

# >HOMEPAGE

מגזין הפקולטה למדעי המחשב, הטכניון | גיליון מס' 13, ינואר 2015

מדור חדש <  
ראש בראש

סטודנטיות מהפקולטה  
מתגרות את Waze, עמ' 6  
האם ייתכן מחקר לא-יישומי  
במדעי המחשב? עמ' 18  
כשמחשבים יוכלו להרגיש.  
על כנס TCE האחרון, עמ' 24

$$\frac{P_1}{k!} = \frac{1}{k!} \sum_{i=0}^n c_i e^i \int_i^\infty f(x) dx$$

הפקולטה למדעי המחשב  
הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל



# למידה



פרופ' חוסאם חאיק

למידה מרחוק באמצעות קורסים פתוחים מרובי משתתפים (MOOC - Massive Open Online Course) רוכשת לה אוהדים רבים ומתפתחת במוסדות אקדמיים מובילים ברחבי העולם. יתרון פדגוגי שהור,



**איך בדיק מתבצע קורס ה-MOOC?**  
הלמידה מתבצעת בעזרת פלטפורמה בשם קורסרה, שפותחה באוניברסיטת סטנפורד. כל אדם יכול להתחבר לקורסרה ללא תשלום וללא דרישות קדם אקדמיות וליצור פרופיל אישי. הלומד יכול לבחור את הקורס שמעניין אותו מתוך אלפי קורסים שמציעות מאות אוניברסיטאות מובילות בעולם - סטנפורד, NYU, קורנל, קרנגי מלון, השכנין ורבות אחרות. הקורס שלנו, ננוטכנולוגיה וננו-חיישנים, נמשך עשרה שבועות ומופיע פעמיים - בערבית ובאנגלית. חומרי הלימוד כוללים הרצאות מוקלטות, ספר לימוד אלקטרוני, בחנים ושאלות פתוחות להגשה. בנוסף, הקורס כולל אזור להודעות וקבוצות דיון, המאפשרות שיח בין הלומדים ומקום לשאלות ולקבלת מענה מלומדים אחרים או מצוות הקורס.

### מהם לדעתך יתרונות המיזם?

היתרון המרכזי הוא היכולת להנגיש תכנים אקדמיים ברמה גבוהה ובאופן מקצועי לאוכלוסיות מגוונות ברחבי העולם, שבשום צורה אחרת לא היו יכולות להיחשף לידע זה. כידוע, ידע הוא כוח, והמיזם מאפשר העצמה של אנשים, פקחת עיניים וראייה של דברים בצורה שונה וביקורתית. בקורס שלנו בערבית למדו כ-3,000 איש מ-120 מדינות ובקורס באנגלית למדו למעלה מ-16,000 איש מ-170 מדינות - מגיל 16 ועד למעלה מ-75. מאחר שבקורסים אלו משתתפים אלפים מכל העולם, נוצרות רשתות של קשרים חברתיים ומתפתחים יחסי עבודה בין אנשים, שחוצים מרחקים גיאוגרפיים ומחלוקות פוליטיות.

### האם לדעתך יש תחומים שבהם ה-MOOC מתאים יותר?

ההבדל אינו בתחומי הדעת אלא באופי הלומד, ביכולת וברצון שלו ללמוד מרחוק. לשם כך דרושות משמעת עצמית גבוהה, יכולת ארגון של סביבת הלמידה ותכנון זמן. מחקרים הראו שלא כל אדם מסוגל לכך, ויש הזקוקים לאינטראקציה בלתי אמצעית עם המורה והסטודנטים האחרים. ולכן חשוב לאפשר לסטודנטים לבחור את הסביבה המתאימה להם.

### אחת הטענות נגד ה-MOOC היא החשש שלמידה מקוונת תגרס לסטנדרטיזציה, לאחידות. כלומר, אם אותו קורס יועבר על ידי מומחים הטובים ביותר בתחומם, בסופו של דבר לא יבואו לידי ביטוי וריאנטים, סגנונות ושפות.

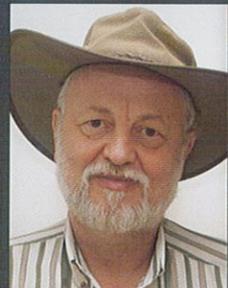
טענה זו היתה עשויה להיות נכונה, אם היה מדובר בקורסים שניתנים רק על ידי אוניברסיטה אחת ובעזרת פלטפורמה אינטרנטית אחת. אבל כיום יש עשרות פלטפורמות שפונות למרצים בכל רחבי העולם ומבקשות שיעלו בהן קורסים. בכל פלטפורמה כזו ניתן למצוא אלפי קורסים במגוון נושאים. לא רק שאין סטנדרטיזציה, אלא שכיום יש לאנשים מכל העולם מגוון כלים ואמצעים לרכוש ידע עשיר ומעודכן בלי שידרשו לשלם עליו.

### המיתולוגיה המדעית גורסת שהצלחתו של "פרויקט מנהטן" מ-1942 היתה טמונה בדינמיקה ובשיחות המסדרון שבין החוקרים שהסתגרו בלוס אלמוס. האם בלמידה מקוונת אין חשש לאובדן ההפריה ההדדית?

הוא עצום, וזו רק ההתחלה.

**פרופ' חוסאם חאיק**, חלוץ ה-MOOC בטכניון, הוא פרופסור מן המניין בפקולטה להנדסה כימית ובמכון ראסל-ברי לננו-טכנולוגיה בטכניון. פרופ' חאיק הוא מומחה בהתקנים מבוססי ננו-חומרים, חיישנים ומערכות הרחה מלאכותיות וביו-סמנים נדיפים. כיום מוביל פרופ' חאיק שני מאגדים אירופאיים (LCAOS ו-VOLGACORE), הכוללים כ-16 קבוצות מחקר וכשש חברות, שעוסקות בפיתוח דורות ההמשך של הטכנולוגיות שהומצאו במעבדותיו בטכניון. מאז שהצטרף לטכניון זכה פרופ' חאיק ביותר מ-48 פרסים ואותות כבוד וכן בפרסי הוראה רבים, והוא חתן "פרס ינאי לחינוך האקדמי".

**פרופ' מירי ברק** היא ראש קבוצת מדע וטכנולוגיות למידה במחלקת לחינוך למדע וטכנולוגיה בטכניון ומחקירה מתמקדים בממשק שבין חינוך מדעי לשילוב טכנולוגיות מתקדמות בהוראה ולמידה. פרופ' מירי ברק פיתחה לצד פרופ' חאיק את קורס ה-MOOC הראשון בטכניון ומשמשת כיועצת פדגוגית תוך ליווי מחקרי. פרופ' מירי ברק שימשה כראש המרכז הבינלאומי ללמידה מרחוק בטכניון והובילה מחקר הערכה רב משתתפים שבחן את השימוש במחשבים ניידים באוניברסיטת MIT שבארצות הברית. מחקריה מפורסמים בכתיבת עת מובילים בארץ ובעולם.



פרופ' אלפרד ברוקשטיין צילום: ננת שדה שורון



# מרחוק

ואילו המקטרגים חוששים מאובדן המגע האנושי והשתלטות הטכנולוגיה על מהות ההוראה. פרופ' חוסאם חאיק (בשיתוף פרופ' מירי ברק) בצד הבעד; פרופ' אלפרד ברוקשטיין בצד הנגד. הנה מה שיש להם לומר:

**בשמדברים על יתרונות הלמידה מרחוק, מונים בין השאר את העובדה שה-MOOC מאפשר השכלה גבוהה לכול, והוא חוסך במשאבים הן למוסדות האקדמיה והן לסטודנטים. מה רע בזה?**  
לידע המועבר באמצעות האינטרנט יש כמובן ערך, אבל אני מאמין שהוא אינו יכול להחליף את החינוך האיכותי והמובחר שהאוניברסיטאות צריכות לספק באמצעות הרצאות פורמליות ופגישות פנים אל פנים עם הסטודנטים.

אקדים ואומר כי אני מייצג כאן עמדה שמרנית, המבוססת על ההתנסות שלי ועל החינוך שקיבלתי בעצמי. כמי שלמד ולימד במשך שנים בשיטה הישנה והטובה, אני משוכנע כי אין תחליף למתכונת האוניברסיטה הקלאסית על כל מרכיביה - הנוכחות בכיתה, המפגש עם המורה, הדיון המתעורר בזמן אמת. לדעתי, ה"אוניברסיטה" איננה מיועדת להמונים. החינוך הגבוה, מעצם הגדרתו, הוא חינוך איכותי ומובחר שמיועד רק למי שרוצה ומסוגל להעמיק.

ככלל, האפשרות של הפצת גוף ידע מסוים למאות אלפי תלמידים איננה חדשה מרעיונה. דבר כזה קיים מזמן - קוראים לו ספר. ספר נגיש לכל המעוניין וכולל בתוכו את החומר בצורה הטובה ביותר שהכותב יכול לספק.

ההמוניות פועלת לשני כיוונים. אכן, אפשר לשדר מידע להרבה אנשים, אבל השאלה שצריכה להישאל היא מה תפקידו של המורה - האם הוא מסתכם ב-Live-Show להמונים? מורה יכול להיעזר בהרצאות מקוונות ובשאר אמצעים דיגיטליים (לדוגמה, ההרצאות ב-Kahn Academy) אבל בזה לא מסתכם תפקידו. האם מורה יכול באמת לענות למאתיים אלף סטודנטים ששואלים שאלות? אני טוען כי יש להפריד בין קורסים מעשירי-ידע המופצים לקהל הרחב לבין קורסים אקדמיים, שעליהם מקבלים קרדיט במסגרת הלימודים לתואר. אנו חיים בעידן שבו תואר ראשון הפך ל"מוצר" ולמקפצה הכרחית בשוק העבודה; אפשר, אם רוצים, למכור תואר בכסף, או פשוט לחלק תואר

ראשון אפילו לבוגרי תיכון. אבל תואר אמיתי, כזה שמעניק ידע רחב ובסיסי בלימודים מתקדמים - אינו מתאים לכל אחד, ולדעתי מוסד אקדמי אינו צריך להתאמץ כדי להתאים את עצמו להמונים. האוניברסיטאות לא צריכות להיות מפעלים לייצור תארים, אלא לדאוג לכך שמי שבא בשעריהן אכן ילמד ויפנים שיטות מחקר ויצירת ידע תוך פיתוח יכולת לשאול שאלות טובות.

### ומה לגבי התפקיד הפעיל של הסטודנט? פרופ' שמואל ליימן-וילציג, ראש המחלקה למדעי המדינה באוניברסיטת בר אילן, טוען שדווקא למידה מקוונת מטפחת לימוד עצמאי, שהוא תנאי הכרחי בתקופה שבה הידע מתיישן במהירות.

אני בדעה שהמרדף אחר הידע העדכני ביותר אינו מהות הלימוד. עלינו לטפח סטודנטים בעלי יכולת ללמוד ולחשוב באופן עצמאי, וזה בדיוק תפקידה של האוניברסיטה - לספק את הבסיס האיתן, להקנות את הידע במושגים האלמנטריים באופן המעמיק ביותר. כשהבסיס קיים - יתקיים בעקבותיו גם לימוד עצמאי. רק מפגש אמיתי בין סטודנט למורה, דיון שמתפתח בכיתה, התייחסות לכיתה הספציפית שעומדת מול מרצה ספציפי, בנייה ופיתוח של תיאוריה על הלוח, כולל דוגמאות, הסברים, סיפורים (ואפילו טעויות, אפשר ללמוד הרבה מטעויות!) רק אלה יכולים להנחיל בסטודנט שיטות ללמידה עצמאית. בהקשר זה, ראוי להתייחס למה שקורה היום גם בבתי הספר התיכוניים: במקום ללמד את הבסיס האיתן, את היסודות של המתמטיקה, הכימיה, הפיסיקה או הביולוגיה האלמנטרית, רותמים את העגלה לפני הסוסים ורצים ללמד תחומים "מתקדמים" כמו מדעי המחשב, ביטכנולוגיה, מכטרוניקה ורובוטיקה. בעקבות כך לתלמידים יש אמנם "ידע כללי מתקדם" בתחומי נישא שונים, אבל הוא שטחי ביותר וחסר יסודות, ולכן לא מקנה לתלמיד כלים לחשיבה עצמאית.

### פרופסור דניאל לוי, עוזר המשנה הבכיר לקידום ההוראה בטכניון, מספר כי באחד הקורסים שהעביר בהוראה מקוונת עלה הציון הממוצע מ-71 ל-79. לדעתו, "אין ספק ששינוי הגישה מחייב השקעה רבה מצד המרצים והסטודנטים, אבל ההשקעה הזאת משתלמת".

כמובן שאפשר להשקיע ולהבין קורסים יפים ללימוד מרחוק. האוניברסיטה הפתוחה עושה זאת בהצלחה כבר שנים רבות. האוניברסיטאות המסורתיות קפצו בהתלהבות יתרה על הרעיון של לימוד להמונים, אבל היום מתברר שבמוסדות רבים יש אכזבה. מתוך 40,000 סטודנטים שנרשמים לקורס מקוון מסיימים את הקורסים בסופו של דבר כ-1000-500. יש מקומות שהשקיעו מיליוני דולרים בפיתוח MOOC כמובן שלא מטעמים אידיאולוגיים - אבל בסופו של דבר, מה שגורם לסטודנטים ללמוד הוא העניין וההשקעה בלימוד עצמאי מודרך, לא הטכנולוגיה שמאפשרת נגישות לחומר.

לסיכום, אני סבור שיש מקום ללימוד מרחוק, אך הטכנולוגיות המודרניות לעולם לא יחליפו כיתה קטנה מסורתית, ומורה שמסביר את החומר בדרכו ולפי השקפתו, משתמש בגיור (או טושים) ליד הלוח, ומראה כיצד לבנות את התורה בפני הסטודנטים (כמובן, אלה שלא שקועים במסכים שלהם בזמן ההרצאה!) ■

**פרופ' אלפרד ברוקשטיין** הוא פרופ' מן המניין בפקולטה למדעי המחשב בטכניון, מחזיק בקתדרה ע"ש אולנדורף במדעים, בעל תואר דוקטור בהנדסת חשמל מאוניברסיטת סטנפורד בקליפורניה. תחומי העניין של פרופ' ברוקשטיין הם נחילי רובוטים/נמלים, עיבוד, ניתוח וסינתזה של תמונות ואותות, זיהוי תבניות, והיבטים שונים של גיאומטריה שימושית. פרופ' ברוקשטיין כתב והשתתף בכתיבתם של למעלה מ-150 מאמרים בעיתונות המדעית, והוא נבחר לעמית (Fellow) של האגודה למתמטיקה שימושית (SIAM) בשל תרומותיו ליעבוד אותות, ניתוח תמונות ורובוטיקה של הנמלים, וכן זכה בפרס SIAM/Imaging Science - Best Paper Award יחד עם Prof. David Donoho מסטנפורד ופרופ' מיכאל אלעד מפקולטה למדעי המחשב בטכניון. בין השנים 2002-2006 היה פרופ' ברוקשטיין כדיקן בית הספר ללימודים מתקדמים ובין השנים 2007-2011 כראש תוכנית הטכניון למצוינים.