



## תעשייה וחדשנות

# אפיון ותוכנית אב לאזור התעשייה מישור רותם

ד"ר איתן אדרס  
ד"ר גלעד פורטונה  
ד"ר אביגדור זוננשיין  
מר יובל ניב  
מר דניאל פורת  
מר רפי נווה  
גב' תמר דיין

תשתיות  
פיזיות

בריאות

הון  
אנושי

השכלה  
גבוהה

חברה

חינוך

כלכלה

מדע  
וטכנולוגיה

סביבה  
ואנרגיה

תכנון  
ארוך טווח



מוגש לחברה הכלכלית חבלים המלח

# אפיון ותוכנית אב לאזור התעשייה מישור רותם

חוקרים:

ד"ר איתן אדרס

ד"ר גלעד פורטונה

ד"ר אביגדור זוננשיין

מר יובל ניב

מר דניאל פורת

מר רפי נווה

גב' תמר דיין

ספטמבר, 2019

אין לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות מראש ובכתב ממוסד שמואל נאמן מלבד לצורך ציטוט של קטעים קצרים במאמרי סקירה ופרסומים דומים תוך ציון מפורש של המקור.

הדעות והמסקנות המובאות בפרסום זה הן על דעת המחבר/ים ואינן משקפות בהכרח את דעת

מוסד שמואל נאמן.

3	רשימת איורים.....	
3	רשימת טבלאות.....	
5	תקציר מנהלים.....	
8	1. רקע כללי על מישור רותם.....	
11	2. התעשייה הכימית בישראל.....	
11	2.1 מבט כללי אל התעשייה הכימית.....	
13	2.2 התעשייה הכימית בישראל, "כרטיס ביקור".....	
21	2.3 שרשרת הערך (Value chain) של התעשייה הכימית הישראלית.....	
31	3. מישור רותם – מבט קדימה.....	
31	3.1 גז טבעי – מחולל שינוי.....	
39	3.2 ייצור אנרגיה מתחדשת.....	
39	3.3 אגירת חשמל.....	
42	3.4 מטמנת אפעה.....	
43	3.5 נושאים נוספים: מוצרים מברום, פצלי שמן, לבנים ממלח, כריית חול.....	
45	3.6 מישור רותם כפארק אקו תעשייתי.....	
49	3.7 ייצור מתקדם – Industry 4.0.....	
50	4. ניתוח SWOT.....	
52	5. אסטרטגיה מומלצת.....	
52	5.1 כיווני פעולה מומלצים וסדרי עדיפויות.....	
56	5.2 ניהול הפארק.....	
58	6. תכנית האב ליישום.....	
62	נספח.....	
62	א. שיחות עם גורמים קשורים למישור רותם.....	

## רשימת איורים

- 7..... איור 1: תהליך הניהול האסטרטגי
- 8..... איור 2: מישור רותם והסביבה
- 13..... איור 3: שלושת "טיפוסי המוצרים" המאפיינים את התעשייה הכימית
- 15..... איור 4: מספר מועסקים בתעשייה הכימית בישראל, 2012-2017
- 16..... איור 5: מחזור המכירות של התעשייה הכימית האזרחית בארץ 2012-2017, במיליארדי דולרים
- 17..... איור 6: מאפייני היצוא של התעשייה הכימית בישראל ב- 2016 לפי פילוחים, באחוזים מסה"כ היצוא
- 19..... איור 7: הערך המוסף של קבוצות הכימיקלים העיקריות לאורך זמן
- 21..... איור 8: שרשרת הערך של התעשייה הכימית בישראל
- 23..... איור 9: חוף עין בוקק
- 23..... איור 10: מכרות פוספט
- 27..... איור 11: בתי הזיקוק בחיפה והמפעלים הצמודים להם
- 31..... איור 12: יישום הגז הטבעי להגדלת התחרותיות במשק הישראלי
- 33..... איור 13: גז טבעי כחומר גלם ליצירת מוצרי המשך עם ערך מוסף לחקלאות
- 34..... איור 14: גז טבעי כחומר גלם ליצירת מוצרי המשך עם ערך מוסף לתעשייה, לתחבורה, ופולטיקה
- 36..... איור 15: עלות ייצור הדלק מגז לחבית כתלות במחיר הגז הטבעי בתהליכים המסחריים היום
- 37..... איור 16: מחירי הנפט בעולם
- 38..... איור 17: פוטנציאל ההתייעלות בעתיד: השפעות יעילות של התהליך על עלות ייצור חבית, במחירי גז משתנים
- 40..... איור 18: תחזית עולמית של אנרגיה אגורה
- 41..... איור 19: שיטות שונות לאחסון אנרגיה חשמלית
- 53..... איור 20: מאפייני המוצרים המומלצים לייצור באזור התעשייה מישור רותם
- 54..... איור 21: הכיוונים האפשריים להרחבת התעשייה הכימית בפארק המתוכנן במישור רותם

## רשימת טבלאות

- 12..... טבלה 1: אפיון ממוקד של הכימיקלים המיוצרים בתעשייה הכימית
- 13..... טבלה 2: אפיון התעשייה הכימית לפי ארבע תקופות מרכזיות
- 16..... טבלה 3: מאזן יבוא יצוא של התעשייה הישראלית בשנת 2016 לפי שווקים מרכזיים, במיליוני דולר
- 17..... טבלה 4: הפריסה הגיאוגרפית של אתרי היצור המרכזיים של התעשייה הכימית בישראל
- 20..... טבלה 5: אפיון פעילות המחקר והפיתוח
- 20..... טבלה 6: דוגמאות למאפייני המחקר השונים בתעשייה
- 25..... טבלה 7: מפעלים מרכזיים באזור תעשייה מישור רותם ומוצרי המשך
- 26..... טבלה 8: מפעלים מרכזיים בפארק תעשייה נאות חובב ומוצרי המשך

טבלה 9:	דוגמאות למפעלים המייצרים Performance Chemicals לפי שוקי היעד	29
טבלה 10:	מפעלי GTL עיקריים קיימים ומתוכננים	35
טבלה 11:	עלויות מחושבות בטכנולוגיות קיימות למתקן של שליש התצרוכת של ישראל לתחבורה	36
טבלה 12:	עלות תועלת של יישום סימביוזה תעשייתית	47
טבלה 13:	תכנית האב ליישום	60

התבקשנו על ידי החברה הכלכלית חבל ים המלח מהמועצה האזורית תמר, לאפיין את אזור התעשייה במישור רותם ולהמליץ על תכנית אב לפיתוחו.

אזור התעשייה מישור רותם משתרע על פני כ- 28,000 דונם והוא אזור התעשייה הגדול בשטחו בישראל. מישור רותם גובל בצדו הדרומי בכביש מס' 25 ומשתרע צפונה לאורך ומשני צדי כביש מס' 258. בצד הדרום המערבי במרחק של כ- 10 ק"מ נמצאת העיר דימונה, וצפון מישור רותם מגיע לצומת הכבישים מס' 31 ו- 258, כשערך נמצאת כ- 15 ק"מ מצפון לאזור התעשייה. גבולו המזרחי של האזור הוא כ- 6 ק"מ ממזרח לכביש מס' 258. בצד הצפון מערבי, במרחק לא רב נמצאים היישובים הבדואים כסיפה וערעה בנגב יחד עם עוד יישובים לא מוכרים של "הפזורה" הבדואית.

יישובי המועצה האזורית "תמר" מונים כ- 1,500 תושבים, ערד כ- 25,500 תושבים, דימונה כ- 33,500 תושבים, כסיפה כ- 20,000 תושבים, וערעה בנגב כ- 17,000 תושבים. לאזור התעשייה מגיעה מסילת ברזל מכיוון באר-שבע, צינור גז טבעי בלחץ גבוה, וכן מסוע האשלג "צפע" המחבר בין ים המלח לבין מסוף הרכבת במישור רותם.

במישור רותם פועלים מספר מפעלי תעשייה כימית (רותם אמפרט, פריקלאס, מקסימה, חיפה כימיקלים דרום, מפעל אמוניה בתכנון מתקדם), מסוע צפע, כריית חול, תחנת כח מגז טבעי, ומטמנת אפעה. המפעלים הקיימים נמצאים בצדו המערבי של כביש 258 כשלמעשה יש כניסה אחת לאזור הפעיל.

אופי המפעלים הקיימים, והמפעלים הצפויים לקום, מחייב פיתוח תשתית משמעותי ובמיוחד תשתית תחבורה ואנרגיה, שבסיסו כבר קיים במישור רותם מעל ומעבר לכל אזור חליפי אחר כגון אורון – צין. גם המחויבות, תשומת הלב ורגישות לנושאי הגנת ושימור הסביבה, מקנות יתרון מובהק למישור רותם. לאור זאת **משרד הכלכלה, רשות התכנון, המשרד להגנת הסביבה, רשות המים ורשות הטבע והגנים רואים במישור רותם את המקום הנכון לפיתוח תעשייה כבדה בנגב, מעל ומעבר לכל אזור אחר ובכלל זה אורון. נכון למועד זה לא קיים אזור אחר בנגב, המתאים לפיתוח תעשייתי מיידי בהיקף של 6,000 דונם המזוהים במישור רותם כמתאימים לפיתוח בטווח הקצר ושטחים משמעותיים נוספים בעתיד. התב"ע לשטח זה נמצאת בהכנה. לאור הנתונים ניתן לקבוע כי ברמה אסטרטגית לאומית, קיים יתרון מובהק לפתוח, בשלב ראשון, של אזור התעשייה במישור רותם אשר יכול לתת מענה לצרכים בעשורים הקרובים. רק לאחר מיצוי השימוש במישור רותם, אם אכן יתממש, ניתן להפנות מאמצי פיתוח לאורון.**

על מנת לזהות את כיווני ההתפתחות המומלצים למישור רותם, אנו סוקרים בפרק 2 את התעשייה הכימית בישראל בהיבטיה השונים. לא ניתן להפריז בחשיבותה של התעשייה הכימית בישראל ודי אם נציין שהיא מעסיקה כ- 40,000 עובדים, מוכרת כ- 28 מיליארד דולר בשנה שמתוכם כ- 60% מופנים ליצוא, כשהיצוא נטו (ההפרש בין היצוא ליבוא) מסתכם בלמעלה מ- 7 מיליארד דולר בשנה.

קרבת זמינות חומרי הגלם, הערך המוסף הגבוה על חומרי גלם אלה, זמינות השטחים, אספקת גז טבעי, כל אלה מצביעים על מישור רותם כמקום האידיאלי לתעשייה הכימית האנאורגנית בישראל.

היותה של התעשייה הרלוונטית עתירת אנרגיה, זמינותו של הגז הטבעי במישור רותם, הוספת צינור לחץ גבוה נוסף הנמצא בתכנון, מצביעים על הגז הטבעי כ"משנה את כללי המשחק". מובן שיש חשיבות רבה גם למחירו של הגז שמשפיע באופן מהותי על תחרותיות המפעלים.

היישום המיידי, שעליו כבר מתוכננים מפעלים רבים בעולם, הוא ייצור כימיקלים המבוססים על הגז הטבעי כמקור האנרגיה העיקרי, ובחלק מהמקרים גם כחומר הגלם לתהליך (Gas to Chemicals - GTC). ייצור דשנים נוספים המתבססים על האמוניה שאותה כבר מתוכנן לייצר בשנים הקרובות. ייצור מוצרים פטרוכימיים וחומרים פולימריים לתעשיית הפלסטיקה.

יישום נוסף שעדיין נמצא בפיתוח הוא הפקת דלק נוזלי מגז (Gas to Liquids - GTL). ניתן לומר שייצור דלק נוזלי מגז הופך להיות כלכלי כשמחיר חבית נפט עולה על \$50, שזה המצב בשוק בשנים האחרונות. יישום זה יכול להיות משמעותי לגבי הפחתת יבוא נפט גולמי לארץ ובכך להשליך על המשך תהליך זיקוק הנפט במפרץ חיפה.

השימוש העיקרי הרווח לגז הוא ייצור חשמל וחום (Gas to Energy – GTE). כבר היום פועלת במישור רותם תחנת כח המשתמשת בגז.

זמינות השטחים וקרינת השמש במישור רותם הופכת אותו למיקום אידאלי לייצור חשמל מאנרגיית שמש מתחדשת (PV). מובן שיש להקצות את השטחים באופן שלא ימנע פיתוח תעשייה במקום. ייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת מצריך גם ייצור אפשרות לאגירת חשמל בסוללות. האגירה מאפשרת הזרמת חשמל גם כאשר אין קרינת שמש. השילוב של ייצור חשמל מאנרגיית שמש, יחד עם אגירת החשמל והגיבוי באמצעות ייצור חשמל מגז (GTE) – יוצר מערכת אמינה ברת קיימא. מובן שיש חשיבות לשיפור מערכת הולכת החשמל כך שייצור חשמל במישור רותם יוזרם לרשת הארצית. הקרבה לים המלח מקנה יתרון חשוב לתעשייה מבוססת ברום, עקב הסיכון שבהובלתו. בתהליך פיתוח נמצאות סוללות לאגירת חשמל המיוצרות מברום. סוללות אלה יכולות להוות תשתית למפעל שישתמש בברום לצורך ייצור וגם יצוא סוללות.

במישור רותם נמצאת מטמנת הפסולת הגדולה במדינת ישראל, מטמנת אפעה, המעורבת בקליטת כ- 6,000 טון פסולת ביתית ביום. המטמנה הנמצאת בבעלות החברה הכלכלית חבל ים המלח יחד עם חברה פרטית, מעוניינת בפעילות בתחום הגנת הסביבה. היא מנצלת את הביזוגז שנוצר להפקת חשמל שיכול לשרת את המפעלים הקרובים. המטמנה מעורבת בכלכלה מעגלית ראשונית בכך שמשאיות שמביאות פסולת למטמנה חוזרות צפונה כשהן טעונות חול.

מישור רותם הוא המקור העיקרי במדינת ישראל לכריית חול. ניתן להעריך שהחול במישור רותם יספיק לעוד כ- 20 שנים. כריית חול גורמת נזק לערכי טבע לכן חשוב להקפיד על שיקום אתרי הכרייה שכבר מוצו, וכמובן טיפול נכון בעירום של חומרי הטפל שנשארים באזור. שיקום שטחי הכרייה לצורך ביסוס המתאים להקמת תעשייה כבדה, מחייב תהליך מבוקר ומורכב. לכן יש לשקול שימוש בשטחים המשוקמים לצורך ייצור אנרגיה מתחדשת סולרית שכן השיקום והביסוס לשימוש זה הוא בעל יתרון כלכלי.

קיימים תחומי פעילות נוספים המתאימים למישור רותם שיש לבדוק את היתכנותם ו/או לפתחם. בין אלה ניתן להזכיר את ייצור הנפט מפצלי שמן אשר ככל הנראה יכול לתת מענה למפעל מקומי אך אינו מהווה פתרון ברמה לאומית. יש לבדוק את התכנות ייצור זה ולערוך מאזן יתרונות וחסרונות בין שמירת השטחים לייצור נפט מפצלי שמן אל מול שימוש תעשייתי אחר. בנוסף, מתקיים תהליך של פיתוח ייצור לבנים לבניה ממלח. פרויקט זה, אם תוכח היתכנותו הטכנולוגית והכלכלית, יכול לסייע בפתרון חלקי של עודפי המלח הנוצרים בים המלח. ככלל, יש לעודד מחקר ופיתוח המתמקד בשימוש בחומרי הגלם הנמצאים באזור לייצור בתחומים שונים ומגוונים.

כדי לקדם את פארק התעשייה יש להניע מהלכים של יצירת פארק אקו תעשייתי, סימביוזה בין מפעלים וכלכלה מעגלית (פרק 3.6). כן חשוב לקדם תהליכים של ייצור מתקדם, ברוח Industry 4.0, ייצור עם קישוריות גבוהה, אשר נתמך בנתונים וידע, המאפשר לארגון לבצע אופטימיזציה של תהליכים עסקיים ותפעוליים, על מנת לייעל פרויקט וצריכת משאבים כולל אנרגיה, כדי להגיע לרמת ביצועים גבוהה במונחים תפעוליים וכלכליים (פרק 3.7).

**כדי לממש את כל הני"ל יש לפתח ולקדם יישום חזון פארק מישור רותם כמרכז התעשייה הכימית האנאורגנית ומרכז לאנרגיה מתחדשת ואגירתה, תוך מימושו של הפארק כאקו-תעשייתי וקידום תהליכי Industry 4.0.**

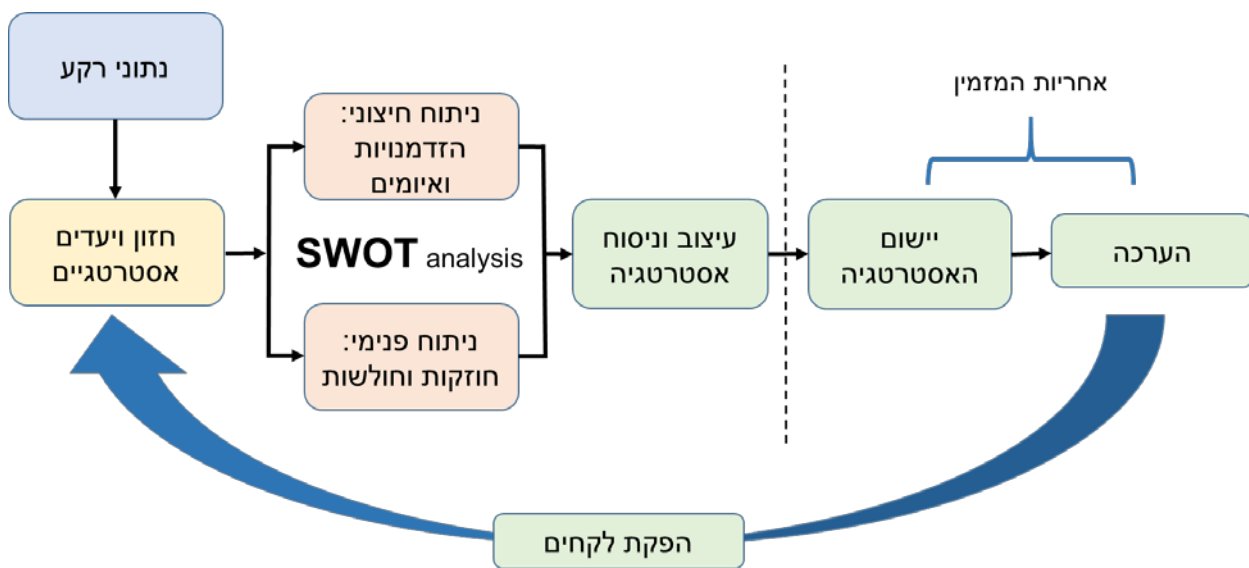
המועצה האזורית תמר והחברה הכלכלית חבל ים המלח שבבעלותה, הן בעלות יכולת כלכלית וכישורים מקצועיים לקדם את פיתוח פארק התעשייה במישור רותם. חשוב לזכור שגם ערד ודימונה נהנות מההכנסות הנובעות מפארק תעשייה זה. כל מבנה בעלות אחר על הפארק, כמו מועצה תעשייתית, לא יביא את הפירות שיכולים לצמוח לטובת המשק הישראלי בכלל והאזור כולו בפרט, אלא תחת שמירת שייכות הפארק למועצה האזורית תמר.



אנו רואים חשיבות רבה בהקמת **מנהלת פארק רב תחומית**, שמתייחסת לפארק כאל מיזם תעשייתי-עסקי בעל פוטנציאל צמיחה משמעותי. גוף מקצועי שיזכה לאמון יזמים, המפעלים הקיימים והרשויות. גוף שישימש stop shop, יעודד יזמות, יקצר הליכים, יעניק שירותי פארק, ינהל את ההיבטים הסביבתיים וכד'. עיסוק מרכזי של המנהלת הוא בשיווק החזון של הפארק בקרב הרשויות והרגולטורים במדינה. יש מקום לנסות לקדם חקיקת חוק (או החלטת ממשלה) "מישור רותם מרכז התעשייה הכימית האנאורגנית בישראל, ומרכז לאנרגיה מתחדשת ואגירתה". במקביל, חשוב להדגיש את היותו של מישור רותם אכסניה ראויה לכל תעשייה כבדה מכל תחום שהוא.

תהליך העבודה של עיצוב וניהול האסטרטגיה מוצג באיור מס' 1.

איור 1: תהליך הניהול האסטרטגי



מקור: עיבוד של מוסד שמואל נאמן

## 1. רקע כללי על מישור רותם

אזור מישור רותם, הנמצא בתחום השיפוט של המועצה האזורית "תמר", משתרע על פני כ- 28,000 דונם והוא אזור התעשייה הגדול בשטחו בישראל. מישור רותם גובל בצדו הדרומי בכביש מס' 25 ומשתרע צפונה לאורך ומשני צדי כביש מס' 258. בצד הדרום המערבי במרחק של כ- 10 ק"מ נמצאת העיר דימונה, וצפון מישור רותם מגיע לצומת הכבישים מס' 31 ו- 258, כשערך נמצאת כ- 15 ק"מ מצפון לאזור התעשייה. גבולו המזרחי של האזור הוא כ- 6 ק"מ ממזרח לכביש מס' 258. בצד הצפון מערבי, במרחק לא רב נמצאים היישובים הבדואים כסיפה וערערה בנגב יחד עם עוד יישובים לא מוכרים של "הפזורה" הבדואית.

איור 2: מישור רותם והסביבה



מקור: עיבוד של מוסד נאמן על בסיס Google Earth, תחת שימוש הוגן

על פי נתוני הלמ"ס<sup>1</sup>, יישובי המועצה האזורית "תמר" מונים כ- 1,500 תושבים, ערד כ- 25,530 תושבים, דימונה כ- 33,666 תושבים, כסיפה כ- 20,250 תושבים, וערערה בנגב כ- 16,988 תושבים.

לאזור התעשייה מגיעה מסילת ברזל מכיוון באר-שבע, צינור גז טבעי בלחץ גבוה, וכן מסוע האשלג "צפע" המחבר בין ים המלח לבין מסוף הרכבת במישור רותם.

ההכנסות מארנונה מאזור התעשייה מישור רותם, המתייחסות לנכסים חדשים, מתחלקות בין דימונה (40%), ערד (40%), ומועצה אזורית "תמר" (20%).

הפעילות הקיימת במישור רותם כוללת היום:

- פעילות תעשייתית המנצלת חומרי גלם הזמינים באזור. מפעלים עתירי שטח, שימוש בחומרי גלם ותוצרת המחייבים שינוע כבד. להמחשה, להלן השטחים שתופסים המפעלים השונים:

<sup>1</sup> אתר הלמ"ס, יישובים וחלוקות גאוגרפיות אחרות

- רותם אמפרט – כ- 2,900 דונם.
- פריקלאס – כ- 1,000 דונם. (בתוך שטח זה יושבת גם חברת מקסימה).
- מפעל האמוניה המתוכנן – כ- 640 דונם.
- חיפה כימיקלים דרום – כ- 750 דונם.
- מסוע "צפע" – כ- 5,300 דונם.
- כריית חול.
- תחנת כוח בגז טבעי OPC (כ- 1,300 דונם).
- אתר ארצי לסילוק פסולת – מטמנת "אפעה".

האופי של התעשיות הנמצאות במישור רותם יחד עם פוטנציאל הצמיחה, עליו נצביע בהמשך, משמעם שצריך להיערך תוך מתן תשומת לב ורגישות לנושאי הגנת ושימור הסביבה. המפעלים הראשונים שקמו לפני עשרות שנים, גרמו לזיהום מקורות מים, שעקב התשתית הטבעית הסדוקה יחד עם בריכות אידיי שאינן אטומות, ואופי החומרים הנמצאים בבריכות, גרמו לזיהום מי התהום ולהשלכה סביבתית חמורה על האקוויפרים, המעיינות והנחלים לכיוון מזרח (ים המלח). לשם המחשה נציין כי מעיינות עין בוקק ונחל זוהר סובלים מזיהום משמעותי. תשתיות שאינן מנוטרות ומטופלות כראוי הביאו לאסון האקולוגי בנחל אשלים (30.6.2017) שנגרם עקב פריצת דופן בריכה של מפעל רותם שבעקבותיה הוזרמו לנחל עשרות אלפי מטרים מעוקבים של שפכי גבס חומציים. לא ניתן להפריז במשמעותו של אירוע זה ובמיוחד להשלכות החמורות שעלולות היו לנבוע לו בעת ההתרחשות היו מטיילים בערוץ הנחל. אסון נחל אשלים צריך לעמוד, תמיד, לעיני המפתחים של האזור ולהצביע על הזהירות הרבה הנדרשת למרות ריחוקו של האזור. במישור רותם קיימת שמורת טבע "חולות אפעה" הנמצאת בתא שטח מצומצם, אתרי הטיוול והתיירות המדברית נמצאים בשולי השטח של מישור רותם, כך שאין התנגשות מידית עם הפיתוח התעשייתי. גם רשות הטבע והגנים רואה במישור רותם את המרחב התעשייתי המובהק לנגב, המאכלס מפעלים שונים ותעשייה כבדה. בראייה עתידית הם רואים במישור רותם את הפוטנציאל האמתי לפיתוח תעשייתי בנגב. משרד הכלכלה, רשות התכנון, המשרד להגנת הסביבה ורשות הטבע והגנים רואים במישור רותם את המקום הנכון בנגב לפיתוח תעשייה כבדה מעל ומעבר לכל אלטרנטיבה אחרת ובכלל זה אזור אורון. ראוי לציין כי לגבי אורון-צין קיימת תכנית מתאר (משנת 2016) העוסקת בכרייה ובשיקום בלבד, אך לא בתעשייה. קיימת יוזמה של המועצה האזורית רמת הנגב, יחד עם רשות מקרקעי ישראל (רמ"י) לתכנן שימוש תעשייתי באזור אורון-צין שהמוטיבציה העיקרית שבו היא ליצור מיקום להעתקת בתי הזקוק והתעשייה הפטרוכימית ממפרץ חיפה. התכנות העתקת מפעלי מפרץ חיפה שנויה במחלוקת, אך מן הסתם מישור רותם יכול להכיל תעשייה זו אם העתקתה תתממש. יתר על כן, אנו סבורים שפיתוח טכנולוגיית GTL ו GTC במישור רותם, כמפורט בפרק 3 בעבודה זו, מצביע על חלופות אפשריות לתעשיית מפרץ חיפה.

כדאי לציין, כבר בשלב ראשוני זה, על סמך שיחות שקיימנו (נספח א'), שבשונה ממישור רותם, אזור התעשייה אורון אינו נהנה מתשתיות דומות לאלה של מישור רותם ולמעשה, עקב ריבוי מוקדי נוף ותיירות מדברית, מיועד אזור אורון, לדעת משרד הגנת הסביבה ורשות הטבע והגנים, לשיקום אקולוגי ו"החזרה לטבע". בנוסף, ראוי לציין שבפארק התעשייה נאות חובב, ישנן מגבלות סביבתיות משמעותיות עקב הקרבה לריכוז אוכלוסייה ובמיוחד הפזורה הבדואית היושבת על גדר פארק התעשייה.

המועצה האזורית "תמר", והזרוע העסקית שלה, החברה הכלכלית "חבל ים המלח", בעלות ניסיון רב, יעילות ומגלות פתיחות לצרכים ולאינטרסים החשובים של הרשויות העירוניות השכנות, צרכי הגנת הסביבה, ורשות הטבע והגנים. מציאות זו מקנה יתרון ומאפשרת הצלחה ברורה. אזור התעשייה במישור רותם הוא בעל פוטנציאל פיתוח משמעותי עקב זמינות שטחים גדולים. כפי שעולה משיחה עם בועז קמר (נספח א'), מכותבי העבודה שנערכה עבור משרד הכלכלה והתעשייה על ידי מויססקו אדריכלים וגדיש הנדסה וניהול, מצביעה על איתור שטחים לפיתוח מהיר בהיקף של כ- 6,000 דונם. עבודה זו עוברת רויזיה בימים אלה המבוצעת על ידי חברת דנה הנדסה עבור משרד הכלכלה. יחד עם זאת, פעילות שנמשכת כבר עשרות שנים יצרה אי בהירות לגבי המצב בפועל בשטח לעומת התוכניות. יש חשיבות לטייב את מסד הנתונים של הפארק. אזורי התעשייה בערים הסמוכות

יכולים להקצות מגרשים קטנים בלבד ואין באפשרותם להקצות מגרשים בגודל בינוני (200-100 דונם) ומעלה. מגרשים בגודל זה ומעלה ניתנים להקצאה רק במישור רותם. במישור רותם קיימות תשתיות כבישים, מסילת ברזל, ייצור חשמל, ואספקת גז טבעי בלחץ גבוה, המהווה game changer, – תשתיות שאינן קיימות במקומות אחרים. כך, נוצר יתרון משמעותי למשק הישראלי בפיתוח מישור רותם. קיים ריחוק רב ממרכזי האוכלוסייה של מדינת ישראל וריחוק יחסי (מעל 10 ק"מ) ממוקדי הישוב הסמוכים, כלומר ריחוק של רצפטורים (קולטנים) ציבוריים בעת אירוע סביבתי. עם זאת הטווח של נסיעות עובדים לאזור התעשייה הוא קצר, כך שפיתוח פארק התעשייה עשוי לתרום מהותית להתפתחותן של הערים בסביבה. תכונות אלה מצביעות על כיווני התפתחות אפשריים שעבודה זו בודקת ובהם עיצובו של מישור רותם כמרכז התעשייה הכימית האנאורגנית בישראל, וכמוקד לפעילות תעשייתית עסקית מהותית בתחומי האנרגיה הנקייה. השילוב המצויין בין שטחים זמינים, הזרמת גז טבעי, ריחוק ממרכזי אוכלוסייה וחומרי הגלם שמקורם בים המלח הקרוב, יוצרים הזדמנות יחידה במינה לפיתוח אזור התעשייה מישור רותם, שיתרום משמעותית להצלחת המפעלים ולהגשמת חזון פיתוח הנגב.

עבודה זו מציגה את הפוטנציאל הטמון בפיתוח מישור רותם ולהצביע על כיווני התפתחות מומלצים. מבנה העבודה הוא כדלקמן: בפרק 2 אנו סוקרים את התעשייה הכימית בארץ, מאפייניה ותיאור שרשרת הערך; פרק 3 מצביע על כיווני התפתחות רלבנטיים למישור רותם בטווחי זמן שונים, במשמעות הגז הטבעי, אגירת החשמל, ניצול מטמנת אפעה לייצור אנרגיה ונושאים נוספים. בנוסף, עוסק פרק 3 בניתוח האפשרות לפיתוח מישור רותם כפארק תעשייה סימביוטי; פרק 4 מציג ניתוח SWOT; לאור הפרקים הקודמים מרכז פרק 5 את ההמלצות לכיווני ההתפתחות ולאופן ניהול הפארק; פרק 6 מציג תכנית אב ליישום. בנספח: תקצירי שיחות עם מספר גורמים רלבנטיים מופיעים כנספח א'.

## 2. התעשייה הכימית בישראל

מישור רותם מהווה מרכז של תעשייה כימית ובגלל מרכזיותה וחשיבותה של תעשייה זו נקדיש לה תשומת לב מיוחדת.

פרק זה סוקר את התעשייה הכימית בישראל וכולל שלושה חלקים:

החלק הראשון מאפיין את התעשייה באמצעות שלושה מוצרים: Fine Chemicals, Commodity Chemicals, ו-Specialty Chemicals.

החלק השני מציג את "כרטיס הביקור" של התעשייה הכימית בישראל באמצעות הצגת אבני הדרך בהתפתחותה, בחינת שמונה פרמטרים עסקיים:

תעסוקה, מבנה הענף, מכירות, היצוא של ענף הכימיה, מוקדי הייצור של התעשייה, איכות סביבה, הערך המוסף ומחקר ופיתוח.

החלק השלישי משרטט את "שרשרת הערך" של התעשייה הכימית המתפרשת על שלושה רבדים:

1. **הרובד הראשון** - הפקת מחצבים ממשאבי הטבע המקומיים ויבוא כימיקלים בסיסיים.
2. **הרובד השני** – ייצור מוצרי המשך על בסיס משאבי הטבע והכימיקלים הבסיסיים המיובאים.
3. **הרובד השלישי** – ייצור מוצרים עתירי ערך מוסף טכנולוגי ושיווקי, "כימיקלים נקיים", על בסיס תהליכים כימיים מורכבים וחדשניים וייצור כימיקלים מיוחדים על בסיס פתרון של מגוון בעיות תהליכיות **בעיקר בתעשייה המקומית**.

### 2.1 מבט כללי אל התעשייה הכימית

התעשייה הכימית מאופיינת בשלושה "טיפוסי מוצר":

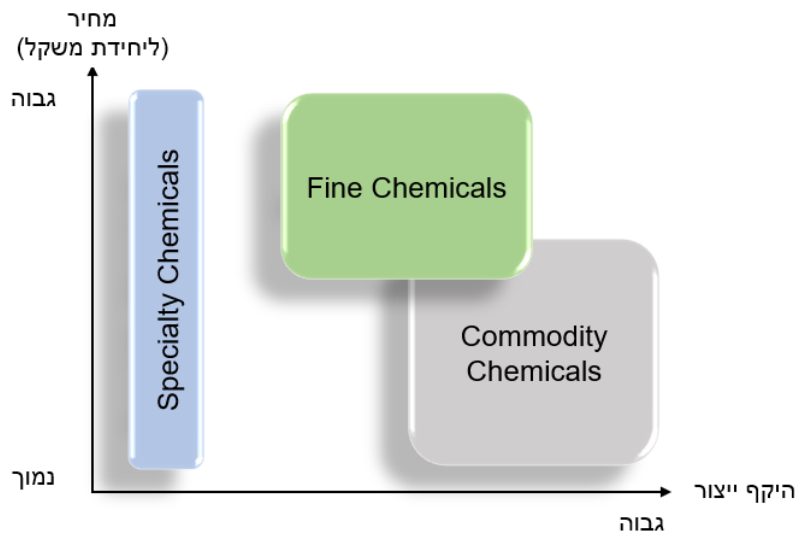
1. **Commodity Chemicals** - מוצרים כימיים אורגניים ואנאורגניים, המיוצרים במתקנים ייעודיים גדולים. משטר הייצור רציף ומיועד לייצר יתרון יחסי בעלות החומר באמצעות ניצול יעיל של התשתית התפעולית. ייצור המוצרים מבוסס על חומר גלם מרכזי וכדאיות הייצור מותנית בזמינותו ובעלותו של חומר הגלם. המוצרים המסווגים כ-Commodities מיועדים למגוון רחב של שימושים. דוגמא לכימיקלים אנאורגניים המסווגים כ-Commodities: אמוניה, כלור, חומצה זרחתית, מלח NaCl. דוגמא לכימיקלים אורגניים המסווגים כ-Commodities: אתילן, פרופילן, פוליאיתילן, פוליפרופילן, בנזן.
2. **Fine Chemicals** - מוצרים המיוצרים בסדרות קטנות עד בינוניות במתקנים רב שימושיים. הייצור מבוסס על משטר ייצור מנתי. הכמויות המיוצרות באתרים הן קטנות (יחסית למקובל במוצרי ה-Commodities), עד 1000 טון לשנה והמחירים ליחידת מוצר גבוהים יחסית מעל ל-10 דולר לק"ג (ב-Commodities המחירים נמוכים מדולר לק"ג). בשל מגוון המוצרים הגדול יחסית ייצור המוצרים מתבצע בדר"כ לפי הזמנה. השימוש במוצרים מתפרש על פני מגוון רחב של שימושים / תעשיות, אשר הבולטות בהן: התעשייה הפרמצבטית, חומרי הדברה, תעשיית מוצרי טעם והריח, תעשיית המזון והמשקאות, חומרי בניין, דבקים וטיפול במים. תהליכי הייצור של המוצרים מגוונים ומתבססים בעיקר על כימיה אורגנית, אולם כוללים מגוון טכנולוגיות מורכבות נוספות כגון: תהליכים ביוטכנולוגיים, טכנולוגיות תסיסה, זיקוק, גיבוש, אנקפסולציה, פורמולציה ועוד.
3. **Fine Chemicals** - נודעת חשיבות מכרעת לאיכות ביצועיו של המוצר הסופי אליו הוא מיועד, בשל כך יש חשיבות לניקיון המוצרים ולהקפדה על כללי ייצור הדירים. ייצור המוצרים מתחלק ל-60% "In-House" כלומר בבעלות החברות המייצרות את המוצר הסופי ו-40% מהייצור נעשה בחברות Fine Chemicals עצמאיות.

5. **Specialty Chemicals** - מאפייני הייצור של מוצרי ה-Specialty דומים באופיים למאפייני ה-Fine Chemicals. למעט העובדה שהשימוש במוצר ממוקד יותר לאפליקציה, לדוגמא: כימיקלים לעיבוד מזון, חומרי טעם וריח, דשנים בשחרור מושהה, כימיקלים לטיפול בשפכים ותוספות לחומרים פלסטיים. מחיר המוצר נקבע לפי ביצועיו ולכן המוצרים נקראים גם Performance Chemicals. לפיכך אופי המוצרים לא נגזר מכימיקלים בסיסיים מסוימים אלא לפי התרכובת / הפורמולציה, המותאמת לספק את התוצאה הטובה ביותר בתהליכי הייצור של הלקוחות. מאחר והתחרות במוצרים היא לפי איכות ומידת ההשפעה על תהליכי הייצור של הלקוחות. לפיכך למחירים ניתן משקל נמוך יותר בשיקולי הקניה של הלקוח. מפעלי ה-Specialty Chemicals ממוקמים על יד ריכוזי הלקוחות. הנכס העיקרי של המוצרים הוא ה-IP הנגזר מהקשר עם הלקוח וההבנה העמוקה של צרכיו. לכן משקל המו"פ והשיווק במחזור המפעלים הוא גבוה ויכול להגיע לכ- 40% מהמחזור ומשקף צורך במתן שירות טכני למכירות. למו"פ בתחום נדרשת גמישות, יצירתיות ויעילות (זמן תגובה קצר לפתרונות הנדרשים).

טבלה 1: אפיון ממוקד של הכימיקלים המיוצרים בתעשייה הכימית

המוצר	Commodity Chemicals	Fine Chemicals	Specialty Chemicals
<b>הגדרת החומר והדגש השיווקי</b>	מיוצר ונמכר לפי מפרט כימי מדויק. התחרות ממוקדת מחיר.	מיוצר ונמכר לפי מפרט כימי מדויק. בשיווק מושם דגש על הניקיון הכימי.	דגש על ה"ביצוע של החומר", הרכב חומרי הגלם יכול להשתנות.
<b>תהליך הייצור</b>	סדרות גדולות, מתקנים ייעודיים, ייצור רציף.	מתקנים רב תכליתיים, ייצור מנתי.	פורמולציות מותאמות לשימוש בהן. תהליכי הייצור בעלי מאפיינים פיזיים וכימיים.
<b>אופי המכירה</b>	העסקאות מאופיינות בנפח מכירה גדול של מוצרים. מספר מצומצם של יצרנים המוכרים לשוק העולמי.	העסקאות מאופיינות בנפח מכירה בינוני עד קטן של המוצרים. מספר מצומצם של יצרנים מוכרים לשוק העולמי.	העסקאות מאופיינות בנפח מכירות בינוני עד קטן של המוצרים. נמכר לפי יכולתו של המוצר לספק תשובה לבעיות הלקוח.
<b>מחיר ליחידת משקל</b>	מחיר נמוך ליחידת משקל.	מחיר גבוה ליחידת משקל.	מחיר משתנה ליחידת משקל (תלוי בשימוש ובייחודיותו).
<b>שימושים</b>	שימושים מגוונים.	אפשרות למגוון שימושים אך בדרך כלל קיים שימוש עיקרי דומיננטי.	בדרך כלל המוצר מותאם לשימוש תהליכי ספציפי.

איור 3: שלושת "טיפוסי המוצרים" המאפיינים את התעשייה הכימית



## 2.2 התעשייה הכימית בישראל, "כרטיס ביקור"

### 2.2.1 אבני דרך בתעשייה הכימית הישראלית

טבלה 2: אפיון התעשייה הכימית לפי ארבע תקופות מרכזיות

ההשלכות המרכזיות על התעשייה	מאפייני התקופה	התקופה
<ul style="list-style-type: none"> <li>מוקמים מפעלים עתירי הון בבעלות ממשלתית במטרה לנצל את משאבי הטבע של ישראל (מפעלי ים המלח, פוספטים בנגב, מכרות הנחושת תמנע).</li> <li>בתי הזיקוק במפרץ חיפה נרכשים ע"י המדינה.</li> <li>מוקמים בבאר שבע מפעל מכתשים בבעלות כור, תרכובות ברום בבעלות ממשלתית וחברת אגן באשדוד בבעלות פרטית שנרכשת בהמשך ע"י כור.</li> <li>הקמת מפעלים המייצרים מוצרי המשך על בסיס הכימיקלים המיובאים ומיוצרים בבתי הזיקוק במפרץ חיפה.</li> <li>ניסיון כושל לייצר מוצרי המשך על בסיס טכנולוגיה לא בשלה של אלייד האמריקאית במישור רותם (תשלובת ערד)</li> </ul>	<p>התעשייה הכימית מתגבשת בתקופה בה מתהווה המדינה</p>	1950-1974

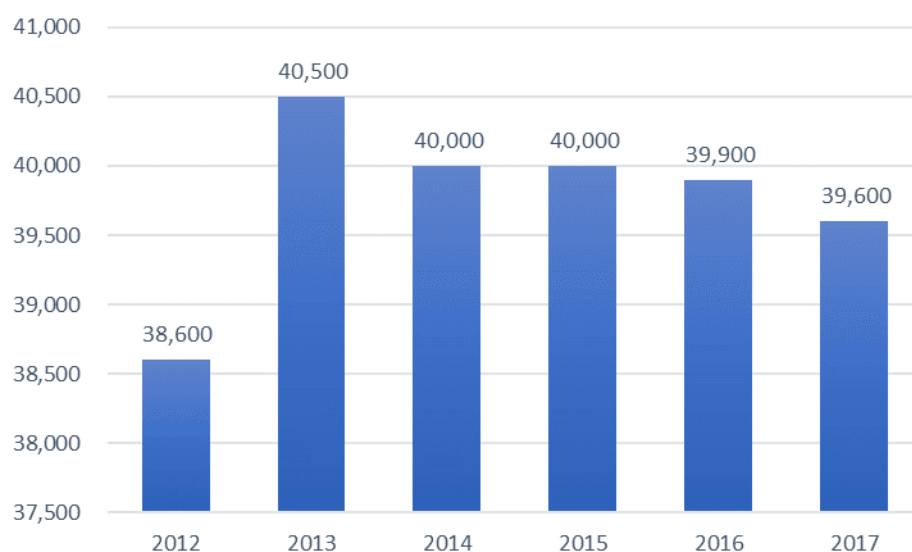
ההשלכות המרכזיות על התעשייה	מאפייני התקופה	התקופה
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ מוקמת במישור רותם (על בסיס תשתיות תשלובת ערד) וברמת חובב תעשייה המבוססת על משאבי הטבע (אשלג, פוספט, מגנזיום כלוריד, וברום)</li> <li>▪ מכתשים ואגן מתמזגות בבעלות משותפת של כור. מוקמות ברמת חובב ובאשדוד תעשייה המייצרת חומרי הדברה וכימיקלים תעשייתיים המתבססת על תהליכי ייצור מורכבים.</li> <li>▪ קבוצת הברום מעתיקה את פעילות תרכובות הברום מבאר שבע לאתר "רמת חובב"</li> <li>▪ מתפתחת במפרץ חיפה תעשייה המבוססת על תזקינים המיוצרים בבתי הזיקוק המצויים בבעלות ממשלתית.</li> </ul>	<p>תעשיית מוצרי המשך במישור רותם, ברמת חובב ומפרץ חיפה</p>	1975-1985
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ כימיקלים לישראל ומכתשים אגן מופרטות לחברה לישראל (בבעלות משפחת אייזנברג ואח"כ עופר) מכתשים אגן נמכרת לחברת שמרוק ואח"כ לקלארידג.</li> <li>▪ חברות התעשייה הפטרוכימית עוברות תהליך רציונליזציה ורובן נרכשות ברמות בעלות משתנות על ידי בז"ן.</li> <li>▪ חיפה כימיקלים הופכת לגורם מוביל בענף הדשנים המיוחדים. תחילה בבעלות פרטית ומאוחר יותר נמכרת לאריה גנגר.</li> </ul>	<p>החברות הגדולות בבעלות הממשלה וההסתדרות מופרטות.</p> <p>במקביל מוקמות חברות תעשייה של יזמים פרטיים המתאפיינות בחדשנות טכנולוגית.</p>	1986-2000
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ כימיקלים לישראל ומכתשים אגן רוכשות חברות בת בחו"ל</li> <li>▪ מכתשים אגן מתמזגת כחברת "אדמה" ונמכרת בעשור השני לכימצי"ינה.</li> <li>▪ החברות המקומיות נכנסות לתהליך דינמי של רכישות ומיזוגים.</li> <li>▪ הדגש עובר לחברות הצומחות על בסיס טכנולוגיות חדשניות המפותחות במוסדות המחקר בארץ ומיושמות ע"י יזמים מקומיים במגוון שימושים.</li> </ul>	<p>התעשייה הכימית המקומית משתלבת בעידן הגלובליזציה</p>	2001-2019

על פי נתונים שהתקבלו מאגף הכימיה בהתאחדות התעשיינים, היקף המכירות השנתי של התעשייה הכימית ב-2017 היה כ- 27.7 מיליארד דולר והיווה כ- 27.2% מהכנסות התעשייה בארץ. יצוא התעשייה הכימית ב-2017 היה 16.4 מיליארד דולר והיווה כ- 36.3% מכלל היצוא התעשייתי. בסה"כ הועסקו בתעשייה הכימית ב-2017 כ- 39,600 מועסקים המהווים כ- 9% מהתעסוקה בתעשייה הישראלית.



## 2.2.2 התעסוקה בתעשייה הכימית

איור 4: מספר מועסקים בתעשייה הכימית בישראל, 2012-2017<sup>2</sup>



מקור: נתוני אגף הכימיה של התאחדות התעשיינים

הירידה במספר המועסקים בתעשייה הכימית (40.5 אלף מועסקים ב-2013 ל-39.6 אלף ב-2017) ממחישה את התהליך בו מצויה התעשייה הכימית בשנים האחרונות. תהליך של תחלופת עבודה בהון שמתחייב מהתהליך ההתמודדות עם התעשייה הכימית העולמית ובעיקר התעשייה במזרח אסיה.

## 2.2.3 מבנה ענף הכימיה לפי מחזור המכירות של מפעלים

התעשייה הכימית בישראל כוללת כ-365 מפעלים אותם ניתן לפלג לפי מחזור מכירותיהם<sup>3</sup>.

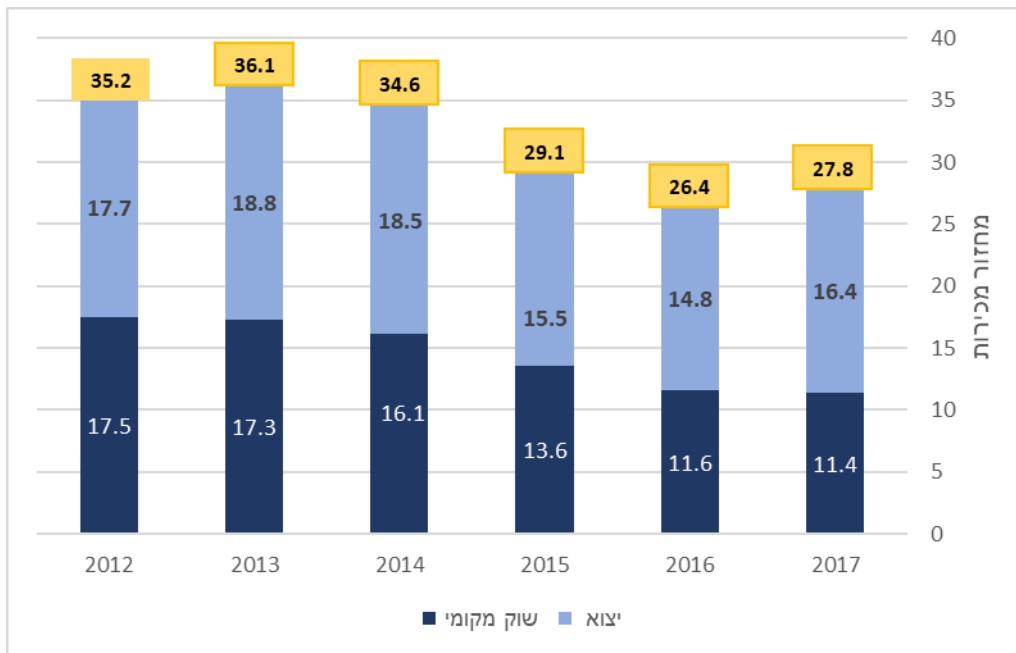
- מפעלים קטנים - מהווים כמחצית מכלל המפעלים הכימיים בארץ, מחזור מכירותיהם עד 10 מיליון דולר, מעסיקים בין עובדים בודדים עד 30 עובדים ורוב מכירותיהם מכוונות לשוק המקומי.
- מפעלים בינוניים - מהווים כ-30% מכלל המפעלים. מעסיקים בין 30 ל-300 עובדים, ומתבססים הן על השוק המקומי והן על ייצוא. מחזור מכירותיהם בין 10 מיליון דולר ל-100 מיליון דולר.
- מפעלים גדולים - מהווים כ-20% מהמפעלים. מעסיקים מעל ל-300 עובדים, מעסיקים קרוב ל-50% מהמועסקים בענף. עיקר מחזורם מכוון לייצוא. מפעלים אלה הם בבעלות החברות הגדולות חברות בתחום (הן לייצור והן לשיווק והפצה). מחזור מכירותיהם מעל 100 מיליון דולר.

<sup>2</sup> 2017 - אומדן

<sup>3</sup> אתר השירותים והמידע הממשלתי משרד הכלכלה והתעשייה

## 2.2.4 מכירות התעשייה הכימית 2012-2017<sup>1</sup>

איור 5: מחזור המכירות של התעשייה הכימית האזרחית בארץ 2012-2017, במיליארדי דולרים



מקור: נתוני אגף הכימיה של התאחדות התעשיינים (הנתונים אינם כוללים את התעשייה הצבאית)

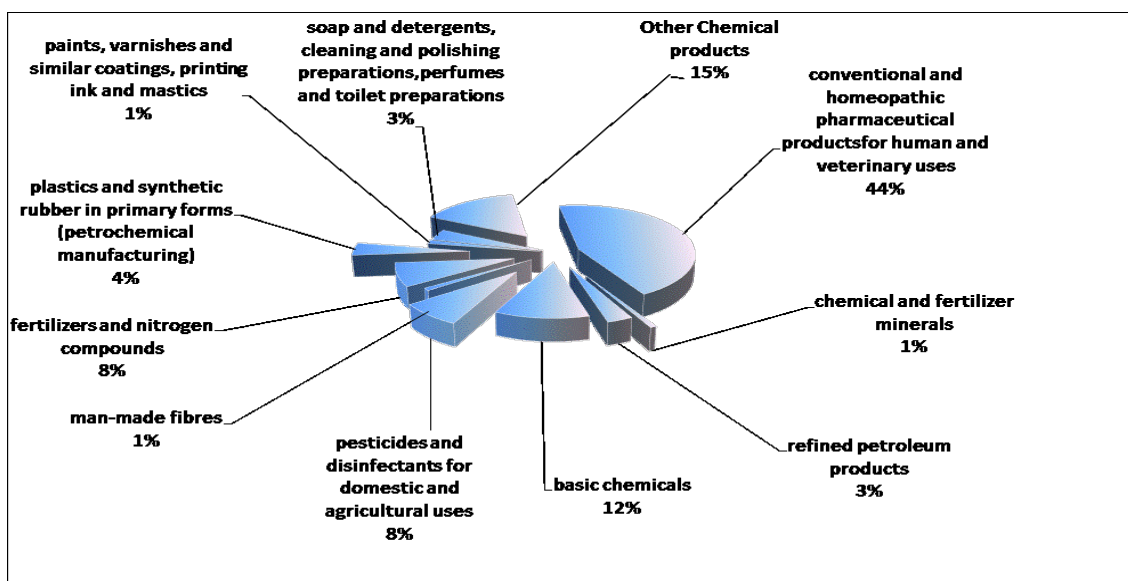
טבלה 3: מאזן יבוא יצוא של התעשייה הישראלית בשנת 2016 לפי שווקים מרכזיים, במיליוני דולר

השוק	יצוא	יבוא	עודף / גרעון
ארה"ב	3,600	414	3,186
אירופה	8,400	4,300	4,100
סין	448	630	182
הודו	297	273	24

מקור: נתוני אגף הכימיה של התאחדות התעשיינים

ראוי לציין שהירידה במחזור המכירות, כפי שמשקפת באיור 4, משקפת ירידה במחירים העולמיים ולא ירידה בכמויות. בנוסף, אנו רואים שמרכיב היצוא מתוך סך המכירות עלה בשנים 2016 ו 2017 ל 56% ו 59% בהתאמה, לעומת שיעור של 50-53% בשנים הקודמות. היצוא של התעשייה הכימית הישראלית מוכוון למדינות המפותחות (ארה"ב ואירופה).

איור 6: מאפייני היצוא של התעשייה הכימית בישראל ב- 2016 לפי פילוחים, באחוזים מסה"כ היצוא



מקור: נתוני אגף הכימיה של התאחדות התעשיינים

כפי שניתן לראות: מרבית יצוא הכימיקלים הינו יצוא תרופות (כ- 44% מהיצוא), חומרי הדברה ודשנים מהווים כל אחד כ- 8% מהיצוא.

## 2.2.5 הפריסה הגיאוגרפית של אתרי היצור המרכזיים של התעשייה

טבלה 4: הפריסה הגיאוגרפית של אתרי היצור המרכזיים של התעשייה הכימית בישראל

הפעילות	האזור
צבע וחומרי בניין, חומרי גלם לתעשיית הפלסטיקה והבניין חומרי ניקוי ודטרגנטים.	צפון
בתי זיקוק, תעשייה פטרוכימית, דשנים וכימיקלים בסיסיים תוספי מזון, חומרי טעם וריח, פרמצבטיקה, כימיקלים מיוחדים, מכוני מחקר לתעשייה.	מפרץ חיפה
מרכזי ייצור ומחקר של התעשייה הפרמצבטית.	מרכז הארץ (תל-אביב והסביבה)
חומרי הדברה ובתי זיקוק	אשדוד
מרכזי מחקר ופיתוח של התעשייה.	באר שבע
מפעלי ייצור של התעשייה הפרמצבטית.	ירושלים
כימיקלים תעשייתיים, חומרי הדברה וחומרים פעילים לתעשייה הפרמצבטית.	פארק התעשייה נאות חובב

הפעילות	האזור
כימיקלים תעשייתיים, גזים תעשייתיים, דשנים ומוצרי המשך מתמלחת ים המלח.	<b>פארק תעשייתי מישור רותם</b>
אשלג ומלחי אשלג, מגנזיום, מלחים, ברומ וכלור.	<b>ים המלח</b>

אתרי התעשייה הכימית המרכזיים בארץ הם: אזורי ים המלח ומישור רותם, פארק התעשייה נאות חובב ואזור מפרץ חיפה.

## 2.2.6 מדיניות התעשייה הכימית בכל הקשור לשמירת תקנות הקשורות להגנת

### ושימור הסביבה

מדיניות התעשייה ואיגוד תעשיות הכימית היא לשדרג את כל המפעלים באופן מתמיד על מנת לעמוד בתקנים המחמירים וליישם את הטכנולוגיה העדכנית הזמינה (Best Available Technology (BAT). מאחר וישראל חברה בארגון מדינות ה-OECD, ישראל אימצה במהלך השנים האחרונות תקנות התואמות להנחיות (דירקטיבות) העדכניות של האיחוד האירופי:

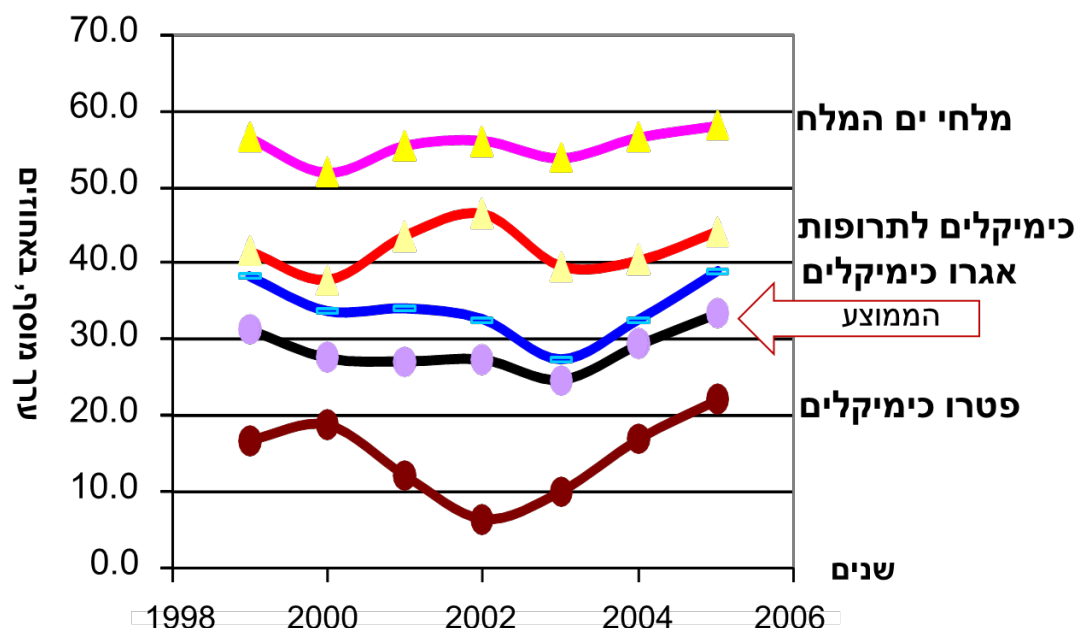
- Packaging waste law (2011) - החוק הישראלי לטיפול בפסולות של אריזות, המיועד להשוות את הטיפול לרמה של הטיפול החוקי ה-OECD.
- Pollutant Release and Transfer Register (PRTR) (2012) - פרסום הנתונים השנתיים של ישראל של מזהמים לסביבה שמוציא משרד איכות הסביבה
- Electronic waste law (2014) - החוק שיצא ב 2014 בישראל לטיפול בפסולות אלקטרוניות כדי להקטין נזק סביבתי.
- Industrial Emission Directive (IED) MCP & LCP (large/medium combustion plants) – ההוראות למפעלי חום גדולים ובינוניים בדרך כלל יצרני חשמל או חום תעשייתיים
- Hazardous waste directive - החוק איך מטפלים בפסולות שהן מסוכנות לבטיחות – בעיקר מגדיר מתי חייבים לנטרל כימית את הפסולות לפני שנפטרים מהן לסביבה, מתי חייבים לעשות הגנה לפני הטמנה (עם בטון..) ומתי מותר להפטר מהן לסביבה ללא טיפול ייחודי

בשנים האחרונות מושם דגש על פיתוח תהליכים המצמצמים פגיעה בסביבה וכך מקטינים את ההשקעות הנדרשות בטיפול בפליטות לסביבה ולמתקני שפכים. כיוון שההשקעה הנדרשת בהגנת הסביבה מאד גבוהה, קיים יתרון לתעשייה הכימית של ישראל שכבר פיתחה את התשתיות והכלים הנדרשים ובכך יצרה חסמים גבוהים למתחרים גלובליים חדשים. ההקפדה על התקנים המערביים, כולל התקנות לשמירת איכות הסביבה, מאפשרת לתעשייה הישראלית לשווק את מוצרי התעשייה הכימית למדינות המפותחות!

## 2.2.7 מאפייני הערך המוסף של התעשייה הכימית

באיור 6 מוצג חישוב הערך המוסף של ענפים מובילים בתעשייה הכימית הישראלית לאורך 8 שנים מייצגות 1998-2006. החישוב נעשה בפירוט רב לכל השנים הנדונות כחלק ממחקר ארוך טווח שנעשה במוסד שמואל נאמן, ונועד לפתח אסטרטגיה לתעשייה הכימית בישראל. למרות שנתונים אלה מתייחסים לעשור הקודם להערכתנו הם מייצגים את המצב נכון להיום.

איור 7: הערך המוסף של קבוצות הכימיקלים העיקריות לאורך זמן<sup>4</sup>



מקור: פורטונה גלעד. תכנית לאומית לתעשייה הכימית בישראל - תקצירים חיפה, ישראל מוסד שמואל נאמן, 2007.

הערך המוסף שחושב מייצג את התוספת של המפעלים לערך של חומרי הגלם. כלומר על כל דולר של מלח מים המלח מקבלים 60% תוספת ערך למכירה בזכות התהליכים שפותחו.

- מלחים המלח (אשלגן וברום) הם המוצרים בעלי הערך המוסף הגבוה ביותר שכן ייצור הכימיקלים יוצא ממשאב הטבע שעלותו נמוכה (עלות ההפקה בלבד).
- כימיקלים לתרופות מתאפיינים במחירי מכירה גבוהים ליחידת משקל, ומפצים על עלות חומרי הגלם שרובם כימיקלים נקיים (Fine Chemicals) מיובאים, שעלותם גבוהה.
- קבוצת האגרו-כימיקלים כוללת את:
  - הדשנים, רוב המוצרים נחשבים ל-Commodities ולפיכך מחירי המכירה ליחידת מוצר נמוכים יחסית (בין 0.05 ל-1 דולר לק"ג<sup>5</sup>).
  - חומרי הדברה שמחירי המכירה ליחידת מוצר בדר"כ גבוהים יחסית (1 עד 10 דולר לק"ג<sup>3</sup>) אולם גם עלות חומרי הגלם בתהליך גבוהה (יחסית לחומרי הגלם של הדשנים).

<sup>4</sup> התקופה אליה התייחסנו במוסד נאמן היא 1998-2006. להערכתנו אין שינוי משמעותי בערכים גם היום.

<sup>5</sup> מקור: Alibaba.com. נתונים מעודכנים לפברואר 2019.

- הכימיקלים המסווגים כ"פטרוכימיים" מתאפיינים במחיר נמוך ליחידת משקל (בין 1,000 ל-2,000 דולר לטון חומר<sup>3</sup>) ( החומרים נחשבים ל-Commodities) ומרבית חומרי הגלם מיובאים.

## 2.2.8 המחקר בתעשייה הכימית

טבלה 5: אפיון פעילות המחקר והפיתוח

שוק קיים		שוק חדש	
פיתוח תהליכים משופרים מחקר ופיתוח חומרים חדשים להגדלת היעילות		פיתוח מוצרים חדשים	
שפזר איכות של מוצרים קיימים		התאמת מוצרים קיימים ליישומים חדשים	
		טכנולוגיה חדשה	
		טכנולוגיה קיימת	

טבלה 6: דוגמאות למאפייני המחקר השונים בתעשייה

אופי המחקר	דוגמאות לתוצרי תרומת המחקר
תהליכים חדשים למוצרים קיימים	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ תהליכים חדשניים לייצור דשנים מיוחדים: חנקת אשלגן ו MKP הפקת אשלג באמצעות תהליך "הגיבוש הקר"</li> </ul>
השבחת מוצרים קיימים	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ניקוי חומצה זרחתית והשבחתה לשימושים בחקלאות ולתעשיית הדטרגנטים והמזון</li> <li>▪ השבחת מגנזיה (המופקת ממגנזיום כלוריד) למגוון שימושים ייחודיים ולתעשייה הרפרקטורית</li> <li>▪ פיתוח טכנולוגיות של שחרור מושהה בדשנים ובתעשייה הפרמצבטית.</li> </ul>
פיתוח מוצרים חדשים	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ טבע: קופקסון לטרשת נפוצה, אג'ילט לפרקינסון</li> <li>▪ מכתשים: "ריביון" "רימון" ו-NIMITZ</li> <li>▪ אנזימוטק: פיתוח מרכיבי חלב אם</li> <li>▪ רפאל: פולימרים וחומרים מרוכבים</li> <li>▪ מגנזיום מתכתי וסגסוגות מגנזיום</li> </ul>
שימושים חדשים למוצרים קיימים	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ התמודדות עם "מי נטל" באניות<sup>6</sup></li> <li>▪ טיפול בשפכים תעשייתיים</li> </ul>

<sup>6</sup> מיועדים לאיזון שיווי משקל של האניות

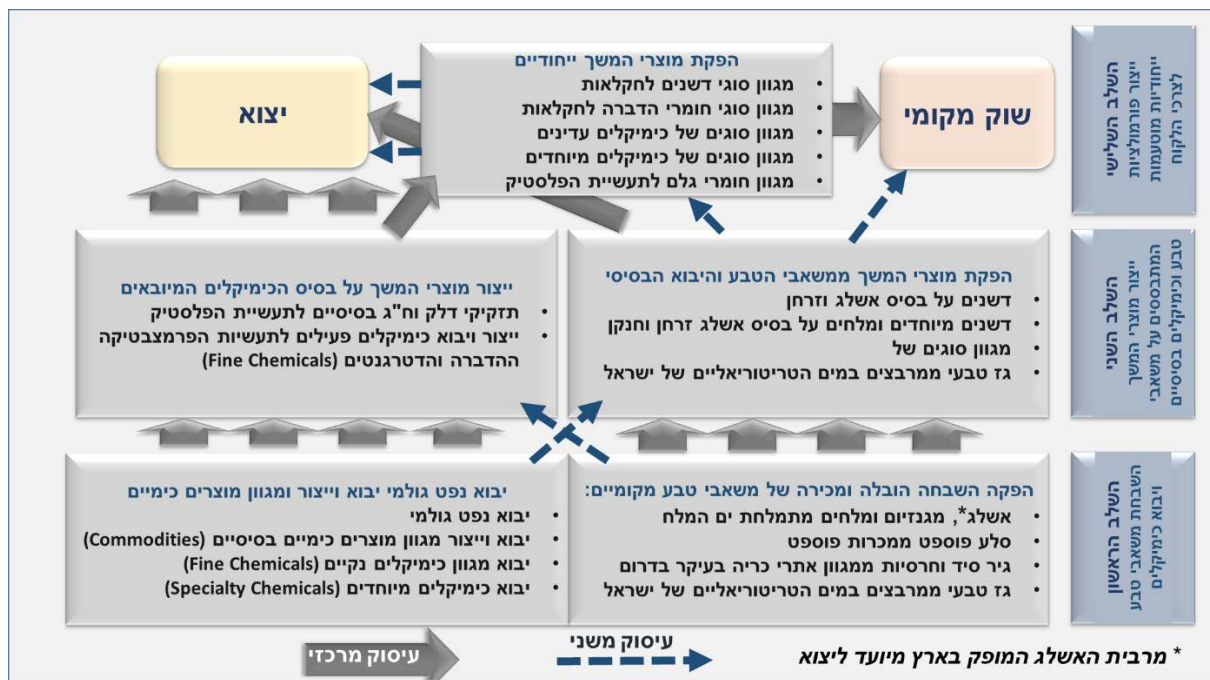
דוגמאות לתוצרי תרומת המחקר	אופי המחקר
<ul style="list-style-type: none"> <li>פוספטים בנגב: השבחת עופרת פוספט (פלוטציה, "קליית בזק")</li> <li>מגוון תהליכים לייצור תרכובות ברום אורגניות</li> <li>מכתשים אגן: מגוון תהליכים לייצור חומרי הדברה וכימיקלים תעשייתיים.</li> <li>רפאל: חומרי הדף למנועים רקטיים מוצקים</li> </ul>	<p><b>שיפור תהליכים קיימים למוצרים קיימים</b></p>

מאיצי החדשנות בתעשייה הכימית:

- החמרת הדרישות בכל הקשור להקפדה על שמירת איכות הסביבה – פיתוח תהליכים ומוצרים אשר מצמצמים את הזיהומים שמייצרת התעשייה.
- הצטמצמות השטחים הזמינים לחקלאות – מגבירים את הצורך לפיתוח חומרים המגדילים את התפוקה החקלאית מיחידת שטח נתון.
- מחסור בחומרי גלם חיוניים – מים, נפט, מרבצי פוספט מתכלים, העלמות ים המלח – פיתוח טכנולוגיות המאפשרות ניצולת גבוהה יותר של יחידת חומר גלם.
- הארכת משך החיים של מוצרים כגון: מזון, תוצרת חקלאית – פתיחת שווקים חדשים.
- התאמות המוצרים לשינויים המהירים בטעמי הצרכנים.
- אורבניזציה של התעשייה – פיתוח תעשייה שתוכל להתקיים בסמוך לאזורים מיושבים.

## 2.3 שרשרת הערך (Value chain) של התעשייה הכימית הישראלית

איור 8: שרשרת הערך של התעשייה הכימית בישראל



איור 7 מדגים את "שרשרת הערך" של התעשייה הכימית בארץ. באיור אנו מדגימים את הקשר בין:

- **השלב הראשון** - החומרים הבסיסיים ביותר עליהם מתבססת התעשייה חלקם מופקים כחומרי גלם מהמשאבים הטבעיים של ישראל (חלקם לשימוש פנימי לתעשיית מוצרי ההמשך המקומית וחלקם מיוצאים לתעשייה הכימית בחו"ל) וחלקם מיובאים מחו"ל.
- **השלב השני** – מוצרי המשך בסיסיים מוצרי המשך בהם מרכיב הערך המוסף החדשני והטכנולוגי נמוך וכדאיות ייצורם נגזרת מקרבתם, זמינותם ועלותם של חומרי הגלם הבסיסיים משלב א' של שרשרת הערך המוסף.
- **השלב השלישי** – מוצרי המשך עתירי ערך מוסף טכנולוגי ושיווקי מוצרים אלו בשל עתירות הערך המוסף שלהם אש בא לידי ביטוי במחיר גבוה ושולי רווח משמעותיים יותר, המיומנות הטכנולוגית והשיווקית מהווה את הגורם העיקרי בפעילות העסקית ולכן הפעילות ממוקמת סמוך למרכזי הביקוש הסופי וזמינות המיומנות הטכנולוגית.

## 2.3.1 השלב הראשון

### כללי

ישראל לא בורכה במשאבי טבע, וגם אלו המצויים בשטחה בעייתיים בכל הפרמטרים המקובלים. משאבי הטבע המופקים מיועדים לתעשיות המשך של מוצרים בתעשייה הכימית חלקם באתרי ייצור הסמוכים לאזורי הפקת המחצבים וחלקם של המשאבים מיוצאים לחו"ל. להלן מאפייני מקטע ההפקה וההשבחה של משאבי הטבע בישראל:

**מגוון משאבי הטבע:** תמלחת ים המלח, סלע הפוספט בצפון הנגב, צמנט הנחושת בתמנע ולאחרונה נוסף גם הגז הטבעי בים התיכון.

**היקף:** במהלך העשורים האחרונים מצטמצם ים המלח בשל אידוי המים בקצב מהיר יותר מספיקת כמות המים הנכנסים אליו, כידוע, דרום האגם כבר התייבש. זמינות סלעי הפוספט הידועה מוגבלת, לפחות בשטח מרבצי הפוספט המוכחים. שדות הגז שהתגלו עתידים להתכלות במהלך 30-40 השנים הקרובות, לפי קצב הצריכה המתוכנן כיום (צריכה מקומית ויצוא).

**איכות:** לצורך הפקת המינרלים מתמלחת ים המלח נדרש פיתוח טכנולוגיה ייחודית המבוססת על ניצול אנרגיה סולרית. מעבר לזמינות המצומצמת של מרבצי הפוספט בארץ גם איכותם, הנמדדת במונחי ריכוז תחמוצת הזרחן ( $P_2O_5$ ) נמוכה. איכות צמנט הנחושת המצוי בתמנע ירודה. בעקבות ירידת מחירי הנחושת במהלך שנות ה-70, נסגר אתר הכרייה. הפקת הגז הטבעי הייתה כרוכה בנטילת סיכון משמעותי בכל הקשור לאיתורו ונדרשו לכך טכנולוגיות איתור, קידוח והפקה חדשניות אשר פותחו רק בשנות ה-90 של המאה שעברה הפכו אותו לזמין.

על מנת לנצל את משאבי הטבע של ישראל נדרשה מידה רבה של חדשנות, עקשנות, אמונה וחזון.

**לצורך ניצול תמלחת ים המלח** יושמה עוד בשנות ה-30 של המאה הקודמת שיטתו של המהנדס משה נובומייסקי, למיצוי המינרליים המצויים בתמלחת באמצעות אידוי (שימוש באנרגיה סולרית). בהמשך פותחו שיטות להפקת אשלג תוך חיסכון באנרגיה (טכנולוגיית הגיבוש הקר). כתוצאה מכך בשנים האחרונות מפעלי ים המלח הפכו ליצרן האשלג היעיל בעולם! הפקת האשלג אפשרה ניצול מוצרים נוספים אשר מקורם בזרמי הלואי של התהליך והפכה את ישראל (ליתר דיוק קונצרן "כימיקלים לישראל") ליצרן מספר אחד בעולם של ברום ותרבותיו ובהמשך לייצור מגנזיום מתכתי ומגנזיום אוקסיד באיכות גבוהה.

**היבטים הקשורים לאיכות הסביבה:** הבעיה המרכזית היא הצטברות המלח בקרקעית הבריכות (כחלק מתהליך הפקת האשלג) אשר גורמת לעליית מפלס המים בבריכות האידוי ומאיימת על פעילות בתי המלון אשר נבנו על חופי ים המלח (על שפת בריכת האידוי המרכזית בריכה מספר 5)



## איור 9: חוף עין בוקק



**לצורך ניצול מרבצי הפוספט:** נאלצה ישראל לפתח טכנולוגיות השבחה ייחודיות אשר אפשרה את ניצול מרבצי פוספט אשר במקומות אחרים בעולם נחשבו לבלתי זמינים (קליית בזק והצפה Floatation). הטכנולוגיות הללו אפשרו בהמשך התהליך, ניצול יעיל יותר של סלע הפוספט לייצור מוצרי המשך.

## איור 10: מכרות פוספט



היבטים הקשורים לאיכות הסביבה: מכרות הפוספט הם באתרי כריה הרחוקים בדרך כלל ממקומות מיושבים לפיכך בעיית זיהום האוויר מהאבק הנוצר איננה קריטית. הבעיה העיקרית היא הצורך בהשקעה בשיקום אתרי הכרייה לאחר סיום ניצולת הסלע.

**ניצול מרבצי הגז הטבעי בים העמוק** התאפשרה הודות למאמצי מחקר גאולוגיים וגאופיזיים נרחבים לאורך השנים אשר בשילוב עם טכנולוגיות פיענוח ממצאים, יכולות איתור וטכנולוגיות קידוח חדשניות אפשרו את פיתוחם וניצולם של שדות הגז הגדולים תמר וליוויתן. מרגע שהגז הטבעי הפך לזמין, הפך "מתווה הגז" כפי שאושר בממשלה, לנושא שנוי במחלוקת במיוחד מנקודת מבט לאומית.

היבטים הקשורים לאיכות הסביבה: הבעיה העיקרית היא הצורך בהשקעה במתקנים שיאפשרו שליטה בלחצים בשינוע הגז הטבעי ובהשקעה בהיבטי בטיחות (ביטחוניים ותפעוליים).

התנאים הנדרשים להצלחה, Key Success Factors, של מפעלי התעשייה בשלב הראשון

1. המצאות שוק מובטח ב"מעלה שרשרת הערך המוסף"

בטרם תתבצע ההשקעה הקבועה במפעל (תשתיות, מבנים, ציוד והכשרת כוח אדם מתאים) יש להבטיח את קיומו של שוק אשר יצרוך את משאבי הטבע המופקים באמצעות:

- הקמת מפעלים לייצור של מוצרי המשך

- איתור מפעלים אשר ייהנו מיתרון לוגיסטי מובנה כתוצאה מצריכת המשאב.
  - איתור ומכירה ללקוחות אשר יתחייבו על רכישה באמצעות חוזים שנתיים ובמידת האפשר עיגון הקשר באמצעות חוזים רב שנתיים
2. עלות ברת תחרות של חומרי הגלם
- להפקת חומר הגלם נדרשת השקעה קבועה<sup>7</sup> גבוהה לכן ביצועה מותנה ב איכות חומר הגלם שמקורו במשאבי הטבע המקומיים במונחים של: ריכוז, זמינות והרכב חומר הגלם מהטבע.
  - זמינות לאורך זמן של חומר הגלם המיובא בעלות תחרותית.
3. שליטה בעלויות הייצור
- יצור יעיל המתבטא בניצול מקסימלי של התשתית התפעולית המתאפשרת באמצעות:
- שליטה בטכנולוגיית הייצור
  - תחזוקה יעילה של המתקנים על מנת למנוע הפסקות ייצור
  - עלות תחרותית של האנרגיה
  - הקפדה על איכות המוצר.
  - יישום חדשנות תהליכית על מנת לייצר יתרון יחסי בעלויות הייצור.
  - הכשרת כוח אדם מיומן
  - חדשנות תהליכית כגון אימוץ תהליך "קליית בזק" ותהליך ה"פלוטציה" לצורך השבחת סלע פוספט, פיתוח תהליך ה"גיבוש הקר" ליעול הפקת אשלג, אלו דוגמאות הממחישות איך ניתן להפוך מצב של חסרון בעלויות חומרי הגלם ליתרונות מול תהליכי הייצור של המתחרים

### 2.3.2 השלב השני: ייצור מוצרי המשך המבוססים על משאבי טבע מקומיים

#### וכימיקלים בסיסיים

#### כללי

הכימיקלים, המשתייכים לשלב השני ב"שרשרת הערך" של התעשייה בארץ, מתבססים על:

1. זמינות ותחרותיות של עלות חומרי הגלם המרכזיים.
2. יעילות ניצול תשתית הייצור המתבטאת בהיקף ההשקעה הקבועה: קרקע, מבנים וציוד, כוח האדם והיקף ההוצאה על תקורה תפעולית. הדגש מושם על שיפורים תהליכיים לצורך הגדלת ניצולת תשתיות התפעול הקיימות
3. יעילות המערך הלוגיסטי לשינוע חומרי הגלם לאתרי הייצור והובלת התוצרת הגמורה למפעלי הלקוחות.
4. התמודדות עם היבטים הקשורים לאיכות הסביבה מאחר ומפעלי הכימיה השייכים לשלב השני בשרשרת הערך הם מפעלים מזהמים באופיים לפיכך נדרשות השקעות תשתית אשר יתנו מענה ל:

<sup>7</sup>היקף ההשקעה הנדרשת נגזר מהגורמים הבאים:

- איכות חומר הגלם זמינותו
- היקף ההשקעה שנדרשה במחקרים לאיתור המשאב ואומדן הפוטנציאל להיקף הפקתו.
- ההשקעה הנדרשת לעמידה בתקנים הקשורים להגנת הסביבה כמו למשל: הגבהת הסכרים בבריכות האידוי של ים המלח, בניית סכרים בגבס שבמישור רותם ואיטומם, ניטר פליטת הגזים הרעילים בבז"ן במפרץ חיפה, הגנה על מכלי האחסון של חומרי הגלם הדליקים והקמת אסדות לקליטת הגז מהים במיקום והגנה ביטחונית מקסימאליים.

- **טיפול בשפכים:** אשר מקורם בזרמי הלואי אשר רובם בעלי פוטנציאל פגיעה משמעותית הן בקרקע והן במי התהום ולפיכך יש להשקיע משאבים רבים בנטרולם.
  - **טיפול בפליטת גזים רעילים:** ספיגה וטיפול בגזים רעילים הנפלטים.
  - **אמצעי בטיחות:**
    - אחסון בטיחותי וסביבתי של חומרי גלם, חומרים בתהליך ומוצרים מוגמרים.
    - הובלה בטיחותית של חומרי הגלם ושל המוצרים המוגמרים.
    - היערכות לטיפול יעיל ומהיר בתקלות אפשריות במהלך תהליך הייצור.
5. **בניית קשרים ארוכי טווח עם הלקוחות:**
- הקשר עם הלקוחות מתבסס על הקשר עם אנשי הרכש של מפעלי הלקוחות.
  - החוזים הם בדרך כלל שנתיים או אפילו רב שנתיים, כאשר הפרמטר הדומיננטי בהחלטות הרכישה הוא מחיר המוצר ואמינות האספקה.

### 2.3.2.1 מוצרי המשך המתבססים על ניצול משאבי הטבע המקומיים

- קיימים כיום בארץ שלושה אתרים מרכזיים בהם מרוכזים מפעלים לייצור מוצרי המשך על בסיס משאבי טבע וכימיקלים בסיסיים מיובאים:
1. **אזור תעשייה מישור רותם**
- כל המפעלים הקיימים במישור רותם מיועדים לייצר מוצרי המשך המבוססים על חומרי גלם מקומיים ובנוסף מעורבים בתהליך הייצור גם כימיקלים בסיסיים מיובאים.

טבלה 7: מפעלים מרכזיים באזור תעשייה מישור רותם ומוצרי המשך

החברה	חומרי גלם מקומיים	כימיקלים מיובאים	המוצר והשווקים
רותם אמפרט	אשלג, פוספט וגז טבעי	גופרית ואמוניה	חומצה גופרתית, חומצות זרחן (ירוקה ולבנה), דשני זרחן דשנים מורכבים של זרחן ואשלג, דשנים מיוחדים (נטולי כלור) היעד העיקרי: יצוא יעד משני: שוק מקומי
פריקלאס	מגנזיום כלוריד וגז טבעי		מגנזיה לתעשיית הפלדה מגנזיה נקיה למגוון שימושים חומצת מלח: שפכים מנוצלים שווקי המגנזיה לסוגיה: יצוא חומצת מלח: לשימושים מקומיים
חיפה כימיקלים דרום	אשלג ופוספט	אמוניה <sup>8</sup>	חנקת אשלגן מגוון דשנים נטולי כלור חומצה לבנה היעד העיקרי: יצוא היעד המשני: השוק המקומי
נגב מינרליים	אבן גיר וחול		שוק מקומי

<sup>8</sup> בעתיד הקרוב מתוכננת הקמתו של מפעל אמוניה במישור רותם

החברה	חומרי גלם מקומיים	כימיקלים מיובאים	המוצר והשווקים
מקסימה	אבן גיר וחומצת מלח		גזים תעשייתיים שוק מקומי

## 2. פארק תעשייה נאות חובב

פארק התעשייה בנאות חובב הוקם כתוצאה מהצורך להעתיק את התעשייה הכימית מבאר שבע בסוף שנות ה-70 של המאה הקודמת בשל שיקולי איכות סביבה. בפועל, פארק נאות חובב נמצא בקרבת העיר באר-שבע ובסמיכות לעיר הבה"דים של צה"ל. יש לזכור שההקמה ההיסטורית של המפעלים בבאר שבע נבעה משיקולים ציוניים (תעסוקה לעולים שיושבו בבאר שבע) והשיקול הכלכלי והסביבתי היה משני בסדרי העדיפויות. בהמשך הוקמה באזור נאות חובב תשתית תעשייתית נאותה אשר כללה הכשרת שטח להקמת מפעלים ושטחי אחסון, שירותים לטיפול בשפכים, הערכות לטיפול בגזים רעילים ורשת כבישים. טבלה 8 מרכזת את המפעלים המרכזיים הפועלים ב"נאות חובב".

### טבלה 8: מפעלים מרכזיים בפארק תעשייה נאות חובב ומוצרי המשך

החברה	חומרי גלם מקומיים	כימיקלים מיובאים	המוצר והשווקים
תרכובות ברום	ברום אלמנטרי, אשלגן, אבן גיר	מגוון כימיקלים בסיסיים ונקיים. חלקם מבתי הזיקוק	מגוון תרכובות ברום בעיקר ליצוא
אדמה מכתשים		מגוון כימיקלים בסיסיים וכימיקלים נקיים	מגוון חומרי הדברה (חומרים פעילים ומוצרי הדברה סופיים) מגוון כימיקלים תעשייתיים חומרי הדברה: בעיקר ליצוא כימיקלים תעשייתיים: בעיקר שוק מקומי
טבע טק	כלור וברום	מגוון כימיקלים נקיים	חומרים פעילים לתעשיית התרופות בארץ ובחו"ל
כימאגיס	כלור וברום	מגוון כימיקלים נקיים	חומרים פעילים לתעשיית התרופות בארץ ובחו"ל
מקסימה	אבן גיר וחומצת מלח		גזים תעשייתיים לשוק המקומי
קופולק-דרום		מגוון כימיקלים נקיים	חומרים פעילים לתעשיית חומרי ההדברה הפארמה, והקוסמטיקה לשוק המקומי ולחו"ל
לוקסמבורג תעשיות	כלור וברום	מגוון ענקיים	מגוון חומרי הדברה וכימיקלים נקיים לתעשייה לשוק המקומי ולחו"ל

### 3. אזור תעשייה מפרץ חיפה

אזורי התעשייה נבנו סביב בתי הזיקוק בחיפה. בתי הזיקוק הוקמו במפרץ חיפה ערב מלחמת העולם השנייה וחברו לצינור הנפט שהזרים את הנפט הגולמי מאזור כירכוכ שבעירק. בשנת 1973 הוקמו בתי הזיקוק באשדוד בשל קרבתם למוצא צינור הנפט אילת אשקלון שהזרים נפט אירני, אשר התבסס על הסכם ארוך טווח בין ישראל לאירן. שני מפעלי ענק אלו הוקמו על בסיס יתרונות לוגיסטיים שהתקיימו בעבר ואשר חדלו להתקיים היום. לפיכך ההתייחסות הכלכלית לפעילות בתי הזיקוק היא כאל "השקעה שקועה / אבודה " Sunk Costs", ומכאן ההצדקה הכלכלית לכאורה לקיומם הנוכחי. מפעלי תעשייה גדולים ובינוניים הוקמו סביב בתי הזיקוק. כאשר הם נשענים על התשתית הלוגיסטית שנבנתה על מנת לתמוך בפעילות בתי הזיקוק ועל האספקה הזמינה ומחירים תחרותיים של כימיקלים בסיסיים שבתי הזיקוק והמפעלים הנלווים להם מייצרים. פעילותה של תעשייה זו במפרץ חיפה שנויה במחלוקת מהיבט הגנת הסביבה, סיכון תושבים אל מול ההיבט הכלכלי. מפעלי הכימיה העיקריים הנסמכים על פעילות בז"ן בחיפה הם:

- גדיב – מייצר חומרי גלם (מונומרים) למגוון מפעלי פולימרים מתוחכמים יחסית.
- כרמל אולפינים - מייצרת אתילן ופוליאיתילן פרופילן ופוליפרופילן, חומרי גלם לתעשיית הפלסטיק.

בעבר נסמכו מפעלים נוספים על תוצרי בתי הזיקוק בחיפה כגון: דשנים וחומרים כימיים, חיפה כימיקלים, פרוטרם תעשיות אלקטרוכימיה וגדות פטרוכימיה:

- דשנים וחומרים כימיים ניתקה את הקשר עם בתי הזיקוק
- פרוטרם תעשיות אלקטרוכימיה חדלה להתקיים
- חיפה כימיקלים התבססה על אמוניה שיוצרה בדשנים וחומרים כימיים ועם סגירת המפעל בדשנים בשנות התשעים, מתבססת על אמוניה מיובאת
- גדות פטרוכימיה התמזגה עם גדיב תעשיות פטרוכימיה שבבעלות בתי הזיקוק.

איור 11: בתי הזיקוק בחיפה והמפעלים הצמודים להם



#### 4. בתי הזיקוק באשדוד

במהלך השנים לא נבנו מפעלי תעשייה ייעודיים הקשורים לפעילות בית הזיקוק באשדוד והמפעל מתרכז בייצור תזקי קי דלק לשוק המקומי עם פעילות משנית לשוקי יצוא.

### 2.3.2.2 התנאים הנדרשים להצלחה Key Success Factors של מפעלי התעשייה בשלב השני

#### 1. עלות ייצור תחרותית

המוצרים נמכרים על בסיס עלות, למגוון רחב של לקוחות בהיקפי מכירה בינוניים עד גדולים. מאחר והמוצרים אינם ייחודיים המחיר נקבע לפי המקובל בשוק במונחי מחיר בשער המפעל.

#### 2. מתן פתרון לוגיסטי תחרותי

נקודה זאת מתחלקת למעשה לשני היבטים:

- i. התמודדות עם העלויות הלוגיסטיות באמצעות ניצול יתרונות מובנים במידה וקיימים (כגון קירבה גיאוגרפית) או מתן פתרונות לוגיסטיים יצירתיים כגון: אמצעי הובלה זולים יותר רכבות, משאיות גדולות ותכנון הובלות חוזרות.
- ii. יצירת יתרון באמצעות שירות זמין ואמין, דגש על בניית יחסי אמון עם מנהלי הרכש של הלקוחות, בניית מערך גיבוי לתנודות בלתי צפויות בשוק הן בצד אספקת חומרי הגלם והן מצד הלקוחות.

#### 3. טכנולוגיית ייצור מעודכנת, חדשנית, איכותית ויעילה

הקפדה על שימוש בטכנולוגיות חדשניות, שליטה במכלול עלויות הייצור:

- i. ניצולת גבוהה של התשתית התפעולית – בעיקר באמצעות תחזוקה ובקרת איכות מתקדמות.
- ii. הקפדה על איכות התוצרת.
- iii. שליטה על העלויות החצי קבועות של המפעל: עלות העבודה (שכר והיקף העובדים), ביטוח, עלויות שמירה ויתר ההוצאות המסווגות כהוצאות תקורה.
- iv. ציוד תהליכי חדיש המוחזק בקפידה גיוס והכשרה של כוח אדם מיומן שהוכשר להפעילו ביעילות המרבית.

#### 4. חדשנות עסקית

באה לדי ביטוי בשלושת מישורי ההתנהלות העסקית:

- i. קשר עם הלקוח – בניית מודל עסקי לא שגרתי כאשר המוצרים סטנדרטיים<sup>9</sup>.
- ii. לוגיסטיקה - איתור פתרונות לוגיסטיים לא שיגרתיים ושילוב טכנולוגיות חדשניות לצורך שיפור השליטה והבקרה הלוגיסטית<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> לדוגמה לקיחת אחריות על ניהול המלאים של הלקוח.

<sup>10</sup> המסוע שהקימה מפעלי ים המלח מהמפעל מסדום למישור רותם

iii. חדשות תהליכית - איתור חדשנות במקטעי תהליך אשר יאפשרו הורדת עלויות ללא פגיעה

באיכויות המוצרים<sup>11</sup>

5. שמירה קפדנית על איכות הסביבה והשקעה מתמשכת בטכנולוגיות שימור סביבה. עמידה בתקנים המחמירים בכל הקשור באיכות ושימור הסביבה של המדינות המפותחות מהווה תנאי כניסה לשווקים של המדינות המפותחות.

### 2.3.3 ייצור פורמולציות ייחודיות מותאמות לצרכי הלקוח

#### 2.3.3.1 כללי

שלב זה מהווה את השלב האחרון בשרשרת הערך של התעשייה הכימית בארץ. המוצרים בשלב הזה משתייכים למה שמוגדר כ- Performance Chemicals ומיועדים בדרך כלל לענפי תעשייה אשר אינם חלק מהתעשייה הכימית כגון: תעשיית המזון והמשקאות, תעשיית מוצרי טעם וריח, תעשיית טיפול במים, תעשיית הבנייה ועוד.

המוצרים בשלב השלישי מיוצרים במספר רב של מפעלים קטנים ובינוניים, אשר מעסיקים לעיתים פחות מעשרה עובדים ועד למאות עובדים. הקשר עם הלקוח הוא בעיקר עם אנשי השיווק והייצור. אנשי השיווק נדרשים להיות בעלי רקע והבנה טכנית של התחום ויתרונם בא לידי ביטוי ביכולת לסייע ללקוח לפתור בעיות המתעוררות בתהליך הייצור או במוצר של הלקוח. הדגש מושם על שרות טכני וזמן תגובה קצר. לפיכך מחיר המוצר נגזר מאיכות הפתרונות שהוא מספק ומרמת השירות והקשר עם הלקוח.

הייצור מתבצע במתקנים קטנים יחסית, רב תכליתיים ובסדרות ייצור קטנות. משטר התפעול דורש מיומנות במעבר מסדרת ייצור אחת לשנייה (זמני Set-Up קצרים). עיקר העלויות בתחום הנ"ל הוא בהוצאות מחקר ופיתוח והוצאות שיווק. המחיר ליחידת משקל / נפח, של מוצר בתחום זה של התעשייה גבוה מאשר בשני בתחומי התעשייה הקודמים שתוארו.

טבלה 9: דוגמאות למפעלים המייצרים Performance Chemicals לפי שווקי היעד

מפעלי התעשייה הבולטים:	שוק היעד
טרייטמנט, דשנים וחומרים כימיים, טמבור, כימי-כל, GES, דיפוכם-עמגל	טיפול במים
דשנים וחומרים כימיים, דשן גת, חיפה כימיקלים	חקלאות
דיפוכם עמגל, ליקורד, גדות ביוכימיה, פרוטרום תמציות	תוספי מזון והמשקאות
טרייטמנט, GES, פטרוס כימיקלים ושפכים, אקו וויל, טמבור	כימיקלים לטיפול בשפכים
מעבדות שרון, לידור כימיקלים, כימדע	תעשיית הקוסמטיקה
זוהר דליה, כימדע	תעשיית חומרי חיטוי
טבע טק, כימאגיס, כימדע	תעשיית התרופות

<sup>11</sup> תהליך מיצוי נוזל-נוזל של תמי לייצר באופן חדשני חנקת אשלגן, ניקוי חומצה ירוקה לרמת חומצה נקיה

שוק היעד	מפעלי התעשייה הבולטים:
תעשיית הבניין	טמבור, בי ג'י, נירלט

### 2.3.3.2 התנאים הנדרשים להצלחה Key Success Factors של מפעלי התעשייה בשלב השלישי

1. היכרות טובה של צרכי הלקוחות  
המוצרים נמכרים על בסיס מתן פתרונות לצרכי הלקוחות, המייצרים בדרך כלל מוצרים המיועדים לצרכן הסופי רוב השימושים אינם בתחום התעשייה הכימית.
2. מתן מענה מהיר והולם לדרישות הלקוח.  
הבנת הצרכים ואופי השווקים ויכולת טכנולוגית גבוהה בעיקר בתחום הפורמולציה של אנשי השיווק. כאשר המטרה שימור הלקוחות באמצעות תמיכה טכנית ברמה גבוהה.
3. קשר קרוב עם מנהלי הייצור ועם אנשי השיווק של הלקוחות.  
לסיכום פרק זה ניתן לומר כי בהקשר של מישור רותם מיקוד ההתייחסות הוא לשני מרכיבים מהותיים – הקירבה וזמינות חומרי הגלם בשילוב עם אנרגיה במחירים תחרותיים. זמינות הגז הטבעי כמקור לאנרגיה זולה יותר משפרת את מעמדו של אזור התעשייה מישור רותם. בנוסף ראוי לציין שהתפתחות טכנולוגית המאפשרת תחרותיות של תהליכי Gas to Chemicals (GTC) וגם Gas to Liquid (GTL), פותחות חלון הזדמנויות של שימוש בגז גם כחומר גלם. על כך ועל הזדמנויות נוספות, בפרק הבא של העבודה.



### 3. מישור רותם – מבט קדימה

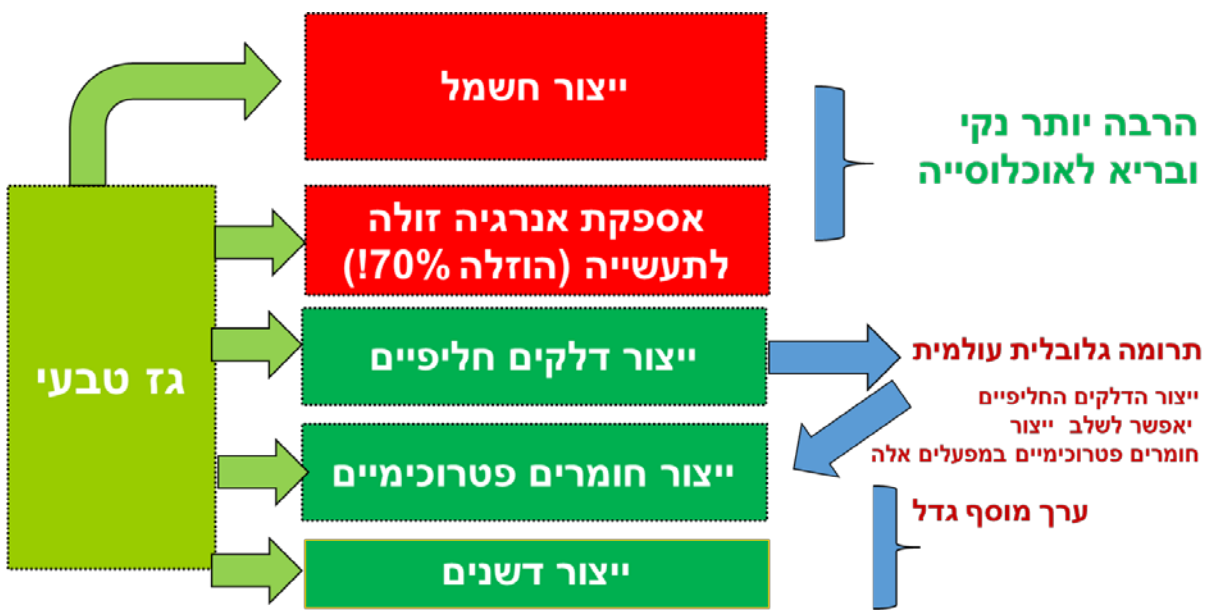
#### 3.1 גז טבעי – מחולל שינוי

מציאת הגז בישראל בכמויות מסחריות גדולות אפשרה לממש יתרונות כלכליים רבים. אלה שכבר מיושמים, ולו רק באופן חלקי:

1. ייצור חשמל בזול ממקורות עצמיים (גז טבעי) והקטנת התלות ביבוא דלק מחו"ל.
2. ייצור החשמל מאפשר הקטנה משמעותית בזיהום האוויר, (אך כמובן אינו מקטין את אפקט גזי החממה).
3. מספר מפעלי התעשייה בארץ שאליהם מגיע הגז, בשלב זה, הוא קטן יחסית. אספקת גז טבעי מאפשרת למפעלים עתירי אנרגיה, חסכון ענק בהוצאות האנרגיה וכך משפרת משמעותית את כושר התחרות שלהם.

עם הגדלת גילויי הגז הטבעי בעולם ושפור דרכי ההפקה, מנוצל היום הגז הטבעי בעולם ליישומים נוספים, שיש לשקול יישומם בישראל, כפי שניתן לראות באיור 11.

איור 12: יישום הגז הטבעי להגדלת התחרותיות במשק הישראלי



מקור: מתוך מצגת על מחקר בתעשייה הכימית בישראל, ד"ר גלעד פורטונה, מוסד שמואל נאמן

ממידע שנמסר לנו מחברת נתיבי הגז הטבעי לישראל (נתג"ז) למדנו שצינור שני לאספקת גז בלחץ גבוה למישור רותם נמצא בתהליכי תכנון והקמתו תעשה במקביל להיווצרות הביקוש. לדבריהם אספקת הגז לא תעכב כל פיתוח.

חשיבות רבה, כמובן, קיימת גם למחירי הגז לתעשייה.

## GTC Gas-to-Chemicals 3.1.1

היישום המייד, שעליו כבר מתוכננים מפעלים רבים בעולם, הוא ייצור כימיקלים המבוססים על הגז הטבעי כמקור האנרגיה העיקרי, ובחלק מהמקרים גם כחומר הגלם לתהליך.

יישומים נוספים אלה יוצרים הזדמנויות נוספות לישראל ובמיוחד רלוונטיות ליישום והרחבת התעשייה במישור רותם בשנים הקרובות.

בכוונתנו להציע למישור רותם שלושה יישומים, שהם לכאורה בלתי תלויים, אבל הסינרגיה בחומרי המוצא ומוצרי ההמשך תחייב סימביוזה כפי שאנו מציעים (פרק 3.6) כמדיניות כוללת לפארק. לכן יהיה בסופו של דבר בטווח הארוך קשר ביניהם.

להלן היישומים לפי סדר העדיפויות הנוכחי, להערכתנו:

1. ייצור דשנים נוספים המתבססים על האמוניה שאותה כבר מתוכנן לייצר בשנים הקרובות.
2. ייצור מוצרים פטרוכימיים וחומרים פולימריים לתעשיית הפלסטיקה.
3. ייצור דלק תיקני לרכב מהגז הטבעי (ראה פרק 3.1.2 GTL)

### **ייצור דשנים נוספים המתבססים על אמוניה שאותה מתוכנן לייצר בשנים הקרובות**

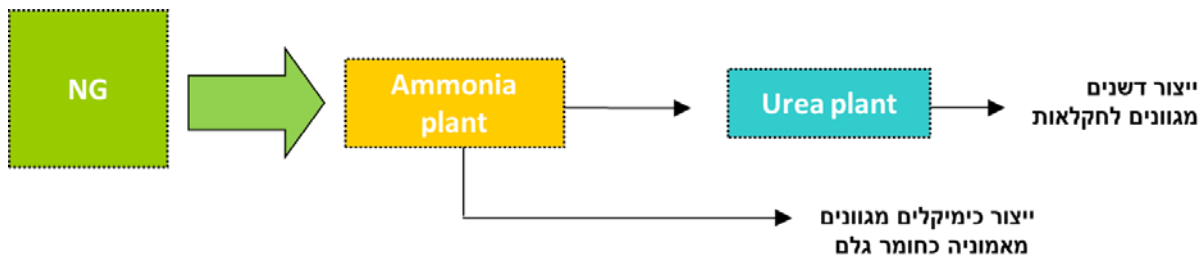
בשלב הראשון מדובר בייצור האמוניה שהוא חיוני להפקת הדשן אשלגן ניטרט, המוצר הראשי של חברת חיפה כימיקלים במישור רותם. עם סגירת שלוחת המפעל המקורי בחיפה, הועבר כל הייצור למפעלי חיפה כימיקלים שבמישור רותם. זה מחייב יבוא אמוניה מחו"ל ושינועו בכבישי ישראל. האמוניה מגיעה היום לנמל חיפה וקליטתה ושינועה למישור רותם מהווה סיכון סביבתי ובטיחותי. הפעלת חיפה כימיקלים דרום, במישור רותם, מותנית בהקמת מפעל לייצור אמוניה, כפי שתוכנן. במקביל, נמצא בתהליכי הקמה, מפעל נוסף לייצור אמוניה ומוצרי המשך.

מומלץ לזרז את הקמת המפעלים במישור רותם ואנו מניחים בסבירות רבה, שהקמתם תתחיל בהקדם.

מגוון הדשנים, שניתן יהיה לפתח, המבוססים על האמוניה כחומר הגלם, הוא רחב ואנו מציעים לקדם בשנים הקרובות כיוון זה בגישה פרו-אקטיבית, כפי שכבר הוצג על ידינו בדיונים קודמים. יזמים כבר החלו לקדם את הנושא ועל הנהלת פארק מישור רותם יהיה לאפשר את התנאים והתשתיות להקמת המפעלים. להערכתנו גישה יזמית פעילה של מנהלת הפארק תוכל לזרז את מציאת היזמים. בשנים הקרובות התהליך חייב קידום בשלושה מישורים לפחות:

- הכנת תשתיות באזור להרחבת הבסיס התעשייתי לתעשייה כימית.
- אבטחת גז בכמות מספקת שתבטיח ליזמים זרימת גז מובטחת.
- התאמת מחיר הגז לתעשייה יצרנית מייצאת, אשר תקל על היזמים ותשפר את אטרקטיביות הפרויקט

איור 13: גז טבעי כחומר גלם ליצירת מוצרי המשך עם ערך מוסף לחקלאות



מקור: מתוך מצגת על מחקר בתעשייה הכימית בישראל, ד"ר גלעד פורטונה, מוסד שמואל נאמן

### ייצור מוצרים פטרוכימיים וחומרים פולימריים לתעשיית הפלסטיקה

השלב הבא המתבקש הוא ייצור מוצרים פטרוכימיים שיהיו מבוססים על הגז הטבעי ושישחררו אותנו מחלק מהיבוא של נפט והתבססות על תזקיקים של נפט.

הנושא היה אקטואלי עם הפקת הגז מאתר תמר והפך היום הרבה יותר אטרקטיבי עם הפעלת אתר לויתן. הגז הטבעי המופק מתמר הינו מתאן נקי ללא נוכחות תזקיקים אחרים ולכן ייצור המוצרים הפטרוכימיים היה מתבסס על הפקת מתנול מאמוניה וממנו תעשיית פוליאטילן ופוליפרופילן. להערכתנו גם מהגז של אתר תמר ניתן להפיק חומרים פטרוכימיים וגם את הפוליאטילן והפוליפרופילן בתהליכים מסחריים תקפים.

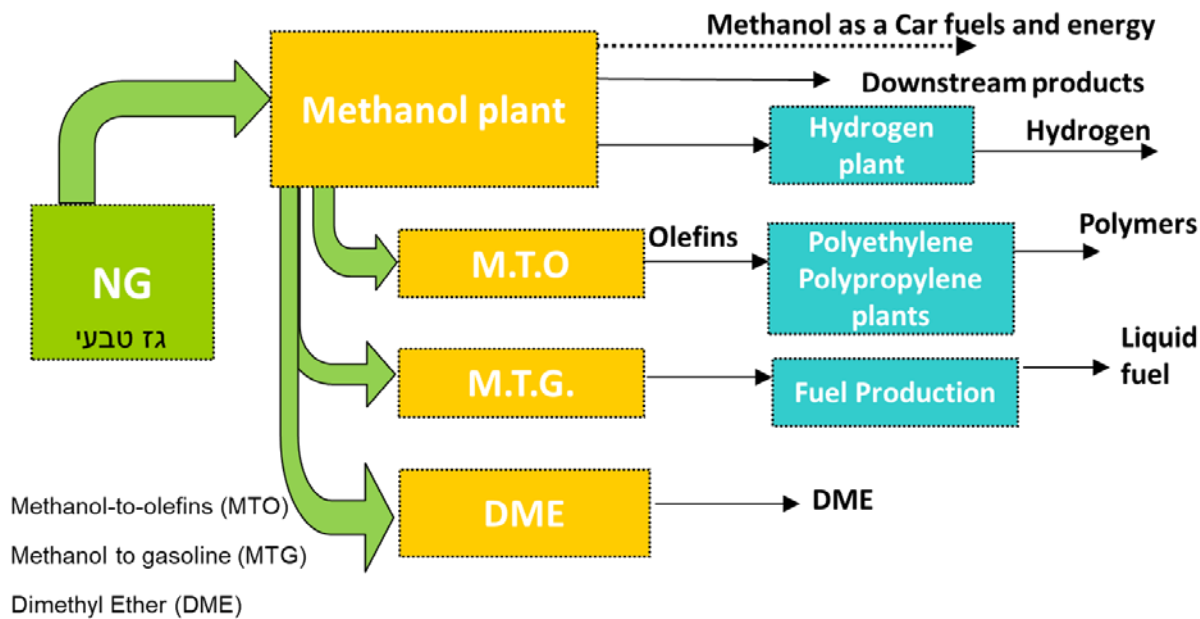
הפקת הגז ממאגר לויתן מחייבת היום טיפול בנוזלים המופקים מהמאגר ולכן הפיכתם לחומרים פטרוכימיים הינה win-win גם לתעשייה ולכלל כלכלת ישראל, וגם למניעת צורך בפתרון לאותם נוזלים המופקים בעת הפקת הגז הטבעי מלווייתן, המכונים בפי כל "קונדנסטים". ברוב האתרים של הפקת גז טבעי בעולם משמשים קונדנסטים אלה להפקת הפולימרים.

מכיוון שיש לחץ סביבתי באזור חיפה, לא מומלץ להרחיב את הייצור הזה באתר בתי הזיקוק הקיימים, אלא טבעי וראוי שהקמת מפעלים אלה תיעשה במישור רותם, המתוכנן להתאים לאכלוס ותמיכה במפעלים אלה.

קיים היום לחץ בדרום לקלוט חלק מהפעילות של מפרץ חיפה, ומקביל יש לחץ של בתי הזיקוק לאישור השקעות נוספות בצפון. ניתן לענות על שני צרכים אלה ע"י התחלת הבנייה של התעשייה הפטרוכימית מבוססת שימוש בגז הטבעי הזמין בישראל במישור רותם.

שרשרת מוצרי ההמשך הפוטנציאליים כוללים בין השאר את מוצרי הפטרוכימיה המיוצרים היום מהדלק המיובא בבתי הזיקוק בחיפה. באיור 13 ניתן לראות את מגוון המוצרים כפי שהוצגו בדיונים על ידינו כאפשרויות להחלטות עבור משרדי הכלכלה והאנרגיה.

איור 14: גז טבעי כחומר גלם ליצירת מוצרי המשך עם ערך מוסף לתעשייה, לתחבורה, ופולסטיקה



מקור: מתוך מצגת על מחקר בתעשייה הכימית בישראל, ד"ר גלעד פורטונה  
לצורך יישום זה יש צורך בכמה החלטות לאומיות, שמומלץ לדון בהן:

- לעדכן את התוכנית של מישור רותם להיות היצרן של מוצרי המשך מגז בתהליכים חדשים ולעודד יזמים לתכנן במבט ארוך טווח, כאשר התשתיות הסובבות תינתנה בתכנון הרחבת פארק התעשיות מישור רותם.
- לקיים דיון נפרד, בהנהגת הממשלה, על מחיר הגז בייצור מוצרי המשך. זאת, כדי לאפשר תחרות גם במחירים בינלאומיים. מדיניות אפשרית היא הקטנה, במידה מסוימת, של תמלוגי המדינה לטובת הקמת תעשייה ארוכת טווח. היתרון יהיה גם כלכלי וגם יפריח את התעסוקה בנגב. גישה דומה מיושמת במכירת מוצרי הסולר, לתעשייה, לחימום וליישומים ספציפיים בתחבורה.
- לעודד שיתוף פעולה רחב יותר בין החברות התעשייתיות וחברות הפקת הגז לפיתוח שפורים הדרגתיים של תהליכי הייצור של הכימיקלים המיוצרים מגז, כחלק מפעילות עולמית גלובלית נמשכת.

### GTL Gas-to-Liquids 3.1.2

#### הפקת דלק תיקני למכוניות מהגז הטבעי במישור רותם

בארץ כבר מדברים הרבה שנים, ואף מתכננים ייצור דלק מלאכותי (למשל מתנול) למכוניות אשר מוגבל ביכולות היישום וגם דורש שינויים ברכב, ברמה שימנע יישומו באחוזים גבוהים.  
ישנו תהליך שבאמצעותו ניתן ליצור מגז טבעי דלק תיקני לחלוטין בלי פגיעה במכוניות. התהליך כבר מיושם במספר מדינות בעולם בהשקעות גדולות והיתכנותו הוכחה, כפי שניתן לראות בטבלה 10.

טבלה 10: מפעלי GTL עיקריים קיימים ומתוכננים

הערות	מקור הגז	\$/BBLD	עלות הקמה מוערכת	תוצרים עיקריים	היקף ייצור BBLD	שנת הפעלה	טכנולוגיה	חברה מקימה	מיקום	שם המפעל		
נבנה על בסיס טכנולוגיה של SASOL	גז טבעי Off-Shore	34,000	0.8B\$	,Diesel ,Gasoline Oxygenated HC	22,500	1992	Circulated Bed	Mossgas	דראייפ	Mossel Bay		
ריאקטורים מיושנים, החברה עומדת להחליף את הריאקטורים ל-Slurry.												
		68,000	1B\$	Gasoline	14,700	1993	Fix Bed	Shell	מלזיה	Bintulu		
מבוסס על טכנולוגיה וידע של SASOL	גז טבעי Off-Shore	30,000	Phase 1: 1B\$	,Gasoline Naphtha, LPG	Phase 1: 35,000	2006	Slurry	SASOL	קטאר	Oryx		
הריאקטורים מהגדולים בעולם.					Phase 2: 100,000							
ריאקטורים וקטאליזטור של Shell, עלות הקמה חריגה ולא קשורה לעלות המתקן	גז טבעי Off-Shore	50-120,000	19-21B\$	,Diesel ,Gasoline Naphtha	140,000	2011	Fix Bed	Shell	קטאר	Pearl		
המפעל הגדול בעולם לדלקים סינטטיים, שלושה סוגי ריאקטורים עובדים בחברה.	Syngas	55,000	7-8B\$	,Diesel ,Gasoline Oxygenated HC	150,000	1976	+CFR Slurry	SASOL	דראייפ	SASOL		
					20,000						1950	Fix Bed
				,Diesel Waxes					Secunda.1			
									Sasolburg.2			

מקור: מחקר חברת פארטו שילוב תחליפי נפט מבוססי גז טבעי במערך התחבורה בישראל- חלק א – פברואר 2012, מתוך GTL בעולם בכלל והיתכנות ייצור בישראל בפרט. גולדשלאגר יונתן, יולי 2016 בהנחייתו של ד"ר גילי פורטונה.

הנושא עדיין אינו נפוץ בעולם ובארץ בגלל ההשקעות הגדולות הנדרשות לייצור כמויות גדולות.

מעבודת המגיסטר של יונתן גולדשלאגר בטכניון בהנדסה כימית, שנעשתה בהנחיית ד"ר גלעד פורטונה ממוסד נאמן, ניתן להסיק מסקנות ומספרים המאפשרים להציג את הכלכליות הנוכחית של הנושא ולחזות את עתידו.

ישראל מייבאת היום 7 מיליון טון דלק לצרכי תחבורה. זה יותר מכל מה שנחסך מהשימוש בדלק נזלי במעבר לייצור חשמל מגז. כלומר, רצוי להגדיל השימוש בתהליכי GTL, ככל שניתן, עבור התחבורה.

במקרה של משאיות ואוטובוסים, ניתן יהיה להשתמש בגז ישירות, ואין בעיה לעשות את ההסבה הזאת. זה מהווה כמעט מחצית מצריכת הדלק לתחבורה בישראל. לצורך זה צריך להשתמש בכשבע (7) BCM של גז בשנה. זה יוכל להאיץ את צריכת הגז המקומית, יחסוך בייבוא דלק ויקטין חלק מהצורך בזיקוק דלקים מיובאים בישראל.

הואיל ויש היום עודף גז בעולם, אם נדע לפתח תהליכים משופרים לייצור דלק תקני בהמשך, העולם יעתיק מאתנו ואנחנו נהיה בין המובילים את המהפכה הזאת בעולם בשנים שעדיין דלק פחממני יהיה השולט. מבחינת רכבים פרטיים ומסחריים לא יהיה שינוי ברכב ולכן אין צורך להתמודד עם יצרני הרכב.

GTL רלוונטי גם לדלקים לתעופה.

בטבלה 11 נמצא ריכוז המידע לגבי העלויות נכון לשנת 2017:

טבלה 11: עלויות מחושבות בטכנולוגיות קיימות למתקן של שליש התצרוכת של ישראל לתחבורה

\$53,600	השקעה ממוצעת לחבית ביום - ייצור במתקן מבוסס בתי זיקוק
\$85,180	השקעה ממוצעת לחבית ביום - ייצור במתקן עצמאי
\$7.3	עלות החזר השקעה לחבית CAPEX bbl
\$6.4	עלות תפעול לחבית OPEX bbl

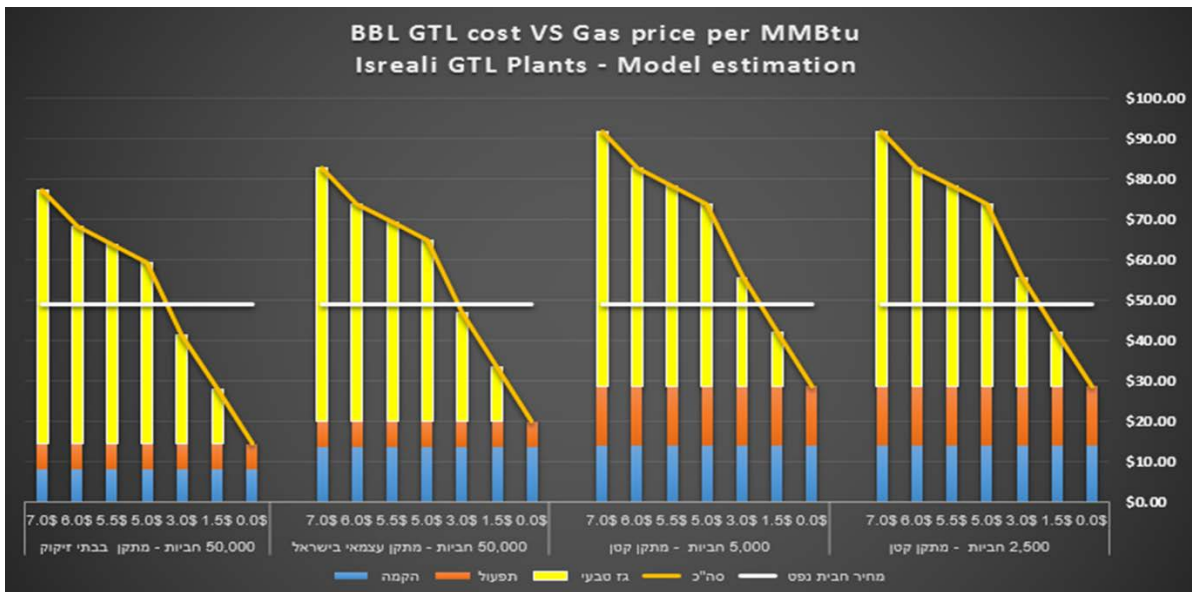
מקור: GTL בעולם בכלל והיתכנות ייצור בישראל בפרט. גולדשלגר יונתן, יולי 2016 בהנחייתו של ד"ר גילי פורטונה

נבדק שיזם/משקיע רציני יכול למסחר את תהליכים הקיימים היום תוך פרק זמן קצר. אפשר לעשות זאת בתשתית המשלבת בתי זיקוק בישראל בהשקעה של כ- 50,000 דולר לכושר ייצור של חבית ביום. לעומת זאת אם בונים לשם כך מפעל עצמאי שלא מתחבר לבתי הזיקוק זה עולה יותר. מכאן שמפעל זה ראוי שיחובר לאופציות של ייצור בכימיקלים האחרים וישולב כולו באתר אחד. האתר המועדף נראה מישור רותם כי אין עניין להרחיב את תשתיות בתי הזיקוק בחיפה בשלב זה.

החזר ההשקעה של המערכת היא כ- 7 דולר לחבית, ועלות התפעול היא בערך כ- 6 דולר לחבית. הצגנו את המספרים האלה למשרד האנרגיה והם הסכימו איתם, כלומר – ישנה הסכמה לגבי נכונותם.

לאחר בחינת מחיר ההשקעה, ברור שמחיר הגז למפעל הוא המרכיב התפעולי העיקרי. כיוון שבמצב הידע התהליכי הנוכחי, היעילות האנרגטית הכוללת של התהליך היא 58% (כאשר הגז מספק לתהליך גם את חומר הגלם וגם את האנרגיה), צריכים היום 9 יחידות אנרגיה של גז כדי לייצר יחידת אנרגיה אחת של דלק בחבית. כדי להמחיש, בנינו את הגרפים הבאים:

איור 15: עלות ייצור הדלק מגז לחבית כתלות במחיר הגז הטבעי בתהליכים המסחריים היום



מקור: GTL בעולם בכלל והיתכנות ייצור בישראל בפרט. גולדשלגר יונתן, יולי 2016 בהנחייתו של ד"ר גילי פורטונה

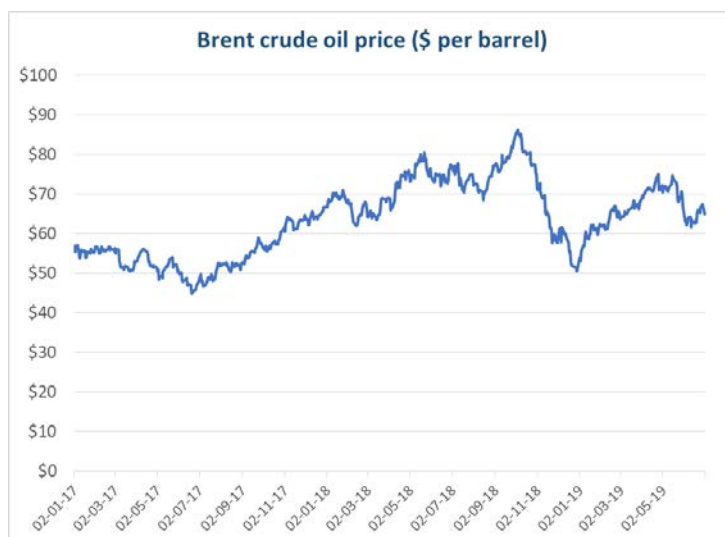
באיור 14 מוצגות 4 אופציות למפעלים שונים לייצור דלק תקני מגז, להלן תיאורם מימין לשמאל: מתקן קטן עד 2,500 חביות, מתקן קטן עד 5,000 חביות, מתקן עצמאי בישראל עד 50,000 חביות ומתקן המשולב בבתי זיקוק עד 50,000 חביות.

אם נביט למשל בגרף השמאלי המתאר מתקן המשולב בבתי זיקוק עד 50,000 חביות נראה שעבור עלות של כ- 5\$ לכל MMBtu (העמודה הרביעית משמאל) אנחנו פוגשים את הקו של 58\$ לחבית, כלומר שכאשר מחיר חבית נפט הוא מעל 58\$ תהליך ה-GTL הוא כלכלי. במחיר גז של 3\$ ל-MMBtu עלות ייצור החבית היא כ- 40\$.

כלומר, שבמחיר גז של \$3, כל עוד מחיר חבית הדלק מנפט יהיה גבוה מ-\$40 - כדאי וכלכלי להקים מפעל לייצור דלק תקני מגז.

להמחשת כדאיות התהליך נביט בהשתנות מחירי הנפט בעולם כפי שמתואר באיור 15.

איור 16: מחירי הנפט בעולם



מקור: עיבוד של מוסד שמואל נאמן לנתונים מ- [www.macrotrends.com](http://www.macrotrends.com)

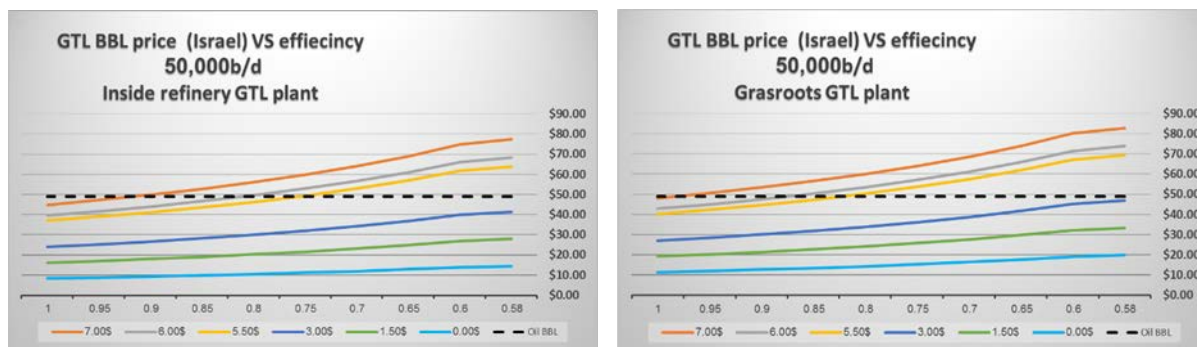
ניתן לראות מאיור 15 שמחיר חבית הדלק המיוצר מנפט לאורך השנים אינה יורדת מ-\$50 ובדר"כ גבוה יותר, לכן לקחנו מחיר זה כאמת מידה המסומנת באיור 14 בקו אופקי בצבע לבן. כאשר הקו הכתום המייצג עלות חבית דלק נוזלי המיוצר מגז, נמוך מ-\$50 יש יתרון לייצור הדלק הנוזלי מגז (GTL).

כדאי לציין שעלויות ייצור הדלק התקני מהגז תמשיך לרדת ככל שהתהליכים יתייעלו:

יעילות המפעלים הקיימים בעולם היום הינה כ-58% יעילות. במידה מסוימת ממתנים להגדלת היעילות לפני השקעה מסיבית גלובלית. אם יוקם מפעל בישראל, אנו מעריכים, מתוך הידע הקיים לגבי פיתוחים בתהליך, שנוכל להגיע להתייעלות ניצול הגז הטבעי של 70%. כלומר במקום 9 יחידות אנרגיה לחבית דלק, נצרוך בערך 6 יחידות אנרגיה.

באיור 16 ניתן לראות את הערכתנו לעלות הדלק התקני כתלות בהתייעלות פיתוח התהליך עבור מחירי גז טבעי שונים. הציר האנכי מייצג את עלות ייצור חבית דלק נוזלי מגז, הציר האופקי מציג את היעילות.

איור 17: פוטנציאל ההתייעלות בעתיד: השפעות יעילות של התהליך על עלות ייצור חבית, במחירי גז משתנים



מקור: GTL בעולם בכלל והיתכנות ייצור בישראל בפרט. גולדשלגר יונתן, יולי 2016 בהנחייתו של ד"ר גילי פורטונה לדוגמא בגרף השמאלי ניקח את הקו הצהוב שהוא מייצג מחיר גז של \$5.5. המפגש של קו זה עם המצב המשוער של 0.58 יעילות מביא לעלות של כ-\$60. אם נשפר את היעילות ל-0.7 המחיר לחבית ירד בערך ל-\$52, כלומר חיסכון של \$8 לחבית. כלומר, אילו היה לנו היום יזם שמוכן להשקיע, המדינה צריכה באופן כלשהו לערוב לו שבתקופות שבהן מחיר חבית דלק מגז עולה על מחיר חבית נפט המדינה תעניק "רשת בטחון".

יעול התהליך לרמה של 0.75 פוגש את המחיר של \$50 לחבית, שהוא מחיר אמת המידה. גם במחיר גז של \$5.5 ליחידת חום, יהיה עדיין כדאי להקים מפעל ל-GTL.

ישנם כמה דרכים בהן המדינה יכולה לבוא לקראת המשקיע. דרך אחת היא להקטין את עלות הגז למטרת ייצור הדלק ושהמדינה תשפה עצמה בתמלוגים, להשגת הערך המוסף הלאומי הכולל.

דרך אחרת היא שהמדינה תיקח על עצמה לקנות את תוצרת המפעל במחיר מינימלי שייקבע מראש, למקרה שבו מחיר הנפט בשוק נמוך. המשמעות היא שהמדינה תיקח על עצמה את סיכון השנים הקשות בהן המחירים נמוכים בעולם. בעבודת המגיסטר הנ"ל נמצא כי ההשקעה הייתה כדאית, מכל ההיבטים, לו נלקחה החלטה ממשלתית כזו כבר ב-1991, כלומר בראייה ארוכת טווח זו גישה נכונה מבחינה כלכלית.

מבחינת אסטרטגיה גלובלית – ברגע שיעמדו תהליכים אופרטיביים ויעילים ל-GTL, מחיר הנפט ירד אוטומטית. כלומר - יש כאן משמעות גיאופוליטית. לשאלתנו מדוע לא מקדמים נושא זה, השיב משרד האנרגיה כי יש להם עניין אך עדיין לא איתרו יזם מעוניין. ברור לנו שברגע שמוצאים יזם יש להתחיל משא ומתן לגבי "רשת הבטחון".

מכיוון שמדובר ב-7-8 BMU של גז, ובחסכון של ייבוא דלקים, אנו מציעים להתייחס לנושא ברצינות הנדרשת ובמקצועיות ראויה וכך לתת לזה דגש בסדר היום הלאומי.

מדיניות לאומית המתייחסת לפיתוח תעשיית במישור רותם, צריכה להתייחס בין השאר לנקודות הבאות:

- בניית תוכנית בניית מערך כימית הדלק של ישראל במישור רותם בראייה אסטרטגית ארוכת טווח, כולל שינויים במפרץ חיפה ובמערך האנרגיה והחשמל בישראל.
- תוכניות היצוא הריאליות של הגז הטבעי והשלכתן על מערך הגז והאנרגיה בישראל.

לסיכום, יש להביא בחשבון שהקמת מפעל לדלק תקני לגז טבעי במישור רותם תהייה כלכלית בשנים הקרובות. לשם כך יש להכין את האפשרות ולתמוך בהחלטות לאומיות של פיתוח התנאים למימוש שהם מחיר גז אטרקטיבי (איור 14) ושיפורים בתהליך שכבר היום נעשים בישראל.

### Gas to Energy 3.1.3

השימוש העיקרי של גז טבעי, המוכר היום, הוא ייצור חשמל וחום. הרחבת פארק התעשייה מישור רותם מחייבת אספקת גז בקיבולת מספקת. חברת נת"ג טוענת שבאפשרותה לעמוד בקצב אספקת הגז למישור רותם באופן



שלא יעכב את פיתוח התעשייה במקום (שלמה קרסנר, נספח א'). מומלץ לשקול לשלב מתקנים מרכזיים שיוכלו לספק את החשמל לרשת ולמפעלים ולספק בו זמנית את הקיטור בלחץ נמוך הנחוץ לתעשייה.

ניצול הגז הטבעי במתקנים גדולים ישפר את הניצולות ויאפשר לספק חום מוזל למפעלים החדשים תוך הספקת חשמל נוסף לרשת. ראוי לציין שכבר היום פועלת במישור רותם תחנת הכח של OPC המייצרת 440 מגהוואט (כמחצית מתפוקת תחנת הכח דליה, אך כמעט כפול מתפוקת תחנת הכח אשלים).

בשילוב עם מתקני האגירה המוצעים (פרק 3.3), יהיה ניצול הגז הטבעי יעיל גם לתועלת התעשייה שתוקם במישור רותם וגם תאפשר הקמת מתקנים של אנרגיה מתחדשת במישור רותם ובאתרים אחרים בארץ.

## 3.2 ייצור אנרגיה מתחדשת

מתקני האנרגיה המתחדשת העיקריים בישראל מן הסתם יהיו מבוססים על ניצול אנרגיית השמש ואנרגיית הרוח. במישור רותם יש ריכוז גבוה של אנרגיית שמש, ימי שמש כמעט כל ימות השנה. על פי אתר השירות המטאורולוגי ([www.ims.gov.il](http://www.ims.gov.il)) מספר ימי הגשם, בממוצע רב שנתי, של מעל 0.1 מ"מ באזור סדום עומד על 15 ימים (לעומת 27 ימים באזור שדה בוקר, הרלוונטי לתחנת כח אשלים) ומספר ימי הגשם של מעל 1 מ"מ עומד על 8 ימים (לעומת 16 ימים באזור שדה בוקר). לכן מומלץ להוסיף את אתר מישור רותם לאתרים המייצרים אנרגיה סולרית בפנלים פוטוולטאים. יהיה זה ניצול מצוין של השטחים הפתוחים והמשוקמים במישור רותם ונראה, בסקירה ראשונה, כי ניתן לתכנן כך שלא יפגע הפיתוח התעשייתי במקום. מובן שניתן יהיה לנצל שטחים של בריכות האידיי הקיימות, שטחים ממוצים של כריית חול ושל שטחים במטמנת הפסולת והאשפה אפעה. בנוסף, הגדלת ייצור החשמל במישור רותם לטובת הרשת הארצית מחייבת שדרוג מערך הולכת החשמל שבאחריות חברת החשמל.

השילוב של ייצור חשמל GTE יחד עם ייצור מאנרגיה מתחדשת מקובל בעולם ומאפשר יציבות אספקה. ייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת מחייב גם אגירת חשמל המאפשרת רציפות אספקה, על כך בפרק 3.3.

## 3.3 אגירת חשמל

### אגירת חשמל במישור רותם עם אופציה לשילוב ייצור אנרגיה סולרית.

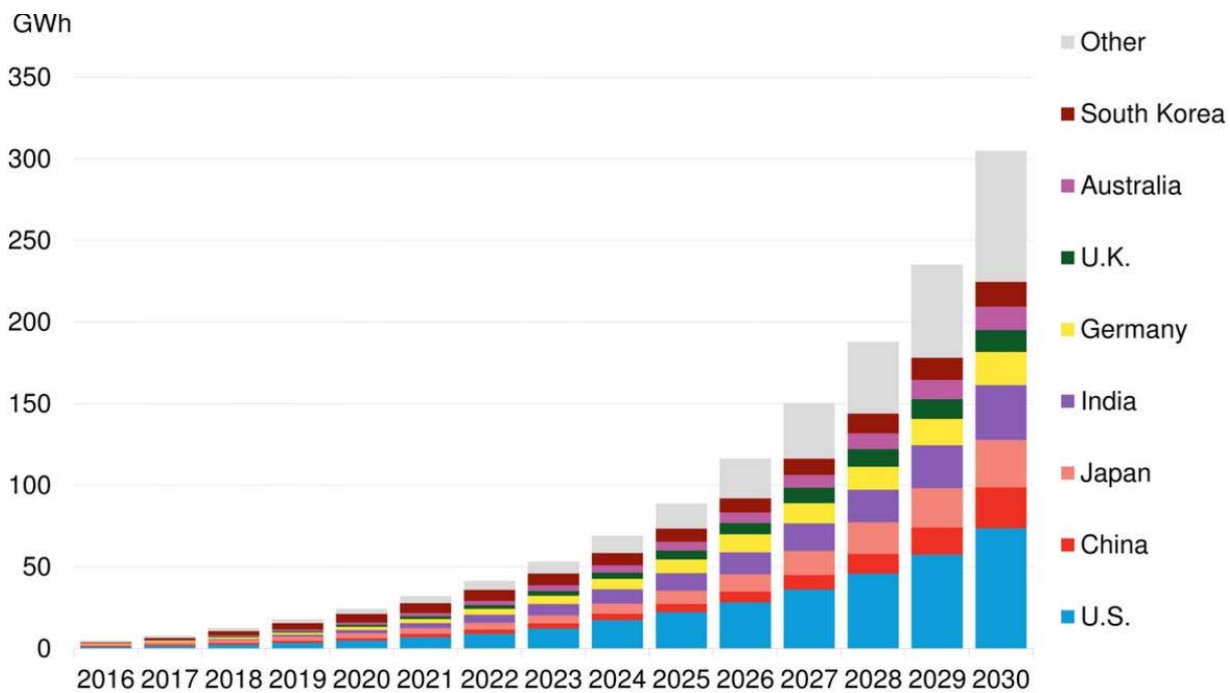
עם התפתחות השימוש באנרגיה מתחדשת התברר שיציבות הרשת מחייבת אחסון חלק גדול מהחשמל המיוצר. זאת כדי להבטיח את יציבות הרשת באספקת צריכה המשתנה בתדירות גבוהה. מעבר לזה, מכיוון שהאנרגיה מהשמש תהיה, ללא ספק, פתרון דומיננטי בישראל, נוצר הכרח נוסף לאחסן כמויות חשמל גדולות מאד כדי לשמור חשמל לשעות שבהן אין השמש זורחת או עוצמתה נמוכה יותר.

בעשרות השנים הקודמות התבסס ייצור האנרגיה מהשמש על יצירת חום מריכוז קרני השמש והפיכת חום זה לקיטור וחשמל. לאור זאת, הייתה אפשרות נוחה יחסית לאחסן את החום שנאגר ולשחררו לייצור חשמל.

בעשר השנים האחרונות חלה מהפכה ענקית בהורדת מחיר הפנלים הסולריים (PV) ההופכים את קרני השמש ישירות לחשמל כך שהפתרון של אחסון חום בכמויות גדולות כבר אינו רלוונטי, כיוון שמירב אנרגיית החשמל המופקת תיוצר ישירות מהשמש.

מאז ירידת מחירי הפנלים הסולריים ושיפור הטכנולוגי שלהם להגדלת הניצולת, מסתמן שיש להשקיע מאמץ עיקרי בטכנולוגיות של אגירת חשמל. מאמץ זה מתבטא בתחזית המוצגת באיור 17 של כמות האנרגיה המאוחסנת בעולם בעשור הבא וכמובן ניתן להשליך ממנו גם על ישראל.

### איור 18: תחזית עולמית של אנרגיה אגורה



מקור: Bloomberg New Energy Finance <https://about.bnef.com/blog/global-storage-market-double-six-times-2030/>

למדינת ישראל ולמישור רותם ניתן להציע שלוש הזדמנויות עסקיות, העומדות אמנם כל אחת בפני עצמה, אך מתחברות כולן למכלול מאד מעניין ואטרקטיבי. הראשונה הינה לטווח קצר יחסית, ומחייבת מאמץ והחלטות ופעולה יזומה כבר בחודשים הקרובים. השנייה מיועדת לטווח הבינוני ומימושה מחייב שיתוף פעולה עם חברות כימיקלים לישראל. השלישית מיועדת למימוש במישור רותם בטווח ארוך, מעל עשר שנים מהיום, אבל מחייבת מעקב אקטיבי אחר מחקרים הנערכים היום בטכניון בשותפות עם כימיקלים לישראל, ואחר מחקרים אחרים דומים.

1. השטח הענק במישור רותם, כולל שטחים משוקמים, מאפשר הקמת מערך משמעותי של סוללות לאחסון אנרגיה מתחדשת למשק החשמל הישראלי.

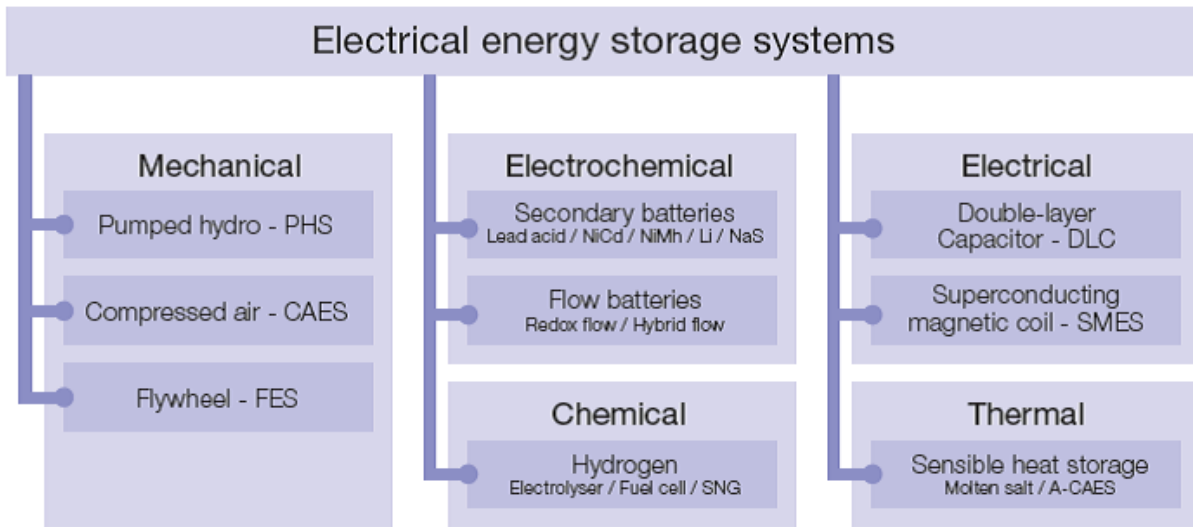
2. האצת הפיתוח הטכנולוגי של סוללות המתבססות על הברום, המיוצר במפעלי ים המלח. זמינות הברום מאפשרת הרחבת הייצור בים המלח באופן מאד משמעותי כמעט ללא מגבלות. פיתוח זה ירחיב את העסקים הקשורים לים המלח, שם מיוצר הברום ישירות מתמיסת ים המלח. כזכור ייצור הברום בישראל הוא הזול ביותר בעולם וככל שיגדל השימוש העולמי בברום תתאפשר תרומה גדולה למשק הישראלי.

3. הקמת מפעל ישראלי לייצור סוללות במישור רותם, הסמוך לים המלח, המבוסס על טכנולוגיה חדשה כחול לבן, תייצר ערך מוסף משמעותי למשאב הטבעי, ותספק מקור תעסוקה חשוב. תוצרת המפעל תספק סוללות לצריכה בישראל וליצוא, ככל שהביקוש העולמי יגבר.

נפרט כאן מעט יותר כל אחת מהאופציות ומה הצעדים שיש לעשות כדי לממשה בשנים הקרובות.

**ניצול השטח הענק במישור רותם להקמת מערך של סוללות לאחסון אנרגיה מתחדשת בדרום**

לכאורה יש שיטות רבות לאחסון אנרגיה חשמלית ועיקרן מובא באיור 19:



מקור: IEC <https://www.iec.ch/whitepaper/pdf/iecWP-energystorage-LR-en.pdf>

השיטות המכניות מחייבות מפעלים שללא ספק יהיו מעניינים להקמה במישור רותם וניתן לבחון זאת ביתר פרוט. נראה שפתרון של אגירה בשאיבת מים ממפלס ים המלח למישור רותם והחזרתו בשעות של צורך בחשמל יכול בהחלט להיות רלוונטי. ניסוי פתרון כזה מבוצע היום בצפון ליד הגלבע. אם תבחר אופציה זו ניתן יהיה לתכנן מפעלים רלוונטיים. נראה שגם אם ננצל אופציה זו, היא תתאים לאחסון חשמל בכמויות מוגבלות שאינן מסכות צרכים נרחבים ברחבי הרשת של ישראל, וזו לא תהיה המגמה הראשית.

לפי ההערכות כיום, נראה שהשיטות האלקטרו כימיות ברות פוטנציאל גדול בהרבה ומהוות פתרון מודולרי שניתן יהיה להגדילו ככל שנתקדם במיצוי קרני השמש ליצירת אנרגיה מתחדשת בדרום. הקמה של מערך סוללות כאלו כבר החלה בבנאדה בארה"ב, שטח מדברי פנוי, החשוף לקרינת השמש. נראה שהפיילוט המתנהל עכשיו בארה"ב יוכל לשמש לנו מודל כדי להתאים את הפתרון למישור רותם תוך יישום הלקחים שיופקו שם.

היתרון המיוחד הוא שלא רק שנצל שטח מדברי ללא תושבים צמודים, אלא גם נשתמש בחוות האחסון הזו כחיץ בין המפעלים הכימיים הקיימים ובין אלה שיתווספו במישור רותם לבין האזור היותר מאוכלס בדימונה ובערד.

כדי לממש אופציה זו בישראל נראה לנו שיש להעמיק ולבחון בין השאר את הנקודות הבאות:

- שתוף משרד האנרגיה וחברת החשמל בתוכניות קיימות והכנת פרוגרמה מתאימה.
- התאמת יכולות קווי החשמל, מהדרום למרכז הארץ, להוליך את החשמל בשעות שיא. ייתכן שתידרש הרחבה או תוספת של קווי חשמל, השקעת תשתית ההולכה היא באחריות חברת החשמל.
- ייתכן שיש פה מינוף נוסף של הקמת יותר פנלים סולריים ושבשבות רוח במישור רותם לצד הנחת תשתית האגירה החשמלית. זו יכולה להיות הזדמנות עסקית רביעית נוספת למישור רותם (ראו פרק 3.2)

בימים אלה מכינים במוסד נאמן הצעה ראשונה למשרד האנרגיה למימון הקמת מתקן הדגמה ראשון בארץ, כתשובה לקול קורא של משרד האנרגיה.

הליכה בתוכנית זו תביא להקמת מערכות אגירה מסחריות בטכנולוגיות קיימות במישור רותם, ותקבע את מרכזיותו של מישור רותם באגירת החשמל למשק הישראלי בעשרות השנים הבאות.

## **הגברת הייצור של מפעלי כימיקלים לישראל לייצור ברום באזור ים המלח**

אחד הפתרונות לייצור סוללות לאחסון חשמל מבוסס על טכנולוגיית flow batteries או בתרגום חופשי "סוללות זרימה". מגבלה אחת המונעת אימוץ נרחב של טכנולוגיות סוללות הזרימה עבור אחסון אנרגיה בקנה מידה של רשת ארצית או אזורית, היא עלויות ההון הגבוהות הקשורות למערכות כאלה.

לאחרונה מפותחות בעולם סוללות נטולות פלטינה, מבוססות ברום, המאפשרות יצור בעלות נמוכה למערכות עם הספק חשמל גבוה, בזכות ביטול השימוש בפלטינה יקרה. אך לעיתים קרובות התחליף מתבסס על שימוש במגיבים יקרים. בכל זאת השימוש בסוללות זרימה על בסיס ברום כבר הפך למקובל מסחרית וזה נותן הזדמנות להגדיל את הצורך הגלובלי בברום, שעלות ייצורו בישראל היא מהנמוכות ביותר בעולם!

לפני שנתיים הצלחנו ליצור שתוף פעולה בין הטכניון וחברת הברום בכימיקלים לישראל, למחקר ארבע שנתי להוכחת היכולת לייצר סוללות מבוססות ברום ללא פלטינה בעלויות חומרים מאד נמוכות. המחקר נמשך בימים אלה ואם יצליח יאפשר להגדיל את הצריכה של ברום מחד וגם להביא לטכנולוגיה ייחודית ישראלית לייצור הסוללות בישראל.

בשלב הביניים אנו מציעים לשתף פעולה בין כימיקלים לישראל ומישור רותם למכירת הברום לסוללות שתותקנה בתחילה במישור רותם. הצלחה זו גם תעשיר את מישור רותם במתקני אגירה וגם תגדיל את מכירות הברום ואת מתקני הייצור במפעלי ים המלח.

### **ייצור סוללות ישראליות בטכנולוגיה חדשנית ייחודית במישור רותם**

אנו מציעים להעמיק בנושא זה של פיתוח הסוללות ולהרחיב את האתגר למישור רותם כדי להוביל את מפעל הייצור הסוללות למישור רותם.

כדאי כבר היום להתחיל לחשוב על שתוף עם חברות גלובליות להקמת המפעל הראשון במישור רותם, להדגמת הטכנולוגיה החדשנית, כפוף כמובן להצלחת המחקר והפיתוח הנמשכים היום. הגישה צריכה להיות פרואקטיבית מול כימיקלים לישראל ומול משרד האנרגיה כדי להביא להשגת שלושת היעדים יחדיו.

כל אחת משלוש ההצעות עומדת אמנם בפני עצמה ובעלת ערך גדול למישור רותם וליים המלח אם תמומש. אך מימוש שלושתן יחד יכול לתת מינוף גדול של כוון חדש למישור רותם בעל פוטנציאל משמעותי מאד גדול.

### **שילוב מישור רותם באתרי ייצור האנרגיה הסולרית בישראל**

בטווח המיידי, כדי להגדיל את סיכויי אזור התעשייה מישור רותם אנו ממליצים לשלב את מישור רותם בהצעתנו לקול הקורא של משרד האנרגיה.

בהמשך אנו ממליצים לתכנן את ההקמה של מתקני ייצור אנרגיה סולרית בשילוב הפנלים להפיכה ישירה מהשמש לחשמל. שילוב מתקנים אלה ליד מתקני האגירה ייתן יתרון יחסי נוסף למישור רותם ויחזק את חשיבותו למערך הארצי של החשמל בישראל ולהקמת תעשיות חדשות ומודרניות כמתוכנן באסטרטגיה של הפארק התעשייתי מישור רותם.

## **3.4 מטמנת אפעה**

מטמנת אפעה היא אתר הטמנת הפסולת הגדול במדינת ישראל. המטמנה משמשת להטמנת פסולת ביתית מעורבת בהיקף של כ- 6,000 טון ליום. האתר מנוהל על ידי חברת אפעה תשתיות איכות סביבה (מנכ"ל - יצחק בורבא). חברת אפעה הוקמה על ידי המועצה האזורית תמר, בבעלות משותפת של החברה הכלכלית חבל ים המלח ולחברה Veridis Environment, אשר הוקמה ב 1993 על ידי Veolia International ובשנת 2018 נרכשה פעילותה על ידי דלק מערכות רכב בע"מ. Veridis שותפה גם בתחנת הכח OPC המייצרת חשמל מגז (GTE) יחד עם החברה לישראל ([www.veridis.co.il](http://www.veridis.co.il)).

פרטים על המטמנה ועל הפרויקטים המנוהלים באתר <http://www.ef-eh.com>

המטמנה משרתת את אזור המרכז, דימונה, ירוחם ואת שטח המועצה האזורית תמר.

שוחחנו עם מנכ"ל המטמנה, מר יצחק בורבא. נקודות עיקריות לציין:

- לחברת אפעה יש עניין לפתח ולסייע בתחומי סביבה, כולל היבטי סימביוזה תעשייתית וכלכלה מעגלית.
- המשאיות המובילות את הפסולת והאשפה למטמנה, מובילות, בהובלה חוזרת, חול מאתרי כריית החול למרכז הארץ. בכך נחסכות עלויות ונוצרת תרומה לצמצום נפח התנועה בכבישים.
- באתר מותקנת מערכת לאיסוף הביוגז הנפלט מהפסולת. מהביוגז שנוצר במטמנה הם יוצרים כיום 4 מגה וואט חשמל, ומתכננים עוד מתקן לעוד 4 מגה וואט שמוצע למפעלים במישור.
- את הקרקע המזוהמת המגיעה אליהם הם מטהרים, ואת הקרקע המטוהרת הם מחזירים לטבע.
- הם מעוניינים להקים משטחים תאים וולטאיים על גבי תאי המטמנה. התחילו בבדיקת פתרונות להקמת התאים וולטאיים, וכבר יש הצעות לפתרונות כמו יריעות מיוחדות.
- החום השאירי הנוצר משריפת הפסולת במטמנה מוצע למפעלים במישור רותם לצרכיהם.
- מתכננים להקים מרכז מבקרים באתר למטרות הסברה, מודעות וחינוך להגנת הסביבה ושימורה.

נראה שניתן להסתייע בצוות מטמנת אפעה במהלך הסימביוזה התעשייתית, ביצירת אנרגיה מתחדשת ובהובלת מהלכים נוספים להגנה ושימור הסביבה.

## 3.5 נושאים נוספים: מוצרים מברום, פצלי שמן, לבנים ממלח, כריית חול

### 3.5.1 מוצרים מברום

ברום הוא אחד היסודות החשובים ביותר לחיינו. ריכוזם של מלחי הברום בים המלח גבוה פי 200 מריכוזו בכל מקום אחר בעולם, מה שהופך אותו לאוצר טבע בישראל. הברום הוא יסוד כימי המצוי כמלחי ברומיד במי ים, בתמלחות תת-קרקעיות ובימות. ממלחי הברום המצויים במי ים המלח מפיקים את היסוד ברום. הברום הוא נוזל כהה אדום-חום, רעיל ובעל ריח חריף מאוד. הוא אינו דליק, ומגיב עם חומרים רבים למעט עופרת וזכוכית: מתכות, אלמנטים ורכיבים פחמן רבות. לברום יש מעט מאוד שימושים כיסוד. עיקר השימוש בו הוא לייצור תרכובות שונות, המשמשות להכנת מוצרים בעלי חשיבות בתחומים רבים בחיים.

כ-30% מכלל צריכת הברום הכללית בעולם מיוצרת ע"י חטיבת הברום בחברת כימיקלים לישראל, מה שהופך אותה ליצרנית הברום הגדולה ביותר בעולם. בבריכות האידי ש באגן הדרומי בים המלח נוצרות תמלחות מרוכזות. מתמלחות אלה נוצרים יוני ברומיד וכלור, ובתהליך "חמצון-חיזור" נוצר הברום הנוזלי במפעל הברום. משם מועבר הברום למתקנים לייצור תרכובות הברום.

מתרכובות הברום מפיקים אינספור מוצרים המשמשים הן לשימוש ישיר והן כחומרי ביניים לתעשיות המייצרות מבחר מוצרים לשימוש האדם. תרכובות הברום משמשות לתעשיית המזון, חומרים לטיפול במים, תעשיית העץ והנייר, מעכבי בעירה לתעשיות הפלסטיקה, תעשיית הקוסמטיקה, קידוחי נפט וגז, חומרי הדברה לחקלאות, מיזוג אוויר, תעשיית הצבעים, תעשייה כימית, תעשיית הצילום וצילומי רנטגן, תעשיית התרופות, תעשיית הטקסטיל וכן תעשיית כלי רכב (צמיגים) ותוספי דלק. הברום הוא מרכיב הכרחי כמעט בכל תחום בחיינו<sup>12</sup>.

הברום מופק בים המלח ומשם מועבר למפעלים שחלקם נמצא בנאות חובב. הברום הוא חומר מסוכן והובלתו מהווה סיכון חמור מאד, וכך נוצר קונפליקט בין הסיכון הסביבתי לבין התועלת שניתן להפיק ממנו.

אזור התעשייה מישור רותם נמצא בקרבת ים המלח, מקום הפקת הברום, עובדה המקטינה מאד את הסיכון הכרוך בשינוע, במיוחד לאור העובדה שהאזור אינו מאוכלס. כך ניתן לומר שהקמה של תעשיות המשתמשות בברום כחומר גלם יכולה לתת תנופה רבה לפיתוח שימושי ברום ותרומה משמעותית לכלכלה. הואיל ואגירת

<sup>12</sup> ים המלח – מרכז המבקרים הווירטואלי <http://deadseasite.net/?p=599>

חשמל חיונית היום לצורך ייצוב מערכות ייצור חשמל המבוססות על ידי מקורות אנרגיה מתחדשת, כדאי להזכיר כאן את האפשרות הנבדקת לייצור סוללות לאגירת חשמל מברום. התכנות טכנולוגיה זו תסייע להפקת אנרגיה מתחדשת מהשמש (PV) ואחסנת החשמל בסוללות עשויות מברום במישור רותם (במקום סוללות מסוגים אחרים). יישום זה יוכל להביא לגידול מהותי של ייצור הברום בישראל, שמאגרו, באופן פרקטי, הנם אינסופיים, וכך להגדיל את המערך התעשייתי במישור רותם.

### 3.5.2 פצלי שמן

אחד ממקורות האנרגיה המקומיים של מדינת ישראל הוא פצלי שמן - מקור של דלק פוסילי המופיע בצורת סלעי חוואר או קרטון עשירים בחומר אורגני שהינו ברובו קרוגן. ניתן לנצל את פצלי השמן בשריפה ישירה ולהפיק מהם חום, ואף נבדקה האפשרות להשתמש בהם כתחליף לפחם. אולם, בשל הערך הקלורי הנמוך יחסית, והאחוז הגבוה של חומרים מינראליים נוצרת כמות גדולה יחסית של פסולת מינראלית לאחר השריפה, שיש למצוא לה פתרון. ניתן גם להפיק ולאחר מכן ניתן לזקק (retorting) ישירות את השמן האורגני, בתהליך של מיצוי על ידי חימום, ולהפיק ממנו תוצרים כגון בנזין, קרוסין וסולר (מוסד שמואל נאמן, פורום האנרגיה מס' 26, אוקטובר 2012).

מישור רותם, בו נמצאים מרבצי פצלי שמן נוחים לכרייה, יכול לשמש אתר אידאלי להפקת נפט מפצלי שמן, כיוון שהוא מתאים ביותר מבחינת השפעות על הסביבה.

על פי נתונים שמסרו לנו המנכ"ל לשעבר והגיאולוג לשעבר של חברת IEI, ייצור נפט מפצלי שמן במישור רותם הוא בעצם שאלה כלכלית ונראה שמדובר בפרויקט גבולי מאד מבחינה זו. המחיר הסביבתי הוא, כמובן, תלוי טכנולוגיה ונראה שכבר היום ההשפעה הסביבתית נראית ברת שליטה. פצלי השמן בישראל הם כאלה שיש צורך לחמם ולהמיס אותם - טכנולוגיה המצריכה אנרגיה חשמלית גדולה. התחשיב מדבר על עלות משוערת של 60-70 דולר לחבית, הטכנולוגיה עדיין אינה מוכחת מסחרית שלא לדבר על השלכות סביבתיות. להערכתם סיכויי הפקה מסחרית, בכמויות משמעותיות, של נפט מפצלי שמן גם במישור רותם, הם קלושים.

לדעתם, הפקת נפט מפצלי שמן במישור רותם מתאימה לניסויים ולפיתוח טכנולוגיות או לחברת הפקה בהיקף מוגבל יחסית. הכמויות הניתנות להפקה במישור רותם אינן מהותיות ברמה הלאומית, כך שלא ניתן להתייחס אליהן כאל game changer. עם זאת, יש להמשיך ולבדוק את הטכנולוגיה המתחדשת לשימוש להפקת חום וחשמל לצרכים מקומיים.

ראוי להזכיר את המיזם של רותם אנרגיה מחצבים (רא"מ) שקבל רישיונות ופועל להפקת אנרגיה מפצלי שמן בתוספת פסולת עירונית ממוינת בעלת ריכוז גבוה של פלסטיק. מן הסתם, התרומה של פסולת הפלסטיק לתהליך טעונה הוכחת התכנות כלכלית.

המיזם מתבסס על טכנולוגיה הפועלת זה כ-30 שנים באופן מסחרי באסטוניה (ללא פלסטיק). רא"מ (שותפות רשומה) גייסה למעלה מ-6 מיליון דולר בבורסה בתל-אביב והיא נמצאת בראשית דרכה. נראה כי גם הצלחת פרויקט זה לא תהיה בעלת משמעות לאומית על שוק הנפט, אך בהחלט מהווה דוגמה לסוג מפעל שראוי לקום במישור רותם.

### 3.5.3 לבנים לבנייה ממלח

בים המלח נוצרת מדי שנה כמות של כ-20 מיליון טון מלח שולחני אשר אין לו כל שימוש. פרויקט קציר המלח מייעד להעביר כמות זו ולהשקיעה באגן הצפוני של ים המלח שעומקו מאפשר, בשלב זה, קליטת כמות זו.

צוות מדענים מהאוניברסיטה העברית, בראשות פרופ' דני מנדלר, פיתח תהליך לייצור לבנים לבנייה ממלח זה. הוספה של 5% תוספים למלח, ולאחר תהליך דחיסה בתבניות, מאפשר ייצור לבנים קשיחות (יותר מאשר בלוקי הבטון המקובלים בשוק). ניתן לדחוס את המלח בתבניות בעלות צורה עיצובית נדרשת, לקדוח בלבנת המלח,

לבצע בה עיבוד שבבי. ההערכה שמחיר לבנת מלח יהיה נמוך בכ 10% מלבנת המלט. חשוב לציין שייצור המלט מהווה אחד הגורמים התעשייתיים המזהמים בעולם.

תכונות המלח של ספיחת לחות מחד ושחרורה מאידך, יחד עם הבידוד הטרמי הטוב מהווים יתרון. עם זאת, על מנת להתמודד עם תהליכי התמוססות בשימוש למבנים, ניתן לצפות את הלבנים ובכך לפתור את הבעיה. הנושא ראוי לבדיקה יסודית ומהווה פוטנציאל מעניין בעתיד, אם יוכח ויאושר מבחינת התכונות ויקבל אישורים רגולטוריים מתאימים.

שימושים אפשריים: לבנים לבנייה, אריחים לציפוי, לוחות שיחליפו קירות גבס, ותשתית לכבישים (תוך התמודדות עם סכנת המלחת הקרקע).

החסרונות הבולטים הם: התמוססות, קושי במחזור לבנים מצופות (לבנים ללא ציפוי ניתנות לגריסה ולדחיסה מחדש), וקורוזיה של צינורות מתכת שעוברים בתוך הלבנים בבניין.

כל אלה חסרונות שניתן להתמודד אתם אך חשוב להזכיר שפיתוח הטכנולוגיה נמצא עדיין בראשית דרכו, למרות שכבר נרשם פטנט על ידי המפתחים.

עוד חשוב להדגיש כי כמויות המלח העודף בים המלח הן עצומות ויישום השימוש המוצע ייתן פתרון חלקי בלבד. אין ספק שבמידה ותוכח ההיתכנות התעשייתית של הטכנולוגיה, מישור רותם הוא המקום האידאלי לתעשייה זו עקב הקירבה למקור המלח, ים המלח.

### 3.5.4 כריית חול

עם הידלדלות המקורות הצפוניים לכריית חול, מישור רותם מהווה את מאגר החול החשוב ביותר במדינת ישראל לשימושים בתעשייה ובענף הבנייה. המשק צורך כ- 8 מיליון טון בשנה, 5 מיליון מתוכם מגיעים מאזור מישור רותם כשאתרי הכרייה נמצאים בחלק הדרום מערבי של מישור רותם. יתרת הכמות מגיעה מעבודות פיתוח במישור החוף ומחול מחצבה שהוא תוצר לוואי של גריסת חצץ במחצבות. ניתן להעריך את פוטנציאל החול במישור רותם בכ- 100 מיליון טון, שמשמעותו כ- 20 שנות אספקה. כריית חול גורמת נזק לערכי טבע לכן חשוב להקפיד על שיקום אתרי הכרייה שכבר מוצו, וכמובן טיפול נכון בעירום של חומרים שנשארים באזור. בעתיד המקור לחול יהיה מכרייה ימית המחייבת התייחסות משמעותית להשפעות שונות (האגודה הישראלית לאקולוגיה ומדעי הסביבה, 2013).

### 3.6 מישור רותם כפארק אקו תעשייתי

#### כללי

פארק אקו תעשייתי הוא אזור תעשייה אשר מקיים בתוכו סימביוזה תעשייתית, בו חברות באזור התעשייה משתפות פעולה על מנת לנצל את תוצרי הלוואי האחת של השנייה ולהתחלק במשאבים משותפים. המטרה של פארק אקו תעשייתי היא צמצום שימוש במשאבים על ידי השיתוף בהם, ומכאן לייעל את החברות בפארק ולהפוך אותן ליותר תחרותיות. בנוסף, נוצר שיפור סביבתי מעצם צמצום השימוש במשאבים וכן מכך שהפסולת של האחד משמשת חומר גלם של השני<sup>13, 14</sup>.

<sup>13</sup> סימביוזה תעשייתית. (מרץ, 2019). *ויקיפדיה, האנציקלופדיה החופשית*. אוחזר 12:38, יולי 7, 2019  
[https://he.wikipedia.org/w/index.php?title=%D7%A1%D7%99%D7%9E%D7%91%D7%99%D7%95%D7%96%D7%94\\_%D7%AA%D7%A2%D7%A9%D7%99%D7%99%D7%AA%D7%99%D7%AA&oldid=25090726](https://he.wikipedia.org/w/index.php?title=%D7%A1%D7%99%D7%9E%D7%91%D7%99%D7%95%D7%96%D7%94_%D7%AA%D7%A2%D7%A9%D7%99%D7%99%D7%AA%D7%99%D7%AA&oldid=25090726)

<sup>14</sup> Lombardi, D. R., & Laybourn, P. (2012). Redefining industrial symbiosis: Crossing academic-practitioner boundaries. *Journal of Industrial Ecology*, 16(1), 28-37.

יש דוגמאות לחיקוי של אזורים תעשייתיים מסוג זה בעולם; וקיימים מודלים תיאורטיים ויישומיים להקמה ותפעול אופטימאלי של פארקים מסוג זה<sup>15</sup>, כגון:

- Eco-Industrial Parks: A case Study and Analysis of Economic, Environmental, Technical, and Regulatory Issues- Sheila A. Martin et al, Center for Economics Research, Stephen R. Moran, Indigo Development, October 1996background report for the eco-industrial park
- Eco-Industrial Park Design: a Daedeok Technovalley case study- Deog-Seong Oh et al, Habitat International, 2005
- Eco-Industrial Parks, A background report for the eco-industrial park, project at rantasalmi- Laura Saikku, Research Institute for Social Sciences, University of Tampere, Finland, 2006
- Design technologies for eco-industrial parks: From unit operations to processes, plants and industrial networks- Ming Pan et al, Applied Energy, 2016
- Ecological network analysis of an industrial symbiosis system: A case study of the Shandong Lubei eco-industrial park
- Greening Industrial Parks- A case study on South Korea's Eco Industrial Park Program- E. J. Kim, Global Green Growth Institute, 2017

[/http://www.neot-hovav.org.il](http://www.neot-hovav.org.il) אזור תעשייה נאות חובב, מציין באתר שלו שהוא פארק אקו תעשייתי

משיחות ראשוניות בעניין נאות חובב, לא ברור לנו מה היקף הפעילות האקו תעשייתית בנאות חובב, אבל בהחלט נכון לשתף אתם מידע ופעולה בנושא זה.

השיתוף והסימביוזה נכון שיתקיימו בכל סוגי המשאבים:

- אנרגיה-חשמל, חום, גז, שמש
- מים
- חומרי גלם
- פסולת
- משאבי אנוש
- קבלני משנה וספקים
- ידע וניסיון
- לקוחות/שוק
- מידע
- קשרים מקצועיים, שיווקיים, פוליטיים

הנהלת אזור התעשייה במישור רותם והחברות הפעילות בו צריכות להסכים למדיניות השיתוף והסימביוזה ולהשקיע משאבים בגיבושה ויישומה בפועל.

---

<sup>15</sup> Chertow, M. R. (2000). Industrial symbiosis: literature and taxonomy. *Annual review of energy and the environment*, 25(1), 313-337.



לאחרונה, משרד הכלכלה פרסם מכרז לעידוד סימביוזה תעשייתית בישראל. במסגרת המכרז נבחרו 4 גופים שמקבלים תמיכה כלכלית להקמה והפעלה של פלטפורמה טכנולוגית לעידוד סימביוזה תעשייתית בישראל. זהו פיילוט שהותנע ב- 2019 ולאחר שנה, הגוף עם הפלטפורמה הכי מוצלחת יקבל תמיכה להרחבת המיזם לרמה הלאומית<sup>16,17</sup>. יש לציין שצוות מוסד שמואל נאמן (פרופ' אופירה אילון ודר' גלעד פורטונה) חבר לחברת 4S במענה למכרז, והם זכו במכרז ליישום סימביוזה תעשייתית בצפון.

כמובן, הנהלת אזור תעשייה מישור רותם תוכל להסתייע בפלטפורמה טכנולוגית זו ולזכות בתמיכה הממשלתית, אם תחליט ליישם פארק אקו-תעשייתי במתכונת סימביוזה תעשייתית.

### הערכת התועלות מיישום סימביוזה תעשייתית

התוכנית הלאומית לסימביוזה תעשייתית שפועלת באנגליה בבריטניה, שהיא המובילה במדינות האיחוד האירופאי, ייצרה חיסכון בעלויות או רווחים בהיקף 1.5 מיליארד ש"ח לשנה, ונוצרו 8,600 מקומות עבודה חדשים ונחסכו מיליוני טונות של פסולת וגזי חממה על ידי שימוש חוזר וחיסכון.

חברת INTERNATIONAL SYNERGIES הפיקה דוח תמציתי על עלות תועלת של יישום סימביוזה תעשייתית בבריטניה המוצגת בטבלה 12.

טבלה 12: עלות תועלת של יישום סימביוזה תעשייתית

## England April 2005 – March 2013

METRICS	In Year Benefits*	Lifetime Impact (Max 5 year)
Landfill diversion	9.4 million tonnes	47 million tonnes
CO <sub>2</sub> reduction	8.4 million tonnes	42 million tonnes
Virgin material savings	12 million tonnes	60 million tonnes
Hazardous waste eliminated	0.4 million tonnes	2.1 million tonnes
Water savings	15 million tonnes	72 million tonnes
Cost savings	€243 million	€1.21 billion
Additional sales	€234 million	€1.17 billion
Jobs	10,000+	
Private investment	€374 million	

€43.4 million investment - \*All outputs independently verified  
 Rate of return for Govt. 9:1  
 Exchange rate £1 = €1.18

©Copyright International Synergies Limited 2016

מקור: <https://www.international-synergies.com/>

מדוח תמציתי זה עולה שהיקף החיסכון השנתי הוא 243 מיליון יורו, תוספת המכירות השנתית היא 234 מיליון יורו, ותוספת 10,000 מקומות עבודה. הערכת החזר ההשקעה של הממשלה היא 9 ל-1.

<sup>16</sup> אינווספוט. (11 יולי, 2019). מסחר בפסולת תעשייתית: 4 גופים זכו במענק להקמת פלטפורמת מסחר. אוחר יולי 7, 2019

<sup>17</sup> משרד הכלכלה והתעשייה. (28 דצמבר, 2016). סימביוזה בתעשייה. אוחר יולי 7, 2019

עקרונות דומים לסימביוזה תעשייתית המיושמים בעיקר בתעשייה הכימיה הם עקרונות הכלכלה המעגלית. מרכז המחקר והמידע של הכנסת פרסם לאחרונה סקירה על הדרכים ליישום והטמעת העקרונות של הכלכלה המעגלית. כלכלה מעגלית היא פרדיגמה שמבקשת לצמצם את השימוש במשאבי טבע על ידי מוצרים ושירותים נלווים, דרכי ייצורם ואספקתם ודרכי השימוש והצריכה שלהם כך שהשימוש במוצרים יהיה ממושך ככל האפשר, ושבתום השימוש בהם יהיה אפשר למחזרם או להשתמש בהם שוב באופן מיטבי.

לפי הערכת חברת הייעוץ ACCENTURE יישום עקרונות הכלכלה המעגלית במשק האירופאי יגדיל את שווי השוק של התעשיות הכימיות באירופה בכ- 200 מיליארד יורו. לפי דוח של אותה חברה, יישום העקרונות של כלכלה מעגלית מביא לשימוש חוזר של כ- 60% מן המולקולות שהתעשיות הכימיות באירופה מספקות. בדו"ח של ACCENTURE מתוארים 5 מעגלים של שימוש חוזר במולקולות, 3 מהם ישימים כיום והשניים האחרים יהיו ישימים בעתיד לאחר השקעות נוספות במו"פ ותשתיות:

1. החלפת חלק מחומרי הגלם הראשוניים בחומרים מתחדשים
2. הגברת השימוש החוזר במוצרי קצה על ידי פיתוח מוצרים ייעודיים לשימוש רב פעמי
3. מחזור מיכני
4. מחזור כימי
5. השבת אנרגיה ושימוש חוזר לקיבוע פחמן דו-חמצני

במסגרת יישום עקרונות הכלכלה המעגלית מפתחים גם מודלים עסקיים התומכים בצמצום השימוש בחומרי גלם בתהליכי הייצור ובצמצום הפסולת. אחד המודלים העסקיים הוא הסימביוזה התעשייתית שתוארה לעיל, בו שותפות אקולוגית WIN-WIN בין מפעלים גורמת לכך שפסולת או תוצרי לוואי של מפעל אחד משמשים כחומר גלם למפעל שני. מודל עסקי אחר הנוגע בעיקר לתעשייה הכימית מכונה Chemical Leasing בו הספק מתוגמל לפי היקף השירותים (היקף הטיפול בחומר) שהוא מספק במסגרת תהליך הייצור, והוא נשאר בעלים של החומרים והוא "לוקח את החומר חזרה".

#### **צעדים מומלצים ליישום עקרונות פארק אקו-תעשייתי באזור תעשייה מישור רותם**

הקמה של אזור תעשייה חדש במישור רותם היא הזדמנות לשקול יישום עקרונות אקו-תעשייתיים שתוארו לעיל. כמו כן היוזמות העולמיות בתחום זה מציעות ניסיון בינלאומי שניתן להשתמש בו בישראל ובמישור רותם. גם המיזם של משרד הכלכלה לקידום סימביוזה תעשייתית מהווה הזדמנות ליישום במישור רותם. חברת 4S בישראל חברה לחברה הבינלאומית INTERNATIONAL SYNERGIES בתחום, ויכולה לסייע למפעלים ולאזורי תעשייה בישראל בקידום עקרונות אלו. כאמור לעיל לחברה זו חבר גם צוות מוסד נאמן.

הצעדים המומלצים לאזור תעשייה מישור רותם:

1. לימוד והכרות של מנהלי אזור התעשייה והמנהלים של המפעלים באזור עם עקרונות הסימביוזה התעשייתית והכלכלה המעגלית ועם העלות ותועלת של יישום עקרונות אלו.
2. גיבוש החלטה עקרונית להכנת הצעת תכנית יישום העקרונות בשלבים באזור התעשייה, כולל הערכת עלויות ותועלות. התכנית הזאת כוללת פירוט עבור כל מפעל אילו חומרים הוא יציע לאחרים ו/או ימחזר, ואילו חומרים הוא יקבל לשימוש. הערה: לחברות המומחים בתחום יש יכולת מוכחת להכין תכנית אופרטיבית כזאת באמצעות כלי ממוחשב.
3. אישור התכנית על ידי הנהלת האזור והנהלות המפעלים המעוניינים.
4. הפעלת התכנית לפי השלבים שהוגדרו, בקרה על הממצאים, לימוד והפקת לקחים באופן שוטף.

<sup>18</sup> טרואן, יהודה. (8 אפריל, 2019). הטמעת עקרונות הכלכלה המעגלית בתעשייה הכימיה – סקירה. הכנסת. מרכז המחקר והמידע

להערכתנו העקרונות של אקו-תעשייה שהוצגו לעיל הם מתאימים לאופי התעשייה במישור רותם. קיים הידע והניסיון בישראל לתכנון ויישום בפועל של עקרונות אלו במפעלי האזור. ההחזר הצפוי על ההשקעה הוא גבוה יחסית. לכן מומלץ לבחון יישום העקרונות בתכנית מדורגת בשלבים שתגובש יחד עם מפעלי האזור.

### 3.7 ייצור מתקדם – Industry 4.0

המהפכה התעשייתית התחילה במאה ה-18 עם הכנסת קיטור ותחנות מים בתעשיית הטקסטיל באנגליה. חשמל שולב במפעלים לייצור רכב של הנרי פורד בתחילה המאה ה-20 ומחשבים שולבו בשנות ה-70 של המאה הקודמת במסגרת מאמצי ניטור ובקרה. בשנים האחרונות מתחוללת מהפכה משמעותית נוספת עם הכנסת חיישנים, רובוטים, ציוד מדידה ואנליטיקה מתקדמת במה שזכה לכינוי ייצור מתקדם, Industry 4.0 או Manufacturing 4.0.

ניתן להגדיר ייצור מתקדם כ"ייצור עם קישוריות גבוהה, אשר נתמך בנתונים וידע, המאפשר לארגון לבצע אופטימיזציה של תהליכים עסקיים ותפעוליים, על מנת לייעל פרויקט וצריכת משאבים כולל אנרגיה, כדי להגיע לרמת ביצועים גבוהה במונחים תפעוליים וכלכליים". ייצור מתקדם מתאפיין במספר מרכיבים מהותיים כגון: שימוש מוגבר בחיישנים ומערכות מעקב; דיגיטציה של תהליכי הייצור; פתרונות אינטגרליים הכוללים חומרה, תוכנה ושירותים; הדפסה בתלת ממד; שימוש בחומרים חדשים; גמישות בייצור; חיזוי התנהגות מוצרים ורכיבים המאפשרים קידום תחזוקה ותיקון מראש; מיחזור חומרים לתהליך הייצור.

רבים ממקבלי ההחלטות בעולם ובארץ רואים במהפכת הייצור המתקדם הזדמנות לתעשייה בכלל, ולתעשייה המסורתית בפרט, לשדרוג טכנולוגי מהותי שיקדם אותה בתחרות הגלובאלית וישפר באופן מהותי את רמת הפריון בתעשייה המסורתית.

להערכתנו, מהפיכה זו נמצאת רק בתחילתה בישראל, ונעשים צעדים ראשונים לעידוד התעשיינים הישראליים לאמץ שיטות וטכנולוגיות ייצור מתקדמות. במוסד שמואל נאמן גובש מסמך המציג את סטאטוס ייצור מתקדם בארץ, ומציע מדיניות לאומית ליישום ייצור מתקדם בתעשייה בישראל:

<https://www.neaman.org.il/Advanced-Manufacturing>

בנוסף, גובשה מתכונת להערכת הבשלות של מפעלים ליצור מתקדם. אנו מציעים למפעלים כלי מדידה עצמי לרמת הבשלות והיישום של ייצור מתקדם במפעל,

Industry competence and Maturity for Advanced Manufacturing (IMAM) Scale

ניתוח המדידה יכול לשמש את הנהלת המפעל בקביעת האסטרטגיה בתחום זה. דו"ח בו ניתן למצוא פרטים על שיטת הערכת הבשלות ליצור מתקדם ניתן למצוא ב:

<https://www.neaman.org.il/en/Assessing-the-Maturity-Level-of-the-Industry-for-Advanced-Manufacturing-The-IMAM-Model>

הערכת הבשלות של התעשייה יכולה לשרת גם את הרשויות בהתאמת וקביעת מדיניות בתחום זה לפי אזור גיאוגרפי, סוגי תעשיות וכיו"ב.

האתגרים וההזדמנויות הטכנולוגיות של ייצור מתקדם יוצרים אקוסיסטם מרשים ומגוון של סטרטאפים המציעים פתרונות חדשניים ומעניינים ליצור מתקדם.

מומלץ להנהלת הפארק לאמץ את גישת הייצור המתקדם בעידוד המפעלים בפארק, לחדשנות ושיפור פרויקט. במסגרת זו ניתן להציע למפעלים הכשרות ליצור מתקדם ברמות שונות, הערכת רמת הבשלות של המפעלים ליצור מתקדם באמצעות השאלון שהוזכר לעיל, בחינת טכנולוגיות מתקדמות ליצור מתקדם המוצעות על יד מיזמים חדשניים בארץ ובעולם וכן שימוש ביכולות של המכון ליצור מתקדם שעומד לקום בצפון.

ניתוח ה SWOT המוצג נערך על סמך חשיבה ודיון של צוות המחקר, תוך עיון במסמכים רלוונטיים.

### חוזקות

- שטחים פתוחים רחבים יחסית לפיתוח והקמת מפעלי תעשייה חדשים. (אזור תעשייה רותם משתרע על פני 28,000 דונם, מהם 6,000 דונם מזוהים כמתאימים לפיתוח בטווח המידי)
- זמינות הקרקע לתעשייה באזור היא טובה, כולל קיום פרצלציה ורגולציה בשלבים מתקדמים.
- תשתיות: קיימים שני צירי תחבורה נוחים (כביש 25, כביש 258), מסילת ברזל, מסוע מים המלח, צינור גז בלחץ גבוה ותכנון לצינור נוסף.
- קיימים מספר מפעלים מצליחים (דוגמאות: רותם אמפרט, פריקלאס, מקסימה, OPC) שיכולים לתרום לקידום ופיתוח חדשני שלהם ושל מפעלים חדשים באזור התעשייה.
- אזור תעשייה מרוחק יחסית ממקומות יישוב (ראה איור 1), שמאפשר הקמת מפעלים שכאשר קורית בהם תקלה סביבתית אין סיכונים לפגיעה בתושבים (ריחוק מרצפטורים ציבוריים).
- אזור התעשייה מישור רותם נתפס בידי משרד הכלכלה, רשות התכנון, משרד הגנת הסביבה ורשות הטבע והגנים כפוטנציאל האמתי לפיתוח תעשייתי בנגב. (ראה נספח א' סיכומי שיחות עם: טל פודים, בועז קמר, ליאורה גולוב, אריאל צוריאל, רותי נשיץ, זאב ברל)
- קיימות תשתיות וניסיון מצטבר בטיפול בשפכים אנאורגניים ובפליטות גזים מזהמים, שאפשר להרחיבו למפעלים נוספים.
- יש מגוון אוצרות טבע זמינים ההופכים בכריה פתוחה לחומרי גלם בעלות נמוכה יחסית (אשלג, פוספט, ברומ, גופרית, גיר סיד, חול נקי ועוד) גם מהיבט השינוע והסיכונים שיכולים לנבוע ממנו.
- עיקר האוכלוסייה מרוכז בשני יישובים - ערד ודימונה, חלקה עם תפישה עצמית גבוהה, בחרה לגור במקום כשליחות ואידאולוגיה, ויכולה להירתם כמשימה לאומית לפיתוח אזור התעשייה החדש ולעבודה מתקדמת באזור התעשייה החדש.
- מערכת חינוך טובה עם פוטנציאל לחינוך הדור הבא של העובדים והמנהלים במפעלי התעשייה.
- המועצה האזורית "תמר" - בעלת איתנות פיננסית ויציבות להמשך התפתחות ומתן שירותים לתעשייה.
- מערכת היחסים בין המועצה והערים השכנות טובה, פלורליסטית וקונסטרוקטיבית.

### חולשות

- ריחוק גיאוגרפי ממרכזי פעילות, אוכלוסייה ותעשייה ארציים.
- ריחוק בין היישובים ומוקדי פעילות באזור התעשייה.
- קשיים ביצירת שיתופי פעולה בין הגורמים השונים ומשיכת כוח אדם איכותי ומקצועי.
- מחסור באוכלוסייה מתאימה מבחינת היקף, השכלה וכישורים שתהיה מועמדת למשרות ניהוליות במפעלים.
- קרקע בעלת נטייה לסדקים, חלקה חולית, המחייבת התייחסות קפדנית לאטימה ודיפון בריכות האידוי עקב חלחול הגורם לזיהום מי תהום, ולסיכון פריצת דפנות של בריכות האידוי.
- כניסה יחידה לאזור התעשייה מכביש 258.

## הזדמנויות

- הגז הטבעי כ- game changer, יכול לשמש כמקור אנרגיה למפעלים, וגם לפיתוח נגזרות מעניינות ורווחיות בתחומי דשנים, תחליפי דלקים, פטרוכימיה (ראה סעיף 3.1).
- מיתוג אזור התעשייה מישור רותם כמרכז הכימיה האנאורגנית של ישראל.
- קיים פוטנציאל לקיומו של אזור התעשייה מישור רותם כמרכז הארצי לשימוש באנרגיה מתחדשת ולאגירת חשמל (ראה סעיף 3.2 ו- 3.3).
- הקמת אזור תעשייה חדש מאפשר הקמה בתפישות חדשניות ויעילות מבחינת משאבי קרקע, תשתיות, ניהול, היבטים סביבתיים, משאבי אנוש, לוגיסטיקה וסוגי מפעלים.
- הקמת אזור תעשייה בעל מאפיינים של כלכלה סימביוטית / מעגלית, יכול לחסוך במשאבים ולעמוד בתקנים סביבתיים מתקדמים (ראה סעיף 3.6).
- אזור התעשייה מישור רותם יכול לשמש אכסניה לתעשיות בתחומים מתפתחים הנשענים על חומרי גלם מהאזור, ואשר מתאימים לתנאי השטח (ראה סעיף 3.5).
- פוטנציאל הגידול באתר אפעה ויכולות יישום טכנולוגיות חדשות לטיפול בפסולת מהוות הזדמנויות לתעשייה באזור (ראה סעיף 3.4).
- הקמת אזור תעשייה חדש יכול ליישם שיטות ייצור מתקדמות (דיגיטציה, טכנולוגיות מתקדמות, התבססות על ביג-דאטה, בינה מלאכותית, רובוטיקה מתקדמת ועוד...) (ראה סעיף 3.7).
- פוטנציאל לייצור חשמל סולארי במישור רותם על גבי אזורים שונים כמו תאי הטמנת פסולת סגורים, שישרת את התעשייה והאוכלוסייה (ראה סעיף 3.2).
- האיזמים הסביבתיים על התעשייה הכימית במפרץ חיפה, מהווים הזדמנות למישור רותם לקלוט תעשיות אלו. מגמה זו מועצמת עם פיתוח תהליכי GTL (ראה סעיף 3.1.2).
- מעבר צה"ל לנגב מהווה מקור לכוח אדם איכותי למפעלי התעשייה.
- פיתוח אזור התעשייה יכול לתרום לחיזוק והרחבת היישובים במועצה אזורית תמר.
- מישור רותם הוא הפוטנציאל הזמין היחיד בנגב לפיתוח אזור תעשייה לתעשיות עתירות שטח. המצב הנוכחי במישור רותם מבחינה תכנונית וניהולית, מקדים בשנים רבות את הפיתוח האפשרי באורן. פוטנציאל השטח הזמין יכול להספיק לטווח של עשרות השנים הבאות לתעשייה ולתשתיות הנדרשות.

## איומים

- קרבה לקריית המחקר הגרעיני עלולה להביא לסיכונים ביטחוניים וסביבתיים.
- אסונות טבע עלולים להביא לאסונות אקולוגיים עם משמעותיות כספיות ותפעוליות למפעלי התעשייה באזור ולמועצה האזורית.
- הצטברות כמות שנתית גדולה של תוצרי לוואי תעשייתיים (פוספוגבס).
- בשנה האחרונה מקדמת רמ"י, יחד עם מינהל התכנון, את פיתוח אזור התעשייה אורן כאזור תעשייה לאומי. התפתחות זו היא בניגוד לעמדת משרד הכלכלה, המשרד להגנת הסביבה, מינהל התכנון (בעמדתו המקורית) ורשות הטבע והגנים - שקבעו כי יש לפתח תחילה את מישור רותם.

### 5.1 כיווני פעולה מומלצים וסדרי עדיפויות

#### 5.1.1 אופציות לפיתוח התעשייה הכימית הרלוונטיות למישור רותם

##### 5.1.1.1 התשתיות עליהן ניתן לבסס את הרחבת התעשייה הכימית המתוכננת באזור תעשייה מישור רותם

- 1. זמינות קרקע:** יש יתרון בולט לאתר מישור רותם על פני האתרים האחרים. קיימים שטחים רחבי ידיים ובלתי מיושבים באתר המתוכנן. לפיכך ניצול המרחבים הפנויים באזור הרגולציה והפרצלציה מצויים בשלבים מתקדמים נותן מענה לצרכים הנדרשים לייצור מוצרים בנפחים גדולים.
- 2. לוגיסטיקה:** קיים יתרון לאתר המתוכנן במישור רותם על פני האלטרנטיבות האחרות. קיימים שני צירי תחבורה נוחים (כביש 25 וכביש 258), מסילת ברזל ומסוע מים המלח.
- 3. טיפול בשפכים וגזים:** קיים יתרון לעומת האלטרנטיבות. קיימת תשתית מפעלית טובה לטיפול בשפכים אנאורגניים ובפליטות גזים מזהמים. עם הרחבת אזור התעשייה יש לשקול לשדרג את התשתית המפעלית לתשתית אתרית<sup>19</sup>. ריחוקם של רצפטורים ציבוריים מהווה יתרון יחסי משמעותי למישור רותם.
- 4. סיכונים סביבתיים:** האתר מרוחק יחסית מישובים אזרחיים, אולם יש להתייחס להשפעת הקרבה לקריית המחקר הגרעיני.
- 5. חומרי גלם:** האתר נהנה ממגוון חומרי הגלם הזמינים בעלות הנמוכה ביותר האפשרית בארץ.
- 6. המשאב האנושי:** לאזור התעשייה מישור רותם יש נחיתות מובנית בתחום המשאב האנושי. ניתן לצמצם את הנחיתות בטווח הזמן הקצר/בינוני באמצעות יצירת מערך הסעות יעיל ואיכותי. בטווח ארוך יותר, הרחבת אזור תעשייה מישור רותם יכולה לשמש מנוף לצמיחת הערים השכנות, ערד ודימונה, יחד עם הרחבת היישובים הקהילתיים במועצה אזורית תמר.
- 7. פעילות תעשייתית קיימת:** באתר מישור רותם קיימת מזה זמן (כמעט 40 שנה) פעילות תעשייתית מגוונת המתבססת ברובה על ייצור מוצרי המשך מחומרי הגלם המצויים באזור.
- 8. הגז הטבעי ונגזרותיו:** באזור עובר צינור הגז המרכזי של "נתיבי גז" בלחץ גבוה. משמעות הדבר שניתן להתחבר אליו באמצעות המפעלים באתר ולהפכו למקור אנרגיה נקי וזול. המשמעות הנוספת היא שבמידה ותתאפשר אספקת גז במחיר זול עוד יותר (בסביבות השלושה דולר BTU), ניתן יהיה לפתח נגזרות מעניינות של מוצרים שהדגש על הערך המוסף הגבוהה הצפוי מהם בתחומי: הדשנים, הפטרוכימיה, והדלקים החליפיים.

<sup>19</sup> בשונה ממישור רותם, הטיפול בשפכים בנאות חובב מיועד ברובו לשפכים אורגניים. הטיפול בגזים הרעילים מאפשר סטנדרטים פחות מחמירים מאשר בנאות חובב.

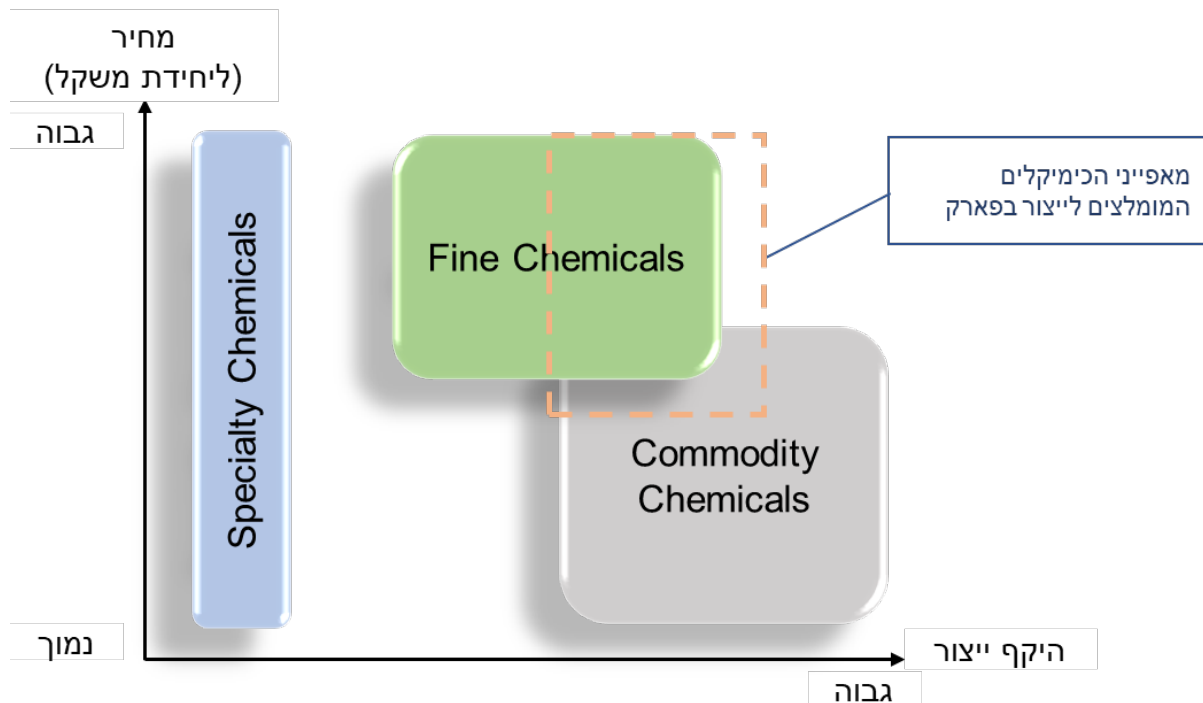
## 5.1.1.2 מאפייני התעשייה הכימית המומלצים לפעילות בפארק

אנו עומדים היום בפתחה של תקופה חדשה בתפיסת התעשייה ככלל והתעשייה הכימית בפרט. ללא ספק, הכיוון העקרוני של התעשייה במדינות המפותחות ובכללם בישראל מוכוון למוצרים עתירי ידע וחדשנות, אשר נועד לפצות על העדר יתרון יחסי הן בזמינות חומרי הגלם והן בעלות כוח העבודה.

לפיכך ננסה לשרטט את מתאר היוזמות האפשריות ליוזמות חדשות בתחום התעשייה הכימית:

- אזור 19 ממחיש את מאפייני המוצרים בהם אנו ממליצים לייצר בפארק המתוכנן. המפעלים צריכים להתבסס על סדרות ייצור גדולות (יחסית למקובל בתעשייה בארץ), אשר יתבססו על ייצור ושיווק מוצרים בעלי ערך מוסף גבוה הנובעים ממורכבות התהליך או חדשנות היישום. מאפיינים אלו שורטטו באזור 18 המציג התמקדות ב- Commodity Chemicals בעלי ערך מוסף גבוה או ב- Fine Chemicals המיוצרים בסדרות גדולות ומתאפיינים בערך מוסף גבוה<sup>20</sup>

איור 20: מאפייני המוצרים המומלצים לייצור באזור התעשייה מישור רותם



מקור: עיבוד של מוסד שמואל נאמן

- בשל היקף השטחים הפנויים ותהליכי הפרצלציה המתקדמים מומלץ להעניק עדיפות למפעלים הצורכים שטחים גדולים ומייצרים בסדרות גדולות.
- בשל מיקומו של האתר ניתן לייצר באתר מוצרים אשר תהליכי הייצור שלהם מתאפיינים ברמת זיהום גבוהה יותר של שפכים (נוזליים ומוצקים) וגזים שכן מיקומו של האתר יאפשר טיפול יעיל בעלות נמוכה וגמישה יותר מאשר באתרי הייצור האחרים. באתר קיימת כבר היום תשתית סבירה לטיפול בשפכים וגזים.

<sup>20</sup> איננו ממליצים על כניסה לתחום ה Specialties Chemicals מאחר בחומרים אלו מיוצרים בדר"כ בסדרות קטנות ורצוי שמיקומן של אתרי הייצור יהיה סמוך לאתרי השימוש בהם אשר ההנחה שרובם יהיו ממוקמים במרכז וצפון הארץ.

- בשל קרבתו של האתר למגוון חומרי גלם אשר זמינים לניצול מחד, ומאידך עלותם נמצאת בטווח התחרותי. מומלץ לבסס את מוצרי הפארק המתוכנן על הרחבת ייצור מוצרים קיימים ומציאת שימושים ומוצרים חדשים על בסיס חומרי הגלם הזמינים באזור.
- אנו ממליצים לחזק את מעמדו של הפארק המתוכנן במישור רותם כמרכז הכימיה האנאורגנית של **מדינת ישראל**. בעוד שפארק התעשייה ב"נאות חובב" ימשיך לשמש כמרכז הכימיה האורגנית של ישראל. במידה ויתאפשר יש לבחון הרחבת מתקנים הקיימים באתר "נאות חובב" אשר מוצריהם מתבססים על כימיה אנאורגנית, בפארק המתוכנן במישור רותם (הכוונה בעיקר לרכובות ברום אנאורגניות).
- מישור רותם יכול להוות תחליף טבעי לתעשייה הפועלת היום במפרץ חיפה. התעשייה במפרץ חיפה התבססה היסטורית על שני מקורות של חומרי גלם:
  - נפט גולמי זול, ונגיש בהיבט הלוגיסטי (קרבה לנמל חיפה).
  - אספקת אשלג, פוספט וחומרי גלם מקומיים אחרים (מדרום הארץ).
- לתעשייה במישור רותם יתרונות ברורים על פני התעשייה הקיימת במפרץ חיפה:
  - עלות הנפט הגולמי חדלה להיות תחרותית ומאידך הגז הטבעי הוא תחליף זמין וזול יותר באזור.
  - זמינותם ועלותם של חומרי הגלם במישור רותם זולה ואטרקטיבית יותר.

### 5.1.1.3 מאפייני התעשייה הכימית המומלצים לפעילות בפארק

איור 21: הכיוונים האפשריים להרחבת התעשייה הכימית בפארק המתוכנן במישור רותם

	מוצר קיים	מוצר חדש
טכנולוגיה חדשה	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ הקמת מפעל לחנקת אשלגן על בסיס תהליך החלפת יונים</li> <li>▪ ניקוי חומצה ירוקה לחומצה באיכות מזון ודטרגנטים</li> <li>▪ ייצור מוצרי Specialties על בסיס מגנזיום אוקסיד</li> <li>▪ ייצור דשן MKP על בסיס אשלג ופוספט</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ייצור מוצרים חדשים על בסיס טכנולוגיות חדשות <b>(סבירות יישום אתגרית!)</b></li> </ul>
טכנולוגיה ישנה	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ייצור חומצה זרחתית באמצעות חומצה גופרתית</li> <li>▪ ייצור דשני זרחן ודשנים מורכבים של זרחן ואשלג</li> <li>▪ ייצור חנקת אשלגן בתהליך תמי</li> <li>▪ ייצור גזים תעשייתיים</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ איתור יישומים חדשים לטכנולוגיות מוכרות</li> <li>▪ איתור יישומים חדשים למוצרים קיימים <b>(סבירות יישום סבירה)</b></li> </ul>
<p>על בסיס עידוד יוזמות של מחקר ופיתוח בחברות הקיימות ויוזמות חדשות שמוצאות את האתר מתאים ליישומן (דוגמא חברת KOYS)</p>		
<p>יתבסס על יוזמות של החברות הקיימות באתר ליעול והרחבת הפעילויות הקיימות</p>		
<p>על בסיס יוזמות של החברות הפעילות באתר לגיוון יישומי טכנולוגיות ומוצרים קיימים לדוגמא: שימוש בדשנים כחומרי הדברה, מתן דשנים באמצעות ריסוס, פיתוח כימיקלים על בסיס שחרור מושהה</p>		
<p>פעילות אתגרית המצריכה איתור הזדמנויות מחוץ לקופסה המדעית והעסקית הקיימת. יש צורך בקבלת תמיכה ממלכתית לפיתוח הנושא...</p>		



## 5.1.2 כיוונים משלימים

ההתייחסות למישור רותם צריכה להיות כאל משאב בעל פוטנציאל פיתוח משמעותי ברמה הלאומית, במיוחד לאור התפתחותם של צרכים לאומיים הנובעים מהגידול הדמוגרפי הצפוי במדינת ישראל בעשורים הקרובים. התייחסות להתרחבות ריכוזי אוכלוסייה צפופים במרכז ובצפון המדינה, היוצרת משמעות מיוחדת להגנת הסביבה ושימורה, לצד החמרת הקשיים בתחבורה שנובעים מכך, לצד התפתחויות טכנולוגיות משמעותיות יוצרות הזדמנויות אסטרטגיות מהותיות לפארק התעשייה במישור רותם.

חשוב להסתכל במבט ארוך טווח על פיתוח הפארק מעל ומעבר לנושאים הטבעיים המוזכרים בפרק 5.1.1 שעוסק בתעשייה הכימית שלא ניתן להמעיט בחשיבותה למישור רותם בפרט, ולכלכלת ישראל בכלל.

נקודות המפתח בניתוח, כפי שעולה מעבודתנו הן:

- זמינות שטחים נרחבים, המאפשר הקצאת מגרשים גדולים.
- זמינות חומרי גלם (ים המלח + כרייה מקומית סמוכה).
- זמינות גז טבעי כמקור לאנרגיה וכחומר גלם.
- קרינת שמש מהגבוהות בארץ, ומיעוט ימי גשם / עננות (כמחצית מאשר בשדה בוקר).
- לוגיסטיקה תחבורתית קיימת וברת פיתוח.
- מיעוט יחסי של ערכי תיירות וטבע המגבילים פיתוח תעשייתי.
- ריחוק רצפטורים ציבוריים לעניין השלכות סביבתיות.
- מועצה אזורית מבוססת ומחויבת.

מאלה ניתן להסיק את כיווני ההתפתחות המומלצים למישור רותם המשלימים (ובחלקם חופפים) לתעשייה הכימית המסורתית.

- 1. מישור רותם: מרכז התעשייה הכימית האנאורגנית של ישראל – כל הנתונים מצביעים על היתרון היחסי של מישור רותם בתחום זה, כאשר בין השאר, ניתן לצמצם הובלת חומרים מסוכנים כגון ברום, באזורים מאוכלסים בצפיפות (פרק 5.1.1). כיוון זה הוא מגמה ראשית שנכללת במשימות ניהול הפארק (פרק 5.2).**
- 2. הגז הטבעי כמקור אנרגיה וכחומר גלם –** הגז הטבעי משמש מקור אנרגיה לתעשייה, זול, יעיל וידידותי לסביבה. חשוב לקדם הקמת תעשיות עתירות שימוש באנרגיה, כגון מפעל האלומיניום. כן יש לקדם הקמת תעשיות מוצרי המשך למוצרים שעומדים להיות מיוצרים במישור רותם, כגון אמוניה, או להפקת נפט מפצלי שמן (פרק 3.5). יש לקדם הגדלת ייצור החשמל מגז טבעי (GTE) כפי שעושה חברת OPC כמובן, תוך שיפור ופיתוח מערך הולכת החשמל הלאומי של חברת החשמל (פרק 3.1.3). בפרק 3.1.1 פרטנו את נושא ה Gas to Chemicals (GTC) שהוא למעשה תחום פיתוח משמעותי למישור רותם.
- 3. אנרגיה מתחדשת ואגירתה –** יש לקדם ייצור חשמל מאנרגיית שמש (PV) וטורבינות רוח. ניתן לנצל שטחים שמעל בריכות אידוי, מטמנת אפעה ושטחי כריית חול משוקמים, לפריסת הלוחות הפוטו וולטאיים (PV). ייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת יכול להפוך להיות משמעותי בתנאי של פיתוח אגירת חשמל המאפשרת רצף אספקה כשהייצור לא מתקיים (שעות חשיכה). שימוש בסוללות קיימות (Lithium Ion) יחד עם עידוד פיתוח סוללות חדישות בטכנולוגיה ישראלית מבוססות ברום (פרקים 3.2 ו 3.3). ראוי לציין שמערכות GTE כמוזכר בסעיף 2 לעיל, משתלבת ומהווה גיבוי למערכת האנרגיה המתחדשת.
- 4. מטמנת אפעה –** ניתן לומר שהטמנת פסולת ואשפה היא פתרון מאולץ המתמודד עם זמינות שטחים הפוחתת עם הזמן. הפתרון הנכון הוא ניצול האשפה לשימושים מועילים. תמיכה לפיתוח טכנולוגיות כאלה ויישומן תורם רבות ליעדים לאומיים בתחום הגנת הסביבה ושימורה (פרק 3.4).
- 5. כריית חול -** מישור רותם מהווה את מקור החול העיקרי של מדינת ישראל. יש להמשיך ולמצות משאב זה תוך מתן תשומת לב קפדנית לשיקום השטחים שיאפשר שימוש אלטרנטיבי מועיל (פרק 3.5).

6. **ייצור דלק נוזלי מגז (GTL) Gas to Liquids** – נושא זה הוא ארוך טווח אך יכול לפתוח חלון הזדמנויות רחב ומבטיח. הקטנת הצורך בשימוש בדלק נוזלי המיוצר מיבוא נפט היא בעלת משמעות ליבוא הנפט לישראל ותורמת לפתרון הנושא של מפרץ חיפה (פרק 3.1.2).
  7. **ייצור מתקדם 4.0 Industry** – קידום כל הנושאים קשור באופן הדוק לקידום הייצור המתקדם והטמעת עקרונות וכלים של תעשייה 4.0. משמעות ודרכי פעולה מפורטות בפרק 3.7 ובמסגרת משימות ניהול הפארק (פרק 5.2).
  8. **פארק אקו תעשייתי** – יישום העקרונות של סימביוזה תעשייתית תורם לתעשייה ולסביבה וצפוי להחזיר את ההשקעה בו בפרק זמן סביר. משמעות ודרכי פעולה מפורטות בפרק 3.6 ובמסגרת משימות ניהול הפארק (פרק 5.2).
  9. **פתיחות לנושאים חדשים וחדשניים** – יש לעודד פיתוח נושאים חדשים, כגון ייצור לבני בנייה ממלח, כמובן תוך בחינה זהירה של התכנות טכנולוגית וכלכלית (פרק 3.5).
- כדי לקדם את פיתוח פארק התעשייה מישור רותם יש משמעות גדולה לאופן ניהול הפארק ומיתוגו. על כך נרחיב בפרק הבא, 5.2.

## 5.2 ניהול הפארק

מאפייני אזור התעשייה מישור רותם המכיל מפעלים גדולים, מרוחק יחסית ממקומות יישוב, יכולים לגרום למחשבה שניהול אזור התעשייה הוא פשוט יחסית ואינו מחייב מעורבות ממשית צמודה של הרשות המוניציפלית, כפי שמתקיים היום. אך לא כך הם פני הדברים.

עבודה זו מציגה את חשיבות המשך פיתוח התעשייה הכימית בישראל, שכן לא ניתן להמעיט בערך תרומתה הנוכחית והעתידית לכלכלת ישראל. כפי שעולה מניתוח ה SWOT, השקפה זו לבדה לא תגרום להתפתחות האזור ולמימוש הפוטנציאל שלו כמוקד העיקרי לפתוח תעשייתי בנגב. נכון להיום, גם משרד הכלכלה, רשות התכנון, המשרד להגנת הסביבה ורשות הטבע והגנים מקבלים גישה זו של מרכזיות מישור רותם, עובדה שמעמידה בפני מ.א. תמר הזדמנות שאסור (אך קל) להחמיצה. על אף היתרונות המובהקים של מישור רותם, קיימים אזורים נוספים (אורון) השואפים להיכנס למשבצת זו לכן יש לנקוט בדרך פרואקטיבית אפקטיבית. היכולות של המועצה האזורית תמר מאפשרות הובלת תהליך ששום רשות אזורית אחרת בנגב, או רשות תעשייתית, לא תהיה מסוגלת לבצע. היכולת והמחויבות של המועצה האזורית תמר לקידום פארק התעשייה תוך שתוף פעולה קונסטרוקטיבי עם הרשויות השונות ועם עיריות ערד ודימונה - אין להן תחליף. בנוסף לצד הניהולי כלכלי, אנו מצטרפים להמלצת המשרד להגנת הסביבה שלא רצוי להקים מועצה תעשייתית במישור רותם (נספח א').

כדי לרכז מאמצים יש חשיבות להתייחס למישור רותם לא רק כפרויקט נדל"ני אלא כאל פארק תעשייתי מתקדם ברוח המהפכה התעשייתית הרביעית, או כפי שנהוג לכנותה "תעשייה 4.0", כפי שמפורט בפרק 3.7, ובמקביל לנקוט במדיניות המעודדת גם סימביוזה בין דיירי הפארק, כפי שמפורט בפרק 3.6. גישה זו מחייבת ניהול בעל אספקטים רבים שהם מעל ומעבר לתחומי פיתוח התשתיות ושיווק המגרשים בלבד.

מכאן נובעת החשיבות של הקמת מנהלת פארק מקצועית, מולטי דיסציפלינארית, מחויבת ומגובה על ידי המועצה האזורית תמר, שתהיה מסוגלת לעסוק במכלול הנושאים ובהם:

- מיצוב הפארק "המתחדש" ושיווקו בפני כל מרכיבי המשק הכלכלי והרשויות השונות, זיהוי השקעות פוטנציאליות – הכל בגישה פרואקטיבית.
- יצירת תב"ע שתאפשר גמישות בשימושים ובגודל המגרשים המוקצים.
- ייזום חקיקת חוק "מישור רותם: מרכז התעשייה הכימית האנאורגנית, ומרכז לייצור אנרגיה מתחדשת ואגירתה".
- טיפול בקידום תשתיות ברמה הלאומית: כבישים, מסילות ברזל, גז טבעי בלחץ גבוה.

- יצירת מערך שירותים תומך למפעלים שיוכל לקצר תהליכי רישוי וקבלת היתרים.
- קיום מעטפת שירותים (בשיתוף הרשויות הרלוונטיות) כגון מערך כיבוי אש, מד"א, חזות השטח, מערך הסעות, מערך הסעדה, ניטור פליטות, ניטור שימושי שטח, וכו'. נוכחות בשטח.
- גיבוש והנגשת שירותי הדרכה והנחייה למפעלים ולעסקים בפרק בתחומים בעלי עניין משותף, כמו: ניהול עסקי מתקדם, ייצור מתקדם, האלמנטים השונים של תעשייה 4.0, עמידה בתקני איכות, בטיחות וסביבה, חדשנות ויזמות.
- יצירת תהליך סימביוזה תעשייתית (כלכלה מעגלית) יחד עם מרכיבי הייצור המתקדם של תעשייה 4.0, הן בקרב המפעלים הקיימים והן בקרב מפעלים עתידיים.
- הקמת מרכז מבקרים.

בפרק זה ברצוננו להצביע על תכנית האב האופרטיבית - הפעולות הנדרשות כדי לממש את האסטרטגיה המומלצת לפיתוח פארק התעשייה מישור רותם, אותה הצענו בפרק 5.

**מנהלת הפארק** - לשם מימוש התוכנית מומלץ להקים בהקדם מנהלת לפארק התעשייה שתעסוק בכל מגוון הפעולות הנדרשות. המנהלת היא גוף יוזם ומוביל שעיסוקו אינו ממוקד רק בהיבט הנדל"ני של הפארק, אלא עוסק בקידום נושאים שונים שיכולים להשפיע על גיוס יזמים ויצירת אטרקטיביות להקמת מפעלים במישור רותם. המנהלת היא גוף מקצועי המקבל את אמון היזמים, המפעלים הקיימים והרשויות השונות. המנהלת היא "הכתובת" של המפעלים והיזמים. בשלב ראשון חשוב לבצע סקר שיבדוק את התאמת המציאות בשטח הפארק לאישורים השונים למפעלים. טיוב מסד הנתונים הוא חיוני לתכנון בהמשך וימחיש את מעמד המנהלת כגוף המוביל את פארק התעשייה.

כפעולה ראשונית, אך מתמשכת, על מנהלת הפארק לתכנן תכנית שיווקית קוהרנטית שתקדם את מימוש האסטרטגיה במישור השלטוני ברמותיו השונות, תיצור קשר עבודה יעיל עם גופים רגולטוריים, ואשר תתמוך בזיהוי יזמים, משקיעים ותעשיות התואמות את האסטרטגיה. כחלק מפעילות זו יש להוביל מהלך של חקיקת חוק (או לפחות החלטת ממשלה) "מישור רותם - מרכז התעשייה הכימית האנאורגנית בישראל, ומרכז לאנרגיה מתחדשת ואגירתה". יש לשקול הקמת מרכז מבקרים בפארק. פעילות זו משותפת כמובן למנהלת הפארק, לחברה הכלכלית חבל ים המלח, ולמועצה האזורית תמר.

על המנהלת לקיים דיון מעמיק, תוך שיתוף המפעלים, ולהחליט על השירותים שהיא תעניק והפונקציות שהיא תמלא בהתאמה לאופי המפעלים הקיימים והעתידיים. חשוב להתייחס גם למראית פני הפארק תוך התייחסות לאופי התעשייה במקום. יש לשקול הקמת מערך שירותים פיזי כגון כיבוי אש, מגן דוד אדום, תשתית תקשורת מתקדמת, מערך הסעדה, מערך הסעות וכיו"ב. לצד אלה יש להקים מערך מוביל ותומך בקידום תהליכי ייצור מתקדם ברוח תעשייה 4.0, וקידום כלכלה מעגלית ופארק סימביוטי.

פעילות המנהלת צריכה לעבור תהליכים עתיים של קבלת משותף ותחקור על מנת לעדכן במידת הצורך.

**הסרת חסמים** – חלק ניכר מהסרת החסמים אינה בשליטת מ.א. תמר אך עליה לפעול נחרצות על מנת להניח את הנושאים על סדר היום הלאומי. פעולות בתחום זה צריכות להתבצע באופן מידי למרות שהשלכת ההצלחות שלהן יכולה להתמש בטווח הארוך. בתחום זה ניתן להזכיר את הפעילות להבטחת זמינות אספקת גז טבעי ככל שיידרש לפיתוח התעשייה, פעולה להוזלת מחיר הגז לתעשייה כדי לשפר את התחרותיות שלה, קידום תשתיות תחבורתיות בתוך הפארק ובנגישות אליו (כולל כביש יציאה מערבה), שיפור תהליך הרישוי למפעלים, "גיוס" ורתימת המפעלים לתהליך האסטרטגי, לפעול לעידוד שיפור מערכת הולכת החשמל בין הפארק והרשת הארצית, פעילות להסרת חסמים רגולטוריים בעניין אנרגיה מתחדשת ואגירתה, עידוד פיתוח טכנולוגיות (תוך שיתוף עם מוסדות אקדמיים ועסקיים) כגון בתחום GTL ואגירת חשמל.

**תעשייה כימית המתאימה לפארק מישור רותם** – פעילות איתור יזמים ותעשיות צריכה להיות מושתתת על המלצותינו בפרק 5.1.1. יש לעודד מפעלי תעשייה כימית אנאורגנית. מאפייני המוצרים אותם אנו ממליצים לייצר בפארק צריכים להתבסס על סדרות ייצור גדולות (יחסית למקובל בתעשייה בארץ), אשר יתבססו על ייצור ושיווק מוצרים בעלי ערך מוסף גבוה הנובע ממורכבות התהליך או חדשנות היישום. מומלץ לעודד ייצור אמוניה ומוצרי המשך ולבדוק יוזמות של מפעלים גדולים עתירי שטח ובעלי השלכות סביבתיות המתאימות לפארק, כגון מפעל לייצור אלומיניום. עקב זמינות הברום והסיכונים הכרוכים בשינועו, יש למישור רותם יתרון יחסי מובהק בתעשיות מבוססות על שימוש בברום.

**הגז הטבעי כ- game changer** - כפי שפורט בפרקים 3.1.1 ו 3.1.3 יש לפעול להרחבת ייצור החשמל מגז טבעי (GTE) גם מעבר לצרכי המפעלים בפארק. ייצור החשמל יכול לשרת את הרשת הארצית ומשתלב היטב במדיניות ביזור ייצור החשמל בישראל. הגדלת ייצור החשמל מגז טבעי מותנית באספקת גז זמינה, מחיר אטרקטיבי לגז, ופיתוחה של מערכת הולכת החשמל. הגז הטבעי יכול לשמש גם כחומר גלם בתהליך ייצור

כימיקלים (GTC) שהביקוש להם גדל. גם במקרה זה קיימת תלות באספקת גז זמינה ובמחיר אטרקטיבי של הגז לתעשייה.

**ייצור חשמל סולרי ואגירתו** – קיום שטחים נרחבים וקרינת שמש חזקה נותנים יתרון למישור רותם גם בתחום זה, כמפורט בפרקים 3.2 ו 3.3. חשוב לתכנן את שטחי הפאנלים הסולריים (PV) כך שלא יפגעו בפוטנציאל ניצול שטחים לתעשייה. יש לעודד פיתוח טכנולוגיות אגירה חדשניות והתאמת רשת ההולכה הארצית.

**חשמל מטורבינות רוח** – יש להשקיע בחקר היתכנות הקמת שדה ייצור חשמל מטורבינות רוח.

**שילוב ייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת מסוגים שונים, יחד עם אגירת חשמל יכול להציב את מישור רותם כאתר בעל חשיבות לאומית בתחום זה.**

**מטמנת אפעה** - יש לפעול לפיתוח מיחזור הפסולת וייצור אנרגיה ממנה.

**כריית חול** – מישור רותם מהווה מקור עיקרי לחול במדינת ישראל. יש לפתח את אמצעי השינוע מחד ולפקח בקפדנות על תהליכי עירום חומר לא מתאים ושיקום. חשוב לזכור שהחול הוא משאב מוגבל בכמותו ויש לחשוב על "היום שאחרי".

**ייצור דלק נזולי מגז טבעי (GTL)** – זה נושא בעל משמעות רבה ברמה הלאומית, שכן פיתוח טכנולוגיות בעלות ישימות כלכלית יכולה להקים תחליף לתעשייה במפרץ חיפה. יש לעודד מו"פ בנושא ובכך ליצור מנוף פיתוח משמעותי לפארק מישור רותם.

טבלה 13 מציגה את תכנית האב ליישום תוך התייחסות למספר פרמטרים:

1. טווח הזמן: קצר (0-5 שנים); בינוני (5-10 שנים); ארוך (מעל 10 שנים). חשוב לציין שבמקרים רבים נדרש לבצע פעולות בטווח הזמן הקצר כדי להבטיח התממשות בטווח הבינוני והארוך.
2. פוטנציאל התרומה.
3. פוטנציאל התעסוקה.
4. גודל העסקים.
5. חסמים
6. פעולות נדרשות

טבלה 13: תכנית האב ליישום

פעולות נדרשות	חסמים	גודל העסקים	פוטנציאל תעסוקה	פוטנציאל תרומה	נושא	
החלטה על פונקציות ושירותים. תכנית שיווקית מקיפה	יצירת גוף מקצועי שיקבל את אמון היזמים החדשים, המפעלים, הרשויות.		קטן	עידוד יזמות; קיצור הליכים; שירותי פארק; מיצוב	הקמת מנהלת הפארק	1
ביצוע סקר התאמה בין המידע הרשום לבין המציאות בשטח	מסד הנתונים הקיים טעון שיפור			יאפשר תכנון ריאלי	טיוב מסד הנתונים על שימושי קרקע בפארק	2
הקמת קבוצת עבודה שתוביל את המהלך תוך הדגשת יתרונות מישור רותם על כל חלופה אפשרית	חסמים פוליטיים		גדול	שינוי תודעה; גיוס תמיכות וכו'	ייזום חוק מישור רותם - מרכז התעשייה הכימית האנאורגנית ומרכז לאנרגיה מתחדשת ואגירתה	3
הגדלת אספקת הגז בלחץ גבוה - צינור נוסף	תשתיות תומכות ואישורים רגולטוריים	גדול	גדול	מפעלים גדולים ליצוא	קידום תעשייה כימית מתאימה (אמוניה ומוצרי המשך); ייצור אלומיניום	4
הגדלת אספקת הגז בלחץ גבוה - צינור נוסף	מספר הצרכנים בפארק; מחיר הגז	גדול	בינוני	הרחבת התעשייה בפארק.	ייזום והקמת מתקני GTE	5
שיווק הנושא	המערכת הארצית להולכת חשמל; מחיר הגז			חשמל לרשת הארצית		
הגדלת זמינות הגז הטבעי	מחירי הגז		גדול	ייצור פטרוכימיה לשוק גדל	ייזום והקמת מפעלים מבוססי GTC	6
שיווק הנושא, רשות החשמל	אישור רגולטורי ותיאום לאומי מרכזי לפרויקט, המערכת הארצית להולכת חשמל	גדול	בינוני	חשמל לרשת הארצית - אנרגיה מתחדשת	ייזום ייצור חשמל סולרי	7

פעולות נדרשות	חומים	גודל העסקים	פוטנציאל תעסוקה	פוטנציאל תרומה	נושא	
קיבוע מישור רותם כאתר לאגירה. פיתוח טכנולוגיה	פיתוח ויישום טכנולוגיות			ניצול יעיל של אנרגיה מתחדשת	אגירת חשמל	8
בדיקת התכנות ושיווק הנושא	אישור רגולטורי ותיאום לאומי מרכזי לפרויקט, המערכת הארצית להולכת חשמל	בינוני		חשמל לרשת הארצית - אנרגיה מתחדשת	טורבינות רוח	9
מסילת ברזל				צמצום היבטי זיהום אקולוגי	הרחבת ייצור אנרגיה מפסולת (אפעה)	10
פיקוח על שיקום ועירום; מסילת ברזל					כריית חול	11
תמיכה במו"פ ושיווק הנושא	פיתוח טכנולוגיה; יצרנים נוכחיים של תזקיקים.		בינוני	איכות סביבה ברמה לאומית	GTL	12
תכנון בעזרת ייעוץ מקצועי; שיווק הנושא. אחריות מנהלת הפארק לקידום	מפעלים גדולים, יצירת נכונות לשת"פ של המפעלים	גדול	גדול	סינרגיה ויתרון לגודל	פארק אקו-תעשייתי (סימביוזה, כלכלה מעגלית)	13
תכנון, קידום ושיווק הנושא				שדרוג ויישום חדשנות במפעלים	ייצור מתקדם - מישור רותם = תעשייה 4.0	14

מקרא

טווח קצר 0-5 שנים	טווח בינוני 5-10 שנים	טווח ארוך מעל 10 שנים
-------------------	-----------------------	-----------------------

## א. שיחות עם גורמים קשורים למישור רותם

### ▪ פגישה עם הרשויות המקומיות, תמר, ערד, דימונה

19.03.2019

פגישה במועצה האזורית תמר, בה השתתפו: דב ליטבינוף, ראש המועצה האזורית תמר, יובל מסילתי, מנכ"ל מ.א. תמר, שירי בן שחר, מנכ"לית החברה הכלכלית חבל ים המלח; ניסן בן חמו, ראש עיריית ערד; סימה כחלון, גזברית עיריית דימונה, דביר שץ, יועץ לראש עיריית דימונה מנהל היחידה לתכנון אסטרטגי. (ראש עיריית דימונה, בני ביטון, התנצל על היעדרותו). זה פורום שנוצר השנה וזו הייתה פגישתו השנייה.

בפגישה הוצג מוסד נאמן ואת הפרויקט. התפתחה שיחה מעניינת שהצביעה על שיתוף הפעולה בין רשויות אלה והתייחסותן למישור רותם.

**ערד** – מונה כ 27,000 תושבים, מתוכם כ 20% חרדים. הרמה הסוציו-אקונומית שעמדה על 8 בשנים עברו ירדה לרמה 4. לאחר 15 שנות קיפאון, נבנו ונמכרו, בשלוש השנים האחרונות כ 600 יחידות דיור אבל העיר סובלת מהגירה שלילית. האתגרים העומדים בפני העיר הם הצמיחה הדמוגרפית והפיתוח הכלכלי. כ 85% מהאזרחים עובדים מחוץ לעיר וראש העירייה אינו רואה תופעה זו כשלילית בהכרח. באזור התעשייה של ערד לא ניתן להקצות מגרשים הגדולים מ 200 דונם. ראש העירייה תומך מאד ב"הגדלת העוגה" כתוצאה מפיתוח מישור רותם.

**דימונה** – מונה כ 34,000 תושבים, סובלת מהגירה שלילית. התעסוקה המסורתית בעיר מטופלת היטב (לדבריהם יש בעיר כ 8,000 עובדים לא רשומים בני הפזורה הבדואית), והעירייה רוצה לשים דגש על פיתוח תעסוקה איכותית והפיכת מגמת ההגירה. יש להם תכנית מאושרת לבניית כ 30,000 יחידות דיור, אך בפועל נבנות רק כ 2,800 יחידות (אין ביקוש). הדרוג הסוציו-אקונומי הוא 4. הם מפתחים את אזור התעשייה של העיר אך רואים חשיבות בפיתוח אזורי כפי שמתבטא בפיתוח מישור רותם.

**תמר** – רואים חשיבות רבה בשיתוף הפעולה עם ערד ודימונה. ההכנסות ממישור רותם מתחלקות 40% לערד, 40% לדימונה, ו 20% למועצה האזורית תמר – למרות שמישור רותם נמצא בתחום השיפוט של תמר. ראש המועצה הזכיר שלדימונה הסכם עם המועצה האזורית רמת הנגב לקבלת הכנסות מאזור התעשייה אורון (אם יקום). רמת ההכנסה לדימונה מאורון, לדבריו, נמוכה בהרבה מרמת ההכנסה ממישור רותם. המועצה האזורית תמר נוקטת בגישה נדיבה ומשתפת ובכוונתה להמשיך במדיניות זו.

### ▪ שיחה עם טל פודים – סגן מתכנן מחוז דרום ברשות התכנון

11.03.2019

1. באורון קיימת תכנית מאושרת לכריית פוספטים ולשיקום אקולוגי. רמת הנגב רצו להקים אתר פסולת אבל נוכח התנגדות חיל האוויר הבקשה נדחתה ולכן קם אתר אפעה במישור רותם.
2. חברת תוכן (ברוך) בצעה עבודה עבור משרד הכלכלה למציאת אלטרנטיבה למפרץ חיפה. הם בדקו את נאות חובב, מישור רותם ואורון. העבודה הוצגה כבר לפני כשנה. נכון לעכשיו רק מישור רותם נמצא מתאים.
3. מתנהלת עבודה לגבי אורון, על ידי אדריכל אלי ארמון מבאר שבע. העבודה בהזמנת רמ"י, לשכת התכנון והמועצה האזורית רמת הנגב.



4. מצבה הכלכלי של מועצת רמת הנגב חלש בשנים האחרונות, לעומת מצבה האיתן של המועצה האזורית תמר.
5. ניתן לומר שבשלב הנוכחי רק מישור רותם הוא רלוונטי לפיתוח תעשיות.

### שיחה עם בועז קמר

25.06.2019

בועז, הכלכלן שביצע למעשה את העבודה עבור משרד הכלכלה מטעם קבוצת גדיש ואדריכל מויסוסקו, קבל אישור ממשרד הכלכלה לשוחח אתנו אך לא להעביר לנו חומר כתוב.

בועז מעריך שהשטח נטו להחכרה, שזוהה על פי החלופה המועדפת הוא בגודל של כ 6000 דונם.

להערכתו הפיתוח של אזור התעשייה צריך להתמקד בשלשה נושאים:

1. הרחבת מפעלים קיימים והקמת מפעלים חדשים שמשתמשים בחומרי גלם הנמצאים בקרבת מקום.
2. מפעלים חדשים בתעשייה הכימית שחומרי הגלם אליהם מגיעים מרחוק, כגון מפעל האמוניה ומוצרי המשך, ומפעל טיטניום (מאוקראינה).
3. המקום להעתקת תעשייה ממפרץ חיפה.

גם הוא לא ראה את העבודה שבצעה מקינזי בעניין בתי הזקוק והוא מעריך שהעתקת בתי הזקוק אינה אפשרית למעשה.

בועז מצביע על קושי עקרוני של מסד נתונים בעייתי. אין מידע מדויק על ניצול / אי ניצול שטחים, יש חפיפות בין תבע"ות שונות (למשל בעניין הכרייה), יש חילוקי דעות קשים בין משרדי הממשלה השונים וזרועותיהם.

לטענתו, חיל האוויר מתנגד להרחבת אזור התעשייה מישור רותם כיוון שזה שטח אימונים מהותי למסוקי חיל האוויר.

### שיחה עם גב' ליאורה גולוב, סגנית מנהל מחוז הדרום ומתכנתת המחוז במשרד להגנת הסביבה

16.06.2019, 30.06.2019

הנושא המרכזי הוא זיהום מקורות המים הנובע בעיקר מבריכות אידוי לא אטומות (רותם, חיפה כימיקלים, פריקלאס) וממערומי פסולת. האזור הוא סדוק והזיהום מגיע לכיוון ים המלח עד עין בוקק. זיהום מקורות המים התחיל לפני שנים רבות כשלא התקיימה תקינה בנושא זה.

נכון להיום קיימת דרישה לצמצם את השימוש בבריכות אידוי וליישם טכנולוגיות סביבתיות על פי הדיריקטיבה של האיחוד האירופי של best available practice. היא רואה חשיבות בטיפול בשפכים ובפליטות ברמה המפעלית, ולא ברמת אזור התעשייה וזאת כדי לפתור בעיות שנובעות מעירוב שפכים וכדי לייחד את האחריות.

גב' גולוב אישרה שבעת הקמת מפעלים חדשים תדחה הדרישה לתסקיר השפעה על הסביבה לשלב הבנייה בפועל של המפעל, כך שניתן יהיה להתקדם ולאשר תכניות חדשות ואף אולי לבנות את אותם מרכיבים שאינם כרוכים בבעיות זיהום ופליטות.

אמנם אין כוונה לתת הקלות רבות למישור רותם, למעט משמעות העובדה שבעת התרחשות אירוע אין קירבה של רצפטורים ציבוריים. יחד עם זאת כדאי לזכור את פריצת דופן הבריכה של מפעל רותם אמפרט (30.6.2017) אשר הביאה להזרמת עשרות אלפי קובים של שפכי גבס חומציים לנחל אשלים שגרמו לאסון אקולוגי גדול. לגודל

המזל לא היו בנחל מטיילים באותה עת. לו היו באזור מטיילים הקף האסון היה גדול בהרבה. זו הסיבה שיש להתייחס בזהירות רבה להקלות סביבתיות.

גב' גולוב מציינת את שיתוף הפעולה הטוב עם המועצה האזורית תמר כפי שבאה לידי ביטוי גם במימון היחידה הסביבתית הממומנת על ידי המשרד להגנת הסביבה יחד עם המועצה האזורית (היחידה יושבת פיזית בערד).

לגבי אופן ניהול אזור התעשייה – היא רואה יתרון בהקמת גוף ניהולי שיכיל גורמים מקצועיים שונים מעבר לניהול הנדל"ן ובכלל זה ניהול מערכות ניטור. בעבר עלה הרעיון של הקמת מועצה תעשייתית במישור רותם – לדעת המשרד להגנת הסביבה עדיף שמירת המצב הקיים, כלומר כפיפות למועצה האזורית תמר.

לגבי אזור אורון – כוונת המשרד להגנת הסביבה שהוא יעבור שיקום ויחזור לטבע.

לגבי נאות חובב – קיימות הגבלות חמורות יותר עקב קרבה למקומות יישוב, רצפטורים ציבוריים. במקרה זה ההתייחסות היא לפזורה הבדואית היושבת ממש על גדר אזור התעשייה ופחות לבאר-שבע או לעיר הבה"דים. מרחק של 10 ק"מ נחשב כגדול בשיקולים (ואפילו 5 ק"מ). נושא הריח מהפליטות היה נושא משמעותי בנאות חובב.

הציעה ליצור קשר עם:

אריק צוריאלי מרשות המים 050-6221379

אילה אברהמי-גרובר מהיחידה הסביבתית (בערד) 050-5907419

באשר לייצור חשמל PV – אין מניעה מלהקים מרכז כזה במישור רותם אך יש לזכור שהמטרה העיקרית היא פיתוח תעשייתי. יש לשקול ניצול שטחים מעל מטמנת אפעה, בריכות האידוי המשוקמות וגגות מפעלים. כן יש לבדוק את משמעות האבק העולה מהמפעלים לגבי לוחות ה PV. מן הסתם מערכת ההולכה של חברת החשמל מהווה מגבלה שיש לפתור.

## ▪ שיחה עם אריק צוריאלי – רשות המים

17.06.2019

מי התהום נמצאים בעומק רב יחסית 250-300 מטר, ומנוצלים על ידי מפעלי ים המלח ומקורות.

יש שני אקוויפרים: "יהודה" (שהוא העליון) ו"כורנוב" (שהוא התחתון) – ההפרש ביניהם הוא כ- 200 מטר. ככל שידוע "כורנוב" אינו מזוהם בעוד ש"יהודה" הזדהם במהלך עשרות השנים האחרונות. עין בוקק הנמצא במוצא של "יהודה" מליחותו עלתה משמעותית ב- 20 השנים האחרונות והוא למעשה מזוהם. גם נחל זוהר מתאפיין בעליה משמעותית בזיהום. המים מ"יהודה" מתאימים לתהליכי התפלה והקידוחים במפעלי ים המלח מתאימים לשימוש התעשייתי.

ניתן להפיק מים במישור רותם אך זו הפקה מורכבת ויקרה מוגבלת בכמות והמיועדת לשימוש מקומי בלבד.

מיקום בריכות האידוי במישור רותם אינו טוב ויצר סיכונים, האזור הסמוך לבריכות המקומיות הוא בעל רגישות גבוהה. אופי החומרים שבבריכות מסייע מאד לסדיקת הקרקע ולחילחול למי התהום. אסון נחל אשלים לפני שנתיים, נבע מתקלה טכנית של פריצת סוללה של אחת הבריכות, תקלה שהעידה על ליקויים בבניית הבריכות והדפנות. גם אזור החולות יכול להיות מקור לחילחול מזהם.

מטמנת אפעה – משקפת התייחסות ראויה להגנת הסביבה – אך כמובן יש להקפיד על בקרה עניינית. מפעל רותם דשנים מגלה דרגת רגישות נמוכה יותר.

כל מפעל יחייב התייחסות מבוקרת הנובעת מפעילותו.

## ▪ שיחה עם רותי נשיץ – מתכנתת מחוז הדרום, רשות הטבע והגנים

17.06.2019

רשות הטבע והגנים רואה במישור רותם את מרחב התעשייתי המובהק לנגב המאכלס מפעלים שונים ותעשייה כבדה. גם בראייה עתידית רואים במישור רותם את הפוטנציאל האמתי לפיתוח תעשייתי בנגב.

מבחינת רשות הטבע והגנים – האתגר האמתי הוא שיקום ומיצוי נכון של אזורים מופרים. ניצול נכון של הפרשי הגבהים באזורים החפורים, הנוכחיים והעתידיים. כן חשובה ההתמודדות עם חומרים ירודים הנערמים בשטח. קיימת שמורת הטבע של חולות אפעה אך היא מרוכזת בתא שטח מצומצם. כל מרחבי הטיול נמצאים בשולי מישור רותם.

כל פיתוח של אזור התעשייה צריך להתייחס לקשר לסביבה.

יש לעשות שיקום לטובת פיתוח תעשייתי, וכל זאת תוך תכנון מראש.

יש לשקול הזזת תשתיות החשמל ואולי גם להעתיק את תוואי כביש 258 מעט מזרחה.

## ▪ שיחה טלפונית עם שלמה קרסנר, סמנכ"ל הנדסה בחברה הממשלתית נתג"ז

19.05.2019

נתג"ז היא חברה ממשלתית שאינה עוסקת בחלוקה לצרכנים קטנים. לשם כך קיימות חברות החלוקה הפרטיות. בצנרת הקיימת למישור רותם אין למעשה עודפים לא מנוצלים. הם עובדים כרגע על תכנון הכפלת האספקה למישור רותם. ההנחיה שקבלו מרשות הגז היא לבצע הכפלה עד אשל הנשיא ולתכנן את ההמשך למישור רותם. ברגע שתהיה דרישה ניתן להמשיך בהנחת הצנרת למישור רותם.

לדעתו, לא תהיה להם בעיה להניח צנרת בתזמון מתאים לקצב בניית מפעלים. עודפי הגז הקיימים בישראל כנראה אינם יוצרים שום מגבלה בעניין אספקה.

OPC רוצים להכפיל את תחנת הכח במישור רותם.

לשם הדגמה: תחנת כח של 100 מגה וואט שעה צורכת גז בספיקה של 25,000 קוב לשעה. הספיקה מתייחסת כמובן לשעות שיא.

מבחינת תחנות כח – קיימת בעיה ברשת ההולכה במידה ורוצים לספק חשמל מחוץ לאזור.

האספקה הקיימת לירדן (מפעלי ים המלח) מקו זה אינה משמעותית וכנראה לא תהווה מגבלה.

שלמה נמנע מלתת נתוני ספיקה קיימים אך בהמשך השיחה אמר שקצב של 150,000 קוב לשעה לא יהווה בעיה לצינור החדש. כמובן שהכל תלוי בגז שיישאר חופשי למכירה ולא יהיה מחויב למפעלים.

הציע לדבר עם גל טופח, מנהל מסחרי של OPC.

## ▪ שיחה עם רליק שפיר מנכ"ל לשעבר של ( IEI ) Israel Energy Initiatives

26.05.2019

הפצלים במישור רותם חשופים לעומת המצב בשפלת יהודה בו הם נמצאים בעומק 300 מטר. הטכנולוגיה שנוסחה בארץ היא שבדית בראשות הפיזיקאי הראשי וויניגר שערך ניסויים במסגרת חברת Shell בקולורדו.

התהליך מעולם לא הגיע למיצוי תעשייתי אלא נשאר ברמת פיילוט בלבד. הייתה טעות כלכלית קריטית בכך שהלכו לצומת האלה ולא למישור רותם. המשקיע, שלא היה איש טכנולוגיה, לא השתכנע להשקיע 4 מיליון דולר נוספים בפרויקט שינסה להפוך את התוכנית המדעית להנדסית.

יש להבחין את הפקת נפט מפצלי שמן Oil Shale כפי שמתקיים בישראל, לבין Shale Oil – נפט שנכלא בשכבות האבן בעומק של כ-3 ק"מ ובעזרת פיצוצים מבוקרים סודקים את הסלע ומזרימים את הנפט בלחץ נמוך.

כאמור פצלי השמן בישראל הם כאלה שיש לחמם ולהמיס ומצריכה אנרגיה חשמלית גדולה. התחשיב מדבר על עלות משוערת של 60-70 דולר לחבית, אך כאמור הטכנולוגיה אינה מוכחת מסחרית שלא לדבר על השלכות סביבתיות.

להערכתו סיכויי הפקה מסחרית של נפט מפצלי שמן גם במישור רותם, הם קלושים. למידע נוסף המליץ רליק לדבר עם הגיאולוג הראשי, ד"ר יובל בר-טוב.

### ▪ שיחה עם ד"ר יובל ברטוב, לשעבר הגיאולוג הראשי של IEI

20.06.2019

פוטנציאל הייצור של נפט מפצלי שמן במישור רותם הוא בכמויות קטנות, כך שתהיה טעות להתייחס אליו כאל תשתית לאומית.

יחד עם זאת למיטב הערכתי, פוטנציאל ייצור חשמל של אנרגיה מתחדשת (סולרי, רוח) בישראל רחוק מלספק את כמות האנרגיה הנדרשת ולכן קשה להתייחס לאנרגיה הירוקה כ- game changer. תמיד יהיה צורך באנרגיה פוסילית, כשהמקור החשוב היום הוא כמובן הגז הטבעי. גם הפחם בו ניתן להשתמש היום הוא איכותי וניתן להשתמש בו תוך זיהום מפקח ומוגבל.

ייצור נפט מפצלי שמן במישור רותם הוא בעצם שאלה כלכלית ונראה שמדובר בפרויקט גבולי מאד מבחינה זו. המחיר הסביבתי הוא כמובן תלוי טכנולוגיה ונראה שכבר היום ההשפעה הסביבתית נראית לו זניחה וברת שליטה.

לדעתי הפקת נפט מפצלי שמן במישור רותם מתאימה לניסויים ולפיתוח טכנולוגיות או לחברת הפקה בהיקף מוגבל יחסית. הכמויות הניתנות להפקה במישור רותם אינן מהותיות ברמה הלאומית

### ▪ שיחה עם צ'רלי שפר, יו"ר חברת קויס

23.06.2019

חברת קויס מקימה תשלובת תעשייתית כימית במישור רותם, לייצור אמוניה ומוצרי המשך. מישור רותם הוא המקום האידאלי לפיתוח תעשייה כימית בישראל.

החלטת ממשלה מיולי 2017 שחררה ממרכז החכרת שטח של כ-300 דונם למפעל. לכשיקום המפעל הוא יהיה למעשה בבעלות חברת "תמר פרטילייזרס" – שאחזקת קויס בה תהיה 33%. המפעל מיועד להעסיק כ-200 עובדים מתוכם כ-180 עובדי ייצור.

חומר הגלם העיקרי של המפעל הוא הגז הטבעי כמו גם אשלג ממפעלי ים המלח. המפעל יטפל בשפכים בשטחו כשחלק יוחזר לים המלח.

לדברי צ'רלי, הם התקבלו בסבר פנים יפות על ידי הגורמים השונים ובמיוחד במועצה האזורית תמר אך לצערו תהליך הגשת התב"ע שבוצע באמצעות המועצה האזורית נמשך כשנתיים, כשציפיותיהם היו לתהליך של 6 חודשים. הם מקווים שהתב"ע תאושר תוך כחודש כך שיוכלו לחתום מיד אחר כך על הסכם החכירה עם רמ"י.

צ'רלי חושב שצריך להיות גורם אחד במועצה שיהיה בעל סמכות ויראה בטיפול במפעלים את ייעודו. תהליכי קבלת היתרים הם ממושכים בכל הארץ, אך אם רוצים למשוך השקעות ולפתח את מישור רותם יש למצוא את הדרך להאצת התהליך.

## ▪ שיחה עם עמי אלעזרי נשיא ומנכ"ל מילניום אלקטריק

30.06.2019

מילניום אלקטריק היא חברה מובילה ברמה העולמית בתחום של ייצור חשמל סולארי בטכנולוגיה של תאים פוטוולטאים (PV). בנוסף עוסקת החברה בפתרונות אגירת חשמל.

לדברי עמי, ההתפתחות הטכנולוגית של שיטת ה-PV מובילה היום את ייצור האנרגיה הסולארית המתחדשת. לשם המחשה הזוכה במכרז האחרון הציע את החשמל במחיר הנמוך מ-9 אג' ל-KWH. לשם השוואה המחיר שמשלמת חברת החשמל למפעל נגב אנרגיה באשלים הוא 65 אג'.

שתי טכנולוגיות נוספות המיושמות באשלים הן שוקת המראות הפרבוליות והשיטה הטרמו-סולארית – שתיהן טכנולוגיות וותיקות שהיו מובילות בזמן אך היום אינן מתחרות ב-PV. לדעתו טכנולוגיית המראות הפרבוליות יקרה פי 10 מטכנולוגיית ה-PV ודורשת שטח הגדול פי 3 מ-PV.

לגבי אגירה – לדברי עמי ההתפתחות בסוללות Lithium Ion מעמידה אותן ככלי האגירה הטוב ביותר הקיים. באשר למישור רותם – הוא רואה בו מקום אידאלי להקמת מתקן הפקת חשמל מאנרגיה מתחדשת PV ואגירתה. ניתן לנצל בצורה יעילה את בריכות האידיי המשוקמות, את שטחי מטמנת אפעה ואף את גגות המפעלים. בכך יהיה שימוש יעיל לקרקעות ואף תתאפשר סימביוזה בין מפעלית בתשתיות.

לגבי אבק העולה מהמפעלים הקיימים – מידה מסוימת של אבק אף מיעלת את השימוש בלוחות. במידה ותיווצר הפרעה מאבק ניתן לטפל בזה באופן יעיל וזול.

כמובן שיש חשיבות רבה לקיומה של מערכת הולכת חשמל מתאימה.

## ▪ שיחה עם פרופ' דני מנדלר מהאוניברסיטה העברית

28.06.2019

פרופ' מנדלר, כימאי, הוא מוביל קבוצת מחקר בחומרים. נושא השיחה הוא ייצור לבני בנייה ממלח.

ביום המלח נוצרת מדי שנה כמות של כ-20 מיליון טון מלח שולחן שאין לו שימוש. פרויקט קציר המלח מתכנן בשלב זה להעביר את המלח לאגן הצפוני של ים המלח.

דני מנדלר וצוותו פתחו תהליך לייצור לבנים לבנייה ממלח זה באמצעות דחיסת המלח בתבניות לאחר שמוסיפים לו כ-5% תוספים כך שבתהליך דחיסה פשוט מקבלים לבנה קשוחה יותר מלבני הבטון המקובלות בשוק. הלבנה המתקבלת לאחר התוספים והדחיסה היא הידרופובית. כמובן שיש לזכור שהמלח הוא סופח לחות אך באותה מידה הוא פולט אותה, כך שהחללים הפנימיים בבניין שומרים על הלחות הקיימת. אין להתעלם מתהליך התמוססות בצד החיצוני שכדי להתגבר עליו ניתן לצפות את המבנה. לדבריו, תעשיית הבנייה היום מתייחסת לאורך חיי בניין של כ-30 שנים.

כדאי לזכור שייצור מלט אחראי על פליטות משמעותיות ובנוסף, פוטנציאל כריית האבנים בישראל ימוצה, על פי התחזיות, עד שנת 2040. יחד עם זאת חשוב להבין שהכמויות שתעשיית הבניה בארץ צורכות רחוקות מלמצות את הפוטנציאל של לבנים ממלח. כלומר אין כאן פתרון שלם לבעיית עודף המלח.

ניתן לכבוש את הלבנים בעיצוב תעשייתי שאינו מלבני בהכרח, ניתן לבצע עיבוד שבבי, לקדוח ולהדביק את הלבנים.

שימושים אפשריים: לבנים לבנייה, אריחים, תחליף לוחות של קירות גבס, מילוי חומרים בכבישים (יש להתייחס לבעיית המלחת הקרקע). לבני המלח ניתנות לגריסה ולמיחזור. קיים קושי בגריסת ומיחזור לבנים שקבלו ציפוי.

הבידוד הטרמי של הלבנים הוא טוב מאד, בידוד אקוסטי עדיין לא נבדק כי גודל הלבנים במעבדה הוא קטן.

לדעתו של דני מחירן של לבנים ממלח יהיה זול ממחיר בלוקים ממלט.

חסרונות הלבנים ממלח: התמוססות, מיחזור לבנים מצופות, קורוזיה של צנרת פלדה ומוטות פלדה שיעברו דרך הלבנים (חוזק החומר מאפשר לייצר חללים מתאימים למעבר צנרת).

בעניין אחר - לשאלתי בעניין סוללות אגירה מברום, השיב דני כי הוא רואה בעיה בשימוש בברום. כדי לבחון לעומק יש לדעת מה כמות האנרגיה שניתן לאגור בק"ג ברום.

## ▪ שיחה עם מר יצחק בורבא מנכ"ל מטמנת אפעה

07.07.2019

העברתי (אביגדור) ליצחק לפני השיחה את המסמך שלנו המציג הצעת מתווה ליצירת סימביוזה תעשייתית או לכללה מעגלית באזור התעשייה מישור רותם. יצחק לא מכיר את היוזמה הממשלתית לסימביוזה תעשייתית, אבל מנסה ליזום מהלכים סימביוטיים, לא תמיד בהצלחה מרובה. הוא ישמח להיות מעורב בפעילויות כאלו בעתיד - "זה ב-DNA שלנו", וללמוד איך הם יכולים לתרום ולהיתרם מכך.

החום השאירי הנוצר משריפת הפסולת במטמנה הוא מציע למפעלים לצרכיהם.

מהביוגז שנוצר במטמנה הוא יוצר כיום 4 מגה חשמל, ומתכנן עוד מתקן לעוד 4 מגה שמוצע למפעלים במישור.

את הקרקע המזוהמת המגיעה אליהם הוא מטהר, ואת הקרקע המטוהרת הם מחזירים לטבע.

הם מעוניינים להקים משטחי פנלים פוטוולטאיים על גבי תאי המטמנה. התחילו בבדיקת פתרונות להקמת משטחים אלה, וכבר יש הצעות לפתרונות כמו יריעות מיוחדות.

סיכום:

ייתכן וניתן להסתייע בצוות מטמנת אפעה במהלך הסימביוזה התעשייתית וכן ביצירת אנרגיה מתחדשת.

## ▪ שיחה עם זאב ברל, סגן ראש מנהלת התעשיות ומרכז פעילות אזורי התעשייה במשרד הכלכלה. בהשתתפות עמי רובין, כלכלן המנהלת.

29.7.2019

1. מנהלת התעשיות עובדת בשיתוף עם מנהל אזורי תעשייה. מנהל אזורי התעשייה מגדיר אזורי עדיפות לאומית לתעשייה ומנהל התעשיות נותן להם את ההמלצות מחד, ומאידך הוא גם האחראי לאשר השקעות של יזמים חדשים (זאב ועמיהם אלה שעוסקים באישור כל הבקשות).
2. רמ"י מקדמים את האופציה של אורון, בניגוד להמלצת משרד הכלכלה. להערכת של זאב ועמיר אין טעם לפתח את אורון.
3. נראה להם שסגירת בז"נ בשנים הקרובות אינה ריאלית.
4. העתודות במישור רותם הפכו אותו לפארק התעשייה העיקרי לגידול תעשייה גדולה "עם השלכות סביבתיות" ולפי מצב הנוכחי של היוזמות נראה שהוא עונה על הצרכים.
5. בעבר, נאות חובב יועדה רק לתעשיות "עתירות השלכות סביבתיות", אבל בלחץ השנים האחרונות קלטו גם תעשיות אחרות. לפיכך, פארק נאות חובב מתקשה לקלוט תעשיות גדולות חדשות.

6. הפקת החול ממישור רותם היא צורך לאומי ויש לו חשיבות אסטרטגית. לכן, להערכתם כל עוד לא מוצתה יכולת הפקת החול בשטחים האחרים, לא יהיה ניתן להקים שם תעשיות גדולות חדשות. יש שתי בקשות למפעלי פצלי שמן שבטיפול וכל עוד יש יזמים, יתנו להם את ההזדמנות.
7. להערכתם, הבאת היזמים היא המבחן לצורך שטח התעשייה והם פחות מאמינים בתזות שאין מאחוריהן יזמים.
8. מפעלי הפקת חשמל, וכנראה גם אגירת חשמל, מוגדרים מבחינתם כמפעלי תשתית ולא תעשייה ולכן אינם ישירות בתחום האחריות של מנהל התעשיות. עם זאת פתרונות אלה נראים להם נכונים אבל חשוב להימנע מסגירת אופציות תעשייתיות אלא לשלבם בצורה נכונה.
9. הם רואים את האופציה של הפקת GTC ו- GTL וחושבים שיש מקום להגיע לתעריפי גז נמוכים יותר לתעשייה. לשם כך חיוני לשנות את מודל תמחור הגז לחברת החשמל. אם המודל יתוקן, יהיה מקום ליזמים להיכנס למשא ומתן מול ספקי הגז והפרויקטים של GTC ו- GTL יקבלו דחיפה קדימה. במיוחד היום עם אישור ההזרמה של הגז מאתר לווינתן אתגר השימוש בגז הופך ריאלי.
10. מוכנים להמשיך את הדיאלוג.

# תעשייה וחדשנות



מוסד שמואל נאמן  
למחקר מדיניות לאומית

טל. 04-8292329 | פקס. 04-8231889  
קרית הטכניון, חיפה 3200003  
[www.neaman.org.il](http://www.neaman.org.il)