

# למידת גילוי והאופנים שבהם הטכנולוגיה נרתמת לטובת הצלחה

מיכל שודל<sup>a</sup> ויוחאי עופרן<sup>b</sup>, האוניברסיטה העברית

**מ**אמר זה דן בשיטות של למידת גילוי, שהפכו פופולריות בשנים האחרונות. נסביר מהי למידת גילוי, נדגים כיצד ניתן ליישמה בהוראה אקדמית, נתאר את יתרונותיה וחסרונותיה כשיטת לימוד ונדון באופן שבו הטכנולוגיה יכולה לסייע בקידום הלמידה. כמו כן, נציע שימוש בטכנולוגיות מסוימות המסייעות להתגבר על חסרונות השיטה.



מיכל שודל

כלשהי<sup>1</sup>. למידה מבוססת פרויקטים ולמידה מבוססת מקרה מקובלות מאוד בתחומי הרפואה, מנהל עסקים וההנדסה, ולמידת חקר מקובלת מאוד בלימודי המדעים<sup>2</sup>.

בלמידה מבוססת פרויקטים או בלמידה מבוססת מקרה, קבוצה קטנה של סטודנטים עובדת על פרויקט או פותרת בעיה בתחום הנלמד. הקבוצה מלווה במדריך שתפקידו לקדם את הלמידה, לספק רמזים ולהפנות למקורות מידע, אך לא להציע פתרון לבעיה. את הפתרון מוצאים הסטודנטים בעצמם. בלמידת חקר הסטודנטים משערים השערות, אוספים מידע כדי לחקור את ההשערות, מנתחים את המידע ומנסחים מסקנות בעצמם.

לדוגמה, בקורס שיטות מחקר המטרה היא ללמד את הסטודנטים מתודולוגיה מחקרית. קורסים מסוג זה בנויים לרוב מרשימה של שיטות ומערכי מחקר והסטודנט לומד ומתרגל את השימוש בהם. בלמידת גילוי הקורס מאורגן באופן שונה – הסטודנטים מתפקדים כקבוצת חוקרים המחפשת פתרון לבעיה. כדי לפתור את הבעיה שהוצגה להם, הסטודנטים נדרשים לאסוף נתונים רלוונטיים, ולאחר מכן הם מקבלים מהמרצה נתונים נוספים מאותו טיפוס כדי להגדיל את מאגר הנתונים כך שיתאים לשיטות הסטטיסטיות שבהן הם ישתמשו. הסטודנטים מנתחים את כלל הנתונים במאגר המוגדל, שולחים את התוצאות למרצה ומקבלים משוב. כדי להעמיק בלמידה

## מהי למידת גילוי?

ההתפתחויות הטכנולוגיות של תקופתנו הובילו לשחרור יחסי של הלומדים ממגבלות של זמן ומקום. כיום קבוצת לומדים אינה חייבת להגיע בשעה מסוימת למקום מסוים כדי לקבל מידע מפי מרצה, מכיוון שאת המידע אפשר לקרוא או לשמוע בכל זמן ובכל מקום. אין פלא אם כך שנעשים שלל ניסיונות כדי לעצב פעילויות הוראה שתצלנה בצורה מיטבית את המפגש המשותף בין התלמידים למרצה. למידת גילוי (Discovery Learning)<sup>1</sup> היא דוגמה מוצלחת לפעילות הוראה שכזאת.

למידת גילוי היא שם למכלול של שיטות הוראה שדומות זו לזו מבחינה פדגוגית<sup>2</sup>, כגון למידה מבוססת פרויקטים (PBL, Problem Based Learning), למידה מבוססת מקרה (CBR, Case Based Reasoning) ולמידת חקר (Inquiry Learning). המשותף לשיטות האלה הוא שידע המטרה (target knowledge), למשל המושגים, הכללים והמודלים התיאורטיים, אינו מוצג לסטודנט, אלא הסטודנט רוכש בעצמו את הידע הזה במהלך פתרון של בעיה מייצגת, במהלך עבודה על פרויקט, או בעת מענה לשאלה



יוחאי עופרן

a ד"ר מיכל שודל, חברת סגל היחידה להוראה ולמידה, [Michal.Schodl@mail.huji.ac.il](mailto:Michal.Schodl@mail.huji.ac.il)

b יוחאי עופרן, חבר סגל היחידה להוראה ולמידה, [yohaio@savion.huji.ac.il](mailto:yohaio@savion.huji.ac.il)

ויבצעו פעולות שונות ב"שטח" ולא רק מטלות כתיבה.

במהלך למידת הגילוי חשוב לכוון את הסטודנט ולעזור לו להתקדם במשימתו באמצעות כלים שונים. כלים אלו, שלעתים מכונים "פיגומים" (scaffolding), יכולים לכלול ייעוץ אישי, רמזים, תרגילים, קריאת סיכומים, צפייה בהרצאות מצולמות ועוד. חשוב לציין כי למידת גילוי נמצאה טובה יותר משיטות מסורתיות (הרצאה פרונטלית) רק כאשר ניתנה ללומדים הכוונה משמעותית<sup>1</sup>. ללא אמצעי עזר שכזה, ייצא שכרנו בהפסדנו ולמידת הגילוי תשיג תוצאות טובות פחות מלמידה מסורתית.

כדי להעשיר את למידת הגילוי, אפשר להיעזר גם באמצעים טכנולוגיים, למשל לשלוח לסטודנטים רמזים לתיבות

למידת גילוי



סטודנטים מעורבים בלמידת גילוי בכיתה, האוניברסיטה העברית בירושלים

הדוא"ל שלהם לסטודנטים לוטרינריה מהדוגמה שלעיל אפשר לשלוח תדפיס חלקי של תוצאות בדיקות מעבדה ותמונה של סוס. לסטודנטים לשיטות מחקר אפשר לשלוח שאלות שכביכול נשאלות על ידי מזמין המחקר. אפשר גם לגייס מומחה (שאינו המורה) שיקיים עם הסטודנטים שיחת ייעוץ חד-פעמית מקוונת (video conference). הסטודנטים יכולים לגלוש באתרים, לחפש מידע, לקרוא מאמרים ולצפות בלומדות, בהרצאות או בסרטים. ככלל, ניתן לדמות את תכנון למידת הגילוי לבניית משחק שמשולבות בו פעולות בעולם האמיתי עם בעיות מומצאות כדוגמת 'חדרי הבריחה' או משחקי מציאות רבודה (augmented reality).

## יתרונות של למידת גילוי

למידת גילוי מבוססת על הגישה ההבנייתית (קונסטרוקטי-ביסטית)<sup>4</sup>, ולפיה כאשר הלומד מבנה את הידע שלו בעצמו, מתפתחים אצלו כישורי למידה גבוהים, כגון יכולת לפתרון בעיות ויכולת להעביר (transfer) וליישם את החומר הנלמד במצבים חדשים. ללמידת גילוי מספר יתרונות נוספים:

**הגברת הזכירה.** ללומד קל יותר לזכור מידע שגילה בעצמו מאשר לזכור מידע שנמסר לו בשיטות מסורתיות<sup>1</sup>.

**רכישת ניסיון.** בלמידת גילוי הלומד מתנסה בשיטות ובהליכים מקובלים בתחום. כך לדוגמה סטודנט לרפואה לומד כיצד רופא שואל שאלות, אוסף מידע, מתייעץ עם מומחים וכדומה.

**קידום אינטראקציות.** חלק ניכר משיטות למידת גילוי מבוססות על עבודה בצוותים, המקדמת אינטראקציה בין הלומדים בקבוצה. לאינטראקציה זו יש תפקיד חשוב<sup>5</sup> כי היא תורמת לאיכות הלמידה וגם יש לה ערך כשלעצמו (למידת עבודה בצוות).

**קידום הנאה בלמידה.** למידת גילוי יכולה להיות מהנה מאוד, בגלל האופי המשחקי שלה.

ולשכלל את הידע שלהם, המרצה שולח לסטודנטים קובץ נתונים נוסף מאותו טיפוס ומבקש מהם להציע דרך ניתוח נוספת של הנתונים ולבצע אותה. כך מתקדמים הסטודנטים במחקרם בשלבים עד להשלמתו. בדוגמה זו שיטות המחקר הן "ידע המטרה", אך הן מתגלות לסטודנטים בהדרגה, בעת שהן רלוונטיות למחקר (או לשלב המחקר) שהם מבצעים.

למידת גילוי בימינו שונה במהותה מלמידת גילוי בעבר. בעבר עמדו לרשות הסטודנט מקורות מידע ועזרה מוגבלים, בעיקר מודפסים. כיום עומדים לרשות הסטודנט רשת מקורות עצומה ומאגרי מידע כבירים ועדכניים (שלעתים הם "עושר השמור לבעלי לרעתו"). כישורי החקר הנדרשים במציאות חדשה זו שונים במהותם מכישורי החקר שלהם נדרש הסטודנט בעבר: מקומם של הניסוי והטעייה הצטמצם והוחלף בחלקו הגדול במיומנויות כגון אינטגרציה של מקורות מידע, ביקורתיות כלפי מקורות המידע, יכולת איתור וחיפוש מידע ועוד. סל הכישורים הזה זכה לכינוי "מיומנויות המאה ה-21"<sup>3</sup>.

כדי להבין טוב יותר את ההבדל בין למידת גילוי לשיטות הוראה אחרות, ניעזר בהתלבטות המוכרת לרבים מבין המרצים – במה להתחיל את הוראת הנושא – בהצגת מודל תיאורטי או בהצגת דוגמה? למידת גילוי כמוה כהתחלת הוראת הנושא עם דוגמה, אלא שבלמידת גילוי משתמשים לשם התחלה בדוגמה מורכבת. משום כך העיסוק בדוגמה נמשך לעתים שבועות ארוכים ואף סמסטר שלם. הדוגמה מדמה לעתים קרובות מצב מציאותי שבו נתקלים מומחים בתחום הנלמד. למשל, סטודנטים לוטרינריה מגלמים וטרינרים במשחק תפקידים שבו המרצה מגלם כמה תפקידים: בעליו של סוס, עובד מעבדה, קולגה וספק של מידע חיוני (כגון תוצאות של בדיקות). באופן הזה הסטודנטים מתנסים במצב דומה לזה שיחוו במציאות. כדי להעצים את תחושת המציאות, אפשר לשלוח את הסטודנטים למקומות מסוימים (וירטואליים או אמיתיים), כגון חוות סוסים או מרפאות וטרינריות, כדי שישוחחו עם בעלי מקצוע (אמיתיים או מדומים)

הלמידה, על היקפה ועל איכותה.

התגברות על חסרונות אלו היא לדעתנו המפתח ליישום מוצלח של למידת גילוי, ודרך יעילה לעשות זאת היא להסתייע בכלים טכנולוגיים.

## אמצעים פדגוגיים וטכנולוגיים למזעור החסרונות של למידת גילוי

לשם יישום מוצלח של למידת גילוי ניתן לשלב בה אמצעים מגוונים אשר ימזערו את חסרונותיה. להלן נמנה שלושה אמצעים למטרה זו ונתאר את הערך הפדגוגי של כל אחד מהם ומקצת מן הכלים הטכנולוגיים הזמינים שיכולים לסייע ביישומם. **פיתוח משימות דיווח אישיות על התקדמות בפרויקט.** על כל סטודנט מוטל להגיש או לפרסם (במייל או בבלוג למשל) דיווח אישי בהיקף מוגבל. למשל, כל אחד מן הסטודנטים בקורס לשיטות מחקר שתואר לעיל, יידרש להגיש אחת לכמה שבועות דיווח קצר המתאר את התפקיד שמילא בפרויקט ואת הפעולות שבהן נקט, את קשריו עם חברי הקבוצה ואת תובנותיו באשר לעבודה עם קבוצת החוקרים וניהול פרויקט המחקר. דיווח שכזה עשוי למזער תופעות של עצלות חברתית בקבוצות. כמו כן, הדיווח יאפשר למרצה לעקוב אחר התקדמות הלומדים וגם לאותת ללומדים שהוא עוקב אחר התקדמותם. תפקיד חשוב נוסף שמילא דיווח זה הוא עידוד הסטודנט לעבודה סדורה ומאורגנת. כך חובת הדיווח תגביר את מאמצי הלומדים ותעמיק את הלמידה.

פלטפורמה טכנולוגית הולמת לביצוע משימות כאלו יכולה להיות כלי מודל (Moodle) דוגמת wiki, glossary או database, המאפשר לסטודנטים להוסיף דף תוכן משלהם ולהעיר על דפי חבריהם. כמו כן, אפשר להשתמש בכלי personal forum שבו חומרי הסטודנט מוצגים לעיני המרצה בלבד. מי שאינו משתמש במודל יכול לפתוח אתר ויקי ייעודי באחת מהפלטפורמות הרבות המצויות ברשת (למשל Wikidot, Wikispaces או PBworks), ובו ידווח על התקדמותו באופן סדיר. כן אפשר ליצור תיקות קבצים שיתופיות באמצעות Google-Drive, OneDrive, DropBox, ודומיהם, שאליהן יעלו הסטודנטים את מסמכי הדיווח התקופתיים. כל הפלטפורמות הללו מאפשרות הוספת תגובה של עמיתים (או של המורה) על המוצג בקובץ המקורי.

## חסרונות של למידת גילוי

לצד היתרונות הרבים של למידת גילוי, יש לה גם חסרונות לא מעטים:

**חסרונות פדגוגיים**<sup>6,2</sup>. בעיה מוכרת למרצים היא שלפעמים סטודנטים זוכרים היטב את הדוגמה שניתנה להם, אך אינם מבינים או זוכרים את משמעותה, ולכן אינם יכולים ליישם את העקרונות שבבסיסה בהקשרים אחרים (כלומר לא מתקיימת העברה – transfer). בלמידת גילוי הבעיה הזאת חמורה שבעתיים, בגלל היקפה ומורכבותה של הדוגמה. הלומד שעסוק במעין משחק מעניין ועמוס פרטים לאורך זמן, עשוי שלא לשים לב לעקרונות ולחוקים, למודלים ולתאוריות, ולכן לא לדעת כיצד להשתמש בהם בהקשרים אחרים בעתיד.

**סכנה של למידה חלקית או קונטקסטואלית**<sup>2</sup>. אם לצורך פתרון בעיה מסוימת יידרשו הסטודנטים לקרוא מאמר חובה בתחום, הם עלולים לקרוא את המאמר דרך פריזמה צרה מאוד (במטרה לאתר את הפתרון לבעיה הספציפית) ולא יתוודעו לכל עולם הידע שברצוננו להקנות להם מקריאת המאמר.

**עודף פעילות וריבוי טעויות.** מכיוון שלמידת גילוי מושתתת על פעולה והתנסות, היא עלולה להוביל לעודף פעילות ואף לריבוי טעויות. ואכן מספר מחקרים על למידה מבוססת פרויקטים בתחום הרפואה הראו כי הסטודנטים מבצעים טעויות רבות יותר ומזמינים יותר בדיקות כשהם לומדים בשיטה זו, בהשוואה ללמידה בשיטות אחרות<sup>7,2</sup>.

**קשיים בעבודת צוות.** למידת גילוי נעשית לעתים קרובות בצוותים ולכן היא חשופה לתחלואים הידועים של כל עבודת צוות. החמור שבתחלואים הוא עצלות חברתית (social loafing): מצב שבו רק חלק מחברי הצוות פעילים בפרויקט. כמו כן, בשל צרכים אישיים (למשל עבודה לשם פרנסה), סטודנטים עלולים להיתקל בקשיים בתיאום פגישות משותפות. חסרונות אלו אופייניים לכל סוג של מטלה קבוצתית, לא רק במסגרת של למידת גילוי, אולם למידת גילוי נעשית כמעט תמיד בקבוצות, ועל כן הקושי גדול יותר.

**צורך בהקדשת זמן מרובה וצמצום השליטה.** מבחינת המרצה, כדי שלמידת גילוי תהיה יעילה, עליו להקדיש מחשבה רבה וזמן לא מבוטל בפיתוח חוויית הגילוי, בהכנת ה"פיגומים" ובהדרכה השוטפת של הסטודנטים בפרויקט (או בניהול צוות המדריכים, כשיש כזה). כמו כן, בלמידה מסוג זה חלק ניכר מהגילוי נעשה הרחק מעינו של המרצה, כלומר יש לו שליטה מועטה על אופן



קבוצת סטודנטים בלמידת גילוי

של השיטה הצענו כאן שלושה אמצעי עזר: משימות דיווח אישיות, שימוש תכוף בבחנים ומטלות הבניה, אשר שילובם עשוי למזער את החסרונות ולתרום לשיפור איכות של למידת הגילוי. הצעתנו כללה המלצה להסתייע בטכנולוגיות שונות כדי לתת מענה לחסרונות וכך לאפשר למידת גילוי יעילה יותר.



1. Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology, 103*(1), 1-18.
2. Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist, 41*(2), 75-86.
3. Rotherham, A. J., & Willingham, D. T. (2010). 21<sup>st</sup>-century skills: Not new, but worthy challenge. *American Educator, 67*(1), 16-21; כדאי לזכור שקיימים הבדלים בין חוקרים ומחנכים שונים בנוגע למוימנויות הנכללות בסל הזה וישנם גם פערים בשם הניתן להם. בעוד באמריקה רווחת ההגדרה 21<sup>st</sup> century skills, באירופה יש שהעדיפו לכנותו 21<sup>st</sup> century competencies.
4. Bruner J. S. (1990). *Acts of meaning* (pp. 1-32). Cambridge, MA: Harvard University Press.  
אפשר שהתשתית לגישה זו הנוחה כבר על ידי סוקרטס במתודת הדין הדיאלקטית ('האלנכוס') שבה באמצעות סדרת שאלות-תם ("כל שאני יודע הוא שאיני יודע") הוא מאלץ את בן-שיחו להגיע לתובנות מעמיקות ולזקק את ההגדרות שהציע למושגים שונים. הדוגמה המפורסמת ליישום שיטה זו מוצגת בדיאלוג "מנון" שבו סוקרטס מוליך נער, באמצעות שאלות בלבד, לגילוי והבנה של משפט פיתגורס. במקום אחר ("תאיטיטוס") סוקרטס מדמה את תפקידו לתפקידה של אמו המיילדת ומסביר שגם הוא, כמותה, עוזר לאנשים לחלץ משהו מפנימיותם – את הרעיונות החבויים בהם!
5. Palincsar, A. S. (1998). Social constructivist perspectives on teaching and learning. *Annual Review of Psychology, 49*, 345-375.
6. Mayer, R. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist, 59*(1), 14-19.
7. Albanese, M., & Mitchell, S. (1993). Problem-based learning: A review of the literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine, 68*, 52-81.
8. ההבדל בין בוחן לבין שאלון הוא שבבוחן התשובה הנכונה מוגדרת מראש.
9. Roediger, H. L., & Butler, A. C. (2011). The critical role of retrieval practice in long-term retention. *Trends in Cognitive Sciences, 15*(1), 20-27.
10. הכלים הנזכרים כאן דורשים שימוש באמצעי קצה מצד הסטודנט. ראוי להזכיר שכיום מתחזקת המגמה לעבודה עם אמצעי הקצה האישיים של הסטודנט (BYOD) אפילו במבחנים.
11. Roediger, H. L., & Pyc, M. A. (2012). Inexpensive techniques to improve education: Applying cognitive psychology to enhance educational practice. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition, 1*(4), 242-248.
12. Roediger, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory test improves long-term retention. *Psychological Science, 17*(3), 249-255.

**שימוש תכוף בבחנים ובשאלונים**.<sup>8</sup> מחקרים מלמדים שבחנים הם כלי יעיל לא רק לצורכי הערכה, אלא גם להגברת יעילות הלמידה, ללא קשר לשיטת הלימוד.<sup>9</sup> במסגרת למידת גילוי ניתן לפתח בחנים ושאלונים אשר יתנו מענה גם לחסרונות הפדגוגיים שמנינו. כך למשל אפשר בעזרת בוחן ושאלון לעזור ללומדים לגזור באופן אינדוקטיבי כללים והכללות מתוך המקרה שבו עסקו. לדוגמה, הסטודנטים לשיטות מחקר יידרשו לקבוע האם הכללות מסוימות במבנה של "יש להשתמש בניתוח כלשהו, במצב מסוים" נכונות או לא ולכתוב הסבר קצר לתשובתם. כך ניתן למזער את הסכנה הראשונה של פגיעה ביכולת ההכללה. בחנים ושאלונים יכולים גם לצמצם את סכנת הקונטקסטואליות, אם לומדים יידרשו בהם להשיב כיצד יישמו את מסקנות למידת הגילוי בהקשר אחר. כך למשל הסטודנטים לוותרנירה יישאלו כיצד הייתה משתנה החלטתם אילו הסתבר כי אחד מפרטי המידע שקיבלו מבעל הסוס אינו נכון. גם את סכנת הלמידה החלקית ניתן למזער על ידי שאילת שאלות הנוגעות לידע הרחב שהלומדים אמורים לרכוש.

קיימים כלים רבים שבאמצעותם אפשר לייצר בחנים, ואף להפיץ אותם ולבדוק את תשובות הסטודנטים<sup>10,11</sup>, למשל שאלונים google-forms עם שימוש באפשרות החדשה "הגדר כבוחן". בסביבת מודל קיימים כלים כגון quiz ליצירת בחנים ו-choice, feedback או questionnaire ליצירת שאלונים. שימוש בבחנים יכול לעודד למידה עקבית רציפה, לספק מידע למרצה על מצב הלומדים ועל קצב התקדמותם ולהקטין את הסיכוי להתפתחות עצלות חברתית בקבוצות הלומדות.

**מטלות הבניית השיבה**. מטרת משימות אלו היא להבנות את הידע ולעורר תהליכים מטה-קוגניטיביים. למשל, אפשר לבקש מסטודנטים להסביר (זה לזה או בכתב) את תשובתם לשאלות או במבחנים או את פעולתם וסיבותיה. זהו אמנם צעד פשוט, אך יש עדויות רבות ליעילות שלו.<sup>12</sup> מטלות כאלה יכולות למזער את הסכנה שבעודף פעילות ואת סכנת הטעויות המרובות, משום שהן מחייבות את הלומד לעצור, לחשוב ולהסביר את צעדיו. כך למשל הסטודנטים לוותרנירה יידרשו להסביר מדוע ביקשו בדיקות מסוימות ולא אחרות, האם בדיקות מסוימות שביקשו היו מיותרות והאם לדעתם אפשר היה לדעת זאת מראש. לשם כתיבה של מטלות אלו, אפשר להסתייע בכלי מודל שונים כגון פורומים וכן בשאלונים ובבלוגים שנמנו לעיל.

## סיכום

שיטות למידת גילוי, שבמהלכן הסטודנט עובר חוויה ייחודית ורלוונטית מבחינה מעשית, הן שיטות עתיקות שפותחו שנים רבות לפני המהפכה הטכנולוגית, במטרה לשכלל את איכות הלמידה, לקדם את הזיכרון ואת ההבנה ולהפחית את סיכויי השכחה. קרנן של שיטות אלו עולה כיום, משום שהטכנולוגיה יוצרת הצפה של מידע העלולה לפגוע בתשומת לבו וביכולתו של הסטודנט לזכור ולהבין את הנלמד. עם זאת, ללמידת גילוי יש כמה חסרונות וחלקם תוארו במאמר זה: היא עלולה להוביל להיקפי למידה מוגבלים (למידה קונטקסטואלית או חלקית), ושיטת העבודה שבה היא מתנהלת – העבודה בצוותים – מזמנת מכשלות אחרות כגון עצלות חברתית. נוסף על כך, למידת גילוי דורשת משאבים רבים ולמרצה קשה יותר לעקוב אחריה, לבקר אותה ולשלוט בה. כדי להתמודד עם חולשותיה