

מורים ו"אוריניות כימית": תיאוריה מול מעשה

יעל שורץ*



רקע

לפועל הייצור ולפוליטיקי, לעורך הדין ולגנטת, למפקד האוגדה ולנהג, לתעשיין ולעובד רוחה ולכל אדם המתפרק בחברה המודרנית". ניתן לשים את המלצות הועודה באחת משתי הדרכים הבאות: הוראת מדע בגיןה רב-תחומית כמקצוע חובה (מוט"ב) או התאמת ההוראה הדיסציפלינרית של כל אחד מהמדעים (פיזיקה, כימיה ובiology) לשם הקניית אוריניות מדעית יכול. כך התעורר הצורך להתאים את הוראת הכימיה בתיכון, וביחד את הוראת הכימיה בכיתה י', להקניית אוריניות מדעית לכל התלמידים. הגדרת פרמטרים וקריטריונים ספציפיים לאוריניות כימית הנם שלב ראשון והכרחי בתהליכי זה.

מטרות חינוכיות ומשמעותי מדיניות בתחום הוראת המדעים מנוסחים בדרך כלל על ידי צוותים מסוותפים של מדענים מהאקדמיה וחוקרי הוראת מדעים. לרוב מורים מהשיטה מהווים מיעוט בצוותים אלו (Fensham, 1993). במסגרת הרפורמה הנוכחית בהוראת המדעים ובהתאם על ממצאים מחקרים רבים, נקבע כי למורים, ולמידת שיטופם בתהליכי קבלת החלטות ובפיתוח חומריו למידה חדשים, תפקיד מרכזî בהצלחת הרפורמה (Parke & Hofstein, Carmi & Ben-Zvi, 2003).

Coble (1997) הגדרו זאת באופן הבא:

"We suggest changing reform perspective from something that is done **to** teachers, to something that is done **with** teachers".

היות שהמורים יהיו האחראים להכנסת היבטים של אוריניות כימית ללימודיו הכימיה בבית הספר התיכון, מעוניין יהיה לבדוק כיצד תפושים מורים את המושג "אוריניות כימית" ומהם יחסיו הגומלין בין תפישות המורים את המושג לבין אופן ההוראה ודgeshi ההוראה בכיתה י'?

אוריניות מדעית (Science Literacy) הנה מושג חינוכי רוח. לרוב הכוונה היא להשכלה כללית, ליכולת התמצאות מסוימת בתחום המדע. תכנים ספציפיים, מיומנויות ומידת העמeka והבקיאות הדרושים להגדרת אדם כ"אורין במדע" מהווים בשא לויכוח מתמיד בקשר חוקרים בתחום הוראת המדעים, מדענים וסוציאולוגים.

כבר ב-1983, ולמרות עמיות המושג, יצא אונסק"ו ארגון האו"ם לחינוך, למדע ותרבות, בהכרזה כי הקניית אוריניות מדעית לכל האזרחים הננה המטרה העיקרית להוראת מדע בבית הספר התיכון. במשך עשרים השנים שחלפו התבוסטו פרויקטים חינוכיים רבים על קביעה זו. כך למשל, הוכרזה בארץ-הברית רפורמה בהוראת המדעים, שבמסגרתה נקבעו סטנדרטים לאוריניות מדעית בכל הנוגע לתכנים, לדרכי הוראה ולהכשרה מורים, (NRC, 1996). בפרויקט נוסף, פרויקט (Benchmarks) AAAS, (1993, 2006), נקבעו "ציוני דרך" (Benchmarks) הקובעים מה צריך לדעת תלמיד במדע ובמתמטיקה בכיתות ב', ח' ו"ב על מנת להפוך לאזרח אורין במדע. בנוסף היו ניסיונות ספציפיים יותר להגדיר אוריניות ביולוגיות (BSCS, 1995) ואוריניות כימית (ירח, 1999; Holman, 2002). במחקריהם אלו הוגדרה אוריניות כימית בקווים כלליים בלבד, ללא קביעת פרמטרים וקריטריונים ספציפיים.

בישראל קראה ועדה ("מח'ר 98") בראשות פרופ' חיים הרוי להרחבת לימודי המתמטיקה, המדע והטכנולוגיה לכל התלמידים. להלן ציטוט מתוך הדוח: "...אין מדובר כאן בהכשרה מומחים למדע, אלא בידע המדעי הכללי, בחינוך המדעי ובדרך החשיבה שיש להקנות לכל אזרח,

* מאמר זה הוא חלק מעבודת הדוקטורט של יעל שורץ, שאotta סיימה במחלקה להוראת המדעים, במכון ויצמן למדע, רחובות – בהנחייתם של פרופ' אבי הופשטיין וד"ר רות בן צבי.
היום ד"ר יעל שורץ הנה בתר-דוקטורנטית במחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע.

בישראל, ועל ההשפעות של שינוי זה על הוראת הכימיה בבית הספר התיכון. המורים פגשו מפתחי תכניות לימוד חדשות בכימיה מאנגליה וישראל ועמדו על העקרונות שבבסיס התכניות החדשנות. כמו כן שמעו המשתתפים הרצאות ממудנים בנושאים שבוחית המחקר ודנו בחשיבות נושאים אלו לאוריניות כימית.

"המורה חוקר": בפעילויות הנכללות בקטgorיה זו חקרו המורים את סוגיות האורייניות הכימיות מובייטים שונים. על מנת להבין אם אורייניות כימית חשובה לכלazarים (ולא רק למתמחים בכימיה בלבד המשך), ביצעו המורים שני סוג ראיונות: כל מורה ראיין מורה-עמית בבית ספר, שגם מלמד מקצוע מדעי (מורה להיסטוריה, לשון וכו'). כל המורים נשאלו על חשיבות הוראת המדע, על חשיבות הוראת הכימיה ועל רישומי המורים מעברם כתלמידי כימיה (אם מדובר). ראיונות אלו סייפקו פרספקטיבית חשובה של אנשים שאינם באים מתחום המדע, ושימושוenkודות התייחסות בדיוני הסדנה.

בסוג אחר של ראיונות ראיינו המורים בעלי מקצוע, שעיסוקם נשק בתחום הכימיה, למשל: רופאים, רוקחים, תזונאים, חשמלאים, צורפים, צבעים, ספרים. הללו נשאלו לאיזה ידע כימי או לאילו מיומנויות נדרשים אחרים מן השורה בباءם לקבל מהם שירות או להתייעץ עמם. ראיונות אלו שימושוenkודות מוצא לא-שגרתית לשאלת "מה עליינו ללמוד על מנת להקנות אוריניות כימית, שתיהיה שימושית בחיי היום יום?"

המורים ביצעו גם מיני-מחקרים בנסיבותיהם בנושאים הנוגעים לאוריניות כימית, לעמדות תלמידים לפני הכימיה, ובחירה התלמידים בכימיה כמקצוע לבגרות ברמת 3 או 5 ויל.

"המורה כפתח פעילות הוראה": למורתה הסדנה נשאה אופי אקדמי ותיאורטי, שולבו בה גם פעילות המדגישה את הפן היישומי, את הנעשה בנסיבות הלומדות כימיה בرمות שונות. במסגרת זאת פיתחו המורים רצף הוראה לכיתה י" (כ-15 שעות לימוד) המרכז נושא רלוונטי מסוים ומדגיש את עקרונות

כדי לענות על שאלות אלו, תוכננה והופעלה סדנת מורים שנתיית בנושא "אוריניות כימית". בסדנה השתתפו 15 מורים לכימיה, כולל בעלי ותק של 5 שנים לפחות לכימיה, וניסו בהגשה לבחינות הבגרות.

שאלות המפתח שעלהן ניסו לענות משתתפי הסדנה:
1. האם יש למד מדע את כל התלמידים ברמת בית הספר התיכון? אם כן, מדוע?

2. האם יש למד כימיה את כל התלמידים ברמת בית הספר התיכון? אם כן, מדוע?

3. מהן המטרות העיקריות ואסטרטגיות ההוראה המובילות ברפורמה הנוכחית בתחום הוראת המדעים?

4. מהם רעיונות המפתח בכימיה? מהם המושגים המרכזיים?

5. מהו מקוםה של 'השפה הכימית' באורייניות כימית?

6. מהן המיומנויות שאדם אוריין בכימיה מביא לידי ביטוי בהקשר לידע כימי?

7. מהי תרומת לימודי הכימיה לאוריניות מדעית? אילו היבטים יש להציג?

8. מהי תדמית הכימיה הציבור הרחב?

9. כיצד יש להעריך אוריניות כימית?

על מנת לענות על כל אחת מהשאלות, התנסו המורים המשתתפים במגוון רב של פעילות כגון: הרצאות, ראיונות, פעילות קריאה, דינום קבוצתיים ומינני מחקרים.

למעשה, ניתן לחלק את פעילות המורים בסדנה לשושה תחומים מרכזיים: המורה כולם, המורה כחוקר, המורה כפתח פעילות הוראה.

"המורה כלומד": בפעילויות הנכללות בקטgorיה זו למדו המורים הן מתוך הרצאות והן מתוך קראת מאמרים על הרפורמה בהוראת המדעים ועל יוזמות לרפורמה בהוראת הכימיה במדינות שונות בעולם. המורים למדו על השינוי שחל בהוראת מדע ברמת חטיבת הביניים



תפישת אורייניות כימית בעניין מורים

המצאים העולים מחקר זה נוגעים לתפישת אורייניות כימית בעניין מורים ובוטייה המעשיים בהוראה. חשוב לציין כי הסדנה התקיימה בשנת 2001 והמצאים נוחתו במהלך שנות 2002. הממצאים מתיחסים לתמונת המצב כפי ששרה בשנים הנ"ל. בפרק המסקנות תובא התיאחות לשינויים שחלו בהוראת הכימיה בשנים שלאחר מכן.

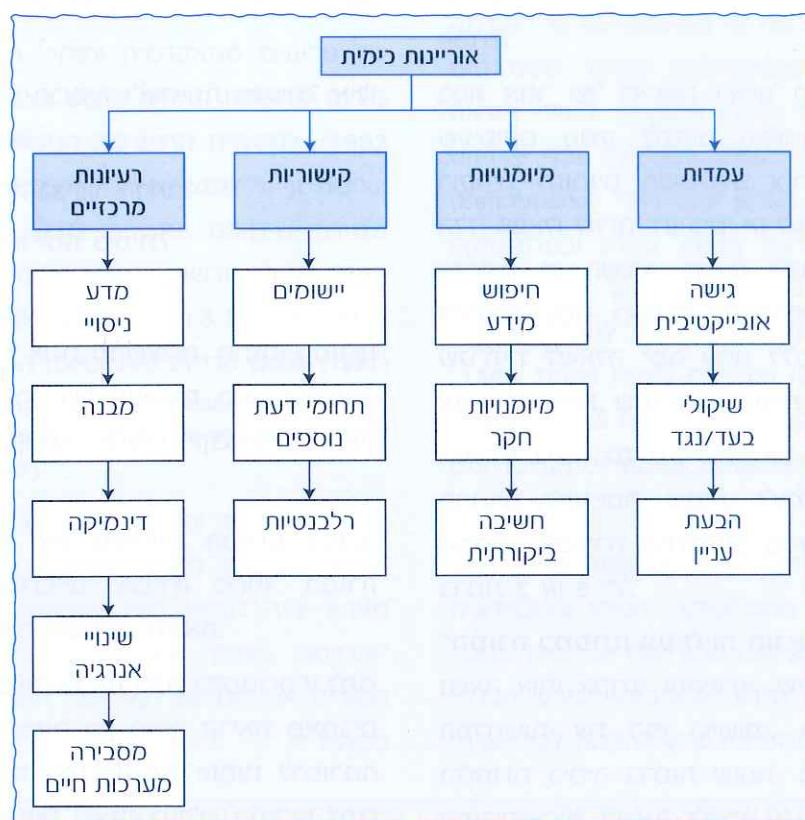
אורייניות כימית מה?

על פי הולה מפעליות ומדיני הסדנה, הוגדרה אורייניות כימית כמורכבת מארבעה ממדים: **מדד התוכן** המגדיר מהם הרעיונות הכימיים שעלอาจารית אוירין במידע לדעת ובאיוז רמה; **מדד הקישוריות** המגדיר את יכולתו שלอาจารית אוירין לקשר את הבנתו בתחום הכימיה לתחומים אחרים כגון תופעות בחיי היום יום, יכולת הכימיה לסייע

האוריניות הימית כפי שעלה בסדנה. המוראים ניתחו בחינות בגרות (ברמת 3 ויל') וניסו לאתר את מדדי האורייניות הימית שבאים לידי ביטוי בבחינות, לעומת אלו שאינם באים לידי ביטוי בדרך כלל.

המורים עיבדו מאמר להוראה בכתבה ואיפלו עטקו ב... ספרות ילדים. הספר "AIR האדם הקדמון המצרי, לאחר מכן במקורה, את הקבב הרכמי" מאות מאיר שלו שימוש כמקור שמן ניתן ללמידה על מה שמאפיין מדענים ואופן חישבותם, ועל תפיקוד המקוריות בהמצאות מדעיות וטכנולוגיות. אחת המורות השתתפות בסדנה העבירה את הפעולות בכתבתה והציג את רשמי התלמידים בפני עמיתיה לסדנה.

פעילות הסדנה תוכננו ברישום פרוטוקול או בהקלטה הפעילות. תוכרי פעילות המורים נאספו ונוחתו. בנוסף הועברו למשתתפי הסדנה מספר שאלונים.



איור 1 - תמצית ההגדרה לאורייניות כימית

לימודי הכימיה בכיתה י'). כך למשל, העובדה כי בתגובהות ובוכת נדרשת אנרגיית שפועל אינה מוצרכת כלל בסילבוס כיתה י' ובתכניות הלימודים השונות. לימודי הכימיה בכיתה י' אין מסעיפים לומדים להסביר עובדה יומיומית פשוטה כגון "מדוע יש לשפשף את ראש הגפרור על מנת להדליקו (למרות שבתגובהה בכללה נפלטת אנרגיה רבה)".

- **מצומם מקומה של השפה הכימית בהוראה.** מחקרים עולה כי השפה הכימית מהווה קושי ומכשול לרבים מהתלמידים בכיתות הטרוגניות. תרגול איזוני תשובות, ניסוח תשובות שיקוע אוALKTROLIJA, חישוב נוסחה אמפירית ועוד, חשובים לתלמידים שלימדו כימיה בהמשך, אך לא לכל האזרחים, ולכן מצומם בהוראה בכיתה י' צריך להיות מצומצם ביותר.
- **הקניית מיומנויות חשיבה ביקורתית, מיומנויות שאלות וארגן ידע במסגרת לימודי הכימיה.** הקניית המיומנויות צריכה להיות שווה בחשיבותה להקניית התכנים. זאת מთוך מחשבה כי התלמידים יctrco להתמודד בחיקיהם הבוגרים עם חיפוש ידע (באינטראנט או בעיתונות הכתובה) ועם הפעלת ביקורת כלפי אותו ידע ומהימנותו.
- **הרלוונטיות של לימודי הכימיה לתחומים רבים ומגוונים ולהי' היום יום של הפרט לצריכה להיות מוטו מרכזי שדרכו ילמדו התכנים הכימיים, ולא 'קישוט'** או העשרה הנשמרנים לסוף הפרק (ולעתים מונחים על ידי המורים מחוסר זמן).

במחקר בתחום דעת אחרים (רפואה, ארכיאולוגיה, מדעי כדור הארץ ועוד...); ממד המיומנויות המגדיר את המיומנויות שאוצרת אוירין במדוע מביא לידי ביטוי והמדד האפקטיבי (ריגושי) המתיחס לעמדותיו של אוירין במדוע כלפי הכימיה ומידת התעניינותו, הפורמלית והבלתי פורמלית בכימיה.

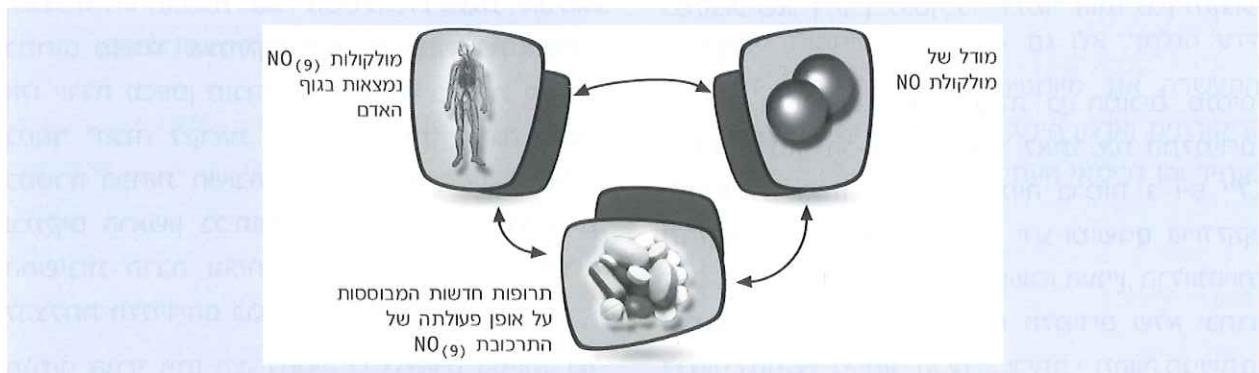
ההגדרה המקיפה משתרעת על פני מסגרת המכילה מספר רב למדי של עמודים. איור 1 בעמוד הקודם מתווה את תמצית ההגדרה.

(הערה: ממד המיומנויות מתיחס למיומנויות חקר. אין להבון מכך כי אוצרת אוירין בכימיה נדרש למיומנויות חקר כל מדען. המיומנויות הנדרשות מאוצרת אוירין נוגעות בעיקר ליכולת לשאול שאלות, להבין ולהתיחס למידע המובא בפנוי בנסיבות שונות של ייצוג (דעת: מילולי, גרפי, טבלה וכו').

הוראת הכימיה בכיתה י' והקניית אוירינות כימית

במסגרת פעילות הסדנה המליצו המורים על מספר עקרונות להוראה לקניית אוירינות כימית:

- **חסיפת התלמידים למספר רב של רעיונות כימיים, על מנת להקנות תמונה רחבה יותר של התחומים שבהם עוסקת הכימיה.** חסיפה זו תבוא על חשבון רמת העמeka. לדוגמה, יש לחשוף תלמידים כבר בכיתה העמeka. לדוגמה, יש לחשוף תלמידים כבר בכיתה י' לאסתפקטים הנוגעים גם לדינמיות ולאנרגיה ולא רק לבניה חומרים (הנושא המרכזי שבו מתמקדים



איור 2 - רלוונטיות הכימיה לתחומים רבים ומגוונים

של בחינת הבגרות, יטו המורים לשלב פעילותות הוראה המכוננות להקנית אוריינות כימית ולהגברת העניין בכימיה של כלל התלמידים. אך מדברי המורים בדינום עלולה תמונה מצב שונה.

להלן מספר ציטוטים מדברי המורים המשתתפים –

כולם מתייחסים להוראת הכימיה בכיתה י':

"יש כאן קונפליקט. מדובר על אוריינות כימית לכל גומ על חנוך תלמידים ספציפיים ללמידה המשך. זה יכולו הולך ביחד, אבל במצב זה לא... אני יודעת שללמוד בגישה כללית יותר, ולא כניסה לפרטים זה 'אורייני' יותר ומתחאים לרוב התלמידים, אבל אני מפוחדת שזה פשוט לא ימשוך תלמידים טובים לבחור במקצוע".

"היחסון החידי הוא שם נלמד כך (באופן שיפנה לכל התלמידים – י.ש.) נאבד תלמידים שמחשבים את עצמו, שחושבים שהם חכמים. היום, כימיה נחשב למשחו....".

"אני לא רוצה לעשות זילות של המקצוע. התלמיד יכול לחשב אם כל אחד יכול ללמוד כימיה,

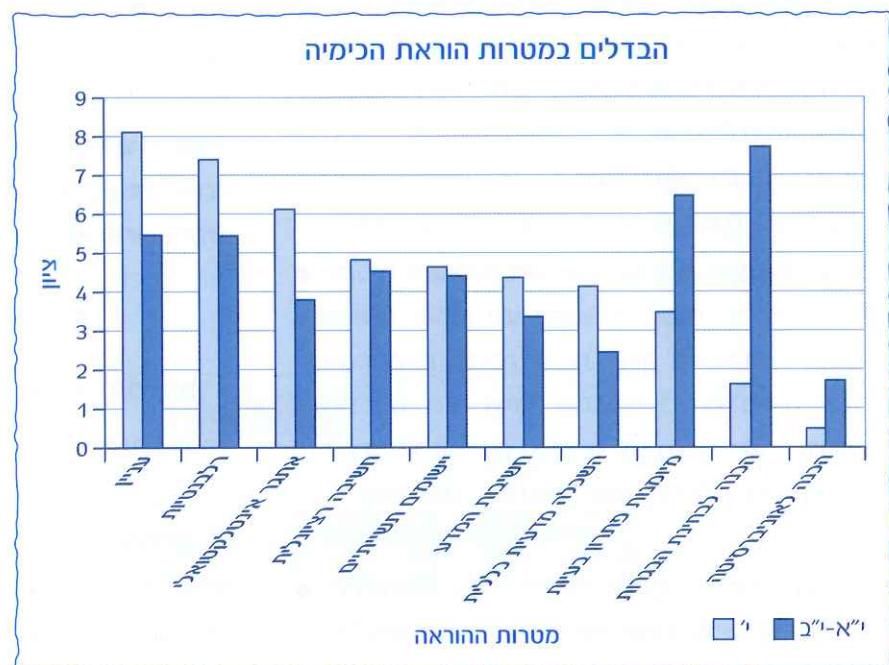
או אם אני חכם אני אלר למדוד פיסיקה..." באמת, כמורה, יש את ההתלבבות הזה של להסביר את זה כמו כיו שצער ערך נוסף כדי ללמד אותו לבן מקצוע ככלם".

מניתוח הדיונים בכללותם עולה כי המורים מנסים במהלך לימודיו הכימיה בכיתה י' לתרט את התלמידים המתאים ביותר ללימודיו הכימיה ברמות 3 ו-5 ו-ל' ולהקנות להם בסיס מוצק של ידע ומושגים שייזדקקו להם בלימודי החמשך. זאת על חשבון העניין הרלוונטיות והמענה לצרכים של כל אותם תלמידים שלא יבחרו לבסוף להמשיך בלימודי הכימיה, וכיתה י' מהוות פגימות האחרונה בכימיה במסגרת של לימודי פורמלים.

הוראת הכימיה בכיתה י' – קונפליקט בין מטרות שונות

סידנת המורים והמצאים העולים ממנה סיפקו מידע בגין למחוקותם של המורים להקנית אוריינות כימית לכל התלמידים הלומדים כימיה בכיתה י'. בשאלון שהועבר התבקשו משתתפי הסדנה לדרג מטרות הוראה שונות על פי חשיבותן, הן בכיתה י' והן בכיתות י"א-ו"ב.

תוצאות הדירוג מובאות בגraf הבא:



מנתוני הgraf ניתן להסיק כי המטרות החשובות ביותר בהוראת הכימיה בכיתה י' הן: "פיתוח עניין בכימיה"; "הדגשת הרלוונטיות של הכימיה"; ו"הציגת הכימיה בתחום מטגר אינטלקטואלי". חשיבותן של מטרות אלו יורדת (באופן מוגבל סטטיסטי) בכיתות י"א-ו"ב. בנוסף "הכנה למועד בחינות הבגרות" דורגה כמעט כמטרה הפחות חשובה (מקום 8 מתוך 9) בכיתה י' ובמקום הראשון בכיתות י"א-ו"ב. דבר זה מצביע על החשיבות הרבה והחשיבות הרבה שיחסים המורים להצלחת תלמידיהם בבחינה.

מנתוני הgraf ניתן היה להסיק כי במקרה המירוד של הוראת הכימיה בכיתות י', ללא מחויבות המכובدة

רשימת מקורות

- American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1993). Benchmarks for science literacy, New York, Oxford University Press.
- Bilogocal Scicne Curriculum Studies (BSCS), (1995) Developing biological literacy. Kendall Hunt Publishing company. Iowa 1-25.
- Fensham, P.J. (1993). Academic influence on school science curricula. Journal of Curriculum Studies, 25, 53-64.
- Hofstein, A., Carmi, M., & Ben-Zvi, R. (2003). Developing leadership among chemistry teachers in Israel. International Journal of Science and Mathematics Education, 1(1), 39-65.
- Holman, J. (2002). What does it mean to be chemically literate? Education in Chemistry 39,1, 12-14.
- National Research Council (NRC) (1996) National science education standards. Washington DC, National Academy Press.
- National Science Teachers Association (NSTA) (2003). Standards for Science Teacher Preparation. Interim version. Washington, DC.
- Parke, H.M., & Coble, C.R. (1997). Teachers designing curriculum as professional developers: A model for transformational science teaching. Journal of Research of Science Teaching, 34, 773-789.
- UNESCO, (1983). Science for all: Bangkok: UNESCO office for education in Asia and the Pacific.
- משרד החינוך והתרבות (תשנ"ב 1992) "מחר 98" דוח ח' הוועדה העלונה לחינוך מדעי ירושלים.
- יפרחה מ. (1999) אוריינות כימית מה? הגדרתה והערכתה בקרב תלמידי בית הספר התיכון. חיבור לשם קבלת תואר מוסמך במדעים. מכון ויצמן למדע.

אחד מתוצרי הממחקר שתואר כאן היה הגדרה לאוריינות כימית. ניתן לסכם ולומר כי להש��ות המורים, לדעתותיהם ולעמדותיהם היה משקל רב בתחום הגדרת האוריינות הכימית ובגיבוש עקרונות להוראתה. עוד עולה כי באופן תיאורתי 'מטרות אוריינות', כגון עניין בכימיה ורלוונטיות, תופשות את המקום הראשון בחשיבותו בעיני מורים, אך בפועל עומדות מטרות אלו בקונפליקט עם מטרת נוספת – הצגת הכימיה כמקצוע אליטיסטי ושכnuע תלמידים המתאים ללימודיו המשך לבוחר במקצועו. הממצאים מעלים את השאלה 'לענות על שתי המטרות (כל הוראת הכימיה בכיתה י' או מטרת המורים) בו זמנית. אחד הפתרונות הוא הדגשת האלמנטים של אוריינות כימית גם בתוכני ההוראה בכיתות י"א-י"ב וגם בהערכה בבחינת הבגרות. פתרון זה כבר מיושם הלכה למעשה ובא ידי ביטוי בפרסום הטילbos החדש ל-3 ו-5 י"ל ובהכללה קטע קוריאה בבחינת הבגרות.

פתרון נוסף הוא הוראה בשתי פלטפורמות של העמeka. הפלטפורמה המרכזית תהיה 'פלטפורמת האוריינות' שבה יימדנו התכנים והמיומנויות הנדרשים לאזורה אוריין (בעצם, לכל תלמידי כיתה י'). במהלך ההוראה ייצעו לתלמידים יחידות העמeka והעשרה. תלמידים המתעניינים בלמידה מדע בכיתות י"א-י"ב יוכלו להתמקדש במסגרת יחידות אלו בהעמקת הידע המדעי. לעומת זאת, יוכלו תלמידים שאינם מתכוונים ללמידה כימיה בעtid, להתעמק באספקטים חברתיים/צרכניים/אקוולוגיים של הידע הנלמד. אלו גם אלו יתרגלו ביחסות ההעמקה והעשרה את מיומנויות הלימוד העצמאי, הקריאה הביקורתית וארגון הידע. מיומנויות החשובות הן לאזורה העtid והן לכימאי העtid.