

על אף פעילות ממשלתית לסגירת מכל האמוניה, הסכנה הפוטנציאלית הגלומה בו לתושבי האזור תיוותר על כנה עד לפינויו | צילום: אילן מלסטר



בקצרה

בשנים האחרונות קיים ויכוח ציבורי הנוגע למיקומו של מכל האמוניה במפרץ חיפה ולסכנה שהוא מהווה לאוכלוסייה ולסביבה. בעקבות הלחץ ציבורי והסקרים שבוצעו [1], החליטו שרי התמ"ת והגנת הסביבה במרץ 2012 כי המכל יועתק ממקומו, וכן כי תיבחן אפשרות להקמת מפעל לייצור אמוניה בישראל. ממחלוקת זו נולד הצורך בבדיקה אובייקטיבית של מידת הסיכון שמהווה המכל, וביצירת כלי לניתוח שיאפשר למקבלי ההחלטות לבחור בין חלופות ולמזער את הסיכון לאדם ולסביבה.

מודל הערכת סיכונים (Risk Assessment) משמש לקביעת הערך המספרי של ה"סיכון", המתקבל מאירוע כדוגמת תאונה ממתקן תעשייתי. מטרתו של מודל הערכת סיכונים היא להעריך את הסתברות האירוע ואת הנזק. ערך ה"סיכון" מוגדר, בהקשר זה, כמכפלת הסתברות האירוע (מספר אירועים ליחידת זמן) ומספר ההרוגים באירוע (מספר הרוגים לאירוע). ה"סיכון" מבוטא בדרך כלל כ"מספר הרוגים לשנה".

ידיעה זו מתארת מחקר [2] שנבנה בו מודל מתמטי המנתח את התרחיש כתוצאה מפריצה של חומר כימי מסוכן רעיל לסביבה. המודל הוא מודל אינטגרטיבי, שיכול לבחון תרחישים שונים. מקרה המבחן שנבחר הוא פריצה כוללת של מכל האמוניה במפרץ חיפה.

אמוניה היא חומר כימי חיוני לתעשייה המשמש חומר גלם לייצור דשנים וחומרים כימיים נוספים וכן חומר קירור (coolant) במערכות קירור גדולות. האמוניה מיובאת לישראל דרך מסוף

פעילות נמרצת של ארגוני סביבה תרמה ללחץ ציבורי לסגירת מכל האמוניה | צילום: עמותת צלול



מודל הערכת סיכונים עקב פריצת חומר רעיל - מכל האמוניה בחיפה כמקרה מבחן

עדי שפירא¹, גד פנחסי²

ועמוס אולמן³

^[1] המחלקה להנדסת כימיה וביוטכנולוגיה,

אוניברסיטת אריאל בשומרון

^[2] בית הספר ללימודי הסביבה ע"ש פורטר,

אוניברסיטת תל-אביב

^[3] המחלקה לזרימה ומעבר חום,

הפקולטה להנדסה, אוניברסיטת תל-אביב

* gadip@ariel.ac.il

לקצב מעבר החום מהסביבה, המכתיב את קצב האיידוי.

ב. **מודל פיזור (Dispersion Model)** - המודל מחשב את שדה הריכוזים (השינוי לאורך הזמן בריכוז החומר הרעיל בכל נקודה סביב מקור הפליטה) בהתאם לנתוני המקור, לנתונים מטאורולוגיים ולנתוני הסביבה. בעבודה הנוכחית נעשה שימוש במודלים לפיזור גז כבד לתיאור התפשטות הענן.

ג. **מודל תגובה למנה (Dose Response Model)** - המודל מחשב את מספר הנפגעים מחשיפה לחומר המסוכן כתלות בריכוז ובזמן החשיפה. במודל הנוכחי נעשה שימוש במודל סטטיסטי רציף המבוסס על מודל "פרוביט" (probit), החוזה את ההסתברות למוות כתוצאה מחשיפה לריכוז מסוים במשך זמן מסוים (עומס רעיל). נוסף על כך, התוצאות הוצגו באמצעות תקני חשיפה (level of concern) המציגים ערכי סף לכל סוג של פגיעה (בדרך כלל שלוש רמות פגיעה), לדוגמה: תקן AEGL (Acute Exposure Guideline Level). כשלב ראשון במחקר, המודל הורץ ב"תרחיש המסוכן ביותר", המתקבל כאשר ענן החומר המסוכן פונה לכיוון האוכלוסייה הצפופה ביותר באזור, בתנאים מטאורולוגיים מחמירים (אזימוט מקור הרוח 215 מעלות, מהירות רוח 3 מטר לשנייה ויציבות

מיוחד בנמל הקישון על-ידי "חיפה כימיקלים", נפרקת מהאנייה ומאוחסנת במכל גדול המכיל 12,000 טונות. בעוד שבתנאי הסביבה היא מצויה במצב צבירה גזי, האמוניה במכל מאוחסנת במצב נוזלי בקירור (בטמפרטורה של [-33] מעלות צלזיוס) ובלחץ אטמוספרי. האמוניה היא חומר רעיל, הגורם בריכוז מסוים לכוויות חמורות ולמוות.

בתרחיש הייחוס במחקר הנוכחי - המכל נפרץ, וכל תכולתו נשפכת ויוצרת ברכת אידי קרה. מקרה קיצון שכזה יכול להתרחש עקב רעידת אדמה או אירוע ביטחוני חמור. הערך "סיכון" במחקר זה, מתייחס לערך ההסתברות למוות, במצב שאירוע הפריצה הכוללת התרחש.

לצורך ניתוח והערכת הסיכון מאירוע של פריצת חומר מסוכן-רעיל, נבנה מודל החוזה את מספר הנפגעים עקב שחרור החומר והחשיפה אליו. מודל זה מורכב משלושה תתי-מודלים לכל שלב בניתוח: מודל מקור, מודל פיזור ומודל תגובה למנה [3]. מבנה המודל הכולל מוצג באיור 1.

א. **מודל מקור (Source Term Model)** - המודל מחשב את כמות החומר המשוחרר לאטמוספירה בתרחיש מסוים. בעבודה הנוכחית פותח מודל לאידי מברכה קרה, תוך התייחסות

איור 1. מבנה המודל להערכת הסיכון מפריצת חומר מסוכן



