

# יש כימיה יש עתיד

התעשייה הכימית של ישראל נחשבת לסיפור הצלחה. אולם בעקבות התחרות הגוברת בעולם, ללא מדיניות מתאימה שתשמור על הגחלת, קיים חשש אמיתי להמשך צמיחתה בישראל. בעקבות ממצאי עבודה מקיפה שנעשתה בנושא ולקראת ועידת ישראל, כינסנו את המומחים הגדולים ביותר בישראל לשמוע מה להם יש להגיד

## דבי קאופמן

שומרים על המשך הצמיחה של תעשיות שנחשבות משמעותיות למשק הישראלי, ושיש להן פוטנציאל צמיחה מואץ. התעשייה הכימית היא כזו, והיא חשופה כיום לקשיים ומגבלות שעלולים להסוּם את המשך גידולה וצמיחתה.

לקראת דיון בנוגע לעתידה של התעשייה הכימית, בעקבות עבודה מקיפה שעשה מוסד שמואל נאמן בנושא, ולאור הממצאים הנוקבים שמציגה העבודה, החלטנו להוביל פאנל שמורכב ממיטב המוחות של ישראל בתחום זה. "יש סכנה אמיתית להמשך הצמיחה של התעשייה הכימית בישראל, במידה שלא ייערכו כראוי וישקיעו בנושא", אומר ד"ר גילי פורטוגה, סמנכ"ל בטבע, ממחברי העבודה שנעשתה במוסד שמואל נאמן בטכניון. "כדי למנוע תרחישים שליליים בעתיד, וכדי לאפשר את המשך הצמיחה, חייבת התעשייה הכימית לבצע השקעות גדולות בתחומים של תשתית ואיכות הסביבה, וביישום וקליטה של טכנולוגיות חדשניות. אלה הן השקעות כבדות, וההחזר עליהן יהיה ארוך טווח

תעשייה הכימית בישראל נחשבת לאחת המרכזיות בצמיחתה של ישראל. בעוד רבים סבורים שלהייטק המקומי משקל גדול בתל"ג הישראלי, מסתבר כי התעשייה הכימית לא פחות חשובה, וגם לה תרומה משמעותית לתל"ג הישראלי. נכון, ההייטק הישראלי תורם לתעשייה הישראלית כ-6% מהתל"ג, בעוד הכימיה מהווה 3.3% (יוצרת 25% מהתרומה התעשייתית לכלכלה הלאומית), אבל התעשייה הכימית יכולה לצמוח הרכה יותר.

בשנים האחרונות הציגה התעשייה הכימית גידול מרשים במכירות, ביצוא, ברווחים ובערך החברות בכורסה, ודי להסתכל על שתי החברות הישראליות, טבע וכי"ל, בכדי להבין שיש לישראל תעשייה כימית עם חברות ענק שצומחות, שיכולות להצמיח עוד חברות ושיכולות לתרום תרומה משמעותית לכלכלה המקומית. בעידן הנוכחי, הגלובלי, בו סין והודו צוברות תאוצה, יש מקום להיערך ולחשוב כיצד



צילום: visual photos

יותר מהמקובל בתחשיבים כלכליים רגילים של התעשייה. הדבר מחייב נחישות, התמדה ואמונה בנחיצותו ובנכונותו העסקית של המאמץ, אומר עוד פורטונה, "ומחייב תמיכה לאומית בו. כדי לכוון את התעשייה כך שיהיה המשך בגידול תרומתה למשק הלאומי, יש לנקוט מדיניות לאומית יוזמת הן בנושא החינוך המרעי והמקצועי, אשר נמצא במישור הממשלתי והאקדמי, והן ברמה של השקעות בטכנולוגיות חדשות, ואני סבור שהמדינה צריכה להכריז על הכימיה כתוכנית לאומית".

לדברי ראובן וקס (לשעבר סמנכ"ל במכתשים אגן), ששאלות צריכות לעלות בעת שדנים על הכנת תוכנית לאומית לתעשייה הכימית: האם היא בכלל נחוצה, ואם כן - למה כימיה? מי ביקש תוכנית? מהם יעדיה, ובאילו פרמטרים נמדדים יעדי התוכנית? מהי הדרך המומלצת להרכבת התוכנית, ומה המטרה הכמותית שניתנת להצבה,





## ד"ר נילי פורטונה: "מאז הסתיים המחקר ההזדמנות

האדירה רק התחזקה בשנה האחרונה. גידול בצריכת מוצרי הכימיה המסורתיים מצד אחד וגידול גלובלי בכיוונים החדשים מצד שני יוצרים את ההזדמנות לישראל. כדי למנוע תרחישים שליליים בעתיד, וכדי לאפשר את המשך הצמיחה של הכימיה, חייבת התעשייה לבצע השקעות גדולות בנושאי התשתית, איכות הסביבה ויישום וקליטה של טכנולוגיות חדשניות. אלה הן השקעות כבדות, וההחזר הכלכלי עליהן יהיה ארוך טווח יותר מהמקובל בתחשיבים כלכליים רגילים של התעשייה. הדבר מחייב נחישות, התמדה ואמונה בנחיצותו ובנכונותו העסקית של המאמץ, ומחייב תמיכה לאומית בו".

תוך פירוט שלבי הביצוע?

**ובכל זאת, למה כימיה? אלא תן לנו יותר רקע.**

וקס: "עד שנות ה-70 של המאה הקודמת הכימיה היתה מלכת התעשייה הישראלית, ולא היה ספק בחשיבותה לתעשייה. בשנות ה-70 ענפים כמו אלקטרוניקה ותקשורת, שידעו להתחרש יותר מהר ולהתפתח יותר מהר, עברו את הכימיה והפכו לנושאי הדגל של התעשייה. יחד עם זאת, ענף הכימיה נותר חשוב, רווחי, תורם להכנסה הלאומית ומצל היטב את אוצרות הטבע הלא-רבים של ישראל.

"אם כך, מה לא הלך בסדר, והאם זה ניתן וראוי לתיקון? חשיבות הענף למשק הלאומי נמרדת על ידי תרומתו לתמ"ג, או על פי יחס הערך המוסף הנתרם למחזור. נתון זה בתעשייה הכימית בעולם עובר את ה-30%, ובארצות הברית וגרמניה אף את ה-50%. בארץ הוא נע בין 20% ל-30%, ושיעור זה נמוך מהמוצע הארצי של כלל התעשיות. אין לצפות שהמצב הזה ישתנה מעצמו. הערך המוסף הוא סכום של הרווח הגולמי והמשכורות, לכן עלולות להופיע אי-התאמות בין השאפיות של החברות הפרטיות והמדינה. המוצא האידיאלי מניגוד אינטרסים פוטנציאלי זה, הוא קידום התעשייה הכימית בעזרת הממשלה. על הממשלה ליצור תנאים כאלה שלחברות פרטיות יהיה כראי לפעול לפי האינטרס הלאומי, כלומר מיקסום התמ"ג".

**איך עושים זאת?**

וקס: "לדעתנו, יש לפעול להכנת תוכנית אב לפיתוח התעשייה הכימית בישראל, כפי שהדבר נעשה במספר ארצות בעולם (אירלנד, סינגפור ועוד). אחד מכללי היסוד של תוכנית כזו יהיה הגדלת יחס הערך המוסף המחזור, באמצעות חידושים וקליטת טכנולוגיות חדשות".  
פרופ' זאב תדמור, יו"ר מוסד נאמן, אשר עומד בראש ועדת ההיגוי של העבודה שנעשתה במוסד, אומר כי "כשהתחלנו את העבודה, כינסנו את הצוות הראשון ואמרנו: 'יש תעשייה כימית, בואו נבדוק את חשיבותה למדינה מתוך מבט ארוך טווח ללא מורא

ומשוא פנים. אם המסקנה תהיה שישראל קטנה לסוג תעשייה שכזה ולא מסוגלת להתמודד עם הכעיות, חשוב להגיד זאת'. רצינו לרעת איפה האמת, ולצוות אמרנו: 'אם תמצאו אחרת, תגידו מה צריך לעשות כדי לקדם את התעשייה'. התברר, שהתעשייה הכימית היא אחר מעמורי הטווח של התעשייה בארץ. נכון, יש היי-טק מפואר וישנה תעשייה כימית שהיא גדולה מאוד ויציבה מאוד, אבל חשוב לשמור שהיא תישאר כזו.

"בעבודה עלו בעיות כמו רגולציה של השקעות בכיוונים חדשים, הינדון ואיכות סביבה, והדבר החשוב ביותר שעלה הוא שיישום מדיניות לאומית נכונה יניב תועלת לאומית גבוהה, שתגדל בצורה דרמטית. מדובר בהוספה משמעותית של מקומות עבודה במשק".

**אם זה כך, אז מי צריך לסייע? הממשלה?**

פרופ' תדמור: "זה לא תפקיד של התעשייה לספק מקומות עבודה, זה תפקידה של המדינה. יש אלמנטים שכל ממשלה סבירה, נורמלית, צריכה ללמוד לבצע, ויש המון חסמים ורגולציות. אנחנו יכולים להיות ציניים ולהגיד שאף ממשלה לא מסוגלת לקדם את זה, אבל התפקיד שלנו הוא להציע פתרונות, ואולי יימצא שר בממשלה שישמח לאמץ את זה.

"השר הראשון אליו פנינו עם העבודה היה ראש הממשלה אהוד אולמרט, שכינה אז כשר התמ"ת. דיברנו איתו והוא הביע תמיכה נלהבת בקידום הנושא. מבחינה רעיונית זה נראה לו. היינו גם באוצר והצגנו להם את הרעיונות, וגם שם קיבלנו את ברכת הדרך להמשיך עם העניין. אם מסתכלים על התעשייה הכימית בראייה ארוכת טווח, הכימיה היא העתיד, וחשוב להכין את הקרקע כבר היום".

**ד"ר פורטונה, בדו"ח אתם מזכירים שלושה תרחישים קיצוניים לגבי עתיד תרומתה של התעשייה הכימית למשק הלאומי. תוכל לפרט?**

"אכן ישנם שלושה תרחישים בהם בחרנו להתמקד ולנתח: תרחיש שבו לא עושים דבר, והוא התרחיש

במיליארדי \$ בשנת 2005

## טכנולוגיות חדשות - הפוטנציאל שלהן בעולם ובארץ

טכנולוגיה	מחזור צפי בעולם	פוטנציאל בארץ	AV אפשרי בארץ	% הייצור הכימי	AV של ייצור כימי	AV של ייצור כימי
פארמה וביופרמה	1,200 כולל	24 מזה "ביו" 8	4.4	100	4.4	19.8
אנרגיה	1,500 כולל	15 מזה חדש 5	2.8	66	1.8	8.1
סביבה (סנסורים)	500 חדש	5	2.8	66	1.8	8.1
ביטוח פנים (HLS)	300 "	9	5.0	33	1.7	7.7
גנר-טכנולוגיה	500 "	10	5.5	33	1.8	8.1
<b>סך הכול</b>	<b>3,500</b>	<b>37</b>	<b>20.5</b>	-	<b>11.5</b>	<b>1.8</b>

עם התייחסות ספציפית לפוטנציאל ערך הרכיב הרלבנטי לתעשייה הכימית המתחדשת. ואלו הם התחומים: ננוטכנולוגיה וביו-ננוטכנולוגיה; פרמצבטיקה וביו-פרמצבטיקה; ביטחון פנים (Homeland Security, HLS); טכנולוגיות סביבה; פורמולציות ומערכות הסעה; סינתזה של חומרי ביניים לתרופות ולחומרים מתקדמים ואנרגיה מתחדשת.

"כאמור, תחומים אלה נבחרו בשל היותם מצטיינים (במידות שונות) בפוטנציאל צמיחה גבוה, במרכיב ידע מרכזי ובאי תלות בולטת במיוחד בהון, באמצעי ייצור יקרים או בכוח אדם. כמו כן, מתאפיינים תחומים אלה בהתאמה וחפיפה ליכולות מדעיות וטכנולוגיות הקיימות בישראל, ובערך מוסף גבוה במיוחד. בסקירת התחומים החדשים נדרשנו ראשית, להעריך מהו הפוטנציאל הטמון בהם מבחינת היקפי שוק הצפויים בעולם (בשנת 2025), והפלה שתוכל התעשייה הישראלית לנגוס בו; וכן להעריך מהו השקעות התשתית הנחוצות לשם כך.

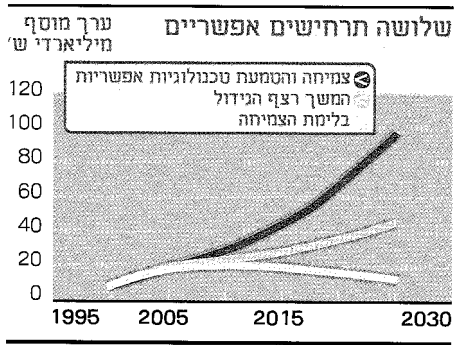
"בררך של אקסטרפולציה הגענו למסקנה כי שוק התרופות העולמי עשוי לצמוח ל-1.2 טריליון דולר בשנה, מתוכו תוכל התעשייה הישראלית לנגוס כ-24 מיליארד דולר, בהשקעות תשתית המוערכות במיליארד דולר. נתח הביוטכנולוגיה בישראל מתוך זה הוא שליש, או 8 מיליארד דולר. רק נתח זה יוכנס בחישוב הגידול בטכנולוגיות החדשות. שוק טכנולוגיות הסביבה העולמי (ללא שירותים) יגיע לחצי טריליון דולר, ובו ישראל יכולה להתרחב לפעילות של עד 5 מיליארד דולר בהשקעת תשתית הנאמדת בחצי מיליארד. שוק עולמי דומה צפינו לננוטכנולוגיה על כל היבטיה, עם פוטנציאל שוק לישראל של 10 מיליארד דולר, אם כי ההשקעה הנחוצה בתשתית גבוהה יחסית ומגיעה ל-3 מיליארד דולר.

"לשוק האנרגיה העולמי חזינו (באקסטרפולציה) צמיחה לטריליון וחצי דולר ב-2020, ופוטנציאל מכירות חדשות לישראל של 5 מיליארד דולר. שוק ביטחון הפנים העולמי יצמח ל-300 מיליארד דולר, עם פלח לישראל של 9 מיליארד דולר. בשני תחומים, של סינתזת חומרי ביניים ותחום הפורמולציות, הנחטנו שתרומתם לערך המוסף כבר כלולה ברובה בענף הפרמצבטיקה, ולפיכך לא אמרנו בנפרד את היקפיהם והפוטנציאל לישראל.

**בעבודה אתם מתייחסים גם לתחום החינוך ולאייכות סביבה. תוכלו לפרט?**

פרופ' יהודית דורי, ראש המחלקה להוראת טכנולוגיה ומדעים בטכניון: "בתחום החינוך, כפי שמופיע בעבודה, מיקדנו את הבעיה כחלק מראייה כוללת של כלל משאבי המדעים וההנדסה בדרושת המצטרפים למעגלי העבודה, תוך התמקדות במדעי הכימיה. למטרה הייתה לאפיין ולהבין את הגורמים לירידת לימודי הכימיה בבתי הספר, ולקבוע מדיניות שתאפשר עידוד וקידום של הוראת מדעי הכימיה כבר בשלבי הינוך מוקדמים, וכמובן שיפור והרחבה של לימודי הכימיה בבתי הספר התיכוניים ובאוניברסיטאות.

השלילי, תרחיש שבו המדינה משקיעה בשימור הקיים, שזוהו תרחיש רצף הגידול, ותרחיש שלישי בו מתבצעות השקעות הן בתשתית והן בטכנולוגיות חדשות. "במקרה של התרחיש הראשון (השלילי), הנחטנו שהתעשייה הכימית תמשיך לפעול על פי המדיניות הנוכחית ובמגבלות הקיימות, ללא השקעות חדשות בתשתיות הפיזיות בישראל, ללא הסדרים מעשיים בנושאי הגנת הסביבה וללא כניסה ליישום כוונים חדשים. בתרחיש זה תיעצר צמיחתה של תעשייה זו בישראל, יקטן הגידול במכירות שמקורן בישראל ותקטן מאוד התרומה



הלאומית, היחסית וגם המוחלטת, למשק. "במצב של תרחיש רצף הגידול, התעשייה הכימית תבצע את ההשקעות הנדרשות בתשתית, בשיתוף כל הגורמים בעלי העניין בישראל, בעידוד ובעזרת מדיניות ממשלתית התומכת בשימור התעשייה הכימית. המשמעות היא, שיימצאו פתרונות לחסמי הגידול בתחומי החינוך וההשכלות הסביבתיות. בתרחיש זה יישמר המצב הקיים, אך הצמיחה תהיה מוגבלת בגלל חסמים אובייקטיביים של תחומי הפעילות הקיימים של התעשייה, ובשל התחרות הגוברת בתחומים אלה בעולמנו הגלובלי.

"התרחיש השלישי הוא תרחיש הצמיחה והחדשנות: התעשייה הכימית תממש את ההשקעות הנדרשות בתחומי התשתית, חסמי הגידול והשימור של ענפי התעשייה הנוכחיים ייפתרו בישראל, והתעשייה הכימית תזכה למדיניות ממשלתית יוזמת ותומכת ארוכת טווח. מדיניות זו תניע אותה להשקיע בטכנולוגיות חדשניות, ולממש אותן בכיוונים החדשים אשר נפתחו בשנים האחרונות. הערך המוסף הטמון ביישום אפקטיבי של הכוונים החדשים יאפשר לא רק את צמיחת התעשייה הכימית החדשה בקצב מרשים, אלא יביא גם לכך שהתרומה למשק הלאומי ולתעסוקה תגדל באופן מאוד מרשים. זאת, בזכות פוטנציאל הערך המוסף הגבוה שכיוונים אלה יאפשרו."

**אילו כיוונים טכנולוגיים מצאתם חשובים בתרחיש השלישי, בו משקיעים בחדשנות?**

פרופ' יואל ששון ממכון קואלי, שהיה גם סמנכ"ל המו"פ של חברת מכתשים: "כעיקרון, מצאנו שבעה כיוונים טכנולוגיים שנבחרו ככאלה שמומלץ להתמקד בהם, והם מצטיינים בשילוב של פוטנציאל צמיחה גבוה, מרכיב ידע מרכזי, שתואם את היכולות המדעיות והטכנולוגיות הקיימות בישראל, וערך מוסף גבוה במיוחד.

"הערך המוסף העתידי למשק בתחומים אלה חושב על סמך נתוני החיזוי לצמיחת השוק העולמי ב-20 השנים הקרובות, ועל סמך ההערכות מה יכול להיות הנתח של החלק הישראלי בהתפתחות זו,



**פרופ' זאב תדמור:**  
"זה לא תפקיד התעשייה לספק מקומות עבודה זה תפקידה של המדינה. יש אלמנטים שכל ממשלה סבירה, נורמלית צריכה ללמוד לבצע ויש המון חסמים ורגולציות. השר הראשון שהלכנו אליו עם העבודה היה ראש הממשלה אהוד אולמרט שבזמנו היה שר התמ"ת. הוא הביע תמיכה נלהבת לקדם את הנושא. אם מסתכלים על התעשייה הכימית בקנה מידה ארוך טווח, הכימיה היא העתיד וחושב להכין את הקרקע כבר היום"

## יישום מדיניות לכימיה

**יישום מדיניות** הרו"ח כפי שמוצג בעבודת התעשייה הכימית שהכין מוסד שמואל נאמן חייב להתמקד בו-זמנית בכל שלוש גזרות התשתית שצוינו על-ידי הצוותות השונים:

1. פתרון בעיות איכות הסביבה והתשתיות התעשייתיות.

2. הפיכת התעשייה הכימית לשותף חשוב בקליטת הטכנולוגיות החדשות שצוינו.

3. שיפור החינוך וההוראה של מדעי הכימיה של כל הגילאים, ושדרוג ההשקעות בתחום זה.

### כדי לממש את החזון צריכים:

1. להחליט על מדיניות לאומית תומכת לתעשייה הכימית ולהציב לה יעדים כמותיים ארוכי טווח במסגרת תכנית ברורה.

2. להגיע להבנה לאומית של שותפות במימוש המדיניות והתכנית הנגזרת ממנה בין שלוש הגורמים - ממשלה, תעשייה, אקדמיה.

3. למנות ועדה למדיניות לאומית שתהיה גוף פעיל מנחה ומכוון, שבה יהיו מיוצגים התעשייה, הממשלה והאקדמיה. בראשה יעמוד מנהל שיהיה מופקד על פירוט המדיניות והכוונת ביצועה הלכה למעשה. הועדה תהיה אחראית לכרוך ולוודא שהמדיניות מתבצעת, מתעדכנת פעם בשנה לפחות ושכל הגורמים מתואמים עם התכנית. עבור כל טכנולוגיה חדשה תוקם וועדת יישום שתלווה את הטמעתה בתעשייה; מומלץ שבראשה יעמוד תעשיין.

4. מרב התקציבים שיידרשו לנושא ינהלו על ע"י הגופים האחראים בממשלה, כל אחד בגזרתו, ועיקר תרומת ההיגוי הלאומי יהיה בהצבת סדרי קדימויות ובתמרוץ האינטגרציה בין כל גופי הממשלה, התעשייה והאקדמיה. תיבנה הערכה מפורטת של התוספות הנדרשות לחינוך ולתשתית.

הערכת הוועדה לכיוונים חדשים הייתה שיידרשו כ-5000-3000 מיליוני דולר במהלך 20 השנה הבאות, או כ-250-150 מיליון דולר לשנה כדי לממש את מלוא הפוטנציאל הלאומי שהוצג בתחום זה. חלק מהתקציב קיים היום בתקציבי המחקר הממומנים בעיקר ע"י המדען הראשי במשרד המסחר והתעשייה, אך יידרשו הגדלה ושינוי במדיניות העדיפויות.

5. חשוב שבעת מימוש מדיניות הוועדה היא תתחבר למערכים ניהוליים קיימים, הן בנושאי איכות הסביבה, הן בנושאי החינוך והן בעידוד התיעוש של הכיוונים החדשים. בין השאר יזכרו מדיניות ה-responsible care שמהלל התעשייה בשת"פ עם גורמים בינלאומיים (ISO וכיו"ב) וחלק מהארגונים הירוקים, תוכנית החממות, תוכנית המגנט, הוועדה לתאום ההשכלה הגבוהה, המועצה הלאומית למחקר ופיתוח, המועצה התעשייתית שהוקמה לאחרונה, ועדת המקצוע והפיקוח על הכימיה ועוד. כולן תוכלנה להיות לעזר, אם התעשייה הכימית תחובר אליהן כחלק מתוכנית המימוש בישראל.

האקדמיה והתעשייה (שבירת 'תקרת הזכוכית').  
ומה באשר לאיכות הסביבה? כמכל הנושאים שנסקרו במסגרת הפרויקט, הנושא של תשתית וסביבה הוא העמום ביותר מבחינה ביוורוקרטיית ומבחינה ציבורית-הגשית.

פרופ' יורם אבנימלך, שהיה מרען ראשי במשרד להגנת הסביבה וכיום מנהל תחום סביבה במוסד שמואל נאמן: "התעשייה הכימית הינה עתירת השקעות, שטחי קרקע ושינוע יבשתי וימי, צרכנית גדולה של אנרגיה ומים ומייצרת שפכים תעשייתיים וגזי פליטה. לכן, האתרים שנועדו לפיתוח של מפעלים כימיים חייבים להבטיח אספקת התשומות הפיזיות הנ"ל, כולל התנאים הלוגיסטיים הנלווים. המפעלים מצדם חייבים בטיפול מקצועי ואמין בכל השפכים, הפליטות והפסולות המיוצרים בהם, ועליהם לוודא שהתעשייה לא תהווה מטור או מוקד סכנה לאוכלוסייה.

"בעבר התמקדה התעשייה הכימית במספר אזורים היסטוריים, או כאלה שהוקצו לכך על ידי המדינה. הכולטים שביניהם: מפרץ חיפה, רמת חובב, מישור רותם ומפעלי ים המלח. כמו במקומות רבים בעולם, במהלך עשרות שנים התעשייה הכימית לא שקדה על פתרון כולל לבעיות הקצה שלה מחד גיסא, והרשויות לא פיתחו את מערכת החוקים והתקנות המתאימים מאידך גיסא. גם הטכנולוגיות הסביבתיות לא היו זמינות בעבר באותה מידה שהן פותחו בשנים האחרונות.

"בעשור האחרון החמירו הרשויות הממשלתיות והעירוניות את דרישותיהן להמשך מתן רישיונות העסקים, ודרשו לשנות את מערך התעשייה תוך זמן קצר מהאפשרי. המצב גרם משבר ביחסי התעשייה הכימית עם הגופים הסביבתיים ועם הקהילה, ויצר לתעשייה דימוי ירוד ופוגע. יש לזכור ולהדגיש, שאובייקטיבית, הנאמר כאן אינו שונה בהרבה מהמצב בתעשיות אחרות כמו מתכת, צביעת טכסטיל או מזון, אך תרמיתן נפגעה פחות בעיני הציבור.

"באירופה ובארה"ב החל תהליך זה לפחות עשור קודם לכן, כאשר שם מתבסס הפתרון על שליחת השפכים התעשייתיים המטופלים, לאחר טיהורם והפיכתם לתמלחות, לאוקיינוס, תוך שימוש בנהרות איתן להעברתם ליס. במדינות המזרח הרחוק, שגם הן החלו ממש לאחרונה להתייחס ברצינות לבעיות הסביבה, מוקמים בימים אלה פארקים תעשייתיים ייעודיים לתעשייה הכימית ותעשיות עם בעיות-קצה דומות. בפארקים אלה קיים טיפול מרכזי באספקת התשומות הנדרשות וגם בסילוק השפכים התעשייתיים, כל עוד המפעלים עומדים בסטנדרטים שנקבעו לאיכות השפכים המטופלים.

"לנו אין נהרות איתן, אבל כמעט כל אתר בארץ אינו רחוק מאוד מן הים (התיכון או ים המלח). בעובדה זו טמון פתרון פוטנציאלי לבעיה אקוטית".

### יש פתרון?

פרופ' אבנימלך: "חייבים לנקוט מספר פעולות כדי לפתור את הבעיות. חיוני במסגרת תוכנית אב לתעשייה הכימית בישראל, להסדיר את יחסי התעשייה עם סביבתה הפיזית והאנושית, ולהגיע למצב חדש של הבנות ופתרונות ארוכי טווח, הן לגבי התשתיות הדרושות להתפתחות התעשייה והן לגבי מניעת מטרדים לסביבה הנובעים מפעילותה. כיום הטכנולוגיות קיימות ומינות, והתעשייה הוכיחה נכונות להשקיע את הנדרש

"לפיכך, נאספו נתונים על רמת החינוך הכימי בישראל, אופן החינוך לכימיה ומספר הנבחנים בכימיה בבחינות הבגרות, וכן נעשה מאמץ למצוא פתרונות להעשרת לימודי הכימיה והפיכתם לנושא מרכזי, יצירתי ואטרקטיבי. באמצעות שאלונים שבנה הצוות, רואיינו אנשי מפתח מהתעשייה הכימית ומהאקדמיה בישראל, כמו גם מורי כימיה מובילים, וכך חודרו הבעיות והמגבלות, הוסקו מסקנות וגובשו המלצות".

### ומה הבעיות שמצאתם?

פרופ' דורי: "עיקר הבעיות שעלו ממצאי צוות החינוך הן: פרישה של מורי כימיה מובילים, וכתוצאה מכך מחסור במורים איכותיים להוראת המקצוע; אופן המודעות של הציבור הרחב להשיבות הענף למשק; המודעות ליכולת לפרנס אדם בכבוד במקצועות הכימיה איננה קיימת מערכת החינוך; מקצוע הכימיה אינו נלמד כמקצוע נפרד בכיתה ט', ועקב כך מעטים הבוחרים בכימיה כמקצוע התמחות לקראת כיתה י', יחסית לבוחרים במקצועות כגון ביולוגיה ופיזיקה, שחשיפת התלמידים אליהם גדולה יותר; קיימת בעיית תשתית של מעבדות בכתי הספר המחייבת פתרון, אם רוצים לאפשר לימודי כימיה בהיקף מורחב, תוך שימת דגש על מעבדות מתקרמות; מקצוע הכימיה אינו מקבל את אותה רמת הבונוס בעודת הבגרות כמו הפיזיקה, במדדי הקבלה לטכניון ולאוניברסיטאות, דבר שאינו מעודד תלמידים מצטיינים לבחור בכיוון זה; הפסקת הכשרת ההנדסאים במרכז בתי הספר. זו יצרה מחסור בהנדסאים כבר היום, אשר יחמיר בהמשך".

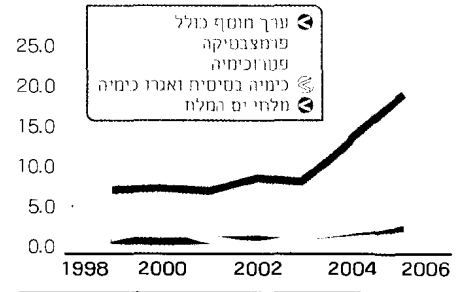
### איך מטפלים בבעיות?

פרופ' דורי: "אני סבורה שיש לחזור ולשווק את מקצוע הכימיה לבני הנוער באמצעות חוגים כמו 'נוער שוחר מדע', כימיה ארה, פרויקט ארכימדס, מוזיאונים ותנועות הנוער. בהנחה שתאומץ המדיניות הלאומית על כל מרכיביה, נראה שייקל הביצוע, מאחר שהתעשייה הכימית תשיג תרומות מחורשת של תעשייה היי-טק הממלכת תעשיות קיימות וחדשות עם פוטנציאל תעסוקה אדיר. בנוסף, אני סבורה שמימוש ויישום בשטח של תכניות הלימוד החדשות לבתי"ס תיכוניים, אשר שמות דגש על משקל הכימיה בחיי יומיום ועל כיווני תעשייה ומחקר עדכניים, ידרבנו פנייה לכיוון.

"זאת ועוד, חשוב לתגמל את מורי הכימיה על השקעת זמן בערכון הידע והשתלמויות ארוכות-טווח, לשם עידוד ההתפתחות המקצועית והעלאת רמת המורים, וכן לפצל את כיתותיהם לקבוצות במעברה. חיוני להכין מיפוי צרכים לתעשייה. גם המלצה זו תהיה קלה יותר למימוש במסגרת מדיניות לאומית ברורה, המציגה ניתוח של כוונים מועדפים ומציבה יעדים כספיים מוגדרים, כולל הצבת פתרונות התשתית הפיזית הנדרשת, אשר גם למימושה יידרשו משאבים מקצועיים רבים.

"חשוב להגדיר מחדש את מקצוע הכימיה כחטיבות הביניים כשווה ערך למקצועות המדעים האחרים בציוני הבגרות. יחד עם ההכרה בחשיבותו הלאומית, הדבריים משתלבים ללא ספק במדיניות הלאומית המומלצת. כן, רצוי לייעד כספים למלגות יוקרתיות עבור נשים היוצאות ללימודי פוסט-דוקטורט בחו"ל, הן במדעי הכימיה והן בתחום הוראת הכימיה, וכן לדאוג לתגמול מתאים לחוזרות מחו"ל, לאקדמיה או לתעשייה, וזאת כמטרה להעלות את אחוזן בצמרת

הערך המוסף של הענפים העיקריים בשנים האחרונות



כדי למנוע מטרדים לסכיבתה. בחלק מהמקרים נדרשת התעשייה לבצע שינויים לא רק במערכות הקצה שלה אלא גם בתוך תהליכי הייצור, כדי למזער שפכים ופליטות; יש לאפשר לה את התנאים והזמן הדרוש לבצע ולהתחדש.

תחת מדיניות לאומית תומכת ומכוונת, יש מקום לצפות שהתעשייה הכימית תיטול יוזמה ותהפוך לגורם מוביל ומנהיג בהדשנות סביבתית, החל מתחום הניהול, דרך יישום טכנולוגיות חדשות וכלה בקשרים עם הקהילה.

מה יקרה אם לא יבצעו את הפעילות שהצעתם? "אי הצלחה במימוש תהליך זה עלול להביא את התעשייה הכימית להעתיק את חלק הארי של הייצור שלה אל מחוץ למדינת ישראל, ולהקטין בכך בהדרגה את תרומתה לכלכלה הלאומית, כמתואר לעיל בתרחיש השלילי. לעומת זאת, הצלחת התהליך תאפשר להמשיך את תנופת הגירול בה נמצאת התעשייה בשנים האחרונות, מול השווקים הגדלים בעולם למוצריה".

למה כדאי לחושלה לגנש מדיניות לאומית לתעשייה הכימית

השאלה הראשונה עמה יש להתמודד, על פי דו"ח מצב התעשייה הכימית כפי שהציג מוסד שמואל נאמן, היא: האם מוצרך להמשיך ולטפח את התעשייה הכימית בישראל? הממצאים מעלים כי מחד גיסא, עסקית, התעשייה התפתחה היטב בשנים האחרונות וכן גדלה גם תרומתה לכלכלה הלאומית. מאידך גיסא, תרומתה הציבורית נמצאת בשפל ומגבלות צמיחה מסכנות את המשך הצמיחה. הניתוח מדאח כי התעשייה הזו אכן מהווה נכס חשוב, אבל חלק גדול ממנה הפסיק להשקיע בצמיחתה בישראל, בשל הגורמים הבאים:

אובדן אטרקטיביות התעשייה ברמה הלאומית, במערכות החינוך ובתרמית הלאומית, הביא לעצירת היצירתיות והרחבת המור"פ.

התחרות מהמזרח הרחוק התגברה בתנאים לא שווים: שם ניתנת העדפה בחינוך, במדיניות לאומית, בתשתיות איכות הסביבה ובמימון שטחי תעשייה מיועדים.

הממשלה הסבירה פניה לתעשיית ההיי-טק, המבוססת על אלקטרוניקה ותוכנה, ונתנה לתעשייה הכימית תרומת של low-tech. התעשייה התאימה עצמה לתרומת זו, ולא גילתה עניין מספיק בטכנולוגיות חדשניות ("ממילא יש סיכונים עסקיים בהליכה לכוונים חדשים, ואי הוודאות קיימת")

היבטים של איכות הסביבה הביאו ללחץ ציבורי מצד ארגונים ירוקים, אשר גרם למתקפה רבתי על התעשייה וחשף אותה במערומיה - לא ממש מוכנה וערוכה לעידן החדש.

מדיניות לאומית לתעשייה הכימית

● כי יש אקדמיה ומכוני מחקר חזקים בתחומים המתחדשים של מדעי הכימיה.  
● כי מסתמנות טכנולוגיות חדשות שיש לממשן, וכל המקדים זוכה בנתח גדול יותר בעולם העסקים המתחדש.

● כי אסור להשקיע את כל המשאבים הלאומיים בהיי-טק בתרומתו הנוכחית, המצומצמת: התעשייה הכימית אשר תקלוט טכנולוגיות חדשות - תהפוך גם היא להיי-טק, כמובנו הרחב.

● כי הערך המוסף העיקרי למדינה יבוא רק אם התעשייה תישאר בישראל.

● כי מדעי הכימיה מהווים תשתית חיונית למגוון רחב של מדעים וטכנולוגיות.

● כי אורחי-עתידי בעלי אוריינות מדעית, כולל בכימיה, מהווים בסיס חיוני למגוון רחב של מקצועות מדעים והנדסיים עליהם מושתתות תעשיות מתקדמות.

נשאלה השאלה אם והיכן קיים משפט הובחה בעולמנו, שמדיניות מסייעת לפיתוח תעשייה כימית הצליחה להביא לשינוי כלכלי מהפכני ומנוף תעשייתי לכיוונים חדשים?

יש מדינות עם מדיניות לאומית שהצליחה - אירלנד, שווייץ.

● יש מדינות המיישמות זאת כימים אלה, בעיקר בתחומים היותר מסורתיים - טייואן, הודו, סין. גם במדינות אלה החל ממש לאחרונה המאמץ למנף את ההצלחה מהתחום המסורתי לכוונים הטכנולוגיים החדשים המתפתחים.

● יש גם הצלחות בישראל של שותפויות שהצליחו בין האקדמיה והתעשייה בתחומים רבים וגם בתחום מדעי הכימיה, למשל:

● היסטורית - התעשיות המקוריות על בסיס מלחי ים-המלח וחומצת-מלח (מפעלי ים-המלח וחיפה-כימיקלים) התבססו במידה רבה על מחקרים שנולדו באוניברסיטה העברית.

● חברת טבע משלבת את האוניברסיטאות והחממות בבניית פריצות לטח ההמצאתי. שני פרויקטים גדולים כבר נמצאים בייצור.

● חברת מכתשים חוברת לאוניברסיטאות בפיתוח כיוונים חדשניים בתחומי הכימו-טכנולוגיה.

● חברת אינטל משתפת פעולה עם קבוצת הוראת הכימיה בטכניון בפיתוח יחידת לימוד חדשה למתמחים בכימיה, בנושא "מננו-כימיה למיקרו-אלקטרוניקה".

השאלה הראשונה שעומדת על ההתמודד

ע"פ דו"ח מצב התעשייה הכימית כפי שהציג מוסד שמואל נאמן היא: האם מוצרך להמשיך ולטפח את התעשייה הכימית בישראל? ע"פ הממצאים, מחד גיסא, עסקית, התעשייה התפתחה היטב בשנים האחרונות וכן גדלה גם תרומתה לכלכלה הלאומית, אך מאידך גיסא תרומתה הציבורית נמצאת בשפל ומגבלות צמיחה מסכנות את המשך הצמיחה. הניתוח מראה כי התעשייה הזו אכן מהווה נכס חשוב, אבל חלק גדול ממנה הפסיק להשקיע בצמיחתה בישראל בנין הגורמים הבאים:

● אובדן אטרקטיביות התעשייה ברמה הלאומית, במערכות החינוך ובתרמית הלאומית, עצרו יצירתיות והרחבת המור"פ.

● התחרות מהמזרח הרחוק התגברה בתנאים לא שווים: שם ניתנת העדפה בחינוך, במדיניות לאומית, בתשתיות איכות הסביבה ובמימון שטחי תעשייה מיועדים.

● הממשלה הסבירה פניה לתעשיית ההיי-טק, המבוססת על אלקטרוניקה ותוכנה, ונתנה לתעשייה הכימית תרומת של low-tech. התעשייה התאימה עצמה לתרומת זו, ולא גילתה עניין מספיק בטכנולוגיות חדשניות ("ממילא יש סיכונים עסקיים בהליכה לכוונים חדשים, ואי הוודאות קיימת")

● היבטים של איכות הסביבה הביאו ללחץ ציבורי מצד ארגונים ירוקים, אשר גרם למתקפה רבתי על התעשייה וחשף אותה במערומיה, לא ממש מוכנה וערוכה לעידן החדש.

● מערכות האישורים הנדרשים לצמיחת התעשייה מאד ביוקרטיות ומעכבות השקעות אפקטיביות בתוך מדינת ישראל.

● העיכובים באספקת התשומות הפיזיות לתשתית התעשייתית והלוגיסטיקה הנלווית לה אינם מאפשרים השקעות גדולות נוספות ללא שינוי במדיניות ובתשתיות הלאומית כלפי הענף התעשייתי הזה.

אמנם התעשייה הוכיחה עצמתה עסקית, אך היא משקיעה לאחרונה יותר ברכישות מפעלים בחו"ל; לעיתים בגין שיקולים עסקיים, אבל בעיקר מהסיבות שצוינו לעיל.

ומכאן, למה בדאי לממשלה בכל זאת לעצב מדיניות לאומית ולממשה?

● כי יש בתעשייה הכימית עוצמה תעשייתית רבת שנים והישגים, שיכולה להוות מנוף כלכלי חשוב.