



המחלקה להוראת המדעים

הוראת המדעים



סביבת למידה והוראה מותאמת אישית

PeTeL



Personalized Teaching and Learning Environment

כשטכנולוגיה ופדגוגיה הולכות יד ביד - סיפורה של מערכת פטל להוראת כימיה מותאמת אישית*

אהוד אבירן**, שלי ליבנה, רון בלונדר

ממוקד באמת מסייעות ללומד בהבהרת הנושא הנלמד" (סלנט, 2020). את הדיוק והניהול של הלמידה אפשר ליישם באמצעות מערכת לניהול למידה (Learning Management System - LMS), שהיא סביבה דיגיטלית שבה המורה מביא לידי ביטוי את משנתו החינוכית לגבי הקורסים השונים שהוא מלמד (כל קורס יכול להקיף כיתה, נושא או מספר נושאים), ודרכה ניתנת לתלמידים גישה לכל חומרי הלמידה הרלבנטיים, מכל מקום ובכל זמן.

מערכות לניהול למידה אינן זרות למערכת החינוך הישראלית. ב-2015 פרסם משרד החינוך את חוברת "נתיבים להוראה משמעותית", ובה "13 דרכי הוראה המקדמות למידה משמעותית והישגי לומדים" (המינהל הפדגוגי, 2015) – זאת במטרה לעודד יישום של מערכות מתקדמות להוראה ושימוש בהן בכיתות בישראל. הדוח עוסק בהוראה בסביבות עתירות-

במאמר שכורסם בעיצומה של תקופת הלמידה מרחוק שכותרתו "מהו הכשל העיקרי בלמידה מרחוק בתקופת הקורונה? לא מה שחשבתם" (סלנט, 2020), תואר מחקר שהתקיים באוניברסיטת ג'ורג'יה בארצות הברית, אשר מצא שאחד הגורמים שמנע למידה יעילה בתקופת הקורונה הוא חוסר בזמינות של חומרי למידה באופן מסודר. במילים אחרות, המחקר מצא חוסר בסביבות למידה המנגישות בצורה יעילה את חומרי הלימוד לתלמידים. סלנט מצביע על כך שהפתרון צריך להיות כפול – מחד, מיעוט הפניות ומצד שני דיוק ההפניות אל חומרים מתאימים ללומדים. כלומר, ייעול הפעילות של התלמידים במערכת הלמידה, על ידי כך שייחשפו אל פחות אלמנטים, ומנגד, אלו הקיימים יענו במדויק על הצרכים של הלומדים. שכן, "רק הפניות הנמצאות במקום הנכון במשימת הלימוד, ומובילות אל כמות 'סופית' של ידע

* פיתוח הפרויקט נעשה בקבוצת הכימיה, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע. בצוות הפיתוח של פרויקט פטל, בראשותה של ד"ר שלי ליבנה, חברים גב' רחל בוכריס, גב' שרית שמאי, מר אהוד אבירן, ד"ר ראיד שורוש וד"ר שרון גלר.

** המאמר נכתב במסגרת עבודת הדוקטורט של מר אהוד אבירן בהנחייתה של פרופ' רון בלונדר במחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע.

טכנולוגיה ובדרכים שבהן יש להטמיע כלים טכנולוגיים באופן מושכל לשם קידום למידה משמעותית, אוריינות טכנולוגית ותהליכי למידה בוויסות-עצמי. מתוך גישה זו, ולאור הדוגמה של ההשכלה הגבוהה (מיט"ל, 2019), אימץ משרד החינוך את מערכת מוודל (Moodle) כתשתית דיגיטלית לניהול ההוראה והלמידה בכלל בתי הספר בישראל (משרד החינוך, 2019).

מוודל היא מערכת לניהול למידה LMS מבוססת קוד פתוח, הנמצאת בשימוש נרחב במוסדות להשכלה גבוהה בישראל (Kotzer & Elran, 2011). יתרונה ניכר בגמישותה הרבה וביכולת להתאימה לצורכי כל מוסד ומורה באופן נרחב – אך חסרונה ניכר בכך שהמורים נדרשים לפתח לעצמם חומרים וכלים באופן עצמאי, בשעה שמערכת התמיכה של מוודל תלויה במוסד שבו המורה עובד; וכאן טמון יתרונה הגדול של מערכת פטל.

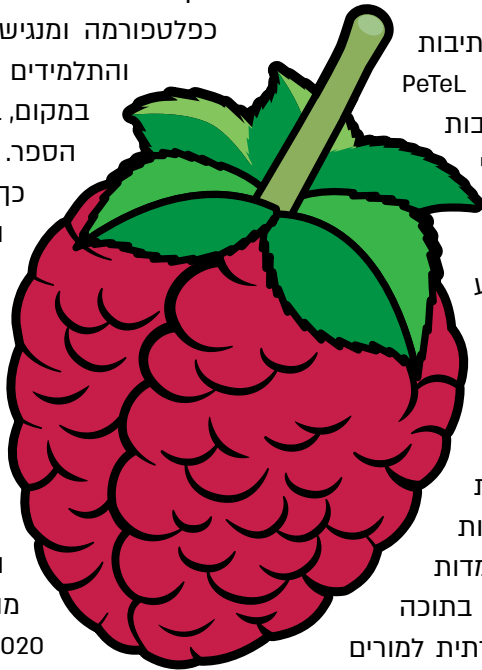
שמה של מערכת פטל נגזר מראשי התיבות באנגלית - Personalized Teaching and Learning, ובנוסף מייצג את ראשי התיבות של "פדגוגיה וטכנולוגיה להוראה". זוהי מערכת לניהול למידה המבוססת על מערכת מוודל, אשר פותחה במחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע כחלק מעבודת הדוקטורט של ד"ר אסף בר-יוסף, בהנחייתה של פרופ' בת-שבע איילון, ומיועדת לשמש את ההוראה בבית הספר התיכון ובחטיבת הביניים (Bar-Yosef, 2019; Yosef, 2019). המערכת מכילה חומרי הוראה תרגול והיבחנות מגוונים ומרחיבה את האפשרויות העומדות בפני המורה המלמד, בכך שהיא מכילה בתוכה גם רכיבים של שיתוף פעולה ורשת חברתית למורים המלמדים את מקצועות המדעים והטכנולוגיה (פיזיקה, ביולוגיה, כימיה, מדעי המחשב, מתמטיקה ומדעים לחטיבת הביניים) – ובכך מעודדת שיתוף פעולה ויצירה בין מורים העוסקים באותו תחום דעת.

סביבת פטל עוברת תהליך פיתוח מתמשך ונתמכת על-ידי צוות טכנולוגי ופדגוגי הממומן כולו על-ידי מכון ויצמן למדע וניתנת לשימוש המורים ללא עלות. מערכת פטל מיושמת זה שמונה שנים בתחום הפיזיקה, החלה את שנת הפיילוט בביולוגיה ובכימיה במהלך שנת הלימודים תש"ף, וכיום צועדת את צעדיה הראשונים במתמטיקה, מדעי המחשב ובמדע וטכנולוגיה לחטיבות הביניים. להפעלת המערכת בכימיה קדמה שנה שנעשו בה פיתוח אינטנסיבי של חומרי הוראה ולמידה, כלי הוראה, התאמת המערכת לצורכי הוראת כימיה ופיתוח חומרי לימוד המתאימים לתוכנית הלימודים, כל

זאת על ידי צוות הפיתוח הראשוני: רחל בוכריס, שרית שמאי, אהוד אבירן, ובראשות של ד"ר שלי ליבנה. עם תחילת שנת הלימודים תש"ף התקיימה השתלמות לאחד-עשר מורים נבחרים, אשר ליוו את תהליך הפיתוח והפעילו את המערכת בכיתותיהם; וכמאה תלמידים התנסו בלמידה משולבת (היברידית), בכיתה ומחוץ לה, בעולם האמתי ובעולם המקוון. התגובות לא איחרו לבוא, כאשר בצד האתגרים שהציבה ההוראה באמצעות מערכת חדשה הגיעו הצלחות רבות, והמורים סיפרו כיצד התלמידים "החלו לדבר פטל" והתייחסו לשיעורים ששולבה בהם המערכת כעדות לאיכותו של השיעור. במקרה אחד, נאלצה אחת המורות להיעדר יחד עם כיתתה מבית הספר, שנסגר עקב מצב חירום יישובי. המורה שיתפה את צוות הפיתוח בסיפוק שהפיקה מכך שיכלה בקלות ובנוחות להמשיך ללמד, כאשר היא משתמשת בפטל כפלטפורמה ומגשיה לתלמידים פעילויות תרגול והערכה, והתלמידים מנצלים את המצב כדי ללמוד כל אחד במקום, בזמן ובקצב המתאים לו, עד ששבו לבית הספר. היא סיפרה כיצד תלמידיה הודו לה על כך שהוראת הכימיה לא נפגעה בתקופת החירום.

ואז הגיעה הקורונה. באפריל 2020 עברה מערכת החינוך באחת ללמידה מרחוק, ואילצה את כלל מורי ותלמידי ישראל לסגל לעצמם דרכים ללמידה מרחוק, כאשר המורים נדרשו ללמוד בן-לילה להשתמש במחשב ובטלפון החכם כחלופות ללוח ולטוש, לכיתה ולמעבדה. לרוב המורים החוויה הייתה מורכבת, שלא לומר קשה (Rap, et al., 2020), אך אלה שכבר לימדו בפטל פשוט המשיכו קדימה, הודות לכך שתלמידיהם כבר הורגלו בגישת הלמידה הזו, שבה כל החומרים נגישים להם ומתאימים ללמידה ותרגול של כימיה.

השמועה על פטל עשתה לה כנפיים, ומורים רבים רצו להצטרף למערכת. כדי להפעיל את המערכת באופן שמקדם את הלמידה נדרשת הכשרה מתאימה, ולכן המורים נדרשים לעבור השתלמות שתעניק להם את ארגז הכלים הבסיסי. ההשתלמות מאפשרת היכרות עם המערכת ויכולותיה, וגם הכרת כלי עריכה בסיסיים ומתקדמים, כל זאת בד בבד עם שיח בנושא התנהלות נכונה בכך הקהילתי והפדגוגי של הוראה באמצעות פטל. בקיץ שלפני פתיחת שנת הלימודים תשפ"א (אוגוסט 2020) התקיימה השתלמות בלמידה מרחוק בהשתתפות 90 מורים מכל רחבי הארץ. על מנת להגיע לכלל מורי הכימיה, עם פתיחת שנת הלימודים תשפ"א





תמונה 1 - עמוד "הסביבה שלי" בפטל

נתונים (Data-Driven Teaching) המתאפשרת בזכות מערכת פטל, ומאפשרת למורה לערוך התאמה אישית של הלמידה, ומיועדת לשפר את ההוראה והלמידה באמצעות המערכת.

מערכת פטל מורכבת משלוש זירות: **העמוד האישי, המאגר המשותף ו**סביבת העמיתים**.**

בעמוד האישי (הסביבה שלי) מופיעים כל הקורסים שהשתמש רשום אליהם, בין אם הוא מוגדר בהם כתלמיד ובין אם הוא מוגדר כמורה (ראו תמונה 1). זוהי הזירה העיקרית שבה פועלים המשתמשים בפטל, כאשר למורה יש גישה למנעד רחב של כלים למימוש החזון הפדגוגי שלו עבור תלמידיו, ואלו מאפשרים לו לפתוח בפניהם מגוון של פעילויות למידה, תרגול והערכה. בליבה של העשייה בפטל נמצאת ההתאמה האישית, הן של ההוראה והן של הלמידה, והיא מתבטאת בדרך שבה כל מורה בונה את הקורסים שלו לפי דרך ההוראה האישית שלו; הכלים שהוא זקוק להם; צורכי התלמידים וההתאמה ליכולותיהם. חומרי הלמידה העומדים לרשות המורים כוללים שאלונים ויחידות תרגול המתנהלות בקצב ודרך המתאימים לתלמידים; שילוב סרטונים וסימולציות בפעילויות שונות; מבחנים המפיקים שאלות אקראיות ומאפשרים לתלמידים לבצע אותם במועדים ובמקומות שונים, ועוד. ההוראה בפטל מאפשרת חופש רב למורה, נוכח הכלים החדשים שנוספים כל העת בידי צוות הפיתוח ובתמיכת צוות טכנו-פדגוגי מיומן.

נוסף על הסביבה האישית, שתי הזירות הנוספות זמינות למורים בלבד, וטומנות בחובן את עיקר הייחוד בסביבת פטל – היכולת לשיתוף פעולה בין מורי הכימיה.

המאגר המשותף משמש כעין ספרייה גדולה ומתפתחת

עברה הכשרת המורים לרשת קהילות כימיה ברחבי הארץ; ובאמצעות קהילות המורים, כ-150 מורים נוספים התחילו להשתמש בסביבת הפטל. כיום משמשת מערכת פטל-כימיה כ-350 מורים וכ-6000 תלמידים, ומגמת העלייה נמשכת.

לצורך תמיכה במספר הגבוה של מורים חדשים במערכת הורחב צוות הפיתוח, שכיום כולל גם את ד"ר ראיד שורוש ואת ד"ר שרון גלר. בימים אלה הצוות עוסק בפיתוח חומרי למידה חדשים, בתרגום פעילויות לערבית ובבדיקת חומרי למידה שמורים מעלים למאגר המשותף. כמו כן, ומתוך ראיית החשיבות הגדולה של ליווי המורים העושים את צעדיהם הראשונים במערכת, מפותחים תדריכים כתובים המלווים בסרטוני הדרכה, ואלו זמינים במאגר המשותף לשימוש כלל המורים. במהלך שנת הלימודים תשפ"א נפתחו השתלמויות מובילי פטל בקהילות, אשר ליוו את הכשרת המורים בקהילות הכימיה ברחבי הארץ. השתלמויות דומות נפתחו באוקטובר השנה, ונותנות מענה למורים ברמות שונות, במטרה להמשיך ולשפר את האופן שבו הוראת הכימיה מותאמת לצורכי התלמידים ולחזון הפדגוגי של המורים.

פטל פותחה על בסיס העקרונות של התאמה אישית (פרסונליזציה) בהוראה ובלמידה (Bar-Yosef, 2019; Aviran, Easa, Livne, & Blonder, 2020). לאור עקרונות אלו נבנתה המערכת בצורה הפתוחה והגמישה ביותר האפשרית, כדי לאפשר למורה להתאים את דרך ההוראה שלו לצרכים ולדרכי הלמידה של התלמידים השונים. הגמישות והנגישות של פטל מאפשרות לתת מענה לצרכים של תלמידים שונים: תלמידים שדרוש להם פרק זמן ארוך יותר לעבור מספר פעמים על ההנחיות, או הזקוקים להן בכתב גדול מהרגיל; תלמידים שמצליחים לעמוד בקצב השיעור ולהתקדם עם המורה; וגם אותם תלמידים שפעמים רבות מוצאים את עצמם משתעממים בשיעור בשל העובדה שהמורה נדרש להתקדם בקצב של רוב ילדי הכיתה – או שאיבדו את המורה בדקות הראשונות של השיעור (שעבר) וכעת מתוסכלים מהקושי להדביק את הפער (Benny & Blonder, 2016). המערכת עושה זאת על ידי כך שהיא מעבירה לתלמידים את השליטה על התקדמות הלמידה, ומעניקה להם אחריות רבה יותר על הלמידה שלהם. הלומד העצמאי יתקדם בפעילות מסוימת בקצב שלו (במסגרת המגבלות שקבע המורה), במחשב או בטלפון הסלולרי, בכיתה או בבית, בזמן הלימודים או אחרי שעות בית הספר. היכולת של המורה הבודד לנווט כיתה שלמה של לומדים מבוססת על המידע הרב שזורם אליו מהמערכת, המאפשר לו לבצע החלטות מודעות ורלבנטיות בזמן-אמת: לתת הארכת זמן לפעילות מסוימת, או לראות שתלמיד מסוים עדיין תקוע בשלב מוקדם של פעילות אחרת ולתת לו את התמיכה הנדרשת. זוהי הוראה מבוססת

סביבת העמיתים (ראו תמונה 3) מתפקדת כרשת החברתית של המורים בכטל, ובה מתאפשר לכל מורה לחשוף ולשתף חומרים הנמצאים בתהליכי פיתוח או שאינם מעוניין (עדיין) שישותפו במאגר. בזירה זו למורה יש שליטה על רמת החשיפה שלו, בבחירתו אילו קורסים הוא מעוניין לשתף ועם מי הוא רוצה לשתף פעולה. בסביבת העמיתים המורה יכול לחפש מורים בעלי גישה חינוכית דומה לשלו, או מורים המלמדים בסביבה הקרובה אליו, לצורך שיתופי פעולה ועזרה הדדית. במקצוע כמו כימיה, שבו המורה מוצא את עצמו פעמים רבות בודד במערכה (כמורה יחיד למקצוע בבית הספר), סביבת העמיתים מאפשרת לו להושיט יד, לקבל ולתת עזרה ותמיכה בקרב קהילת עמיתים למקצוע ולדרך.

לסיכום...

בספרו "מורים ומכונות" (1986) מעלה ההיסטוריון לארי קיובן שאלה: מדוע מורים נוטים להימנע מאימוץ כלים טכנולוגיים הזמינים להם בסביבת ההוראה שלהם? הוא מוצא לכך מספר תשובות, והבולטות שבהן מתייחסות לחוסר התאמה בין הכלים לבין צורכי המורים (והתלמידים), חוסר מיומנות של המורים בשימוש בכלים הללו והיעדר בסיס פדגוגי מתאים להטמעת הכלים בנושא הלימוד. בימים אלו מתקיים המחזור השני של השתלמות מובילי פטל בקהילות, שמטרתה הכשרת מורים בולטים בקהילות ברחבי הארץ ללמד, בתורם, את מורי קהילתיהם להשתמש במערכת פטל ולהתמקצע בה. בתוך כך, לב העשייה בהשתלמות מתמקד בפדגוגיה שמאחורי הכלים הטכנולוגיים, שכן אחת התובנות העמוקות ביותר העולות הן מהמחקר והן מהניסיון היא שללא בסיס פדגוגי מוצק דיו, הטמעת המערכת תיכשל והמורים פשוט לא ישתמשו בה.

מה צופן העתיד, בייחוד בימים שאחרי הקורונה?

בכתבה שפורסמה לאחרונה (גורודיסקי, 2021) צוטטו גורמים במשרד החינוך שטענו כי ההתנסות שנכפתה עלינו להוראה מרחוק פתחה את הדלת לבחינת יישום הוראה משולבת – מקרוב ומרחוק – גם בימים כתיקונם, וייתכן כי נוסף לראות תלמידים לומדים גם מהבית או בבית הספר באמצעות מחשב. בכתבה מובאים דבריה של פרופ' אינה בלאו, ראש התוכנית לתואר שני בחינוך, טכנולוגיות ומערכות למידה, וראש המרכז לחקר חדשנות בטכנולוגיות למידה באוניברסיטה הפתוחה, התומכת בהוראה באמצעות טכנולוגיה, אשר תאפשר חלוקה של הלומדים לקבוצות למידה ולמידה המותאמת לקצב התלמידים; וכן דבריו של פרופ' יוסי דהאן, מומחה לחינוך מהמרכז האקדמי למשפט ולעסקים, המציין כי "צריך להתאים את הלמידה ההיברידית גם לתלמידים". בצוות פטל-כימיה שוקדים על דרכים נוספות לבצע התאמה אישית של הלמידה



תמונה 2 - מתוך המאגר המשותף

של תכנים (ראו תמונה 2), פעילויות וחומרים המפותחים על בסיס הניסיון הנרחב של קבוצת הכימיה במחלקה להוראת המדעים, ושל מרכז המורים הארצי הצמוד לה. תכנים אלו כוללים חומרי הוראה, למידה ותרגול, פעילויות העמקה ואבחון ושלל כלים להעשרת תהליך הלמידה. התכנים הנמצאים במאגר המשותף מותאמים לתוכנית הלימודים בכימיה ומתעדכנים תדיר לפי השינויים בשטח. את עיקר התכנים המופיעים במאגר מעלים מורים, המשתפים מפירות עמלם ברשת, מקבלים משוב (ותודות רבות) מעמיתיהם ברחבי הארץ ומפיצים את הרעיונות שלהם לכולם. לכל מורה יש גישה חופשית למאגר, וממנו הוא יכול לאסוף תכנים בכל נושא וככל שיידרש לו, ואז להתאים ולשנות אותם לפי צורכי תלמידיו ודרך ההוראה שלו.



תמונה 3 - סביבת העמיתים

צוות פטל כימיה



ד"ר ראיד שורוש



ד"ר שרון גלר



אהוד אבירן



ד"ר שלי ליבנה
ראש צוות פטל כימיה



שרית שמאי



חלי בוכריס

Israeli Symposium on Learning Analytics. Rehovot, ISRAEL: Weizmann Institute of Science.

Bar-Yosef, A. (2019). Israel's high-school science Personalized Teaching and Learning (PeTeL) platform featuring a social network of teachers for content sharing. *MoodleMoot UK & Ireland 2019*. Manchester, UK: Moodle Pty Ltd.

Benny, N. & Blonder, R. (2016). Factors That Promote/ Inhibit Teaching Gifted Students in a Regular Class: Results from a Professional Development Program for Chemistry Teachers. *Education Research International*. doi:10.1155/2016/2742905

Kotzer, S. & Elran, Y. (2011). Development of E-Learning environments combining learning skills and science and technology content for junior high school. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 11, 175-179.

Rap, S., Feldman-Maggor, Y., Aviran, E., Shvarts-Serebro, I., Easa, E., Yonai, E., ... Blonder, R. (2020). A Research-Based Approach to Support Chemistry Teachers during the COVID-19 Pandemic. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3278-3284.

גורודיסקי, ס'. (16 ינואר 2021). [ותודה לקורונה: ההזדמנות הגדולה של מערכת החינוך ביום שאחרי המגיפה](#). אוחר מתוך: וואלה.

המינהל הפדגוגי. (2015). [נתיבים להוראה משמעותית](#). ירושלים: גף הפרסומים, משרד החינוך.

מיטל. (2019). [MOODLE](#). אוחר מתוך: טכנולוגיות למידה. משרד החינוך. (2019). [מערכת לניהול למידה - Moodle](#). אוחר מתוך: הענן החינוכי.

סלנט, ע'. (20 דצמבר 2020). [מהו הכשל העיקרי בלמידה מרוחק בתקופת הקורונה? לא מה שחשבתם](#). אוחר מתוך: ידע וסקרנות דיגיטלית.

קיובן, ל'. (1986). [מורים ומכונות: השימוש בטכנולוגיה בכתה מאז 1920](#). ניו יורק: Teachers College Press.

ללומדים, כמו, התאמת השאלות לתחומי העניין של התלמידים או לשיטות הלימוד שהם מבכרים. באמצעות שילוב הידע והניסיון של המורה עם למידת המכונה המתאפשרת על ידי הסביבה – רעיונות כאלה יהיו בקרוב מציאות קיימת בסביבת הפטל. במחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע, אנו מתכננים לאתגרי הלמידה בכיתות הכימיה של כולנו; ועם פטל באמתחתנו, העתיד נראה מתוק מתמיד.

תודות

אנו מבקשים להודות למכון ויצמן למדע על תמיכתו המתמשכת בפיתוח ותמיכה במורים במערכת פטל בכלל ופטל-כימיה בפרט.

צוות הפרוייקט מודה לפיקוח על הכימיה על שיתוף הפעולה וההפריה הדדית אשר תומכים בהטמעת הפטל בקרב מורי הכימיה.

לקריאה נוספת

Aviran, E., Easa, E., Livne, S., & Blonder, R. (2020). Implementation of a Personalized Online Learning System Towards Creating Hybrid Learning and Teaching in Chemistry Classes. In D. Glick, A. Cohen, & C. Chang, Early Warning Systems and Targeted Interventions for Student Success in Online Courses. Information Science Reference. doi:10.4018/978-1-7998-5074-8.ch005

[חנך לנער על פי הפלטפורמה](#), מכון ויצמן למדע, WeizmannCompass, (15 באפריל 2018).

[הצטיינות בחינוך מדעי דיגיטלי](#), מכון ויצמן למדע, WeizmannCompass, (24 באפריל 2020)

מקורות

Bar-Yosef, A. (2019). Designing a collaborative platform in order to respond to different use profiles of educators.