

# חלופות יישומיות למשק האמוניה

## הערכות חירום של משק האמוניה ונגזרותיה

### מסמך-עמדה מקצועי

#### מחברי המסמך:

פרופ' עמוס נוטע  
פרופ' גדעון גרדר  
פרופ' דניאל לוי  
פרופ' עדי וולפסון  
פרופ' אמציה ברעם  
ד"ר אינג' דן יצחקי  
ד"ר אינג' יובל מנטל  
ד"ר עזרא נשרי  
מהנדס אלי חסדאי  
מהנדס גיא עצמון  
מהנדס אייל ביטקובר  
סא"ל (מיל') מהנדס מירל לוטן  
מר מוטי אשכנזי  
מר רון אירמאי  
סא"ל (מיל') ירון חנן – מרכז הצוות

## תוכן עניינים

עמוד	נושא
2	רקע
3	תכנית פעולה והיערכות והצעדים ליישומה
4	חברי הצוות
	נספחים :
5	נספח א' - הסכנות הכרוכות בהמשך המצב הקיים
8	נספח ב'- תהליך אופרטיבי : היערכות לסגירת מערך יבוא האמוניה הנוכחי
9	נספח ג'- יבוא חומצה חנקתית (סקירה תמציתית)
10	נספח ד'- ייצור אמוניה מאוריאה (סקירה תמציתית)
10	נספח ה'- ייצור אמוניה במתקנים ניידים קטנים (סקירה תמציתית)
11	נספח ו'- בחינת הקמת תשלובת לייצור אמוניה, נגזריה ומוצרי-המשך

## 1. רקע

במלאת 30 שנה להקמת מכל אחסון האמוניה בנמל חיפה, גוברים האיזמים על עמידותו של המכל בתרחישים שונים, הן כתוצאה מכשל תפעולי או תחזוקתי, הן בתרחיש מלחמתי כזה או אחר והן בתרחישי אסון-טבע כגון רעידת-אדמה או צונאמי. כל אלה עלולים לגרום לאסון ברמה הלאומית ולפגיעה נרחבת באוכלוסייה ובלבית-הכלכלה במטרופולין חיפה.

צריכת האמוניה בישראל עומדת על כ-120 אלף טון בשנה. מעל 90% מהצריכה משמש כחומר-גלם בתעשייה, בעיקר בתעשיית-הדשנים, שרוב תוצרתה מופנה ליצוא, והיתר משמש בתעשייה ובמגזרי המזון, הרפואה והביטחון, לקירור ולשימושים נוספים. משק-האמוניה במדינה מבוסס על יבוא של אמוניה אל-מימית נוזלית ומקוררת בהובלה ימית. האמוניה מאוחסנת בקירור במכל-אמוניה בנמל חיפה, המכיל עד 12,000 טון, ומועברת ממנו לצרכנים בצנרת או בשינוע יבשתי.

**מערך היבוא והאחסון של האמוניה מהווה סכנה קיומית** למאות אלפי תושבי מפרץ חיפה. פגיעה באנייה שמובילה את האמוניה או במכל-האחסון, תגרום בוודאות גבוהה לפריצת אמוניה שעלולה לגרום לאמוניה להפוך לענן רעיל, פציץ ודליק, ולהוביל לאסון רב-נפגעים באזור נרחב, אסון קטלני והרסני בהיקף שאי-אפשר יהיה להכיל. אפילו התרעה מוקדמת לא תוכל למנוע את האסון [חוי"ד של פרופ' א' ברעם וע' נשרי לבג"צ 3339/16, מאי 2016]. גם מערך השינוע הקרקעי של מכליות-אמוניה ממפרץ חיפה לרחבי המדינה מהווה סיכון יומיומי לאוכלוסיות ערים ובכבישים עמוסים.

חשוב לציין כי לאור העובדה שכל האמוניה במדינה מגיעה לנקודת ריכוז אחת בנמל חיפה, במקרה של פגיעה מהותית או כשל חמור במכל האמוניה שבנמל חיפה ו/או במערך אספקת האמוניה מתברר כי בשום תכנית-היערכות לאומית למצבי-חירום אין התייחסות לתרחיש של מחסור מידי ומשמעותי באמוניה לצרכנים חיוניים. זאת ועוד, עקב ריכוז הרזרבה העיקרית של אמוניה במדינה בנקודה אחת במפרץ חיפה, הרי שבמצב-חירום לא יהיה מנוס מלהפחית משמעותית את אספקת האמוניה במשק אפילו עד כדי הפסקתה לגמרי, לפרק זמן משמעותי!

לפיכך, במצב הקיים ניתן לקבוע באופן חד-משמעי כי אין כיום אפשרות ממשית להגן על מערך האמוניה (אמוניה/מיכל/צנרת) בנמל חיפה. יתר על כן, בעת פגיעה במערך האמוניה, לא ניתן יהיה להגן על האוכלוסייה-רבתי ו/או על ריכוזי תשתיות תעשייתיות חיוניות המצויים בתחומי הסיכון הנרחבים סביב מפרץ חיפה מפני התרחשות של אסון-פתע רב-נפגעים (אפר"ן). בנוסף, מצב-חירום כזה עלול להפתיע את האוכלוסייה והמערכות הארגוניות הפועלות בשיגרה, ללא כל התרעה מוקדמת (נספח א').

לאור האמור לעיל, אנו מצויים כבר כעת במצב-חירום לאומי במשק האמוניה בישראל. לכן נדרש להכין וליישם באופן מידי תכנית-חירום להסדרת משק-האמוניה, תכנית שתסיר את מכלול הסיכונים הנשקפים מאסון-פתע רב-נפגעים מחד ותציג פתרונות חליפיים שיאפשרו פעילות משקית שגרתית ללא הפרעה. תכנית שכזו צריכה לכלול חלופות אחרות ובטוחות למערך יבוא ואחסון האמוניה בקירור, ולהבטיח את צרכי משק-האמוניה הלאומי על נגזרותיו.

## 2. תכנית-פעולה והיערכות והצעדים ליישומה :

- **משימה א: הפסקת יבוא האמוניה באניות-מיכל, סגירת-חירום מידית של מכל האמוניה\*** תוך אבטחת מלאי-חירום לצרכנים חיוניים ביותר (מיקוד של החלטת-ממשלה מס' 766 מאוקטובר 2013 לנוכח הסיכונים המידיים למכל וממנו). הכנת תכנית-חירום כוללת וביצוע סקר של המערך הקיים, סקר-סיכונים והגדרת יעדי-פינוי ולוחות-זמנים (נספח ב').
- **משימה ב: הקמת צוות מקצועי לגיבוש חלופות למערך אספקת-האמוניה הנוכחי.** הצוות יכלול את נציגי המדינה, התעשייה והאקדמיה, ויבחן היבטים של ביטחון, בטיחות, ישימות, זמינות, תפעוליות, עלויות אלטרנטיביות, מימון ועוד.

### להלן מספר חלופות אפשרויות:

#### 2.1 בטוח המידי (תוך הגדרת מצב-חירום ייעודי למערך האמוניה)

א. **פתרונות לצרכני אמוניה קטנים**, החיוניים ביותר למשק החירום ולביטחון המדינה (עד כ-5,000 טון):

- השלמה וסגירה של פערי-מלאי של אמוניה ונגזריה, בתעדוף על-פי חיוניותם. אספקת אמוניה מנקודת-החלוקה הרגילה ב"דשנים" או ישירות מהמכל שבמסוף הכימיקלים בנמל חיפה טרם סגירתו הסופית\* ו/או ממקורות נוספים, לרבות יבוא בכמויות קטנות.
  - אספקת חומצה חנקתית מיבוא ישירות לצרכן או לפי דרישה דרך מכלי-ביניים (נספח ג').
  - יבוא **אוריאה** (שתנן) במקום אמוניה: אוריאה תוסב לאמוניה אל-מימית, וזו תסופק לצרכנים לפי אזורי-ביקוש (נספח ד').
- ב. **פתרונות לצרכני אמוניה גדולים**: היערכות-חירום לאיגום מלאי-חירום לצרכיהם החיוניים ביותר, והתארגנות לצמצום זמני של התפוקה ואף לסגירה זמנית של מתקנים, או ליבוא של חומרי-גלם חלופיים (באחריות הצרכנים בלבד).

#### 2.2 בטוח הקצר

א. **פתרונות לצרכנים קטנים**:

- שימוש ב **אוריאה** כחומר-גלם לייצור אמוניה. פתרון זה מיושם בהדרגה כבר היום בחברת- החשמל, כאשר בשתי תחנות כח נעשה שימוש באמוניה הנוצרת מאוריאה, שמוזרקת ישירות למתקני טיהור תחמוצות החנקן בתחנות הפחמיות (נספח ד').
- ייצור אמוניה נקודתי ובכמויות קטנות במתקנים ייעודיים (נספח ה').
- יבוא מצומצם של אמוניה יבשה ולא מקוררת במכלים של טון ("צינאות") עד כמה טונות (איזוטנקים).

(\* פעולת ריקון-חירום של האמוניה מהמכל במפרץ חיפה ואספקה של אמוניה ללקוחות ישירות מהמכל בוצעה כבר פעמיים בעבר: במלחמת לבנון השנייה (2006) ובזמן השביתה הממושכת בחיפה כימיקלים (2011). סגירת המכל תחייב ריקונו הסופי כולל המלאי "הקריטי" (2000 טון).

ב. **פתרונות לצרכנים גדולים**:

- **יבוא של חומצה חנקתית נוזלית (60%-65%)**: הכנת סקר ע"י גוף מקצועי ובלתי-תלוי לבחינת אפשרות של יבוא של עד 600,000 טון לשנה חומצה חנקתית לכלל המשק הזקוק לחומר הגלם הזה (נספח ב').
- **יבוא זמני של אמוניה** לצרכנים שונים בכמויות מוגבלות מאוד (עד כמה עשרות טונות במשלוח, **ובלי מכלי-אחסון גדולים** הגורמים בעיה בטיחותית קשה).

### 2.3 בטווח הבינוני- ארוך:

- המשך היישום והשימוש של חלק מהטכנולוגיות שהוצעו לטווח הקצר, בהיקפים שונים.
- בחינה של טכנולוגיות להפרדת אמוניה נקיה המופקת מתהליך פירוק האוריאה, או לחילופין להמרה ישירה של אוריאה לחומצה חנקתית עבור צרכנים גדולים ובינוניים. בחינת התאמה ושיפור של מתקנים עובדים לפי ידע קיים שניתן לרכוש.
- בחינת אפשרויות לייצור אמוניה ונגזריה בתשלובות/מפעלים מבוססי גז טבעי בנגב, לרבות האפשרויות לשלב את הייצור עם מתקן לייצור מתנול המתוכנן בדרום ועם הקמת קווי-ייצור חדשים של דשנים ומוצרי-המשך נוספים (נספח ו').

### מצורפים נספחים

=====

### חברי צוות-המומחים:

- פרופ' עמוס נוטע**- פרופסור להנדסה גרעינית, מייסד מרכזים לביטחון, בטיחות ואבטחת איכות ובטיחות, בטכניון ובמכון הטכנולוגי חולון
- פרופ' גדעון גרדר**- דיקן הפקולטה להנדסה כימית, הטכניון
- פרופ' דניאל לוי**- פרופסור להנדסה כימית, הטכניון
- פרופ' עדי וולפסון**- ראש המחלקה להנדסה כימית המכללה האקדמית להנדסה-סמי שמעון, מהנדס כימיה ומומחה לקיימות
- פרופ' אמציה ברעם**- מומחה לג'יהאד עולמי וארגוני טרור
- ד"ר אינג' דן יצחקי**- מהנדס כימיה ויועץ-מומחה למתקני-תעשייה פטרוכימית
- ד"ר אינג' יובל מנטל**- מהנדס-גרעין ומומחה לבעיות-סביבה
- ד"ר עזרא נשרי**- מהנדס אלקטרוניקה ומנהל מערכות ביטחוניות
- אלי חסדאי**- מהנדס כימיה ויועץ לתעשייה
- גיא עצמון**- מהנדס כימיה ויועץ לתעשייה
- אייל ביטקובר**- מהנדס תהליך בתעשייה הכימית
- ירון חנן**- מומחה לניהול סיכונים ומצבי חירום, סא"ל מיל' בפיקוד צפון – מרכז הצוות
- מירל לוטן**- מהנדס מכונות ומנהל מערכות, סא"ל מיל' בפיקוד העורף
- מוטי אשכנזי**- מנתח מערכות, יועץ אסטרטגי ועוסק בכלכלת מאקרו
- רון אירמאי**- חוקר ביצועים ומהנדס מערכות ביטחוניות

## נספח א' - הסכנות הכרוכות בהמשך המצב הקיים

סיכום חוות דעת מומחים: פרופ' עמוס נוטע מומחה לניהול סיכונים והתגוננות העורף, פרופ' אמציה ברעם מומחה לגייהאד עולמי וארגוני טרור, פרופ' אמנון שטנגר פרופ' לכימיה ובעבר קצין מפעלים של פקע"ר במפרץ חיפה, ד"ר אפרים לאור מומחה לאפר"ן ומוכנות למצבי אסון, ד"ר מנחם גנוט מומחה לבטיחות, התגוננות העורף והנדסת כימיה, ירון חנן (M.A.) מומחה לניהול סיכונים, המשכיות עסקית ומצבי חירום

אמוניה היא גז מסוכן ורעיל ביותר הגורם בהתנדפותו לאוויר לכוויות בעור ובעיניים. שאיפת אמוניה בריכוז מסוים עשויה לגרום לנזק חמור לריאות ואף למוות. נספח זה מציג בקצרה מדוע המצב הנוכחי, שבו מבוסס משק-האמוניה בישראל על אמוניה המיובאת באורח שוטף באניות, נפרקת במסוף הכימיקלים בנמל חיפה, מאוחסנת במכל ענק בתנאי קירור מיוחדים ומשונעת לרחבי הארץ במשאיות, הוא מצב מסוכן באופן קיצוני ובלתי קביל בעליל! במקרה של דליפת-אמוניה גדולה, כתוצאה מפגיעה במכל האמוניה ו/או מפגיעה באניית האמוניה, אזורי הפגיעה הידועים כיום כוללים ישובים רבים המצויים באגן שמסביב למפרץ חיפה- בין שפרעם ועכו בצפון, עוספיה, דלית-אל-כרמל וטירת-הכרמל בדרום, קריית טבעון, מ"א זבולון במזרח וחיפה, הקריות ויישובי חוף-הכרמל במערב. להלן הסיכונים המרכזיים:

1. **סיכון תפעולי** - מכל האמוניה מכיל בכל רגע נתון בין 2,500 ל-12,000 טון אמוניה. די בדליפה של הכמות המינימלית במכל, כדי לגרום לאסון כבד ולפגיעה חמורה עד קטלנית בחיי אדם ברדיוס של קילומטרים רבים מאזור המכל. חשוב לציין כי מצבו התחזוקתי של המכל כיום הוא נעלם גדול ועל כן יש להתייחס אליו כ"פג-תוקף", כיוון שהמכל לא רוקן מאז הקמתו לפני 30 שנה לצורך הבדיקות הנדרשות לפי הוראות היצרן. כמו כן, למכל אין רישיון עסק. מהעדויות המצויות בידנו, לרבות מגורמים פנימיים שעבדו במסוף הכימיקלים ובמכל האמוניה במפרץ, מצבו התחזוקתי של המכל לא טוב, דבר שעלול להוביל בכל רגע נתון לאובדן-שליטה ולדליפת-חומ"ס קשה עד כדי פריצת המכל וקריסתו (כמו באסון-האמוניה בליטא, 1989).
2. **סיכון מאסון-טבע** - המכל ממוקם באזור שבר גאולוגי ידוע (שבר כרמל/יגור), על אחד מענפי השבר הסורי-אפריקאי ובסמוך לחוף המזרחי של הים התיכון שבו מתרחשים רעשי אדמה בתדירות גבוהה. כמו כן, המכל ממוקם על "קרע מתנזלת"<sup>1</sup> המועדת לפורענות במצב של רעידת-אדמה החל מהרף הנמוך של רעידות חזקות. בנוסף, על פי תרחיש-הייחוס הלאומי הרשמי למצבי אסון-פתע רב-נפגעים (אפר"ן), המכל ממוקם באזור-פגיעה מוכר לתרחיש של צונאמי בים התיכון<sup>2</sup>. במקרה של אתרעת צונאמי אוניית האמוניה לא תספיק להתרחק ותפגע גם היא. בשני התרחישים הנ"ל- מצב של רעידת-אדמה או צונאמי, המכל והאמוניה צפויים להיפגע ולהתבקע וכל תכולתם הקטלנית תפרוץ החוצה, תפגע ברבבות בני-אדם ותהרוס תשתיות-חיים וטבע ברדיוס גדול ביותר סביבו.
3. **סיכון מלחמתי** - זה כמה שנים ידוע כי מכל-האמוניה ומערך האמוניה הפך ליעד-תקיפה ברור ומוצהר עבור האויב ובייחוד עבור חיזבאללה. המכל ותכולתו מוצגים על ידי אויבינו כיעד אסטרטגי היוצר מאזן-אימה ביכולת ההתקפית שלהם מול צה"ל. בתרחיש של מלחמה שמתדרדרת ומתמשכת, או לאחר מהלומה חזקה של צה"ל על תשתיות בלבנון, או בשכונות שיעיות בביירות ובבקעת הלבנון, צפויה מתקפה של מטח-טילים מדויק עם ראשי-נפץ גדולים על המכל, בסבירות גבוהה ביותר של פגיעה [לפי חו"ד א' ברעם, בג"ץ 3339/16 מאי

[2016]. במקרה כזה תיווצר פריצה קטלנית ביותר של אמוניה, שכאמור תשפיע לטווח רחוק, כפי שמתואר בתרחישי-הייחוס הלאומיים.

4. **סיכון פח"ע** - קיים גם תרחיש סיכון בסבירות הולכת וגוברת למתקפת-טרור קרקעית או אחרת על מערך האמוניה [חו"ד א' ברעם, בג"ץ 3339/16 מאי 2016] עם תוצאות דומות לאלה של התרחיש המלחמתי.

5. **סיכון משינוע במכליות-כביש וברכבות** - חלק גדול מהאמוניה משונע ממפרץ חיפה לצרכנים ברחבי הארץ. כמעט בכל יום משונעות מאות טונות של אמוניה ברחבי המדינה. בשינוע לטווחים ארוכים משתמשים במכלית איזוטנק על גבי קרונות של רכבת בנפח של 50-110 מ"ק. בשינוע לטווחים קצרים משתמשים בד"כ במשאיות, כאשר הקיבולת של כל משאית כ- 20-25 טון. התהפכות או התבקעות של מכלית-כביש או של קרון הנושא מכלי-אמוניה באזור מאוכלס, עלולות לגרום לאסון בקנה-מידה מקומי ולפגיעה קשה בעשרות בני אדם. אירוע כזה, שהתרחש כמה פעמים במדינה והסתיים למזלנו ללא נפגעים וקורה כמעט מידי יום במדינות המערב. במקרה של התהפכות משאית או קרון עם אמוניה האירוע מוגדר מיד כאירוע-חירום המחייב פינוי או הסתגרות של אוכלוסייה של אלפי בני-אדם בבתיהם, ניתוק זרם-החשמל ועצירה של כל הפעילות הכלכלית במרחב גדול למשך שעות (במקרה "הטוב").

6. **סיכון משק לשעת-חירום** – אמוניה נחוצה כיום למספר תהליכים חיוניים בשעת-חירום, תהליכים הקשורים בעקיפין למצב מל"ח במדינה. כיוון שמכל-האמוניה בחיפה מהווה מקור יחיד בארץ לפריקה, לאחסון ולשינוע של אמוניה, צפוי כי בתרחישי מל"ח יופיע סיכון הפגיעה ופריצת המכל כסיכון מהותי להמשך הרציפות התפקודית של תהליכים קריטיים במדינה. תמוה הדבר, שלמרות הוודאות בהפסקת הזרמת אמוניה לכלל הצרכנים במדינה כתוצאה מפגיעה במכל-האמוניה בכל אחד מהתרחישים שצוינו, מסתבר כי בהגדרות של מל"ח לא מופיעה הפגיעה במכל כסיכון לאספקה או לרציפות תפקודית של תהליכים קריטיים בחירום.

7. **סיכון פיצוץ של אמוניה**: תערובת של אמוניה באוויר ביחסים של 15-28% היא תערובת פציצה. האפקט דומה לאפקט שיוצרת פצצת דלק-אוויר ("אם כל הפצצות"). אמוניה הנפלטת כענן בריכוז גבוה הולכת ונמהלת עם האוויר במהלך תנועתה עם הרוח. אין לדעת להיכן בדיוק יגיע הענן לריכוז פיצוץ היכול להיווצר מניצוץ מקרי, הדלקת סיגריה וכד'. בהחלט סביר שזה עלול לקרות במקום מיושב ואז, בנוסף לרעילות, יסבול המקום מנזק של פיצוץ עם הדף אדיר. תוצאת הלואי תהיה ענן של תחמוצות חנקן (NOx-ים) רעיל ומזהם.

8. **הניתן "למגן" את המכל ומסוף האמוניה?** – מסוף-האמוניה בנמל חיפה כולל את מכל-האמוניה ואת אניית-האמוניה הפוקדת כל חודש את המסוף ועליה מטען של אלפי טונות אמוניה, כמו גם את הצנרת והמתקנים שמסביב. כל הרעיונות ל"מיגון" מכל-האמוניה אינם מעשיים ומטעים את מקבלי-ההחלטות ואת הציבור. ראשית, ידוע כי לא ניתן למגן ביעילות את מכל-האמוניה דווקא בנקודה הכי קריטית ופגיעה שלו, קרי: גג-המכל. כמו כן, גם דפנות-המכל אינן ממוגנות ביעילות מפני סוגי-חימוש רבי-עצמה ומדויקים שכבר קיימים אצל האויב. קל וחומר, לא ניתן למגן את אניית-האמוניה או את הצנרת. לפיכך המסוף על כל מרכיביו אינו ממוגן לתרחישי מלחמה ופח"ע. גם ההסתמכות על מערכת "כיפת-ברזל" כמוצא אחרון מפני פגיעת טיל במכל צריכה להילקח בערבון מוגבל מאד. כמו כן, לא ברור

אם במצב מלחמה תוקצה לכך סוללה מיוחדת של כ־100-84%, ולכן היא תתקשה להשמיד לחלוטין כל שאמינותה מוערכת רשמית ע"י צה"ל. בנוסף, כפי שצוין לעיל, בתרחיש הצפוי של אסון-טבע משמעותי המכל לא יחזיק מעמד.

**9. האם ניתן לנקוט "צעדי מנע" להפחתת סיכוני מכל ומסוף האמוניה? – לפי מידע מטעה שמפרסמים בעלי המכל והמסוף לציבור במטרה להרגיעו, משתמע כי בזמן ההכרזה על מצב-חירום במשק יתבצע "ריקון"-כביכול של מכל-האמוניה לים או למשאיות-פינוי, ותינתן הוראה לאניית-האמוניה לשוט ללב-ים. קל מאד להפריך את יכולת המימוש של צעדי-המנע הללו. ראשית, רוב התרחישים שתוארו לעיל הם תרחישי-פתע, כך שאין כל יכולת להיערך לקראתם מראש, ולא יהיה סיפק בידי מפעילי המסוף לבצע את צעדי-המנע הללו בזמן-אמת. כמו כן, אפילו בתרחיש מלחמתי, שלכאורה מאפשר היערכות מוקדמת והפעלת אמצעי-מנע כגון "רידוד" המכל, הרי שהזרמת תוכן המכל למשאיות יימשך ימים רבים מדי, אם בכלל תהיינה משאיות זמינות במצב הזה. גם ריקון המכל לים אינו יכול להיחשב כצעד מניעתי ריאלי. על פי טענת בעלי-המכל, ריקון שלם לים יימשך כ-100 שעות, שהם יותר מ-4 ימים! יתר-על-כן, משמעות הדבר היא שעלול להיגרם נזק אקולוגי בלתי-הפיך ברמה קטסטרופלית לים, לדגה ולכלל האורגניזמים בים התיכון. בנוסף, פעולה זו תהיה הפרה גסה מצד מדינת ישראל של אמנת-ברצלונה להגנת הים מפני שפכים תעשייתיים [ח"ו"ד מ' גנוט, בג"צ 3339/16, מאי 2016].**

#### לסיכום:

למרות שהוצגו כאן רק עיקרי הסיכונים, ולא כולם, ברור מאוד כי המצב הקיים לא יכול להימשך, ושרמת-הסיכון כיום גבוהה באופן קיצוני. מרבית תרחישי-האיום שנבחנו יכולים להתממש בכל רגע נתון, וברוב המקרים ללא התרעה מוקדמת. לכן, אין כיום שום אמצעי להבטיח או לאבטח את מתקני האמוניה או את אמצעי ההובלה והשינוע של האמוניה במדינה.

#### הערות

1. בדו"ח מבקר-המדינה משנת 2000 (ובדו"חות שבאו אחריו) צוין כי שבר יגור/כרמל, העובר בתחומי העיר חיפה ושעליו ממוקמות שכונות רבות וגם מפעלי התעשייה במפרץ, הוא שבר פעיל שעלול בבוא היום לגרום לרעידת-אדמה חזקה בעוצמה של 6 דרגות ויותר בסולם ריכטר. בנוסף, בתרחיש הייחוס שעליו מדברים במכון הגאופיזי משנת 2000 הוא, שעד שנת 2020 תפקוד את חיפה רעידת-אדמה ללא כל התרעה מוקדמת, שתוצאותיה יהיו אלפי הרוגים, עשרות אלפי פצועים ונזק כבד לתשתיות ולרכוש; כמו כן, קיימת סכנה מאפקט-דומינו ומפגיעה במצבורים האדירים של חומרים מסוכנים המרוכזים באזור המפרץ. מחקרים של המכון הגאופיזי בחיפה ובעמק זבולון מצאו, כי הקרקע באזור שבו נמצאים רבים מהמפעלים והמתקנים המסוכנים מורכבת מאדמת-סחף המכסה את הסלע, או חול על גבי מי-תהום, ונתונים אלה עלולים להגביר את עוצמת הרעידה ואת היקף הנזקים והפגיעות.
2. "אין שום סיבה לשאננות", אומרת ד"ר בוורלי גודמן מאוניברסיטת חיפה. "אפשר לקבוע בוודאות של מאה אחוז שיום אחד יהיה צונאמי בישראל, השאלה היא רק מתי". גודמן חוקרת בשנים האחרונות עדויות פיזיות לגלי-צונאמי שפגעו בעבר בשטח ישראל. לדבריה, "אפשר לדבר על 13-14 אירועים של צונאמי על קו החוף הישראלי ב-2,500 השנים האחרונות". היא מוסיפה כי "היו גלי-צונאמי שככל הנראה דמו בעוצמתם לגלים שגרמו לאסון שהיה בלב האוקיאנוס ההודי ב-2004". על פי תרחיש הייחוס הלאומי מכל האמוניה יתבקע במקרה של צונאמי!



## נספח ב' - תהליך אופרטיבי: היערכות-חירום לסגירת מערך יבוא האמוניה הנוכחי

### שלב א: סגירת המכל בתנאי-חירום והפסקת יבוא האמוניה

1. עריכת תכנית-חירום לסגירת מכל האמוניה
  - 1.1. סקר עדכני של מערך יבוא ואחסון האמוניה.
  - 1.2. הגדרת יעדי פינוי האמוניה במהלך ריקון המכל.
  - 1.3. תכנון מפורט של תהליך סגירת המכל.
    - 1.3.1. שלב א' - ריקון המכל לחלוטין, לרבות 'מלאי-התחתית'.
    - 1.3.2. שלב ב' - פירוק המכל.
    - 1.4. סקר-סיכונים לתהליך סגירת המכל וריקונו.
    - 1.5. לוח-זמנים לסגירת המכל - בהתאם לתכנון המפורט לסגירת המכל ובתיאום עם לוח-הזמנים להפעלת **המערכות החלופיות** (ראה להלן).

### 2. תאריכי יעד שיש לקבוע בלוח-הזמנים ליישום תכנית-חירום לסגירת המכל

- 2.1. הפסקת הגעת האנייה למילוי אמוניה במכל.
- 2.2. סיום פינוי המכל.
- 2.3. סיום פירוק המכל.

### שלב ב': הערכות-חירום לכינון מערך חלופי לאמוניה ונגזרותיה

1. בסיס תכנון לחלופות חירום
  - 1.1. סקר-צריכה - יצירת מאגר מידע מלא של מספר המשתמשים ומיקומם, אפיון איכויות החומרים, היקפי הצריכה של כל אחד מהם ורמות הזמינות הנדרשות בחירום וברגיעה. מקורות המידע: ספקים, גורמי הובלה ושינוע, הגופים הקשורים באחסון של אמוניה ונגזרותיה, וסקר או פנייה לקבלת המידע הנדרש מן הצרכנים לקראת סגירת המכל.
  - 1.2. תכנון מערך יישום-חלופות ארצי - הקמת מערך ארצי לייצור ואספקת אמוניה בהתאם לסקר-הצריכה.
2. תכנון חלופות
  - 2.1. בקשת מפרטי הצעות למתקני ייצור של אמוניה ונגזרותיה מסוגים שונים - ניחים, יבילים ו/או ניידים (היקף ייצור, עלויות ומשך הספקה).
  - 2.2. בקשת הצעות למכלי-אחסון מבוזרים סטנדרטיים (קבועים, יבילים ו/או ניידים).
  - 2.3. עדכון מערך חלופות ארצי בהתאם לסעיף 1.2 לעיל.
  - 2.4. קביעת לוחות זמנים להפעלת המערכות החלופיות.

2.5. החלטת ממשלה על אופן התקצוב והסיוע לתהליך המעבר לתחליפי אמוניה במשק.

### **נספח ג' - יבוא חומצה חנקתית (סקירה תמציתית)**

חומצה חנקתית ( $\text{Nitric Acid HNO}_3$ ) היא חומצה מינרלית חזקה המשמשת כחומר גלם עיקרי בתעשיות מוצרי החנקן ובעיקר בתעשיית ייצור הדשנים (75-80% מהתצרוכת העולמית). חומצה חנקתית היא מחמצן חזק, והיא חומר קורזיבי שמגיב חזק עם מתכות ובמיוחד עם ברזל ונחושת. החומר מסוכן למגע, אך אינו נדיף, במיוחד בהשוואה לאמוניה.

עפ"י דו"ח "סוכנות הייעוץ הבריטית לחקר הסחר העולמי" מנובמבר 2016, השוק העולמי של חומצה חנקתית נע בין 750-800 מיליון טון בשנה. הביקושים קשורים קשר ישיר לביקוש לחומרי-דישון חנקתיים ובאופן משני לייצור חומרי-נפץ. כמו כן, בשנת 2016 עלה הביקוש העולמי של חומצה חנקתית ב-7%, בעיקר בשל עליית הביקושים במזרח אסיה, במיוחד בהודו ובסין, וכן במרכז ובדרום אמריקה.

עיקר היצרנים של חומצה חנקתית נמצאים בארה"ב, מערב אירופה ומזרח אסיה. הודו, שהייתה יבואנית גדולה של חומצה חנקתית הקימה מתקני-ייצור עצמאיים לנוכח הביקוש הגובר. לעומת זאת, הביקושים בארה"ב ירדו עקב תקנות חדשות למניעת חדירת חומרי-דישון למי-התהום. רוב שינוע החומצה החנקתית (בריכוז של כ-60-65%) נעשה באניות מיוחדות. השינוע היבשתי, במשאיות וברכבות, נעשה במכלי-מתכת מיוחדים, בהתאם לריכוז החומר. השינוע של חומצה חנקתית בים וביבשה בריכוז הנ"ל ובתנאים תקינים הינו פחות מסוכן באופן משמעותי לעומת השינוע של אמוניה. זאת מכיוון שלא מדובר בחומר דליק ורעיל כמו אמוניה, ומכיוון שהנדיפות שלו בטמפרטורת הסביבה נמוכה בהרבה מזו של אמוניה.

רוב האמוניה המיובאת לישראל משמשת לייצור חומצה חנקתית, בריכוז של 60-65%, והייצור נעשה במתקני N של חיפה כימיקלים. יבוא החומצה החנקתית לארץ יכול להוות תחליף לזמן מוגבל ליבוא אמוניה עבור צרכנים גדולים ובינוניים הזקוקים לחומצה חנקתית.

## נספח ד' - ייצור אמוניה מאוריאה (סקירה תמציתית)

ניתן להפיק אמוניה מ"שתנן" (אוריאה Urea) ישירות באתרים שבהם היא זרושה לתהליך תעשייתי. השימוש באוריאה אינו גורם לסיכון בטיחותי או סביבתי, ובשנים האחרונות הוא אף משמש כחומר המקטין את זיהום האוויר ממקורות נייחים (תחנות-כוח וכד'). דוגמא ליישום זה אפשר למצוא כבר היום בארץ, בתחנות-הכוח הפחמיות של חברת חשמל לישראל (חח"י), שבהן הוקמו מתקנים להמרת אוריאה לאמוניה [U2A] במטרה להפחית פליטות של תחמוצות חנקן ( $\text{NO}_x$ ) מארובות התחנות. המתקנים נכנסו לפעולה בתקופה האחרונה, בשלב הראשון ביחידה 5 בתחנת-הכח "אורות רבין". כושר-הייצור המקסימלי האפשרי של מתקני המרת האוריאה לאמוניה בתחנות-הכוח "אורות רבין" ו"רוטנברג" יגיע לסדר-גודל של כ-20,000 (עשרים אלף) טון אמוניה בשנה.

## נספח ה' - ייצור אמוניה במתקנים קטנים (סקירה תמציתית)

ניתן לייצר אמוניה במתקנים קטנים, מקומיים או ניידים, כפתרון-ביניים לצרכנים קטנים: התהליך המקובל הוא ייצור של אמוניה ( $\text{NH}_3$ ) מחנקן ( $\text{N}_2$  - המופק מהאוויר) ומימן ( $\text{H}_2$  - המופק מגז טבעי ו/או ממים), בתהליך הקלאסי של Haber-Bosch או בשיטות אחרות שפותחו מאז. מתקנים קטנים להפקת אמוניה שצורכים חנקן ומימן ניתנים כיום לרכישה "מן המדף" מיצרנים שונים בעולם. המתקנים הבטיחותיים הללו יכולים להגיע במכולות מודולריות להצבה בחצר המפעל או באזור התעשייה, ואף ניתנים להתקנה על גבי משאיות לצורך ניוו בין צרכנים קטנים. מערך כזה יאפשר קווי הספקת-אמוניה ישירים ויעילים לנקודות הצריכה, ללא צורך באחסנה כלל, או לכל היותר עם אחסון-ביניים במכלי-אחסון מקומיים ומזעריים. כמו כן, הוא יחליף את הצורך בשינוע המסוכן של אמוניה במכליות-כביש ממכל-האמוניה שבמפרץ חיפה ו/או מתשלובת-הייצור המתוכננת במישור רותם.

## נספח ו' - בחינת הקמת תשלובת לייצור אמוניה, נגזריה ומוצרי-המשך

התהליך המרכזי לייצור אמוניה ( $\text{NH}_3$ ) מבוסס על תגובה בין חנקן ( $\text{N}_2$ ) ומימן ( $\text{H}_2$ ). אחד המקורות המרכזיים להפקת מימן הוא פירוק של גז טבעי. הייצור של אמוניה מגז טבעי מייצר את הצורך באגירה של כמויות גדולות של אמוניה, ותואם את יעדיה של החלטת-הממשלה בנדון (החלטת ממשלה מס' 766 מאוקטובר 2013).

מוצע בזאת מודל המבוסס על הקמת מתקן גדול לייצור אמוניה בסמוך לגדר של צרכני-אמוניה מרכזיים בנגב, דבר שייתר גם את הצורך בשינוע של כמויות גדולות של החומר המסוכן. צרכנים קטנים יוכלו לקבל אמוניה ע"י שינועה במכלים קטנים ("צינאות") או במארזים גדולים יותר ("איזוטנקים") לפי הצורך. כמו כן, כדי להגדיל את הכדאיות הכלכלית, מוצע כי מתקן זה ישולב עם מתקן לייצור מתנול מגז טבעי.

מאחר ורוב האמוניה כיום משמשת לייצור של חומצה חנקתית, מומלץ לייצר את החומצה החנקתית כבר בתשלובת שבנגב. חשוב לציין כי הסכנה בשינוע ובאחסון של חומצה חנקתית הינה פחותה באופן משמעותי מזו הכרוכה בשינוע ובאחסון של אמוניה. כמו כן, מאחר שבסיס- הייצור יהיה מקומי, יידרשו רק מלאים תפעוליים קטנים של אמוניה, ואותם ניתן יהיה לטמון בצורה בטיחותית כמקובל במוצרים דומים.

**הערה:** לעניות דעתנו, אחת הסיבות העיקריות לכישלון המכרז להקמת מפעל לייצור אמוניה בנגב (במישור רותם) הייתה הגבלת כמויות-הייצור לכמות הדרושה לתצרוכת המקומית בלבד. לכן, הגדלת המפעל ו שילובו עם מתקן לייצור מתנול תוכל לשפר באופן משמעותי את הכלכליות שלו לעומת המודל שהוצע בעבר. חשוב להדגיש כי הקמת מתקן לייצור אמוניה לצרכנים פרטיים לא צריכה להיות במימון המדינה.

עודפי-הייצור של תשלובת מעין זו יוכלו לשמש לייצור של מיגוון מוצרי-המשך, שחלקם יחליפו יבוא של חומרים לתעשיות הכימיה והאנרגיה, וחלקם יופנו ליצוא. להלן מספר מוצרי-המשך אפשריים:

- אוריאה.
- מתיל-אמינים למיניהם.
- מלחים שונים של חומצה חנקתית.
- שימוש בכלור וברום מים-המלח ובחומצה זרחתית מהמפעלים במישור רותם לייצור מוצרים כמו אמוניום ברומיד, אמוניום פוספט וכד'.
- ייצור תערובות של מלחי חומצה חנקתית לאגירת חום לשעות הלילה במתקנים סולאריים.