

הוראת אסטרונומיה לילדי גן

אילה רביב ומירי דדון

מבוא

ישראל היא מעצמת חלל והמדינה הרביעית בעולם שהציבה כיעד הנחתת חללית על הירח. ישראל שיגרה עשרות לווייני ריגול צבאיים ואזרחיים, לווייני תקשורת ולוויינים זעירים, ואף שיגרה לחלל אסטרונאוט ישראלי לביצוע משימות מדעיות, אל"מ אילן רמון ז"ל. משגרי החללית "בראשית" לירח מדגישים שמטרת השיגור היא חינוכית - לפתח אצל הדור הצעיר רצון להכיר וללמוד את מדעי האסטרונומיה והחלל. מבחינה חברתית וחינוכית, בישראל ישנו צורך לגדל בוגרים בעלי אוריינות מדעית טכנולוגית.

מחקרים מלמדים שהוראת מדעים יכולה להתאים לגיל הרך ולהניב כבר בגיל זה ידע והבנה של רעיונות מדעיים. החוקרים כיום כבר אינם שואלים עד כמה מוקדם יש להתחיל את החינוך המדעי-הטכנולוגי, אלא מחפשים את הדרכים היעילות לעשות זאת באופן מיטבי. חשיפתם של ילדים בגיל רך לפעילויות מדע ומתמטיקה נתפסת כחשובה תודות לתרומתן לפיתוח האינטליגנציה הלוגית והחשיבה המופשטת. דעה זו באה לידי ביטוי כבר בהמלצה א/3 של דוח "מח"ר" 98:

הוועדה ממליצה על העמקה והרחבה של תוכניות קדם מדעיות בחינוך הקדם יסודי [...] כדי שהללו תקפנה את כלל הילדים בגן החובה. הוועדה סבורה כי יש חשיבות רבה בבנייה מוקדמת של רצון הילדה והילד לחקור ולהבין את העולם הסובב אותם וביציקת דפוסי חקר בחשיבה כבר בגיל הרך [...] הוועדה ממליצה כי התוכניות שתיושמן בעניין זה תשאפנה לעודד את החשיבה החוקרת של הילד תוך חיבורם אל עולם המעשה והטכנולוגיה (דוח הוועדה העליונה לחינוך מדעי טכנולוגי, 1992, עמ' 26).

משרד החינוך פרסם בשנת 2009 (משרד החינוך, 2009) את תוכניתו להוראת מדעים וטכנולוגיה בגיל הרך. לפי התוכנית, הגננת אחראית על שילובן של התנסויות מדעיות בתוכנית ההוראה שלה והיא המחליטה על מספר השעות שיוקדשו להוראת המדעים. בפועל, התברר שגננות חוששות מההתמודדות עם ההוראה של נושאים מדעיים בכלל (רביב ודרובישבסקי, 2017) ונושאי אסטרונומיה וחלל בפרט (Kallery, 2011), משום שהנושא מופשט וקשה להבנה. קשיים אלה ואחרים גורמים לכך שמורים וגננות רבות ממעטים ואף נמנעים מללמד נושאים הקשורים לאסטרונומיה וחלל (Chastenay, 2018). בשל קשיים אלה, בחרנו לערוך את המחקר הנוכחי כדי לבדוק כיצד אפשר ללמד אסטרונומיה בגיל הרך מתוך חוויית למידה יעילה ונעימה, אשר תקדם את יכולתם של הילדים להכיר ולהבין מושגים מופשטים באסטרונומיה. המחקר נועד גם לבחון אם אפשר לשנות בקרב ילדי גן חובה תפיסות שגויות של מושגים באסטרונומיה. כל זאת מתוך מטרה כללית להפוך את לימודי האסטרונומיה לחלק אינטגרלי מתוכנית הלימודים בכל גני הילדים בישראל.

סקירת ספרות

הוראת מדע וטכנולוגיה בגני ילדים

הדעה הרווחת כיום אצל העוסקים בחינוך בארץ ובעולם היא כי חינוך מדעי הוא תחום חשוב בחינוכם של ילדים צעירים (Spektor-Levy, Kesner-Baruch & Mevarech, 2011). אחת השאלות המרכזיות שהחוקרים דנים בה היא השאלה עד כמה מוקדם אפשר להתחיל בהוראת מדעים (Gerde, Schachter & Wasik, 2013; Fleeer, 1993) כך שהוראה זו תקדם יעדים חינוכיים רצויים. חוקרים רבים סבורים שכבר בגיל הגן ילדים מסוגלים להבין מושגים מדעיים, גם מושגים מורכבים, ויש להם יכולת חשיבה מדעית (Gelman & Brenneman, 2004; Eshach, 2006). זו גם הנחת היסוד העומדת בבסיסה של תוכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה לחינוך קדם-יסודי שפרסם משרד החינוך (משרד החינוך, 2009), דהיינו, שאפשר ואף רצוי להתחיל את העיסוק במדע וטכנולוגיה כבר בגיל הרך.

דוגמאות ליעדים של חינוך מדעי בגיל הרך הן לפתח בילדים את הסקרנות וההתעניינות הטבעיים במדע ולהקנות להם גישה חיובית למדע תוך הנחלת מיומנויות ורעיונות מדעיים (Spektor-Levy et al., 2011). נוסף על כך, הוראת מדעים בגיל הרך מאפשרת חשיפה מוקדמת לתופעות מדעיות שיילמדו שוב בבית הספר, וכן מקנה שפה מדעית מדויקת ופיתוח נאות של מושגים מדעיים ושל תפיסות מדעיות (Eshach, 2006).

ההבנה המקובלת כיום בדבר יכולת הילדים לפתח חשיבה מדעית השתנתה לאורך השנים. חינוך מדעי לגיל הרך מקובל רק בעשרים או שלושים השנים האחרונות. לפני שנות השמונים של המאה העשרים הושפעו חוקרים ואנשי חינוך מהתיאוריות של פיאז'ה, שטען שילדים לפני גיל בית הספר אינם כשירים לחשוב חשיבה מופשטת הדרושה לעיסוק בנושאים כגון מדע, מאחר שהם מסוגלים לחשוב אך ורק חשיבה הקשורה למושגים קונקרטיים (Piaget & Inhelder, 1975).

מחקרים מוקדמים אכן הראו שאין ביכולתם של ילדים לעסוק במדע בגיל הרך. נמצא שילדים בני 4-6 התקשו להבין רעיונות מדעיים (Kampeza, 2006; Mali & Howe, 1979). חוקרים טענו שלפני גיל 11-12 ילדים אינם יכולים להבין שראיות ניסיוניות עשויות לתמוך בהשערות מדעיות או לסתור אותן, ואינם מסוגלים להפריד בין משתנים שונים בניסוי מדעי (Kuhn & Pearsall, 2000; Schauble, 1996). על פי מחקרים אלה גילו ילדים צעירים קושי בלמידת חקר, גם כאשר היא נעשתה סביב משימות אותנטיות פשוטות. הם התקשו לנסח שאלת חקר ולתכנן ניסוי אשר יבחן אותה, והתקשו גם להעריך או לנבא תוצאות ניסויים, לזהות את המשתנה הקובע את התוצאה, להעמיד משתנים זה מול זה ולקשר בין סיבה לתוצאה של ניסוי מדעי (Kuhn & Pearsall, 2000). נטען שהילדים מתקשים בניתוח של ממצאי הניסוי מכיוון שהם מתרשמים בקלות מתוצאות חריגות, ואינם מקדישים מספיק תשומת לב לתוצאות שכיחות אחרות.

מנגד, מחקרים רבים שפורסמו בשלושים השנים האחרונות הראו תוצאות הפוכות. על פי מחקרים אלה נמצא שילדים בגיל הרך יש יכולות קוגניטיביות המאפשרות להם להבין מושגים מדעיים וכי הם מסוגלים לרכוש וליישם מיומנויות של תהליכי חקר מדעי כגון בחירת אסטרטגיה

לחקר, העלאת השערות חקירה ושאלות, תצפיות, ביצוע ניסויים, חיזוי תוצאות של ניסויים, סיכום ושיתוף בתוצאות (Gerde et al., 2013; Eshach & Fried, 2005; Eshach, 2006). התקבלו ראיות כי דרכי הוראה מתאימות עזרו לילדים בגיל הרך לקבל וללמוד רעיונות מדעיים בסיסיים הנוגעים לתופעות נפוצות בעולם הטבע (Eberbach ; Kampeza & Ravanis, 2006). לפי גרדה וחוב' (Gerde et al., 2013) חינוך מדעי איכותי יכול בהחלט להניח בגיל הרך יסודות חינוניים לבניין הידע המדעי של הילדים ולהגביר את התעניינותם במדע. יסודות אלה תורמים בהמשך למוכנות הילדים לבית הספר ולחיזוק מיומנויות של שפה, אוריינות ומתמטיקה. כן טוענים החוקרים שאצל ילדים המעורבים בחקר מדעי בגיל הגן מתפתחת הבנה טובה יותר של רעיונות מדעיים בגילים מאוחרים יותר. חוויות הלמידה המוקדמות מסוגלות להשפיע על דעתו של הילד על תחומי לימוד שונים ועל רמת העניין שלו בהם, על האופן שבו הוא תופס את יכולותיו בתחומים אלה ועל הנאתו מהעיסוק בהם (Eberbach & Crowley, 2009). כמו כן יצירת עמדות חיוביות של ילד בגיל הרך כלפי מדע, פיתוח מוטיבציה להישגים במדע ותפיסת המדע כתחום מעניין, כל אלה יכולים להוות גורמים המנבאים כי אותו ילד יעסוק במדע ויגיע להישגים בו בטווח הקצר והארוך (Eberbach & Crowley, 2009). הזמינות של מקורות מדיה ואינטרנט לילדים מסייעת גם היא בהטמעת נושאים קשים ומופשטים. אם כך, המסקנה המתבקשת היא שרצוי ואף חיוני להתחיל להורות מדעים כבר בגיל הגן (אישר, 2009). חוקרים מצאו כי גיל גן החובה הוא חלון הזמן היעיל ביותר ללמידה, שהיא תהליך שבו מבנים עצביים עוברים שינוי ונוצרות סינפסות חדשות (Rushton, Juola-Rushton & Larkin, 2010). בשל כך נראה כי כדאי לנצל את הגילים הצעירים ללמידה מיטבית ומרבית, בוודאי בלימודי מדע, שכן לילדים יש יכולת לחשוב על רעיונות מופשטים, הם מסוגלים לבחור את המידע הדרוש להם להסקת מסקנות, יש להם מאגרי ידע גדולים מכפי שנדמה ויש להם יכולת הנמקה (Michaels, Shouse & Schweingruber, 2008). סודיאן, זייצ'יק וקארי טוענים (Sodian, Zaitchik & Carey, 1991) שילדים בגיל 6-7 יודעים להבחין היטב בין השערת מחקר לבין הוכחה מחקרית, ומבינים גם את ההבדל בין מטרת המחקר ביחס לאישוש או הפרכה של היפותזה. גם החוקרים טייטלר ופטרסון (Tytler & Peterson, 2003) הדגישו שבגיל 6

לילדים יש יכולות חשיבה גבוהות מאלה שייחסו להם החוקרים בעבר. הם קבעו זאת בעקבות משימות מדעיות שהטילו על 14 תלמידי כיתה א על פי תוכנית הוראה במדעים. לילדים ניתנו משימות שהיו קשורות ביכולתם של חפצים לצוף או לשקוע, לרחף או ליפול. לפני ביצוע המשימות על הילדים היה להעלות השערות לבעיה שהוצגה בפניהם. לאחר ההתנסות הם היו צריכים לקשור בין ההשערות שהציעו לתוצאות, להסביר את החוקיות ולהתמודד עם העובדות המחזקות או הסותרות את ההשערות שהעלו ואת התיאוריה שהציעו. נוסף על כך, מצאו החוקרים שהילדים פיתחו יכולות חשיבה על סמך תופעות, קשרים, ומושגים. במהלך התהליך שעברו, רכשו הילדים ידע, יכולות הנמקה ויכולות הסקה מדעית, ונמצאו גם קשרים רבים בין השיח המדעי שמעוצב בידי הגננת לבין הכרה והבנה של המושגים ולבין חשיבה מדעית (Roychoudhury, 2014).

מחקרים שבחנו את עמדות הגננות לגבי חשיבות לימודי מדע וטכנולוגיה בגיל הרך מצאו שהגננות תומכות מאוד בלימודים מסוג זה למרות שיישום תוכנית הלימודים במו"ט (מדע וטכנולוגיה) כרוך בקשיים מסוגים שונים. הגננות סוברות שלימוד מו"ט יעיל וחשוב והן משתדלות להורות מדעים בגן, ברמה זו או אחרת (רביב ודרובישבסקי, 2017). לדברי הגננות, רמה זו נמוכה באופן ניכר מזו שרצויה הן על פי המלצות משרד החינוך והחוקרים, הן על פי עמדתן שלהן. ההסכמה זו של החוקרים, כמו גם של הגננות, בדבר יכולתם של ילדי גן ללמוד מדעים ובדבר החשיבות שיש ללימודים אלה, מחדדת עוד יותר את הפער בין הרצוי למצוי, ומדגישה את הצורך בפיתוח דרכים להרחבת היישום של חינוך מדעי בגן (רביב ודרובישבסקי, 2017).

לימודי אסטרונומיה וחלל בגן הילדים

לימודי האסטרונומיה בגיל הרך בישראל הם חלק מתוכנית הלימודים למדע וטכנולוגיה (משרד החינוך, 2009). ילדים מתעניינים באופן טבעי ביופיו של היקום, ונושא זה מעורר בהם סקרנות ורצון ללמוד אף על פי שהוא מופשט ולא כולו גלוי לעיניהם (Ödman-Govender & Kelleghan, 2011). מבחינה פדגוגית, החוקרים משוכנעים שאפשר ללמד ילדים קטנים נושאים באסטרונומיה, אך חשוב להביא לפניהם ידע מדויק ונתונים מדעיים מדויקים (Agan &

(Sneider, 2003), וחשוב עוד יותר להכשיר את הצוות החינוכי כדי שלא יחשוש ללמד נושאים באסטרונומיה וחלל (Chastenay, 2018). החוקר צ'סטנאי ראיין 500 מורים בכיתות גן ובית ספר יסודי בקנדה, ורק כמחציתם דיווחו כי הם מלמדים אסטרונומיה. הם תלו זאת בכך שחסרה להם הכשרה מדעית, והסבירו שהם מלמדים אסטרונומיה רק באופן מילולי וללא בשימוש בהדגמות. כן אמרו שמספר שעות הלימוד שהוקצה לנושא קטן מאוד, וישנם מקרים שכלל לא הוקצו שעות לימוד לנושא בכיתות הנמוכות (Chastenay, 2018). חוסר ההכשרה של המורים עומד בסתירה להסכמה שיש במערכת החינוך על כך שילדים מסוגלים וצריכים ללמוד נושאים אלה כבר בגיל הרך.

כמה מחקרים מדגימים כי ילדים בני 4-10 מסוגלים ללמוד ולהפנים מידע בנושאי אסטרונומיה וחלל. הלמידה מתרחשת בעזרת פעילויות דוגמת צפייה בסרטים המראים את כדור הארץ מהחלל ללא גבולות המדינות, או מקבלת מידע מוסבר ומצולם על סוגי גופים בחלל, ויישום הידע על ידי ציורים ובניית דגמים מפלסטלינה. קמפזה וראוויס (Kampeza & Ravanis, 2006) הראו בעבודתם כי הילדים בגיל הרך קלטו מושגים בסיסיים באסטרונומיה, וכי למרות שהידע של הילדים טרם הלמידה היה דל, לאחר הוראת האסטרונומיה חלה התקדמות ניכרת ורוב הילדים פיתחו הבנה לגבי המושגים בנושא. החוקרים פיתחו יחידות הוראה שעסקה בנושאים דוגמת צורת כדור הארץ, המודל ההליוצנטרי של מערכת השמש, חלופי היום והלילה ומבנה כדור הארץ. באמצעות יחידות אלה הוכיחו את יכולותיהם של תלמידים בגיל הרך להבין נושאים מופשטים ולהפנימם.

לפי פלאמר (Plummer, 2014), רעיון מרכזי בחינוך מדעי בסיסי הוא הרעיון הגדול של תנועה בחלל, שכרוך בתצפיות על אירועים אסטרונומיים שמוסברים על ידי מיקום יחסי של עצמים במערכת השמש ומעבר לה. לפיכך היא פיתחה מסגרת של תוכנית הוראה המשלבת גם מבחנים לילדים בגיל הרך, כדי להבין את דרך הלמידה שלהם בגיל צעיר. הילדים למדו על תנועה יומית של השמש, הירח והכוכבים בחלל, ובכלל זה מופעי הירח וחילופי יום ולילה. פלאמר מצאה שההתקדמות ברמת הידע וההבנה של הילדים התאפשרה על ידי יכולתם לראות ולדמיין את האובייקטים ואת תנועתם דרך מסגרות שונות של צירי התייחסות, כלומר, התייחסות

לעצמם או למיקום בחלל. גם קאלרי (Kallery, 2011) מדגימה שאפשר ללמד ילדים בגיל הרך מושגים באסטרונומיה. מחקרה היה בין הראשונים שפיתחו ובדקו את היעילות של תוכנית הוראה באסטרונומיה וחלל המתאימה לילדים בני שש. הנושאים שנלמדו היו צורת השמש, הירח וכדור הארץ, מיקומו של כדור הארץ במערכת השמש והתנועה שלו יחסית לשמש, לירח ולשאר הפלנטות במערכת השמש. כמו כן נלמדו התנועה הכפולה של כדור הארץ סביב צירו וסביב השמש, והתופעה של חילופי יום ולילה. תוכנית ההוראה כללה הכנה מוקדמת של שש גננות, שלימדו 104 ילדים. בתוכניתה של קאלרי הגננות נעזרו בסרטונים המלווים בהסברים, בדגם של כדור הארץ – גלובוס, וכן בתצפיות על השמש (ביום) ועל הירח (בלילה) ובאנימציות מתאימות. בכל דרכי העברת המידע, הגננות הקפידו על הצגת מידע מדויק מבחינה מדעית, ולכן, לדוגמה, לא נעזרו בטלריום. התוכנית נלמדה בשלושה מפגשים במשך שבועיים, ויעילותה נבחנה בשיחות עם הילדים, ובציורים ודגמים שהם יצרו. קאלרי מצאה שאחוז התשובות הנכונות למשימות ולשאלות שהילדים התבקשו לענות עמד על כ-90%, ומסקנתה הנחרצת הייתה שאפשר ללמד ילדים צעירים תופעות ורעיונות אסטרונומיים בהצלחה מרובה.

תפיסת מושגים באסטרונומיה אצל ילדים

ברייס ובלואון (Bryce & Blown, 2013) ערכו מחקר מעמיק בשאלת האופן שבו ילדים צעירים מפתחים מודלים משל עצמם כדי להבין גדלים ותנועה של גופים בחלל. הם סקרו מחקרים שבהם נערכו ראיונות מובנים למחצה עם 248 ילדים בגילאים 3-18 מסין ומניו-זילנד. מטרת הראיונות הייתה לבחון את הסבריהם של הילדים לתופעות אסטרונומיות כמו הצורה והגודל של השמש, הירח והארץ. התברר לחוקרים שבתרבויות שונות ילדים בגיל הרך תופסים את הצורה והגודל של כדור הארץ כחלק מרעיון כללי של המושג "ארץ", רעיון שכולל מושגים דוגמת צורה פיזיקלית, אדמה מול שמים, הארץ כמקום יישוב וקיום של האדם. החוקרים מצאו שיש למורים למדעים השפעה מכרעת על תפיסות הילדים את הרעיונות האסטרונומיים הללו והילדים משנים תפיסות בתחום זה בהתאם למה שלימדו אותם מוריהם. טרם למידה, התפיסות שילדים מייצרים לעצמם כדי להבין את טבעו של העולם הסובב אותם נבדלות על פי רוב מהתפיסות

המדעיות המקובלות (Türkmen, 2015). הילדים חווים אירועים אסטרנומיים, והרעיונות והאמונות הנשענים על חוויות אלה מותמרים למבנים קוגניטיביים המשקפים את ההבנה שבנתה על סמך הניסיון האישי (Türkman, 2015). הילדים יאלצו להתמודד עם תפיסות אלה כשילמדו נושאים מדעיים בבית הספר. דבר זה מזמין התערבות מוקדמת ככל האפשר של הוראת מדעים, וזאת כדי לאפשר לילדים לרכוש כבר בגיל הרך כלים וגירויים שימנעו מהם פיתוח של תפיסות שגויות ויתרמו לפיתוח תפיסות נכונות, רעיונות מדעיים ויכולות קוגניטיביות משופרות (Ampartzaki & Kalogiannakis, 2016). לדעתם של אמפארצאקי וקאלוגיאנאקיס, לימודי אסטרנומיה נחוצים כבר בגיל הרך לא רק כדי למנוע את בנייתן של תפיסות שגויות, אלא גם מכיוון שבמהלך לימודים אלה הילדים נפגשים עם צורות ותכונות של גופים שמימיים המונחים בבסיס ההבנה של תכונות פיזיקליות אחרות דוגמת מבנה פנימי של גופים הנדסיים, תופעות אסטרנומיות מוכרות כמו חילופי יום ולילה ומופעי השמש והירח. לדברי חוקרים אלה, לימודים כאלה יכולים לעזור לילדים להתבונן על הארץ ועל החלל לא רק במושגים פיזיקליים ואסטרנומיים, אלא גם כתופעות טבעיות בעלות יופי רב. לימודי אסטרנומיה בגיל הרך מהווים הזדמנות טובה וחשובה לפיתוח אזרחות אחראית, לפיתוח ערכים לקיימות ולגלובליזציה, ולפיתוח אוריינות מדעית והבנה של רעיונות מדעיים מתוך יחס אוהד כלפיהם. אמפארצאקי וקאלוגיאנאקיס (Ampartzaki & Kalogiannakis, 2016) מפרטים מטרות ספציפיות יותר של חינוך לאסטרנומיה בגיל הרך. הם רוצים לעודד את הילדים להתנהג כאסטרנומים צעירים תוך למידת משימות מדעיות כמו תצפית, מיון, חיזוי, ניסויים, הצגת הממצאים וכדומה. מטרה נוספת היא ללמד את הילדים להבין הסברים מדעיים, לדעת לענות לשאלות חקר, להבין את האופן שבו עולם הטבע פועל ולהכיר את דרכי השימוש בכלים השונים שמאפשרים לאדם להבין את העולם הסובב אותו. כדי להשיג מטרות אלה, החוקרים מציעים דרך התערבות מובנית העוסקת בהוראת אופיים של גופים בחלל. גישתם מתאפיינת ברב-תחומיות ובפיתוח פעילויות ותוכני הוראה ששמים דגש על שני יסודות: (1) למידה מרחבית וחשיבה מרחבית החיוניות לחינוך לאסטרנומיה; (2) חילוף בין פרספקטיבות מבוססות-ארץ ופרספקטיבות מבוססות-חלל של

צורה, של מיקום, ושל תנועה של גופים שמימיים. יסודות אלה מהווים בסיס להבנה של רעיונות מופשטים.

המחקר הנוכחי יוצא מתוך גישה המאמינה ביכולתם של ילדים בגיל הרך ללמוד ולהבין רעיונות קונקרטיים ורעיונות מופשטים הקשורים באסטרונומיה ומתוך ראיית החשיבות בהשגת המטרות שפורטו לעיל, וכדי לעודד את הטמעתה של הוראת אסטרונומיה בגיל הרך בישראל. המחקר התמקד בילדים בגיל גן חובה בעיר בדרום הארץ. לצורך המחקר פותחה תוכנית התערבות שהתבססה על מודל למידה באמצעות תהליכי חקר. יעילותה של התוכנית נבדקה בשני היבטים - הקניית ידע של מושגים ותהליכים באסטרונומיה בקרב ילדים בגן חובה והטמעת ההבנה של מושגים ותהליכים. הטמעת הידע תסייע לתקן תפיסות שגויות של מושגים אלה בקרב הילדים. מחקר זה הוא מהראשונים העוסקים בנושא זה בישראל.

מטרת המחקר הייתה לבחון את יכולתם של ילדים בני 4-6 לרכוש ולהבין מושגים ותהליכים באסטרונומיה בעקבות הפעלת תוכנית התערבות.

שאלת המחקר הייתה באיזו מידה הייתה עלייה ברמת הידע וברמת ההבנה וההטמעה של מושגים ותהליכים באסטרונומיה בקרב ילדים בגן חובה בעקבות הפעלת תוכנית התערבות, בהשוואה לידע הקודם שהיה להם?

מתודולוגיה

שיטת המחקר הייתה משולבת. נערך מחקר אמפירי שבדק ילדים לפני תוכנית התערבות ואחריה באופן כמותי ואיכותני. קבוצת המחקר היא ילדי גן חובה, בכיתה הטרוגנית המונה 32 ילדים מרקע סוציאקונומי גבוה. בכיתה 14 בנים ו-18 בנות. בגן לומדות שתי קבוצות גיל, 12 ילדי טרום-חובה בני 4-5, ו-20 ילדי חובה בני 5-6.

תוכנית ההתערבות שנושאה מושגים באסטרונומיה וחלל פותחה על ידי הגננת, שהיא גם אחת החוקרות, בעזרת הנחייה מקצועית ומדעית. התוכנית התבססה על חלק מנושאי הלימוד שהוזכרו במחקרם של קמפזה וראוויס (Kampeza & Ravanis, 2006), עם התייחסות מלאה לנושאי הלימוד של תוכנית הלימודים למדע וטכנולוגיה של משרד החינוך ותוך שימוש בתהליכי

חקר ללימוד הנושא. כמו כן הגננת השתמשה בחוברת הדרכה לגננת "מדעודוס" בהוצאת מרכז אילן רמון, באר שבע.

כלי המחקר ומהלך המחקר

תוכנית ההתערבות כללה תשעה מפגשים שארכו 15-20 דקות כל אחד ונערכו במהלך שבעה חודשים. שלושת נושאי הלימוד הראשיים בתוכנית היו:

1. השמש – תכונותיה, מבנה והרכב מערכת השמש, כוכבי הלכת, יחסי גומלין בין השמש לכדור הארץ, תנועת כדור הארץ סביב עצמו.

2. כדור הארץ – תכונותיו והמבנה שלו, כוח המשיכה.

3. הירח – תכונותיו ותנועתו בחלל, יחסי גומלין עם כדור הארץ.

במפגשים שעסקו בנושא השמש נערכו הפעילויות הבאות: הגננת הקריאה סיפורים במליאה, תיארה את השמש ואת תכונותיה, העבירה ידע ונתנה הסברים. הוקרנו סרטונים ואנימציות על הרכב מערכת השמש, על תכונות השמש ועל תנועת כוכבי הלכת. הילדים בנו שעון שמש בהדרכת הגננת. נערכו תצפיות על שקיעת השמש כפעילות ערב בשיתוף ההורים. נערכו פעילויות חקר בנושא הצל. הילדים עקבו אחר צל גופם בשעות שונות של היום, חזו בהטלת צל של גופים מגוונים ובדקו את צורתו, וכן מיינו חומרים שקופים ואטומים. כמו כן נערכו משחקים שבהם חיקו הילדים את סיבוב כדור הארץ, הסתובבו סביב עצמם מול מקור אור וחקרו את המשמעויות של הסיבוב.

במפגשים שעסקו בנושא כדור הארץ הגננת הקריאה במליאה סיפורים, תיארה את כדור הארץ ואת כוח המשיכה ונתנה הסברים. הילדים יצרו דגם של שכבות כדור הארץ מפלסטלינה, וכן הכירו מפה פיזית וגלובוס של כדור הארץ.

במפגשים שעסקו בנושא הירח, הגננת הקריאה במליאה סיפורים, תיארה את הירח וסיבובו סביב כדור הארץ וליוותה את תיאורה בהסברים. בוצעה פעילות חקר בנושא מופעי הירח, שבה הילדים העלו שאלות חקר, ובעקבותיהן נערכו תצפיות לילות אחר מופעי הירח בשיתוף ההורים. בעזרת ההורים הילדים מילאו דף מעקב אחר מופעי הירח במשך חודש. נערכו משחקים בנושא

מופעי הירח, והגננת הדגימה הדגמות בעזרת טלריום. כמו כן הוצב בגן טלסקופ ונערכו בו תצפיות.

בכל אחד מהמפגשים יצרו הילדים יצירות הקשורות לנושאי הלמידה, והציגו אותן בפני הכיתה.

איסוף הממצאים

לצורך איסוף הממצאים הכמותיים נעזרנו בשאלון שבדק ידע והבנה של מושגים ותהליכים באסטרונומיה. השאלון (ראו בנספח 1) כלל 15 שאלות והתבסס על השאלון שהשתמשו בו ביוון קמפזה וראוויס (Kampeza & Ravanis, 2006). מתוכן היו 14 שאלות ידע, ומהן 11 שאלות היו פתוחות, ועליהן היה על הילדים לענות בשפתם. על שלוש שאלות ניתנו כמה תשובות שמתוכן היה על הילדים לבחור תשובה אחת נכונה. הגננת שאלה כל אחד מהילדים את כל השאלות וכתבה את התשובות. כל ילד ענה על השאלון פעמיים, פעם אחת לפני הלמידה ופעם שנייה אחריה. כל ילד קיבל ציון ידע שחושב על פי מספר התשובות הנכונות מתוך סך כל השאלות. בוצע מבחן T כדי לבחון אם ישנו הבדל סטטיסטי מובהק בין ממוצע ציוני הידע של הילדים לאחר הלמידה בהשוואה לממוצע הציונים לפני הלמידה.

נעשה שימוש בתשובות הילדים לשאלות הידע לצורך איסוף הממצאים האיכותניים. נוסף על כך, ערכה הגננת תצפיות בכל אחד ממפגשי הלמידה. היא תיעדה את שיחות הילדים וכתבה את התבטאויותיהם במהלך המשחקים שהיו חלק מתהליך הלמידה. כמו כן הגננת ביקשה מהילדים ליצור עבודות של ציור, גזירה והדבקה בהתאם לנושאים שנלמדו, ואספה את התוצרים שיצרו תוך כדי הלמידה. במהלך ביצוע התוכנית הגיע לגן מפקח ממשד החינוך ששוחח עם הילדים בנושאי הלימוד. השיחה הוקלטה ותומללה. דברי הילדים כפי שנאמרו בתשובה לשאלונים ובמהלך השיחה עם המפקח וכן עבודותיהם תוארו בכלים איכותניים.

ממצאים

שאלוני ידע שימשו את הגננת לשם השוואה בין רמת הידע של ילדי גן לגבי מושגים באסטרונומיה לפני תוכנית התערבות ואחריה. נערכה השוואה של מספר התשובות הנכונות שענו הילדים לפני תהליך ההתערבות ואחריה ל-13 השאלות הראשונות הנוגעות לידע על אודות גופים, מושגים ותהליכים אסטרונומיים (ראו בנספח 1). ציון הידע של כל ילד חושב כאחוז של מספר התשובות הנכונות מתוך סך כל מספר השאלות (לוח 1).

לוח 1: ממוצע ציוני הילדים בשאלון הידע לפני הלמידה ואחריה (N=32)

ציון ממוצע	SD	t
לפני תוכנית ההתערבות	12.23	-23.657
לאחר תוכנית ההתערבות	85.06	17.00

$p < 0.01$

בלוח 1 השוואה בין ממוצע הציונים הכללי שקיבלו הילדים בתשובותיהם לשאלון הידע לפני הלמידה בהשוואה לממוצע הציונים שקיבלו אחרי הלמידה. אפשר לראות שלפני חשיפת הילדים לנושא האסטרונומיה ולימודו, ממוצע הידע של הילדים היה נמוך. תוצאות מבחן הידע שנערך לאחר הלמידה מדגימות עלייה מובהקת בממוצע התשובות הנכונות בשאלון. מכאן שהתרחשה למידה יעילה לגבי מושגים באסטרונומיה בקרב ילדי הגן (במובהקות של $p < 0.01$). תשובות הילדים לגבי כל אחת מהשאלות מוצגות בלוח 2 להלן.

לוח 2: תשובות הילדים לשאלון באסטרונמיה לפני תוכנית ההתערבות ואחריה

השאלה				לפני ההתערבות				לאחר ההתערבות			
				ענו	ענו	ענו	לא	ענו	ענו	לא	ענו
				נכונה	תשובה	תשובה	ענו	תשובה	תשובה	ענו	נכונה
					שגויה	חלקית		שגויה	חלקית		
מה שמו של כוכב הלכת שאנו חיים בו?				8			6	18	31		1
מהי צורתו של כדור הארץ?				26			6		31		1
קובייה/ דיסקית/ כדור/ אליפסה											
מהם הצבעים במפת כדור הארץ ומה מסמל כל צבע?				14		18			21	11	
מהם שלושת החלקים במבנה כדור הארץ?							1	1	30	18	14
מהו כוח המשיכה?				5					27	22	7
מהי תנועת כדור הארץ?				6			6		20	31	1
מהי השמש?				15			17		32		
היכן השמש נמצאת בלילה?							32		30		2
מה הסיבה לחילופי יום ולילה?						2	3		27	29	2
מהו הירח?				3			6		23	29	3
מהי תנועת סיבוב הירח?				8			24		31		1
היכן הירח נמצא במשך היום?				7			23		2	29	3
מי גדול יותר, כדור הארץ או השמש?				7			25		30		2
מה שמותיהם של כוכבי הלכת במערכת השמש?											
				מספר שמות של כוכבי לכת	מספר הילדים שציינו את שמות הכוכבים	מספר שמות של כוכבי לכת	מספר שמות שציינו את שמות הכוכבים	מספר הילדים שציינו את שמות הכוכבים	מספר שמות של כוכבי לכת	מספר שמות שציינו את שמות הכוכבים	מספר שמות של כוכבי לכת
				1	2				2		2
									3		6
									4		15
									5		2
									6		7

תשובות הילדים יפורטו להלן.

ניתוח השוואתי של תשובות הילדים לשאלון לפני תוכנית ההתערבות ואחריה

בשאלה 1 ("מה שמו של כוכב הלכת שאנו חיים בו?") התבקשו הילדים לציין את שם הפלנטה שבה אנו חיים. אפשר לראות שלפני לימוד נושא האסטרונומיה רק שמונה ילדים ידעו לציין את שם כדור הארץ, ושישה ילדים ענו תשובות שגויות. 18 ילדים לא ענו כלל על השאלה. דוגמאות לתשובות שגויות: 1. "באר שבע" (עיר מגוריהם); 2. "המאור הקטן"; 3. "גן צופית" (שם הגן); 4. "ישראל". תשובות אלה מרמזות לכך שהילדים לא הכירו את המושג פלנטה, וענו תשובה המתארת את המקום הגיאוגרפי שבו הם חיים (באר שבע, גן צופית, ישראל) או המקום המדומיין (המאור הקטן). לאחר תהליך הלמידה, כל הילדים למעט אחד ענו נכון על השאלה וידעו לומר שהתשובה היא כדור הארץ. הילד ששגה אמר: "מדינת ישראל". זהו מושג שהילד השתמש בו לתאר את מקום מגוריו. עם זאת, זהו מושג המתאר רעיון כללי ולא מקומי (כמו שם הגן או שם עיר המגורים).

על שאלה 2 ("מהי צורתו של כדור הארץ?") ידעו 26 מהילדים לענות נכון גם לפני הלמידה. שישה ילדים לא ענו כלל. לאחר הלמידה כל הילדים מלבד אחד ידעו שצורת הארץ היא כדור. יש לציין שבשאלה זו בעברית התשובה מופיעה בשאלה, בניגוד לשפות אחרות. באנגלית (earth) או ביוונית (Γη מבוטא ג'י), לדוגמה, הפלנטה נקראת "ארץ" ללא ציון צורתה המרחבית. **בשאלה 3** ("מהם הצבעים במפת כדור הארץ ומה מסמל כל צבע?") התבקשו הילדים להתייחס למפה הפיזית של כדור הארץ. הם נשאלו לגבי צבעים המייצגים את אופי וגובה פני השטח, כאשר כחול מסמל ים, וגוונים של צהוב וירוק חום – יבשה בגבהים שונים. לילדי הגן היה ידע קודם לגבי הצבעים של המפה הפיזית של כדור הארץ והם נחשפו למידע זה בעבר, ו-18 ילדים ידעו לענות חלקית על השאלה. עם זאת, תשובותיהם לא היו מלאות. ילדים אלה אמרו: "הצבע הכחול מסמל ים, והצבע החום מסמל יבשה". היו שני ילדים שטענו: "הצבע הירוק מסמל דשא". לאחר תהליך הלמידה 21 ילדים ענו תשובה נכונה ומלאה. הם הסבירו שהצבע הכחול מסמל ים, שהצבע הירוק מסמל יבשה בגובה נמוך, והצבע החום מסמל הרים. 11 ילדים ענו תשובה חלקית, אך לא היו ילדים שלא ידעו לענות כלל על השאלה. מכאן נראה שהילדים למדו לקשר

בין הצבעים המופיעים במפה הפיזית של כדור הארץ לבין אופי פני השטח של כדור הארץ (ים, יבשה) וגובה היבשה.

על שאלה 4 ("מהם שלושת החלקים במבנה כדור הארץ?"), לפני הלמידה 30 ילדים לא ידעו לענות, ולא הכירו את המושגים גלעין, מעטפת וקרום כדור הארץ. רק ילד אחד ענה על השאלה ואמר: "יש לבה של הר געש בתוך כדור הארץ", תשובה המעידה על ידע קודם שהיה לו על תהליכים המתרחשים בתוך קרום כדור הארץ. לאחר הלמידה, 18 ילדים ידעו את התשובה הנכונה והמלאה ודיברו על "גלעין, מעטפת, קרום". 14 ילדים זכרו אחד או שניים מתוך השלושה. מכאן אפשר לראות כי התרחשה בקרב ילדי הגן למידה של הרעיון שכדור הארץ אינו אחיד בכל נפחו, אלא עשוי משלושה חלקים בעלי שמות מאפיינים.

בשאלה 5 ("מהו כוח המשיכה?") התבקשו הילדים להסביר מהו כוח המשיכה. זו שאלה על מושג מופשט ביותר שהילדים מכירים את תוצאותיו בחיי היומיום שלהם. רק חמישה ילדים גילו ידע כלשהו על כוח המשיכה לפני הלמידה, לעומת 22 אחריה. בשאלה זו היה על הילדים להסביר במילותיהם את המושג שעליו נשאלו. נציג כמה דוגמאות לתשובות לאחר הלמידה:

ילד 1: "כוח המשיכה גורם שלא נעוף באוויר כמו בירח, ונצליח לעמוד על הרצפה."

ילד 2: "בזכותו אנו מצליחים לעמוד."

ילד 3: "תופס אותנו שלא נעוף."

ילד 4: "כוח המשיכה מושך אותנו למטה."

מכאן אפשר לראות שלאחר תהליך הלמידה רוב הילדים הסבירו את כוח המשיכה באמצעות הקשר בין תופעת כוח המשיכה (סיבה) לתופעות שהם חווים בחיי היומיום שלהם (תוצאה). הם גילו הבנה שקיים כוח כלשהו הגורם לכל התופעות שהם תיארו, ואשר המשותף להן הוא העובדה שעצמים נשארים על פני כדור הארץ ואינם עוזבים אותו.

בתשובה **לשאלה 6** ("מהי התנועה של כדור הארץ?"), רק שישה ילדים ידעו לתאר לפני הלמידה את תנועת כדור הארץ סביב צירו, והשאר לא ענו או שגו. דוגמאות לתפיסות השגויות שנתנו הילדים בשאלון המקדים היו: "קופץ", "מוחא כפיים", "כדור הארץ בכלל לא זז", "מתגלגל". הילדים מתארים בתשובותיהם סוגי תנועה המוכרים להם מחיי היומיום, תנועות הגוף שלהם,

או תנועה המאפיינת כדור. לאחר הלמידה כל הילדים, למעט אחד, ידעו להסביר את תנועת כדור הארץ כסובב סביב עצמו וסביב השמש. כלומר, הם למדו את המהלך של תנועת כדור הארץ בחלל.

על שאלה 7 ("מהי השמש?"), לפני הלמידה ידעו 15 ילדים את התשובה, ואמרו שהשמש היא כוכב. הדבר מלמד על תפיסה מדעית נכונה שהילדים נחשפו אליה לפני הלמידה. 17 ילדים ענו תשובות שגויות. דוגמה לתשובה שגויה: "השמש היא כמו הירח". לאחר תהליך הלמידה כל 32 הילדים ענו כי השמש היא כוכב. נציין שבתהליך הלמידה נחשפו הילדים למאפייני השמש ולהרכבה. לאחר הלמידה הילדים ידעו להרחיב ולהסביר על תכונותיה של השמש. להלן כמה דוגמאות:

ילד 1: "השמש היא כוכב המורכב מגז שברובו מימן".

ילד 2: "אי אפשר להתקרב לשמש כי היא מאוד חמה".

כמו כן הילדים ידעו לתאר את התפיסה ההליוצנטרית ולהסביר שסביב השמש סובבים כוכבי הלכת של מערכת השמש.

גם **בשאלה 8** ("איפה נמצאת השמש בלילה?") הילדים נדרשו להבנה של רעיון מופשט בבואם לתאר תהליך שהם אינם רואים לנגד עיניהם. בשאלה זו היה על הילדים לבחור תשובה אחת מתוך ארבע אפשרויות. מלוח 2 אפשר ללמוד שלפני הלמידה אף אחד מהילדים לא ידע לבחור את התשובה הנכונה והתשובות שניתנו מעידות על תפיסות שגויות של הילדים. הילדים למעשה ניחשו, וענו את אחת מהתשובות שהוצגו בפניהם ("בלילה השמש נמצאת מאחורי הירח", "השמש הלכה לכוכבים אחרים", "בלילה השמש מכוסה בעננים"). בעקבות הלמידה נמצא שחל שינוי בתפיסת הילדים לגבי מיקום השמש וסיבוב כדור הארץ. 30 ילדים מתוך 32 ענו תשובה נכונה לשאלה זו ואמרו ש"בלילה השמש נמצאת בצד השני של כדור הארץ".

שאלה 9 ("מה הסיבה לחילופי יום ולילה?") נשאלה כשאלה פתוחה. הילדים נדרשו לתת הסבר בלשונם, ולא הוצגו להם אפשרויות מענה כלשהן. בשאלון המקדים רק חמישה ילדים ענו על השאלה, מתוכם שניים הסבירו את התופעה כהחלטה של אלוהים ושלושה ילדים נתנו הסברים המתארים תנועה כפי שהם חווים אותה:

ילד 1: "כשהשמש עייפה היא שוקעת למים". תשובה זו מתארת כיצד הילד חווה את תנועת השמש בעיניו.

ילד 2: "לפעמים השמש הולכת והירח חוזר".

ילד 3: "כי זה החושך וזה בוקר".

תשובות 2 ו-3 מתארות את חילופי היום והלילה, אך למעשה אין בהן הסבר ממשי לסיבה שבגינה התהליך מתרחש. לעומת זאת נציג דוגמאות לתשובות נכונות לאחר הלמידה:

ילד 1: "בישראל לילה כי כדור הארץ מסתובב ואנחנו לא רואים מפה את השמש. ואז היא בצד השני שם יש אור".

ילד 2: "בגלל סיבוב כדור הארץ".

ילד 3: "כדור הארץ מסתובב ואז השמש בארץ אחרת".

הילד שענה באופן שגוי אמר: "השמש נעלמת". למעשה, גם כאן מתאר הילד מציאות שחווה ללא מתן הסבר. מהשוואת התשובות לשאלה 9 לפני תהליך ההתערבות ואחריו, אפשר לראות שהתרחש שינוי מהותי בתפיסת הילדים את מושג החילוף בין היום והלילה. רוב הילדים הצליחו להסביר הסברים פיזיקליים מדעיים מקובלים על הקשר שבין מיקום השמש כלפינו לבין מצבי אור (היכן שהשמש נראית) וחושך (השמש אינה נראית לנו, השמש נראית במקום אחר).

תמונה דומה עולה **משאלה 10** ("מהו הירח?"). אף שאלה זו הייתה פתוחה והילדים התבקשו לענות עליה במילותיהם. לפני הלמידה 23 ילדים כלל לא ענו על השאלה, ושישה ענו תשובות שגויות, כגון: 1. "הירח הוא כוכב"; 2. "הירח הוא חצי בננה" – תיאור של צורת הירח כפי שהיא מתגלה לעיני הילד. לפני תהליך הלמידה, רק שלושה ילדים ענו תשובות המייצגות תפיסות מדעיות או רעיוניות מקובלות: 1. "הירח נמצא בשמיים, בחלל"; 2. "הירח הוא המאור הקטן". לאחר הלמידה 29 ילדים ענו תשובות נכונות, ורק שלושה ענו תשובות שגויות. דוגמה לתשובה שגויה לאחר הלמידה: "הירח הוא כוכב לכת". דוגמאות לתשובות נכונות לאחר הלמידה: 1. "הירח מסתובב סביב כדור הארץ"; 2. "הירח הוא לוויין של כדור הארץ"; 3. "זה המאור הקטן"; 4. "יש עליו המון מכתשים"; 5. "הירח עשוי מאבני בזלת"; 6. "הירח מחזיר את אור השמש". אפשר לראות שתשובות הילדים לא היו אחידות, מה שמלמד שהילדים ביטאו בדבריהם תפיסות

מגוונות, והציגו דגשים שונים לגבי מושג הירח ולגבי מאפייניו ותכונותיו. אפשר גם לראות שהילדים הרחיבו את ההסבר שלהם, והשתמשו במושגים חדשים שהוקנו להם בתהליך ההתערבות.

שאלה 11 ("מהי תנועת סיבוב הירח?") הייתה שאלה סגורה, ובה הוצגו לפני הילדים ארבע אפשרויות שונות שמהן היה עליהם לבחור את התשובה הנכונה. לפני הלמידה היו שמונה ילדים שידעו לומר שהירח מסתובב סביב כדור הארץ, אך כל שאר הילדים ענו תשובה שגויה. הם בחרו בתשובות: 1. "הירח מסתובב סביב השמש"; 2. "הירח מסתובב סביב עצמו"; 3. "הירח אינו מסתובב". לאחר הלמידה, 31 ילדים אמרו שהירח מסתובב סביב כדור הארץ. מכאן אפשר לראות כי הושג ידע בקרב ילדי הגן בנוגע לתנועת הירח סביב כדור הארץ.

בשאלה 12 ("היכן הירח נמצא במשך היום?") נשאלו הילדים "האם הירח נמצא בשמים רק בלילה?" "היכן הוא נמצא במשך היום?" בשאלה זו התבקשו הילדים להסביר ולהרחיב את תשובתם לחלק הראשון של השאלה. בשאלון המקדים, סברו 23 ילדים שהירח מופיע בשמים רק בלילה, שני ילדים לא ענו כלל, ורק שבעה ילדים סברו שהירח נמצא בשמים גם ביום. לעומת זאת, לאחר הלמידה ענו 29 ילדים שהירח מופיע בשמים לא רק בלילה, ורק שלושה ענו תשובה שגויה. להלן דוגמאות לתשובות שגויות שניתנו לשאלה זו לפני הלמידה: 1. "הירח נמצא רק בלילה וביום הוא מסתתר מאחורי העננים"; 2. "הירח נמצא ביום בכוכבים האחרים"; 3. "הירח נמצא בשמים גם ביום וגם בלילה, אבל ביום הוא שקוף אז לא רואים אותו".

לעומת זאת, להלן דוגמאות לתשובות תקינות לשאלה לאחר הלמידה: 1. "הירח נמצא בשמים גם ביום, אבל אנחנו לא תמיד רואים אותו כי אור השמש חזק יותר"; 2. "הירח מסתובב סביב כדור הארץ, הוא לא נעלם למקום אחר. לפעמים הוא בצד השני"; 3. "הירח תמיד בשמים ואפילו יש ימים שאנחנו רואים אותו גם ביום, אבל הוא זורח הוא לבן"; 4. "לא תמיד נראה בשמים כי השמש מאירה חזק ממנו".

מהדוגמאות הללו אפשר לראות את השינוי שחל בהבנתם של הילדים לגבי הימצאותו של הירח בשמים. בסוף תהליך הלמידה הצליחו הילדים להסביר שלעיתים הירח נמצא מעלינו ביום אך

אינו נראה, ולעיתים הוא נמצא בצידו השני של כדור הארץ. הילדים גם ידעו לתאר את אור הירח כהחזר של אור השמש.

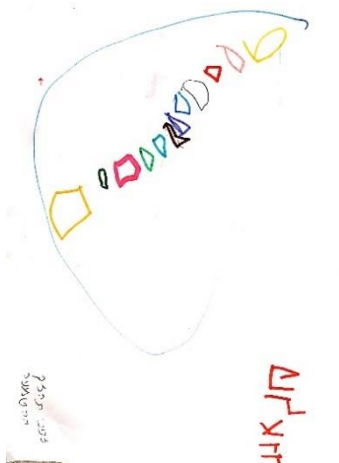
על שאלה 13 ("מי גדול יותר, כדור הארץ או השמש?") לפני הלמידה ענו שבעה ילדים כי השמש גדולה יותר וכל היתר, 25 ילדים, חשבו שכדור הארץ גדול מהשמש. לאחר הלמידה ענו 30 ילדים שהשמש גדולה מכדור הארץ, ורק שניים ענו שכדור הארץ גדול מהשמש. גם כאן אפשר לראות שהלמידה הובילה לשינוי בתפיסתם של הילדים לגבי גודלם היחסי של השמש וכדור הארץ. לאחר שהוסבר לילדים שהשמש רחוקה מאוד ולכן נראית קטנה באופן יחסי, הם ידעו לענות נכונה ואף הרחיבו וידעו לתאר בדבריהם שהשמש היא כוכב גדול מאוד והיא גדולה בהרבה מכדור הארץ. הילדים אמרו שהשמש נראית קטנה בשל ריחוקה הרב מאיתנו, כלומר הם למדו לתאר קשר בין תפיסתנו את גודלו של גוף פיזי לבין המרחק ממנו, ככל שהמרחק גדל, כך העצם נראה קטן יותר.

בשאלה 14 ("מה שמותיהם של כוכבי הלכת במערכת השמש?") נערכה השוואה בין מספר כוכבי הלכת שהילדים בגן ידעו לציין בשמותיהם לפני תהליך הלמידה בהשוואה למספר הילדים שידעו לעשות כן לאחר הלמידה. לפני תהליך ההתערבות רק שני ילדים ידעו לציין את שמו של כוכב לכת כלשהו. לאחר תוכנית ההתערבות הכירו כל הילדים לפחות שני כוכבי לכת, והיו אף שהכירו שישה כוכבי לכת.

לסיכום, בעזרת השוואת תשובות הילדים לשאלון לפני הלמידה לתשובות שנתנו אחריה, אפשר לראות כי ילדים בגיל גן חובה מסוגלים ללמוד מושגים באסטרונומיה, להבין אותם ולבטא אותם בשפתם. הילדים למדו לקשר בין תהליכים לתוצאותיהם (למשל, סיבוב כדור הארץ סביב צירו כגורם לחילופי יום ולילה), והם הפגינו ידע במושגים רבים דוגמת מבנה ותכונות מערכת השמש, השפעתו של כוח המשיכה ומבנה כדור הארץ.

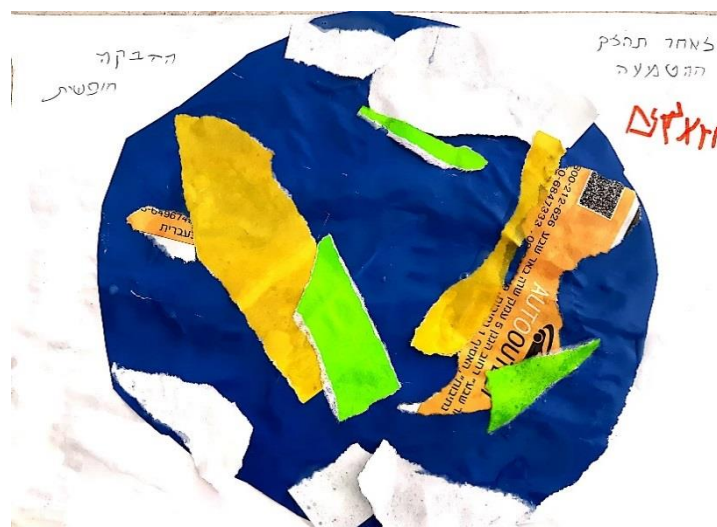
ניתוח השוואתי של עבודות הילדים לפני תוכנית ההתערבות ואחריה

במהלך תוכנית ההתערבות הילדים התבקשו ליצור עבודות הקשורות לנושאי הלימוד של התוכנית. ניתוח איכותני של הציורים מלמד כי המושגים המדעיים לגבי מבנה מערכת השמש, תנועת גרמי השמים העיקריים, מופעי הירח ואופי פני השטח של כדור הארץ הופנמו בלמידה.



עבודה 1: ציור של כדור הארץ לפני תוכנית ההתערבות

ציור שציירה ילדה מס' 1 לפני תוכנית ההתערבות. הילדים התבקשו לצייר את כדור הארץ. הילדה ציירה אוסף של צורות. כאשר התבקשה להסביר מדוע ציירה כך, לא היה לה הסבר כלשהו. הדבר מלמד על כך שהילדה ציירה מתוך דמיונה ולא מתוך ידע כלשהו.



עבודה 2: גזירה והדבקה - כדור הארץ לאחר תוכנית ההתערבות

עבודה זו נעשתה לאחר תוכנית ההתערבות בידי אותה ילדה שציירה את הציור בעבודה 1. לאחר שנלמד בגן הפרק על כדור הארץ, בחרה הילדה ליצור עבודת גזירה והדבקה בנושא כדור הארץ. לאחר סיום ההדבקה, הסבירה הילדה שיצרה את כדור הארץ בצורתו העגולה, וכן הסבירה שבכדור הארץ רוב שטח הפנים הוא בצבע כחול בגלל המים. הילדה הסבירה שיצרה את היבשות תוך התייחסות לצבעים המופיעים על הגלובוס, ואמרה שהצבעים השונים מסמנים גבהים שונים של היבשה. הסבירה הילדה מלמדים שהיא תופסת את כדור הארץ כגוף עגול (כדורי) שעל פניו ים המיוצג בצבע כחול (כפי שראתה בגלובוס), וכי היבשות מיוצגות בצבעים שונים על פי גובהן מעל פני השטח. הילדה הראתה שהיא מקשרת בין הצבע לבין האופי הפיזי של השטח שאותו מסמל הצבע (ים, יבשה, גובה).



עבודה 3: ציור של מערכת השמש לאחר תוכנית ההתערבות

את עבודה 3 צייר ילד מס' 2 לאחר תוכנית ההתערבות. הילד צייר את מערכת השמש בחלל. השמש מצוירת כגוף מרכזי עגול, הגדול משאר הגופים המצוירים – כוכבי הלכת. צבעה של השמש צהוב, המסמל אור וחום. כל כוכב לכת מצויר בצבע שונה ובמרחק שונה מהשמש, מה שמלמד על הבנה שבמערכת יש כמה גופים, וכל אחד מהם נמצא במרחק אחר מהגוף המרכזי. צבעו של כדור הארץ כחול והוא השלישי בסדרה. ברקע מצוירים כוכבים שצורתם עגולה וצבעם אפור. הילד מדגים בציורו הבנה בסיסית של מבנה מערכת השמש, שבה יש גוף מרכזי, כוכב

השמש, ובמרחקים שונים ממנו מצויים כוכבי לכת, שלכל אחד מהם גודל אופייני והוא מרוחק מרחק שונה מהשמש. נוסף על כך, הילד מדגים את ידיעתו שמצויים בחלל כוכבים.



ציור 4: ציור של מערכת השמש לאחר תוכנית ההתערבות

ציור של ילדה מס' 3 לאחר הלמידה. בעבודה מודגם גוף גדול שאינו מצויר במרכז הדף, ובשל גודלו אף חורג מגבולות הדף. צורתו עגלגלה, והוא צבוע בצבעים אדום, כתום וצהוב, צבעים המסמלים אור וחום. גוף גדול זה מציין את השמש. מסביב לגוף זה מצוירים מעגלים בעיפרון, כל מעגל מציין מסלול תנועה. הילדה מדגימה שלכל אחד מכוכבי הלכת מסלול משלו שבו הוא מקיף ברדיוס פחות או יותר קבוע את הגוף המרכזי, השמש. מכיוון שהשמש חורגת מגבולות הדף, גם הקווים המסמלים את רדיוס הסיבוב אינם נסגרים למעגל. המשמעות היא שהילדה משלימה בדמיונה את מסלולי ההקפה של כוכבי הלכת סביב השמש, ומציירת על הדף רק חלק מהתמונה הכללית. נוסף על כך, אפשר לראות בליטות על גבי שטח הפנים של השמש, המציינות יציאה של חומרים, אור או חום מהשמש לסביבה, בהתאם לתיאורים שהילדה חוותה בתהליך הלמידה.



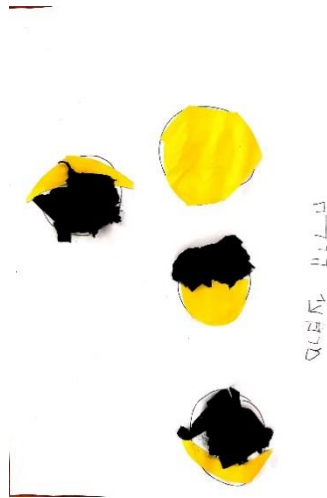
עבודה 5: ציור של מערכת השמש לאחר תוכנית ההתערבות

ציור של ילד מס' 4 שנעשה לאחר הלמידה ובו מתוארת מערכת השמש. הילד צייר את השמש כגוף עגול בצבע כתום, צבע המציין חום ואור. שטח הפנים של הגוף העגול אינו חלק, ויש בליטות המציירות שהשמש פולטת חומרים, אור וחום. השמש מצוירת גדולה כך שאין מספיק מקום בדף לצייר את כולה. הילד מראה את תפיסתו את השמש כגוף גדול מאוד. מסביבה, במרחקים שונים מצוירים קווים עגולים בעיפרון, ועליהם מצוירים עיגולים צבעוניים, כל עיגול בצבע אחר. המעגלים המסורטטים בעיפרון מייצגים מסלולי סיבוב של כוכבי הלכת המצוירים כעיגולים. בשל חריגה של גוף השמש מגבולות הדף, אין סגירה של המעגלים. כלומר, הילד מצייר רק חלק מהתמונה הכללית ומשלים בדמיונו את שאר המערכת. יש לציין שהילדים ראו דגמים מצוירים דומים של מערכת השמש.



עבודה 6: ציור של הירח לפני תוכנית ההתערבות

ציור שצייר ילד מס' 5. הילדים התבקשו לצייר את הירח, והילד צייר את הירח כעיגול בצבע צהוב. הילד שצייר הסביר שכך הוא רואה את הירח.



עבודה 7: ציור של מופעי הירח לאחר תוכנית ההתערבות

ציור של אותו ילד שצייר את ציור 6. גם בעבודה זו התבקש הילד לצייר את הירח. הילד בחר להוסיף שלושה ציורים נוסף לציור הירח כגוף בצורת עיגול צהוב. בכל אחד מהציורים מופיע מעגל (המצויר בעיפרון). חלק מהעיגול צבוע בצהוב (מציין את חלק הירח הנראה לעין), וחלק צבוע בשחור (מראה את החלק שאינו נראה לעין). בציור זה הילד מדגים שינוי בתפיסתו את הירח. הוא מביע את הרעיון שמופע הירח יכול להשתנות ולפיכך הוא מצייר כמה ציורים. בכל ציור החלק הגלוי של הירח נראה שונה. כשנשאל מדוע צייר כך, הילד ענה שכך הוא ראה את הירח בתצפיות ובמה שלימדה הגננת.

תיאור תצפית - ביקור המפקח בגן

כחלק מתיעוד הסברי הילדים לתופעות אסטרונומיות, מובא כאן תמלול של חלק משיחה חופשית שניהל איתם מפקח ממשד החינוך שאותו לא הכירו. המפקח הגיע לגן בסוף חודש יוני 2015, וביקורו ארך כ-45 דקות, כשכל ילדי הגן השתתפו במפגש עם המפקח והגננת. בשיחה הילדים התבטאו באופן חופשי כשהם נענים לשאלות פתוחות של הגננת והמפקח. המפקח לא היה מעורב בתהליך הלמידה ולא ידע כלל מה הם למדו ולאילו תכנים נחשפו.

מפקח: "ילדים, אני רוצה שתסבירו לי מה למדתם על השמש והכוכבים."

ילד 1: "השמש היא חמה מאוד מאוד מאוד."

ילדה 2: "כן, היא חמה, היא כוכב אתה יודע?"

ילד 3: "השמש מורכבת מגז מימן ואסור להתקרב אליה, בעצם אי אפשר כי נשרף אפילו אם נהיה בחללית."

ילד 4: "גם הכוכבים האחרים, כוכבי הלכת מסתובבים סביבה."

מפקח: "ואתם מכירים את כוכבי הלכת?"

ילדה 5: "בטח."

ילדה 2: "יש את שבתאי וצדק ואוראנוס."

ילד 6: "וגם כדור הארץ אל תשכחי ואת מאדים."

ילד 1: "לשבתאי יש טבעות מסביבו."

גננת: "ילדים, תסבירו בבקשה לאורח שלנו למה בכדור הארץ יש תנאים למחיה ובכוכבי לכת אחרים אין. איך כל זה קשור לבריאת העולם ולגדולתו של הקדוש ברוך הוא?"

ילדה 7: "כשהקב"ה ברא את העולם היו מים עליונים ומים תחתונים. ואז רק בכדור הארץ נשאר מים ושאפשר לחיות פה בגלל המרחק מהשמש."

גננת: "תסבירי לנו בבקשה למה הכוונה במרחק מהשמש."

ילדה 7: "בגלל שהכוכבים האלה (מצביעה על הכוכבים חמה ונוגה על גבי פוסטר) קרובים מדי לשמש המים התייבשו וכל אלה (מצביעה על שאר כוכבי הלכת שאחרי כדור הארץ) רחוקים מדי מהשמש, המים שם קפאו. הם הפכו לקרח."

ילד 6: "ורק כדור הארץ נמצא בדיוק במקום שבו המים שלנו טובים ואפשר לשתות אותם, זה בזכות הקב"ה הוא שם אותנו בדיוק במקום."

שיחה זאת נערכה לאחר תוכנית ההתערבות. היא התנהלה בחופשיות וללא תכנון מראש. הילדים ביטאו במילותיהם רעיונות מגוונים שהכירו במסגרת תוכנית ההתערבות. בדברי הילדים אפשר למצוא את הרעיונות הבאים:

- א. מהות השמש – השמש היא כוכב בחלל, הפולט אור וחום רב, גוף המורכב מגזים. מערכת השמש, התפיסה ההליוצנטרית – כוכבי הלכת הם גופים בחלל המקיימים תנועה סיבובית מתמדת סביב השמש. לכל גוף כזה יש שם, כל גוף נמצא במרחק אופייני לו מהשמש. הילדים ידעו לציין חלק משמותיהם של כוכבי הלכת.
- ב. רעיון היחס בין המרחק מהשמש, כגוף פולט חום, לרמת החום השוררת במקום זה - הילדים הביעו את הרעיון שכלל שמתרחקים מהשמש, הטמפרטורה יורדת, ואף הוסיפו שהמרחק של כדור הארץ מהשמש הוא כזה שהטמפרטורה השוררת בו מתאימה לקיומם של החיים.
- ג. רעיון היחס בין הטמפרטורה למצב הצבירה של המים - הילדים תיארו את הקרח כמצב שבו הטמפרטורה נמוכה, וכמצב הקשור למרחק רב מהשמש. הם תיארו מים נוזלים כתוצאה של תנאים שבהם הטמפרטורה אינה קיצונית, כתלות במרחק מסוים מאוד מהשמש – המרחק של כדור הארץ מהשמש. כן תיארו מצב שבו המים מתאדים ("התייבשו") כשהטמפרטורה גבוהה, התאדות המתקיימת בקרבת השמש.
- מן התצפית אפשר ללמוד שהילדים למדו והפנימו רעיונות מגוונים בנוגע לאסטרונומיה וחלל. הילדים ידעו לתאר את רעיון פליטת החום והאור מהשמש, תיארו את הקשר בין ירידת הטמפרטורה לבין העלייה במרחק מהשמש הפולטת חום, וכן ידעו לתאר את ההשפעה של הטמפרטורה על מצב הצבירה של המים.
- לסיכום, על פי התוצאות שהוצגו נראה כי תהליך הלמידה של מושגים אסטרונומיים בגן הילדים נחל הצלחה בכמה מישורים. הילדים הפגינו ידע והבנה של מושגים אסטרונומיים ומדעיים שרכשו בלמידה. הם למדו עובדות רבות חדשות (כגון שמות כוכבי הלכת, צורתו והרכבו של כדור הארץ). הילדים למדו על מגוון תהליכים וידעו להסבירם (כגון חילופי יום ולילה, סיבוב כוכבי הלכת סביב השמש, כוח המשיכה). הילדים למדו גם על קשרים שונים בין תופעות מדעיות כלליות, דוגמת הקשר בין המרחק מגוף פולט חום לבין הטמפרטורה, הקשר בין הטמפרטורה למצב הצבירה של המים, והקשר בין המרחק לגודלו של הגוף כפי שהוא נתפס בעינינו.

דיון ומסקנות

מטרתו של מחקר זה הייתה לברר עד כמה יש ביכולתם של ילדים בגיל הרך ללמוד ולהבין רעיונות מדעיים הקשורים באסטרונומיה וחלל. הממצאים מראים שבעקבות הפעלת תהליך התערבות עולה בבירור שאפשר ללמד ילדים בגן חובה מושגים באסטרונומיה. הילדים רכשו הבנה לגבי מושגים מוחשיים כמו גם לגבי רעיונות מופשטים. רמת הידע כפי שנבדקה בשאלוני הידע הייתה גבוהה באופן מובהק בעקבות הלמידה בהשוואה לרמת הידע שלפניה. הילדים יכלו להסביר ולתאר במילותיהם ובעבודותיהם מושגים ותהליכים הקשורים באסטרונומיה וחלל ואף להרחיב לגביהם. הילדים בגן רכשו ידע והבנה לגבי השם, הצורה, המבנה והתנועה הכפולה של כדור הארץ. הם למדו על מהותם של השמש והירח וידעו להסביר את מבנה מערכת השמש ואת התנועה של גרמי השמים העיקריים. הילדים ידעו לתאר את תכונותיו של כוח המשיכה ואת הסיבות לחילופי יום ולילה. כמו כן, הם הפגינו הבנה של הקשר בין המרחק ממקור חום לבין רמת החום (רמת החום יורדת עם העלייה במרחק), של הקשר בין רמת החום לשלושת מצבי הצבירה של המים, ושל הקשר בין המרחק של המתבונן מעצם פיזי לבין גודלו הנראה לעין (השמש נראית קטנה בשל מרחקה הגדול מאיתנו). בצוריהם הוסיפו הילדים והדגימו הבנה לגבי התנועה המעגלית של כוכבי הלכת סביב השמש ומופעי הירח השונים.

ממצאים אלה תואמים מחקרים קודמים שמצביעים על יכולות של ילדים בני 4-6 להבין רעיונות מדעיים שונים ובכללם רעיונות באסטרונומיה וחלל (Spektor-Levy, Kesner-Baruch & Mevarech, 2011; Ampartzaki & Kalogiannakis, 2016; Bryce & Blown, 2013; Kallery, 2011).

הממצאים תואמים גם לגישת תוכנית הלימודים של משרד החינוך המתווה הוראה של פרקים נרחבים במדע וטכנולוגיה בגני הילדים.

הוראת מדע האסטרונומיה בגיל הרך היא מאתגרת בשל היותו מדע שעוסק ברעיונות מופשטים שאינם מצויים בהישג ידם של הילדים (מציאות גופים בחלל, תנועתם של גופים אלה, רעיון ה"כוחות" והתייחסות גופים פיזיקליים זה לזה). אך עם זאת, רעיונות אלה נוגעים לחיי היומיום שלהם (תופעת יום ולילה, השמש, הירח והכוכבים הנגלים לעיניהם מדי יום ולילה, הנגזרות

היומיומיות של כוח המשיכה). התצפיות והשיחה עם הילדים העלו שלימוד נושא האסטרונומיה בגן העשיר את עולם המושגים והשפה המדעית של הילדים. הילדים רכשו במהלך הלמידה מושגים והיגדים מדעיים חדשים וביטאו בשפתם את הרעיונות שהם למדו. הם השתמשו במונחים כמו: "כוח המשיכה", "תנאי חיים", "כוכב לכת", "גז", "מימן", "קרום - מעטפת - גליין כדור הארץ". כמו כן הם ביטאו בציוריהם את הרעיון של הימצאות גופים שונים בחלל במרחקים שונים זה מזה וזה לעומת זה.

ממצאי המחקר הנוכחי אפשר לראות שכבר בגיל הרך, טרם נפגשים הילדים בתוכנית התערבות העוסקת בנושאים מדעיים, רכשו חלקם תפיסות לגבי מושגים באסטרונומיה. בדרך כלל התפיסות של מושגים אלה היו מוטעות בשל היעדר הסברים נאותים לתהליכים יומיומיים שהילדים חווים. תהליך הלמידה הצליח להבנות ידע ולהביא לכך שהילדים הצליחו לבטא רעיונות נכונים מבחינה מדעית. דוגמה לכך אפשר לראות בתהליך שעברו הילדים בתיאוריהם את תכונות השמש. מתפיסות מדעיות מוטעות שהתבטאו בשפתם במתן תכונות אנושיות לגרמי השמים ("השמש עייפה"), או בייחוס תכונות כפי שנגלות לעיניהם ("השמש היא כדור של אש", "קטנה מכדור הארץ", השמש נכנסת לים בלילה"), הם עברו לתפיסות שהולמות רעיונות מדעיים מקובלים ("השמש היא כוכב", "הטמפרטורה בשמש גבוהה מאוד", "השמש גדולה מכדור הארץ", "בלילה השמש נמצאת בצד השני של כדור הארץ", "הירח מחזיר את אור השמש").

תוצאות המחקר הנוכחי מתאימות למחקרים קודמים שהדגימו שינויים בתפיסותיהם של ילדים בני 4-6 לגבי תופעות אסטרונומיות. דוגמה לכך היא מחקרם של קמפזה וראוואניס (Kampeza & Ravanis, 2009) שבו הם בדקו תפיסות של 76 ילדי גן ביחס לתופעות על פני כדור הארץ. אחרי שבועיים בלבד של למידה הילדים שינו את הסבריהם וידעו להסביר תופעות שלא הבינו לפני הלמידה. כך גם במחקרם של ואלאנידס, גריצי, קמפזה וראוואניס (Valanides, Gritsi, Kampeza & Ravanis, 2000), שבו לאחר שבועיים בלבד של למידה, 33 ילדים בגן חובה זנחו תפיסות שגויות והפגינו הבנה חדשה בתופעות אסטרונומיות כגון היותם של השמש וכדור הארץ שני גרמי חלל נפרדים וכדוריים. חלקם אף ידעו לקשר בין סיבוב הארץ סביב צירה לחילופי

יום ולילה. הבנות אלה שגילו הילדים היו בהכרח קשורות לפיתוח ראייה מרחבית (Plummer, 2014) שהיא חיונית ביותר להשגת הבנות הנדסיות ומתמטיות אצל הילדים.

תפיסות מוקדמות אצל ילדים, גם אם רכים בשנים, בנוגע למושגים באסטרונומיה אינן דבר מפתיע. מקורן של אלה נובע מחוויות שלא הוסברו או שלא עובדו היטב. מחקריה של ווזניאדו (Vosniadou, 2007) שבדקו תפיסות של ילדים לגבי מושגים באסטרונומיה הראו שחלים שינויים איכותיים ניכרים בתפיסות אלה בין גיל 4 לגיל 12. לגבי כדור הארץ, לדוגמה, ילדי גן חושבים שהארץ נייחת, יציבה ושטוחה, ומצויה במרכז היקום. מנגד, רוב הילדים בסוף בית הספר היסודי חושבים שהארץ היא עצם כדורי הנמצא בחלל, והיא סובבת סביב עצמה וסביב השמש במערכת ההליוצנטרית. אם כך, בין גיל 4 לגיל 12 מתרחש תהליך שינוי אונטולוגי משמעותי - מתפיסת הילדים את כדור הארץ כאובייקט פיזיקלי לתפיסתם אותו כאובייקט שמשי. תוכנית ההתערבות במחקר זה אשר פותחה על ידי הגננת החוקרת כללה אמצעי למידה מגוונים שתאמו את גיל הילדים. הגננת נעזרה בהמחשות ויזואליות, בדגמים תלת-ממדיים, באנימציות, והכל תוך עידוד השימוש בראייה התלת-מרחבית וגם בדמיון של הילדים. על פי תוכנית למידה זו, התרחשה חשיפה חוזרת ונשנית לאותו מושג בווריאציות שונות כדי לאפשר הטמעה טובה של הרעיונות בקרב הילדים. תהליך הבניית המושגים והשימוש בהם בהקשרים שונים התרחשו תוך מתן התנסויות שונות לילדים.

אישך (אישך, 2009; Eshach, 2006) מדגיש את החשיבות שיש לדימויים הוויזואליים בתהליך ההוראה. לטענתו, מחנכים צריכים להיות מודעים לחשיבות שיש לשימוש בייצוגים חיצוניים אשר יתרמו להבנה של הילדים. הוא מציע שימוש עשיר ורחב בייצוגים תחושתיים כמו שימוש בתמונות, בגרפים, בסרטונים ובאנימציות, בדיאגרמות, בציורים ובדגמים תלת-ממדיים. נוסף על כך הוא טוען כי המחנכים צריכים לדרבן את הילד להשתמש בדמיון. במחקר הנוכחי מצאנו שהשימוש באמצעים הוויזואליים אשר הוצגו לילדים בהקשרים שונים תרם לכך שהם תיארו נכון בציוריהם ובדבריהם את המושגים האסטרונומיים שנלמדו בתוכנית. תהליך ההבנה של המושג אפשר גם העשרת הידע והשיח המדעי של הילדים. לטענת אישך ופריד (Eshach & Fried, 2009),

(2005), חשיפה מוקדמת לפעילויות מדע הכוללות ידע עשיר, מילולי ושאינו מילולי, יוביל ליצירה של תכנים ורעיונות הקשורים בידע, שייצרו בתורם רכישה של מושגים עשירים ומאורגנים. התהליך שבו הלומד בגיל הרך בונה את הידע ואת עולם המושגים שלו מעורר עניין מיוחד, בעיקר משום שצריכות להיות לו השלכות מהותיות על הדרך שלפיה יומלץ למורים ולגננות ללמד. חשוב שבתהליך הלמידה הגננת תלמד מושגים נכונים. מכאן שעליה ללמוד ולהבין היטב את הנושא שבחירה ללמד בגן (Ampartzaki & Kalogiannakis, 2016). עליה להיות בעלת ידע דיסציפלינרי כמו גם בעלת הכישורים הפדגוגיים הדרושים כדי ללמד את הילדים הצעירים תכנים ורעיונות מדעיים (Bose & Seetso, 2016; Andersson & Gullberg, 2014; Thulin & Redfors, 2017). היעדר ידע דיסציפלינרי ופדגוגי עלול להביא מורים להחזיק בתפיסות מוטעות הדומות לתפיסות של תלמידיהם ולפיכך מורים רבים עלולים להתקשות בהוראה בתחום המדעים, כיוון שהם אינם דוברים את "השפה המדעית" ברהיטות, ומתקשים לתרגם אותה לשפת ההוראה. נכון הוא שלא ניתן למנוע לחלוטין תפיסות שגויות הנפוצות בקרב תלמידים בכל רמות הלימוד, החל מבית הספר היסודי וכלה באוניברסיטה. אך עם זאת צריך לאפשר לתלמידים לבנות את התפיסות בצורה נכונה ומדויקת ככל האפשר (Eshach, 2006). מכאן שחשוב לעודד ולהדריך גננות ולהכשירן היטב להוראת נושאי הלימוד באסטרונומיה. יש לעודד גננות להכיר היטב כלים מדעיים ופדגוגיים ללמידת מדעים בגן (רביב ודרוביטבסקי, 2017; Andersson & Gullberg, 2014; Thulin & Redfors, 2017), ולסייע להן על ידי ליווי והדרכה כך שיותר גננות ייחשפו לתחומים המדעיים ויבחרו ללמד מדעים, ובכללם אסטרונומיה, בגן.

מגבלות המחקר ומחקרי המשך

המגבלה העיקרית של המחקר הייתה התבססותו על קבוצת ילדים קטנה יחסית בגן מרקע סוציאקונומי גבוה. יש צורך לבצע מחקרים נוספים באוכלוסיות שונות בגילאי הגן. כמו כן ראוי לבצע מחקרי המשך שייבחנו שאלות המתעוררות מתוך מחקר זה, כגון השפעת לימודי אסטרונומיה בגיל הרך על עמדות הילדים כלפי מדע בהמשך לימודיהם. יש להמשיך ולבחון

מודלים שונים ללמידה במטרה למצוא את הדרכים המיטביות לפיתוח ידע, חשיבה והבנה מדעיים אצל ילדים בגיל הרך.

רשימת מקורות

אישר, ח' (2009). גן הילדים: גן עדן להוראת המדעים. *עלון דע גן*, 2, 21-16.
משרד החינוך והתרבות (1992). "מחר 98" - דוח הוועדה העליונה לחינוך מדעי טכנולוגי. ירושלים.

משרד החינוך והתרבות, האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים (2009). *תוכנית לימודים במדע וטכנולוגיה בגן הילדים הממלכתי והממלכתי-דתי*. ירושלים: מעלות.
רביב, א' ודרובישבסקי, י' (2017). עמדות של גננות כלפי לימודי מדע וטכנולוגיה וכלפי יישום התוכנית להוראתם בגן הילדים. *חוקרים@הגיל הרך*, 6, 61-34.

Agan, L., & Sneider, C. (2003). Learning about the Earth's shape and gravity: A guide for teachers and curriculum developers. *Astronomy Education Review*, 2(2), 90-117.

Ampartzaki, M., & Kalogiannakis, M. (2016). Astronomy in early childhood education: A concept-based approach. *Early Childhood Education Journal*, 44(2), 169-179. DOI:10.1007/s10643-015-0706-5

Andersson, K., & Gullberg, A. (2014). What is science in preschool and what do teachers have to know to empower children? *Cultural Studies of Science Education*, 9(2), 275-296.

Bose, K., & Seetso, G. (2016). Science and mathematics teaching through local games in preschools of Botswana. *South African Journal of Childhood Education*, 6(2), 1-9. DOI:10.4102/sajce.v6i2.453

- Bryce, T. G. K., & Blown, E. J. (2013). Children's concepts of the shape and size of the Earth, Sun and Moon. *International Journal of Science Education*, 35(3), 388–446.
- Chastenay, P. (2018). To teach or not to teach Astronomy, that is the question: Results of a survey of québec's elementary teachers. *Journal of Astronomy and Earth Sciences Education*, 5(2), 115-136.
DOI:10.19030/jaese.v5i2.10221
- Eberbach, C., & Crowley, K. (2009). From everyday to scientific observation: How children learn to observe the biologist's world. *Review of Educational Research*, 79(1), 39-68.
- Eshach, H. (2006). Science literacy in primary schools and pre-schools. New-York: Springer.
- Eshach, H., & Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14, 315–336.
- Fleer, M. (1993). Science education in child care. *Science Education*, 77(6), 561–573.
- Gelman, R., & Brenneman, K. (2004). Relevant pathways for preschool science learning. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 150–158.
- Gerde, H. K., Schachter, R. E., & Wasik, B. A. (2013). Using the scientific method to guide learning: An integrated approach to early childhood curriculum. *Early Childhood Education Journal*, 41(5), 315-23.
- Kallery, M. (2011). Astronomical concepts and events awareness for young children. *International Journal of Science Education*, 33(1), 341–369.

- Kampeza, M., & Ravanis, K. (2006). An approach to the introduction of elementary astronomy concepts in early education. *Paper presented at the European Conference on Educational Research*, University of Geneva, 13-15 September 2006.
- Kampeza, M., & Ravanis, K. (2009). Transforming the representations of preschool-age children regarding geophysical entities and physical geography. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 3(1), 141-158.
- Kuhn, D. & Pearsall, S. (2000). Developmental origins of scientific thinking. *Journal of Cognition and Development*, 1, 113-129.
- Mali, G. B., & Howe, A. (1979). Development of earth and gravity concepts among Nepali children. *Science Education*, 63(5), 685-691.
- Michaels, S., Shouse, A. & Schweingruber, H. (2008). *Ready, set, science! Putting research to work in K-8 science classrooms*. Board on Science Education, Centre for Education, Washington, DC: The National Academics Press.
- Ödman-Govender, C. J., & Kelleghan, D. (2011). Astronomical perspectives for young children. *Science*, 333(6046), 1106-1107.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1975). *The origin of the idea of chance in children* (L. Leake, P. Burrell & H. D. Fishbein, trans.). London: Routledge and Kegan Paul. (Original work published 1941).
- Plummer, J. D. (2014). Spatial thinking as the dimension of progress in an astronomy learning progression. *Studies in Science Education*, 50(1), 1–45.

- Roychoudhury, A. (2014). Connecting science to everyday experiences in preschool settings. *Cultural Studies of Science Education*, 9(2), 305-315.
DOI:10.1007/s11422-012-9446-7
- Rushton, S., Juola-Rushton, A., & Larkin, E. (2010). Neuroscience, play and early childhood education: Connections, implications and assessment. *Early Childhood Education Journal*, 37(5), 351-361. DOI:10.1007/s10643-009-0359-3
- Schauble, L. (1996). The development of scientific reasoning in knowledge-rich contexts. *Developmental Psychology*, 32, 102–119.
- Sodian, B., Zaitchik, D., & Carey, S. (1991). Young children's differentiation of hypothetical beliefs from evidence. *Child Development*, 62, 753-766.
- Spektor-Levy, O., Kesner-Baruch, Y., & Mevarech, Z. (2011). Science and scientific curiosity in pre-school: The teacher's point of view. *International Journal of Science Education*, 35(13), 2226-2253.
- Thulin, S., & Redfors, A. (2017). Student preschool teachers' experiences of science and its role in preschool. *Early Childhood Education Journal*, 45(4), 509-520.
- Türkmen, H. (2015). After almost half-century landing on the moon and still countering basic astronomy conceptions. *European Journal of Physics Education*, 6(2), 1-17.
- Tytler, R., & Peterson, S. (2003). Tracing young children's scientific reasoning. *Research in Science Education*, 33(4), 433–465.
- Valanides, N., Gritsi F., Kampeza, M., & K. Ravanis, K. (2000). Changing pre-school children's conceptions of the day/night cycle. *International Journal of Early Years Education*, 8(1), 27-39.

Vosniadou, S. (2007). Conceptual change and education. *Human Development*, 50(1), 47–54.

נספח 1: שאלון ידע על מושגים באסטרונומיה

(עובד על פי Kampeza & Ravanis, 2006)

1. איך קוראים לכוכב הלכת שאנו חיים בו?
2. מהי צורתו של כדור הארץ? קובייה/דיסקית/כדור/אליפסה
3. מהם הצבעים במפת כדור הארץ ומה מסמל כל צבע?
4. מהם שלושת החלקים במבנה כדור הארץ?
5. מהו כוח המשיכה?
6. מהי התנועה של כדור הארץ?
7. מהי השמש? כוכב/ירח?
8. איפה השמש נמצאת בלילה? השמש מאחורי הירח/השמש בצד השני של כדור הארץ/ עננים מכסים את השמש/השמש הלכה לכוכבים אחרים
9. מהי הסיבה לחילופי היום והלילה בכדור הארץ?
10. מהו הירח?
11. מהי תנועת סיבוב הירח? הירח מסתובב סביב עצמו/הירח מסתובב סביב כדור הארץ/ הירח מסתובב סביב השמש/הירח לא מסתובב
12. האם הירח מופיע רק בלילה? היכן הוא נמצא במשך היום?
13. מי יותר גדול? השמש/כדור הארץ?
14. מאילו כוכבי לכת מורכבת מערכת השמש?
15. מה אתה יכול לספר לי על כל מערכת השמש והחלל בכלל שטרם שאלתי אותך?