

# "הפסקת אש"

## מעכבי בעירה בטקסטיל

מגישים: אסתר צונזר ושקד לוי | כיתה יב, תכנית כימיה ברשת | מורה: רחל אידלמן

### הקדמה:

בעירה היא תהליך כימי בו חומר מסוים מגיב עם חומר מחמצן. במהלך הבעירה משתחררת ומתפשטת אנרגיה באופן בלתי מבוקר, הטמפרטורות באזור עולות ונפלים גזים רעילים. בכל שנה פורצות שריפות רבות ברחבי העולם וגורמות נזק רב לרכוש ולחיי אדם. אולם, מאז ומתמיד האדם יצא כנגד איתני הטבע, חיפש ומצא פתרונות על מנת שיוכל לשרוד ולשגשג. הבנת תהליך הבעירה הביא למציאת פתרונות שיפחיתו את הנזק שנגרם כתוצאה משריפות.

לתהליך הבעירה נחוצים שלושה גורמים על מנת שיתרחש- חומר בעירה, מקור חום וחמצן.

מעכבי הבעירה הם חומרים כימיים המאטים את קצב הבעירה או מפסיקים אותה על ידי הפחתה באופן משמעותי של אחד משלושת הגורמים הנחוצים לה. לרוב על ידי קיום תגובה אנדותרמית הגורמת לטמפרטורת הסביבה לרדת. ישנם מעכבי בעירה המוכנסים אל המוצרים שאנו משתמשים בהם ביום יום, וישנם מעכבי בעירה שנוזקים ממטוסי כיבוי על שריפות ענק. בזכות הידע הכימי שיש כיום בנושא מעכבי הבעירה- נעשה שימוש רחב במעכבי בעירה בתעשייה ובמדינות מפותחות, ובכך מופחת באופן משמעותי הנזק הנגרם לחיי אדם ולרכוש.

### שאלות החקר:

ניסוי מקדים: כיצד סוג תהליך האשפורה של הבד משפיע על מידת עיכוב הבעירה בו?

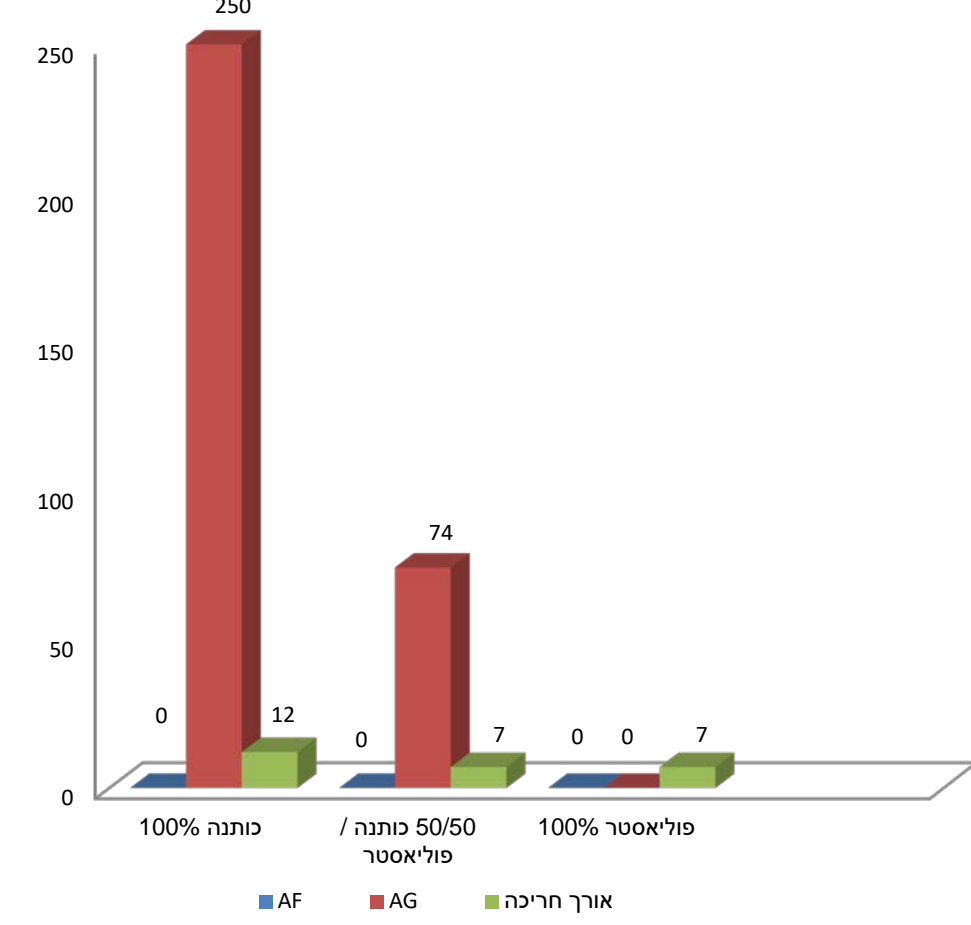
ניסוי ההמשך: כיצד סוג הבד משפיע על מידת עיכוב הבעירה בו?

### ציוד וחומרים:

דיספרסית מעכב הבעירה Texfron 4002, מערבב מכני, בדים: 50\50 כותנה\פוליאסטר, 100% כותנה, 100% פוליאסטר, סכין, סרגל, מכשיר הספגה, מכשיר מריחה, מכשיר התקן, משקל דיגיטלי, טוש לסימון.

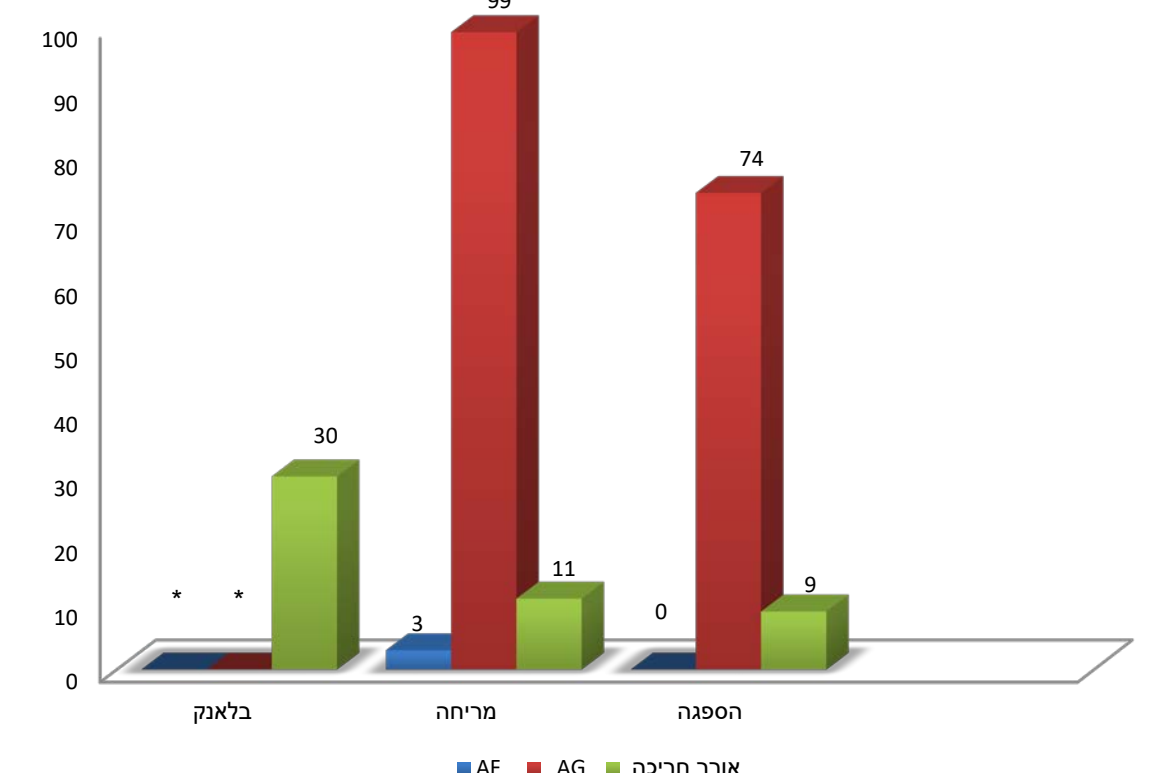
### תוצאות ניסוי ההמשך:

סוג הדגם הנשרף	מספר חזרה	זמן הבעירה לאחר כיבוי הלהבה (AF) - בשניות	זמן הלחשה (AG) - בשניות	אורך חריכה - בס"מ
כותנה 100%	1	0	250	12
	2	0	280	16.5
	3	0	275	13
50\50 כותנה\פוליאסטר	1	0	74	9
	2	0	62	11
פוליאסטר 100%	3	0	70	12
	1	0	0	7
	2	0	0	10
3	0	0	9	



### תוצאות הניסוי המקדים:

הדגם הנשרף: 50\50 כותנה\פוליאסטר				
אופן הטיפול בבד	מספר חזרה	זמן הבעירה לאחר כיבוי הלהבה (AF) - בשניות	זמן הלחשה (AG) - בשניות	אורך חריכה - בס"מ
בלאנק	1	99	30	11
	2	90	11	13
	3	95	3	12.5
מריחה	1	99	30	11
	2	90	11	13
	3	95	3	12.5
הספגה	1	99	30	11
	2	90	11	13
	3	95	3	12.5



בטבלה מצוינים שלושת הקריטריונים שעל פיהם בדקנו את מידת עיכוב הבעירה בבדים. את הקריטריונים הנ"ל בדקנו במכשיר התקן למדידת עיכוב הבעירה, לאחר כיבוי הלהבה שבערה במשך 12 שניות. התוצאות שהתקבלו הן:

1. זמן הבעירה (בשניות) לאחר כיבוי הלהבה: הבד שביצענו בו תהליך מריחה בער 3 שניות נוספות לאחר כיבוי הלהבה - ניתן לראות בבירור את השפעתו של מעכב הבעירה. בבד שביצענו בו תהליך הספגה הבד הפסיק לבעור ולא בער כלל.

2. After glow (זמן הלחשה-בשניות): בבד שעבר מריחה, מעכב הבעירה לא פעל באופן אופטימלי, ובערה גחלת בבד למשך 99 שניות נוספות לאחר כיבוי הלהבה (גחלת = בעירה חלשה ללא להבה- נקרא גם לחישה). בבד שביצענו בו תהליך הספגה הגחלת בערה במשך 74 שניות.

3. אורך החריכה (בס"מ): הבד שביצענו בו תהליך מריחה היה בעל אורך חריכה של 11 ס"מ ואילו בבד שביצענו בו תהליך הספגה, לאחר כיבוי הלהבה, ואורך החריכה היה 7 ס"מ.

הבד שהיווה בקרה- נשרף לגמרי, ולכן כל שלושת הקריטריונים הנ"ל לא רלוונטיים לגביו.

כפי שניתן לראות מהתוצאות, הבד שלא הוסף אליו מעכב בעירה (שלא עבר אשפורה) נשרף לחלוטין- זאת כיוון שהוא עשוי מפולימר אורגני שבנוי משרשראות פחמן דליקות ומכותנה. הבד שעבר טיפול מריחה צופה מצד אחד בלבד במעכב בעירה ואילו הבד שעבר טיפול הספגה טופל משני צדדיו. לפיכך, שטח הפנים של הבד שעבר הספגה בא במגע עם יותר חלקיקי מעכב בעירה מאשר הבד שעבר טיפול מריחה, ולכן מעכב הבעירה בבד שעבר הספגה פעל בצורה רחבה יותר כפי שניתן לראות בתוצאות.



איור 2: השוואת הבדים מימין לשמאל: בד שעבר תהליך מריחה, הספגה, שלא עבר אשפורה כלל.



איור 1: השוואת אורך החריכה בבד שלא עבר תהליך אשפורה לעומת בד שעבר הספגה.

### מסקנות:

- מעכב הבעירה פועל באופן שונה בבדים שונים.
- מעכב הבעירה שהשתמשנו בו בניסוי משפיע באופן משמעותי על תהליך בעירת הבד, ומצמצם את הנזק הנגרם לו בזמן השריפה.
- יעילותו של מעכב הבעירה משתנה בעקבות שימוש בשיטות שונות לאשפורת הבד.
- עבור הספגת הבד הוא נעשה יעיל יותר מכל הבחינות של כל שלושת הקריטריונים שנבדקו, מאשר שיטת המריחה.
- עבור שלושת הבדים שנבדקו בניסוי, מעכב הבעירה מונע באופן מיידי את המשך בעירתו של הבד לאחר כיבוי מקור האש החיצוני.
- מבין שלושת הבדים שנבדקו, מעכב הבעירה Texfron 4002 פועל באופן היעיל ביותר בבד הפוליאסטר.

### מקורות מידע:

ג'יין ורטהיים, כריס אוקסלאד וד"ר ג'ון ווטררהאוז', כימיה, אנציקלופדיה כללית לנוער, הוצאת אוסבורן, 1986, עמוד 94.  
Teaching About Flame Retardants. A joint Israeli- Dutch project \ Miri Kesner  
מירי קסנר, לא על הברום לבדו, המחלקה להוראת מדעים- מכון ויצמן למדע, עמודים 209-235.

### תודות:

ברצוננו להודות לחנן סרצ'וק ולאילה רפפורט על הסיוע במפעל 'תרכובות ברום' וגם לאשר, אייל, פליקס וילנה שהדריכו אותנו במפעל. תודה למורותינו מ"כימיה ברשת" רחל אידלמן ומרב גבע.

### השלכות לעתיד:

בעקבות ביצוע העבודה, הכרנו את התחום "מעכבי בעירה", והחכמנו גם ביחס למשמעות החשובה של תחום זה עבור החברה בכל העולם. תחום זה חשוב ביותר ולכן אנו חושבים, שצריך לפתחו ולהשקיע בו תוך כדי הגברת המודעות אליו.

עדיין לא נמצא מעכב בעירה אוניברסלי המתאים לכל סוגי החומרים ואולי באמצעות מחקר מעמיק הוא ימצא ובכך יקל על השימוש והתועלת במעכבי הבעירה בחיי היומיום.