

# מדענים טוענים כי סביר להניח ש... תפיסת הנמען בשיח המדעי

מזל שיניאק ועליזה עמיר

מדוע לטפל בשפת המדע כשרוצים ללמד מדע? מהם המאפיינים של הטקסט המדעי? האם לכל הטקסטים המדעיים אותם המאפיינים? האם קיים קשר בין מאפייני הטקסטים המדעיים לפיתוח הכשירות האוריינית והחשיבה המדעית של הלומדים וליכולת שלהם להתמודד עם טקסטים אלו?

במאמר זה נתמקד בתכונותיו הלשוניות-תקשורתיות של השיח המדעי ובהשלכותיהן להוראה. נשווה בין סוגים שונים של שיח מדעי: שיח מדעי קלאסי; שיח מדעי פופולרי ושיח מדעי לימודי. זאת בהנחה ששלושת סוגי השיח האלה שונים במטרותיהם ובתפיסת תפקיד הנמען, ובתכונותיהם הטקסטואליות.



להכיר את שפת המדע, על מאפייניה התוכניים, הלשוניים והמבניים.

על מאפייני השיח המדעי מהיבטיו השונים, לרבות מאפייניו הלשוניים, כתבו רבות בספרות המחקרית. (כך למשל, Halliday & Lemke, 1990; Martin, 1993; Martin, 1993; Ochs et al., 1996; Halliday, 1998; Keys, 1999) בעברית דנו בהיבט זה אולשטיין וכהן (2000); פלד - אלחנן (2002); צימרמן (2002) ולבנת (2004) ואחרים.

המטרה המוצהרת של מערכת החינוך היא לקדם את הידע ואת המיומנויות של התלמידים. ואכן, תכניות הלימודים בתחומי דעת שונים ובמדעים בפרט צועדות לקראת מטרה זו. תכנית הלימודים במדעים מבחינה בין ידע על המדע, בין ידע של המדע ובין מיומנויות.

**הידע על מדע** מתמקד בהתייחסות לטבעו של המדע, טבעה של הטכנולוגיה, אופיו של מחקר מדעי, הסברים מדעיים והשפעת המדע והטכנולוגיה על החברה. **ידע של מדע** כולל ידע מהתחומים הבאים: מדעי החומר (כימיה -

אוריינות לשונית מוגדרת כיכולת של הקוראים להבין טקסט כתוב, להשתמש בו ולהפעיל שיקול דעת עליו על מנת לפתח את הידע והפוטנציאל שלהם, ולאפשר להם להשתתף באופן יעיל בחברה (Pisa 2003). הגדרה זו מבוססת על מספר רב של תאוריות הרואות בתהליך הקריאה תהליך קונסטרוקטיבי ואינטראקטיבי, כלומר תהליך שבו הקוראים מבנים משמעות באופן פעיל באמצעות אסטרטגיות שונות תוך מודעות לתהליכים מטקוגניטיביים.

מאחר שכל ידע באשר הוא מועבר באמצעות השפה, יש חשיבות רבה לפיתוח הכשירות האוריינית. זאת ועוד, מאחר שכל תחום דעת מארגן את הידע בדרך משלו (Veel, 1997), יהיו לטקסטים בכל תחום דעת מאפיינים ייחודיים המבדילים אותם מטקסטים אחרים (Smith, 1982). גם לשיח המדעי מאפיינים ייחודיים הבאים לידי ביטוי באופן ייצוג הידע, במטרות המוען ובתפיסת קהל היעד (Martin, 1993), אלה יוצרים לפי האלידיי מעין שפה מיוחדת, "שפת המדע" (Halliday, 1998). על מנת להבין את השיח המדעי ולהשתמש בו בצורה מושכלת, על הקוראים (מורים ותלמידים כאחד)

מזל שיניאק, מפמ"ר עברית, משרד החינוך התרבות והספורט.  
ד"ר עליזה עמיר, מדריכה ארצית, הפיקוח על הוראת העברית, משרד החינוך התרבות והספורט.

פיזיקה), מדעי החיים ומדעי כדור-הארץ והיקום, "תוך שימת דגש על רלוונטיות לחיי היום-יום במישור האישי, במישור הלאומי ובמישור הסביבתי". זאת במגמה לטפח אזרח בעל ידע ומיומנויות המאפשרים לו להתמודד עם מציאות המשתנה בקצב מהיר" (דביר, 2004). **בתחום המיומנויות** נדרש מן התלמידים להכיר את **מאפייני** המחקר המדעי; לטפח את החשיבה הביקורתית, להסיק מסקנות על פי הוכחות ונתונים; לנסח רעיונות מדעיים. כמו כן בתחום ההערכה והעמדות (attitudes) נדרש כי התלמידים יבינו את מקומו של המדע ואת ערכו של המחקר המדעי.

המיומנויות הנדרשות מציבות אתגרים לתלמידים ולמורים כאחד (Krajcik, Mamlök & Hug, 2001), ולפיכך יש חשיבות רבה לשיח שהמורים מנהלים בשדה החינוכי. באמצעות הדיאלוג עם הטקסט ועם התלמידים תהיה למורים אפשרות לפתח מיומנויות של חשיבה ביקורתית (שור ופריירה 1990) תוך שימוש בכלים דידיקטיים שיהוו מעין פיגומים להתמודדות עם הדרישות בתחום.

### סוגי השיח המדעי

בהוראת המדעים והטכנולוגיה נחשפים התלמידים לטקסטים ממקורות שונים, כגון טקסטים בספרי לימוד ובאנציקלופדיות שתפקידם מידוע, תיאור והסבר; טקסטים טיעוניים כגון מחקרים מדעיים, מאמרי עמדה, שהפונקציה שלהם היא שכנוע, וטקסטים מדריכים ומפעילים שמטרתם מתן הנחיות והוראות ביצוע, כגון הנחיות לביצוע ניסוי (דביר וסלע, 2004). במאמר זה נתמקד בסוגים שונים של שיח מדעי טיעוני. בהנחה כי לשיח מסוג זה מאפיינים ייחודיים הדורשים מן הקוראים מגוון אסטרטגיות לשם הבניית ידע. נבחן על פני רצף שיתואר בהמשך, סוגים שונים של שיח מדעי, החל בטקסט מדעי קלאסי האופייני לעבודות מחקר, וכלה בטקסטים מדעיים המופיעים בספרי לימוד. בתוך נתייחס לטקסטים מדעיים פופולריים המופיעים בעיתונות ובכתבי עת.

**בטקסטים המדעיים הקלאסיים** "הטהורים" הכוונה לעבודות מחקר אקדמיות לסוגיהן (איכותניות וכמותיות), כגון מאמרים מדעיים ומחקרים כגון אולשטיין וכהן 2000; וצימרמן 2002; הנשענים על קריטריונים אקדמיים מקובלים. הטקסט המדעי הקלאסי נכתב בדרך כלל על ידי החוקר עצמו, והוא אשר אמון על המהימנות המדעית. **הנמענים הפוטנציאליים** של מאמרים אלה הם בעיקר קוראים אקדמיים הבקיאיים בדיסציפלינה הנחקרת ו/או קוראים שיש להם עניין מיוחד בהם ובדרך כלל גם ידע מוקדם רב.

### בטקסטים מדעיים פופולריים כוונתנו למאמרים מדעיים

המופיעים בכתבי עת פופולריים, וכוללים מחקרים העוסקים בתופעות טבע שונות. חלקם אף עשויים להופיע בעיתונות היומית במסגרת מדור העוסק בנושאים אלה (כגון מדור המדע בעיתון "הארץ"), או במוסף מיוחד לענייני מדע הנספח לעיתון יומי (כגון מוסף "ידיעות אחרונות" מן ה-17 באוקטובר 2005 שהוקדש לאסונות טבע). המאמרים המדעיים הללו נכתבים ברוב המקרים על ידי עיתונאים המציגים מחקרים ומדווחים עליהם. הנמענים הפוטנציאליים של מאמרים אלה עשויים להיות קוראים מן הקהל הרחב, חלקם אקדמיים וחלקם לא. הנגישות לחומרים אלה גבוהה יותר מאשר למאמרים המדעיים הקלאסיים, וקריאתם נעשית מתוך בחירה. יש לציין כי מאחר שקהל הנמענים הוא מגוון, יתקשו הכותבים לשער איזה ידע מוקדם מצוי באמתחתם של הקוראים הפוטנציאליים.

**בטקסטים מדעיים לימודיים** נכללים לטקסטים מתחומים שונים (במדע ובטכנולוגיה), המופיעים בספרי לימוד כגון אמיר 1995. **הנמענים הפוטנציאליים** של טקסטים אלה הם תלמידים הלומדים לפי תכנית לימודים נתונה, ולא תמיד קריאתם נעשית מתוך בחירה. בדרך כלל לכותבי הטקסטים הלימודיים קל לשער מהו הידע המוקדם של



קוראיהם, מכיוון שהתכנים נטועים בתוך הקשר ידוע. עם זאת כבר בחטיבת הביניים מופנים התלמידים גם למאמרים מדעיים פופולריים המתפרסמים בכתבי עת (כגון "גלילאו"), שלא נכתבו בהכרח לצורך הוראה בכיתה.

### מאפייני השיח המדעי

מתוך הנחה כי תפיסת הנמענים ומטרת הכתיבה מתוות את הדרך שבה מאורגן הידע בטקסט, ובתוך כך מכתיבות את הבחירות התוכניות, המבניות והלשוניות, נשווה בין שלושת הסוגים של הטקסטים המדעיים שצוינו לעיל. נבחן את אופי הארגומנטציה ואת הדיאלוגיות בטקסט כמו גם את רמת הפיקוח של הכותבים על הידע של קוראיהם. בנוסף לכך נציין את הכשירויות הלשוניות הנחוצות לקוראים הפוטנציאליים של טקסטים אלה.

### א. הארגומנטציה

הארגומנטציה מוגדרת כפעולה חברתית וקוגניטיבית, שבה המשתתפים מנסים לחזק או להחליש עמדה בצורה רציונלית (Van Emmeren, 1992).

לדעת חוקרים (למשל, היילנד, 1994 בתוך לבנת, 2004), המטרה העיקרית של השיח המדעי היא לשכנע את הקוראים באמיתות הטענות הכלולות בו. לטענתנו מידת הארגומנטציה שונה בכל אחד מסוגי השיח המדעי שצוינו לעיל.

כאמור, עבודות המחקר, ובכללן **המאמרים המדעיים ה"טהורים"**, מופנות בדרך כלל לקוראים מהקהילייה האקדמית הבקיאיים בדיסציפלינה. מטרתם של הכותבים היא לשכנע קוראים אלה לקבל את הטענות החדשות (לבנת, 2004) ולהעשיר את הידע המדעי הדיסציפלינרי שלהם. היילנד (1994 בתוך לבנת, 2004) מצין כי דרך זו מסייעת לחוקרים לזכות בהכרה אקדמית, שעשויה לעזור להם בקידום האישי. נראה אם כן, כי שני המשתנים – המטרה וקהל היעד – תובעים מכותבי טקסטים אלה להשתמש ברטוריקה טיעונית כאסטרטגיה דומיננטית. ואכן כל אחד מרכיבי הטקסט המדעי הקלאסי ממלא תפקיד חשוב בתהליך הארגומנטציה של הכותבים, החל בפרק המבוא, דרך שיטת המחקר והממצאים וכלה בדיון

ובסיכום. לבנת (2004) מתארת במאמרה כיצד הפונקציה השכנועית באה לידי ביטוי בכל אחד מן הפרקים. כך למשל פרק המבוא משכנע את הקוראים בדבר חשיבות המחקר, פרק שיטות המחקר – תפקידו לשכנע את הקוראים שהמחקר נשען על שיטות מחקר מקובלות וראויות, ופרק הדיון בממצאים אמור לשכנע את הקוראים שתוצאות המחקר מצליחות לאמת את הטענה המרכזית.

גם **במאמרים מדעיים פופולריים** בולטת הפונקציה השכנועית, ומצויים בהם בדרך כלל רכיבי המבנה המרכזיים של הטקסט הטיעוני: טענה, ביסוס, מסקנות (Toulmin, 1964). עם זאת בטקסט המדעי הפופולרי נמצא גמישות רבה יותר במבנה בהשוואה לטקסט המדעי הקלאסי. ייתכן כי כותבי הטקסט המדעי הפופולרי מרגישים מחויבים פחות לכללי הכתיבה המדעית הקלאסית. לכן לעתים יתואר מחקר אך לא תוצג המסגרת המתודולוגית, או יוצג רק הממצאים המשרתים את מטרת הכתיבה. לדוגמה, בכתבה "קו החוף זז מזרחה בגלל עלייה במפלס הים התיכון" מאת צפריר רינת ("הארץ", 4.3.2004), דן הכותב בעליית פני הים בעשור האחרון. במאמר זה העיתונאי מדווח על מחקרים בנושא זה בציון שמות החוקרים, אך ללא פירוט המתודולוגיה ולא על פי רכיבי המבנה המקובלים במחקר מדעי קלאסי. כמו כן כותבי הטקסט המדעי הפופולרי עשויים להסתפק רק בהצגה גלובלית של הממצאים מתוך הנחה כי מידע זה יספק את הקוראים הפוטנציאליים של טקסט מדעי, המתפרסם במסגרת זו של שיח. יודגש כי אין בכוננתנו לטעון כי המאמר המדעי הפופולרי נעדר נאמנות מדעית, אך נראה כי התייחסות זו נתפסת על ידי הכותבים כמספיקה לקהל היעד ולמסגרת הפרסום הנתונה. יתר על כן, פירוט נוסף עשוי להתקבל כבלתי מובן, מקצועי מדי, ולכן מכביד ומיותר.

**בטקסטים המדעיים הלימודיים** הפונקציה השכנועית מוצנעת במקרים רבים עד כדי היעלמות. רוב הטקסטים נושאים אופי תיאורי או מסביר במונחיו של מאייר (Mayer, 1985). מאחר שקהל היעד הוא תלמידים, המטרה היא בעיקר מידוע, ולכן אין שמירה על הרכיבים המבניים

שצוינו לעיל. הכותב מארגן את הידע מן הנתון אל החידוש, והוא אינו כולל אמצעי שכנוע כפי שנמצא במאמרים המדעיים הטהורים ובמידה מסוימת גם בטקסטים המדעיים הפופולריים, שהרי ב"נמענים שבויים" עסקינן, המחויבים לקרוא טקסטים אלה כחלק מתכנית הלימודים הרשמית.

## **ב. הדיאלוגיות**

מאחר שהשיח המדעי הוא טיעוני, כלומר בעל פונקציה שכנועית, הוא במהותו גם שיח דיאלוגי (לבנת, 2004). הדיאלוג שהכותבים מנהלים עם קוראיהם מתבסס על ההנחות שיש להם על הידע הקודם שלהם ועל תפקידו של הידע החדש. הנחות מוקדמות אלה מכתביבות דיאלוג מסוג אחר עם כל אחד מן הנמענים הפוטנציאליים בשלושת סוגי השיח המדעי כמפורט להלן.

**בשיח המדעי הקלאסי** קיים משא ומתן שוטף בין הכותבים לבין הקוראים האקדמיים לכל אורך הטקסט. כאמור, הדיאלוג מתבסס על הנחותיהם המוקדמות של הכותבים לגבי הידע המוקדם של הקוראים האקדמיים בנושא. כך למשל, הכותבים יכולים להניח כי הקוראים עשויים להכיר מחקרים נוספים בתחום, או כי לרעיונות שונים יש דהוד במחקרים אחרים שהקוראים מכירים. לכן עליהם לחזות מיני התנגדויות או הסתייגויות העלולות להתעורר בעת הקריאה, ובהתאם לכך לבנות את טיעוניהם. הדיאלוג עשוי להיות גלוי או סמוי, והוא בא לידי ביטוי בכמה מישורים.

במישור המבני – הטקסט כולל את הרכיבים הבאים: סקירה ספרותית, מתודולוגיה, הצגת ממצאים ואזכור מקורות מידע. בדרך כלל כולל הטקסט אזכורים ביבליוגרפיים והפניות למקורות מידע בגוף הטקסט ובסופו. להפניות הביבליוגרפיות יש תפקיד חשוב בדיאלוג שהכותבים מנהלים עם הקוראים הפוטנציאליים. הן נועדו מצד אחד לסמן לקוראים כי הכותבים מצויים בכל הנעשה בתחום וכי יש תשתית תאורטית לדבריהם, ומצד שני – לאותת לקוראים שאם ברצונם להעמיק דעת, הם יכולים להיעזר בהפניות אלו.

במישור הלקסיקאלי – הכותבים נשענים על הידע הקיים המשותף להם ולנמעניהם, ולפיכך פרט למונחים חדשים

או למושגים המקבלים התייחסות חדשה/שונה, לא ניתן פירוש סמנטי למילים לא מוכרות. גם אוצר המילים שהכותבים משתמשים בו נשען על ההנחה שהקוראים שולטים בלקסיקון האקדמי האופייני לדיסציפלינה וכי אין צורך בפעולות תיווך.

במישור הלשוני – בולט השימוש במבני הסתייגות שונים ובמבני ויתור המתחייבים מהם. קשרי ההסתייגות הם חלק מקבוצת קשרי הניגוד (Halliday & Hasan, 1976) המכונים גם "מבני ויתור" (Azar, 1977, הורביץ, 1998, לבנת, 2004). קבוצה זו כוללת מילים וקשרים, כגון: אף על פי כן, עם זאת, גם אם, אמנם, למרות זאת, אם כי, אבל ועוד.

למבני ההסתייגות תפקיד חשוב בדיאלוג שהכותבים מנהלים עם נמעניהם. לפי אזר (Azar, 1977), זו אחת הדרכים החשובות שבהן מוצגות טענות הנגד שהכותבים משערים שיעלו על ידי הקוראים. מבני ההסתייגות מצביעים על גישה דיפרנציאלית של הדוברים כלפי שכבות שונות של משמעות במבע, כאשר כל הסתייגות מקשרת בין שתי השכבות: בין זו המקובלת אצל הדוברים לזו שהם דוחים (Dascal & Katriel, 1977). כלומר, באמצעות מבעים אלה ניתן לבטא ניגוד בין טענה גלויה של הכותבים לבין קדם הנחה של הקוראים, או לדחות גישה אפיסטמית המשתקפת בדברי חוקרים אחרים. "מי שנוקט לשון ויתור", טוענת הורביץ (1998), "מסגיר מידע סמוי, מידע בלתי מוצהר, אולי אפילו הנחות מוקדמות" (שם: עמ' 102 – 101). בדרך זו הכותבים דוחים מראש את ההתנגדות מצד נמעניהם, העמיתים למחקר. לפי לבנת (2004), הם נוקטים לשון הסתייגות דווקא כדי לחזק את טענותיהם. לכאורה, אפשר היה לחשוב כי מבעים אלו עלולים להחליש את טענתם של הכותבים, אך למעשה יש למבעים אלה תפקיד של הצדקה ולא של הצטדקות. לכן בשיח המדעי הקלאסי ההסתייגות באה דווקא לחזק את האמת המדעית ולבססה. יוצא אפוא כי תפיסת הנמענים היא שמכוונת את הכותבים להשתמש בקשרי הסתייגות כה רבים.

**בשיח המדעי הפופולרי**, כפי שצוין, נשמרת הפונקציה הטיעונית/שכנועית, אולם מאחר שקהל הנמענים אינו בהכרח קהל אקדמי, הדיאלוג שמנהלים הכותבים עם

קוראיהם שונה מהשיח המדעי הקלאסי. לכן בכתבי עת פופולריים לא נמצא באופן עקבי אזכורים ביבליוגרפיים והפניות למקורות מידע בגוף הטקסט ובסופו, גם בטקסטים מדעיים המופיעים בעיתונות לא נמצא מאפיין זה כלל וכלל. לדוגמה, במאמר של סבר פלוצקר "הכדור עדיין בידינו" (ידיעות אחרונות, 17.10.05), הכותב טוען כי מה שקורה על פני כדור הארץ אינו נקבע רק על ידי הטבע או חוקי הפיזיקה, אלא הוא נקבע במידה רבה על ידי האדם, מעשיו ומחדליו. את הטענה הזו הכותב מבסס באמצעות הסתמכות על מחקרים של חוקרים ידועים, וזאת במטרה לשכנע את הקוראים באמיתות הטענה. אולם הביסוס המדעי נעדר הפניות ביבליוגרפיות מדויקות. כך למשל, במשפט כגון "כלכלנים מעריכים כיום שהאדם האירופי הממוצע חי בשנת 1000 לספירה..." (סבר פלוצקר, שם), היינו מצפים כי לאחר המילה "כלכלנים" יציגו הכותבים

לפחות שניים שלושה שמות של כלכלנים כולל ציון השנים הרלוונטיות, אך מידע זה אינו מובא. הדבר בולט עוד יותר כאשר נכללת מובאה הנעדרת ציון מקור מדויק, לדוגמה: "כותב פרופ' ג'פרי זקס: הגלובליזציה, על אף

צדדיה השליליים, הצילה את המפעל האנושי..." (סבר פלוצקר, שם). ממצא זה עולה בקנה אחד עם מחקרים של ניר ורועה (תשנ"ג), הקובעים כי תפקיד המובאה בעיתונות בכלל ובדיווח החדשותי בפרט הוא ליצור מעין מימזיס, ולאו דווקא למסור דברים בשם אומרם בצורתם המקורית ("הגדה" – telling ולא "הראייה" – showing כלשונם). נראה, אפוא, כי במאמרים מסוג זה הכותב כפוף יותר למוסכמות הכתיבה העיתונאית מאשר לכללי הכתיבה האקדמית. לדוגמה, במאמר דנן מצוין בפירוט תפקידו של פרופ' זקס – "כלכלן שרכש את המוניטין שלו כמטיף בלתי נלאה למאבק בעוני". ייתכן כי אזכור זה נובע מהנחתו של הכותב כי מידע זה חסר לקוראיו שאינם בקיאים בתחום, או מתוך רצון להוסיף לדבריו נופך של מהימנות מדעית.

במישור המבני – בדרך כלל הטקסט המדעי הפופולרי, בעיקר זה המופיע בעיתונות היומית, בנוי יותר ככתבה עיתונאית מאשר כטקסט מדעי קלאסי. לכן במקום לפתוח בהצגה מפורטת של הרציונל ושל שיטות המחקר, כמקובל בטקסט מדעי קלאסי, נמצא כבר בכותרת ובפתיח של הטקסט המדעי הפופולרי הצגה של מסקנות ולעיתים אף ממצאים, כמקובל בכתבה עיתונאית. לדוגמה, הכתבה "המצוק ליד הים – פצצה מתקתקת" שהתפרסמה ב-16 בינואר 2005 באתר האינטרנט Ynet, פותחת במסקנה: "מצוק עין התכלת ליד חוף הים בנתניה מסכן את חיי התושבים" ורק בפסקה הרביעית מדווח הכותב בתמציתיות על מחקר שנערך בתחילת שנות השמונים ועל תוצאותיו.

במישור הלקסיקאלי כוללים הטקסטים המדעיים הפופולריים אלה הסבר של מונחים לשם השלמת פערים משוערים בידע של הקוראים. כך למשל, במאמר של סבר

פלוצקר (ידיעות אחרונות, 17.10.05), מוסברים המונחים: "המהפכה הירוקה" ו"המהפכה האגררית" (שם); ובמאמר של צפירי רינת (הארץ, 4.3.2004) מוסבר המונח "מריאוגרף".

**בשל מרכזיותו של מאפיין זה, ההסתייגות, הן בשיח המדעי הקלאסי והן בשיח הפופולרי, ניתן היה לצפות שהוא יהדהד בצורה כלשהי גם בשיח המדעי הלימודי, ולא היא.**

גם במישור הלשוני – הדיאלוג המתקיים בסוג זה של מאמרים, שונה מהדיאלוג בטקסט המדעי הקלאסי. בטקסט המדעי הפופולרי שכיחה התופעה של שימוש בגוף ראשון ובגוף שני וכן שימוש בשאלות. הכתיבה בגוף ראשון ובגוף שני היא סוג של פנייה בלתי אמצעית אל קהל הקוראים, המשדרת היעדר פורמליות, להבדיל מכתיבה בגוף שלישי המשדרת ריחוק. גם השאלות המופנות לקהל הקוראים נועדו לנהל דיאלוג "פתוח" יותר עם הקוראים. שני אמצעים לשוניים אלה מופיעים, לדוגמה, במאמר "מתחמם...חם.. רותח" (דב חנין, ידיעות אחרונות, מוסף לחג, 17.10.05): "אנחנו נצליח לשחרר את השדים החוצה, אבל מרגע שהם משתחררים הם כבר אינם תלויים בנו"; "רוצים דוגמה? חשיפת הקרקע..."; "האם נצליח לשנות בזמן? תולדות

עמ' 63-66) שבאמצעותן הכותבים "מנהלים" את הידע של הקוראים. דרך נוספת להבניה הדרגתית של הידע של הלומדים היא גם על ידי הבהרת מושגים, שעל פי ההנחת הכותבים אין הקוראים שולטים בהם או אין הם זוכרים אותם, למשל, המונחים "קוהזיה" ו"אדהזיה" (אמיר, 1995, עמ' 64) ו"חום סגולי" (שם: 65).

### ניתוח טקסטים לדוגמה

בהמשך ננתח טקסטים לדוגמה, מן ההיבט הארגומנטטיבי ומן ההיבט הדיאלוגי תוך שימות דגש על מבעי ההסתייגות. נשווה בין קטעים העוסקים בנושא ה"מים" מן המאמר "H<sub>2</sub>O מולקולה מופלאה ומסתורית" מאת סידני פרקוביץ, שפורסם ב"גליליאו" 37 (נובמבר-דצמבר, 1999) לבין קטעים מספרי הלימוד לחט"ב: "פרקים באקולוגיה" (אמיר, 1995) ו"המים חומר לחיים" (2002). במאמר מאת סידני פרקוביץ (1999) מופיע הקטע הבא:

"... לאור החשיבות הרבה של המים, ניתן היה לצפות שהמדע המודרני יבין את תכונות המים לעומק, ואכן כך הדבר אך בעירבון מוגבל. אנחנו הפיזיקאים חושבים שאנו מכירים את כל תכונותיה של מולקולת מים: שני אטומים של מימן ואחד של חמצן; הצורה דמוית בומרנג, כשאתום החמצן במרכז ואטומי המימן מגדירים את שתי הזרועות.... אנחנו יכולים לזרוק נתונים מרשימים בדיוקם לגבי צפיפות המים, נקודות ההתכה והרתיחה, המוליכות החשמלית ותכונות רבות אחרות, אבל כאשר עולות השאלות המעניינות באמת אין לנו התשובות, וכך לאחר יותר ממאה שנים של חקירה מאומצת, כשבאמתחתנו מאגר הולך ומתרחב של כלים, טכניקות ותיאוריות מדעיות, למרבה התסכול רבות מן התכונות הבסיסיות והמוכרות יותר של מים עדיין אינן נהירות לנו" (שם: 68).

כתב העת "גליליאו" נתפס ככתב עת המפרסם מאמרים מדעיים פופולריים, המיועדים לקהל קוראים רחב. עם זאת, מאופן הכתיבה ניתן לראות כי הכותב מנהל דיאלוג בעיקר עם הקוראים המומחים בדיסציפלינה. מסיבה זו נשמרים במאמר חלק מן העקרונות של הכתיבה המדעית, כגון הנמקה מדעית, הכוללת דיווח מפורט של ממצאי מחקר

האנושות מותרות מקום לאופטימיות... אבל אנחנו צריכים לפעול מהר וחזק בטרם יישמט" (שם: עמ' 9).

באשר לשימוש במבעי ההסתייגות - בדומה למאמרים האקדמיים הטורים גם במאמרים מדעיים פופולריים יש נטייה להשתמש במבעי הסתייגות. אולם מטרת השימוש עשויה להיות שונה. במאמר המדעי הקלאסי מבעי ההסתייגות מסייעים לכותבים להדגיש שהאמת שהשיח המדעי אמור לייצג, היא למעשה יחסית לאמצעים ולידע של החוקרים, ואילו במאמרים מדעיים פופולריים השימוש במבעי הסתייגות נועד להציג את המידע בצורה מדויקת עד כמה שאפשר ולמנוע פירוש מוטעה של הקוראים. לדוגמה, בכתבה של צפריר רינת (הארץ, 4.3.2004) מופיעה מסקנתו של צוות חוקרים מטעם האו"ם: "העלייה [של מפלס הים] היא תוצאה של המסת קרחונים והתפשטות המים עקב העלייה בטמפרטורה", ומיד בהמשך הכותב מציג את הסתייגותו של חוקר אחר ממסקנה זו: "ואולם ... לא ברור אם העלייה בפני הים קשורה להמסת קרחונים או להתפשטות המים".

גם בשיח המדעי הלימודי קיים דיאלוג בין הכותבים לקוראים/לתלמידים, אולם דיאלוג זה מושפע גם ממטרת הכתיבה. אם בטקסט המדעי הקלאסי המטרה המרכזית היא שכנוע, אזי בטקסט המדעי הלימודי המטרה היא יותר מידוע. לפי אולשטיין וכהן (2000), מדובר למעשה ב"פיקוח על הידע". לטענתן, "למרות המגוון והשונות בטקסטים הלימודיים, לכולם מטרה מרכזית וייחודית אחת, והיא הפיקוח על התפתחות הידע של התלמידים מתחום הדעת הרלוונטי" (שם: 35). מטרה זו משפיעה על הדיאלוג הקיים בשיח זה ויוצרת "רטוריקה דידיקטית" במונחיהן של אולשטיין וכהן השונה מהרטוריקה המופיעה בטקסט המדעי הקלאסי והפופולרי. הפיקוח על הידע נעשה בעיקר כדי לקשר בין הידע הקודם של התלמידים הקוראים לבין הידע החדש שהם נחשפים אליו בטקסט במטרה לסייע בהבנייתו. לרשותם של הכותבים עומדות כמה דרכים על מנת להשיג מטרה זו. אחת הדרכים הנפוצות היא שימוש בהערות מטה-טקסטואליות (אנאפוריות וקטאפוריות), כגון: "עד כה ברור"; ודאי ידוע לך"; "דוגמאות לכך יבאו בהמשך"; "נסכם" (אמיר, 1995),

ושל תפיסות של מדענים. אם כי בדרישות לנאמנות מדעית ניכרת גמישות. כך למשל אין הכותב כולל באופן שיטתי אזכורים ביבליוגרפים כנהוג במחקר מדעי "טהור".

במישור הלשוני לעומת זאת בולט השימוש **במבעי הסתייגות** בדומה למקובל במאמר המדעי הקלאסי. בקטע שלעיל ההסתייגות באה לידי ביטוי הן ברמה הארגומנטטיבית והן ברמה הדיאלוגית. ברמה הארגומנטטיבית – הכותב טוען שרבות מתכונות המים, הנוזל המוכר לנו כל כך, עדיין אינן מובנות למדענים. כבר בטענה עצמה מובעת הסתייגות מקדם ההנחות הקיימות בנושא זה, ובעיקר מן ההנחה שהמדע פענח את סודות המצב הנוזלי, לדעתו, מסתרי המים הבלתי מופענחים מספקים עוד שנים ארוכות של מחקר מדעי. על מנת לשכנע את הקוראים, הכותב מבסס את טיעונו על ניתוח של ממצאים העולים ממחקרים שונים,

ומסקנתו היא כי פיזיקאים מבינים את מצבי הצבירה של מוצקים ושל גזים הרבה יותר טוב מאשר את מצב הצבירה הנוזלי, וזאת בשל עוצמת האינטראקציות (פעולות הגומלין בין המולקולות). לדעת הכותב, "לא ייתכן נוזל

אידיאלי" אלא רק ערב רב של יוצאים מן הכלל, ולפיכך נושא המים הוא אחד הנושאים הקשים ביותר להבנה" (פרקוביץ 1999).

**ברמה הדיאלוגית** מנסה הכותב, כפי שצינו, לשכנע את הקוראים על ידי העלאת הסתייגויות שבסופו של דבר יחזקו את טענותיו. הוא עושה זאת באמצעות שימוש רב במבעי הסתייגויות הבאים לידי ביטוי במבני ויתור, כגון: "...**ניתן** היה לצפות ... **אך** בעירבון מוגבל". (שם: 68).

"...**אנחנו** הפיזיקאים חושבים שאנו מכירים ... **אבל** כאשר עולות השאלות המעניינות באמת אין לנו התשובות" (שם: 68).

"...**אולם** התוצאות עוררו מחלוקת בין החוקרים..." (שם: 70).

בשל מרכזיותו של מאפיין זה, ההסתייגות, הן בשיח המדעי

הקלאסי והן בשיח הפופולרי, ניתן היה לצפות שהוא יהדהד בצורה כלשהי גם בשיח המדעי הלימודי, ולא היא. מעין בספרי הלימוד לחט"ב: "מים" מתוך הספר "פרקים באקולוגיה" (אמיר, 1995) ו-"המים חומר לחיים" (2002), נמצא כי המידע המופיע בנושא הנדון מוצג באופן חד משמעי כעובדות שאין עליהן עוררין. כך למשל, בקטע מהספר "המים חומר לחיים" העוסק במבנה חלקיקי המים, בקשר בין חלקיקי המים ובמצבי הצבירה של המים (עמ' 15-18), אין ולו רמז אחד להסתייגויות המפורטות במאמר המדעי שהוזכר לעיל.

ייתכן שהדבר נובע מתפיסה שונה של הנמענים. כאמור, בספרי הלימוד המוענים מפקחים על התפתחות הידע המדעי של התלמידים, ומתוך רצון לקשר את הטקסט החדש לידיע הקודם שלהם, הם דואגים להרבות בקשרים, שסייעו להבין אותו ואת ההיגיון

**בטקסטים הלימודיים מיעוטם של מבעי ההסתייגות ומבני הוויתור המתחייבים מהם, קשור ברתיעה מסוימת מ"ריבודי המשמעות" הקיימים במבעים אלה.**

הפנימי שלהם (אולשטיין וכהן, 2000). לכן נמצא בטקסטים מדעיים המופיעים בספרי לימוד שכיחות גדולה יותר של מבעים המייצגים קשרים לוגיים "שקופים" של סיבה ותוצאה, של זמן ושל הוספה מאשר מבעי

הסתייגות, שכה בולטים במאמרים המדעיים הקלאסיים והפופולריים. בנוסף לכך, מאחר שאין הכותבים מרגישים כל צורך לנהל משא ומתן עם התלמידים הקוראים, אין הם נדרשים להתעמתות עם טענות נגד ולמבעי הסתייגות המשמשים לכך. ייתכן גם כי בטקסטים הלימודיים מיעוטם של מבעי ההסתייגות ומבני הוויתור המתחייבים מהם, קשור ברתיעה מסוימת מ"ריבודי המשמעות" (Dascal & Katriel, 1977) הקיימים במבעים אלה, בעיקר במילות הקישור כגון "עם זאת", "אבל". כדי להבין מבעים מסוג זה נדרשים הקוראים לעשות היקשים ברמות שונות של משמעות, כלומר עליהם להבין גם את הפרופוזיציות הקודמות וגם את הנחת היסוד הסמויה של הכותבים, והדבר עלול להקשות על תיהלוך הטקסט ועל הבנתו.

נראה כי תופעה זו מלמדת על חששם של הכותבים

נוגדני קרישה, **אם כי יש להיזהר** במינון גבוה (התכנית לטיפול אוריינות קריאה, תשס"ו).

ייתכן כי כתבי משימות אלה ביקשו "לחקות" את תכונותיו הטקסטואליות של הטקסט המדעי האותנטי המשופע במבני הסתייגות ובמבני ויתור המתחייבים מהם, זאת במטרה לחשוף את התלמידים לחשיבה המדעית ולמנוע מהם הכללות יתר.

### השתמעויות והשלכות להוראה

היווצרות המושגים המדעיים מתחילה ברגע שבו הילדים לומדים את המשמעויות או את המונחים הראשונים הנושאים את המושגים האלה (ויגוצקי, בתוך: קזולין ועלים 2003). ממצאי המחקר ההתפתחותי מלמדים כי ילדים מודעים לקיומן של מוסכמות השיח המדעי כבר בגיל 5. עם העלייה בגיל מתפתחת היכולת להבין עקרונות מדעיים, כגון שימוש בהסברים ובקשרים לוגיים שונים, והשליטה בשיח המדעי מתקדמת ומשתכללת עם העלייה בגיל (צימרמן, 2002).

עם זאת מחקרים המטפלים במיומנויות הדרושות להבנת התהליך המדעי (למשל Kuhn et al, 1988; Dunbar & Klahr, 1989) מדגישים את הקושי של תלמידים צעירים ומתבגרים בהבנת הלוגיקה הטיעונית. נמצא כי התלמידים מתקשים להסיק מסקנות על סמך ראיות מניסויים, כמו כן הם אינם עושים הבחנה ברורה בין תאוריה לבין השערה ספציפית וביניהן לבין ממצאים וראיות. נשאלת השאלה: האם על העוסקים בהוראה לעקוף קושי זה או להתמודד עמו באמצעות דרכי הוראה מתאימות? עד עתה לא ניכר כי ספרי הלימוד נתנו מענה הולם לקושי זה. בחלק מהם נהוג, לדברי קארי וסמית (2004), "לתאר

שמה ה"היסוס המדעי", אותה זהירות המלווה את אופן הצגתם של ממצאי המחקר בטקסט המדעי הקלאסי ובולטת בהסתייגות מניסוח מסקנות פסקניות, תיתפס אצל התלמידים כחוסר החלטיות, או חוסר ידע. דבר זה עלול להפחית מחשיבותה של העבודה המדעית וממעמדו היוקרתי של הטקסט המדעי, שהוא לכאורה "אובייקטיבי" ו"מדיד" (פלד אלחנן, 2002).

אם נחזור להשוואה שלעיל, הרי שבהתחשב בתלמידים הקוראים, מובן שאין ציפייה כי כל מערכת ההסתייגויות שהוצגה במאמר המדעי (מתוך גליליאו) תפורט גם בטקסט הלימודי. עם זאת לדעתנו, לשם טיפוח החשיבה המדעית מן הראוי היה לאזכר את עובדת קיומה של הסתייגות

כלשהי במחקר על נושא זה, כגון הקושי של המדענים לתאר את מהלך תנועתן של מולקולות המים, ובכך להדגיש שאותה אמת "אבסולוטית" שהשיח המדעי אמור לייצג, היא למעשה אמת יחסית המותנית באמצעים ובידע של החוקרים.

לאחרונה גובר השימוש במבני הסתייגות גם בטקסטים

לימודיים. להלן דוגמאות מתוך משימות בנושאי מדע, שנכתבו ברוח העקרונות של התכניות: פיזה (PISA) וטימס (TIMSS).

1. משרד הבריאות בארץ קובע אילו חיסונים יינתנו לאוכלוסייה החל מגיל שנה ועד לבגרות. **עם זאת** להורים ניתנת הזכות להתנגד לחיסון ילדיהם (התכנית לטיפול אוריינות מדעית, תשס"ו).

2. "התבונן במאגרי המזון" – אם יכול התירס נפגע בשנה אחת, מה יקרה **כנראה** לאוכלוסיית אדומי החזה? (מתוך קובץ שאלות מחקר במדעים TIMSS אוניברסיטת תל אביב).

3. **אפשר** לקחת תרופה זו גם כאשר מקבלים טיפול נגד



מדענים כאנשים העוסקים בתהליך התלוי בתצפית קפדנית ובניסוי, ומטרתם ללמד את התלמידים כמה מן המיומנויות המשמשות בניסוי מדעי קפדני" (שם: 20). לטענתן, אין טיפול משמעותי בתפקיד שממלאות התאוריות בתהליך. כמו כן הידע המדעי, אם הוא מתואר, מוצג כ"צבירה מתמשכת של מערכת השערות שאושרו" (שם: 22). מצב זה דורש שינוי, שכן בשיח הלימודי הולך ומתרחב השימוש בטקסטים מדעיים פופולריים, שבחלקם הגדול הינם טקסטים טיעוניים אותנטיים ובלתי מעובדים, שהמסקנות בהן אכן בהכרח חד משמעיות.

גישה זו מחייבת היכרות עם מאפייני המחקר המדעי והבנת ערכו של המחקר המדעי. כך למשל, התמודדות עם מאמרים אלה דורשת הן הבנה של פעולות חקר וטיפול משמעותי בנתונים והן הבנה של הקשר שבין הנתונים לבין הטענה והמסקנה. בהתחשב בקושי הכרוך בכך נדרשת היערכות אחרת של המורים בכיתה. אנו סבורות כי בעזרת דרכי הוראה מתאימות ניתן לטפח את החשיבה המדעית מבחינת הלוגיקה הטיעונית ומבחינת השליטה בהבנת כללי הכתיבה המדעית-אקדמית. לדוגמה, אם יקפידו המורים להמיר את השיח המונולוגי בכיתה לשיח דיאלוגי, קרי להימנע מ"הגדת ידע" ובמקומה להבנות ידע בעזרת התלמידים (גובר תשנ"ז), תוך כדי יצירת סינתזה בין מאפייני התחום לבין עולמם וידיעותיהם של התלמידים, ניתן יהיה להשיג יעד זה. על מנת לטפח את החשיבה המדעית ולגרום לתלמידים להבין את ערכו של המחקר המדעי, יש לתת לתלמידים - במונחיהן של קארי וסמית (2004) - "אפיסטמולוגיה קונסטרוקטיביסטית" יותר של המדע. מאחר שראינו כי בבסיס החשיבה המדעית עומדת הלוגיקה הטיעונית הכוללת את הפונקציה השכנועית, על המורים להפגיש את הלומדים עם סוגים שונים של מאמרים מדעיים ולטפל בצורה ספירלית במיומנויות הטיעון<sup>1</sup> ובאמצעי השכנוע. למשל, ניתן להפנות את תשומת

לבם של התלמידים להבדלים שבין המאמרים המדעיים לסוגיהם, כפי שהוצגו לעיל; לסייע להם בתהליך מאמרים מדעיים אותנטיים ולפתח משימות המדגישות את הקשר שבין הממצאים לבין הטענה המרכזית/ההשערה. חשוב להדגיש בהוראה שהתאוריות הן בסיס לפרשנויות שונות, וכי חילוקי דעות והסתייגויות הינן בנשמת המדע. כך למשל, יש לתת את הדעת, כפי שהוצג לעיל, לתפקידם של מבעי ההסתייגות בהקשר המדעי, אף על פי שמבעים אלה מורכבים יותר ממבעים אחרים. מומלץ ללמד את התלמידים לזהות את מבעי ההסתייגות ולנתח אותם בתוך ההקשר המדעי. חשוב להדגיש בפני הלומדים כי השימוש במבעי הסתייגות לא נועד להחליש את טיעונו של החוקרים/הכותבים, אלא דווקא לחזק את הטיעון המדעי. בדרך זו ניתן לסייע לתלמידים להבין מדוע מדענים עושים ניסויים, מדוע יכולות להיות מספר דעות לגבי תופעות מסוימות במדע, ומדוע מחלוקת הנה לגיטימית, אם לא הכרחית במדע.

לשמחתנו, מצאנו כי חלק מהמלצותינו יושמו כבר במשימות "אוריינות מדעית" שפותחו במסגרת התכנית לטיפול האוריינות. כמו כן מצאנו תימוכין לדברינו בספר הלימוד "הביולוגיה, חקר החיים" בהוצאת האוניברסיטה העברית ומכון ויצמן, שתורגם ועובד לפי תכנית ה-BSCS (Biological Sciences Curriculum Study) ושהיה בשימוש במערכת החינוך כבר בשנות השמונים: "במדע אין החוקרים פוסקים או מכריעים. אין אחד מבין המדענים שרשאי להגיד: תאוריה זו היא אמת לאמתה, אולם ישנם רבים הזכאים לומר: על יסוד עובדות אלו נראית התאוריה כמבוססת. אך יש שעובדות חדשות המתגלות עם הזמן, מערערות את התאוריה, ואז יש לבנות היפותזות חדשות, לעשות דדוקציות אחרות ולמצוא דרכים לאמתן. מטרת לימודנו היא להדגיש את מהות המדע, להבין את התפתחות הרעיונות המדעיים ולהכיר את ההשלכות שיש להם על חברת האדם" (שם: 32).

<sup>1</sup> ידוע לנו כי לאחרונה נתנו את הדעת לתבנית הטיעון האופיינית למשימות כתיבה ולטקסטים מדעיים. ראו למשל דוגמה במאמרה של יהבית לוריא ואחרים בגיליון זה.

לסיכום, נדגיש כי טיפוח הכשירויות הלשוניות, ובכללן האסטרטגיות הדרושות לתהליך הטקסט המדעי הם מסד לכל פעילות לימודית ותשתית להתפתחותם התרבותית ולהשתלבותם של הלומדים בחברה (תכנית הלימודים בעברית לעל יסודי, תשס"ג: 40). לפיכך חשוב כי יעדים אלה ישולבו במסגרות העוסקות בהכשרתם של מורים למדע בנושא האוריינות המדעית.

## ביבליוגרפיה

- אולשטיין, ע' וכהן א' (2000). קישוריות בטקסט לימודי, בתוך: שורצולד, א', בלום-קולקה, ש', אולשטיין, ע'. ספר רפאל ניר, ירושלים: כרמל.
- גובר, נ' (תשנ"ז). הכשרת המורים והשתלמותם ברוח החינוך הביקורתי. עיונים בחינוך, תשנ"ז, 2 (2): 109-127.
- דביר, מ' (2004). עם הגיליון, אוריקה 19.
- דביר, מ' וסלע, ל' (2004). תכנית הלימודים חינוך לשוני: עברית-שפה ותרבות, השלכות ללימודי מדע וטכנולוגיה. אאוריקה: 19.
- הורביץ, מ' (1998). תחביר טקסטואלי: למה, מה, ואיך. חלקת לשון 27, עמ' 148 - 166.
- לבנת, ז' (2004). מבני ויתור ומעמדם בשיח המדעי. הכנס ה-20 של החוג הישראלי לבלשנות.
- משרד החינוך, התרבות והספורט, המזכירות הפדגוגית והאגף לתכניות לימודים (תשס"ג), עברית לבתי הספר העל יסודי. מעלות.
- ניר, ר', ורועה, י' (תשנ"ג). דרכי הציטוט בדיווח החדשותי בעיתונות הישראלית. בתוך: אורנן, ע',
- בן שחר, ר', ושורי, ג' (עורכים), העברית שפה חיה (עמ' 189-210). חיפה: אוניברסיטת חיפה.
- פלד אלחנן, נ' (2002). נכתב כנספח לתכנית הלימודים "חינוך לשוני לבית הספר היסודי הממלכתי והממלכתי דת" (לא פורסם).
- צימרמן, ח' (2002). שיח מדעי בקרב ילדים. סקריפט, גיליון 3-4: 127-146. אוניברסיטת בן גוריון.
- קארי, ס' וסמית, ק' (2004). על הבנת טבעו של ידע מדעי, אאוריקה גיליון 19.
- קוזולין, א', עילם, ג' (עורכים) (2003). לב ויגוצקי - מחשבה ותרבות. ירושלים: מכון ברנקו וייס.
- שור, א', פרירה, פ' (1990). : פדגוגיה של שחרור, תל אביב: ספרי מפרש.
- Azar, M. (1997). Concession relations as argumentation. Text 17 (3): 301-316
- Dascal, M. & Katriel, T', (1977). Between Semantics and pragmatics: The Two Types of 'But' - Hebrew 'Aval' and Ela Theoretical Linguistics 4, 143-172.
- Dunbar, K. & Klahr, D. (1989). Developmental differences discovery processing: The impact of Herbert A Simon edited by D. Klahr & K. Kotovsky, pp. 43-109. Hillsdale, NJ Erlbaum.
- Eemeren, Frans H. van (2002). Argumentation :analysis, evaluation, presentation /Frans H. van Eemeren, Rob Grootendorst, A. Francisca Snoeck Henkemans. Mahwah, NJ L. Erlbaum Associates.
- Haliday, M .A.K. & Hasan, R. (1976). Cohesion in English, London, Longmans
- Halliday M.A.K. & J. R. Martin. (1993). Writing science: literacy and discursive power. The Palmer Press.
- Halliday M.A.K. (1998). Things and relations. In: J.R. Martin & R. Veel (Eds.), Reading science. London and New York: Routledge.

Veel, R. (1997). Learning how to mean - scientifically speaking: Apprenticeship into scientific discourse in the secondary school. In: F. Christie & J. R. Martin (eds.), Genre and institutions. London and Washington: Cassell.

הדוגמאות במאמר נלקחו מתוך המקורות הבאים:  
אמיר, ר', (1995) פרקים באקולוגיה. המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים, מהדורה ניסויית.

הביולוגיה, חקר החיים, (ללא ציון שנה) בהוצאת האוניברסיטה העברית ומכון ויצמן. תורגם ועובד לפי תכנית BSCS (Biological Sciences Curriculum Study).

"המים חומר לחיים" (2002). משרד החינוך, האוניברסיטה העברית והמרכז הישראלי לחינוך מדעי טכנולוגי, מעלות. פלוצקר ס', "הכדור עדיין בידו" בתוך: מוסף מיוחד, "ידיעות אחרונות", 17.10.05.

פרקווביץ, ס' (1999) H2O "מולקולה מופלאה ומסתורית" גליליאו, 37.

צפירי ר', "קו החוף זז מזרחה בגלל עלייה במזרח התיכון", "הארץ", 4.3.2004.

"המצוק ליד הים - פצצה מתקתקת", אתר האינטרנט "Ynet" 16.1.2005 (מתוך חוברת המשימות באוריינות מדעית).

התכנית לטיפול אוריינות בקריאה, במתמטיקה ובמדעים. (תשס"ו). טיפוח אוריינות מדעית, משרד החינוך, המזכירות הפדגוגית והאגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים והמרכז הישראלי לחינוך מדעי טכנולוגי.

התכנית לטיפול אוריינות בקריאה, במתמטיקה ובמדעים. (תשס"ו). טיפוח הבנת הנקרא, משרד החינוך, המזכירות הפדגוגית והאגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים.

Keys, W. C. (1999). Language as an indicator of meaning generation: an analysis of middle school students' written discourse about scientific investigation. Journal of research in Science Teaching, 36 (8), 1044-1061.

Krajcik, J., Mamlok, R., & Hug, B. (2001). Modern content and the enterprise of science: Science education in the twentieth century. In L. Corno (Ed.). Education across a century: The centennial volume (pp. 205-238). National Society for the Study of Education, Chicago, Illinois.

Kuhn, D., E. Amsel & M. O'Loughlin (1988). The development of scientific thinking skills. Orlando, FL: Academic

Lemke, J. L. (1990). Talking science: language, learning and values. Ablex Publishing Corporation.

Martin, J. R. (1993). Life as a noun arresting the universe in science and humanities. In: M.A.K. Halliday & J. R. Martin (eds.), Writing science: literacy and discursive power (pp. 166-202). The Palmer Press.

Mayer, B.E. (1985). Structural analysis of science prose: Can we increase problems-solving performance? In: B. K. Briton & J.B. (Eds.), Understanding Expository Texts. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 65-107.

Ochs E., Gonzales, P., & Jacoby, S. (1996). "When I come down I'm in the domain state": Grammar and graphic representation in the interpretive activity of physicists. In: Ochs, E. & Schegloff A. & Tompson S. A. (Eds.), Interaction and grammar. Cambridge: Cambridge University Press.

Pisa (2003). Assessment framework-Mathematics, Reading Science and problem solving knowledge and skills. Chapter 2.

Smith F. (1982) Understanding reading 3. ed., NY: Holt, Rinehart and Winsto.

Toulmin, S. E. (1964). The Uses of Argument, Cambridge: Cambridge University Press.

Van E. F. H. (1992). Argumentation, communication, and fallacies: a pragma-dialectical perspectives. N.J. : Hillsdale, L. Erlbaum Associates