

תפיסה מרחבית כמיומנות STEM: מחקר פעולה על למידה בעזרת מודלים מודפסים (פוסטר)

מירי שניפלד
מכללת סמינר הקיבוצים
miri.shonfeld@smkb.ac.il

לאורה לוין
מכללת סמינר הקיבוצים
Laura.levin@smkb.ac.il

יונתן בן אפרת
מכללת סמינר הקיבוצים
Musti.ben@gmail.com

Spatial Reasoning as a STEM Competency: An Action Research on the Use of 3D-Printed Models (Poster)

Jonathan Ben Efrat
Kibbutzim College of
Education, Technology and
the Arts
Musti.ben@gmail.com

Laura Levin
Kibbutzim College of
Education, Technology and
the Arts
Laura.levin@smkb.ac.il

Miri Shonfeld
Kibbutzim College of
Education, Technology and
the Arts
miri.shonfeld@smkb.ac.il

Abstract

This action research study examines how teaching engineering graphics using three-dimensional printed models can contribute to the development of spatial reasoning, geometric understanding, and a sense of self-efficacy among at-risk youth enrolled in technological tracks. Employing a mixed-methods design, data were collected through pre- and post-tests, observations, interviews, and analysis of student artifacts. Initial findings indicate that physical 3D-printed models function as “objects to think with,” enabling students who struggle to translate between two-dimensional and three-dimensional representations to receive immediate feedback, build self-efficacy, and enhance their spatial understanding. At the same time, improvements in drafting accuracy and precision were found to require sustained and deliberate practice. The study contributes to the research discourse by extending the examination of 3D-printed models—traditionally explored in teacher education—into the context of learners with significant academic gaps, highlighting the potential of tangible models to foster spatial reasoning and educational empowerment among students from marginalized backgrounds.

Keywords: Spatial visualization, Engineering graphics, 3D printing, STEM education, Self-efficacy.

תקציר

תפיסה מרחבית מהווה רכיב קוגניטיבי חיוני להבנה ולהצלחה בתחומי ה-STEM, בייחוד במתמטיקה ובהנדסה, בהם נדרשת היכולת לדמיין, לסובב ולפרש יחסים בין מבנים במרחב (Leavy et al., 2023). מחקרים מלמדים כי אחד הקשיים המרכזיים בלמידת גאומטריה מרחבית הוא המעבר בין ייצוגים דו-ממדיים לתלת-ממדיים - תהליך הדורש להשלים מידע חזותי חסר ולבנות ייצוגים מנטליים מדויקים (Dorel, 2023; Sudirman et al., 2023).

מחקר זה בוחן כיצד הוראת גרפיקה הנדסית באמצעות גופים תלת־ממדיים מודפסים עשויה לתרום לפיתוח תפיסה מרחבית, הבנה גאומטרית ותחושת מסוגלות בקרב נוער במצבי סיכון הלומד במגמות טכנולוגיות. במסגרת מחקר משולב נאספו נתונים ממבחני קדם ואחר, תצפיות, ראיונות וניתוח תוצרי תלמידים. בהתבסס על ספרות התפיסה המרחבית, המחקר בוחן את ביצועי התלמידים על פי שלוש מיומנויות מרכזיות בשרטוט הנדסי: המרת ייצוגים בין איזומטריה להיטלים, פירוש ויישום של מידות תוך שמירה על פרופורציות, ושמירה על רציפות בין היטלים, (Li et al., 2016; Roca-González et al., 2025). לצד מדדים מוכרים אלו, תרומתו הייחודית של מחקר זה היא בהוספת קטגוריה רביעית- שימוש בגוף תלת־ממדי מודפס כתומך לחשיבה- המתארת את האופן שבו תלמידים נעזרים במודל המוחשי במהלך תרגילי השרטוט. המחקר נערך בגישת מחקר פעולה, המאפשרת בחינה של תהליכי למידה בהקשר חינוכי אותנטי, תוך שילוב בין יישום פדגוגי לרפלקציה מתמשכת. בפוסטר זה נציג חקר מקרה של תלמיד בעל תפיסה מרחבית חלשה, המאפשר התבוננות מעמיקה בשינויים החלים בתהליך החשיבה, באסטרטגיות הפעולה וביחסי התלמיד עם משימת השרטוט' תוך בחינת התהליך, ההקשר וההתקדמות הדרגתית ולא רק התוצר הסופי.

ממצאים ראשוניים מצביעים כי מודלים פיזיים מודפסים משמשים "אובייקטים לחשוב באמצעותם" (Papert, 1993) ומאפשרים לתלמידים המתקשים בתרגום בין ייצוגים דו־ממדיים ותלת־ממדיים לקבל משוב מיידי, לפתח מסוגלות עצמית ולשפר את תפיסתם המרחבית. יחד עם זאת, נמצא כי שיפור ביכולות שרטוט ודיוק דורש תרגול מכוון ומתמשך. תרומת המחקר נעוצה בהרחבת השיח המחקרי על למידה מבוססת הדפסות תלת־ממד משדה הכשרת מורים, (Verner & Merksamer, 2015) אל תלמידים בעלי פערים לימודיים ובחשיפת הפוטנציאל של מודלים מוחשיים לקידום תפיסה מרחבית והעצמה חינוכית בקרב תלמידים מרקעים מוחלשים. ממצאים ראשוניים אלה מצביעים על פוטנציאל ממשי לשיפור מסוגלות והבנה מרחבית בקרב תלמידים מוחלשים באמצעות שילוב מודלים מוחשיים בהוראת שרטוט טכני, לצד הצורך בתרגול עקבי והנחיה מתמשכת. תובנות אלו יכוונו את המשך המחקר ויתרמו לפיתוח מודלים פדגוגיים מותאמים להוראת גאומטריה וגרפיקה הנדסית במגמות טכנולוגיות.

מילות מפתח: תפיסה מרחבית, גרפיקה הנדסית, הדפסות תלת־ממד, STEM, מסוגלות עצמית.

מקורות

- Dorel, L. (2023). The Relationship Between Visual and Abstract Comprehension in Spatial Geometry, and its Importance to Developing Spatial Perception and Vision. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 30(4), 219-226. https://doi.org/10.1564/tme_v30.4.3
- Leavy, A., Dick, L., Meletiou-Mavrotheris, M., Paparistodemou, E., & Stylianou, E. (2023). The prevalence and use of emerging technologies in STEAM education: A systematic review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(4), 1061-1082. <https://doi.org/10.1111/jcal.12806>
- Li, J., Man, K., Rajeb, M., Krist, A., & Lakin, J. M. (2025). Assessing Comprehensive Spatial Ability and Specific Attributes Through Higher-Order LLM. *Journal of Intelligence*, 13(10), 127. <https://doi.org/10.3390/jintelligence13100127>
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas* (2nd edition). Basic Books.
- Roca-González, C., Martín Gutierrez, J., García-Dominguez, M., & Mato Carrodeguas, M. D. C. (2016). Virtual Technologies to Develop Visual-Spatial Ability in Engineering Students. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2). <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00625a>
- Sudirman, S., Sukjaya Kusumah, Y., Martadiputra, B. A. P., & Runisah. (2023). Epistemological Obstacle in 3D Geometry Thinking: Representation, Spatial Structuring, and Measurement. *Pegegog Journal of Education and Instruction*, 13(4). <https://doi.org/10.47750/pegegog.13.04.34>
- Verner, I., & Merksamer, A. (2015). Digital Design and 3D Printing in Technology Teacher Education. *Procedia CIRP*, 36, 182-186. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.08.041>