

מאפיינים של שונות קבוצתית כמנבאים חדשנות בפרויקטים של סטודנטים למדעים והנדסה

מאיה אושר
הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל
ushermaya@tx.technion.ac.il

מירי ברק
הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל
bmiriam@technion.ac.il

Group Diversity Characteristics as Predictors of Innovation in Projects of Science and Engineering Students

Maya Usher
Technion – Israel Institute of Technology
ushermaya@tx.technion.ac.il

Miri Barak
Technion – Israel Institute of Technology
bmiriam@technion.ac.il

Abstract

Learning in a diverse group of students was studied extensively in the field of science and engineering education. In the classroom setting, group diversity was documented as having a positive influence on students' learning outcomes, yet little attention was paid to its contribution to project innovation. Following changes in higher education, there is a need to examine the relationship between group diversity and innovation in online learning environments. Hence, this study was set to examine how different characteristics of group diversity might predict innovation in projects. The study was conducted among 296 science and engineering students, divided into three groups: classroom university students ($n = 79$); online university students ($n = 108$); and MOOC (massive open online course) learners ($n = 109$). Applying a quasi-experimental research design, data were collected via a survey and grades on projects' innovation. Blau's index of group diversity was calculated for each of the following characteristics: gender, age, mother tongue, academic discipline, and academic level. A multiple linear regression model indicated that diversity in terms of 'academic discipline' and 'academic level' were significant positive predictors of project innovation, for all groups. Diversity in terms of 'mother tongue' was found as a positive predictor of innovation among the classroom university students, but as a negative predictor for both online groups.

Keywords: Engineering education, group diversity, innovation, online learning environments.

תקציר

למידה בקבוצה מגוונת של סטודנטים נחקרה רבות בתחום החינוך המדעי וההנדסי. בסביבת הלמידה הפרונטאלית, שונות קבוצתית תועדה כמשפרת את יכולת הסטודנטים לעבוד על פרויקטים משותפים, אך לא נמצאו עדויות לתרומתה לחדשנות. בעקבות השינויים החלים בתחום החינוך הגבוה, עולה הצורך לבחון את הקשר בין שונות קבוצתית לחדשנות גם בסביבות למידה מקוונות. מכאן, מטרת המחקר הנוכחי הינה לבחון כיצד מאפיינים שונים של שונות קבוצתית עשויים לנבא חדשנות בפרויקטים קבוצתיים של סטודנטים למדעים והנדסה. המחקר

כלל 296 משתתפים אשר חולקו לשלוש קבוצות: קבוצת הסטודנטים בכיתה (n = 79), קבוצת הסטודנטים המקוונת (n = 108) וקבוצת הלומדים בקורס מקוון פתוח ורב משתתפים (MOOC) (n = 109). בהסתמך על מתודת המחקר ניסויי למחצה, הנתונים נאספו באמצעות שאלון דמוגרפי והציונים שניתנו על חדשנות הפרויקטים. מדד בלאו לשונות קבוצתית חושב עבור כל אחד מחמשת המאפיינים הבאים: מגדר, גיל, שפת אם, תחום אקדמי ורמה אקדמית. מודל רגרסיה ליניארית מרובת משתנים הראה כי שונות קבוצתית מבחינת תחום אקדמי ומבחינת רמה אקדמית נמצאו כמנבאים חיוביים מובהקים לחדשנות הפרויקטים, בכל קבוצות המחקר. שונות קבוצתית מבחינת שפת האם של חברי הקבוצה נמצאה כמנבא חיובי מובהק לחדשנות בקרב קבוצת הסטודנטים שלמדו בכיתה. מנגד, היא נמצאה כמנבא שלילי לחדשנות בקרב שתי הקבוצות שלמדו באופן מקוון.

מילות מפתח: חינוך הנדסי, חדשנות, סביבות למידה מקוונות, שונות קבוצתית.

מבוא

שונות קבוצתית הינה אחת מאבני היסוד של למידה בקבוצות (Harrison & Klein, 2007; Wilson, Goodman & Cronin, 2007). המונח מתייחס להתפלגות הבדלים שונים בקרב חברי קבוצה, דוגמת גיל, מגדר, תרבות ותחומי דעת (Wilson et al., 2007). בתחום החינוך ההנדסי, שונות קבוצתית נחקרה רבות מן ההיבט של עבודת צוות בינתחומי (Chen et al., 2014). המונח מתייחס לפיתוח פרויקט בקבוצות של אינדיבידואלים המגיעים מתחומי דעת מגוונים (Borrego & Newswander, 2010). מחקרים דיווחו כי סטודנטים להנדסה שלקחו חלק בקבוצה בינתחומית שכזו נחשפו עקב כך לרעיונות חדשים ולנקודות מבט מגוונות, כמו גם נאלצו לעבוד מחוץ לאזורי הנוחות הדיסציפלינריים שלהם (Fila, Purzer, & Mathis, 2014; Ness, 2015). התנסות זו הובילה את הסטודנטים לרכוש ידע ומיומנויות מתחומי ידע אחרים וכן יצרה פוטנציאל לפיתוחם של פרויקטים יצירתיים יותר (Borrego & Newswander, 2010; Fila et al., 2014). עבודה בקבוצות מגוונות מבחינה תרבותית ובינתחומית תועדה כעשויה לשפר תוצאות למידה ולהעלות את רמת המוטיבציה של סטודנטים להנדסה כתורמת לתוצאות לימודיות גבוהות בקרב סטודנטים למדעים והנדסה (Lau, Beckman & Agogino, 2012). מחקר שנערך לאחרונה בחן פרויקטים אשר פותחו על ידי קבוצות מגוונות של סטודנטים, בהן עבדו יחדיו לומדים לתואר ראשון ולתארים מתקדמים מתחומים שונים במדעים והנדסה. בעוד שנמצא כי צוות הקורס היה מרוצה מרמתם הכללית של הפרויקטים, הוסיף המחקר כי רמת החדשנות של אותם פרויקטים לא עמדה בציפיותיהם הראשוניות של צוות ההוראה (Yueh, Liu & Lin, 2015). מחקר נוסף דיווח על ממצאים דומים מנקודת מבטם של סטודנטים אשר עבדו על פרויקטים בקבוצות מגוונות מבחינת מגדר ותחום אקדמי. הסטודנטים דיווחו כי העבודה הקבוצתית הועילה לדעתם לביצועיהם הלימודיים, אך לא בהכרח תרמה לחדשנות הפרויקטים (Lau, Beckman & Agogino, 2012). המחקרים הנזכרים לעיל נערכו בסביבת הלמידה המסורתית של הכיתה הפרונטאלית, בה הסטודנטים נוכחים באותו המיקום הפיזי ומגיעים לרוב מרקעים תרבותיים ואקדמיים דומים למדי (Usher & Barak, 2018).

בשנים האחרונות האוניברסיטאות משנות את האופן בו ההוראה והלמידה נתפסות ונחוו, בעודן מנגישות קורסים אקדמיים רבים באמצעות פלטפורמות מקוונות (Allen, Seaman, Poulin & Straut, 2016; Barak, Watted & Haick, 2016). סביבות למידה מקוונות מספקות ללומדים חוויה של עבודת צוות השונה מזו המקושרת עם קורסים הניתנים פנים-אל-פנים (Bower et al., 2015; Kulkarni et al., 2016). סביבות למידה אלו מספקות הזדמנויות ללמידה בהקשר חברתי, על ידי עידוד שיתוף ידע ועבודת צוות עם לומדים ממגוון רחב של תרבויות ומדינות (Barak et al., 2016; Heo, Lim & Kim, 2010). למידה מקוונת בקבוצות מגוונות שכאלו עשויה להביא עימה יתרונות דוגמת שיפור המוטיבציה של הסטודנטים, העלאת רמת המעורבות בלמידה ומודעות חברתית רבה (Barak et al., 2016; Popov et al., 2013). מנגד, מחקרים דיווחו על אתגרים הפוקדים חברי קבוצות מגוונות העובדים באופן מקוון. בין היתר, סטריאוטיפים לאומיים, היעדר אמון ושלל אי הבנות העשויות להוביל לקשיים בפיתוח הפרויקט (Foster et al., 2015; Heo et al., 2010). האפשרות ללמוד כחלק מקבוצה מגוונת של לומדים מתעצמת בהקשר לקורסי MOOC, הלוא הם קורסים מקוונים, פתוחים ומרובי משתתפים. קורסים אלו מאחדים לרוב קהל לומדים מגוון, הכולל אנשים מכל רחבי העולם החולקים עניין משותף בתחום דעת מסוים (Barak et al., 2016; Kulkarni et al., 2016; Usher & Barak, 2018). מחקרים אשר נערכו בסביבת קורסי MOOC מצאו כי למידה כחלק מקבוצה מגוונת של לומדים מתרבויות ומדינות שונות עשויה להוביל לציונים גבוהים, לאימוץ דרכי חשיבה שונות ואף להפחית את אחוזי הנשירה מהקורס (Kulkarni et al., 2016; Zhu, Sari & Lee, 2018). עם זאת, מחקרים שבחנו את השפעתה של

עבודה קבוצתית מקוונת על יצירתיות וחדשנות נערכו בעיקר בקרב מהנדסים ועובדים בתעשייה. הממצאים דיווחו כי עבודה קבוצתית של צוותי עובדים אשר אינם ממוקמים באותה המדינה, נמצאה כמעכבת את התהליך היצירתי של הצוות ואת יכולתם להפיק תוצרים חדשניים (Gibson & Gibbs, 2006; Wang, Cheng, & Leung, 2017). חשיבותה של החדשנות בזירה התעסוקתית, מחייבת את בחינתה גם בקרב סטודנטים בהשכלה הגבוהה אשר יצטרפו בקרוב לשוק העבודה (Martin, Potocnik & Fras, 2017). על כן, עלינו להרחיב את ההבנה אודות הקשרים בין עבודה קבוצתית מקוונת ומגוונת ויכולות החדשנות של סטודנטים למדעים והנדסה.

מטרה ושאלת המחקר

לאור הנאמר לעיל, מטרת המחקר הנוכחי הייתה לבחון כיצד מאפיינים שונים של שונות קבוצתית עשויים לנבא חדשנות בפרויקטים של סטודנטים למדעים והנדסה, אשר עבדו בסביבות למידה שונות. לאור זאת, המחקר נערך כדי לענות על שאלות המחקר הבאות:

1. מהם מאפייני השונות של קבוצות סטודנטים למדעים והנדסה שעבדו בסביבות למידה שונות?
2. מהו הקשר בין שונות קבוצתית ורמת החדשנות של הפרויקטים?
3. האם ובאיזה אופן מאפיינים שונים של שונות קבוצתית עשויים לנבא חדשנות בפרויקטים של סטודנטים למדעים והנדסה?

אוכלוסיית וסביבת המחקר

המחקר הנוכחי כלל 296 משתתפים אשר למדו קורס בשם ננוטכנולוגיה וננו-חיישנים. משתתפי המחקר חולקו לשלוש קבוצות, על פי העדפתם הלימודית: קבוצת הסטודנטים בכיתה ($n = 79$), קבוצת הסטודנטים המקוונת ($n = 108$) וקבוצת לומדי ה-MOOC ($n = 109$). הסטודנטים מקבוצת הכיתה ומקבוצת הקורס המקוונת חלקו רקע דומה בשל העובדה כי כולם התקבלו לטכניון עקב הישגיהם הלימודיים. אל מולם, לומדי קבוצת ה-MOOC הגיעו ממגוון אוניברסיטאות מכל רחבי העולם. הקורס בננוטכנולוגיה וננו-חיישנים יועד ללומדים לתואר ראשון ולתארים מתקדמים ובסיומו נדרשו כלל המשתתפים לבצע פרויקט גמר בקבוצות קטנות של שלושה עד ארבעה לומדים. הפרויקט דרש תכנון של ננו-חיישן חדשני העשוי לעזור לבני אדם בחיי היום יום ולתרום לאנושות והיווה 50% מן הציון הסופי.

כלי ושיטות המחקר

במחקר זה נעשה שימוש במתודת המחקר הניסויי למחצה (Campbell & Stanley, 1963). הנתונים הכמותיים נאספו באמצעות שאלון דמוגרפי אשר חולק לכלל משתתפי המחקר, כמו גם הציונים שניתנו על חדשנות הפרויקטים הקבוצתיים. המענה על שאלות המחקר כלל שלושה שלבים: ראשית, מידת השונות הקבוצתית חושבה בנפרד עבור כל קבוצת פרויקט של שלושה עד ארבעה לומדים, משלוש קבוצות המחקר (קבוצת הסטודנטים בכיתה, קבוצת הסטודנטים המקוונת, קבוצת לומדי ה-MOOC). הדבר נעשה באמצעות מדד בלאו (Blau, 1977), שהוא המדד הנפוץ ביותר המשמש לבחינת שונות קבוצתית בספרות המחקרית (Harrison & Klein, 2007). מדד בלאו נע בין הערכים 0 עבור אוכלוסייה הומוגנית לחלוטין ועד 1 עבור אוכלוסייה הטרוגנית לחלוטין. המדד חושב בנפרד עבור כל אחד מחמשת המאפיינים הבאים: מגדר, גיל, שפת אם, תחום אקדמי ורמה אקדמית. המאפיין "שפת אם" חולק לאנגלית, רוסית, עברית, ספרדית, מנדרינית ו"אחר". המאפיין "תחום אקדמי" כלל מגוון של מקצועות תחת מעטה ההנדסה והמדעים, דוגמת הנדסה כימית, הנדסת חומרים, הנסה ביו רפואית, כימיה, ביולוגיה וכדומה. המאפיין "רמה אקדמית" חולק לסטודנט לתואר ראשון, סטודנט לתואר שני וסטודנט לתואר שלישי. שנית, בוצעה סדרת מבחני קורלציה מסוג פירסון על מנת לבחון את המתאמים בין מידת השונות הכוללת של כל קבוצה קטנה לבין הציון על חדשנות הפרויקט שביצעה, בתוך כל אחת משלוש קבוצות המחקר. לבסוף, בוצעו מבחני רגרסיה ליניארית מרובת משתנים על מנת לזהות אלו מאפיינים של שונות קבוצתית (המשתנים הבלתי תלויים) עשויים לנבא את רמת החדשנות בפרויקט המשותף (המשתנה התלוי).

ממצאים

פרק זה כולל שלושה תתי פרקים אשר כל אחד מהם נותן מענה לאחת משלוש שאלות המחקר.

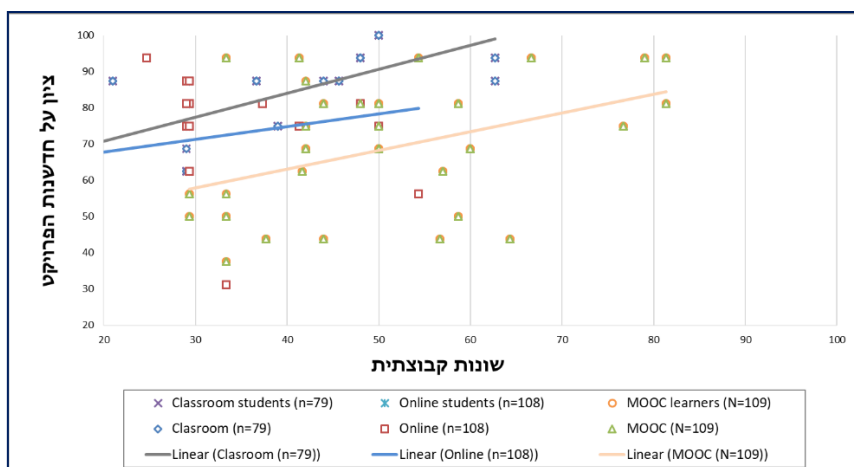
אפיון השונות של קבוצות סטודנטים למדעים והנדסה בסביבות למידה שונות

שאלת המחקר הראשונה עסקה בהבדלים במאפייני השונות הקבוצתית של סטודנטים למדעים והנדסה אשר עבדו בסביבות למידה שונות. מידת השונות הקבוצתית של כל קבוצת פרויקט נבחנה בהתייחס לחמשת המאפיינים הדמוגרפיים הבאים: מגדר, גיל, שפת אם, תחום אקדמי ורמה אקדמית. נתונים אלו התקבלו על ידי שאלון דמוגרפי אשר חולק לכל משתתפי המחקר. מידת השונות הקבוצתית הכוללת חושבה על ידי מדד בלאו עבור כל קבוצת פרויקט של שלושה עד ארבעה לומדים, מתוך כל אחת משלוש קבוצות המחקר. מידת השונות הקבוצתית הכוללת על פי מדד בלאו (אשר נורמל לערך בין 0 ל-100) חושבה לבסוף עבור כל אחת משלוש קבוצות המחקר. ממוצע מדד בלאו עבור קבוצת הלומדים ב-MOOC היה גבוה בהרבה ($M = 45.4, SD = 11.9$) לעומת ממוצע קבוצת הסטודנטים בכיתה ($M = 27.9, SD = 13.8$) וקבוצת הסטודנטים המקוונת ($M = 28.7, SD = 8.2$). משמע, קבוצת לומדי ה-MOOC נמצאה כקבוצה בעלת השונות הקבוצתית הגבוהה ביותר אל מול שתי קבוצות המחקר האחרות. ניתוח שונות חד כיווני (ANOVA) לימד כי הבדלים אלו בין הקבוצות הינם מובהקים סטטיסטית, עם גודל אפקט די גבוה של 34% ($F(2,293) = 75.66, p = .00, \eta^2 = .34$). עם זאת, גם ממוצע בלאו של קבוצת ה-MOOC עדיין עמד על מעט פחות מ-50 (מתוך 100). המשמעות הינה כי גם לומדים בקורס הכולל משתתפים מכל רחבי העולם עדיין מחפשים לבצע פרויקט בקבוצה עם אנשים הדומים להם, אם הדבר נעשה באופן מכוון או לאו. התנהגות מעין זו מכונה בספרות המקצועית כהומופיליות – תופעה חברתית המבטאת את העדפתם של אנשים לקיים אינטראקציה עם אחרים אשר חולקים עימם תכונות מאפיינים דומים, דוגמת מגדר, גיל, אתניות ורמת השכלה (Kellogg, Booth & Oliver, 2014).

הקשר בין שונות קבוצתית ורמת חדשנות הפרויקטים

שאלת המחקר השנייה עסקה בבחינת המתאם בין מידת השונות הקבוצתית הכוללת עבור כל קבוצת פרויקט קטנה לבין הציון שקיבל הפרויקט על חדשנותו. מבחינת הציונים על חדשנות הפרויקטים, נמצא כי הסטודנטים מקבוצת הכיתה קיבלו ציון ממוצע גבוה יותר ($M = 77.1, SD = 14.6$) בהשוואה לקבוצת הסטודנטים בקורס המקוון ($M = 70.2, SD = 14.5$) וללומדי קורס ה-MOOC ($M = 68.6, SD = 18.7$). הבדלים אלו נמצאו מובהקים סטטיסטית ($F(2,293) = 4.24, p = .02$). ממצא זה מעלה את האפשרות כי הסטודנטים אשר למדו את הקורס בסביבת הלמידה הפרונטלית פיתחו פרויקטים קבוצתיים בנוטכנולוגיה בעלי רמת חדשנות גבוהה יותר, אל מול קבוצות הלומדים אשר לקחו חלק בקורס בגרסאותיו המקוונות.

ערכנו סדרת מבחני פירסון על מנת לבחון את המתאם בין מידת השונות הקבוצתית לציון על חדשנות הפרויקט, בתוך כל אחת משלוש קבוצות המחקר. הממצאים לימדו על קשר גבוה ומובהק סטטיסטית עבור קבוצת הסטודנטים בכיתה ($r(79) = .67, p = .000, \text{adjusted } R^2 = .45$) ועל קשר בינוני-נמוך ומובהק סטטיסטית עבור קבוצת הסטודנטים המקוונת ($r(108) = .22, p = .022, \text{adjusted } R^2 = .05$) וקבוצת לומדי ה-MOOC ($r(109) = .22, p = .023, \text{adjusted } R^2 = .05$). ממצאים אלו מעלים את האפשרות כי אכן קיים קשר בין שני המדדים - ככל שקבוצת הסטודנטים שביצעה יחדיו פרויקט הייתה מגוונת יותר, כך הציון שקיבלה על חדשנות הפרויקט המשותף היה גבוה יותר. הקשר בין השונות הקבוצתית ורמת חדשנות הפרויקטים, עבור כל אחת משלוש קבוצות המחקר, מוצג באיור מספר 1.



איור 1. ציון על חדשנות הפרויקט כפונקציה של רמת השונות הקבוצתית

מאפייני השונות הקבוצתית כמנבאים חדשנות בפרויקטים

שאלת המחקר השלישית עסקה בבחינת מאפייני השונות הקבוצתית אשר עשויים לנבא חדשנות בפרויקטים קבוצתיים. כאשר הוכנסו חמשת המאפיינים הדמוגרפיים למודל רגרסיה ליניארית מרובת משתנים, נמצא כי משתני השונות הקבוצתית מבחינת "מגדר" ו"גיל" לא היו בקורלציה מובהקת סטטיסטית עם חדשנות. בשל כך, שני משתנים אלו לא נלקחו בחשבון בניתוחים הבאים.

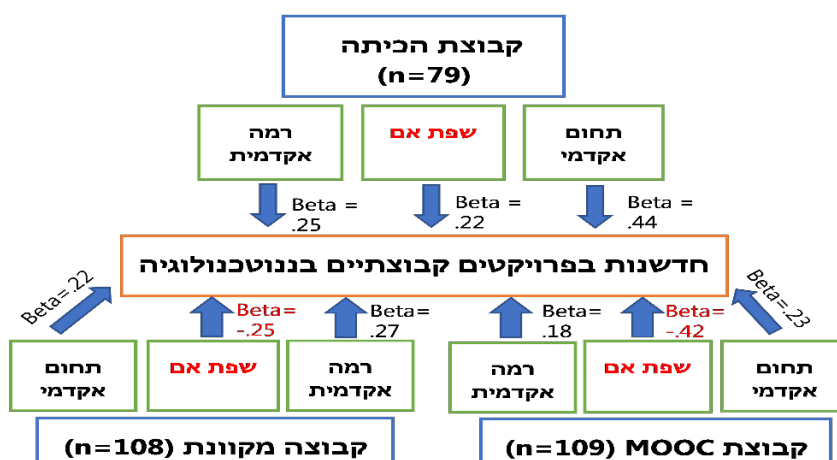
טבלה 1. סיכום מודל הרגרסיה הליניארית מרובת המשתנים, עבור שלוש קבוצות המחקר

קבוצת מחקר	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
קבוצת הכיתה	.678	.460	.439	11.362
קבוצה מקוונת	.445	.198	.175	12.062
קבוצת MOOC	.610	.373	.355	14.953

טבלה 1 מלמדת כי שיעור השונות של חדשנות הפרויקטים המוסברת על ידי המודל (Adjusted R Square) היה גבוה יחסית עבור קבוצת הכיתה (43.9%) וקבוצת ה-MOOC (35.5%) ובינוני עבור קבוצת הקורס המקוון (17.5%). ניתן לראות כי כל שלושת המנבאים – שפת אם, תחום אקדמי ורמה אקדמית – תרמו באופן משמעותי למודל הניבוי. ניתוח שונות חד כיווני (ANOVA) הראה כי מודל הרגרסיה הכולל עם שלושת המשתנים הנותרים נמצא מובהק עבור המשתנה המנבא של שפת אם ($F = 35.83, p = .00, \eta^2 = .20$), תחום אקדמי ($F = 47.48, p = .00, \eta^2 = .24$) ורמה אקדמית ($F = 16.84, p = .00, \eta^2 = .10$).

בחינת המקדמים של המשתנים תחום אקדמי ורמה אקדמית גילתה כי שני המאפיינים הללו של שונות קבוצתית נמצאו כמנבאים חיוביים מובהקים לחדשנות בפרויקטים, עבור כל שלוש קבוצות המחקר. התפלגות שני משתנים אלו בקרב הקבוצות הייתה כדלקמן: תחום אקדמי נמצא כמנבא החיובי החזק ביותר לחדשנות בקרב קבוצות הסטודנטים בכיתה ולומדי ה-MOOC ($Beta = .23, p = .01$; $Beta = .44, p = .00$, בהתאמה). בעוד שרמה אקדמית נמצאה כמנבא החיובי החזק ביותר בקרב קבוצת הסטודנטים שלמדו באופן מקוון ($Beta = .27, p = .00$).

מנגד, בחינת המקדמים של משתנה שפת האם גילתה כי למאפיין זה של שונות קבוצתית הייתה השפעה שונה על הסטודנטים בקבוצת הכיתה, אל מול שתי קבוצות הקורס שניתן באופן מקוון. שונות מבחינת שפת האם של חברי קבוצות הפרויקט נמצאה כמנבא חיובי מובהק לחדשנות בקרב סטודנטים מקבוצת הכיתה ($Beta = .22, p = .02$), וכמנבא שלילי מובהק לחדשנות הן בקבוצת הסטודנטים בקורס המקוון ($Beta = -.25, p = .00$) והן בקבוצת לומדי ה-MOOC ($Beta = -.42, p = .00$). ממצא זה מעלה את האפשרות כי שונות מבחינת שפת אם של חברי קבוצה העובדים באופן מקוון עשויה להוות מכשול לפיתוחם של פרויקטים חדשניים. מספר 2 מציג מודל המסכם את מאפייני השונות הקבוצתית כמנבאים חדשנות בפרויקטים הקבוצתיים.



איור 2. מודל מסכם לבחינת מאפיינים של שונות קבוצתית כמנבאים חדשנות בפרויקטים

דיון

ממצאי המחקר הראו כי קבוצות הפרויקט בקורס ה-MOOC היו מגוונות יותר בהשוואה לקבוצות המחקר האחרות. ממצא זה עומד בקנה אחד עם אופיים ההטרוגני של קורסי MOOC אשר מושכים אליהם מגוון לומדים מכל גווי הקשת התרבותית, הלאומית והאקדמית (Barak et al., 2016). על אף שקבוצת הסטודנטים בכיתה וקבוצת הסטודנטים בקורס המקוון חלקו מאפיינים דמוגרפיים ואקדמיים דומים, נמצאה העדפה ברורה לקבוצה הראשונה מבחינת חדשנות הפרויקטים שפיתחו חבריה. ניתן להציג מספר הסברים אפשריים לתופעה זו. ראשית, ייתכן וההסברים שניתנו בכיתה ושאלות הבהרה שנשאלו מצד הסטודנטים בזמן אמת אפשרו הבנה טובה יותר של דרישות הפרויקט, עם דגש על מידת החדשנות הרצויה (Usher & Barak, 2018). זאת אל מול הריחוק הפיזי והתמיכה המוגבלת מצד צוות ההוראה בקורסים מקוונים, אשר עשויים להוביל להבנה חלקית של הנחיות הפרויקט עם דגש על חשיבות החדשנות (Barak et al., 2016).

הסבר נוסף עשוי להיות קשור לרמת ההיכרות בקרב הסטודנטים אשר למדו בקבוצת כיתה. אלו נהגו להיפגש באופן קבוע פנים-אל-פנים במהלך ההרצאות ואף לעבוד יחדיו על הפרויקט בזמן התרגולים אשר יועדו לכך. מכאן שרמת ההיכרות האישית ביניהם הינה עמוקה יותר אל מול סטודנטים הלומדים יחדיו בקורס מקוון הניתן מרחוק. היכרות גבוהה בקרב חברי קבוצת פרויקט עשויה לעודד שיתוף פעולה, דיונים פוריים ולהוביל לתחושת אחריות הדדית ומחויבות משותפת לעמוד כראוי בדרישות (Kwon, Liu & Johnson, 2014; Tseng & Yeh, 2013). תחושות אלו של היכרות ואמון ייתכן ועודדו את הסטודנטים בקבוצת הכיתה לחלוק עם עמיתיהם את הניסיון והידע המגוונים שלהם ואף להציע נושאים פוטנציאליים חדשניים ונועזים יותר לפרויקטים. לבסוף, חברי קבוצה העובדים על פרויקט פנים-אל-פנים חשופים לתקשורת הלא-מילולית המשדרים חבריהם. זו כוללת שפת גוף, מחוות תנועה, הבעות פנים שונות, שינוי בטון הדיבור וכדומה. הדבר עשוי לאפשר לאותם סטודנטים לגשר על ההבדלים הלשוניים או הדיסציפלינריים ביניהם ולמנוע אי הבנה של רעיונות עמיתיהם. התנהגויות לא מילוליות מעין אלו הוכחו כמהוות מקור מפתח לאיסוף מידע, לבקשות להבהרת נקודות לא ברורות ולקבלה של רעיונות חברי הקבוצה האחרים בקרב סטודנטים להנדסה (Sheridan, Kinnear, Evans & Reeve, 2015).

ממצא נוסף שעלה במחקר הינו כי קיים קשר מובהק בין מידת השונות הקבוצתית לבין רמת החדשנות של הפרויקט המשותף, בקרב כל שלוש קבוצות המחקר. ממצא זה מאשש מחקרים קודמים אשר דיווחו כי למידה בקבוצות הטרוגניות משפרת ביצועים קבוצתיים של סטודנטים להנדסה ומובילה לפיתוח פרויקטים ברמה כללית גבוהה יותר (Chen et al., 2014; Esparragoza et al., 2015; Winkelmann, 2016). מן הצד השני, ממצא זה סותר מחקר שנערך לאחרונה ובו דווח כי רמת החדשנות של פרויקטים שפותחו על ידי קבוצות הטרוגניות של סטודנטים לא עמדה בצפיות הראשוניות של צוות ההוראה (Yueh et al., 2015).

שונות קבוצתית מבחינת תחום אקדמי ורמה אקדמית נמצאה כמנבאת חיובית מובהקת לחדשנות הפרויקטים, בכל קבוצות המחקר. הממצא מחזק מחקרים קודמים אשר דיווחו כי עבודת צוות בינתחומי מקדמת את ביצועיהם של סטודנטים להנדסה (Winkelmann, 2016). חברי קבוצה בינתחומית שכזו מביאים עימם את מגוון המיומנויות שלהם ואת מערכת הידע הנרחבת שלהם והדבר מחזק את הקבוצה (Yueh et al., 2015).

ייתכן והממצא המעניין ביותר קשור לשונות קבוצתית מבחינת שפת האם של חברי הקבוצה. מאפיין זה נמצא כמנבא חיובי מובהק לחדשנות בקרב קבוצת הסטודנטים בכיתה, אך כמנבא שלילי לחדשנות בקרב שתי הקבוצות שלמדו באופן מקוון. תוצאות אלו תואמות מחקרים אשר דיווחו כי האתגרים העיקריים העומדים מול חברי קבוצה מקוונת נגרמים בשל חוסר היכולת לתקשר באופן יעיל, לרוב עקב מיומנויות שפה לא מספקות ובעיות בפרשנות הדברים (Heo, Lim & Kim, 2010; Holtbrugge & Schillo, 2011; Vignovic & Thompson, 2010). אלו עשויים להוות מכשול ליכולתן של הקבוצות בקורסים המקוונים לקדם את תהליך פיתוחן של פרויקט יצירתי וחדשני. מן הצד השני, סטודנטים שעבדו על פרויקט פנים-אל-פנים הצליחו לגשר על פערים לשוניים ואף להפיק מן השונות תועלת רבה שבאה לידי ביטוי בתוצרים חדשניים.

מקורות

- Allen, E. I., Seaman, J., Poulin, R., & Straut, T. T. (2016). *Online Report Card: Tracking Online Education in the United States*. Babson Survey Research Group and Quahog Research Group, LLC.
- Barak, M. Watted, A., & Haick, H. (2016). Motivation to learn in massive open online courses: examining aspects of language and social engagement. *Computers & Education, 94*, 49–60.
- Blau, P. M. (1977). *Inequality and Heterogeneity*. New York: Free Press.

- Borrego, M., & Newswander, L. K. (2010). Definitions of interdisciplinary research: Toward graduate-level interdisciplinary learning outcomes. *The Review of Higher Education*, 34(1), 61–84.
- Bower, M., Dalgarno, B., Kennedy, G. E., Lee, M. J. W., & Kenney, J. (2015). Design and implementation factors in blended synchronous learning environments: Outcomes from a cross-case analysis. *Computers & Education*, 86, 1–17.
- Campbell, D. T. & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and Quasi-experimental Design for Research*. Houghton Mifflin Company, USA.
- Chen, Y., O'mahony, K., Ostergren, M., P'erez-Kriz, S., & Rolandi, M. (2014). Study of interdisciplinary visual communication in nanoscience and nanotechnology. *International Journal of Engineering Education* 30(4), 1036–1047.
- Esparragoza, I. E., Farak, S. L., Ocampo, J. R., Segovia, J. N., Viganò, R., Duque-Rivera, J., & Rodriguez, C. A. (2015). Assessment of students' interactions in multinational collaborative design projects. *International Journal of Engineering Education*, 31(5), 1255–1269.
- Fila, N. D., Purzer, S., & Mathis, P. D. (2014). I'm not the creative type: barriers to student creativity within engineering innovation projects. *121th ASEE Annual Conference & Exposition*, Indianapolis, IN, June 15–18, 2014.
- Foster, M. K., Abbey, A., Callow, M. A., Zu, X., & Wilbon, A. D. (2015). Rethinking virtuality and its impact on teams. *Small Group Research*, 46(3), 267–299.
- Harrison, D. A. & Klein, K. J. (2007). What's the difference? Diversity constructs as separation, variety, or disparity in organizations. *Academy of Management Review*, 32(4), 1199–1278.
- Heo, H., Lim, K. Y., & Kim, Y. (2010). Exploratory study on the patterns of online interaction and knowledge co-construction in project-based learning. *Computers & Education*, 55, 1383–1392.
- Holtbrugge, D., & Schillo, K. (2011). Virtual delegation across borders: A knowledge-based perspective. *European Management Journal*, 29, –10.
- Kellogg, S., Booth, S., & Oliver, K. (2014). A social network perspective on peer supported learning in MOOCs for educators. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 15(5), 263–289.
- Kulkarni, C., Cambre, J., Kotturi, Y., Bernstein, M. S., & Klemmer, S. (2016). Talkabout: Making Distance Matter with Small Groups in Massive Classes. *CSCW 2015*, March 14–18, 2015, Vancouver, BC, Canada.
- Kwon, K., Liu, Y. H., & Johnson, L. P. (2014). Group regulation and social-emotional interactions observed in computer supported collaborative learning: Comparison between good vs. poor collaborators. *Computers & Education*, 78, 185–200.
- Lau, K., Beckman, S. L., & Agogino, A. M. (2012). Diversity in design teams: An investigation of learning styles and their impact on team performance and innovation. *International Journal of Engineering Education*, 28(2), 293–301.
- Martin, P., Potocnik, K., & Fras, A. B. (2017). Determinants of students' innovation in higher education. *Studies in Higher Education*, 42(7), 1229–1243.
- Ness, R. (2015). Promoting innovative thinking. *American Journal of Public Health*, 105, 114–118.
- Popov, V., Biemans, H. J. A., Brinkman, D., Kuznetsov, A. N., & Mulder, M. (2013). Facilitation of computer-supported collaborative learning in mixed- versus same-culture dyads: Does a collaboration script help? *The Internet and Higher Education*, 19, 36–48.
- Sheridan, P. K., Kinnear, P., Evans, G. & Reeve, D. (2015). The role of 'togetherness' in developing teamwork relationships and shared meaning. Paper presented at *2015 ASEE Annual Conference & Exposition*, June 14–17, 2015, Seattle, WA.
- Tseng, H. W. & Yeh, H. T. (2013). Team members' perceptions of online teamwork learning experiences and building teamwork trust: A qualitative study. *Computers & Education*, 63, 1–9.
- Usher, M, & Barak, M. (2018). Peer assessment in a project-based engineering course: Comparing between on-campus and online learning environments. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 43(5), 745–759.

- Vignovic, J. A., & Thompson, L. F. (2010). Computer-mediated cross-cultural collaboration: Attributing communication errors to the person versus the situation. *Journal of Applied Psychology, 95*, 265-276.
- Wilson, J. M., Goodman, P. S., & Cronin, G. M. (2007). Group learning. *Academy of Management Review, 32*(4), 1041–1059.
- Winkelmann, k. (2016). Get the word out. *Nature Nanotechnology, 11*, 396.
- Yueh, H. P., Liu, Y. L., & Lin, W. (2015). Fostering interdisciplinary learning in a smart living technology course through a PBL approach. *International Journal of Engineering Education, 31*, 1(B), 220–228.
- Zhu, M., Sari, A., & Lee, M. M. (2018). A systematic review of research methods and topics of the empirical MOOC literature (2014-2016). *The Internet and Higher Education, 37*, 31–39.