

בלמים

מדינת ישראל

# טיהור משטחים מזוהמים בנגיפים ממשפחת הקורונה סקירה טכנולוגית

מרץ 2020



משרד הביטחון

אגף תובל  
יחידת תבונה

## מדינת ישראל

משרד	הביטחון
אגף	תובל
יחידת	תבונה
טל'	03-6977650
פקס	03-6977683
ס -	5075 - 2
י"ג	תש"ף
09	מרץ, 2020

אל \_\_\_\_\_  
(רשימת תפוצה)

### הנדון: טיהור משטחים מזוהמים בנגיפי קורונה - סקירה טכנולוגית

1. ב- 7 בינואר 2020, בהמשך לדיווחים על תחלואה חריגה בעיר ווהאן במחוז הובי בסין, זוהה נגיף חדש SARS-CoV-2 ממשפחת נגיפי קורונה (Coronaviridae), שמחולל מחלה נשימתית הנקראת COVID-19.
2. בעשורים האחרונים נרשמו בעולם לפחות שתי התפרצויות משמעותיות של נגיפים ממשפחה הקורונה. הנגיף SARS (Severe acute respiratory syndrome) התפרץ בשנת 2002 בסין, והנגיף MERS (Middle East respiratory syndrome coronavirus) התפרץ בשנת 2012 בערב הסעודית. בשתי ההתפרצויות האלו הופיעה תחלואה חריגה.
3. נכון למועד פרסום סקירה זו, ישנם בעולם מעל 114,000 מקרים מאומתים של הידבקות בנגיף בכ-115 מדינות. בישראל 76 חולים מאומתים ומעל 27,000 מבודדי בית.
4. להדגיש, מאחר והעולם מתמודד עם בנגיף חדש אין מספיק מידע מדעי מבוסס על גורם המחלה וחסרים נתונים אפידמיולוגיים על המנה המדבקה, רמת הזיהום המופצת ושרידות הנגיף על משטחים. כמו כן, קיימת שונות בין זני נגיפי משפחת הקורונה ביכולת השרידות שלהם ועמידות לחומרי הטיהור.
5. מתאר הדבקה העיקרי הינו **בחיפה נשימתית** לטיפיות רוק המכילות את הנגיף. הטיפיות מתפזרות בעת שיעול, עיטוש או דיבור של אדם חולה.
6. לאחר פיזור הנגיף, טיפיות הרוק והנגיף מתפזרות למרחק של עד כ- 3 מטרים ונפלות על משטחים בסביבה, כאשר שרידות הנגיף על גבי המשטחים הינה מספר ימים. ועל כן **אופן הדבקה משני הינו באמצעות מגע עם משטחים מזוהמים** בנגיף, והעברתו לדרכי הנשימה.

משהב"ט / יח' תבונה  
 ס - 2 - 5075

7. מכאן קיים צורך בטיהור/חיטוי של משטחים מזוהמים על מנת לצמצם את היקף החשיפה לנגיף.
8. לאור ריבוי פניות באשר לשיטות הטיהור/חיטוי המומלצות למענה לאירוע הנוכחי של התפרצות הקורונה, מצ"ב סקירה המרכזת נתונים מהספרות המדעית באשר לחיטוי משטחים המזוהמים מנציגי נגיפים ממשפחת הקורונה.
9. הסקירה כוללת מידע כללי על שיטות חיטוי פוטנציאליות, פירוט חומרי טיהור ואמצעים ייעודיים לפיזורם, בדגש על אלו הזמינים לרכש בישראל. ייתכן וקיימים מוצרים מסחריים נוספים המבוססים על אותן שיטות.
10. שיטת הטיהור/חיטוי המומלצת הינה באמצעות ריסוס עדין של חומר חיטוי כימי, המקטין בצורה משמעותית את שרידות הנגיף על גבי משטחים נגועים (שבאו במגע עם חולים בנגיף).
11. שיטות הטיהור המומלצות להתמודדות עם משטחים מזוהמים הינן:
- א. בעדיפות ראשונה - אקונומיקה ביתית מהולה בריכוז של 0.1-0.5%.
- (1) שיטת יישום - ניגוב או ריסוס על משטחים.
  - (2) זמן מגע 15 דקות.
  - (3) יתרון - זמינות גבוהה, עלות יישום נמוכה,
  - (4) חסרון - קורוזיביות (אינו מתאים לציוד רגיש), שחרור כלור לאוויר וטביעת ריח בדגש על חללים סגורים.
- ב. אתנול 70%
- (1) שיטת יישום - ניגוב או ריסוס על משטחים
  - (2) זמן מגע - 15 דקות
  - (3) יתרון - זמין בעיקר במערכת הרפואית, עלות יישום נמוכה.
  - (4) חסרון - מתאים בעיקר למשטחים קטנים (ציוד רפואי, ציוד רגיש).
- ג. מי חמצן בריכוזים של 10-30% (נדרש להשלים ניסויים להוכחת יעילות ומתאר עבודה).
- (1) שיטת יישום - באמצעות מערכת ערפול ייעודית.
  - (2) זמן מגע של 10-30 דקות.
  - (3) יתרון - ידידותי לסביבה, ללא השארת טביעת ריח.
  - (4) חסרון - דורש מערכת ייעודית, בעלות גבוהה יותר.

משהב"ט / יח' תבונה  
ס - 2 - 5075

12. בנוסף, בסבירות גבוהה ניתן לטהר בצורה יעילה גם באמצעות חימום עד  $60^{\circ}\text{C}$  (בדגש על חללים קטנים כדוגמת כלי רכב). איטום החלל המזוהם והגברת הטמפרטורה למספר שעות תביא לנטרול הנגיפים.

13. לעיונכם ושימושכם, בברכה,

אסתר  
ראי יחידת  
קרסנר  
תבונה

**רשימת תפוצה**

משהב"ר / משנה למנכ"ל משהב"ר  
משהב"ר/מ"מ ר' האגף לשעת חירום  
משרד הבט"פ/ר' אגף חירום  
נציב כבאות והצלה ארצי  
מל"ל/ר' אגף לוט"ר, בט"פ ועורף  
משהב"ט/מ"מ ר' רח"ל  
פקע"ר/רמ"ט  
משהב"ט/רמ"מ/הממונה על הבטיחות  
רח"ט סופת חול  
מנה"ר / ר' חטיבת רכש דלק אב"כ ורפואה  
מד"א/ ר' אגף מבצעים  
כב"ה/מ"מ ר' אגף מבצעים  
משטרת ישראל/רמ"ח חירום  
משהב"ט/אמו"ן/ר' היחידה לשע"ח  
משרד הכלכלה/ר' אגף חירום  
פקע"ר/מר"פ  
פקע"ר/אג"ס/רע"ן אופרטיבי אב"ד  
צה"ל/אמ"ץ/רז"ר עורף  
מקרפ"ר/רע"ן רפואת אב"ד  
מקרפ"ר /רע"ן בריאות הצבא  
מקרפ"ר/הפעלה/מבצעים/רמ"ד מבצעים  
אט"ל/חט"ל/מטמו"ן/רמ"ד מיגון אב"ד ומערכות נשימה  
זרוע היבשה/תכנון/אמל"ח/רמ"ד חה"ן  
ח"א/רמ"ד אנרגיה ומיגון  
יח' תבונה/ ר' תחום היערכות לטב"ק  
ע' השר להתגוננות  
ר' אגף תובל  
רח"ט 40  
המכון הביולוגי/מנהל  
ר' מנה"ר

הביטחון  
תובל  
תבונה

משרד  
אגף  
יחידת

# טיהור משטחים מזוהמים בנגיפים ממשפחת הקורונה סקירה טכנולוגית

ס - 2 - 5075

נכתב ע"י : סגן גל בוסקילה

קמ"א שחר זכריה

נבדק ע"י : סא"ל איתן זילברשטיין

רס"ן אלה דור

אושר ע"י : אסתר קרסנר

**תוכן עניינים**

8 ..... רקע

הישרדות (Survival) של נגיפים ממשפחת הקורונה על  
9 ..... משטחים

12 ..... טיהור נגיפי הקורונה באמצעות חומרים כימיים

14 ..... טיהור נגיפי הקורונה באמצעות שיטות פיזיקליות

15 ..... אמצעי טיהור מסחריים

23 ..... סיכום

25 ..... רשימת סימוכין

## טיהור משטחים מזוהמים בנגיפים - סקירה טכנולוגית

### 1. רקע

- א. נגיף הקורונה החדש אשר נקרא Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) התגלה לראשונה בסין במחצית דצמבר 2019. נגיף זה מחולל מחלה נשימתית אשר קיבלה את השם COVID-19 (Coronavirus disease 2019). נגיף זה שייך למשפחת נגיפי הקורונה (Coronaviridae) המתאפיינת נגיפים בעלי מעטפת ליפידית (שומנית) ו-RNA חד גדילי (המטען הגנטי של הנגיף)<sup>[1]</sup>.
- ב. התסמינים הקליניים השכיחים ביותר הנגרמים בעקבות הידבקות בנגיף SARS-CoV-2 הינם חום, שיעול וקוצר נשימה. מקרי התמותה הינם בשכיחות גבוהה בקרב מבוגרים וחולים במחלות כרוניות. התמותה נגרמת כתוצאה מדלקת ריאות ואי ספיקה נשימתית. כיום אין טיפול ספציפי למחלה אלא רק טיפול תומך<sup>[1]</sup>.
- ג. נגיף הקורונה מועבר ע"י טיפיות הנפלטות מדרכי הנשימה באמצעות דיבור, שיעול, עיטוש ובמגע ישיר עם אדם חולה בקרבה של עד 3 מטרים.
- ד. אוירוסול נשימתי המכיל את הנגיף נופל ושוקע על גבי משטחים בסביבה, ולכן קיימת אפשרות של הדבקה לא ישירה באמצעות מגע יד עם משטחים מזוהמים ואח"כ העברה לפנים ולדרכי הנשימה.
- ה. בכדי שמשטחים מזוהמים יהוו גורם מדבק, לנגיף נדרשת יכולת לשרוד על אותם משטחים סביבתיים למשך זמן מספק (שעות עד ימים), ואזי מגע ידיים על המשטח המזוהם המכיל ריכוז מעל המנה המדבקת יכול להוביל להדבקה באמצעות העברה לאזורים רגישים כמו מערכת הנשימה והריריות.
- ו. היות ואין כיום מסד נתונים מבוסס דיו לגבי שרידות הנגיף על גבי משטחים בתנאים סביבתיים שונים, ניתן בשלב זה ללמוד ממחקרים אשר בוצעו על נציגי נגיפים ממשפחת הקורונה בעלי דמיון גנטי לנגיף SARS-CoV-2.
- ז. ממחקרים שבדקו את היציבות הסביבתית של נגיפי הקורונה האחרים, נמצא כי שרידות נגיף ה-SARS מוערך **במספר ימים** בסביבה חיזונית, ונגיף ה-MERS יכול לשרוד יותר מיומיים בטמפרטורת החדר על משטחים שונים<sup>[2-3]</sup>.



משהב"ט / יח' תבונה  
 ס - 2 - 5075

- ח. חלק מתהליכי ההכלה ומניעת הדבקה והתפשטות של הנגיף הינם טיהור/חיטוי של אזורים/משטחים בהם באו במגע חולים - משטחים ביתיים, בתי חולים ומרפאות, שטחים ציבוריים כמו תחבורה ציבורית, תחנות רכבת וכיוב', כלי רכב לניוד חולים/חשודים כדוגמת אמבולנסים, ניידות משטרה, חנויות מרכולים ובתי מרקחת וכיוב'.
- ט. ניתן למצוא בספרות לא מעט מחקרים שבדקו יעילות חומרי טיהור שונים כנגד נגיפים ממשפחת הקורונה וסביר כי יהיו יעילים גם בטיהור הנגיף הנוכחי. השיטות לטיהור נגיפים, מבוססות ברובן על פגיעה במעטפת הנגיף ו/או במטען הגנטי שלו.
2. מצ"ב סקירה טכנולוגית המציגה מגוון שיטות טיהור / חיטוי של משטחים מגורמים ביולוגיים בכלל ונגיפים באופן פרטני. המסמך כולל:
- א. סקירה של שיטות טיהור כימיות ופיסיקאליות.
- ב. סקירה של דוגמאות של מוצרי מדף מסחריים.
3. **הישרדות (Survival) של נגיפים ממשפחת הקורונה על משטחים**
- א. הישרדות הנגיף תשפיע באופן ישיר על הצורך והדחיפות בחיטוי משטחים החשודים כנגועים בכדי למנוע הדבקה.
- ב. הישרדות נגיפים בסביבה תלויה בפרמטרים שונים כגון:
- (1) תנאים סביבתיים - כגון טמפרטורה ולחות.
  - (2) סוג המשטח.
  - (3) המדיום בו נמצא הנגיף (רוק, כיח, נזלת וכוי).
  - (4) הריכוז התחלתי של הנגיף ע"ג המשטח.
- ג. במאמר סקירה (Review) שפורסם בשנת 2015 רוכזו תוצאות של מחקרים אשר בחנו את זמני ההישרדות של נגיפי ממשפחת השפעת ונגיפים ממשפחת הקורונה על גבי משטחים מזוהמים שונים בתנאי סביבה משתנים<sup>[3]</sup>. בטבלה מס' 1 מפורטים ממצאים מייצגים מתוך הסקירה.

משהב"ט / יח' תבונה  
 ס - 2 - 5075

טבלה 1: משך ההישרדות של נגיפים ממשפחת הקורונה על מגוון משטחים  
 (TCID<sub>50</sub> - הריכוז בו 50% מהתאים יודבקו בנגיף<sup>1</sup>)

תוצאות	סוג המשטח	ריכוז השמה (Load applied) [TCID <sub>50</sub> /mL]	נגיף
48 שעות - 20°C ו-40% לחות 8 שעות - 30°C ו-80% לחות 24 שעות - 30°C ו-30% לחות	פלסטיק ופלדה	10 <sup>5</sup>	[2] MERS-CoV
יותר מ-72 שעות על כל המשטחים, יותר מ-120 שעות על מתכת ונייר פילטר	לוח עץ, זכוכית, מתכת, נייר, נייר פילטר, פלסטיק	10 <sup>6</sup>	[4] [3] SARS-CoV
שרידות ל-5 ימים	פלסטיק	10 <sup>5</sup>	
229E - 6 שעות OC43 - 2 שעות	אלומיניום, גזות כותנה, כפפות לטקס	10 <sup>3</sup>	HCoV-229E, [5] HCoV-OC43
יותר מ-7 ימים	כפפות לטקס, כיסויי מדחום, סטטוסקופ ושולחן פלסטיק	לא צוין	[7] HCoV-NL63
יותר מ-28 יום	פלדת אל חלד	10 <sup>5</sup>	[8] TGEV, MHV

ד. במחקר נוסף אשר בחן את משך ההישרדות של נגיף ה-SARS-CoV על גבי ציוד מיגון רפואי (נייר, חלוקים רפואיים חד פעמיים ורב פעמיים) כתלות בריכוז ההתחלתי של הנגיף, לצד הממצא העיקרי הנוגע לסיכון להדבקה משנית בנגיף באמצעות ציוד רפואי מזוהם, ישנן עדויות למתאם בין הריכוז של הנגיף על גבי הציוד ומשך זמן הישרדותו<sup>[9]</sup> (תוצאות העבודה מוצגות בטבלה 2).

<sup>1</sup> TCID<sub>50</sub> - 50% tissue culture infective dose - שיטה המשמשת לכימות נגיף חי

משהב"ט / יח' תבונה  
 ס - 2 - 5075

טבלה 2: משך ההישרדות של SARS-CoV על נייר, חלוק חז פעמי וחלוק כותנה  
 (TCID<sub>50</sub> - הריכוז בו 50% מהתאים יודבקו בנגיף)

ריכוז השמה (Load applied) [TCID <sub>50</sub> /mL]	נייר	חלוק מיגון חז פעמי	חלוק מיגון רב פעמי מכותנה
10 <sup>6</sup>	24 שעות	יומיים	24 שעות
10 <sup>5</sup>	3 שעות	24 שעות	שעה
10 <sup>4</sup>	>5 דקות	שעה	5 דקות

ה. ממצאי המחקרים שעיקריהם מובאים בטבלאות מס' 1 ו-2 לעיל תומכים בהשערה כי הישרדות נגיפים ממשפחת הקורונה מושפעת מתנאי הסביבה, סוג המשטח ומהריכוז ההתחלתי של הנגיפים. ניתן להסיק כי זמן ההישרדות הממוצע יהיה מספר ימים. בהתאם לכך, **נוכל לשער (על בסיס הנתונים הקיימים בעת הזו) כי זמן הישרדות של הנגיף SARS-CoV-2 על משטחים יהיה אף הוא מסדר גודל של מספר ימים בודדים (4-11).**

ו. חשוב להדגיש כי ארגון הבריאות העולמי (WHO)<sup>[10]</sup> והמרכז למניעה ובקרת מחלות (CDC)<sup>[11]</sup> בארה"ב, מצהירים כי אין עדין מידע זמין על היציבות של הנגיף החדש מסוג SARS-CoV-2 על משטחים. עם זאת, גם הם ממליצים להסתמך בשלב זה על מידע מניסויים שבוצעו במעבדות מחקר על הנגיפים ממשפחת הקורונה שהתפרצו בעבר.

#### 4. טיהור נגיפי הקורונה באמצעות חומרים כימיים

- א. טיהור של חומרים מסוכנים כדוגמת חומרים כימיים רעילים או גורמים ביולוגיים (חיידקים, נגיפים ורעלנים) יכול להתבצע במגוון שיטות, כאשר הבולטת בהם הינה טיהור באמצעות חומרים כימיים פעילים.
- ב. מרבית חומרי הטיהור גורמים לאינאקטיבציה של הנגיף באמצעות פגיעה במעטפת השומנית של הנגיפים ו/או במטען הגנטי, ובכך מונעים את יכולת ההדבקה שלו.
- ד. ניתן לחלק את חומרי הטיהור הכימיים המתאימים לטיהור נגיפי הקורונה ל-4 משפחות עיקריות:
- (5) **כהלים** (אתנול, איזופרופנול) - גורמים לפירוק המעטפת הליפידית של הנגיפים.
- (6) **מחמצנים** (מי חמצן - רדיקלי הידרוקסיל, אקונומיקה - יון היפוכלוריט) - גורמים לחימצון השומנים במעטפת הנגיף.
- (7) **סורפקטנטים קטיוניים**<sup>2</sup> (בנזלקוניום כלוריד) - גורמים להפרעה באינטראקציות הבין מולקולאריות במעטפת הליפידית והגברת החדירות ומכאן פגיעה בנגיף.
- (8) **אלדהידים** (פורמאלדהיד, גלוטאראלדהיד) - גורמים לאלקילאציה של אטומי החנקן במטען הגנטי.
- ה. טבלה 3 מסכמת את חומרי הטיהור (בחתך לחומרים הפעילים בהם) שנבחנו במאמרים מדעיים ונמצאו כיעילים לטיהור נגיפים ממשפחת הקורונה. הנגיפים שנחקרו הינם: human coronavirus 229E (HCoV-229E), transmissible gastroenteritis virus, mouse hepatitis virus (MHV-2, MHV-N), severe acute respiratory syndrome coronavirus (SARS-CoV, TGEV), canine coronavirus (CCV).
- ו. סיכום המחקרים מצביע על **יעילות טיהור גבוהה מעל 99.9%**, עבור כל סוגי החומרים.

<sup>2</sup> סורפקטנטים קטיוניים הינם סוג של חומרים פעילי שטח (חפ"ש). לרב מדובר בתרכובות אורגניות אמפיפיליות, כלומר שהמולקולות שלהן בנויות מחלק הידרופובי וחלק הידרופילי.

משהב"ט / יח' תבונה  
 ס - 2 - 5075

**טבלה 3: חומרי טיהור שנמצאו אפקטיביים כנגד נגיפי קורונה שונים**

זמן מגע (דקות)	יעילות <sup>4</sup>	סוגי נגיפים	ריכוז <sup>3</sup>	חומר פעיל
1	>99.9%	HCoV-229E, MHV-2, MHV-N, CCV, TGEV	70%	אתנול <sup>[14-10]</sup>
1	>99.9%	SARS-CoV, HCoV-229E	0.1-0.5% 0.05-0.1%	סודיום היפוכלורית <sup>[13,3]</sup>
1	>99.9%	HCoV-229E	0.5%	hydrogen peroxide <sup>[15]</sup>
10	>99.9%	MHV-2, MHV-N, CCV, MHV	0.05%	Benzalkonium <sup>[15-14]</sup> chloride
10	>99.9%	MHV-2, MHV-N, CCV	50%	<sup>[14]</sup> Isopropanol
10	>99.9%	MHV-2, MHV-N, CCV	0.23%	<sup>[14]</sup> Sodium chlorite
2-10	>99.9%	SARS-CoV, MHV, CCV	0.7%-1%	<sup>[15-14]</sup> Formaldehyde
0.5	>99.9%	MHV-2, MHV-N	0.12%	<sup>[16]</sup> Chloroxylenol
2	>99.9%	HCoV-229E, SARS-CoV	10% (1 יוד)	Povidone-iodine <sup>[18, 15,13]</sup>

<sup>3</sup> 1000 ppm = 0.1%

<sup>4</sup> היעילות נבדקה כך שהיחס בין נפח החומר המטרה לנפח תמיסת הנגיף היה בין 1:2 עד 1:9 כוללות בריכוז החומר המטרה. בעת טיהור משטחים אין דרך ממשית לדעת מה נפח הנגיפים. על כן, קשה להעריך מה הכמות הנדרשת, ניתן לשער כי כיסוי מלא של המשטח בחומר בשכבה דקה הינו מספק (כך שמתרחש מגע בין כל הנגיפים לחומר הטיהור).

### 5. טיהור נגיפי הקורונה באמצעות שיטות פיזיקליות

א. טיהור פיזיקלי מבוסס על נטרול הנגיפים באמצעים פיזיקליים כמו חימום או קרינה.

#### ב. חימום

- (1) טמפרטורה גבוהה מובילה לשבירת המעטפת של הנגיף ולפירוקו. יעילות הנטרול משתנה בהתאם לגובה הטמפרטורה.
- (2) מחקרים הראו כי לנגיפים מסוג MHV-N, MHV-2, ו-CCV ממשפחת הקורונה, חימום לטמפרטורה מעל  $60^{\circ}\text{C}$  למשך 5 דקות ומעלה מביאה ליעילות טיהור הגבוהה מ-99.9%<sup>[14]</sup>.
- (3) מנגד, מחקר שבחן את השפעת הטמפי' על נגיף ה-SARS-CoV מצא כי בטמפי' של  $56^{\circ}\text{C}$  יעילות הטיהור הייתה מספקת (לא זוהו נגיפים בדגימה) רק לאחר 60 דקות (המדידה בוצעה בקוונטות של 30 דקות)<sup>[18]</sup>.

#### ג. קרינת UV

- (1) הקרנה של נגיפים באור UV (אולטרה - סגול) באורך גל קצר גורמת לאנאקטיבציה שלהם. אורך הגל האפקטיבי כנגד נגיפים הינו 200-310 ננומטר. מחקרים בספרות הראו כי היעילות המקסימלית מתקבלת באורך גל של 254 ננומטר.
- (2) הנטרול מתקבל כתוצאה מהרס המטען הגנטי (RNA) של הנגיף ופגיעה ביכולתו לבצע תהליכים ביולוגיים בסיסיים.
- (3) מחקרים הראו כי עבור נגיף SARS-CoV, הקרנה בעוצמה הגבוהה מ- $0.05 \frac{J}{\text{cm}^2}$  לפרק זמן של 30 דקות לפחות תוביל ליעילות טיהור הגבוהה מ-99.9%<sup>[16]</sup>.

## 6. אמצעי טיהור מסחריים

א. קיימים בשוק האזרחי מגוון חומרים המיועדים לחיטוי וניקוי של מחוללים ביולוגים. חומרים אלו מגיעים בתצורות שונות בהתאם לייעוד, כדוגמת נוזלים, תרסיסים, מטליות וכדומה.

ב. בנוסף, קיימות בעולם חברות שמתמחות בפיתוח/שיווק מוצרי טיהור וחיטוי לשטחים גדולים, לרבות ביצוע בפועל של הליך הטיהור בשטח.

### ג. חיטוי משטחים/חללים גדולים

#### 1) ריסוס/ערפול/ניגוב באמצעות אקונומיקה

(א) שימוש ברכבי טיהור או מערכות ריסוס גדולות שפותחו לטיהור חומרים כימיים במתאר מלחמתי לדוגמת כבאות דואליות או מרססי גב.

(ב) שימוש באקונומיקה ביתית מהולה בריכוז 0.1-0.5% לריסוס עדין של משטחים גדולים כמו רציפים, תחנות אוטובוס, פנים כלי רכב, קרוונת רכבת, וכיוב'.

(ג) ניתן גם לניגוב באמצעות מטליות ספוגות באקונומיקה מהולה על משטחים קטנים – דלפקים, מעקות, חדרי המתנה, שירותים וכיוב'.

(ד) אקונומיקה הינה אמצעי זמין ביותר וזול ביותר למימוש פעולות טיהור (נמצא בשימוש ביתי ומסחרי יום-יום).

(ה) האקונומיקה יעילה מאוד בחיטוי חומרים ביולוגיים בדגש על נגיפים, אולם מייצרת חתימה סביבתית כמו ריח, קורוזיה (ציוד רגיש), רטיבות, משחררת גז כלור ומחייבת אורור השטח המטוהר לפני הכנסת בני אדם.

#### 2) ריסוס/ערפול במי חמצן

(א) להדגיש כי מדובר בשיטת יישום חדשה יחסית המחייבת בדיקה של אופן היישום ויעילות החיטוי במתאר הנתון.

(ב) קיימות בשוק מספר חברות המשווקות ציוד לערפול מי חמצן, להלן מפורטות שלוש דוגמאות שאותרו בשלב זה:

#### (1) חברת Clean Bit<sup>[19-21]</sup>

(א) משווקת מערכת SteraMist תוצרת חברת Tomi האמריקאית.

משהב"ט / יח' תבונה  
 ס - 2 - 5075

(ב) המערכת מבוססת על אמצעי טיהור שפותח במקור ע"י משרד ההגנה האמריקני (ארגון DARPA) להתמודדות עם חיטוי מתקנים שזוהמו באנתרקס בשנת 2001.

(ג) שיטת חיטוי זו מאפשרת טיהור של משטחים וחללים גדולים כאשר החומר הפעיל הוא מי חמצן (מימן פראוקסידי  $H_2O_2$ ) בריכוז 7.8%.

(ד) השיטה מיועדת רק בחללים סגורים.

(ה) מוצהר כי הטכנולוגיה בטוחה לשימוש במגוון רחב של משטחים וחומרים (39 סוגים) כמו ברזל, עץ פלסטיק וגומי וכו' ובטוחה לשימוש גם על ציוד אלקטרוני ורפואי.

(ו) תוצרי שיטת החיטוי הם לחות וחמצן, כך שהשיטה אינה משאירה פסולת רעילה לסביבה ולבני אדם. בזמן הטיהור עצמו מחויב שימוש באמצעי מיגון.

(ז) בתום תהליך החיטוי נדרש אוורור של החלל לפרק זמן של 20-30 דקות לפני הכנסת אנשים.



איור 1: המוצר של חברת Clean Bit

(מפזר וחומר הטיהור)

## (2) חברת Halosil<sup>[22]</sup>

(א) החברה מייצרת אמצעי פיזור שנקרא "HaloFogger" המרסס ערפל של חומר הניקוי המבוסס על מי-חמצן בריכוז של 5% ויוני מתכת כסף בכמות קטנה (מתחת לאחוז).

(ב) ע"פ הצהרת החברה שיטת החיטוי אינה קורוזיבית, ידידותית למגוון חומרים ומשטחים וניתן להשתמש בה גם על ציוד אלקטרוני.

(ג) המוצר מאושר ע"י ה-EPA האמריקאי לטיהור מגוון מחוללים ביולוגים כמו עובש, חיידקים, ונגיפים, כדוגמת MRSA, HIV-1, Norovirus, Ebola ועוד.



משהב"ט / יח' תבונה  
 ס - 2 - 5075

(ד) שיטת הטיהור מתבססת על אידוי של התמיסה ויצירת ערפל שמאפשר כיסוי של כל החלל. שילוב של יוני הכסף עם מי החמצן מאפשר פגיעה במחוללים הביולוגיים במספר מנגנונים שונים, ביניהם יצירת צורוני חמצן ריאקטיביים אשר אפקטיביים לפגיעה במעטפת הנגיף ולנטרולו.

(ה) קיימות 3 תצורות למערכת הפיזור - מערכת לפיזור סטטי בחדר, מערכת עם צינור פיזור ומערכת עם צינור המתחבר לקיר (מורכב מראש). כל התצורות מצריכות מתח קבוע.

(ו) המערכת פועלת רק בחללים סגורים (כולל מערכת אוורור).



איור 2: חברת "אמ מור יזום"  
 בכניסה לקניון מרום ברמת גן,  
 2020, טיהור כנגד חשד לנגיף  
 הקורונה

**(3) חברת Decon 7 (חברת TAR Ideal משווקת בארץ)<sup>[24]</sup>:**

(א) חברת Decon 7 (בעבר SANDIA) עוסקת בטיהור ובחיטוי בעולמות הכימיה והביולוגיה הן בתחום האזרחי והן בתחום הביטחוני. החברה מפתחת ומייצרת חומרי ואמצעי טיהור.

(ב) החומר D7 פותח בהנחיית משרד ההגנה של ארה"ב ומאושר ורשום ב-EPA כאפקטיבי אל מול מגוון רחב של חומרים כימיים וביולוגיים.

משהב"ט / יח' תבונה  
 ס - 2 - 5075

(ג) החומר הסופי בנוי משילוב של 3 חומרים :

- 49% סורפקטנט (חומר פעיל שטח) - C12-16-N,  
 N-dimethyl-N benzyl ammonium chloride כ-  
 . 3.2%

- 49% מחמצן - מי-חמצן בריכוז של 7.98%.

- 2% קטליזטור - Diacetin (Glycerol Diacetate)  
 בריכוז של 100%. (מאפשר יצירת Peracetic acid  
 בתמיסה הסופית בתהליך החיטוי).

(ד) פיזור התמיסה מתאפשר במספר תצורות (בהתאם  
 לאמצעי הפיזור) - קצף, ספריי, ערפל (במספר גדלי  
 טיפיות), דטרגנט לכביסה וקרום (איור 4).

(ה) תצורת הקצף (הנפוצה יותר) מאפשר יישום על  
 משטחים לאורך זמן וגם על משטחים אנכים (קירות,  
 תקרות וכו').



איור 3 : מפזר בינוני של D7  
 BDAS+ נפח של 315 מ"ל,  
 מאפשר כיסוי של כ-1.85 מ"ר  
 (משטחים חלקים), בעל 2 מודי  
 פעולה : ערפל (קוטר של 40 ס"מ)  
 וקיטור (מרחק של 4.5 מ').

איור 4 : תצורות שונות לפיזור D7

משהב"ט / יח' תבונה  
 ס - 2 - 5075

### (3) רובוט מקרין UV:

(א) כחלק מהתהליך החיטוי המבוצע בסין כפי שמוצג בתקשורת, נראה שימוש ברובוט UV של חברת UVD-ROBOTS, כפי שניתן לראות באיור 5.



איור 5: רובוט UV של חברת UVD-ROBOTS

(ב) הרובוט מאפשר לטהר חדרים או חללים גדולים יותר בשטח בתי החולים.

(ג) לרובוט מגבלות כמו אזורים מוצלים אליהם קרני ה-UV אינן מגיעות. ואסורה נוכחות אנשים בעת פעולת הטיהור.

(ד) קיימות חברות נוספות כמו XENEX ו-TRU-D המייצרות רובוטים הפועלים בשיטה זו.

### ד. טיהור שטח בקנה מידה בינוני

#### (1) ריסוס אקונומיקה ביתית

(א) אקונומיקה ביתית הינה מוצר נגיש וזמין מבוסס סודיום היפוכלורייט שמשמש כחומר הפעיל (כמחמצן) בנטרול נגיף הקורונה.

(ב) אקונומיקה ביתית הינה בריכוז 3-5% סודיום היפוכלורייט ונדרש למהול אותה במים לריכוז של 0.1-0.5% לקבלת האפקט הרצוי של הנטרול.

(ג) ניתן לרסס את האקונומיקה על משטחים נגועים (ראה הרחבה בסעיף 4 להלן), לשפוך אותה או לנגב בעזרת סמרטוט.

(2) ריסוס חומרי ניקוי מבוססים כהלים (כדוגמת תכשירי ריסוס של חברת Dettol):

(א) קיימים תכשירי ניקוי ביתיים המבוססים על תרכובות כהלים כמו פרופנול, איזופרופנול, כלורוקסילנול וכדומה.

(ב) חומרים אלו יכולים לנטרל את נגיף הקורונה ואופי ההשמה שלהם הינו מגוון כדוגמת מרססים, ומגבונים בגדלים שונים.

משהב"ט / יח' תבונה  
ס - 2 - 5075

(3) שימוש בחומרי ניקוי מבוססים בנזלקוניום כלוריד

- (א) ניתן למצוא את בנזלקוניום כלוריד כחומר פעיל בתכשירים של חברות המייצרות תכשירי ניקוי כמו Lysol ו-Dettol.
- (ב) בין המוצרים ניתן למצוא את Anti-Bacterial Surface Cleanser של Dettol המכיל 0.095% מהחומר הפעיל.
- (ג) יש לרסס את הספריי על המשטח הרצוי עד לכיסוי מלא ולנגב עם מטלית נקייה.

(4) אמצעי ריסוס

- (א) ניתן להשתמש במרססי גב המיועדים למשימות הדברה על מנת לפזר את חומרי החיטוי למיניהם, בין המאפיינים שיש להתייחס בקניית האמצעי היא עמידות לחומרים קורוזיביים, נפח, הנדסת האנוש ומחיר.
- (ב) בטבלה 4 מוצגים מספר מרססי גב המשווקים בישראל.

טבלה 4 : דוגמאות למרססי גב המשווקים בישראל

מאפיינים	מדינת יצרן	מרסס	
נפח: 15/16 ליטר פרטים נוספים: עשוי מ-HDPE, מגוון דיזות- מתכווננת, מנשא ארגונומי, עיבוד איכותי, ווסת לחץ	גרמניה		SOLO-425
נפח: 12 ליטר פרטים נוספים: קל, גלגל שיניים מתכתי	איטליה		Marotti SX-LK12H

משהב"ט / יח' תבונה  
ס - 2 - 5075

מאפיינים	מדינת יצרן	מורסס	
נפח: 16 ליטר פרטים נוספים: מערכת על גלגלים (תפעול כעגלת "טרולי")	סין		Kreator
נפח: 15 ליטר פרטים נוספים: עשוי מ-HDPE, מוצהר כעמיד כנגד חומרים כימיים אגרסיביים, משאבה מפליז (סגסוגת של נחושת ואבץ) חיצונית, ידית דחיסה דו צדדית, בעל שנתות, 2 סוגי צינורות.	איטליה		Tecnospray Professional P15
נפח: 16 ליטר פרטים נוספים: עשוי מנחושת, מוצהר כעמיד כנגד חומרים כימיים אגרסיביים, 3 סוגי צינורות, ידית דחיסה דו צדדית.	איטליה		Tecnospray SUPER DIANA 16
נפח: 15 ליטר פרטים נוספים: משאבת פלסטיק, צינור גמיש, מנשא מתכוונן עשוי PVC, ידית ניפוח משני הצדדים, אקדח קשיח מפליז.	איטליה		VOLPI
נפח: 16 ליטר פרטים נוספים: בנוי מחומר פלסטי ועמיד לכימיקלים, קל משקל, נוח ובטוח להפעלה, 3 פיות לסוגי ריסוס שונים, רצועות נשיאה ארגונומיות.	ישראל		אקוגן

משהב"ט / יח' תבונה  
ס - 2 - 5075

**ה. טיהור משטחים קטנים**

(1) אתנול 70% :

(א) אתנול 70% הינו חומר זמין שניתן לרכוש בפארמים למיניהם, בצורה נקייה או בג'לים לחיטוי.

(ב) לטיהור חפצים או משטחים קטנים ניתן לשפוך את הנוזל על מטלית או כל חומר אחר למריחה, לשפוך ישירות או לטבול.

(2) מטליות מבוססות אלכוהול: ניתן להשתמש במטליות מבוססות אלכוהול לניגוב משטחים או חפצים אישיים, מקלדות, מסכים.

(3) מטליות מבוססות בנזלקניום כלוריד: חברת Lysol ו-Dettol מייצרות מגבונים המכילים את החומר הפעיל ומיועדים לחיטוי, ברמה הנדרשת (בשימוש שוטף בצריכה אישית לניקוי במטבח או בשירותים).

## 7. סיכום

- א. נגיף SARS-CoV-2 **שורד על משטחים מספר ימים**, כתלות בסוג המשטח, ריכוז הנגיף והתנאים הסביבתיים כגון טמפרטורה, לחות. משטח מזוהם בנגיף יכול להוות מצע להדבקה כתוצאה ממגע ידיים, איסוף הנגיף והעברת הנגיף לפנים ודרכי הנשימה. עובדה זו מחדדת את **הצורך בניצוע חיטוי של חללים ו/או משטחים** שהיו במגע עם אנשים חולים בכדי לייצר הכלה ולצמצם את התפשטות הנגיף.
- ב. שיטת הטיהור היעילה של משטחים מזוהמים בנגיף הינה באמצעות כימיקליים פעילים הגורמים לאינאקטיבציה שלו. שלושת החומרים הבולטים מבחינת יישום וזמינות הינם:
- 1) אלכוהול 70% - יעיל בעיקר לחיטוי ידיים, ומשטחים קטנים<sup>[25]</sup>.
  - 2) אקונומיקה מהולה 0.1-0.5% - יעיל לטיהור משטחים חיצוניים וחללים קטנים-בינוניים שאינם מכילים ציוד רגיש וניתן לאוורר.
  - 3) ערפול באמצעות מי חמצן - מתאים לטיהור חללים גדולים (דורש עדיין ניסוי הוכחה).
- ג. מאחר ויעילות הטיהור של מרבית החומרים דומה, ההחלטה על שיטת החיטוי תבסס על סוג הציוד שנדרש לחטא, זמינות אמצעי הטיהור, נוחות היישום והדחיפות להחזיר את הציוד המחוטא לשימוש.
- ד. **העדיפות הראשונה לחיטוי חללים גדולים ובינוניים הינה באמצעות אקונומיקה ביתית** (בהנחת ריכוז התחלתי 3% למהול במים ביחס של 1:6 מים:אקונומיקה) כך שריכוז החומר הפעיל בתמיסה (יוני היפוכלורייט  $OCI^-$ ), יהיה ברמה של 0.1-0.5%. החיטוי מבוצע ע"י ריסוס במרססים, וזמן המגע הנדרש לטיהור אפקטיבי הינו 10-15 דקות.
- ה. במידה וקיים חשש לפגיעה במשטחים בשל הקורוזיביות של האקונומיקה ניתן להשתמש באתנול בריכוז 70% או תכשירים המכילים בנזלקוניום כלוריד בריכוז 0.05%.
- ו. לחיטוי **חללי פנים נרחבים** בדגש על ציוד רגיש (ציוד אלקטרוני, ציוד רפואי יקר), ניתן לשקול שימוש באמצעים **מבוססי פיזור עדין של מי חמצן** (מימן פראוקסידי  $H_2O_2$ ). בטווח ריכוזים של עד 30% (תוך יצירת ערפול או קצף). זמן המגע הנדרש לטיהור 10-30 דקות (שיטת חיטוי תוגדר בתום ניסויי הוכחה).

משהב"ט / יח' תבונה  
 ס - 2 - 5075

ז. תוצרי לוואי של תהליך החיטוי:

- (1) בשימוש במי חמצן בריכוז נמוך נוצרת פליטה של חמצן ואדי מים ועל כן לא נוצרת אווירה מסוכנת נשימתית בתוך החלל המטוהר.
- (2) לעומת זאת, שימוש באקונומיקה מביא לפליטה של גז כלור העלול להוות סיכון לשוהים בחלל סגור בריכוזים גבוהים. ועל כן נדרש בסוף תהליך החיטוי לאוורר את החלל המטוהר לפני הכנסת עובדים/שוהים לתוכו.
- (3) בהתאם, מומלץ לאוורר את החלל המטוהר למשך **15-30 דקות לפחות** לפני הפעלתו מחדש<sup>[27]</sup>.

ח. מיגון צוות החיטוי/טיהור

- (1) הצוות המבצע את תהליכי הטיהור נדרש להשתמש ב**ציוד מיגון אישי** מתאים הכולל מסיכת פנים מלאה (או ברדס אקטיבי) הכולל מסנן פחם ובגד מגן וכפפות.
- (2) בסיום הטיהור יש להתייחס לבגדי המיגון כנגועים בנגיף, ולהשמידם.

ט. במידה ואין דחיפות לשימוש בחללים ו/או ציוד שזוהם בנגיף, ניתן לחמם את המשטח/החלל המזוהם עד לטמפרטורה של  $60^{\circ}\text{C}$  או להמתין מספר ימים עד שהנגיף יושמד. בתנאי חום חיצוני (קיץ אופייני בישראל), תתפתח בתוך חללים סגורים שאינם מאווררים (חדרי טיפול/אמבולנס/ניידת/כבאית) טמפרטורה גבוהה דייה לנטרול עצמי של הנגיפים וניתן יהיה לעשות שימוש באמצעי גם ללא טיהור אקטיבי/ או טיהור אקטיבי מינימלי.



## רשימת סימוכין

1. Y. Shang et. al., Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered retrospective, observational study, *Lancet Respir Med*, February 2020.
2. Van Doremalen N, Bushmaker T, Munster Vj. Stability of Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) under different environmental conditions. *Euro Surveill*. 2013 sep 19; 18(38).
3. J.A. Otter, C.Donskey, S. Yezli, S. Douthwaitr, S.D. Goldenberg, D.J Weber. Transmition of SARS and MERS coronaviruses and influenza virus in healthcare settings: the possible role of dry surface contamination. *The Journal of hospital of hospital infection*. 2016 Mar; 92(3):235-50.
4. Chan KH, Peiris JS, Lam SY, Poon LL, Yuen KY, Seto WH. The effects of temperature and relative humidity on the viability of the SARS Coronavirus. *Adv Virol* 2011; 734690.
5. Duan SM, Zhao XS, Wen RF, et al. Stability of SARS coronavirus in human specimes and environment and its sensitivity to heating and UV irradiation. *Biomed Environ Sci* 2003; 16:246-255.
6. Sizun J, Yu MW, Talbot PJ. Survival of human coronaviruses 229E and OC43 in suspension and after drying on surfaces: a possible source of hospital-acquired infections. *J Hosp Infect* 2000;46:55-60.
7. Muller A, Tillmann RL, Muller A, Simon A, Schildgen O. Stability of human metapneumovirus and human coronavirus NL63 on medical instruments and in patient environment. *J Hosp Infect* 2008; 69:406-408.
8. Casanova L, Rutala WA, Weber DJ, Sobesy MD. Survival of surrogate coronaviruses in water. *Water Res* 2009;43:1893-1898.
9. Mary Y. Y. Lai, Peter K. C. Cheng, and Wilina W. L. Lim. Survival of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus. 2005.41(7):e67-e71.
10. WHO: Q&A on infection prevention and control for health care workers caring for patients with suspected or confirmed 2019-nCoV, March 2020 Q&A 1
11. CDC: Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Interim Guidance for Collection and Submission of Postmortem Specimens from Deceased Persons Under Investigation (PUI) for COVID-19, February 2020.
12. Rachel L. Holkower, MSPH, Lisa M. Casanova, PhD, William A. Rutala, PhD, David J. Weber, MD, MPH, and Mark D. Sobesey, PHD. Inactivation of surrogate coronaviruses on hard surfaced by health care germicides. 2011;39(5):401-7.
13. Sattar SA, Springthorpe VS, Karim Y, Loro P. Chemical disinfection of non-porous inanimate surfaces experimentally contaminated with four human pathogenic viruses. *Epidemiology & infection*. 1989;102(3):493-505.

משהב"ט / יח' תבונה  
 ס - 2 - 5075

14. Saknimit M, Inatsuki I, Sugiyama Y, Yagami K. Virucidal efficacy of physico-chemical treatments against coronaviruses and parvoviruses of laboratory animals. *Experimental animals*. 1988;37(3):341-5
15. G. Kampf, D. Todt, S. Pfaender, E. Steinmann. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. 2020.
16. M. Eickman, U. Gravemann, W. Handke, F. Tolksdorf, S. Reichenberg, T. H. Muller, A. Seltsam. Inactivation of three emerging viruses- severe acute respiratory syndrome coronavirus, Crimean-Congo haemorrhagic fever virus and nipah virus-in platelets concentrates by ultraviolet C light and in plasma by methylene blue plus light. 2020.
17. Christine Dellanno, MS, Quinn Vega, PhD, and Diana Boesenberg, MS Montvale and Upper Montclair, New Jersey. The antiviral action of common household disinfectant and antiseptics against murine hepatitis virus, a potential surrogate for SARS coronavirus. 2009;37:349-52.
18. H. Kariwa, N. Fujii, I. Takshima. Inactivation of SARS Coronavirus by Means of Povidone-Iodine, Physical conditions and Chemical Reagents. 2006;212(suppl 1):119-123.

19. דפי מידע חברת CleanMist (נכון למרץ 2020).

20. אתר חברת CleanMist (נכון למרץ 2020).

21. אתר חברת Steramist, Tomi Environmental Solutions (נכון למרץ 2020).

22. מצגת A superior choice in surface -Halo Disinfection System  
 disinfection featuring no – touch whole room disinfection, אפריל 2017

23. אתר חברת אמ מור ייזום (נכון למרץ 2020).

24. מצגת חברת D7 - מתוך דיסק און קי של החברה.

25. WHITE PAPER בנושא חומר טיהור אנטי בקטריאלי DECON7, חברת  
 TAR, מרץ 2020

26. WHO. Annex G. Use of disinfectants: alcohol and bleach. Infection prevention and control of epidemic-and pandemic-prone acute respiratory infections in health care. Geneva: WHO; 2014. P.65-6.

27. יח' תבונה : הערכת משך זמן לאוורור כלי רכב לאחר שימוש בחומרי חיטוי.

ס - 2 - 5078 מתאריך 10 במרץ 2020