

# היחידה הרביעית לתלמידי כימיה – מפרט התכנים

## נושא בחירה

הענף: כימיה של הסביבה

הנושא: עקרונות בכימיה של הסביבה

היקף: 45 שעות

### הרעיון המרכזי

המבנית מתבססת על יציאה לשטח ודיגום (לקיחת דוגמאות) של כמה מרכיבים כבסיס להבנת העקרונות העיקריים של כימיה סביבתית.

### המטרה

הכרת העקרונות העיקריים של כימיה סביבתית: כימיה אנליטית, דינמיקה של מערכת טבעית (טרנספורמציות של יסודות בטבע) והקשר שבין צורן (species) לבין פעילותו הסביבתית.

כימיה סביבתית היא מדע בין-תחומי המשלב לא רק את ענפי הכימיה השונים (כמו כימיה פיזיקלית, כימיה אנליטית), אלא גם מדעים אחרים כמו ביולוגיה, ואף תחומים שאינם כלולים דווקא במדעי הטבע' כמו כלכלה. אי-לכך ההחלטה היכן להדגיש ואילו היבטים מתחום הסביבה לחשוף בפני התלמידים אינה פשוטה, והיא פתוחה לדין ולשינוי. מבנית זו נוגעת לשלושה היבטים מרכזיים של הכימיה הסביבתית:

- לימוד והבנה שדיגום וקביעה כמותית של מרכיב בסביבה אינם פשוטים.
- הבנה שיסודות ותרכובות בסביבה עוברים טרנספורמציות התלויות בכימיה של היסוד או התרכובת ובתנאים הסביבתיים. זאת הסיבה שמצבים שונים של אותו יסוד או תרכובת (speciation) מפגינים תכונות שונות לחלוטין המשפיעות על פעילותם הסביבתית.
- מכאן הצורך להבין את התהליכים (התרמודינמיקה והדינמיקה שלהם), את הכימיה האופיינית לצורונים השונים ואת השפעתם על הסביבה.

### המלצה לשיטות למידה-הוראה

לב היחידה הוא היציאה לשטח לדיגום וניטור כמה מרכיבים. מומלץ שהתבנית תכלול יותר מיציאה אחת לשטח (לפחות פעם בתחילת המבנית ופעם עם סיומה), כדי שהתלמידים יתרשמו מהשינוי המשמעותי שחל אצלם בהבנת הסביבה, וביכולתם לדגום ולנטר. היציאה לשטח תתרכז במיקרו-סביבה (עדיפות למקווה מים: נחל, שפת הים וכד') ותלוזה בעבודת הכנה ובעבודת שטח. ביציאה יאספו התלמידים דוגמאות שישמשו לדין ואנליזה בכיתה.

## היחידה הרביעית לתלמידי כימיה – מפרט התכנים

שעות	המלצות דידקטיות • יישומים ודוגמאות –	מושגים	פירוט הנושא	הנושא
20-15	<p>– ההחלטה מה למדוד תלויה במכשור הקיים. עקרונית אפשר למדוד גם pH, אם כי עדיף להשתמש בספקטרופוטומטר, אלקטרודה סלקטיבית לפלואוריד, כרומטוגרפיה גזית וכדומה. בתחום זה יש כר נרחב ביותר לפעילות עצמאית ויוצרת הן של המורים והן של התלמידים. קשר עם מעבדות בדיקה (כמו המעבדה המרכזית של "מקורות"), או לחלופין מעבדות מחקר באקדמיה, יוסיף רבות לתלמידים ולמורים.</p> <p>– ייתכן שכדאי לכלול בהוראה הכרות עם שיטות מדידה שונות: ספקטרוסקופיות, אלקטרוכימיות, שיטות הפרדה (כרומטוגרפיה) וכדומה. הלמידה תהיה מרתקת אם ישולבו במקביל שימוש במחשב ובתוכנות מתאימות ועבודה מעבדתית.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• אנליזה</li> <li>• דיוק</li> <li>• הדירות</li> <li>• מהימנות</li> <li>• כימות של מדידה:</li> <li>• חישובי שגיאה בסיסיים (ממוצע, סטיית תקן?)</li> <li><b>הערה:</b> חלק מהמושגים נובעים משיטות המדידה המסוימות שבהן יתנסו הלומדים.</li> </ul>	<p>יסודות הכימיה האנליטית:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• מהות המדידה</li> <li>• כיצד מודדים מרכיב נעלם</li> <li>• מה רצוי לדגום</li> <li>• כיצד מכמתים שיטת מדידה</li> <li>• כיצד בוחרים שיטת מדידה</li> <li>• דיוק ומהימנות של תוצאות (precision and accuracy)</li> <li>• הדירות של מדידה (reproducibility)</li> <li>• גורמים המפריעים למדידה</li> </ul>	<b>1. כימיה אנליטית</b>
15-10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• חלק זה קשור היטב לחלק הקודם כי התלמידים יבינו שלא די לקבוע, למשל, את כמות החנקן בדוגמה מסוימת, אלא יש לקבוע את התפלגות הצורונים השונים – אתגר אנליטי מורכב יותר אבל הכרחי. בנושא זה כלולים המרכיבים היותר פיזיקליים של הפרק: תרמודינמיקה (כולל חמצון-חיזור) של הצורונים השונים, קינטיקה לקבלת הצורונים השונים וכד'. ניתן לכלול נושאים כמו כימיה קואורדינטיבית (קומפלקסים אי-אורגניים).</li> <li>• מומלץ לעסוק בטרנספורמציות כימיות הן של יסוד מתכתי, כמו ברזל או כספית (מתילציה, או שינוי דרגת חמצון) והן של יסוד אל-מתכתי כמו חנקן או פחמן. גם ראוי לכלול את המרכיב האורגני – השינויים וההשפעות הסביבתיות של חומרים אורגניים שונים.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• תהליכי חמצון-חיזור</li> <li>• פוטנציאל חצי-תא</li> <li>• pH</li> <li>• שינוי דרגת חמצון</li> <li>• מסיסות</li> <li>• ספיחה ושיקוע (ברמה האיכותית)</li> <li>• הכימיה של מתכות מסוימות ותהליכים ספציפיים</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• היסודות העיקריים המצויים בכל סביבה טבעית כדוגמת ברזל, מנגן, גופרית, חנקן ופחמן עוברים טרנספורמציות כימיות לצורונים שונים.</li> <li>• הכימיה העשירה של תרכובות חנקן (<math>\text{NO}_2^-</math>, <math>\text{NO}_3^-</math>, <math>\text{NO}</math>, <math>\text{N}_2</math>, <math>\text{NH}_3</math>) יכולה לשמש בסיס ודוגמה להבנת התהליכים המחוללים שינוי בצורונים הדומיננטיים ולאינטראקציה שלהם עם הסביבה (בעלי חיים, קרקע וכד')</li> </ul>	<b>2. טרנס-פורמציות כימיות</b>

## היחידה הרביעית לתלמידי כימיה – מפרט התכנים

שעות	<ul style="list-style-type: none"> <li>• המלצות דידקטיות</li> <li>– יישומים ודוגמאות</li> </ul>	מושגים	פירוט הנושא	הנושא
<b>15-10</b>	<p>– בחלק האחרון מתבססת ההבנה שחומרים אורגניים או אי-אורגניים עוברים טרנספורמציות בסביבות שונות, וגדלה החשיפה לבעייתיות. גם מתבררת חשיבות פיתוחן של יכולות מדידה של טרנספורמציות אלה על מנת לנטר את הצורונים השונים בסביבה. כל אלה מובילים להכרה שלצורונים שונים של אותו יסוד או תרכובת, השלכות סביבתיות שונות.</p> <p>– ניתן לקשור חלק זה למקרים ידועים של זיהום הסביבה:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Minamata Disease – הרעלת הכספית שהתרחשה ביפן בשנות ה-50.</li> <li>- הרעילות השונה של כרום תלת-ערכי לעומת כרום שש-ערכי.</li> <li>- הבעייתיות של שימוש בחומרים אורגניים כמו DDT.</li> <li>- כיצד מתמודדים עם בעיות הנוגעות לסביבה.</li> </ul> <p>– מומלץ לסיים את לימוד הפרק בשדה, לרבות דיגום נוסף ו"חכם" יותר על סמך מה שנלמד קודם.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• רעילות כימית וכיצד היא נקבעת.</li> <li>• אינטראקציה בין חומר לרקמות חיות, היבטים ארוכי טווח</li> <li>• מתכות כבדות – תהליכי ספיחה ובליעה על ידי מיקרואורגניזמים</li> <li>• מערכות ניטור – הכרת מושגים בסיסיים</li> <li>• התמודדות עם מזהמים במערכות מימיות</li> <li>• קביעת סף מותר של מרכיבים במי-שתייה לעומת גבול גילוי וזיהוי</li> <li>• בעיות באיכות הסביבה – חברה וטכנולוגיה</li> </ul>	<p><b>3.</b> <b>הקשר בין הצורון לפעילותו הסביבתית</b></p>