

**ביטויי אי-ודאות של תלמידים צעירים  
במהלך הסקה סטטיסטית בלתי פורמלית ומידול  
(פוסטר)**

**דני בן-צבי**  
אוניברסיטת חיפה  
[dbenzvi@univ.haifa.ac.il](mailto:dbenzvi@univ.haifa.ac.il)

**אורנה וקנין**  
אוניברסיטת חיפה  
[orna.vaknin@edtech.haifa.ac.il](mailto:orna.vaknin@edtech.haifa.ac.il)

**Young Students' Articulations of Uncertainty  
While Making Informal Statistical Inferences and Modeling  
(Poster)**

**Orna Vaknin**  
University of Haifa  
[orna.vaknin@edtech.haifa.ac.il](mailto:orna.vaknin@edtech.haifa.ac.il)

**Dani Ben-Zvi**  
University of Haifa  
[dbenzvi@univ.haifa.ac.il](mailto:dbenzvi@univ.haifa.ac.il)

**Abstract**

This study examines developments in articulations of uncertainty amongst two pairs of sixth graders (ages 11-12), as they engaged in informal statistical modeling and inference activities in a technology-enhanced environment (TinkerPlots™ software). The purpose of the study is to examine how creating, evaluating and continuously improving statistical models that simulate a hypothetical population can promote or hinder: (1) the development of reasoning with uncertainty; and (2) quantifying the level of uncertainty in making a statistical inference. The technology-enhanced learning trajectory included three iterations, each with a different thematic focus. In each iteration the students conducted full data inquiries. Using the TinkerPlots Sampler, they created a hypothetical model, generated multiple random samples and created a sampling distribution. They examined the sampling distribution to learn about sample representativeness and applied their insights in the real-world investigation (e.g., collected more data). Preliminary data analysis reveals a distinction between students' sense of uncertainty and uncertainty stemming from the statistical tools themselves. A tentative theoretical framework was developed to characterize and classify expressions of uncertainty into three levels according to criteria such as: use of expressions that indicate confidence versus doubt. In addition, it appears that students' articulations of uncertainty relate to a variety of subjects, such as, whether the chosen form of representation supports the examination of the investigated behavior, sample representativeness and its relation to sample size. Finally, aspects of the designed setting (the interviewer's questions, the technological tool) likewise have an effect on the level of uncertainty.

**Keywords:** Uncertainty, probabilistic and statistical models and modeling, informal statistical inference, statistics education, technology-enhanced learning environment.

**תקציר**

המחקר בוחן התפתחות של ביטויי אי-ודאות בקרב שני זוגות של תלמידי כיתה ו' (גילאי 11-12) המתנסים בפעילויות של מידול סטטיסטי בסביבה מוגברת טכנולוגיה (התוכנה TinkerPlots™). מטרתו לבדוק כיצד יכולים יצירה, בחינה ושיפור מתמשכים של מודלים סטטיסטיים המדמים

אוכלוסייה היפותטית לעודד או לעכב: (1) פיתוח של חשיבה עם אי-ודאות בעת הסקה סטטיסטית; ו- (2) כימות אי הודאות המאפיינת את תהליך ההסקה הסטטיסטית. התנסויות בפעילויות חקר נתונים (Ben-Zvi et al., 2012), בשילוב פעילויות מידול יכולות לעודד פיתוח של חשיבה הסקתית (Manor et al., 2013). התנסויות אלו מתאפשרות בזכות שימוש בתוכנה אינטראקטיבית ודינמית (TinkerPlots, Konold & Miller, 2015) ייחודית הכוללת כלי הדמיה מגוונים (Dvir & Ben-Zvi, 2018).

נתוני המחקר, כמותיים ואיכותניים, נאספו במסגרת פרויקט 'קישורים' (2016) בראשותו של פרופ' דני בן-צבי. המחקר נערך בגישה קונסטרוקטיביסטית-תרבותית בסביבת חקר שיתופית מוגברת טכנולוגיה. הלמידה התבצעה בעיקר בקבוצות קטנות עם דגש על למידה פעילה ועל שיתוף פעולה בין חברי הקבוצה, ומחקר זה מציג חקר מקרה (case study) של שני זוגות מתלמידי כיתה ו' שהשתתפה בפרויקט.

מסלול הלמידה כלל שלושה סבבים בעלי מיקוד נושאי שונה. בכל סבב התלמידים עברו בין 'עולם הנתונים' ובין 'עולם ההסתברות'. 'בעולם הנתונים', התלמידים היו מעורבים בפעילות חקר והסקה לפי מעגל החקירה הסטטיסטית. התלמידים עברו ל'עולם ההסתברות' כשעלו שאלות וסקפות בנוגע לתקפות המסקנות שהסיקו 'בעולם הנתונים'. בעולם ההסתברות, התלמידים היו מעורבים בפעילויות מידול, שכללו יצירת מודל בעזרת TinkerPlots Sampler, או חקירת מודל קיים, הוצאת מדגמים אקראיים מרובים מהמודל, השוואה ביניהם, יצירת התפלגות דגימה, והסקת מסקנות לגבי רעיונות סטטיסטיים, כמו, שיטת דגימה, מידת אמינותו של מדגם בגודל מסוים, ועוד. התלמידים חזרו ל'עולם הנתונים' כדי ליישם את התובנות שעלו בעולם ההסתברות, למשל, איסוף נתונים נוספים.

מתוך ניתוח ראשוני של הנתונים, עולה אבחנה בין תחושת אי-ודאות ובין אי-ודאות הנובעת מהכלים הסטטיסטיים עצמם. נבנתה מסגרת תיאורטית טנטטיבית, אשר עשויה לסייע באפיון ובסיווג ביטויים של אי-ודאות לשלוש רמות על פי קריטריונים, כגון, שימוש בביטויים המעידים על: ביטחון לעומת הססנות, אמון לעומת אי אמון בייצוגיות המדגם, פער בין ידע הקשרי ובין הנתונים, מידת העקביות המילולית בתוך התשובה, כימות אי הודאות או התייחסות להתפלגות של האוכלוסייה הנחקרת, ונקיטת פעולה לשם התמודדות עם אי הודאות.

אי הודאות שאובחנה מתייחסת למגוון של מושאים, למשל עד כמה תומך הייצוג הנבחר בבחינת התופעה הנחקרת, ייצוגיות המדגם לאור גודלו וחלקיות המידע שבו, תפקידם של כלים סטטיסטיים והיכולת שלהם לנבא לגבי התופעה הנחקרת, שיטת הדגימה, אי-ודאות בנוגע לקונטקסט ואי-ודאות בנוגע למשימה. כמו כן, נראה כי לגורמים הקשורים לעיצוב המשימה (למשל, שאלות המראיין, הכלי הטכנולוגי) ישנה השפעה על רמת אי הודאות של התלמידים.

**מילות מפתח:** אי-ודאות, מידול ומודלים סטטיסטיים והסתברותיים, הסקה סטטיסטית בלתי פורמלית, חינוך סטטיסטי, סביבת למידה מוגברת טכנולוגיה.

## מקורות

- Ben-Zvi, D., Aridor, K., Makar, K., & Bakker, A. (2012). Students' emergent articulations of uncertainty while making informal statistical inferences. *ZDM - The International Journal on Mathematics Education, 44*(7), 913–925.
- Dvir, M., & Ben-Zvi, D. (2017). The role of model comparison in young learners' reasoning with statistical models and modeling. *Proceedings of the Tenth International Research Forum on Statistical Reasoning, Thinking and Literacy (SRTL10)* (pp. 108–117). Rotorua, New Zealand.
- Konold, C., & Miller, C. (2015). *TinkerPlots™* (Version 2.2) [Computer software]. University of Massachusetts. Online: <http://www.tinkerplots.com>.
- Manor, H., Ben-Zvi, D., & Aridor, K. (2013). Students' emergent reasoning about uncertainty exploring sampling distributions in an "integrated approach". In J. Garfield (Ed.), *Proceedings of the Eighth International Research Forum on Statistical Reasoning, Thinking, and Literacy (SRTL8)* (pp. 18–33). Minneapolis, MN, USA: University of Minnesota