחלקם מאפשרים קבוצות מעורבות. לרוב, ניתנת לתלמידים האפשרות לבחור עם מי לעבוד

תוכן מפגשים מגוון מבחינת תחומי ידע, עם ניסיון לשמור על ממד העמקה: הנושאים הנדונים מאורגנים בקבוצות של שלושה מפגשים סביב תמה משותפת.

דגש על פרויקטים מעשיים: לדוגמה, בניית טילים, מדידות מזג אוויר, יצירת מודלים ביו-מתמטיים, בניית מעגלים חשמליים ותכנות.

דגש על אופציות תעסוקתיות: כל פעילות מקושרת למגוון אפשרויות תעסוקה בתחום אליו היא שייכת

מודלינג של מצליחנים עם רקע דומה לזה של התלמידים: המועדונים מארחים מרצים אורחים, בעיקר מקבוצות מיעוטים ומרקע כפרי, המשתפים את התלמידים בניסיונם המקצועי. מפגשים אלה מתקיימים פנים אל פנים או באופן וירטואלי, ומספקים לתלמידים הזדמנות להכיר דוגמאות מוחשיות של אנשים שהם יכולים להזדהות איתם שהצליחו בתחומי ה-STEM.

סיוע תחבורתי: כדי להקל על ההשתתפות, התוכנית מספקת הסעה חינם הביתה לתלמידים הזקוקים לכך הצוות האקדמי (מאוני' צפון קרוליינה, שגם ביצע את מחקר ההערכה) היה אחראי על היבטי פיתוח התוכן וההכשרה הפדגוגית של צוות המורים (טרם התוכנית ובמהלכה).

מחקר הערכה

מערך המחקר:

מחקר אורך בן 3 שנים, במהלכן נבחנו 376 תלמידים. בערך שליש מהם השתתף במועדונים יותר משנה אחת. המחקר השתמש במתודולוגיית Mixed Methods, ושילב בין מדדים כמותיים (מדדים קשיחים ונתוני סקרי שאלונים) ומדדים איכותניים (ראיונות).

המדדים בעבורם נאספו נתונים:

- נתוני נוכחות במועדונים
- סקרי תפיסות תלמידים ("לפני" ו"אחרי") – בחינה של תפיסות לגבי איכות המועדון, עניין ורצון בהמשך לימודי STEM, מודעות לקריירות STEM, תחושת מעורבות, למידה בבית, ומיומנויות SEL שונות.
- ראיונות עומק עם תלמידים (כ-43 בכל שנה, סה"כ 131) – מוטיבציה להשתתפות, תפיסות לגבי המועדון, שאיפות תעסוקתיות בעתיד.

ממצאים מרכזיים רלוונטיים:

מחקר ההערכה על מועדוני STEM לאחר שעות הלימודים מציג תמונה מעודדת ומעוררת עניין. הממצאים מצביעים על מוטיבציה גבוהה בקרב המשתתפים, כאשר 99% מהתלמידים ציינו הנאה כסיבה מרכזית להשתתפותם. מעבר להנאה, 55% הדגישו את התועלת המעשית, ו-42% ציינו חשיבות אישית, מה שמעיד על תפיסת ערך רב-ממדית של התוכנית.

תמונת העתיד של המשתתפים נראית מבטיחה, כאשר 78% הביעו כוונה ללמוד לתואר ראשון באוניברסיטה, ו-77% גילו עניין בקריירה בתחומי ה-STEM. זאת ועוד, התלמידים הביעו הסכמה גבוהה (ממוצע כללי של 4.0 מתוך 5) עם היגדים המשקפים את תרומת המועדונים לפיתוח מיומנויות, תחושת מסוגלות, ואף השפעה חיובית על הקהילה.

עם זאת, חשוב לציין כי המחקר לא התמודד באופן מלא עם סוגיית הטיית הבחירה (כלומר, יתכן שהגיעו מראש בני נוער המעוניינים לעסוק בעתיד בתחומי ה-STEM), ולא הוצגו נתוני שיפור לאורך זמן. למרות מגבלות אלה, המיזם נראה מבטיח ובעל פוטנציאל משמעותי להשפעה חיובית על עתידם של התלמידים בתחומי ה-STEM, ומעורר סקרנות לגבי ההשפעות ארוכות הטווח שלו על בחירת קריירה ולימודים גבוהים בתחומים אלה.

דוגמה למועדוני STEM במדינות מתפתחות – מועדון אסטרונומיה בניגריה

מיזם מועדונים דומה בשם "Astroclubs in Secondary Schools" של ארגון Astroclubs in OAD (Secondary Schools) נועד לקדם את השימוש באסטרונומיה ככלי לפיתוח חינוך STEM ברחבי העולם. משנת 2023 הוא החל לפעול בניגריה. מחקר הערכה שבחן באמצעות שאלוני תפיסות כ-1310 תלמידי י"א וי"ב וכ-40 מורים למקצועות ה-STEM העלה תפיסות חיוביות הן של מורים (N=40) והן של תלמידים (1310 תלמידי כיתות י"א וי"ב) ביחס לפעילות המועדונים ושימושם ככלי מעורר עניין בשירות הוראת ה-STEM.

מקורות

Blanchard, M.R.; Gutierrez, K.S.; Swanson, K.J.; Collier, K.M. Why Do Students Attend STEM Clubs, What Do They Get Out of It, and Where Are They Heading? Educ. Sci. 2023, 13, 480

Onuchukwu, C. C., Leghara, E., & Okonkwo, P. (2024). Introducing Astronomy Clubs in Secondary Schools - An Effective Way to Boost Interest in STEM Education (Nnewi-South LGA). Journal of Educational Research & Practice, 4(8), 63-76.

פרק נ

תובנות העולות מניתוח כרטיסי התוכניות בתחום ה-STEM

השלב השני של המחקר התמקד באיתור תוכניות העושות שימוש בפרקטיקות מיטביות
(Best Practices) לשם קידום המיומנויות הבאות:



**מסוגלות עצמית/
תמונת עתיד**
בדגש על בנות
ומגזרים מוחלשים



**התמודדות עם
עומס/כישלון**



התמדה



סקרנות



**הנעה עצמית -
מוטיבציה**



ניהול עצמי
בדגש על ניהול זמן
ואחריות עצמית

התוכניות שנבחרו באות לשקף מגוון פרקטיקות הקיימות בשדה החינוכי (בדגש ככל האפשר על פרקטיקות הננקטות בשדה החינוך המדעי-טכנולוגי), על מנת לקדם את קשת המיומנויות הנבחרות. הדגש שהושם בבחירת התוכניות איננו מיפוויי (כלומר, התוכניות המוצגות לא באות להציג את התוכניות הגדולות ביותר בהכרח), אלא רחבי - מטרתנו היא לפרוש מניפה רחבה של תוכניות העושות שימוש בפרקטיקות מגוונות המציעות דרכים מגוונות לקדם את המיומנויות שנבחרו.

עבור כל תוכנית שנבחרה, פותח כרטיס תוכנית הכולל את הרציונל לבחירת התוכנית, תעודת זהות של התוכנית (נתונים כגון אוכלוסיית היעד, זירת פעילות התוכנית, גורם מפעיל, וכולי), ניתוח התוכנית לאור המיומנויות במיקוד אותן היא מקדמת, פירוט לגבי אופן פעולתה, ומידע הנוגע להערכת האפקטיביות שלה. ניתוח מעמיק של כרטיסים אלו אפשר לנו לזהות דפוסים ואסטרטגיות מוצלחות ולגבש תובנות מרכזיות בנוגע להקניית מיומנויות הרלוונטיות למחקר.

ניתוח אופני הקניית המיומנויות הספציפיות במוקד המחקר

להלן קווי מתאר מוצעים לעקרונות הפעולה העומדים מאחורי הפרקטיקות, המשתנים בהתאם למיומנות:

תמונת עתיד והתמדה: מתפתחות בצורה טובה יותר באמצעות שילוב חוויות מתמשכות ופרויקטים ארוכי טווח. דוגמה לכך הם מועדוני STEM הפועלים לאורך השנה, המראים שהתמדה דורשת הקניה עקיפה וחוייתית לאורך זמן.



מוטיבציה: מתפתחת בראש ובראשונה באופן עקיף, דרך חוויות מעוררות עניין והצלחה. במילים אחרות, הפרקטיקה לעידוד המוטיבציה איננה פרקטיקה "יעודית" נקודתית" אלא חלק ממהלך שלם. **העניין** מוצת באמצעות שילוב של חשיפה מבוקרת – פעמים רבות לנושאים מדעיים אקטואליים המעסיקים מדענים באקדמיה ובתעשייה ושלא נדונים במסגרת הרגילה של בית הספר, לצד התנסות חושית משמעותית – האחרונה יכולה לבוא לידי ביטוי בשימוש במעבדות ובכלי מחקר עדכניים, אבל גם במודלים המאפשרים לייצר את חוויית ההתנסות גם כשזו איננה אותנטית (קרי, מתבצעת באמצעות סימולציות מציאות מדומה ורבודה). **ההצלחה** מושגת באמצעות עמידה ברכיב משימתי מאתגר אך מותאם לקהל היעד (כלומר, על העמידה באתגר להיות לא טריוויאלית). פעמים רבות המשימה היא בדמות מטלה מחקרית פרויקטלית.



תמונת עתיד: נוטה להיות מוקנית אף היא באופן עקיף, אולם בעוד שרכיב ההתנסות במשימות מותאמות והצלחה לא טריוויאלית בהן חשוב לממד המסוגלות העצמית (ראו למשל את הרכיב הפרוייקטלי במועדונים החברתיים בתחומי ה-STEM), תמונת העתיד מושגת באמצעות מודלינג של בוגרים-מצליחים המגיעים מרקע דומה לזה של התלמידים. אלה מאפשרים לייצר הזדהות ולכן לייצר מודלים קונקרטיים ונגישים להצלחה בתחומי ה-STEM.



סקרנות: הוצעו שני נתיבים להתפתחות סקרנות – עקיף וישיר. הנתיב העקיף, העובר דרך יצירת עניין, עושה שימוש בחשיפה נושאת וחוויות מעשיות (ראו מוטיבציה). נתיב שני בא לטפח את מיומנות הסקרנות דרך אימון ממוקד בשאלת שאלות, שניתן ליישם במסגרת תוכניות מלאות או במסגרת שיעורים בית-ספריים.



ניהול עצמי וניהול זמן: מיומנויות אלו ניתן להקנות באמצעות תרגול ישיר. כיוון שתרגולים של ניהול עצמי וניהול זמן בפרט מתבצעים בהקשר של משימות קונקרטיות (ואצל תלמידים, בהקשר של לימוד תחומי דעת ספציפיים), ניתן לשלבן במסגרת תוכניות מלאות / שיעורים בתחומי הדעת המדעיים-טכנולוגיים.



יכולת התמודדות עם חוויית עומס וכשלון (והביטוי הספציפי של פרפקציוניזם): גם הן מוקנות באמצעות פרקטיקות ספציפיות למיומנות, ששואבות מהספרות הפסיכולוגית, כלומר, הן אינן ספציפיות לתחומי הדעת המדעיים-טכנולוגיים. יודגש כי תרגולים אלה נועדו לסייע לאוכלוסיית יעד כללית הסובלת מרמות מינוריות עד בינוניות של הבעיה ולא זו שמאובחנת כסובלת ממופעים קליניים (לדוגמה: בני נוער הסובלים מדיכאון מז'ורי).



הקניית המיומנויות במערך הפורמלי לעומת המערך הבלתי פורמלי

מספר מאפיינים מבחינים בין פרקטיקות שניתן לשלב במערכת הפורמלית לבין כאלה שמתאימות יותר להתקיים במערכת הבלתי פורמלית:

וולונטריות: קיימות פרקטיקות שקשה יותר לחייב תלמידים להשתתף בהן מאשר אחרות. כאלה הן למשל פרקטיקות שהן "פסיכולוגיות" יותר באופיין ומחייבות שיתוף פעולה והסרת התנגדויות. עם זאת, אין הדבר אומר שלא ניתן לערוך אותן במסגרת הפורמלית ובלבד שהן מוצעות כאפשרות בחירה ומחייבות הסכמה של התלמידים. המסגרת הבלתי פורמלית, לעומת זאת, מאופיינת בתוכניות רבות שהן מבוססות השתתפות וולונטרית.

זירות למידה ייחודיות: סביבות למידה ייחודיות שעיקר תכליתן איננו הוראה לתלמידים בחינוך העל יסודי (למשל, מעבדות הכוללות מכשור מתקדם במוסדות להשכלה גבוהה ומתקני תעשייה – מהסוג שנמצא ב"עולם האמיתי", אך גם מתקנים ייחודיים לפעילויות חוגים ופעילויות בילוי) או כאלה שאמנם תכליתן בין היתר היא הוראה לתלמידים אלה, אך חורגות במשאביהן מאלה של המערכת הבית ספרית (למשל, אולם עם ציוד מולטימדיה מתקדם) – אלה וגם אלה נוטות מטבען פחות להשתלב במסגרת החינוך הפורמלי. עם זאת, ניתן לייצר פעילויות משלימות ללימודים בבתי הספר המערבות שימוש בזירות למידה ייחודיות גם במסגרת החינוך הפורמלי – אם כימי פעילות ייחודיים או כרכיב תוספתי לשעות הלימודים. אפשרות אחרת היא לייצר תחליף מלאכותי לזירות אלה (למשל: שימוש ב-VR ו-AR) – תחליף כזה מאפשר להטמיע את השימוש בזירות הלמידה הייחודיות גם בפעילות הבית הספרית השוטפת.

צוות מומחים: מפעילי פרקטיקות שמצריכים ידע חוץ-פדגוגי (לדוגמה: מדענים מומחים, סטודנטים ל-STEM, פסיכולוגים, וכולי) ייטו להתאים יותר למערכת הבלתי פורמלית. עם זאת, ניתן להגביל את היבט המפעילים המומחים למפגשים בודדים ו/או להקנות לצוותי הוראה את הידע הרלוונטי (למשל, תוכנית QFT) ו/או לעשות שימוש באמצעים דיגיטליים שמסירים או מצמצמים את חסם המומחיות (למשל, תוכנית CBM).

משך/אינטנסיביות: ככל שתוכנית היא ארוכה ואינטנסיבית יותר, יקשה לשלב אותה במסגרת המערכת הפורמלית. באופן זה, תוכניות אינטנסיביות דוגמת תוכנית Discovery יכולות להתקיים רק מחוץ לשעות הפעילות הרגילות של מערכת החינוך. עם זאת, תוכנית ניהול זמן (מסוג תוכנית ניהול הזמן שהוצגה לתלמידי כיתות ט') אמנם ארוכה יחסית, אך האינטנסיביות הנמוכה שלה (והיכולת ליישם חלקים ממנה כמסגרת שיעורי בית) מאפשרת להטמיע אותה גם במערכת הפורמלית.

הוליזם: בהמשך לאמור לעיל, תוכניות הוליסטיות, במובן שהן מורכבות מתצרף של רכיבים מגוונים ולכן מהוות תוכניות שלמות העומדות בפני עצמן, ייטו להתאים יותר למערכת הבלתי פורמלית. תוכניות אלה נוטות גם לגמישות בתכנים ובשיטות ההוראה. גם ההפך הוא נכון – תוכניות מצומצמות עד כדי כאלה הממוקדות בפרקטיקה יחידה עשויות להתאים יותר, בהיבט ספציפי זה, לתוכנית במערכת הפורמלית.

הקנייה ישירה והקנייה עקיפה של המיומנויות במוקד המחקר

הקנייה ישירה כוללת הוראה מפורשת של מיומנויות, כמו בתוכניות CBT-P ו-CBM-I המיועדות להתמודד עם פחד מכשולן ופרפקציוניזם. לעומת זאת, הקנייה עקיפה מתבססת על למידה דרך התנסות, דוגמת תוכנית הסדנה המעבדה הטכנולוגית Biology Up Close המפתחת סקרנות ועניין דרך התנסות בניסויים ופרויקטים מעשיים.

מודלינג הוא חלק ממנגנוני ההקנייה העקיפה, הכולל למידה דרך צפייה והדרכה. תוכנית המדגימה רעיון זה – באופן פעולתה ביחס לתלמידים – היא תוכנית העמיתים הקרובים (Near-Peer Mentoring). גם השימוש ב**מנטורים** הוא חלק ממנגנוני ההקנייה העקיפה.

זרקור על בני נוער מאוכלוסיות ממוזרות היסטורית מתחומי ה-STEM

הערה כללית לגבי מגמות בתוכניות המדעיות-טכנולוגיות בעולם המפותח

דגש גדול מושם בעולם המפותח (וארצות הברית ומערב אירופה בפרט) על טיפוח הלימוד של מקצועות מדעיים-טכנולוגיים באוכלוסיות ממוזרות STEM. אחת הסיבות לכך היא ההבנה שהחסם המרכזי להמשך פיתוח שוק העבודה העתידי בארצות המפותחות הוא מחסור בכוח אדם מיומן. לכן, דרך יעילה להתמודד עם חסם זה היא להנגיש את העולם המדעי-טכנולוגי לאוכלוסיות ממוזרות היסטורית

מתחומים אלה (בפרט: נשים ואוכלוסיות מיעוטיות). בהתאם לכך, חשוב לציין שחלק ניכר מהתוכניות מוצעות לבני נוער מאוכלוסיות אלה.

מספר עקרונות פעולה רלוונטיים במיוחד לבני נוער המגיעים מאוכלוסיות הסובלות מתת-ייצוג והדרה מתחומי ה-STEM (בישראל: בני המגזר הערבי בכלל והבדואי בפרט, חרדים, נשים).

חשיפה למודלים לחיקוי: אלה תוכניות המציגות מודלים לחיקוי מרקע דומה לזה של התלמידים, כמו תוכנית Near-Peer Mentoring והן מאפשרות לתלמידים לראות אפשרויות עתידיות מוחשיות וברות השגה. אינטראקציה עם מומחים מרקע חברתי דומה מחזקת את ההקשר החברתי של הלמידה. כזו היא למשל תוכנית עידוד התלמידות לעיסוק ב-STEM [Girls Get WISE Science Retreat](#), המאפשרת לתלמידות לפגוש ולשוחח עם נשים העובדות בתחומים מדעיים-טכנולוגיים במסגרת יום עיון בקמפוס אוניברסיטאי (תוכנית זו לא הופיעה בפרק הקודם ומוצגת כאן להדגמת נקודה זו בלבד).

התנסות מעשית: מסייעת לתלמידים לדמיין את עצמם בתפקידים מקצועיים בעתיד.

הצגת נתיבים תעסוקתיים קונקרטיים: מנכיחה ומנרמלת את יכולתם העתידית של התלמידים לעסוק בתחומים המדעיים-טכנולוגיים.

מנגנוני הנגשה וסיוע: סיוע יכול להיות כלכלי, אבל גם כזה הרלוונטי להנגשה תחבורתית (ראו למשל בתוכנית מועדוני ה-STEM), התאמה בלוחות זמנים לאוכלוסיות המודרות, וכולי. הנגשה תחבורתית רלוונטית במיוחד לאוכלוסיות הסובלות מעוני תחבורתי ולאוכלוסיות מהפריפריה.

חשיבות ההקשר החברתי בהקניית מיומנויות

למידה שיתופית מחזקת את ההקשר החברתי של הלמידה. תוכניות המעודדות עבודה קבוצתית, כמו מועדוני STEM המדגישים פרויקטים קבוצתיים, מאפשרות לתלמידים ללמוד זה מזה ובכך לתגבר את רכישת המיומנויות. בנוסף, ההקשר החברתי מסייע לפתח מיומנויות תקשורת ושיתוף פעולה.

אתגרי יישום מיומנויות רכות בתוכניות בית ספריות

תוכניות המאפשרות יישום ישיר של מיומנויות רכות, כמו התמודדות עם כשלון ופרפקציוניזם או ניהול עצמי וניהול זמן, דורשות מומחיות מיוחדת של אנשי מקצוע מחוץ לתחומי ה-STEM. תוכניות אלו נוצרות לעיתים קרובות על ידי פסיכולוגים או חוקרים באוניברסיטאות ומצריכות התייחסות מיוחדת מבחינת משאבים והכשרת צוות. בשל כך, רבות מהתוכניות הללו הן למעשה מחקרים אקדמיים המתבצעים במסגרת אוניברסיטאית, ולא תוכניות פועלות וסקיילביליות. עם זאת, התוכניות שבחרנו להציג נראות בעלות פרקטיקות שיש להן פוטנציאל סקיילבילי.

סיכום

התובנות שעלו מניתוח התוכניות מספקות בסיס ליצירה ועדכון תוכניות להקניית המיומנויות הנבחרות לתלמידי STEM מצטיינים בישראל. מגוון הפרקטיקות המוצעות מזמן, כך אנו מקווים, הזדמנות לשלב את פיתוח המיומנויות הן במסגרת תוכניות הלימודים – כחלק אינטגרלי משיעורים או כיחידות לימודיות תוספתיות וימי העשרה או עיון - והן כחלק מלמידה במסגרות לא פורמליות, דוגמת מחנות קיץ ופעילויות אחר צהריים.

על מנת לקדם בני נוער מאוכלוסיות מודרות STEM, מומלץ להטמיע פרקטיקות מקדמות הוגנות בחינוך המדעי-טכנולוגי, ובפרט אלה העוסקות בבניית תמונת עתיד חיובית, תוך התאמה לאתגרים הייחודיים של החברה הישראלית. שימוש בטכנולוגיות דיגיטליות יכול לסייע בהנגשת חינוך מדעי-טכנולוגי איכותי, במיוחד באזורי הפריפריה הגאוגרפית הישראלית.

לבסוף, שיתופי פעולה עם האקדמיה והתעשייה יכולים לזמן הן מסלולי קריירה רלוונטיים ומגוונים בתחומי ה-STEM לקבוצה גדולה של צעירות וצעירים והן להבנות מודלים אלטרנטיביים לחיקוי.

רשימת מקורות לחלק א'

איזנברג א., רוזה א. (2020) בדיקת יישום מיומנויות של המאה ה-21 המקדמות מצוינות ב-STEM במערכות חינוך מתקדמות במדינות בעולם, מוסד שמואל נאמן.

איזנברג א., בנטור., זוננשיין א., דיין ת., זרצר א. (2022) קידום ההקניה של כישורים, אוריינות, מיומנויות, ערכים וגישות בשרשרת החינוך, מוסד שמואל נאמן.

משרד החינוך. (2021). מיומנויות דמות הבוגרת והבוגר במערכת החינוך: מסמך המיומנויות ואבני הדרך. ירושלים: משרד החינוך.

Ada, N., Ilic, D., & Sagnak, M. (2021) A framework for new workforce skills in the era of industry 4.0 International Journal of Mathematical.

Aydin, A. H. C. (2023) An Analysis of the Studies in the Field of Scientific Creativity of the Gifted. E-International Journal of Educational Research.

Cignetti, M., & Piacentini, M. (2024). Beyond Grades: Raising the Visibility and Impact of PISA Data on Students' Well-being. OECD Working Paper No. 313. OECD Publishing, Paris

Fenlon, M. J., & Fitzgerald, B. K. (2021). Creating the future workforce today PwC-BHEF Report.

Freeman, J. (2004) Teaching the Gifted and Talented. COLLEGE OF PRECEPTORS

Hebda, M. R., & Lutz, L. A. (2023) STEM Extracurriculars: Finding the Best Fit for Your 2e Child. Parenting for High Potential

Hite, R., Feck, J., Huebner, T., & Johnson, M. (2024) Creating a Buzz About Community-Engaged Research: Supporting gifted and talented students' science learning with emerging technologies. Science and Children

Kasza, P., & Slater, T. F. (2017). A Survey Of Best Practices And Key Learning Objectives For Successful Secondary School STEM Academy Settings. Contemporary Issues in Education Research (CIER)

Kong, D. Y. (2023) Best Practice in Gifted Acceleration of the University of Science and Technology of China. 1st World Giftedness Center International Conference

Mahrous, R. (2023) Principles of STEM Education: Exploring a system-wide action research

project. 2nd World Giftedness Center International Conference

OECD. (2021). *Beyond Academic Learning: First Results from the Survey of Social and Emotional Skills*. OECD Publishing Paris

OECD. (2024). *Building Competencies for Digital and Green Innovation in Higher Education*. OECD Publishing, Paris

OECD. (2024). *Social and Emotional Skills for Better Lives: Findings from the OECD Survey on Social and Emotional Skills 2023*. OECD Publishing, Paris

OECD. (2024). *New PISA results on Creative Thinking: Can students think outside the box?* PISA in Focus No. 125, OECD Publishing, Paris

Olszewski-Kubilius, D. P. (2023) *Adopting a Talent Development Framework for Gifted Education: Implications for Practice*. 2nd World Giftedness Center International Conference

Rammstedt, B., Lechner, C. M., & Danner, D. (2024). *Beyond Literacy: The Incremental Value of Non-Cognitive Skills*. OECD Education Working Paper No. 311. OECD Publishing, Paris

Rychen, D.S. & Salganik, L.H. (Eds.) (2003). *Key Competencies for a Successful Life and a Well-Functioning Society*. Göttingen, Germany: Hogrefe & Huber Publishers.

Sabirova, F., Vinogradova, M., & Isaeva, A. (2020) *Professional Competences in STEM Education*. *International Journal of Emerging Technologies in learning*

Sarma, S., & Bagiati, A. (2021) *Current Innovation in STEM Education and Equity Needs for the Future*. openwater-public

Sen, C., Ay, Z. S., & Kiray, S. A. (2018) *STEM Skills in the 21st Century Education*. *Research highlights in STEM education*, researchgate.net

Şahin, E., Sarı, U., & Şen, Ö. F. (2024) *STEM Professional Development Program for Gifted Education Teachers: STEM Lesson Plan Design Competence, Self-Efficacy, Computational Thinking Thinking Skills and Creativity*

Wong, J. (2023) *The Best Practice in Advocacy for Gifted Education of Hong Kong Academy for Gifted Education*. 1st World Giftedness Center International Conference/

World Economic Forum (2023) *Future of Jobs Report*.