

טעויות המשגה בנושא "מבנה וקישור"

(מתוך מחקר על בסיס הממצאים שנתקבלו מניתוחים של בחינות הבגרות בכימיה בשנים 1991-2003)

מאת: תמי לוי נחום¹

אחד הנושאים המרכזיים בהוראת הכימיה הוא הנושא העוסק במבנה החומרים ובקשרים הכימיים, או כפי שהוא מכונה **מבנה וקישור**. הבנת נושא זה חיונית להבנתם של נושאים רבים בכימיה.

מדי שנה נערך ניתוח בחינת הבגרות בכימיה במרכז הארצי למורי הכימיה.² מתברר כי למרות שתלמידים רבים כותבים הסברים ברורים ומעמיקים בנושא מבנה וקישור, ניתוחי בחינות הבגרות חושפים לעתים טעויות המשגה בנושא זה, למרות ההסבר המדויק לכאורה. מסתבר שעל אף מאמצי המורים, קיימת בעיה באשר להבנת מושגי המפתח בנושא זה, וחלק מהטעויות חוזרות מדי שנה.

במחלקה להוראת המדעים של מכון וייצמן למדע ובמרכז הארצי למורי הכימיה, נערכו מחקרים העוסקים בטעויות המשגה ובקשיי למידה. במסגרת מחקרים אלה נותחו קשיי הלמידה וטעויות ההמשגה בבחינות הבגרות.

הקשיים העיקריים שאותרו במחקר הם אלה:

- א. קושי באבחנה בין תכונות של חומר ובין תכונות המיוחסות לחלקיק בודד.
- ב. קושי בהבנה שחומר מורכב מִצָּבָר של חלקיקים.
- ג. קושי בהתמודדות עם שלוש רמות החשיבה הדרושות להבנת מבנה החומר: סמל, מקרו ומיקרו.
- ד. קשיים בקביעת סוג החלקיקים המרכיבים את החומר וסוג הכוחות הפועלים בין חלקיקים אלה.
- ה. קשיים בקביעת סוג החומר ובהבנת הקשר בין מבנה החומר לבין תכונותיו.

¹ לוי נחום, ת' (2003). מאמר זה הוא חלק בלתי נפרד מעבודת מחקר לקראת תואר שלישי בהנחיית פרופ' אבי הופשטיין וד"ר רחל ממלוק-נעמן, מכון וייצמן למדע, רחובות. אין להשתמש בממצאים אלה ללא רשות.

² בר-דב, ז' (מנחה צוותים לניתוח בחינות בגרות) (1991-2003), **ניתוחי בחינות הבגרות**. המרכז הארצי למורי הכימיה והמחלקה להוראת המדעים, מכון וייצמן למדע, רחובות.

מאמרים

מוצגות להלן 8 קטגוריות המתארות את הטעויות הנפוצות של התלמידים. כל קטגוריה מודגמת במובאות מתשובות תלמידים בבחינות בגרות משנים שונות.

דוגמאות	הקטגוריה
"מולקולה עם קשרי מימן תהיה נוזלית" (2001). "נתרן כלורי מורכב משני יונים" (1999).	1. תלמידים נוטים להתייחס לחלקיק בודד כאל חומר, ולהפך.
"חומר מולקולרי הוא בעל טמפרטורת היתוך נמוכה בגלל שהקישור בין האטומים חלש" (2002). "יוד הוא מוצק כיוון שהקשרים הקוולנטיים בין האטומים במולקולה חזקים מאוד" (1996). "טמפרטורת הרתיחה של ליתיום כלורי גבוהה מזו של מימן כלורי, כיוון שקשרים יוניים חזקים יותר מקשרים קוולנטיים" (2003).	2. תלמידים נוטים לבלבל קשרים קוולנטיים תוך-מולקולריים עם כוחות בין-מולקולריים.
" $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{F}$ היא תרכובת גזית כיוון שהיא מורכבת מפלואור שהוא יסוד גזי" (2001). " CH_4 אינו מוליך חשמל כיוון שהוא מורכב משני היסודות מימן ופחמן שאינם מוליכים חשמל" (2003).	3. תלמידים נוטים לייחס לתרכובות את תכונות היסודות שמהם הן מורכבות.
"הכוחות הבין-מולקולריים שבין מולקולות הנתרן כלורי חזקים יותר מהכוחות הפועלים בין מולקולות האשלגן היודי" (1998). "מגנזיום חמצני היא מולקולה קוטבית ולכן הכוחות המשיכה האלקטרוסטטיים בין המולקולות חזקים יותר" (2001, 2003).	4. תלמידים נוטים לבלבל חומרים יוניים עם חומרים מולקולריים.
"קשרי ואן דר ולס אינם מתמוססים במים" (1998). "בתמיסה מימית רובידיום כלורי מתפרק ליונים. לכן, ישנם אלקטרונים חופשיים כך שהתמיסה מוליכה חשמל" (1992).	5. תלמידים מתקשים להבין את סוג החלקיקים בתמיסות מימיות.
" $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ הוא נוזלי כיוון שקשרי המימן מאפשרים לו להתמוסס במים. לכן הוא נוזל בטמפרטורת החדר" (2001). "ליתיום כלורי נוזלי מוליך חשמל כיוון שהיונים ניידים בתמיסה המימית" (2003).	6. תלמידים נוטים לבלבל נוזל עם תמיסה מימית, תהליך היתוך עם תהליך התמוססות במים.
"תרכובת יונית בעלת אלקטרושליליות גבוהה היא בעלת טמפרטורת רתיחה גבוהה יותר" (1998). "מימן פלואורי יותר אלקטרושלילי מאמוניה" (2003).	7. תלמידים מתקשים בהבנת המושגים: אלקטרו-שליליות, זיקה אלקטרונית, אנרגיית יינון, קוטביות, ונוטים לבלבל ביניהם.
"פחמן דו-חמצני הוא גז כיוון שהוא חומר מולקולרי" (2002). "תרכובות קוטביות מתמוססות בממסים קוטביים" (1998). "זוהי תרכובת יונית - לכן היא מוליכה חשמל במצב צבירה נוזלי" (2003).	8. תלמידים נוטים להשתמש בסממאות, הצהרות, והכללות-יתר (במקום בהסברים ברמה מיקרוסקופית).

מאמרים

במחקר שערכנו, בדקנו מה חושבים תלמידים על תשובות שגויות הנפוצות בקרב התלמידים בנושא מבנה וקישור. מתוך השאלונים והראיונות עם תלמידים מסתבר שיש מקרים שבהם, גם כאשר נראה שתלמיד מבין את המושג ומסביר אותו היטב בכתב - לאחר מכן, בעת ריאיון אישי עמו, מתברר כי למעשה המושג אינו ברור לו.

להלן תיאור אירוע להמחשת קטגוריה 2 (בטבלה לעיל)

ענת (שם בדוי), תלמידת כיתה י"ב, מגמת כימיה, הישגיה בינוניים.

לענת הוצגה תשובה של תלמיד לשאלה מבחינת הבגרות תשס"ב. התלמיד הסביר כי ל- H_2O_2 טמפרטורת רתיחה גבוהה יחסית כי: "הקשרים התוך-מולקולריים במולקולת H_2O_2 שנוצרו בין אטומי ה- O כל כך חזקים שהם גורמים לו להיות בעל טמפרטורת רתיחה גבוהה יותר".

תשובת ענת בכתב מדוע לדעתה התלמיד ענה כך:

"התלמיד לא התייחס לקשרים הבין-מולקולריים ורק לתוך-מולקולריים. הוא לא הבחין בין קשרים בין-מולקולריים לתוך-מולקולריים, ובשאלה זו צריך להתייחס דווקא לקשרים הבין-מולקולריים – קשרי המימן, ולא קיימת התייחסות בתשובת התלמיד".

קטעים נבחרים מריאיון עם ענת

תמי: תלמידים בדרך כלל סבורים שקשרי מימן הם קשרים קוולנטיים בין אטום כלשהו לאטום מימן.

ענת: קוולנטיים? קוולנטיים אבל זה תוך.

תמי: נכון.

ענת: הם פשוט לא מבחינים בין קשרים בין-מולקולריים לקשרים תוך-מולקולריים, הם מכלילים את הכול ביחד, תחת הקבוצה של קשרים.

תמי: אם היית צריכה לצייר מולקולות של מים, נניח בתוך טיפה של מים,

ענת: (מצירת): הנה- O מתחבר עם H ועוד H.



מאמרים

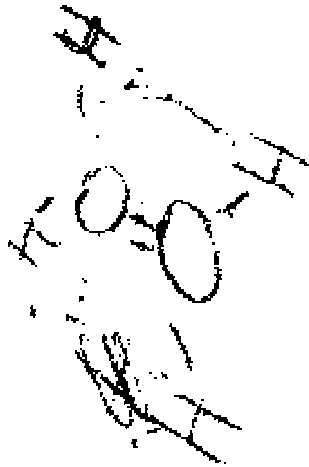
תמי: נכון. ועכשיו נסי לצייר עוד מולקולה אחת ולהראות היכן עשוי להיווצר הקשר המימני.

ענת: (מציירת ומראה קשר בין חמצן לחמצן.)



תמי: קשר מימני הוא בין חמצן לחמצן?

ענת: לא. הוא בין לבין. כלומר בין המולקולה לבין כל המולקולה. (והיא מציירת את הקשר בין מימן למימן.) "הוא בין H ל-H הקשר".



תמי: קשר מימני הוא בין מימן למימן?

.....

תמי: אז הקשר המימני הוא בין מי למי?

ענת: בין O ל-H.

מאמרים

תמי: אז את יכולה להראות איפה הקשר בין המימן לחמצן?

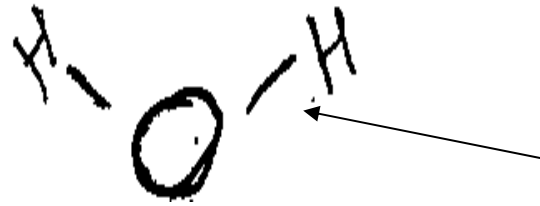
ענת: בין המימן לחמצן?

ענת: קשר מימני אחד? אני לא מבינה מה את שואלת.

תמי: תנסי לצייר קשר מימני אחד. בין מי למי הוא נוצר?

ענת: בין החמצן למימן (ומצביעה על הקשר בתוך המולקולה).

תמי: כן, קשר מימני אחד, לצייר אותו בקו מקווקו.



תמי: הקשר הזה בתוך המולקולה?

ענת: לא.

תמי: אז איפה?

ענת: פה. למימן אחר, ברור שלמימן במולקולה שנייה, כי זה קשר בין-מולקולרי ולא תוך-מולקולרי!

לסיום, ידוע שהתמודדות המורה עם טעויות המשגה של תלמידים איננה משימה קלה. אך היכרות המורה עם האפשרות של חשיבה מוטעית אצל תלמיד היא ללא ספק השלב הראשון בהתמודדות.