**שיח כיתתי בשיעורי פיזיקה חד-מגדריים: Case study**

**תקציר**

case study זה בדק את מאפייני השיח הכיתתי בשיעורי פיסיקה של שתי כיתות תיכון חד מגדריות; כיתת בנים וכיתת בנות. השיעורים ניתנו על ידי אותו המורה ועסקו באותם נושאים. בכל כיתה הוקלטו שישה שיעורים , תומללו וקודדו. בכל שיעור נספרו מאפייני השיח שכללו את כמות המילים של המורה והתלמידים, מספר השאלות הפתוחות והסגורות שלהם, דפוסי אפיזודות השיח– קטעי שיח פתוח וקטעי שיח סגור והיוזם שלהם. סה"כ נותחו 549 שאלות סגורות, 1151 שאלות פתוחות, 139 קטעי שיח סגור ו 168 קטעי שיח פתוח. בנוסף, נערך ראיון חצי מובנה למורה שנסב על עמדותיו לגבי מאפייני השיח בשיעוריו ועל ההבדלים שהוא מוצא במאפיינים אלה בין בנים לבנות. הממצאים הראו שמספרם הממוצע של רוב הפרמטרים שנבדקו היה מעט גבוה יותר בכיתת הבנות. בשתי הכיתות, ברוב דקות השיעור התלמידים היו שותפים פעילים מאוד בשיח, הן בינם לבין עצמם והן בינם לבין המורה. לתפיסת המורה, ההבדלים שנמצאו בשיח בין הכיתות אינם קשורים למגדר התלמידים אלא לאופי התלמידים ולאווירה הכיתתית. המסקנה העיקרית הנובעת ממחקר זה הינה שהשיח של הבנות בכיתה חד מגדרית לא נופל מהשיח של הבנים ואפילו עולה עליו בהיבטים מסוימים כפי שנדון במאמר.

מבוא

הבחירה המועטה המתמשכת של בנות בלימודי מדעים בכלל ובלימודי פיסיקה בפרט, מעסיקה חוקרים ומחנכים בעולם. חוקרים מארה"ב

(;) אירופה

 (: ,ישראל () המזרח הרחוק () ואוסטרליה () מודאגים מן הפער המגדרי המובהק ומחפשים דרכים כיצד ניתן לשנות דפוס זה של רתיעת הבנות מלעסוק במקצוע הפיסיקה.

הדבר לכאורה מפתיע, לנוכח דיווחים על ציונים ממוצעים גבוהים יותר לבנות ברוב מקצועות הלימוד ובכללם מדעים, ועל מחוייבות גבוהה יותר שלהן לתהליכי למידה בבית הספר

(). חוקרים תולים את הפנייה המועטה של בנות ללימודי פיסיקה בכך שיש להן הערכה עצמית נמוכה ביכולותיהן המדעיות () וגם הסובבים אותן – מורים, הורים וחברים – בדרך כלל אינם מעודדים אותן לבחור תחומי דעת מדעיים ((Mujtaba, & Reiss, 2013. בנות שכן בחרו במדעים, עשו זאת לטענתם של Mujtaba & Reiss (2013) בעיקר בהשפעת מוריהן ונראה שיש לחקור השפעה זו ולברר כיצד המורים לפיסיקה יכולים לקדם את הבנות באופן שבו הם מובילים את שיעוריהם (

במחקר זה בחרנו לחקור את השיח הכיתתי המובל בעיקרו על ידי המורה ויש לו חשיבות מכרעת בלמידה (). קיימים מחקרים הטוענים שבנות פעילות יותר בשיח הכיתתי בקבוצות בהן הרוב הוא בנות ( ) ושקיימת אפלייה לרעת הבנות באופן ניהול השיח בשיעורי מדע בכיתות מעורבות (). לעומת זאת במחקרם המטה אנליטי של Pahlke et al (2014) לא נמצאה אפלייה מגדרית בשיח בשיעורי מדעים. מכיוון שהממצאים האלה אינם חד משמעיים ואף סותרים ביקשנו במחקר הנוכחי להעמיק את התובנות בנוגע לשיח הכיתתי ולבדוק את מאפייני השיח בשיעורי פיסיקה בכיתות חד מגדריות של בנים לעומת בנות.

**סקר ספרות**

**שיח בשיעורי מדעים**

בתהליך הלמידה המתקיים בכיתות בבתי הספר, הכלי העיקרי להוראה הוא השיח בין המורה לתלמידים (). בשיעורי מדעים, השיח חיוני להבהרת הרעיונות המדעיים, וכדי ליצור דיאלוג פורה, המורה שוזר בהסבריו לעיתים קרובות שאלות (), וכך התלמידים יוכלו לקחת חלק בשיח ( (Chin, 2006. השיח מעניק הזדמנות לתלמידים לדון על רעיונותיהם ובכך הוא מעודד למידה פעילה (,). מורים המובילים בכיתה שיח אפקטיבי מקדמים באופן ישיר ויעיל את ההבנה הקונספטואלית של התלמידים (). בעזרת שאלות המורה יכול לנוע מהרצאה מונולוגית של הרעיונות לעבר הוראה דיאלוגית אפקטיבית שמצרפת את התלמידים לתהליך הבנייה של רעיונות אלה (). השאלות מאפשרות למורה לבנות את הידע והרעיונות החדשים באופן הדרגתי תוך כדי שהוא מייצר שיח פעיל עם התלמידים (). השאלות מדרבנות את התלמידים להצטרף לתהליך הלמידה. . נמצא שטכניקת הוראה זו יעילה בפיתוח של חשיבה ביקורתית והשגת הבנה טובה יותר של הרעיונות המדעיים). השיח גם עוזר לתקן תפיסות שגויות תוך הגברת העיניין והמוטיבציה ללמידה (.,). נמצאה השפעה חיובית של הרמה והמורכבות של השאלות בכיתה על הרמה הקוגניטיבית של תלמידים בשיעורי מדעים בחטיבת הביניים (Smart & Marshall, 2013). כשהתלמידים עונים את תשובותיהם הם יוצרים חיבור בין הידע הקודם שלהם לידע החדש, ובכך הם יכולים לפתח כישורים כגון חשיבה יצירתית ( Chin, 2007 ), כישורי התבטאות בעל פה ובכתיבה וכן את כישורי ההנמקה שלהם (Chen, 2019 Chen, Hand, & Norton-Meier, 2017;).

לשאלותיו של המורה יש שתי פונקציות עיקריות. הראשונה, לבחון מה יודעים ומבינים התלמידים ממה שהוסבר (), והשנייה היא לעורר את התלמידים לחשיבה ולדיון על רעיונות מדעיים בלתי מוכרים, וליצור סינתזה עם רעיונות שנלמדו ( ). Erdogan and Campbell (2008) סיווגו בהתאם את השאלות לשני סוגים: שאלות סגורות closed-ended ושאלות פתוחות (open- ended). לשאלות סגורות יש בדרך כלל תשובה אחת נכונה, המציגה בקצרה מידע מסויים ומוגבל (). שאלות סגורות מדווחות למורה מהם הידע וההבנה שיש לתלמידיו. לעומת זאת לשאלות פתוחות לרוב אין תשובה מוחלטת אחת, והן עוסקות ברעיונות או תובנות ולאו דוקא במידע עובדתי. השאלות הפתוחות מובילות את התלמידים להביע עמדה, לנמק, להסביר, להדגים, לשער, להשוות, לטעון טיעונים ולפתור בעיות. תשובות התלמידים מאפשרות למורה להמשיך ולהציג שאלות נוספות ולקיים שיח שיוביל לכיוון שאליו הוא רוצה לקחת את הדיון המדעי (Morris & Chi, 2020). חשוב להדגיש שאיכות השאלה מושפעת מההקשר שבו היא נשאלה. שאלה פתוחה, ברמת חשיבה גבוהה איננה נחשבת כזו אם נערך עליה דיון קודם לכן, או לחילופין, אם המורה מכוון את תשובות התלמידים לתשובה ספציפית בלבד, שכן אז הופכת השאלה לשאלה סגורה ().

 אם המורה מעורר שיח פורה בכיתה, התלמידים מצטרפים לשיח לא רק בכך שהם עונים לשאלות, אלא שגם הם שואלים שאלות בעצמם (Scott, Mortimer, & Aguiar, 2006, Nystrand et al., 2003 Furtak, & Ruiz-Primo, 2008;). בניגוד למורה, התלמידים בדרך כלל אינם יודעים את התשובות לשאלותיהם. לעיתים הם שואלים במטרה להבין רעיון שלא הבינו ממה שהוסבר להם, דהיינו הם שואלים שאלות סגורות. אך לעיתים, אם הדיון והרעיונות המדוברים בו מסקרנים את התלמידים, הם שואלים על מנת לחקור רעיונות מדעיים חדשים להם. במקרה זה, התלמידים ישאלו שאלות פתוחות (2014 Christodoulou & Osborne,). העובדה שתלמידים שואלים שאלות מיוזמתם מעידה על כך שהנושא הנלמד מרתק אותם ונוצרה אצלם מוטיבציה ללמידה () החיונית ללמידה יעילה (). מורה טוב ירצה לעודד את תלמידיו לשאול ככל שניתן. שאלות פתוחות של התלמידים עשויות להסיט את הדיון הכיתתי לעסוק ברעיונות החדשים שהעלו התלמידים אף אם המורה לא תכנן לדון בהם מלכתחילה (Chin & Osborne, 2008, Furtak & Ruiz-Primo, 2008). המורה צריך לפיכך להיות גמיש ומסוגל לנצל את התעניינות תלמידיו ולשנות את מהלך השיעור בהתאם לשאלותיהם ().

השאלות שנשאלות בכיתה מייצרות סוגים שונים של שיח. אם השיח הינו תלת שלבי, שבו היוזם פונה בשאלה, הצד השני עונה והצד היוזם מגיב, השיח מוגדר כשיח סגור (Mehan, 1979). אם השואל הינו המורה, תגובתו תהיה בדרך כלל אישור או תיקון לתשובת התלמיד, ובזה השיח יסתיים. אם השואל הינו התלמיד, המורה – או תלמיד אחר – יענה על השאלה, והמשוב של השואל יהיה אישור לקבלת התשובה לשאלתו, ולאחר מכן תתחיל אפיזודה של שיח חדש. שיח מסוג זה חשוב כדי לוודא שניתן להתקדם בלמידה על בסיס רעיונות קודמים, אך הוא עצמו אינו עוסק ברעיונות חדשים. כדי ללמד רעיונות חדשים בעזרת שיח, יש ליזום שיח פתוח ) המתאפיין בשלבים רבים יותר של חילופי דיבור בין המורה לתלמידים. השיח הפתוח הינו רב שלבי והוא מונע משאלות פתוחות שממלאות תפקיד מפתח בתהליך התירגול והאימון שמפתח את יכולות הארגומנטציה של התלמידים. השיח הפתוח לטענתם של McNeill & Pimentel (2010) מדרבן את התלמידים להביע ולנמק את טיעוניהם, לבטא את מחשבותיהם ולדון על התובנות שלהם בדיאלוג שמתקיים לא רק עם המורה אלא גם עם חבריהם לכיתה . לפי Christodoulou & Osborne (2014), בלימודי המדעים נדרש שיח שונה מאשר בלימודים אחרים. שם אין להסתפק בהסברים והדגמות, אלא יש לקיים שיח דיאלוגי הנעזר בארגומנטציה כהליך מרכזי ועיקרי. זהו שיח פתוח אשר לטענתם של חוקרים אלה יכול להיווצר רק בעקבות שאלות פתוחות.

**מגדריות בשיעורי פיסיקה**

מקצוע הפיסיקה נחשב בעיני רבים כמקצוע גברי מובהק (;) ונטען ע"י מורים (Nyström, 2009) וע"י תלמידים והוריהם (Francis et al, 2017) שבהוראתו ניתן למצוא אפלייה מגדרית. יש מחקרים המלמדים על הבדלים ביחס המורים כלפי בנים לעומת בנות כאשר הם לומדים פיסיקה יחד באותה הכיתה (Eliasson et al., 2016, 2017). בדרך כלל המורים פונים יותר לבנים מאשר לבנות במהלך השיח בכיתה (Francis, et al, 2017), גם דיווחים קודמים יותר מלמדים שהמורים הקדישו זמן רב יותר לאינטראקציה כיתתית עם בנים מאשר עם בנות (). הבנים עונים יותר מהבנות לשאלות ותופסים מקום דומיננטי יותר מהבנות - עד כדי פי שניים – בשיח הכיתתי (Eliasson et al., 2017). מורים למדעים נתנו משוב חיובי יותר לבנים מאשר לבנות

). אצל מורים גברים, נמצא שהם כיוונו את שאלותיהם לעיתים קרובות יותר לתלמידים בנים, ואילו מורות נשים הציגו אותה כמות של שאלות הן לתלמידים והן לתלמידות (Eliasson et al., 2017). מניתוח האינטראקציה הכיתתית בכיתות מעורבות מגדרית נמצא שהבנים נוטים יותר ליזום אינטראקציות עם מוריהם, להתנדב לענות על שאלות ולקרוא תשובות (Jones & Wheatly, 1990). הם לרוב נוטים לדבר יותר, אינם חוששים להשתתף בשיח ולשלוט באינטראקציה הכיתתית גם אם אינם בעלי יכולות גבוהות, (Eliasson et al., 2016). יתכן שזאת אחת הסיבות ליחס מפלה לטובה שהם זוכים לו גם אם התנהגותם לעיתים פחות מקובלת (). הבנים מפגינים ביטחון עצמי רב והם פעילים בכל הרכב כיתתי, ולעומתם בנות נוטלות חלק באינטראקציה הכיתתית רק אם הן מאוד בטוחות ביכולותיהן Jurik et al., 2013)) כאשר הן לומדות בקבוצות קטנות או כאשר הן הרוב ().

העובדה שמורים מתייחסים בפחות תשומת לב לבנות בהשוואה לבנים (Eliasson et al., 2017) יכולה לכשעצמה להביא לירידה בהשתתפות הבנות בשיח הכיתתי במדעים עד כדי הפחתה מוחלטת שלהן בשיח זה.

לגבי שאלות בשיח, תובין (Tobin, 1988) דיווח שמורים הציגו כמות דומה של שאלות ברמה נמוכה (סגורות) לבנים ולבנות. לעומת זאת נמצא שמורים, נשים כגברים, מפנים באופן יזום יותר שאלות קוגניטיביות ברמה גבוהה (פתוחות) לתלמידים ספציפיים, ואלה הם בדרך כלל בנים.

ההבדלים לגבי יחס מגדרי שונה של המורים לפיסיקה ולגבי ההבדלים המגדריים בשיח בכיתה כפי שסקרנו, הגיעו מכיתות מעורבות. בכיתות בעלות מגדר יחיד התמונה שונה. כיתות חד מגדריות מתקיימות במערכות חינוך משתי סיבות עיקריות, האחת קשורה לסיבות דתיות והשנייה לשאיפה לשפר את הישגי התלמידים (Pahlke et al., 2014). פהלקה וחוב' (2014) ביצעו מחקר מטא אנליטי לבחינת טענתם של תומכי החינוך החד-מגדרי לפיה ההפרדה בין בנים לבנות משפרת את ההישגים ואת ההתעניינות בלימודים של שני המגדרים. המטא אנליזה כללה השוואה של כיתות חד-מגדריות ומעורבות של 1.6 מיליון סטודנטים בכיתות K-12 ברחבי ארצות הברית. המסקנה היתה שיש ייתרון מסויים לכיתות חד מגדריות לגבי הישגים לימודיים במתמטיקה, אך לא בהכרח בלימודי מדעים. מחקר אחר שבדק יעילות של כיתות חד מגדריות להגדלת המעורבות של בנות בלימודי מדעים, טכנולוגיה הנדסה ומתמטיקה - STEM (Hughes et al., 2013) מצא שבגיל ההתבגרות מתחילה להתפתח אצל הבנות תחושה של ניתוק מתחומי הדעת הללו ומה שיכול לשנות זאת אלה תוכניות פדגוגיות, ולאו דווקא היותן של הבנות בכיתה חד מגדרית. גם Murphy & Whitelegg (2006) טוענים שבכיתות חד מגדריות הבנות מרגישות שייכות גבוהה יותר למקצוע המדעים, ו- Gillibrand, et al. (1999) מדווחים שבנות שלמדו פיסיקה בכיתה חד מגדרית בבי"ס מעורב באנגליה רכשו ביטחון במקצוע, והדבר התבטא בהישגים גבוהים ובנטיה לבחור בלימודי המשך של פיסיקה ברמה גבוהה.

לעומת זאת, מחקרם של Sampson, Gresham, Leigh, & McCormick-Myers (2014) מציג תמונה שונה.חוקרים אלה השוו את השיח הכיתתי, התפיסה העצמית וההישגים במדעים בכיתה ח' חד-מגדרית לעומת כיתה מעורבת. ממצאיהם הפוכים מממצאיהם של אליסון וחוב' (2017) והם מדווחים שהבנות ממעטות להשתתף בשיח דווקא בהיותן בכיתות חד מגדריות. לטענתם יש ייתרון לכיתות חד מגדריות לבנים, שכן ההישגים והמודעות המדעית שלהם השתפרו לעומת כיתה מעורבת.

נראה אם כן שהדיווחים בספרות לגבי השיח בכיתות חד מגדריות אינם חד משמעיים ואף סותרים לעיתים. לפיכך רצינו במחקר הנוכחי לברר מהם מאפייני השיח בכיתות חד מגדריות כאשר התלמידים הם רק בנים או רק בנות. זהו case study על מורה שלימד אותם הנושאים שתי כיתות כיתת בנים וכיתת בנות, כך שניתן היה להקטין את ההטייה האפשרית של תוכן וסגנון הוראה שונה או מגדר שונה של המורה על השיח הכיתתי. ייחודו של המחקר הוא במעקב השיטתי אחר רכיבים שונים של השיח בשיעורי פיזיקה בכיתות חד מגדריות עם אותו מורה. מעקב מסוג זה המאפיין את השיח בפיזיקה של כיתת בנים לעומת כיתת בנות, כמעט ולא נערך ומכאן תרומתו הפוטנציאלית של המחקר הנוכחי לבסיס הידע הפדגוגי על שיח כיתתי.

**שאלת המחקר**

 1. מהם המאפיינים של השיח בשיעורי פיסיקה של בנים ושל בנות בכיתות חד מגדריות תוך התייחסות לרכיבים הבאים:

 א. מספר המילים של התלמידים ושל המורה בכל כיתה

ב. מספר השאלות הסגורות והפתוחות של המורה בכל כיתה

ג. מספר השאלות הפתוחות והסגורות של התלמידים בכל כיתה

ד. מספר אפיזודות השיח הסגור והפתוח שהמורה יזם בכל כיתה

ה. מספר אפיזודות השיח הסגור והפתוח שהתלמידים יזמו בכל כיתה

2. כיצד המורה מאפיין את השיח בכיתת הבנים ובכיתת הבנות בשיעורי הפיסיקה?

**מתודולוגיה**

**אוכלוסיית המחקר: המורה והתלמידים**

זהו case study בו חקרנו מורה אחד ושתי כיתות וששולבו בו הגישה הכמותית והגישה האיכותנית. המורה לפיסיקה בן 41, מהנדס אלקטרוניקה בעל תואר שני בחינוך מדעי וכרגע לומד לתואר שלישי בחינוך מדעי. זהו מורה מנוסה בהוראה בכיתות חד מגדריות. עד לביצוע מחקר זה הוא לימד 6 כיתות של בנות בלבד, במשך 4 שנים, חלקן במשך שלוש שנים ברצףוכן לימד 15 כיתות של בנים בלבד במשך 7 שנים, חלקןבמשך 3 שנים ברציפות. מורה זה נטל חלק פעיל בצוות פיתוח של תוכנית MOOC ארצית להוראת הפיסיקה בתיכון.

כיתת הבנים היתה כיתה יא' (בגיל 16-17) בת 22 תלמידים הלומדים פיסיקה ברמה מוגברת והניגשים לבחינות בגרות ברמה הגבוהה ביותר בבית ספר כפרי אזורי במרכזה של מדינת ישראל. בבית הספר מלמדים מורים ומורות והתלמידים בעלי רקע סוציואקונומי בינוני - גבוה. כיתת הבנות היתה כיתה יא' (בגיל 16-17) בת 20 בנות הלומדות גם הן פיסיקה ברמה מוגברת עם אותה תכנית לימודים. בית הספר ממוקם בעיר שבמרכז מדינת ישראל שמלמדים בו מורים וגם מורות והתלמידות בעלות רקע סוציואקונומי בינוני-גבוה. שני בתי הספר מיועדים לתלמידים בעלי רקע דתי וכל הכיתות בשניהם הינן חד מגדריות.

נושאי הלימוד של שתי הכיתות היו: שלושת חוקי ניוטון, קינמטיקה ומשוואות התנועה של גופים, חקירת גופים במערכת מואצת, תנע, פגז שנורה, אנרגיה ועבודה.

**מהלך המחקר ועיבוד הנתונים**

בכל כיתה הוקלטו 6 שיעורים רצופים בני 45 דקות כל שיעור. השיעורים לא כללו מעבדה או תרגול. ההקלטות תומללו וקודדו בשיטה שפותחה ונוסתה על ידי כותבות המאמר במשך כשלוש שנים השיעור חולק לפרקי זמן של דקה אחת ובכל דקה נכתב כל מה שנאמר במהלכה תוך הבחנה מי הדובר- המורה או התלמידים. כאשר השתתפו תלמידים שונים בשיח, דבריהם סומנו בצבעים שונים לצורך ההבחנה. הערות פרוצדוראליות לא נספרו ונכללו רק מילים הקשורות לתוכן הנלמד.

 השאלות בכל שיעור סווגו לפי אופיין, פתוחות או סגורות, ולפי המקור - המורה או התלמידים. בסה"כ ניתחנו 1700 שאלות מתוכן 549 שאלות סגורות ו- 1151 פתוחות. חושב ממוצע השאלות הפתוחות והסגורות בששת השיעורים של כל כיתה. כל אחת משתי החוקרות במחקר זה מיינה בנפרד את השאלות ולאחר מכן ערכנו השוואה. נמצאה התאמה של 85% בין המיונים. נערך דיון על השאלות שמיונם לא היה זהה עד שהגענו להסכמה.

קטעי השיח במהלך השיעורים נספרו וסווגו לפי שיח פתוח או סגור, ולפי היוזם, מורה או תלמידים. קטע שיח סגור הוגדר כאשר הגורם היוזם פתח בפניה, קיבל תגובה, והגיב עליה, ובזה קטע השיח הסתיים. קטע של שיח פתוח הוגדר כקטע שבו הגורם היוזם פתח בפניה או בשאלה פתוחה ובעקבות זאת הוא קיבל תגובה שעוררה אותו או גורמים אחרים להגיב, ובהמשך נוצר דיאלוג מתמשך שבו היו חילופי דברים בין המורים לתלמידים או בין התלמידים לבין עצמם. מקטע השיח הסתיים כאשר הדיון עבר לנושא או רעיון אחר. בסה"כ ניתחנו 307 אפיזודות שיח מהן 139 בדפוס שיח סגור ו-168 אפיזודות שיח פתוח. חושב ממוצע אפיזודות השיח הסגור והפתוח בכל ששת השיעורים של כל כיתה.

בנוסף, נערך ראיון חצי מובנה למורה של שתי הכיתות, במטרה לתעד את חוויותיו ואת ההבדלים במאפייני השיח בין כיתות בנים לכיתות בנות שהוא לימד. מלבד שאלות רקע כלליות הנוגעות לגילו, השכלתו, ותק בהוראה, כיתות הלימוד ונושאי הלימוד נשאל המורה במהלך הראיון שאלה מרכזית אחת: כיצד היית מאפיין את השיח בשיעורי הפיזיקה בכיתות הבנים ובכיתות הבנות שאתה מלמד והאם לפי התרשמותך יש הבדלים במאפייני השיח בין הכיתות?

הראיון נערך על ידי אחת ממחברות המאמר, ארך כ- 50 דקות, הוקלט ונרשמו גם הערות במהלכו. Follow-up interview נוסף נערך להבהרת שאלות שעלו במהלך העבודה על ההקלטה.

**תוצאות**

**מאפייני השיח בכיתת הבנים ובכיתת הבנות**

טבלה מס. 1 מסכמת את נתוני הפרמטרים השונים של השיח שהתקיים בשיעורים לפיסיקה בשתי הכיתות. כיוון שחקר המקרה הנוכחי כלל רק שישה שיעורים בכל כיתה, לא היתה הצדקה לבדיקת מובהקות ההבדלים בין הכיתות ובטבלה מוצגים רק הממוצעים וסטיות התקן של כל פרמטר.

מצאנו שבשתי הכיתות הממוצע של מספרי המילים לשיעור, הן של המורה והן של התלמידים היה דומה. לעומת זאת מצאנו שבכיתת הבנות הממוצע המספרי של השאלות הפתוחות והסגורות של המורה והשאלות הסגורות של התלמידות היה מעט גבוה יותר משל הבנים. המספר הממוצע של שאלות פתוחות של הבנים היה מעט גבוה יותר מזה של הבנות. טבלה 2 מרכזת דוגמאות בודדות לשאלות סגורות פתוחות של המורה והתלמידים בשתי הכיתות.

מספר קטעי השיח על כל סוגיהם, ביוזמת המורה או התלמידות היה מעט גבוה יותר בכיתת הבנות לעומת הבנים. נציין שבין ששת השיעורים שהוקלטו אצל הבנות היתה שונות רבה במספר קטעי השיח הסגור שיזם המורה. היו שיעורים בני 3-5 קטעי שיח כאלה, והיו שיעורים בני 20-25 קטעי שיח מה שתרם לסטיית התקן הגבוהה.

בבחינת התנהלות השיח במהלך השיעור, מצאנו שבשתי הכיתות התקיים שיח ער כמעט בכל דקה מדקות השיעור, והתלמידים נטלו חלק פעיל בשיח לכל אורך השיעור. בשתי הכיתות היו דקות בהן רק התלמידים דיברו. גם הבנות וגם הבנים הביעו את רעיונותיהם במידה דומה, ענו לשאלות הרבות של המורה ושאלו בעצמם שאלות רבות במהלך השיעור. השיעור התנהל ברובו כשיח ולא כהרצאה מונולוגית.

טבלה מס. 1: רכיבי השיח בכיתת הבנים ובכיתת הבנות

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| פרמטר שיח |  בנות |  בנים |
| M  | SD | M  | SD |
| מילים מורה | 2104.3 | 436.8 | 2891.7 | 869.0 |
| מילים תלמידים | 1701 | 814.2 | 1842.3 | 797.7 |
| שאלות סגורות מורה | 24.8 | 7.0 | 17.0 | 4.6 |
| שאלות פתוחות מורה | 53.3 | 12.8 | 49.0 | 17.5 |
| שאלות סגורות תלמידים | 33.8 | 15.8 | 16.0 | 4.6 |
| שאלות פתוחות תלמידים | 39.8 | 27.5 | 49.7 | 11.0 |
| קטעי שיח סגור מורה | 9.3 | 10.5  | 1.3 | 1.15 |
| קטעי שיח פתוח מורה | 10.0 | 6.2 | 5.0 | 2.0 |
| קטעי שיח סגור תלמידים | 6.7 | 2.3 | 5.7 | 4.0 |
| קטעי שיח פתוח תלמידים | 7.6 | 2.8 | 5.3 | 1.5 |

שיח המורה התאפיין בהסברים קצרים וברוב השיעור המורה עורר דיאלוג על ידי שאלותיו שהיו ברובן פתוחות, וכך עודד את התלמידים לשאול בעצמם. הן אצל הבנים והן אצל הבנות היו יותר קטעי שיח פתוח שיזם המורה מקטעי שיח סגור.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | שאלות סגורות | שאלות פתוחות |
| מורה | איך קוראים למשוואה הזאת? או:למה שווה מינוס הנורמל? | אין כאן חיכוך, למה שהגוף יעצור?או:בגרף, מה המשמעות של השטח מתחת לעקום המהירות? |
| בנות | מה יראו המאזנים? אותו דבר?או:המורה איך חישבת 7.1 שניות? | איך ייתכן שהחוט של 2 ק"ג מושך 3 ק"ג?או:רק רגע, אמרנו שהמסה לא משתנה, אז איך המאזנים מראים גודל אחר? |
| בנים | איך ממירים שבעה קילומטר לשנייה למטר לשנייה?או:האם מערכת פולארית זה וקטורים? | אני שואל, אם אני אזרק לחלל, בתוך חליפה, אני אעשה סיבוב מסביב לכדור הארץ גם אם אני בלי חללית?או:למה אם אני מסתובב סביב כדור הארץ אני מרגיש שאני כאילו לא זז? |

טבלה 2. דוגמאות לשאלות סגורות ולשאלות פתוחות בשיעורים

קטעי השיח הסגור היו לרוב תלת שלביים, ולרוב רק תלמיד אחד והמורה השתתפו בשיח כפי שניתן לראות בדוגמאות הבאות:

מורה: מה יראה המשקל אם המעלית יורדת במהירות קבועה של 30 מטר לשנייה?

תלמידה 1: אותו הדבר.

מורה: יפה, בואו נרשום את זה. (שיעור 3, הבנות)

תלמיד 1: כשאומרים הרדיוס של הלוויין הזה, למה הכוונה?

מורה: לרדיוס מסלול הסיבוב.

תלמיד 1: אוקי. (שיעור 6, בנים).

בניגוד לקטעי השיח הסגור, השיח הפתוח אופיין במשתתפים רבים יותר ומשך זמן ארוך יותר כפי שמודגם כאן בחלק ממקטע שיח אצל הבנות:

תלמידה 1 (מקריאה):

תלמיד תולה משקולת בצורת כדור על חוט תפירה. החוט אינו נקרע, אולם כאשר התלמיד מושך את החוט ע"י הרמת הכדור כלפי מעלה, החוט נקרע. החוט נקרע במצב השני, למרות שלא נקרע במצב הראשון...

תלמידה 2: יש לו כוחות שמושכים אותו משני הכיוונים...

מורה: יפה.. איך את יודעת?

תלמידה 2: יש את המשקולת ויש את החוט כלפי מעלה..

מורה: אוקי..אבל...

תלמידה 3: בגלל שהוא מושך כלפי מעלה..

מורה: בהתחלה החוט לא נקרע, וכשאני מושך למעלה זה כן נקרע..

תלמידה 2: מה נתון בשאלה? הינה!!

מורה (מחזיר את השאלה לתלמידה): מה הנתון החשוב בשאלה?

תלמידה 4: תאוצה כלפי מעלה.

מורה: במילה אחת?

תלמידה 4: מעלה...

מורה: מה זה אומר שיש לו תאוצה למעלה?

תלמידה 5: שיש כוח

מורה: ומה זה אומר שיש כוח?

תלמידה 5: החוט מוגבל, הוא לא יכול להחזיק את כל הכוח...

מורה: מה המתיחות של החוט, כמה המתיחות פה חבר'ה?

תלמידה 3: המתיחות של החוט זה MG...

מורה: למה המתיחות שווה ל-MG?

קטע השיח נמשך עוד 40 שניות ומסתיים כך:

מורה: בואו נעשה סיגמה אף של F מינוס T, F לכיוון מעלה..(המורה כותב את הנוסחאות על הלוח...)

יש T כלפי מעלה ו-MG כלפי מטה. אם כוח המתיחות יותר גדול ממשקל הכדור, אז הכדור יהיה בתאוצה כלפי מעלה

תלמידה 5: ואז החוט ייקרע

מורה: החוט מוגבל בכוח שלו לפני שהוא נקרע, כשהמתיחות היתה שווה ל-MG אז החוט עמד בזה

וכשכשמושכים יותר חזק - יש נקודת סף שהחוט נקרע... ( שיעור 4, בנות)

גם בכיתת הבנים מצאנו אפיזודות דומות של שיח פתוח בו היו מעורבים מספר תלמידים ושנמשכו בין 40 שניות ל 290 שניות. רק בגלל מגבלת המילים לא הוצגה כאן דוגמא לשיח כזה.

 מאפיין נוסף של השיח הכיתתי שנמצא דומה בשתי הכיתות היה הפנייה של שאלות התלמידים על ידי המורה בחזרה לכיתה, וכאשר המורה נשאל שאלה הוא העדיף שתלמידים אחרים בכיתה יענו עליה, ולעיתים אף עודד את השואל או השואלת באמצעות שאלות מכוונות לענות בעצמם כפי שניתן לראות בדוגמא שלהלן:

מורה: דן שוקל 70 ק"ג ויורד במעלית. מה יראה המשקל אם המעלית יורדת במהירות קבועה של שלושה מטרים לשניה?

תלמידה 1: אבל אם גם המאזנים וגם דן נמצאים בתוך המעלית, למה שהמשקל ישתנה?

מורה: אם המאזנים ודן בתוך המעלית, למה זה משנה?

תלמידה 2: למה שהמשקל ישתנה?

תלמידה 3: אתה מוסיף תאוצה? (שיעור מס. 1 בנות)

מהדוגמאות הללו וגם משמיעת ההקלטות נציין שהתלמידים גילו סקרנות ושאלו בחופשיות שאלות רבות את המורה ואת חבריהם לכיתה. המורה עיצב את השיח בעזרת השאלות הללו, ולעיתים שינה את מהלך השיעור על פי הכיוון שאליו הופנו שאלות התלמידים. מאפיין זה בא לידי ביטוי גם אצל הבנים וגם אצל הבנות.

**מה המורה חושב על השיח בכיתת הבנים ובכיתת הבנות?**

בתשובה לשאלתנו כיצד הוא מאפיין את השיח בשיעורי הפיזיקה שלו, אמר המורה שהכלי המרכזי בדרך ההוראה שלו הינו השיח והוא מבוסס על שני עקרונות. לדבריו, העיקרון הראשון הוא שכל רעיון מדעי נלמד מהבסיס. המורה מדגים תופעה כלשהי, ומבקש מהתלמידים לנחש את תוצאותיה. לאחר ההדגמה מתקיים עליה דיון הכולל את כל שלבי פיתוח הרעיון המדעי, החל מהרעיונות הבסיסיים ביותר ועד לרישום הנוסחה המתמטית. העיקרון השני לטענתו הוא שכל רעיון מדעי חייב להיות מבוטא בעל פה ואחר כך בכתב על ידי התלמידים. התלמידים צריכים לשאול את השאלות, לענות עליהן, לטעות, להתווכח ביניהם, ובסופו של השיח הם אלה שמנסחים את הרעיון המדעי ומבטאים אותו בנוסחה המתמטית. לדעתו, הסבר מונולוגי של תופעה פיסיקלית ע"י המורה הינו חסר ערך, והלימוד אינו מועיל. הלימוד משיג את מטרתו רק אם התלמידים מבטאים את הרעיון המדעי, ושאיפתו כמורה שכל הרעיונות הנלמדים בשיעור ינוסחו ע"י התלמידים. כך הוא מתאר:

 "אני מחזיק בידי 2 גולות, אומר להם שאני עומד לשחרר את האחת ממנוחה לנפילה חופשית, ואת השניה ממהירות אופקית כלשהי לנפילה חופשית. אני שואל אותם מה יקרה. בתחילה הם אינם מגובשים, מציעים אפשרויות שונות, ואז הם חוזים בהדגמה. לאחר שראו מה באמת קרה, הם מתחילים להסביר. הם מתווכחים, מעלים סברות, שואלים שאלות, כי הסקרנות שלהם התעוררה וזה עורר אותם לחשיבה. בסוף התהליך הם מסבירים את התוצאה, ומנסחים את המשוואות המתמטיות".

המורה מתאר שני initiatives לשאלות התלמידים. האחד, שאינם מבינים את הרעיון הנלמד ואז הם שואלים שאלות סגורות, והשני כשהם נתקלים בסיטואציה חדשה שאינם יודעים להסביר ואז הם שואלים שאלות פתוחות. מתחיל אז שיח פתוח הכולל הצעות שונות של התלמידים, חלקן בהכרח שגויות. שגיאות אלה מובילות לתוצאות אבסורדיות והם מנסים לתקן את השגיאה וכך מגיעים להבנה מעמיקה יותר של הרעיון הפיסיקלי המדעי. כדברי המורה:

" היצגתי להם נתוני פתיחה של טיל ... שנורה בזוית מסויימת ובמהירות גבוהה, והם התבקשו לחשב את זמן הנחיתה. הם חישבו שהוא ינחת כעבור 36 שעות. הם מייד גילו את האבסורד, וחיפשו מה הטעות. הם קיימו דיון ביניהם, שאלו שאלות זה את זה, הציעו הצעות שונות, ענו ונימקו, התווכחו, עד שגילו בעצמם שבהצבת G הם השתמשו ביחידות הלא נכונות. כשהציבו את היחידות הנכונות קיבלו תשובה נכונה והגיונית. תהליך השיח ביניהם בודאי תרם לכך שבשאלה דומה בעתיד הם כבר לא ייטעו את הטעות הזאת ויקפידו להשתמש ביחידות המתאימות".

והוסיף המורה: "אני אומר להם: המטרה שלכם היא שתגיעו לטעות לפני המבחן. אתם חייבים לטעות, לברר את הטעות ולתקן. ואז כשתגיעו למבחן - לא תטעו". כך המורה מכוון את תלמידיו לגלות בעצמם את הפתרונות לשאלות המדעיות, ונותן מקום חשוב לטעויותיהם ולויכוחים ביניהם.

 בנוגע להבדלים במרכיבי השיח בין הבנים לבנות, המורה טען שאין אצלו הבדלים משמעותיים בהתנהלות השיח הכיתתי בין המגדרים. כשהוצגו בפניו הנתונים שנאספו משיעוריו המראים הבדלים מסוימים במספרי השאלות וקטעי השיח הוא תלה את ההבדלים באופי השונה של כל כיתה ללא קשר למגדר. תיאורו:

 " יש כיתות תוססות ופעילות, שם התלמידים מגלים סקרנות ומעורבות גבוהה בשיח ובניסוח הרעיונות. לעומתן היו לי כיתות שבהן התלמידים המעיטו בשאלות ובהשתתפות בשיח. היתה לי כיתת בנות בעיר גדולה, מרקע סוציואקונומי גבוה. הן מיעטו לשאול, לא היו סקרניות, היו פסיביות, לא השתתפו בשיח, וחשתי שהן גם אינן מבינות את הרעיונות המדעיים. לעומתן היתה לי כיתת בת 15 בנות ביישוב פריפריאלי קטן, הבנות שם היו ממש מגוייסות: עבדו בהתלהבות, ענו לשאלות ושאלו הרבה בעצמן, התחברו מאוד לשיח, היתה אווירה חיובית ולמידה טובה בשיעורים ".

לגבי אופי השאלות בכיתה אמר המורה: "תלמידים הם תלמידים. אני שואל את השאלות אותו הדבר אם בכיתה יש בנים או בנות. כל שאלה של תלמידה או תלמיד אנימקבל בשמחה ובדרך כלל גם אחזיר לו את השאלה כדי לעודד אותו לחשוב ולמצוא את ההסברים בעצמו".

מכאן שלדברי המורה ההבדלים בהשתתפות התלמידים בשיח נבעו מאופיים השונה של התלמידים ומהאווירה הכללית והחברתית, ללא תלות במגדר.

**דיון**

מחקר המקרה שלפנינו ניתח את מאפייני השיח בשיעורי פיזיקה בשתי כיתות יא' חד מגדריות, כיתת בנים לעומת כיתת בנות. הכיתות הללו מייצגות צורת למידה חד-מגדרית של חלק מבתי הספר התיכוניים הדתיים בישראל. למידה בכיתות חד מגדריות היא תופעה הקיימת גם במדינות אחרות ( ) ויש חשיבות להעמקת הבנת השיח בכיתות אלה.

התוצאות במחקר שלפנינו מצביעות על כך שהבנות הפגינו מעורבות דומה ובמובנים מסויימים אף גבוהה יותר בשיח הכיתתי ביחס לבנים. מעורבות זו התבטאה בפרמטרים שונים של השיח. למעט מספר גבוה יותר של שאלות פתוחות שיזמו הבנים, בכל יתר הפרמטרים נמדדו ערכים גבוהים יותר בכיתת הבנות: במספר המילים שהן אמרו בשיעור, במספר השאלות הסגורות שהן יזמו ובמספר קטעי השיח (פתוחים או סגורים) שיזמו. תוצאות אלה מחזקות ממצאים אחרים המלמדים שכאשר הבנות לומדות רק עם בנות מינן הן מרגישות חופשיות ובטוחות בעצמן, ואינן חוששות להתבטא ולהשתתף בשיח המדעי (). הבנות בכיתה החד מגדרית הראו שהן מגיבות היטב לשיח שיזם המורה בשיעור, אך אינן מסתפקות בכך אלא מיצרות בעצמן שיח פעיל ופתוח על ידי השאלות שהן שואלות ועל ידי הרעיונות המדעיים שהן מקיימות עליהם דיון. הבנות שבכיתה החד מגדרית הדגימו שהן אינן מסתפקות בשאלות סגורות כדי לוודא שהבינו רעיונות שכבר נלמדו, אלא שבדומה לבנים יוזמות שאלות פתוחות ומייצרות שיח פתוח שמעמיק את הדיון ברעיונות המוצגים בשיעור ומייצר בסופו של דבר הבנה מעמיקה יותר של רעיונות אלה. הממצא שבכיתה חד מגדרית הבנות מתפקדות כמו הבנים מאששת ממצאים קודמים דומים כגון פרנסיס וחוב' (2017), (Jurik et al., 2013, Meece and Jones, 1996 אך סותר את ממצאיו של (2014) Sampson et al. שהראו על מיעוט השתתפות הבנות בשיח בכיתות חד מגדריות.

הממצא שממוצע מספר קטעי השיח הפתוחשיזם המורה בכיתת הבנות היה גבוה יותר עשוי ללמד על כך שהם היו יותר קצרים. לכאורה ניתן לטעון שהשיח שטחי יותר, אולם משמיעת הקלטות השיעורים ועיון בתמלילים נראה שזה לא המקרה. הסיבה למספר רב יותר של קטעי שיח שיזם המורה אצל הבנות היתה שהתלמידות שאלו שאלות רבות ואלה הסיטו את הדיון לכיוונים שונים ולרעיונות חדשים. כתוצאה מזה השיח נקטע פעמים רבות יותר, מכיוון שהמורה החזיר את השאלות לתלמידות או התחיל לדון בשאלה שהוצגה, וכך נוצרו יותר קטעי שיח פתוח. הממצאים מלמדים בברור שהבנות לא היססו לשאול שאלות פתוחות, שהן השאלות שנדרשות ליצירת שיח פתוח () והדבר מלמד על התעניינותן בפיסיקה, על הסקרנות ועל רצון להבין לעומק את הרעיונות המדעיים (.

נראה שלסגנון ההוראה של המורה בכיתות הייתה תרומה למעורבות הגבוהה של התלמידים בשיעור והוא שם דגש על שיח נמרץ עם הבנות לא פחות מאשר עם הבנים. המורה השתמש בשיח כדי לחבר את התלמידים משני המגדרים לנושא הפיסיקה. רוב שאלותיו היו פתוחות, והוא גם עודד את התלמידים לשאול בעצמם שאלות (Lee & Irving, 2018). אחד מיסודות ההוראה של מורה זה הוא שהתלמידים ייבטאו בעצמם את הרעיונות המדעים, ולכן במקרים רבים ההוא לא ענה על שאלותיהם אלא שילב אותן בדיון הכיתתי. בכך נראה שהוא הגביר את המוטיבציה שלהם להשתתף בדיון ועודד את כישורי ההנמקה והחשיבה שלהם (). ההוראה הדיאלוגית שלו שבה התלמידים מנסחים הרעיונות המדעיים והמשוואות המתמטיות היא זו שיכולה לקדם את הפנייה של בנות ללימודי פיסיקה על ידי שיפור בהערכה עצמית והעלאת הציפיות של הבנות מעצמן ().

לדברי פרנסיס וחוב' (2017), תלמידים והוריהם מדברים על מקצוע הפיסיקה בנרטיבים שונים, שמדגימים יחס מפלה לרעת הבנות כך למשל אחד מהנרטיבים הוא שפיקחות היא תכונה גברית ופיזיקה היא נושא קשה הדורש פקחות כזו. נרטיב אחר הוא שגברים ונשים שונים באופיים באופן טבעי ונמשכים לפיכך לנושאי לימוד שונים. ממצאי המחקר שלנו מבטלים כליל נרטיבים אלה.

). ב case study זה נראה שהבנות זכו לייתרון בקבוצה חד מגדרית, אך כדי להוסיף ולבחון השערה זאת יש להשוות את ההשתתפות בשיח של אותן הבנות כשהן בקבוצה מעורבת. חשוב להדגיש כי לא ברור עד כמה ניתן להתייחס לחקר המקרה שלהלן כמקרה מייצג. study cases במהותם מתמקדים בסיטואציה מוגדרת ומוגבלת ועוסקים בדרך כלל בשאלה ספציפית שבאה לידי ביטוי באותה סיטואציה ייחודית

 (). בנוסף, עצם ההסכמה של מורה ספציפי להשתתף במחקר יחד עם הכיתות שלו כבר כשלעצמה מעלה ספקות לגבי מידת ההכללה שניתן לעשות עם הממצאים. עם זאת, חשוב לזכור שחלק ניכר מהידע הפדגוגי המחקרי מתקבל ממחקרי מקרה וגם מהמחקר המוצג כאן ניתן לקבל תובנות חשובות.

לסיכום, מן הממצאים של מחקר זה נראה שבתנאים מסוימים יש לעודד קיום של שיעורי פיסיקה לבנות בלבד וזאת כדי ליצור להן תנאים מקדמים ולעודד אותן לקחת חלק משמעותי בשיעורים. הגדלת הנגישות והמעורבות של הבנות בשיח הכיתתי בשיעורי פיסיקה, יכולה לעודד את הבנות לעסוק בפיסיקה גם בהמשך דרכן ולחזק את הקשר בין פיסיקה לנשיות.