

הקורונה: תחלואה, כלכלה ורפואה ציבורית - עובדות ומדיניות

עורכים: צבי אקשטיין, בנימין בנטל ודב שורץ*

נייר מדיניות מיוחד / יוני 2020



* פרופ' צבי אקשטיין, דיקן בית ספר טיומקין לכלכלה וראש מכון אהרן למדיניות כלכלית במרכז הבינתחומי הרצליה. פרופ' (אמריטוס) בני בנטל, החוג לכלכלה באוניברסיטת חיפה וראש תחום המאקרו במרכז טאוב. פרופ' דב שורץ, חוקר בכיר (בגמלאות) בקריה למחקר גרעיני נגב, חבר סגל (נלווה) בפקולטה להנדסה, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב ולשעבר המדען הראשי של הוועדה לאנרגיה אטומית.

מרכז פריבס לחינוך רפואי

מרכז פריבס לחינוך רפואי בפקולטה למדעי הבריאות עוסק בפיתוח, הדרכה ומחקר בתשתית החינוכית של הוראת סטודנטים לרפואה ומקצועות הבריאות. המרכז נוסד על מנת לקדם את חזון הפקולטה בחינוך להכשרת רופאים, חוקרים ואנשי מקצועות הבריאות בעלי רגישות חברתית ומעורבות בקהילה.

מייסד המרכז - פרופ' משה פריבס ז"ל (1914-1998)

יושב ראש המרכז - פרופ' יעקב אורקין.

היסטוריה

המרכז לחינוך רפואי הוקם ע"י סנאט האוניברסיטה בשנת 1982 ופרופ' משה פריבס, הדיקן המייסד של הפקולטה למדעי הבריאות, מונה לעמוד בראשו. פעילויות המרכז נועדו לתמוך במטרות חשובות הקשורות ל"רוח באר-שבע" - הגישה החדשנית לחינוך רפואי שפותחה בביה"ס לרפואה: ראשית, הערכה של השפעת תכניות ביה"ס על אופי בוגריו ועל מרכזי השירות הרפואי בקהילה. מטרה חשובה נוספת היא שהמרכז יעודד ויתמוך בתלמידי רפואה וברופאים שימשיכו לעסוק בתחום החינוך הרפואי כחלק מהחיים המקצועיים שלהם, ובכך לעצב דורות של מנהיגי חינוך רפואי במדינת ישראל.

יעוד

ניהול שיח פקולטי מתמיד בנושאי חינוך, הומניזם ובריאות, ופיתוח דור ההמשך של מנהיגי חינוך בפקולטה למדעי הבריאות. מרכז פריבס לחינוך ישמש מקור תמיכה לסגל הפקולטה ותלמידיו, כדי לסייע לכך שבוגרי הפקולטה יצטיינו כאנשי מקצוע בשירות הפרט והחברה ובמחקר. המרכז יוביל חדשנות בהוראה ולמידה באמצעות מחקר בחינוך ובעזרת טכנולוגיות מתקדמות.

תחומי פעילות עיקריים

- קורסים וסדנאות לפיתוח סגל ההוראה;
- יעוץ בתכנון קורסים;
- יעוץ אישי למורים המעוניינים לטייב דרכי הוראתם;
- תמיכה ופיתוח אמצעים להערכת למידה;
- תמיכה בתוכנית מנטורים לסטודנטים ומורים; הנחיית סטודנטים במחקר (כולל לתארים מתקדמים);
- הפצת מידע עדכני;
- הענקת מענקי מחקר בחינוך;
- השתתפות בפורומים ארציים ועולמיים בתחום החינוך לרופאים ואנשי מקצועות הבריאות.

דוא"ל: urkin@bgu.ac.il, דוא"ל: tamarshi@bgu.ac.il טלפון: 08-647-7415

מכון אהרן למדיניות כלכלית

על שם אהרן דוברת ז"ל

חזון מכון אהרן למדיניות כלכלית הוא לתמוך בצמיחה כלכלית ובחזקת חברתי בישראל על ידי עיצוב אסטרטגיה והצעות לתוכניות מפורטות למדיניות כלכלית המבוססות על ידע בינלאומי מעודכן.

צמיחה כלכלית הנובעת מגידול בתעסוקה והעלאת הפריון לעובד היא היעד המרכזי של כל המשק, ובכללם של המשק הישראלי. המדדים המרכזיים לצמיחה כלכלית בת-קיימא – התוצר לנפש, התעסוקה והפריון במשק – נמצאים עדיין ברמה נמוכה מזו המקובלת במדינות המובילות בעולם המפותח. חזון המכון הוא לערוך מחקרים כלכליים אשר יניבו הצעות הן לכלי מדיניות חדשניים והן לרפורמות במשק לקידום הצמיחה, התעסוקה והפריון. מטרת מחקרי המדיניות להשפיע על המדיניות המוניטרית והפיסקלית, תוך גיבוש תוכניות ארוכות טווח שתתמודדנה עם מכלול הבעיות הכלכליות והחברתיות ותתרומנה לצמצום פערים וחזקת החברה והכלכלה. כמו כן, מטרתם להשפיע על השיח המקצועי, לעורר דיון מבוסס על מידע אמין ועל מחקר כלכלי-חברתי ובסופו של דבר להקנות כלים שיתמכו בתוואי של צמיחה ובחוסן החברתי של ישראל.

היעד העיקרי של מכון אהרן למדיניות כלכלית בבית ספר טיומקין לכלכלה הוא בגיבוש אסטרטגיות מדיניות כלכליות אשר מזהות את נקודות החוזק והחולשה של הכלכלה בישראל. על בסיס זה נבנות רפורמות בנושאים רוחביים, וכן מחקר המתמקד בענפים שונים כדי לבחון ולהמליץ על שימוש מושכל בכלי מדיניות וסדרי עדיפויות שיגרמו לגידול התעסוקה והפריון בכלל ענפי המשק. במסגרת זו ניתן דגש על חיזוק היתרונות היחסיים של ישראל בחדשנות טכנולוגית, וכן על העצמת ההתייעלות והחדשנות בענפים המסורתיים, ענפי השירותים והסקטור הציבורי. כל זאת נעשה על בסיס מחקרי מוצק והצבת יעדים כמותיים כדי להשיג את חזון המכון.

← דירקטוריון:

מר שלמה דוברת (יו"ר), פרופ' מרטין אייכנבאום, גב' יעל אנדורן, פרופ' צבי אקשטיין, גב' דיתה ברוניצקי, מר ארז ויגודמן, גב' ענת לוי, מר צבי לימון, פרופ' רפי מלניק, מר רונן ניר, מר רוני נפתלי, מר יואל קרסו, ד"ר טלי רגב, גב' עפרה שטראוס, מר חיים שני.

← ראש המכון:

פרופ' צבי אקשטיין.

← ועדה מדעית:

פרופ' צבי אקשטיין (יו"ר), פרופ' מרטין אייכנבאום, פרופ' צבי הרקוביץ, ד"ר יניב ידיד לוי, פרופ' עומר מואב, פרופ' רפי מלניק, ד"ר טלי רגב.

← פרטי התקשרות:

המרכז הבינתחומי הרצליה, ת.ד. 167 הרצליה 4610101

טלפון: 09-9602431

דוא"ל: aaron.economics@idc.ac.il

אתר: www.aiep.idc.ac.il

מרכז טאוב לחקר המדיניות

החברתית בישראל

מרכז טאוב נוסד ב-1982 ביוזמתם של הרברט מ' סינגר, הנרי טאוב וארגון הג'וינט האמריקאי. המרכז ממומן באמצעות קרן צמיתה שהוקמה על ידי קרן הנרי ומרלין טאוב, קרן הרברט ונל סינגר, ג'יין וג'ון קולמן, קרן משפחת קולקר-סקסון-הלוק, קרן משפחת מילטון א' ורוזלין ז' וולף וארגון הג'וינט האמריקאי.

מרכז טאוב מעמיד בפני מקבלי ההחלטות המובילים בארץ ובפני הציבור הרחב תמונה כוללת, המשלבת בין הממדים החברתיים והכלכליים בהתוויית המדיניות הציבורית. הצוות המקצועי של המרכז וצוותי המדיניות הבין-תחומיים, הכוללים חוקרים בולטים בתחומם באקדמיה ומומחים מובילים בתחומי המדיניות, עורכים מחקרים ומעלים חלופות למדיניות בנושאים חברתיים-כלכליים מרכזיים העומדים על סדר היום במדינה. המרכז מציג ניתוחים אסטרטגיים לטווח ארוך והערכות של חלופות למדיניות בפני הציבור ובפני מקבלי ההחלטות על ידי כתבות בתקשורת, תוכנית פרסומים פעילה, כנסים ופעילויות אחרות בישראל ובחו"ל.

← דירקטוריון:

הלן אבלס (יו"ר), מירי איזון (סגנית יו"ר בתחום תכנון ופיתוח משאבים), ג'ים אנג'ל (סגן יו"ר בתחום ממשל תאגידי ומינהלה), ג'ון דויסון (סגן יו"ר בתחום התקציבים), פני בלומנשטיין, אלן ה' גיל, ג'ון דון, אלן מ' הלר, קארן וולף-וכסלר, סטיבן ליברמן, מייקל סאקסון, מרתה פרידמן, ג'ים קושלנד, דניס קרלטון, סטנלי רבין, דוד מ' שחיר.

← אספה כללית:

מייקל סאקסון (יו"ר), הלן אבלס, פני בלומנשטיין, אמיר הלוי, אלן מ' הלר, קארן וולף-וכסלר, סטיבן טאוב, סטיבן ליברמן, צבי פיין, סטנלי רבין, דוד מ' שחיר.

← מועצה בין-לאומית מייעצת:

דיוויד אוטור (MIT), סטיוארט איינשטט (קובינגטון), האן אנצינגר (אוניברסיטת ארסמוס), הנרי ג' ארון (ברוקינגס), מריו י' בלכר (הבנק למשכנתאות, ארגנטינה), אדוארד גלייזר (אוניברסיטת הרוורד), אדם גמראן (קרן ויליאם ט' גרנט), פיטר ס' הלר (אוניברסיטת ג'ונס הופקינס), אריק הניושק (אוניברסיטת סטנפורד), ג'יימס ג' הקמן (אוניברסיטת שיקגו), ברטון א' וייסברוד (אוניברסיטת נורת'ווסטרן), דניאל כהנמן (אוניברסיטת פרינסטון), רוברט לייטן (Korein Tillery), אהרן צ'חנובר (הטכניון).

← סגל המרכז:

נשיא: אבי וייס.

מנכ"לית: סוזאן פת בבבנישתי.

מנהלת בכירה - שותפויות אסטרטגיות: מיכל פוזמנטר.

מנהל מחקר: אלכס וינרב.

הקורונה: תחלואה, כלכלה ורפואה ציבורית - עובדות ומדיניות

דוח זה, "הקורונה: תחלואה, כלכלה ורפואה ציבורית", שהוכן על ידי צוות חוקרים רב תחומי רחב, מקיף את נושאי הליבה המרכזיים של המשבר העומדים בפני מקבלי ההחלטות באשר לצעדים לטווח הקרוב, הבינוני והארוך. הדוח עוסק בלקחים מרכזיים אותם ניתן להפיק ממגפות ב-100 השנים האחרונות, מנתח את התפתחות מגפת הקורונה בישראל ואת הצעדים שננקטו לבלמתה וליציאה מהסגר, בוחן את ההיבטים הכלכליים של החיים בצל צעדי דיכוי המגפה, בוחן את קיבולת מערכת חדרי הטיפול-נמרץ-קורונה (טנ"ק) ושל מערך בדיקות והמעקב האפידמיולוגי, בודק את הקריטריונים שהופעלו ליציאה מהסגר המלא שהוטל במחצית חודש מרץ ומציע קריטריונים ואסטרטגיה לטיפול בשלבי ביניים שונים שיתפתחו בהמשך. המסקנות המרכזיות הן:

1. ההכרה בייחודיותה של כל מגפה הנגרמת על ידי נגיף חדש, ואי הידיעה הרבה המתלווה לה, חייבת להיות אבן יסוד בקביעת כללי ההתנהלות הבריאותיים והציבוריים.
2. אי הוודאות על משך המגפה והיקפה, הנטייה לתגובת יתר על ידי פרטים וציבורים, סיכון מוסרי, זלזול בהנחיות וחוסר אמון בקובעי המדיניות מגבירים משמעותית את קושי ההתמודדות במישור החברתי והכלכלי.
3. חיוני שהמדינה תגבש תוכניות פעולה מראש, כפי שעשו מדינות אחרות המתמודדות בהצלחה עם ההתפרצות הנוכחית.
4. במסגרת גיבוש תוכנית הפעולה חשוב שהמדינה תאמץ לעצמה מספר "מדיניות ייחוס", כגון אוסטרית שגודלה דומה לזו שלנו ושמצלה הקדים גל הקורונה להגיע עם עוצמה דומה לשלנו. חיוני לקיים קשר עם המומחים באותן מדינות כדי ללמוד מהם על התפתחות המגפה ועל דרכי התיקון שעשו ואלו מהם הועילו ואלו לא. יש להימנע ממצב בו אנחנו מקדימים מדיניות ייחוס אלה.
5. מניית התוצאות האפידמיולוגיות של הגל הראשון התגבשו תובנות שתורגמו לבסיס סביר למודל שיוכל לשמש לקביעת תחזית כיווני התפתחות המגפה בגלים הבאים.
6. ריסון המושתת על בדיקה, תחקור ואיתור המגעים במהירות (תוך 48 שעות לכל היותר) מונע נזקים כלכליים חמורים הנובעים מהטלת סגר גורף.
7. יש להשתית מדיניות כלכלית על מערכת כללים ברורה ושקופה לתקופה של מספר חודשים, שתספק ודאות לגורמים הכלכליים הן בכניסה למשבר והן ביציאה ממנו.
8. הניתוח הנוכחי מצביע על קיבולת מרבית של 250 מיטות וצוותי טיפול נמרץ המוכנים כיום לטפל במונשמי קורונה. נדרשת לאלתר התארגנות והכשרת צוותים לטיפול בגל שני משמעותי מה עוד שהוא עלול להגיע במקביל למגפת השפעת.
9. על מנת להגיע לקטיעת שרשרות ההדבקה על תוצאות הבדיקות להתקבל תוך 24 שעות לכל היותר, ועל פעולות התחקור, האיתור והבידוד להתממש תוך 24 שעות נוספות. יש להפנים בכל שדרות המערך האפידמיולוגי את התובנה שבמקרה זה "המהירות חשובה יותר משלמות".
10. יש להגדיר קריטריונים להתערבות התלויים במאפייני ההתפרצות, במשאבים הקריטיים וגבולות המשחק בין המשאבים הקיימים לבין פרמטרי המגפה בפועל, ולבנות מדרג פעולות (כגון פעולות מקומיות ו"סגר חכם"), שאימוצן יקטין את הצורך להטלה חוזרת של סגר מלא.
11. חיוני להכין תוכנית ממשלתית אינטגרלית ומסונכרנת למספר חודשים העוסקת בכל ההיבטים של מגפת הקורונה או מגפות דומות, תוך עיגונה בנקודות בקרה ובקריטריונים ברורים ושקופים לכלל הציבור, שיבהירו את כל ההיבטים הכרוכים במעברים בין השלבים השונים של התפתחות המגפה.

תוכן העניינים

8	סיכום ומסקנות
14	רקע היסטורי
19	פרק 1 : התפתחות וניתוח אפידמיולוגי של המגפה
23	1.1 הצגת וניתוח התוצאות האפידמיולוגיות בישראל
25	1.2 התפתחות המגפה בישראל בחודשיים 10.3-15.5
30	1.3 השוואת נתוני ישראל לאלו של אוסטרליה
36	1.4 על השפעת ההטרוגניות של התפרצות המגפה
38	פרק 2 : היבטים ומשמעויות כלכליות של הקורונה
39	2.1 הקדמה
41	2.2 אספקטים כלכליים של מגפות
41	2.2.1 סגר כללי כמדיניות
42	2.2.2 הריסון הממוקד
42	2.3 עלות הסגרים
42	2.3.1 עלות הסגרים על בסיס המחקר הכלכלי
43	2.3.2 הערכות עלות הסגרים בישראל במונחי תוצר
44	2.4 כלכלה ותמותה
44	2.4.1 הערכת עלות חיי אדם נחסכים בישראל
45	2.4.2 השוואת שיעורי התמותה בין ישראל לאוסטרליה
46	2.5 המדיניות הכלכלית באוסטרליה ובישראל
46	2.5.1 תעסוקה
47	2.5.2 הסקטור העסקי
47	2.5.3 תכנית היציאה
48	2.5.4 מדיניות מוניטרית
48	2.5.5 מדיניות פיסקלית
49	פרק 3 : היבטי מערכת הבריאות הציבורית
52	3.1 תשתיות וצוותי טיפול נמרץ לטיפול בחולי קורונה
55	3.2 שיטות בריאות הציבור בהתמודדות עם המגפה
55	3.2.1 ניטור תחלואה
58	3.2.2 תשתית בריאות הציבור - חקירה אפידמיולוגית
60	3.2.3 המערך האפידמיולוגי הקיים ושינויים אפשריים ע"פ הצורך
61	3.2.4 החזרת המשק לפעילות - שיקולים אפידמיולוגיים והערות אחרות
62	פרק 4 : נוכח האפשרות להתפרצות חדשה
65	4.1 אילוצים במערכת הבריאות בהקשר לקורונה וקריטריונים לניהוג הנגזרים מכך
68	4.2 התנאים ליציאה מתקופת הסגר - דוגמה לעתיד
69	4.3 חשיבות הבדיקות, כמה באמת צריך וכמה חשוב לצמצם את הזמן בין הבדיקה לתשובה
69	4.4 צעדים מתקנים מקומיים, שגרת קורונה ו"שגרת סגר מקומי"
71	4.5 קריטריונים להפעלת צעדים מתקנים כוללים ו"שגרת חיים תחת קורונה"
71	4.6 שלוש הצעות לצעדים מתקנים ברמה הארצית ואיך בוחרים ביניהן
74	4.7 סוגיות נוספות של שגרת קורונה ודגשים שנלמדו בנושא
76	נספחים
76	נספח לפרק רקע היסטורי

78	נספח לפרק 1 : מודל ה-SIR, תכונותיו, והדגמתו לגבי מדינות נבחרות
89	נספח לפרק 2 : נתונים נלווים
92	נספחים לפרק 3
96	נספח לפרק 4 : שיקולים אפידמיולוגים, תפעוליים וכלכליים בהפעלת מודל סגר חכם בסבבים

סיכום ומסקנות

דוח זה, "הקורונה: תחלואה, כלכלה ורפואה ציבורית", הוא פרי עבודתם המשותפת של 12 חוקרים ורופאים משטחי מחקר שונים (רפואה, היסטוריה של הרפואה, אפידמיולוגיה, פסיקה וכלכלה) ומשקף את רב הגוניות של חבריו.¹ הדו"ח נועד לנתח את האספקטים השונים שנחקרו על ידי חברי הצוות במטרה שישמשו את מקבלי ההחלטות בבואם לדון בצעדים לטווח הקרוב (השבועות הקרובים) - בשולי הגל הראשון ולאור עלייה מחודשת של מספר הנשאים, הבינוני (חודשים הקרובים) - לקראת גל שני בחורף) והארוך (בשנים קדימה). הנושאים בהם בחרנו לעסוק הם נושאי ליבה מרכזיים שעומדים כיום בפני מקבלי ההחלטות. בפרט שאלנו מה ניתן ללמוד ממגפות ב-100 השנים האחרונות, ניתחנו את התפתחות מגפת הקורונה בישראל ואת הצעדים שננקטו לבלימתה וליציאה מהסגר, בחנו את ההיבטים הכלכליים של החיים בצל צעדי דיכוי המגפה, עסקנו בקיבולת של מערכת חדרי הטיפול-נמרץ-קורונה (טנ"ק) ובמערך האפידמיולוגי, ובדקנו את הקריטריונים שהופעלו ליציאה מהסגר המלא שהוטל במחצית חודש מרץ כדי להציע קריטריונים לטיפול בשלבי ביניים שונים שיתפתחו בהמשך. התוצר הסופי מכיל מספר פרקים שבהם עסקו חברי הצוות על פי התמחותם המקצועית אך משקף גם את דיוני הרוחב הבין-תחומיים שהתנהלו בצוות. אנו מקווים שהדו"ח יסייע ויזרז פתיחה של סדרת דיוני עומק של פרומים רב תחומיים (שיכללו לדוגמא גם פסיכולוגים, אנשי חינוך, אפידמיולוגים ואנשי רפואה, כדי להימנע ממצב שבו פסיקאים או אנשי מדעי המחשב, האמונים בכתובת ופתרון משוואות ומודלים, הם אלה שקובעים איך ילמדו התלמידים בבתי הספר וכיצד יבוצע תהליך האיתור והבדיקה של "מגעים").

מגפת הקורונה הנגרמת על ידי נגיף ה-SARS-CoV-2, גורמת למחלת "נגיף קורונה 2019" (COVID-19), להלן "קורונה") החלה בדצמבר 2019 בעיר ווהאן, שבמחוז חוביי בסין, ומשם התפשטה לרוב מדינות העולם ובהן ישראל, שבה התגלו חולים במחלה החל מסוף חודש פברואר 2020. מרבית החולים הינם חולים קלים או אסימפטומטיים. בכ-5% מבין החולים במחלה, אי ספיקה נשימתית והצורך בהנשמה מכנית וטיפול נמרץ ממושך הינם המאפיין המרכזי. המחלה עצמה עדיין אינה מוכרת על מלוא תסמיניה. ההתפרצות כאמור זוהתה בוואהן, סין, בדצמבר 2019, ארגון הבריאות העולמי הכריז על ההתפרצות כמצב חירום בינלאומי ב-30 בינואר 2020 וכמגפה (פנדמיה) ב-11 במרץ 2020. עד היום (1 ביוני 2020) דווחו ברחבי העולם יותר מ-6.2 מיליון אנשים שנדבקו וכ-375 אלף בני אדם מתו מהמחלה. בישראל 17,106 ישראלים נדבקו ו-285 נפטרו.

¹ חברי הצוות (בסדר א-ב): פרופ' מאיר אורן, לשעבר מנכ"ל משרד הבריאות, לשעבר מנהל המרכז הרפואי הלל יפה והמרכז הרפואי ע"ש ברוך פדה, פוריה, לשעבר חבר סגל בפקולטה לרפואה, הטכניון וחבר צוות טיפול במגפות של משרד הבריאות; פרופ' ארנון אפק, סמנכ"ל המרכז הרפואי שיבא, לשעבר מנכ"ל משרד הבריאות וחבר סגל בפקולטה לרפואה, אוניברסיטת תל-אביב; פרופ' צבי אקשטיין, דיקן בית ספר טימקין לכלכלה וראש מכון אהרן למדיניות כלכלית, המרכז הבינתחומי הרצליה ולשעבר המשנה לנגיד בנק ישראל; פרופ' נטליה בילנקו, ראש המחלקה לבריאות הציבור, הפקולטה למדעי הבריאות, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב ומנהלת לשכת הבריאות המחוזית אשקלון של משרד הבריאות; פרופ' (אמריטוס) בני בנטל, החוג לכלכלה באוניברסיטת חיפה וראש תחום המחקר במרכז טאוב; פרופ' דורון חבצלת, חוקר בכיר (בגמלאות) בקריה למחקר גרעיני נגב וחבר סגל (נלווה) בפקולטה להנדסה, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב; ד"ר דוד לברון, חוקר בכיר (בגמלאות) בקריה למחקר גרעיני נגב וחוקר בפקולטה למדעי הטבע, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב; פרופ' אייל לשם, מנהל המכון לרפואת מטיילים ומחלות טרופיות במרכז הרפואי שיבא וחבר סגל בפקולטה לרפואה, אוניברסיטת תל-אביב; ד"ר דניאל פלוסר, מנהל מחלקה פנימית במרכז הרפואי סורוקה וחבר סגל בפקולטה למדעי הבריאות, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב; ד"ר איתי פסח, מנהל בית החולים לילדים במרכז הרפואי שיבא וחבר סגל בפקולטה לרפואה, אוניברסיטת תל-אביב; פרופ' דב שורץ, חוקר בכיר (בגמלאות) בקריה למחקר גרעיני נגב, חבר סגל (נלווה) בפקולטה להנדסה, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב ולשעבר המדען הראשי של הוועדה לאנרגיה אטומית; פרופ' (אמריטה) שפרה שורץ, היסטוריה של הרפואה, המרכז לחינוך רפואי ע"ש פרופ' משה פריבס בפקולטה למדעי הבריאות, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב וחברת הוועד המנהל של המכון הלאומי לחקר שרותי הבריאות ומדיניות הבריאות.

הצוות מודה לד"ר יונתן (יוני) אלבו, המדען הראשי של הוועדה לאנרגיה אטומית, על עזרתו הרבה במהלך דיוני קבוצות העבודה (בהפנייתנו לדוחות ומאמרים רלוונטיים, ברעיונות ובביקורת) ולפרופ' מרדכי (מוטקה) שני, ששימש מספר פעמים מנכ"ל משרד הבריאות ומנהל בית החולים שיבא, על שטרח לקרא את טיוטת הדוח ולהעיר עליו.

מגפות, בין אם נגרמו מחידקים או וירוסים, מלוות את החברה האנושית משחר ההיסטוריה. עדויות מפורטות על התפרצות מגפות, פגיעתן והשינויים שחלו בעקבותיהן מופיעים בכתובים החל מהזמן העתיק ועד היום. למרות השוני בגורם המגפה והיקפה, תגובות החברה האנושית למגפות אז והיום דומה: פחד, חרדה, פאניקה וחיפוש הגורם או הגורמים למגפה. המגפות גורמות למשברים כלכליים וחברתיים ולעתים אף למהפכות ושינויי שלטון. הזיכרון האנושי מדחיק בדרך כלל את קיומן של מגפות, אך הן מגיעות בממוצע מדי כעשור שנים (ראו לוח בנספח לרקע ההיסטורי), כשחלקן חוזרות ואחרות נעלמות כלא היו.

לעולם המודרני אין פתרון מתקדם למניעה ולהתמודדות עם מגפה עולמית, למעט הנוהגים ההיסטוריים של בידוד, אמצעי מיגון אישיים וחברתיים, ביגוד, מסכות ושמירת מרחק. נראה שלכאורה דבר לא השתנה ואנו מוצאים את עצמנו מתמודדים בעת החדשה כפי שנהגו היוונים, הרומאים, הצלבנים ואנשי הרנסנס בעת מגפה - בידוד, חרדה, היסטריה המונית, זעם והאשמת גורם כלשהו בהתפרצות המגפה.

במה אנחנו שונים מאבותינו? בעיקר בהבנת גורם המגפה, בהיותנו חיים בעולם גלובלי בו אין כמעט גבולות ורבים מגיעים (לטוב ולרע) ממקום למקום בתוך יום, בשימוש בתקשורת מתקדמת המאפשרת לאתר במהירות כאלה שבאו במגע עם נדבקים ושימוש במדע הרפואה על מנת למצוא חיסון או פתרון רפואי אחר להתמודדות איתה וגם זאת רק בדיעבד. פיתוח חיסון רלוונטי רק לגורם המגפה המיידית במידה ותחזור, אך לא למניעת המגפה הבאה אם תגרם מנגיף שונה.

במה כשל העולם עד היום? עולם הרפואה כשל במציאת פתרונות מדעיים לאיתור מגפות ועצירתן באיבן והחברות האנושיות כשלו בגיבוש מסגרות ייעודיות להיערכות ולהתמודדות חברתית וכלכלית בעת חרום עם פרוץ מגפה, מכל סוג שהוא. כך היה גם במגפות בעולם המודרני: השחפת, הפוליו, הכולרה, המלריה, האיידס וגם האבולה, שגרמו לנזקים חברתיים וכלכליים. למרות זאת רב המדינות לא למדו לקח וברובן לא הוכנו תוכניות לשעת חרום של מגפה. חשוב לציין שהעולם הרפואי אינו יודע לנבא האם יהיה גל שני חוזר למגפה (התבוננות בלוח שבנספח מעידה על כך שבכמהציתן של המגפות היה גל שני דומה, חזק או מצומצם יותר). עד כמה חשובות הכנתן של תוכניות כאלה ניתן לראות כאשר רק במדינות בודדות כדרום קוריאה, טאיוואן ואחרות, בהן הייתה מגפת SARS משמעותית ב-2003, התכוננו והכינו מבעוד מועד תוכניות לשעת חירום של התפרצות מגפתית, וכך הצליחו לעצור את התפשטות מגפת הקורונה, שמרו על בריאות האזרחים וצמצמו את המשבר הכלכלי-חברתי. יחד עם זאת, יש לסייג שהצלחות אלו במשבר הנוכחי נובעות מההתכוננות לנגיף ידוע, ממשפחת נגיפי ה-SARS.

האם תוכניות אלה היו עומדות במבחן המציאות לו התפרץ נגיף חדש, לא מוכר? זוהי למעשה שאלת השאלות העומדת על סדר היום הציבורי בכל מדינות העולם. האם העולם יכיר בכך באופן שונה מכפי שנהג בעבר? שאלה קשה. **ההכרה בייחודיותה של כל מגפה ומגפה צריכה להיות אבן יסוד בקביעת כללי ההתנהלות הבריאותיים והציבוריים במגפת הקורונה הנוכחית.** חשוב להבין שהסברה לציבור ומתן מענה לפחד ולדאגה יש חשיבות רבה להתמודדות האישית והציבורית עם התפשטות המגפה. **אי הוודאות על משך המגפה והיקפה, הנטייה לתגובת יתר על ידי פרטים וציבורים וסיכון מוסרי או לחילופין זלזול בהנחיות או חוסר אמון בקובעי המדיניות, רק מגבירים משמעותית את בעיות ההתמודדות במישור החברתי והכלכלי.** בהיעדר התערבות ציבורית כל אלה גורמים לירידה משמעותית בפעילות הכלכלית, לשינוי משמעותי בפעילות החברתית ולעלייה משמעותית בתחלואה ובמקרי המוות, ועל כן נדרשת מדיניות המשלבת מודל אפידמיולוגי ומודל כלכלי.

הדוח כולל מבוא היסטורי וארבעה פרקים העוסקים בהיבטים שונים של מגפת הקורונה והדרכים להקטנת נזקה הבריאותיים והכלכליים.

פרק 1 כולל ניתוח של התפתחות מגפת הקורונה בישראל והשוואתה להתפתחות במדינת ייחוס, אוסטרליה, שסומנה על ידנו כמדינת ייחוס מתאימה כיוון שגודל האוכלוסייה שלה (כ-9 מיליון) דומה מאד לזה של ישראל ומספר הנדבקים בה דומה גם הוא למספרים שלנו (כ-16,000). הפרק בוחן מהן התובנות שניתן להסיק מהתפתחות זאת באשר להתפשטות המגפה ודעיכתה. תובנות אלה אמורות להוות אבן בנין מרכזית לחיזוי התחלואה במקרה של גל שני שעלול להתרחש בתוך חודשים ספורים. ניתוח התוצאות האפידמיולוגיות מראה שבהינתן מספר הנדבקים שאותרו כחיוביים בבדיקות ניתן לנבא בקירוב טוב את מספר החולים הקשים (מתוכם אלה המגיעים לטיפול נמרץ בהנשמה ואלה הצפויים למות). הניתוח מצביע על השפעתם של האירועים המרכזיים (מעוררים או מדכאים) על התפתחות המגפה בישראל. תוצאות הניתוח הנ"ל הושו לתוצאות מודל ה-SIR ונמצא כי לפחות לגבי מהלך התפתחות המגפה בישראל, דומה שניתן היה להשתמש בתחזית שהתקבלה מהמודל כבר מסוף חודש מרץ כקירוב סביר.

על מנת לבחון את התוצאות משווה הפרק גם את מידת ההתאמה בין התפתחות המגפה בין ישראל לאוסטרליה ואת התאמתו של מודל ה-SIR גם להתפתחות המגפה באוסטרליה. הפרק מראה שההתפתחויות באוסטרליה הקדימו את אלה של ישראל בערך ב-9 ימים, עובדה שאפשרה לראש הממשלה וראש המל"ל להכריז על אימוץ אוסטרליה כמדינת ייחוס שמקדימה אותנו. החלטה זאת נתנה לנו יתרון של צמצום הלא-נודע ב-9 ימים. בהשוואה בין ישראל לבין אוסטרליה התברר שלמרות שבמהלך המגפה ובמספר הנדבקים דומים, אחוז החולים קשה והמתים באוסטרליה גבוהים פי 2 לערך מאלו של ישראל, בעיקר בשל העובדה שבאוסטרליה אחוז הגילאים המבוגרים (מעל גיל 65) כפול לערך מהאחוז בישראל (20% לעומת 11%).

ככלל, הצעדים שאפשרו ירידה משמעותית ולמעשה דיכוי התפשטות המגפה (בין ה-22.3 ל-8.4 בישראל ובין ה-11.3 ל-5.4 באוסטרליה) היו דומים וכללו מגבלות חריפות שכללו: ביטול כניסה למדינה בטיסות או בתחבורה ממדינות שכנות, סגירת בתי הספר, צמצום היקף העבודה במקומות העבודה, סגירת אתרי הבילוי והפנאי ועוד. יתכן שהצעדים הרבים והחריפים יותר שהונהגו בישראל הביאו לירידה ראשונית חדה יותר בדיכוי המגפה שהתבטא בקיצור של שבוע יחסית לאוסטרליה (3 שבועות בישראל לעומת 4 שבועות באוסטרליה). אולם, בשל העובדה שבשתי המדינות צעדים הללו ננקטו בסמיכות תאריכים רבה זו לזו, קשה להפריד ביניהם ולבחון את השפעת כל אחד מהצעדים בנפרד.

חשוב לציין שבשלב העריכה הסופיים של הדו"ח, בסוף חודש מאי, לאחר ירידה רצופה של כחודשיים בקצב התפשטות המגפה, חלה בישראל עליה מדאגה בתחלואה, כשחלק גדול ממנה מיוחס לחזרתם של ילדי בית הספר, בעיקר התיכוניים, ללימודים במהלך החודש האחרון. ההחלטה להקדים את החזרת ילדי בית הספר שבועיים לפני התוכנית האוסטרית (מה-17.5 אצלם ל-3.5 אצלנו במקום 26.5, תאריך שהתאים אצלנו לתוכנית האוסטרית באותו "זמן קורונה"), היוותה שינוי כיוון של 180 מעלות בתוכנית היציאה והביאה אותנו להקדים את אוסטרליה בשבועיים בלוי"ז הקלנדר, שהם הקדמה של שלשה שבועות ב"שעון הקורונה". בכך אבדה לישראל היכולת ללמוד מניסיונם של האוסטרים, כפי שתוכנן והוצהר מראש על ידי ראש הממשלה. דוגמא מצוינת ניתן לראות בפעולת התיקון שעשתה ממשלת אוסטרליה כאשר ראתה שעקומת ההידבקות התחילה לעלות בתחילת מאי והגיעה לערכים וקצב עליה מסוכנים. כתגובה החליטה הממשלה האוסטרית לדחות בשבועיים את חזרתם של תלמידי כיתות התיכונים ובכך הורידה את מגמת העלייה המדאגה. לעומת אוסטרליה, בישראל, בה תלמידי חטיבות הביניים והעליונה חזרו ללימודים ב-17.5 תוך ביטול כל הנחיות הריחוק (לימודים, מורים והסעות ב"קפסולות"), לא ננקטו עד לכתובת דברים אלה (5.6) כל צעדים מתקנים, למעט יוזמות מקומיות של עיריות, מועצות, בתי ספר וועדי הורים – שהחליטו על דעת עצמן לחזור לשיטת הלימוד מרחוק וה"קפסולות". שר החינוך טרם הכריז על חזרה לאחור של מהלכי היציאה של תלמידי התיכון, למרות שנתוני התפרצות הקורונה עברו כבר שניים משלושת קריטריוני החזרה לסגר מקומי או מלא, ובניגוד להמלצת משרד הבריאות.

חיוני שהמדינה תגבש תוכנית פעולה מראש, כפי שעשו אוסטריה ומדינות אחרות המתמודדות בהצלחה עם ההתפרצות הנוכחית. תוכנית מבוססת ומנומקת לטווח של כחודשיים קדימה מאפשרת לכל הגורמים המעורבים בהתמודדות עם המגפה להבין וליישר קו עם הכיוון שנקבע, מייצבת ציפיות של האזרחים ושומרת על משמעת, הן של הציבור והן של מנהיגיו.

פרק 2 דן בהיבטים הכלכליים של השפעת של מגפת הקורונה על ההתנהגות הכלכלית בישראל ומשתמש גם הוא באוסטריה כמדינת סמן. הפרק מצביע על כשלי השוק הנובעים מהחשש להידבק ולחלות והקטנת נכונותם של פרטים לצאת למרחב הציבורי ולעבודה. כתוצאה מכשלי שוק אלה נדרשת מדיניות ציבורית במטרה לעודד את הפעילות הכלכלית ולמנוע לאובדן רב של שנות חיים.

הפרק מצביע על הנזק הכלכלי החמור הנגרם עקב הטלת **סגר גורף** המנתק את המגע הפיזי באוכלוסייה. כאלטרנטיבה לסגר הגורף נדון **הריסון המושתת על בדיקה, תחקור ואיתור המגעים (TTT)** המבודד רק את מי שאומות והמגעים שלו. על פי השוואת הנזק הכלכלי בישראל ובאוסטריה בהן ננקטו סגרים גורפים לעומת התוצאה בטיוואן ודרום קוריאה שפעלה בשיטת הבדיקה, התחקור והבידוד המהיר מאד של מי שנמצא חולה ואיתור המגעים שלו (בתוך 48 שעות) "סגירת מעגל" וקטיעת שרשרת ההדבקה של החולה. נראה שסגר גורף גורם לנזקים כלכליים כבדים ומיותרים. בתחשיב של עלות חיי אדם שנחסכו בעקבות הסגר הגורף מתקבל שעלותה של כל שנת חיים שנחסכה הוא פי שישה עד אחת עשרה מעלות שנת אדם הנגזרת מהחלטות ועדת סל התרופות ואשר עומדת על כ-350 אלף שקל.

המדיניות הכלכלית של ישראל בתגובה לזעזוע הדרמטי מתמקדת באותם מרכיבים בהם מתמקדות כלל מדינות ה-OECD כולל אוסטריה: הבטחת רמת הכנסה בסיסית לפרטים שתעסוקתם נמנעה עקב הסגר ו/או ירידת ביקושים עם תמריץ לשמירה על המבנה התעסוקתי הקיים; תמיכה בחברות כדי להבטיח "גשר" בתזרים פיננסי ופיצוי מסוים על תשלומי הוצאות קבועות לאלו אשר צפויות להמשיך לתפקד; מדיניות פיסקאלית ומוניטארית מאקרו כלכלית אשר תומכת בביקושים במשק בזמן משבר ומאפשרת חזרה לצמיחה בתנאים טובים ככל האפשר.

הפרק מדגיש יתרונות מובהקים של המדיניות הכלכלית האוסטרית על זו שננקטת בישראל. בתחום התעסוקה והבטחת ההכנסה לפרטים קיים יתרון גדול לגמישות של שיטת "העבודה החלקית" האוסטרית על פני מדיניות החל"ת הנוקשה של ישראל. התמיכה בהוצאות הקבועות של עסקים על מיסים, דמי שכירות והסכמים נוספים באוסטריה מוגדרת היטב ומושתתת על עקרונות כלכליים ברורים, גם זה בניגוד למצב בישראל. קרנות ההלוואות הממשלתיות באוסטריה נותנות אשראי עם ערבות ממשלתית גבוהה יותר וביתר פשטות דרך המערכת הבנקאית. בתחום המונטרי היקפי המעורבות של ECB הם גדולים יותר בהיקפם, הריבית נמוכה יותר (שלילית) אך בשתי המדינות רמת הנזילות גבוהה מאד. לבסוף אנו מצביעים על **חשיבות השקיפות של צעדי שחרור הסגר הגורף באוסטריה שמאפשרת למערכת הכלכלית לתכנן את צעדיה בהתאם לצעדים השונים ועל הצורך החיוני בהגדרת מערכת כללים ברורה גם בישראל שתספק ודאות לגורמים הכלכליים הן בכניסה למשבר והן ביציאה ממנו.**

פרק 3 בוחן שני היבטים בהתארגנות הנדרשת ממערכת הבריאות לטיפול במגפת הקורונה. ההיבט הראשון בוחן את מספר החולים הקשים (רובם מונשמים) בהם יכולות לטפל בו-זמנית מחלקות הטיפול נמרץ קורונה שהוקמו בבתי החולים, ובדרכים להגדלת מספר זה. ההיבט השני עוסק במערך בריאות הציבור שנועד לגלות התפרצות מגפות ולסייע בריסון על ידי קטיעת שרשרות ההדבקה שתורמות משמעותית להתפשטות המגפה. בעניין התארגנות בתי החולים מצביע הפרק על כך שקיבולת מערכת בתי החולים במספר מיטות טיפול-נמרץ-קורונה (טני"ק) מוגבל בעיקר על ידי מספר צוותי הרופאים והאחיות שניתן לגייס ולהכשיר מבין הסגל בבתי החולים ומחוצה לו. קיבולת מערכת בתי החולים אינה עוברת כיום כ-250 מונשמים וכ-500 במצב חירום, שבו מגויסים כל צוותי בתי החולים למשימה זו (קרי: תוספת של כ-250 רופאים וכ-1200 אחיות למספר דומה שבצוותים הנוכחיים) ומושבתים השירותים האחרים, למעט לפעולות מצילות חיים וללא מגפת שפעת במקביל. **תוספות אלה והתכונות למצב שבו הגל השני יגיע במקביל למגפת השפעת, דורשות התארגנות והכשרה לאלתר.** מאידך, אין למערכת בעיה עם מכוונות הנשמה שקיימות באלפים.

בנושא בריאות הציבור, שעקרונותיו הם שלושת ה-Pים (Promote, Prevent, Protect), מתמקד הפרק בהיבטים הרלוונטיים להתפרצויות מגפה, תוך הדגשת האפשרות לגל שני של מגפת הקורונה בחורף הקרוב. ראשית עוסק הפרק במספר הבדיקות הנדרשות ובמשך הזמן הנדרש בין הבדיקה לקבלת התשובה.² החלק השני פונה למאמץ החקירה האפידמיולוגית וה-contact tracing הנדרשים לאיתור החשודים בהדבקות במהירות הנדרשת לקטיעת שרשרות ההדבקה. החלק השלישי עוסק במערך בריאות הציבור הנדרש על מנת שאפשר יהיה להתמודד עם המטלות והאילוצים השונים.

נראה לנו שלמרות המקצוענות והעבודה הקשה והמסורה של אנשי בריאות הציבור (רופאים אפידמיולוגיים, מומחים בבריאות הציבור, צוותי אחיות אפידמיולוגיות ואחיות הציבור שמשמשות בשוטף כאחיות טיפות חלב ושירותי בריאות לתלמיד ובחירום כחלק מצוותי התחקור), לא היה ניצול אופטימלי של מאמץ גדול ומקצועי זה, בעיקר בשל משך הזמן הארוך (כ-6-8 ימים) שלקחו שלבי הדגימה, הבדיקות והאישור להכריז על "חשוד בקורונה" כ"נשא מאושר".

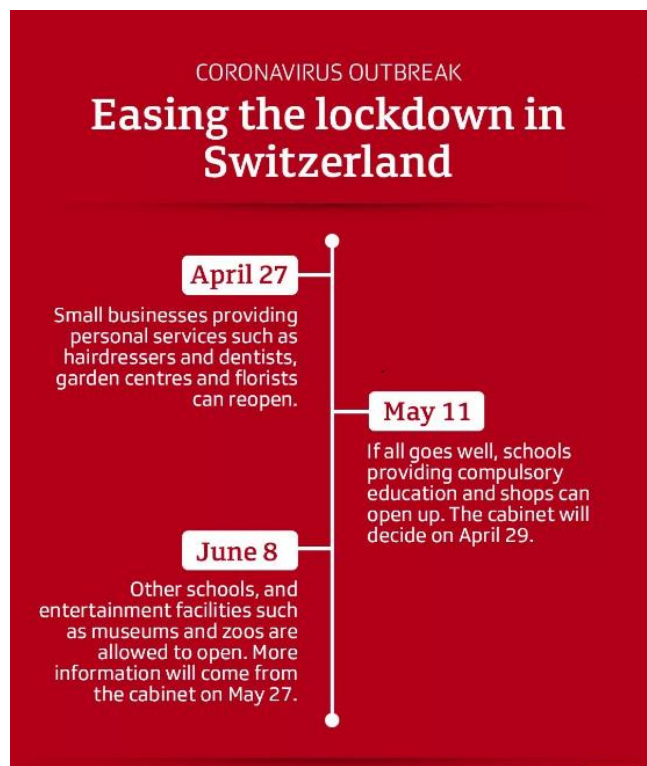
נדגיש שלצורך טיפול יעיל **תוצאת הבדיקה צריכה להתקבל במהירות המרבית של 24 שעות לכל היותר מרגע לקיחת הדגימה, ופעולות התחקור, האיתור והבידוד 24 שעות נוספות.** הארכת התהליך מעבר לכ-48 שעות מורידה את האפקטיביות של קטיעת השרשרות באופן משמעותי. לכן יש עדיפות רבה לבדיקתם, איתורם ובידודם של 60-70% מהנשאים והמגעיים שלהם תוך 48 שעות, על פני איתור מלא של כולם בפרק זמן ארוך יותר.

לפני הכנסת גורמים חדשים, שאינם מיומנים בנושא התחקור לטפל בנושא, חשוב לבחון האם לא נכון לתגבר ולהסתמך על המערך הנוכחי של שירותי בריאות הציבור שהתגלה כגוף מאורגן ומקצועי מאד, כאשר קריטריוני העדיפות הנ"ל יהיו ברורים לכל שרשרת הפיקוד של המטפלים בנושא.

² הדוח מכסה את התקופה עד ל-31.5. מאז תחילת יוני גדל משמעותית היקף הבדיקות, התחקור והאיתור על פי ההנחיה החדשה של משרד הבריאות לבדוק את כל המגעים של חולה קורונה מאומת (למשל, בדיקות שנערכות בכיתות, שכבות ובתי בספר שלמים לאור הימצאות נשאים בודדים בקרב התלמידים והמורים). נדרש יהיה לבחון משמעות הנחיה זו על מספר הבדיקות ועל היקף הבדיקות המעבדה, מספר צוותי הבדיקה, התחקור והאיתור.

פרק 4 מסביר את הנגזר מתופעות שתוארו בפרקים 1 ו-3 בכל הנוגע ליכולות מערכת הבריאות המקומית ומצביע על הצעדים בהם יש לנקוט על מנת לשלוט בהתפרצות המגפה ועל אלה הנדרשים לתיקון המצב במידה שצעדים אלה אינם מצליחים. בפרט מתאר הפרק את הקריטריונים והאסטרטגיות ליציאה מסגר במטרה להקטין את סיכויי ההתפרצות המחודשת. הפרק מסביר את הקשר בין מאפייני ההתפרצות, המשאבים הקריטיים וגבולות המשחק בין משאבים אלה לבין פרמטרי המגפה בפועל ומציג את הקריטריונים של היציאה ממשטר הסגר שנגזרים מהאילוצים והאיזונים הללו, ובמיוחד מהאילוץ של הקיבולת המירבית של המערכות והצוותים שנועדים לטפל בחולים המונשמים. מוצע מדרג של פעולות הנע משגרת קורונה בסיסית ומחייבת הכוללת ריחוק חברתי והתנהגות אישית ומערך בדיקות ותחקור מהירים, עבור לאמצעים חריפים מקומיים עבור לסגרים חכמים במישור הארצי על מנת לא להגיע מחדש לסגר כללי שפגיעתו במשק קשה מאוד. במיוחד עוסק הפרק במספר הבדיקות, משך הזמן עד לקבלת תשובה ובמערך התחקור האפידמיולוגי הנדרש כדי להגדיל את הסיכוי לדכוי התפרצויות נוספות באמצעות מערך הבדיקות והתחקור בלבד. בהמשך נדונים צעדים מקומיים הנדרשים במידה שלא צלח המאמץ למנוע התפרצות בעזרת בדיקות, איתור ובידוד בלבד. לבסוף נדונים הקריטריונים שבגינם נוצר צורך לנקוט בצעדים מתקנים והאפשרויות ביניהן ניתן לבחור, תוך קיום חיי כלכלה פעילים באופן נסבל לצד מרווח שימנע הגעה לרוויה של משאבי הסגל הרפואי.

הצוות מאוחד בעמדה שחיוני להכין תכנית ממשלתית אינטגרלית ומסונכרנת למספר חודשים העוסקת בכל ההיבטים של מגפת הקורונה או מגפות דומות, תוך עיגונה בנקודות בקרה ובקריטריונים ברורים ושקופים לכלל הציבור של מעבר משלב לשלב, כפי שנעשה, למשל, באוסטריה ובשוויצריה (ראו אירוס סכמתיים של התוכניות השוויצרית (מימין) והאוסטרית (משמאל), שפורסמו כשבועיים לפני תאריך היציאה מהסגר הגורף, ושמייצגות את מרבית תוכניות מדינות אירופה).





רקע היסטורי

מאיר אורן, דניאל פלוסר ושפרה שורץ*

* פרופ' מאיר אורן, לשעבר מנכ"ל משרד הבריאות, לשעבר מנהל המרכז הרפואי הלל יפה והמרכז הרפואי ע"ש ברוך פדה, פוריה, לשעבר חבר סגל בפקולטה לרפואה, הטכניון וחבר צוות טיפול במגפות של משרד הבריאות, עמית מחקר בתכנית מדיניות הבריאות של מרכז טאוב. ד"ר דניאל פלוסר, מנהל מחלקה פנימית במרכז הרפואי סורוקה וחבר סגל בפקולטה למדעי הבריאות, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב. פרופ' (אמריטה) שפרה שורץ, היסטוריה של הרפואה, המרכז לחינוך רפואי ע"ש פרופ' משה פריבס בפקולטה למדעי הבריאות, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב וחברת הוועד המנהל של המכון הלאומי לחקר שריות הבריאות ומדיניות הבריאות.

רקע היסטורי

מגפת הקורונה הנגרמת על ידי נגיף ה-SARS-CoV-2, גורמת למחלת "נגיף קורונה 2019 (COVID-19) החלה בדצמבר 2019 בעיר ווהאן, שבמחוז חוביי בסין, ומשם התפשטה לרוב מדינות העולם ובהן ישראל, שבה התגלו חולים במחלה החל מפברואר 2020. מרבית החולים הינם אסימפטומטיים או חולים קלים. מבין החולים הקשים במחלה, אי ספיקה נשימתית והצורך בהנשמה מכנית וטיפול נמרץ ממושך הינם המאפיין המרכזי. בכל מקרה, וירוס זה, ה-SARS-CoV-2, מתעתע. המחלה עצמה עדיין אינה מוכרת על מלוא תסמיניה ולאחרונה אף פורסמה תחלואה מוזרה בקבוצת הגילאים הצעירים (ילדים), עם מקרי תמותה, דמויית מחלת קאנוסאקי (מחלת ילדים נדירה עד גיל 5), ועיקרה מחלה דלקתית ממושטת עם פגיעה בשריר הלב, בכלי דם ובעורקי הלב. גם בישראל ניצפו מספר מיקרים שכאלה הממקדים את בעיית הקורונה גם לגיל הילדות.

ההתפרצות זוהתה בוואהאן, סין, בדצמבר 2019. כיום ישנן עדויות לכך שכבר בחודש אוקטובר 2019 היה ידוע לסינים על התפרצות המחלה. ארגון הבריאות העולמי הכריז על ההתפרצות כמצב חירום בינלאומי ב-30 בינואר 2020 וכמגפה (פנדמיה) ב-11 במרץ 2020. עד היום (13 מאי 2020) דווחו ברחבי העולם יותר מארבעה מיליון מקרים של COVID-19 ומעל 290,000 בני אדם מתו ממחלה שנגרמה על ידי נגיף זה. בישראל הופיעו המקרים הראשונים בפברואר 2020. 16,458 ישראלים נדבקו עד כה בקורונה ו-248 נפטרו לאחר שלקו בנגיף. מגפות, בין אם נגרמו מחיידקים או וירוסים, מלוות את החברה האנושית משחר ההיסטוריה. עדויות מפורטות על התפרצות מגפות, פגיעתן והשינויים שחלו בעקבותיהן מופיעים בכתובים החל מהזמן העתיק ועד היום. רוב המגפות בעולם הגיעו עם הקידמה, התרחבות המסחר היבשתי והימי, המסעות לגילוי יבשות ועם מלחמות וכיבושים צבאיים. למרות השוני במועד ועונות השנה, במיקום גיאוגרפי ובגורם המגפה והיקפה, תגובות החברה האנושית למגפות אז והיום דומה. פחד, חרדה, פאניקה וחיפוש הגורם או הגורמים "האשמים" במגפה (יהודים, סינים, הומוסקסואליים, שחורים ועוד...).

על אף ההתקדמות המדעית באיתור והבנת גורמי סיכון ומוקדי מגפה ופיתוח חיסונים, מגפות ממשיכות לפגוע בחברה האנושית ברחבי העולם ללא אבחנה בין חברה מערבית מתקדמת לחברה שבטית או מסורתית-דתית והבדל בזמינות הנתונים בין החברות. גם הפגיעות של המגפות דומות - הן גורמות למשברים כלכליים וחברתיים ולעתים אף למהפכות ושינויי שלטון.³ הזיכרון האנושי מדחיק בדרך כלל את קיומן של מגפות, אך הן מגיעות מדי כעשור שנים (ראו לוח נ-1 בנספח) כשחלקן חוזרות כשפעת החזירים (8-1977) ואחרות נעלמות כלא היו (סארס 2002-2003). חלקן פוגע בעיקר בצעירים (השפעת הספרדית, שפעת הונג-קונג 1968-1969 ושפעת העופות 1997) ואחרות כמגפת הקורונה הנוכחית פוגעות בעיקר במבוגרים.⁴ גם כאשר הנגיף מוכר ויש חיסון (שפעת) השינויים שחלים עם הזמן בנגיפים מקשים על היענות מיידית ועצירת המגפה, ותגובות מערכות הבריאות והאוכלוסייה איטית ביחס למהירות התפשטותה והפגיעה רבה.

³ Kraut M. Alan, *Silent Travelers, Germs, Genes and the "Immigrant Menace"*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 1994; Markel Howard, *When Germs Travel*, Pantheon Books, New York, 2004.

⁴ קולטה גיינה, וירוס, עולם בצל מגפת השפעת בשנת 1918, הוצאת מטר, 2020.

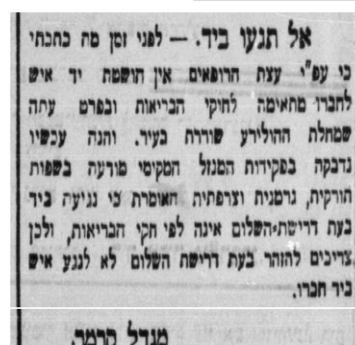
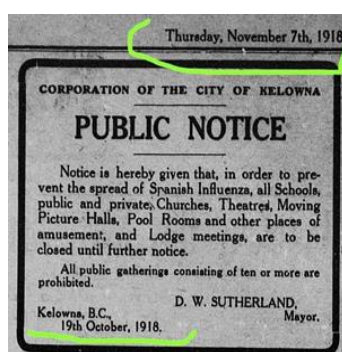
לוח 1: מגפות בולטות במאה השנים האחרונות⁵

המגפה ושנת ההתפרצות הראשונה	התפרצויות	תמותה
השפעת הספרדית 1918-1919	גל ראשון קל: אפריל עד יולי 1918	2.5% מהחולים
	גל שני קטלני: אוגוסט 1918-אפריל 1919	20-50 מיליון מתים ברחבי העולם
השפעת האסייתית 1957-1958	גל אחד (הנגיף עבר שינוי וחזר כשפעת הונג קונג 1968-1969)	1.5 מיליון מתים בעולם
שפעת החזירים 1977-1978	חוזרת מדי 4-5 שנים	0.02% מהחולים
2002-2003 SARS (נגיף מסוג COVID)	גל אחד	9.6% מהחולים
		774 מתים ברחבי העולם
2012 MERS (נגיף מסוג COVID)	גל שני מצומצם בקוראיה-2015	36% מהחולים

ראה לוח מגפות מקיף בנספח.

לעולם המודרני של המאות ה-20 וה-21 אין פתרון מתקדם למניעה ולהתמודדות עם מגפה עולמית - פנדמיה, למעט הנהגים ההיסטוריים של בידוד, אמצעי מיגון אישיים וחברתיים, ביגוד, מסכות ושמירת מרחק (ראה המודעות משנת 1916 ו-1918). נראה כי דבר לא השתנה ואנו מוצאים את עצמנו מתמודדים בעת החדשה כפי שנהגו היוונים, הרומאים, הצלבנים ואנשי הרנסנס בעת מגפה - בידוד, חרדה, היסטריה המונית, זעם והאשמת גורם כלשהו בהתפרצות המגפה.⁶

החרות ירושלים: עם שני אוגוסט 1916, 07



מימין לשמאל: "אל תגעו ביד" אזהרה למניעת הדבקה שפורסמה בעתון החרות בשנת 1916 בעת מגפת החולירע בא"י; שוטרים חבושי מסכות בסיאטל, ארה"ב, במגפת השפעת הספרדית 1918; הודעה על סגר כולל במגפת השפעת הספרדית בקנדה, נובמבר 1918.

Credit: Time Life Pictures/National Archives, via The LIFE Picture Collection, via Getty Images.

⁵ קולטה, לעיל.

⁶ Kenneth F. Kiple (ed.), *Plague, Pox and Pestilence, Disease in History*, Weidenfeld and Nicolson, 1997

ראוי לציין שעל אף חוסר האונים של החברה האנושית בכל הקשור במגפות - בעולם המודרני, מגפות אינן גורמות לטראומות חברתיות ולאומיות ואינן חקוקות בזיכרון האנושי, בניגוד למלחמות שהחברה האנושית (וגם הישראלית) זוכרת שנים רבות מאד.⁷ כך, למעט אזכורים ספרותיים של "המוות השחור" (הדבר) בימי הביניים על ידי בוקאצ'יו ("דקאמרון") או על ידי אלבר קאמי במאה ה-20 ("הדבר"), החברה האנושית שנוהגת להתגונן כדרך קבע כנגד מלחמות או אירועי טרור, אינה נושאת עימה טראומות של מגפות העבר או פחדים ממגפות העתיד. ואולי דווקא בגלל ריבוי המגפות וחוסר האונים כלפיהן, פיתחה לעצמה החברה האנושית מעין מנגנון הגנה אנושי כנגד הזיכרון הטראומטי של המגפה, כל מגפה, זאת שהייתה וזאת שתבוא. זו יכולה גם להיות הסיבה שהשקעות במחקר של מחלות זיהומיות, וירוסים וכד' - מקוצצות כמה שנים אחרי המגפה שהייתה ולכן אין העולם המדעי מוכן עם פתרונות טובים יותר כשמגיעה המגפה הבאה, שעלויותיה עולות בעשרת מונים על ההשקעה הנדרשת במחקר גורמי המגפה.

במה אנחנו שונים מאבותינו? בעיקר בהבנת גורם המגפה, בהיותנו חיים בעולם גלובלי בו אין כמעט גבולות ורבים מגיעים (לטוב ולרע) ממקום למקום בתוך שעות, בשימוש בתקשורת מתקדמת כדי לאתר במהירות כאלה שבאו במגע עם נדבקים ובשימוש במדע הרפואה על מנת למצוא חיסון או פתרון רפואי אחר להתמודדות איתה וגם זאת רק בדיעבד. פיתוח חיסון שיהיה הינו רלוונטי רק לגורם המגפה המיידי במידה ותחזור, אך לא למניעת המגפה הבאה אם תגרם מנגיף שונה. חשוב לציין שהעולם הרפואי אינו יודע לנבא האם יהיה גל שני חוזר, דומה, חזק יותר או מצומצם. בלוח נ-1 בנספח מצוינות המגפות דמויות השפעת הבולטות ב-100 השנה האחרונות. ניתן לראות כי רק בחלק מהמגפות התרחש גל שני. עד היום אין לעולם הרפואה כל ידע מדעי לנבא האם בעקבות הגל הראשון של כל מגפה, יגיע גל שני או שלישי. כך למשל, מגפת השפעת של 1918 הייתה עוצמתית רק בגל השני, והיא חזרה בעוצמה בינונית בשנים 1933-1935; 1946-1947; ואילו שפעת "החזירים" חוזרת מדי 4-5 שנים (ראו הלוח). בשני מקרי המגפות שנגרמו מנגיפי ה-CORONA, ה-SARS וה-MERS, לא היו גלים חוזרים של המגפה, במקרה של נגיף הסארס הוא נעלם ולא חזר ובמקרה של נגיף המרס, התגלו מספר מקרים בודדים בשנת 2015 אך הם לא גרמו למגפה, אף לא ברמה המקומית. במה כשל העולם עד היום למרות הבנותיו כי מגפות תמשכנה לפרוץ בהיקפים מקומיים או עולמיים מדי כמה עשורים? עולם הרפואה כשל במציאת פתרונות מדעיים לאיתור מגפות ועצירתן באיבן והחברות האנושיות כשלו בגיבוש מסגרות ייעודיות להיערכות ולהתמודדות חברתית וכלכלית בעת חרום עם פרוץ מגפה, מכל סוג שהוא. כך היה במגפות בעולם המודרני, השחפת, הפוליו, הכולרה, המלריה, האיידס וגם האבולה, שגרמו לנזקים חברתיים וכלכליים עצומים, אף יותר משתי המלחמות העולם, ולמרות זאת רוב המדינות לא למדו לקח, לא הוכנו תוכניות לשעת חרום של מגפה, לא בחלק הבריאותי ולא בחלק הכלכלי-חברתי.

עד כמה חשובות הכנתן של תוכניות כאלה והגנתן התקציבית ניתן לראות במגפה הנוכחית - כאשר רק מדינות בודדות כדרום קוריאה, טאיוואן ואחרות, התכוננו והכינו מבעוד מועד תוכניות לשעת חירום של התפרצות מגפתית, וכך הצליחו לעצור את התפשטות המגפה, שמרו על בריאות האזרחים ומנעו משבר כלכלי הרסני. יחד עם זאת, יש לסייג שהצלחות דרום קוריאה ודומותיה במשבר הנוכחי נובעות מההתכוננות לנגיף ידוע, מסוג Corona Virus (הסארס ב-2003 והמרס ב-2012). האם תוכניות אלה היו עומדות במבחן המציאות לו התפרץ נגיף חדש, ולא מוכר? זוהי למעשה שאלת השאלות העומדת על סדר היום הציבורי בכל מדינות העולם, האם העולם יכיר בכך באופן שונה מכפי שנהג בעבר? שאלה קשה.

⁷ נסים לוי, פרקים בתולדות הרפואה בארץ-ישראל, 1799-1948, הקבוץ המאוחד, הפקולטה לרפואה ע"ש ברוך רפפורט, הטכניון חיפה, 1998, חלק ד' - מחלות ומגיפות בארץ ישראל, עמ' 478-516.

מהן אפוא הסוגיות והתובנות שצריכות לעמוד בראש סדר היום הלאומי של מדינות העולם בעידן הקורונה?
ההיסטוריה לימדה אותנו כי כל מגפה חדשה הינה סוגיה בריאותית ייחודית בפני עצמה הדורשת מחקר,
הבנה והתייחסות ספציפית. **הכרה זו בייחודיותה של כל מגפה ומגפה צריכה להיות אבן יסוד בקביעת כללי
ההתנהלות הבריאותיים והציבוריים במגפת הקורונה הנוכחית.**

בעיית העדר חיסונים היא בעיה אפידמיולוגית ופסיכולוגית. יש לקחת בחשבון כי כל מגפה הינה שונה
מקודמתה, רוב הסיכויים שהגורם לה יהיה נגיף שאינו מוכר או נגיף שעבר שינוי והפך לאלים יותר, כזה
שלמערכת הרפואית אין פתרון תרופתי וחיסוני מידי. הכרה באי ידיעה זו מחייבת הכנה והיערכות גם בתחום
האפידמיולוגי (בידוד, בדיקות, וכו...) וגם בתחום הפסיכולוגי של הסברה לציבור ומתן מענה לפחד ולדאגה,
הסברה שבלעדיה לא ניתן יהיה להתמודד עם התפשטות המגפה מגפות גורמות למשבר כלכלי-חברתי מידי
- עמו צריך להתמודד בעת המגפה ולפעול לשיקום הכלכלי אחריה. הדבקה בין אדם לאדם, חוסר המידע
לפרט עצמו אם הוא נגוע (ללא תסמינים ונוכח מחסור בבדיקות סקר ובדיקות אבחנתיות), אי הוודאות על
משך המגפה והיקפה, הנטייה לתגובת יתר על ידי פרטים וציבורים וסיכון מוסרי או לחילופין זלזול בהנחיות
או חוסר אמון בקובעי המדיניות, רק מגבירים משמעותית את בעיות ההתמודדות במישור החברתי
והכלכלי.

בהיעדר התערבות ציבורית כל אלה גורמים לירידה משמעותית בפעילות הכלכלית, לשינוי משמעותי
בפעילות החברתית ולעלייה משמעותית בתחלואה ובמקרי המוות, ועל כן נדרשת מדיניות המשלבת מודל
אפידמיולוגי ומודל כלכלי להתמודדות עם תוצאות אלו.



פרק 1: התפתחות וניתוח

אפידמיולוגי של המגפה

דוד לברון ודב שורץ*

* ד"ר דוד לברון, חוקר בכיר (בגמלאות) בקריה למחקר גרעיני נגב וחוקר בפקולטה למדעי הטבע, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב. פרופ' דב שורץ, חוקר בכיר (בגמלאות) בקריה למחקר גרעיני נגב, חבר סגל (נלווה) בפקולטה להנדסה, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב ולשעבר המדען הראשי של הוועדה לאנרגיה אטומית.

1. התפתחות וניתוח אפידמיולוגי של המגפה

בפרק זה נסקור וננתח את התוצאות האפידמיולוגיות של מגפת הקורונה בישראל ונבחן מהן המסקנות שניתן להסיק מהן באשר להתפשטות המגפה ודעיכתה. אנו מקווים שמסקנות אלה יסייעו לניתוח וחיזוי התחלואה במקרה של גל שני שעלול להתרחש בתוך חודשים ספורים.

מאחר שמודלים כמותיים לניבוי התפתחות המגפה נתונים לחילוקי דעות וזוכים להתייחסויות שונות בקרב הקהילה המדעית – בחרנו להתבסס ככל הניתן על ניתוח התוצאות האפידמיולוגיות בפועל ולהשתמש במודל ה-SIR לצורכי השוואה וללמוד את יכולתו לנבא את התפתחות המגפה. תיאור קצר של המודל, בחינת התאמתו לניתוח התפשטות המגפה בישראל ובמדינות אחרות יופיעו בנספח לפרק זה.

מטרתנו העיקרית בפרק זה היא לבחון את היכולת לנבא בקירוב סביר מתוך מספר הנדבקים שאותרו בבדיקות את מספר החולים הקשים, אלה מהם המתים ואלה המונשמים, שני האחרונים הם הפרמטרים המרכזיים בקביעת תוצאות המגפה. יכולת כזאת מספקת בסיס לקביעת קריטריונים להתערבות עקב התפרצות נוספת. נראה שבקירוב, קיים יחס קבוע בין קצב הגידול היומי של מספר הנדבקים המאותרים לבין קצב הגידול של מספר החולים הקשים, באם מביאים בחשבון את מספר הימים שעוברים מהיות האדם מוכרז כ"נדבק מאותר" ועד התפתחות מחלה קשה באותו האדם (כמובן שרק עבור אלה שהופכים להיות חולים קשים). יחס זה יסייע לנו בהמשך להעריך את מספר החולים הקשים הצפוי בראייה של מספר ימים קדימה.

את הנתונים לגבי ישראל אספנו מאתר משרד הבריאות המפרסם את הנתונים פעמיים ביום (00:00 בבוקר ו-20:00 בערב) תחת הכותרת "דוח מכלול האשפוז"⁸. הנתונים שניתחנו הם (לחודשים מרץ-מאי, התקופה אליה מתייחס דוח זה):

- מספר הנבדקים שאותרו כחיוביים (בחודשים מרץ-מאי אלו הם אלו עבורם היתה מדידת PCR חיובית, הופעי תסמינים והיתה להם קירבה פיסית לנדבק מאותר חיובית. השינוי בקריטריונים שהחל ביוני ידון בדוחות המשך) ("נדבקים מאותרים" או "נדבקים מאומתים").
- מספר החולים קשה.
- מספר החולים קשה הנפטרים.
- מספר החולים קשה המונשמים.

בסעיף 1.1 נציג את הנתונים הבסיסיים הללו ונראה כיצד ניתן לקשר בין מספר "הנדבקים המאותרים" למספר החולים הקשים, ומהם את מספר החולים המונשמים ומספר הנפטרים.

בסעיף 1.2 נציג את ההשתנות הזמנית של קצב שינוי היומי במספר של החולים הקשים ונראה, שעד כדי פיגור של 4-ימים, הוא מתאים (בחודשים מרץ-מאי) מצוין לכ-3% מהמספר המצטבר של "הנדבקים המאותרים". בהמשך נבחן את גרפי השינוי היומי במספר "הנדבקים המאותרים" ונראה את מידת התאמתו ל"אירועים" ה"מעוררים" השונים שהתרחשו בחודשיים האחרונים (אירועים "מגדילי הדבקה", כגון אירועי חג הפורים אצלנו, ואירועים "מקטיני הדבקה", בדוגמת סגירת בתי ספר ומקומות בילוי). בסעיף זה נראה גם את הקשר בין פרמטר השינוי היומי במספר הנדבקים המצטבר לבין מקדם ההדבקה האפקטיבי Re (כמה אנשים בממוצע מדביק כל אדם).

⁸ <https://www.health.gov.il/Subjects/disease/corona/Pages/default.aspx>

על מנת לבחון את התוצאות שלנו, מול מדינת ייחוס, בחרנו להשוות את התוצאות שנתקבלו עבור מדינת ישראל עם אוסטרליה, מדינה שגודל האוכלוסייה שלה (כ-9 מיליון) דומה מאוד לישראל ומספר הנדבקים בה דומה גם הוא למספרים שלנו (כ-17,000 בסוף מאי). בחירת אוסטרליה, בה התחילה המגפה להתפתח כ-9 ימים לפנינו בתחילת חודש מרץ, אפשרה למדינת ישראל (בעקבות הצעתנו) לראות וללמוד כיצד מתפתחת המגפה במדינת ייחוס, המקדימה אותנו ב-9 ימים, שבה התפתחה המגפה באופן דומה לזו שאצלנו. גם הירידה במספר הנדבקים למספר מתחת לרף ה-100 נדבקים חדשים ליום (ראה דיון בנושא בפרק 4) בתחילת חודש מאי, דבר שאפשר יציאה ממצב של סגר מלא, הייתה בהקדמה של כ-9 ימים בין אוסטרליה לבינו. בסעיף 1.3 נשווה אם כן את נתוני אוסטרליה לאלו שלנו בשלושה מדדים (נדבקים מאותרים, חולים קשה ונפטרים), תוך התחשבות בהזזת 9 הימים, ונסביר היכן יש בינו התאמה והיכן אין ומדוע.

בנספח לפרק נציג בקצרה את המודל הפשוט ביותר להתפתחות מגפות, מודל ה-SIR,⁹ נדון ביתרונותיו וחסרונותיו ומה ניתן ללמוד ממנו ונדגים דברים אלה באמצעות השוואת תוצאות המודל לתוצאות התפתחות המגפה במספר מדינות שהשיח בישראל ובעולם ממוקד בהן, הן בשוני הגדול ביניהן בהתפתחות המגפה והן בצעדים השונים בהם נקטו המדינות לדכאה. הצגת התוצאות בפועל והשוואתן לניבוי המודל מאפשרות לנו לענות על סוגיות בהקשר ליכולת הניבוי של המודל טרם פרוץ המגפה בישראל ותוך כדי התפתחותה ולהאיר סוגיות מעניינות בהתפתחות המגפה במשטרי בלימה שונים. ניתן לסכם את הממצאים והתובנות העיקריים מפרק זה של הדו"ח:

1. מספר החולים הקשים מהווה כ-3% ממספר המצטבר של נדבקים מאותרים כ-4 ימים מוקדם יותר (מספר העשוי לגדול ל-6 ימים בשל הליך הבדיקה היעיל יותר דרך קופות החולים).
2. כ-60% מהחולים הקשים נפטרים כ-14 ימים בממוצע מאז הפכו לחולים קשים. מתוך אלו שנתרו בחיים כ-80% נזקקים להנשמה בחדרי טיפול נמרץ קורונה.
3. מהשוואת המדדים בינינו לבין אוסטרליה עולה שעקומת התחלואה שלנו דומה לזו של אוסטרליה, עד כדי הזזה של 9 ימים קרי: המגפה החלה קודם לכן באוסטרליה. יחד עם זאת מתקבל שאחוז החולים קשה והמתים באוסטרליה גבוהים פי 2 לערך מזו שאצלנו, בעיקר בשל העובדה שבאוסטרליה אחוז הגילאים המבוגרים (מעל גיל 65) כפול לערך מהאחוז אצלנו (20% לעומת 11% אצלנו).
4. מודל ה-SIR, על כל מגבלותיו, מתאים באופן סביר לתיאור התפתחות תחלואת הקורונה בישראל, שעד לסוף מאי לא הייתה ספורדית בהתנהגותה הממוצעת על פני מספר ימים. ממודל זה ניתן היה לנבא, כבר בתחילת אפריל, בדיוק סביר את מספר הנדבקים המאותרים בישראל (10,000-20,000) ואת סיומו של הגל הנוכחי במהלך חודש מאי.
5. הצעדים שאפשרו ירידה משמעותית ולמעשה דיכוי בהתפשטות המגפה (בין ה-22.3 ל-8.4 אצלנו ובין ה-11.3 ל-5.4 באוסטרליה) היו דומים וכללו: מגבלות חריפות על כניסה למדינה בטיסות או בתחבורה ממדינות שכנות, סגירת בתי הספר, צמצום היקף העבודה במקומות העבודה, סגירת אתרי הבילוי והפנאי ועוד. בשל העובדה שבשתי המדינות, צעדים הללו ננקטו בסמיכות רבה זו לזו, קשה להפריד ולהמליץ על יעילות הצעדים השונים.

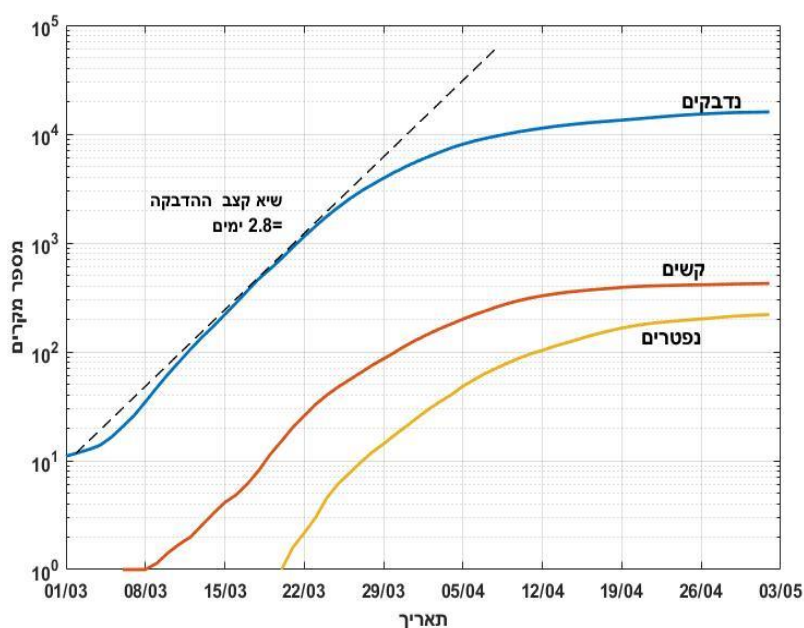
⁹ Howard (Howie) Weiss, "The SIR Model and the Foundation of Public Health", *MATerials MATemàtics* Volume 2013, treball no. 3, 17 pp. ISSN: 1887-1097, Publicació electrònica de divulgació del Departament de Matemàtiques de la Universitat Autònoma de Barcelona

6. חשוב לציין שבשלבי העריכה הסופיים של הדו"ח, לאחר ירידה רצופה בהיקף המגפה במשך כחודשיים, חלה אצלנו בשבוע האחרון של מאי עליה מדאיגה בתחלואה, כשחלק גדול ממנה נבע מחזרתם של ילדי בית הספר, בעיקר התיכוניים, ללימודים במהלך החודש האחרון. חלק מעליה זו היה צפוי אך הוא גדל משמעותית יותר מאחר ומשרד החינוך לא היה ערוך לתת מענה לדרישות שהוצגו על ידי משרד הבריאות בנושאים של שמירת ריחוק, חבישת מסכות, בידוד בכיתות, מורים והסעות נפרדים וכד'. נראה כאילו שלנגד עיניו של המנכ"ל (ובהעדר שר חינוך) עמדה בעיקר השגת המטרה ששם לעצמו - החזרת כל התלמידים לכל ימי השבוע ללימודים.
7. ההחלטה להקדים את החזרת ילדי בית הספר שבועיים לפני התוכנית האוסטרית (מה-17.5 באוסטריה ל-3.5 אצלנו במקום 26.5 שהתאים לתוכנית האוסטרית באותו "זמן קורונה" אצלנו, מהווה שינוי המתווה המתוכנן והגיוני ב-180 מעלות, והביאה אותנו להקדים את אוסטריה בשבועיים בלתי שווים, שזו הקדמה של שלשה שבועות ב"שעון הקורונה", תוך איבוד היכולת ללמוד מניסיונם של האוסטרים. דוגמא מצוינת ניתן לראות בפעולת התיקון שעשתה אוסטריה ב-15.3: כשממשלת אוסטריה ראתה ב-15.3 שעקומת ההידבקות שהתחילה לעלות שם בתחילת מאי הגיעה לערכים וקצב עלייה מסוכנים, החליטה לדחות בשבועיים את חזרתם של תלמידי כיתות התיכוניים והורידו חזרה את מגמת העלייה המדאיגה שגילו.
8. חיוני שמדינה תגבש לעצמה תוכנית פעולות מראש כפי שעושות מדינות אחרות המתמודדות בהצלחה עם ההתפרצות הנוכחית (ברב מדינות מערב אירופה התוכנית לחודשיים קדימה היתה כתובה כשבועיים לפני היציאה מהסגר, על נייר בגודל קלף ומכילה שלושה שלבים וקריטריונים למעבר משלב לשלב). תכנון של כחודשיים קדימה מאפשרת לכל הגורמים המעורבים בהתמודדות עם המגפה להבין וליישר קו עם הכיוון שנקבע ומייצבת ציפיות של האזרחים ושומרת על משמעת, של הציבור ושל מנהיגיו. בפועל, מקבלי ההחלטות הורידו פקודות והגבלות כמה פעמים בתקופה קצרה מאד ושידרו חוסר ארגון ומחשבה. בהמשך הודיעו על מדיניות הקלות ונכנעו ללחצים בנושאים שונים וגם כך שידרו חוסר תכנון והזמנה ללחצים נוספים.

1.1 הצגת וניתוח התוצאות האפידמיולוגיות בישראל

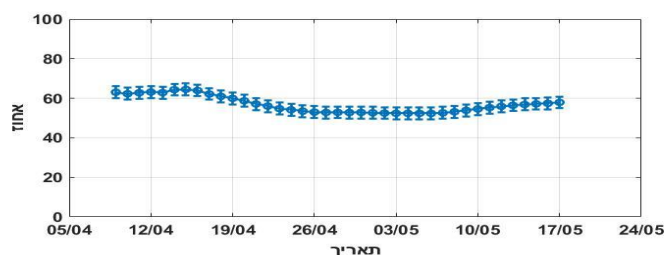
איור 1.1 מתווה בסקלה לוגריתמית את המספר המצטבר של מספר הנדבקים המאומתים, החולים הקשים והנפטרים בישראל על פני זמן בהתאם לנתונים באתר הרשמי של משרד הבריאות.¹⁰ נכון ל-3.5 הגיע מספר הנדבקים המאומתים ל-16,193, המספר המצטבר של החולים הקשים ל-430 ומספר הנפטרים ל-230. שיפוע העקומות מייצג את קצב הגידול האקספוננציאלי של המשתנה הרלוונטי. הקו המשיק לקו החולים המאומתים בתאריכים 17-20.3 באיור 1.1 מסמן את קצב הגידול האקספוננציאלי הגדול ביותר בתקופת המגפה, גידול של 28% ליום, שמתאים לזמן הכפלה של מספר הנדבקים המאומתים כל כ-2.8 ימים, וקרה כ-10-15 יום אחרי חג פורים. צעדי הבלימה הקשים החלו מייד אחר כך (ב-24 למרץ).

איור 1.1: ההתפתחות היומית של המספר המצטבר של חולים נדבקים מאומתים, חולים קשים ונפטרים (עד לתאריך 2.5.2020)



באיור 1.2 מוצגים אחוז הנפטרים מבין החולים הקשים, כאשר מספר הנפטרים הוזהר לאחר ב-14 ימים, שזהו הפרש הימים "המתאים ביותר" (התאמה בשיטת "הריבועים המינימליים") בין קו החולים הקשים לבין קו הנפטרים באיור 1.1. בהתחשב בהפרש ימים זה מתקבל שכ-60% מהחולים הקשים נפטרים (תחומי השגיאה המסומנים לערכים מתאימים למיצוע הנתונים על פני 7 ימים).

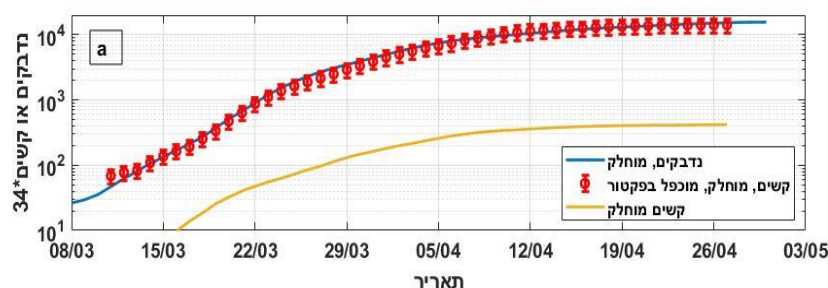
איור 1.2: אחוז הנפטרים מהחולים הקשים (בהזזה של 14 ימים - ממצב קשה למצב נפטר)



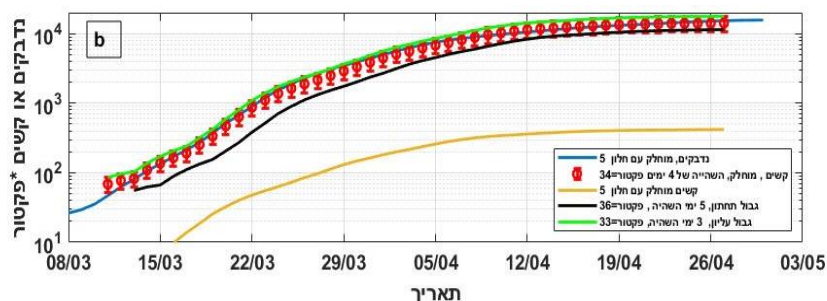
¹⁰ <https://www.health.gov.il/Subjects/disease/corona/Pages/default.aspx>

לאחר שראינו באיור 1.2 שכ-60% מהחולים הקשים נפטרים בתוך כשבועיים מרגע הגיעם למצב קשה, ובהתחשב ביחס הקבוע לערך (כ-80%) שקיים בין מספר החולים המונשמים למספר החולים קשה באותו היום, ננסה עתה להעריך את מספר החולים קשה מתוך מספר הנדבקים המאותרים. באיור 1.3-א משווים את המספר המצטבר של החולים הקשים למספר המצטבר של הנדבקים המאותרים 4 ימים קודם לאותו היום והכפלתו ב-34 (~1/0.03). ההתאמה הטובה לכל אורך תקופת המגפה מצביעה על כך שמספר החולים הקשים הוא בקירוב טוב כ-3% ממספר הנדבקים המאותרים 4 ימים קודם לכן. על מנת לבחון את השגיאה בתוצאה זו מוצגים באיור 1.3-ב חסם עליון ותחתון להערכה זו: ניתן לראות שהחלפת 4 ימי ההשהיה ו-3% מהנדבקים המאותרים ב-5 או 3 ימי השהיה, עם 3.0%- ו-2.8% בהתאמה, חוסמים היטב את ההשהיה ואחוז הנדבקים המאותרים שהופכים להיות חולים קשים.

איור 1.3-א: חולים נדבקים מאומתים (כחול) וחולים קשים בהשהיה של 4 ימים (מוחלקים עם חלון ממצע של +/- יומיים) ומוכפלים בפקטור "המתאים ביותר" של 34 (1/0.029) (אדום) כולל סטיית התקן בשל המיצוע



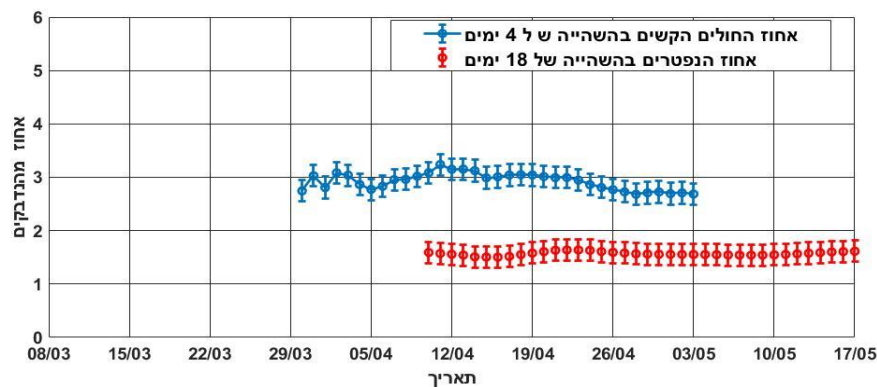
איור 1.3-ב: איור 1.3-א בתוספת חישובים חוסמים עם השהיה של 3 ו-5 ימים שעבורם הפקטור "המתאים ביותר" הוא 33 (1/0.030) (ירוק) ו-36 (1/0.028) (שחור) בהתאמה



באיור 1.4 אנו מציגים את אחוז החולים הקשים מבין הנדבקים, בהזזה יחסית של 4 ימים (על פי איור 1.3-א), ואחוז החולים שנפטרו מבין הנדבקים שאותרו, בהזזה יחסית של 18 ימים (ה"התאמה הטובה ביותר"). מכאן שבממוצע - עוברים כ-4 ימים מהיות אדם מוכרז כ"נדבק מאותר" ועד להפיכת 3.0(+/- 0.3) מהם לחולים קשים, ועוברים כ-14 ימים נוספים ממצב חולה קשה למצב של נפטר (כ-60% מהחולים קשה).¹¹

¹¹ החולה למעשה נדבק כ-11 ימים לפני הגיעו למצב של "נדבק מוכר". זמן זה מורכב מהזמן מהדבקה להופעת הסימפטומים (כ-5 ימים בממוצע; <https://medium.com/@tomaspuero/coronavirus-prevent-seeding-and-spreading-e84ed405e37d>) בתוספת הזמן מדגימת האדם ועד להשלמת הבדיקה והפרוצדורה המנהלתית לרישום החולה החיובי במשרד הבריאות, בקופת החולים שמודיע לחולה שהוא נמצא חיובי (כ-6 ימים בממוצע ברב תקופת המגפה, "שלב ההקלה או "אסטרטגית היציאה" (גרסה מורחבת)", דוח מכון גרטנר, 10.4.2020).

איור 1.4: אחוז הנפטרים המצטבר (אדום) והחולים הקשים המצטבר (כחול) מהנדבקים המאומתים (בהשתייך של 4 ימים בין נדבקים לקשים ו-18 ימים בין הנדבקים לנפטרים) לתקופה של עד 3/5



לסיכום:

- (1) אחוז החולים קשה הוא כ- $3 \pm 0.3\%$ ממספר הנדבקים המאומתים 4 ימים לאחר;
- (2) מבין החולים הקשים כ-60% נפטרים בתוך כ-14 ימים מאז שהגיעו למצב קשה;
- (3) מבין החולים קשה המאושפזים במחלקות חולי הקורונה הקשים כ-80% נמצאים במחלקות טיפול נמרץ קורונה.

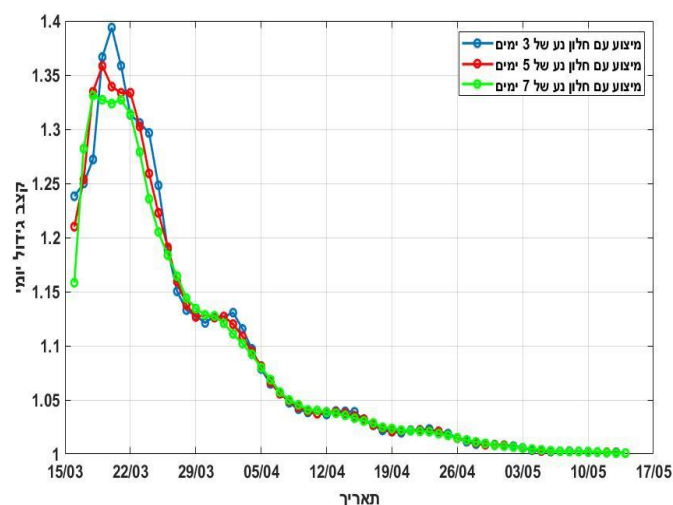
1.2 התפתחות המגפה בישראל בחודשיים 10.3-15.5

איור 1.5 מתאר את ההשתנות הזמנית של קצב שינוי המספר המצטבר של הנדבקים המאומתים (מאיור 1.1). באיור מוצג קצב השינוי כאשר הערכים מוחלקים בעזרת חלון מיצוע של $1, 2, 3$ ימים. בגרף נראה בבירור מבנה של "מדרגות" שבהמשך נבחן את התאמתן לאירועים המעוררים והמדכאים את התפשטות המגפה. מיצוע עם מעט נקודות (בוודאי 3) מביא לכך שבגרף יש תנודות יומיות, שאינן נראות כמייצגות אירועים אמיתיים (כך למשל הערך הגבוה ב-19.3 מקורו כנראה ל"אירועי חג הפורים" שנערכו כ-14-10 יום קודם לכן. רוחב הזמן עד להופעת התסמינים (לאחר 2 ± 5 ימים)¹² בתוספת רוחב הזמן מהדגימה ועד להודעת תוצאות הבדיקה (2 ± 6 ימים) לפי בדיקת מכון גרטנר¹³ גורם לזמן מ"הידבקות" ועד הגעה ל"נדבק מאוחר" להיות מסדר הגודל של $3-4 \pm 11$ ימים. "מריחה" טבעית שכזו לא קונסיסטנטית עם קפיצות לוקליות בזמן (גם אם כל האנשים היו נדבקים באותו היום ולא במשך 3-4 ימים כמו שנמשך "פסטיבל פורים"). החלטנו לכן לאמץ את קווי ההחלקה עם 3 ± 7 ימים (החלקה עם חלון זז של 7 ימים) כגרף המייצג, גם במחיר של טשטוש מסוים של המדרגות. כפי שרואים באיור 1.5 גם אם היינו לוקחים את הקו עם החלקה של 2 ± 7 ימים (החלקה עם חלון נוסע של 5 ימים) לא היו המסקנות משתנות.

¹² <https://medium.com/@tomaspuero/coronavirus-prevent-seeding-and-spreading-e84ed405e37d>

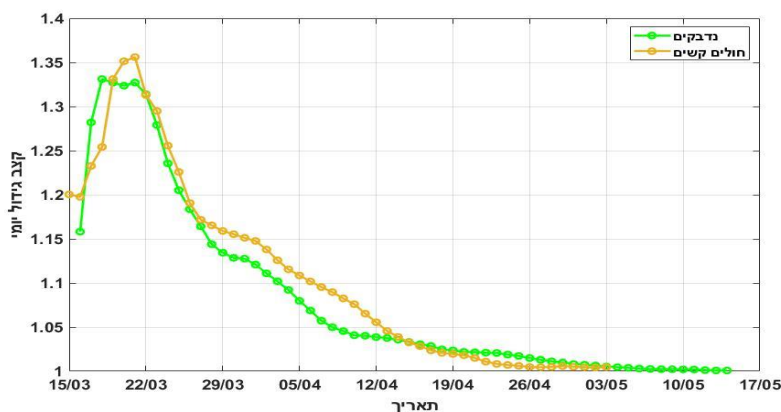
¹³ "שלב ההקלה או "אסטרטגית היציאה" (גרסה מורחבת)", דוח מכון גרטנר, 10.4.2020.

**איור 1.5: קצב הגידול היומי במספר המצטבר של הנדבקים המאומתים (עם חלון מיצוע של 3, 5, 7 ימים)
בתקופה 15/3 עד 14/5**



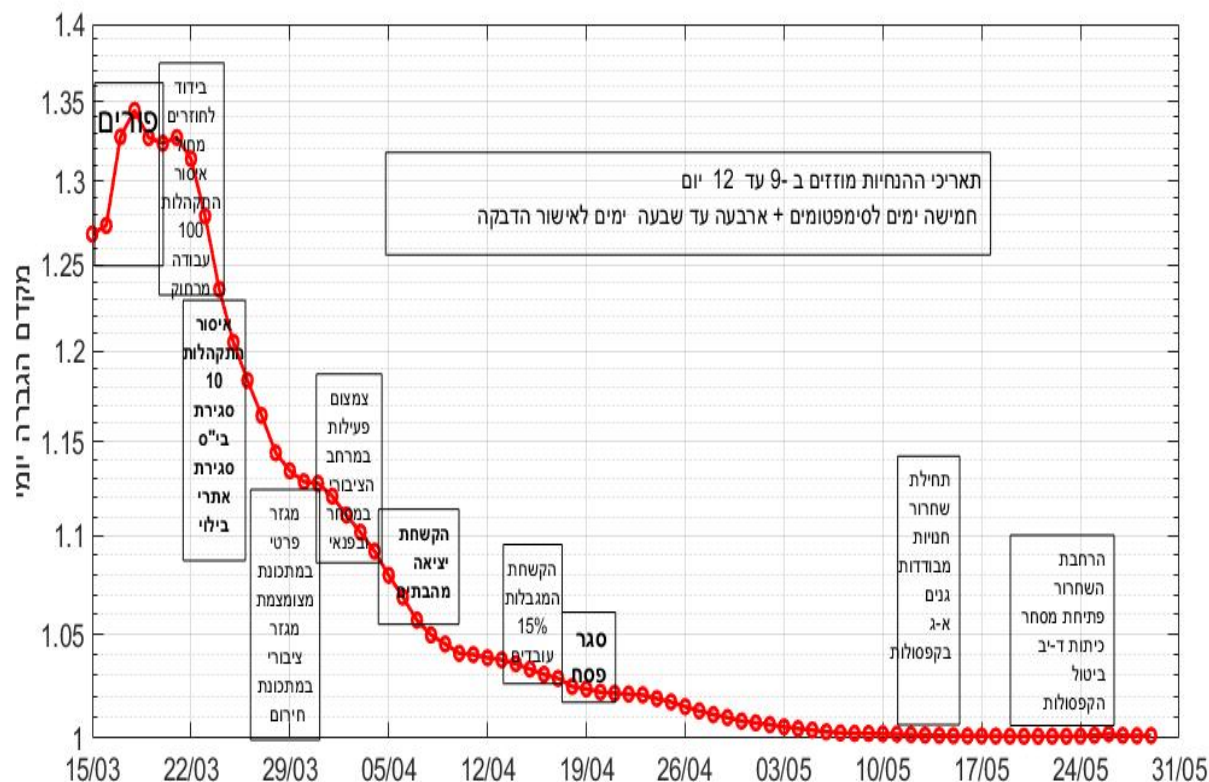
באיור 1.6 אנו משווים את קצב השינוי היומי של המספר המצטבר של החולים הקשים לקצב השינוי היומי במספר המצטבר של הנדבקים המאומתים (עם חלון זז של 7 ימים) 4 ימים קודם לכן. מתקבלת התאמה יפה מאוד. מכאן שעל מנת לדעת בקירוב את קצב השינוי במספר החולים הקשים מתוך קצב השינוי במספר הנדבקים המאומתים כ-4 ימים קודם לכן – ואם סגירת המעגל מדגימה לתוצאת בדיקה תהיה תתקצר מכ-6 ימים לכ-3 ימים נוכל לשנות הקדמה זאת לערך של 6-7 ימים קודם לכן (נצטרך אז לבחון מחדש מהם ההשעיה והפקטור "המתאימים ביותר" במצב חדש זה. ככל שנוכל לקבל מידע מוקדם יותר הפקטור יעלה מכ-3% עם 4 ימי השעייה לכ-5-4% עם 6-7 ימי השעייה).

איור 1.6: קצב הגידול היומי של המספר המצטבר של הנדבקים המאומתים בהשוואה לזה של החולים הקשים המוזז 4 ימים לאחור (בהתאם לאיור 1.3-א) לתקופה 15/3 עד 14/5



על מנת לבחון מה מקורן של המדרגות - הוספנו לאיור 1.5 (רק במיצוע עם חלון זז של 7 ימים) את התאריכים בהם הייתה אמורה להתבטא כל אחת מהפעולות שנקטו (מעוררות או מדכאות את התפתחות המגפה). באיור 1.7, המלבן המייצג כל אירוע מסומן בהזזה קדימה של 9-12 ימים מתאריך האירוע בפועל. הזזה זו מייצגת את ± 5 הימים מהידבקות להופעת הסימפטומים בתוספת ± 2 - 6 מזמן לקיחת הדגימה, דרך בדיקת המעבדה וקליטת תוצאתה במשרד הבריאות, העברתה לקופת החולים וההודעה לאדם שאותר כנדבק.

איור 1.7: השפעת ההנחיות על קצב הגידול היומי של המספר המצטבר של הנדבקים המאומתים בישראל (האירועים מסומנים בהזזה של 9-12 ימים קדימה מתאריך בו היה האירוע) בין 15/3 ועד 29/5



באיור 1.7 ניתן לראות את העלייה הגדולה בקצב ההידבקות בין התאריכים 15-19.3, שסביר שארעה בעקבות "חגיגות חג הפורים" (9-12 ימים לאחר מסיבות הפורים בימים 10.3-6). מיד אחרי פורים, החלה סדרת הגבלות צפופה שהטילה הממשלה: בידוד החוזרים מחו"ל (9.3), איסור התקהלות של מעל ל-100 איש (10.3) ואחר כך ל-10 אנשים (14.3), סגירת בתי הספר (12.3) ואתרי הבילוי (14.3). סדרת הצעדים הזו בתוך שבוע אחד (9-14.3) הביאו להקטנה חדה במקדם השינוי במספר המצטבר של נדבקים מאומתים, מכ-1.35 לאחר פורים אל מתחת ל-1.15 בסוף מרץ (במונחי מקדם ההדבקה האפקטיבי של התפתחות המגפה, Re (ראה איור 1.9 להלן), הירידה הייתה ממקדם הדבקה אפקטיבי של 3.0-2.5 לסביבות 1.5 בסוף מרץ.

מאז ועד ערב פסח (ב-8.4) הייתה ירידה נוספת במקדם השינוי מ-1.15 לכ-1.05, ובמונחי Re (איור 1.9), הירידה הביאה ב-8.4, לראשונה במגפה זו, את ערכו את מתחת לערך הקריטי של 1.0, שפירושו שהמגפה נכנסה לשלב הדיכוי, זאת בעקבות צמצום העבודה במגזר הציבורי והפרטי (16.3), צמצום הפעילות במרחב הציבורי, ובחננויות המסחר ובפנאי (21.3). בסעיף הבא (1.3) נשווה תמונה זו למה שקרה באוסטריה באותה תקופה.

למרות שבחרנו להסתכל בעבודה זו על קצב השינוי היומי של המספר המצטבר של הנדבקים המאותרים (שבאיור 1.6 הראנו שהוא דומה מאד למקדם השינוי היומי במספר המצטבר של החולים הקשים מספר ימים אחר כך) להצגת התפתחות המגפה ולהציג עליה את תאריכי האירועים המעוררים והמדכאים, מקובל במקרים רבים, בעיקר על ידי מדענים ואפידמיולוגים, להשתמש בגודל מתמטי/אפידמיולוגי טבעי ובסיסי יותר להתפתחות מגפות, Re , שהוא מקדם ההדבקה האפקטיבי של מודבק ממוצע (כמה אנשים מדביק חולה שנדבק).¹⁴ חסרון השימוש במקדם Re הוא העובדה שאיננו מביא לפני המתבונן (הציבור, התקשורת, המנהיגות) את הפרמטר המקובל ומעניין אותו: בכמה אחוזים היה הגידול היומי במספר הנדבקים המאותרים ומזה (על פי איור 1.6) גם בכמה צפוי שיעלה מספר החולים הקשים, ולכן מספר המונשמים והנפטרים, בעוד כמה ימים. נתונים אלה לא ניתן לגזור ממקדם ההדבקה האפקטיבי. לכן בחרנו, ואנו ממליצים להציג את שני הפרמטרים הללו כפרמטרים משלימים זה לזה. לענייננו - יתרונו העיקרי של מקדם ההדבקה האפקטיבי הוא בזיהוי נקודת המעבר בין מגפה שממשיכה לגדול ובין מגפה שמתחילה לדעוך. נקודת מעבר זו מוגדרת, בדומה לתגובת שרשרת בכור גרעיני, כנקודה בה $Re=1.0$ (בכור גרעיני זו נקודת הקריטיקליות, $K=1$).

באיור 1.8 אנו משווים את ההשתנות הזמנית של Re , שחושב במודל של Cori¹⁵, עם זו של מקדם השינוי של מספר הנדבקים המאותרים (מאיור 1.7), כששניהם עבורו מיצוע עם חלון זז של 7 ימים. בדומה לתמונה שקיבלנו לגבי מקדם השינוי במספר הנדבקים המאותרים, גם בערכו של Re נראית ירידה תלולה ובמבנה דומה, החל מה-22.3 ועד 8.4, שהוא היום שבו ערכו של Re יורד אל מתחת לערך הקריטי של 1.0. בנוסף הוספנו באיור את הנגזרת של גרף הנדבקים היומי כפי שמתקבל ממודל ה-SIR, גרף המתאים יפה לקו הממוצע של פילוג הנדבקים היומי בפועל (גרף תחתון באיור 1.11). על מנת להציב את הקו הנ"ל באותה סקלה עם שני הקווים האחרים נרמלנו את הקו לאמפליטודה כוללת (40 ממקסימום למינימום) של 2 והצבנו אותו סביב הערך 1.0 כדי שכל הערכים יהיו מעל אפס. פונקציה זו חוצה את האפס (בשיא פילוג ה-SIR) ב-4.4, קרוב לתאריך בו יורד Re אל מתחת ל-1.0 (ב-6.4).

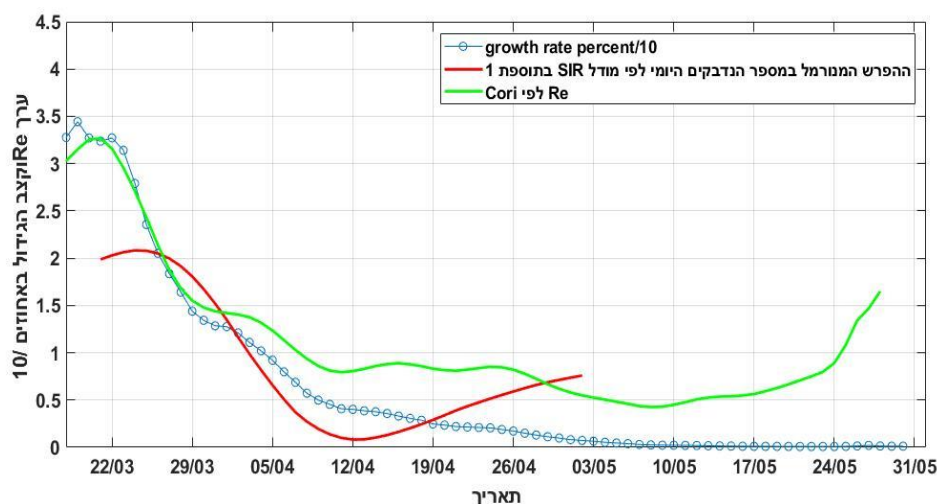
¹⁴ Weiss, לעיל.

¹⁵ Anne Cori, Neil M. Ferguson, Christophe Fraser and Simon Cauchemez, "A New Framework and Software to Estimate Time-Varying Reproduction Numbers during Epidemics", *American Journal of Epidemiology* 178, 1505 (2013) (<https://medium.com/@tomaspuero/coronavirus-prevent-seeding-and-spreading-e84ed405e37d>).

איור 1.8: השוואת ההתפתחות הזמנית של מקדם ההדבקה האפקטיבי, Re , כפי שחושב לפי Cori¹⁶

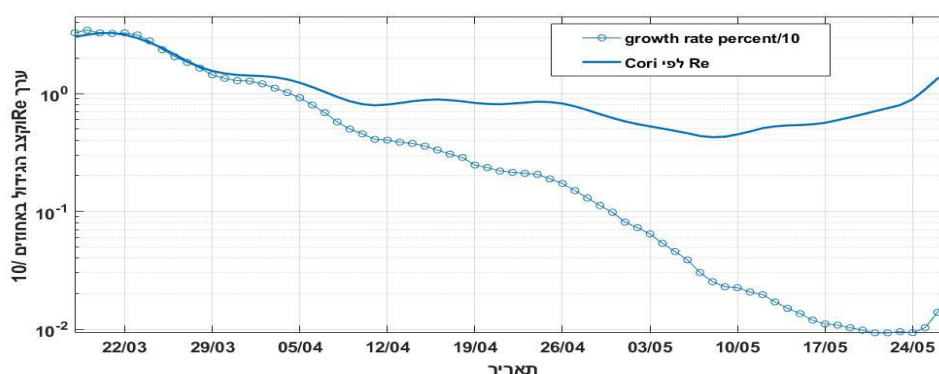
(ירוק) עם זו של הגידול היומי במספר המצטבר של הנדבקים המאומתים (באחוזים, כחול)

הקו האדום הוא הנגזרת של גרף מספר הנדבקים היומי המתקבל ממודל ה-SIR (מאיור 1.11) מנורמלת לאמפליטודה מרבית 2 (מ-1 ועד +1), כך שערך האפס יהיה ב- $\gamma=1$ (שם גם מתקבל המקסימום במספר הנדבקים היומי)



כאמור לעיל וכפי שנראה באיור 1.8 יתרונו העיקרי של מקדם ההדבקה האפקטיבי הוא בזיהוי נקודת המעבר בין מגפה מתבדרת ובין מגפה דועכת. נקודת מעבר זו מוגדרת, בדומה לתגובת שרשרת בכור גרעיני, כנקודה הקריטית בה $Re=1.0$. יחד עם זאת בחנו את היכולת לזהות גם בקצב הגידול המצטבר של הנדבקים המאומתים את העלייה של הימים האחרונים של חודש מאי, המתבטאת בגרף בקו של Re באיור 1.8. הצגה בסקלה לוגריתמית (איור 1.9) מאפשר לראות גם במדד מקדם הגידול במספר הנדבקים המצטבר, הן את מבנה ה"מדרגות", אותו ניתחנו באיור 1.8, והן את השינויים של הימים האחרונים כאשר Re עלה בחדות.

איור 1.9 : השוואת מקדם הגידול במספר הנדבקים המאומתים עם מקדם ההדבקה האפקטיבי מאיור 1.8 בסקלה סמי לוגריתמית



¹⁶ Cori, לעיל.

לסיכום:

- (1) קצב הגידול היומי של המספר המצטבר של החולים דומה מאוד לזה של הנדבקים המאומתים ;
- (2) קצב הגידול של המגפה הגיע לשיא כשבועיים אחרי פורים (21.3-17), עם הכפלה של כשלושה ימים ;
- (3) ההגבלות הרבות שהוטלו בשבועיים שבין ה-22 ל-8.4 (ערב פסח) הביאו להקטנה משמעותית בקצב גידול המגפה, ובלמו את התפשטותה. הדבר מתבטא בירידת מקדם ההדבקה האפקטיבי אל מתחת לערך הקריטי 1.0, ב-7.4. קצב הגידול היומי במספר המצטבר של החולים ירד אל מתחת לכ-5%, והנגזרת של מספר החולים היומי, המנובאת על ידי התאמת מודל ה-SIR, נעשית שלילית. מבחינה זו ניתן לומר ששלב דעיכת המגפה החל בערב פסח (4-8.4) ;
- (4) בשל הסמיכות הרבה של תאריכי המגבלות בשלב הבלימה (לעיתים הוטלו 2-3 מגבלות באותו היום) קשה להפריד את השפעת כל מגבלה בנפרד ;
- (5) בימים האחרונים חל היפוך מדאיג ולאחר כחודשיים של ירידה בקצב התפתחות המגפה חלה עליה. המשוויכת לחזרת תלמידי בתי הספר ללימודים ואי היכולת למלא את כללי הריחוק וההיגיינה הנדרשים בכיתות הצפופות בבתי הספר. נציין רק שההחלטה להחזיר את כל תלמידי בתי הספר ללימודים מלאים מוקדם מדי, לא עולה בקנה אחד עם צעדי הזהירות בה נוקטות רב מדינת אירופה בכלל ואוסטריה, ששימשה לנו מדינת ייחוס, בפרט. במקום שנלך בעקבות אוסטריה ב-9 ימים של פיגור, כפי שמתבקש מניתוח הנתונים, דילגנו קדימה ואנו מקדימים את אוסטריה בכמה שבועות.

1.3 השוואת נתוני ישראל לאלו של אוסטריה

על מנת לבחון את התוצאות שלנו בחרנו להשוות את תוצאות שנתקבלו למדינת ישראל עם אוסטריה, מדינה שגודל האוכלוסייה שלה (כ-9 מיליון) דומה מאוד לישראל ומספר הנדבקים בה דומה גם הוא למספרים שלנו (כ-17,000).¹⁷ בחירת אוסטריה, בה התחילה המגפה להתפתח כ-9 ימים לפנינו (ב-10.3.20 היו בישראל 100 נדבקים ובאוסטריה 1000 עם מקדם גידול התחלתי של כ-1.4, שפירושו פקטור 10 בכ-9 ימים, בהתאמה), אפשרה לנו לראות וללמוד כיצד מתפתחת המגפה במדינת ייחוס דומה להתפתחותה אצלנו. גם ירידה במספר הנדבקים למספר מתחת לרף ה-100 נדבקים חדשים ליום הייתה בהקדמה של כ-9 ימים בינינו לבין אוסטריה (1.3 באוסטריה ו-10.3 אצלנו). באיורים הבאים נשווה את נתוני אוסטריה לאלו שלנו בכל המדדים (נדבקים מאותרים, חולים קשים, מתים) תוך התחשבות בהזזת 9 הימים ונסביר היכן יש ביננו התאמה והיכן אין, ונציע הסבר לכך.

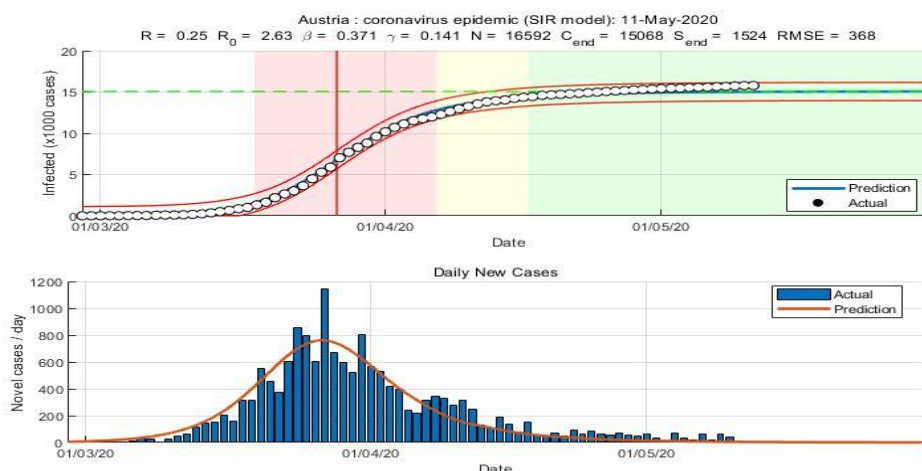
איור 1.10 מציג את התפלגות מספר הנדבקים המאותרים המצטבר באוסטריה, כשהוא גם מושווה לתוצאות מודל ה-SIR שיתואר בנספח לפרק זה. הפרמטרים מודל ה-SIR¹⁸ התקבלו כך שהניבוי שלו יתאים (ההתאמה הטובה ביותר) לתוצאות הנדבקים המאותרים משך כל מהלך המגפה (עד אמצע מאי). מתקבלת התאמה טובה לפילוג הממוצע, למספר הנדבקים המאותרים ולזמן בו יורד מספר הנדבקים אל מתחת ל-100 נדבקים חדשים ביום (~ קריטריון היציאה מהסגר, ראה פרק 4).

¹⁷ <https://www.worldometers.info/coronavirus/coronavirus-cases/>

¹⁸ Milan Batista, fitVirusCOVID19, <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/74658-fitviruscovid19>, 2020.

איור 1.10: תוצאות מודל SIR לאוסטריה (עד ל-11/5)

הגרף העליון מציג את המספר המצטבר של הנדבקים המאותרים בהשוואה לתוצאות המודל
הגרף התחתון מציג היסטוגרמה יומית של מספר הנדבקים המאותרים ומשווה אותה לתוצאות המודל



באיור 1.11 אנו משווים את התוצאות של מספר הנדבקים המאותרים בישראל (כולל את ההתאמה הטובה ביותר של מודל ה-SIR לתוצאות בפועל של ישראל) כשעליה ציירנו את עקומת הנדבקים המאותרים באוסטריה, כפי שחושב במודל ה-SIR (מאיור 1.10), פעם כפי שהיו ופעם אחרי הזזת הגרף האוסטרי ב-9 ימים קדימה כדי להתאים את "שעון התפתחות המגפה" באוסטריה לזה שלנו. נראה בברור כי, עד כדי הזזה זו של 9 ימים, ההתפתחות באוסטריה לזו שאצלנו דומה, כאשר העקום האוסטרי גבוה וצר במקצת מהישראלי. מהתבוננות בתוצאות ה-SIR מתקבל שהתחזית עבור ישראל היא:

- מספר הנדבקים המנובא בסוף המגפה יהיה כ-17,300 נדבקים, כשבשיאה (4.4) מנובא שיהיו כ-600 חולים ליום.
- התאריך בו תסתיים המגפה הוא במחצית השנייה של חודש מאי (בהגדרת סיום המגפה – 99%).
- שיא עקומת הנדבקים מתקבל בסביבות ה-4.4, שאחריה מתחיל מספר הנדבקים המאותרים הממוצע על פי המודל לרדת (כלומר הנגזרת של מספר הנדבקים היומי נעשית שלילית, שזו הנקודה הקריטית באיור 1.9).
- מניתוח עיוני של משוואות ה-SIR¹⁹ מתקבל שקצב הגידול האקספוננציאלי ההתחלתי של המגפה מוגדר על ידי $(R_0 - 1)/D$ כאשר R_0 הוא מספר הריבוי הבסיסי של המגפה לפני הפעלת מגבלות כלשהן ו-D הוא משך תקופת ההדבקה*. על פי התפתחות המגפה בסין בחודשים ינואר-פברואר 2020 הוערך כי למגפת הקורונה: $R_0 \sim 2 - 3$ ו- $D \sim 8 - 16$ ימים (הערכות מעודכנות יותר מציעות גם ערך נמוך יותר של 6 ימים). קצב הגידול המעריכי, α , המירבי (עם $R_0 = 3$ ו- $D = 8$ ימים) הוא: 0.25 Days^{-1} (זמן הכפלה של 2.8 ימים שהוא זמן ההכפלה המינימלי באיור 1.1, 2.8 ימים), כלומר מספר הנדבקים יעלה בשלבים הראשונים של המגפה לפי, $e^{\alpha t}$ כאשר α הוא מקדם הגידול האקספוננציאלי ו-t הוא הזמן בימים.²¹

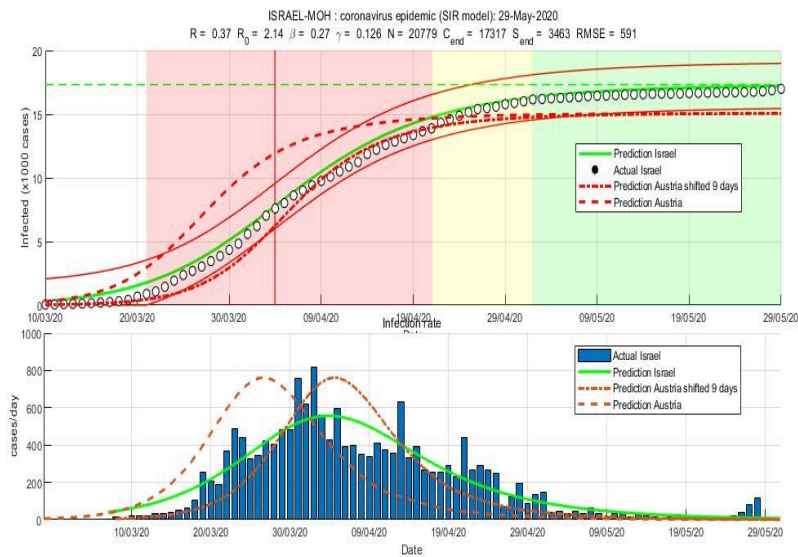
¹⁹ Weiss, לעיל.

²⁰ Qum Li et al., "Early Transmission in Wuhan, China, of Novel Coronavirus-Infected Pneumonia", *New Journal of Med* 382, 1199, 2020. England

²¹ הדבר מקביל לחלוטין להתפתחות האקספוננציאלית של תגובת השרשרת של נויטרונים בכור גרעיני, שבו אוכלוסיית הנויטרונים צומחת כמו $e^{\alpha t}$, כאשר α הוא קצב הגידול המעריכי ונתון על ידי: $\alpha = (K - 1)/\tau$, כאשר K הוא

איור 1.11: התאמת מודל ה-SIR לנתוני הנדבקים המאותרים בישראל (עד 29/5)

הקו המקווקו מראה את תוצאות המודל לאוסטריה כפי שהן והקו המנוקד מראה את תוצאות המודל לאוסטריה מוזזים קדימה ב-9 ימים

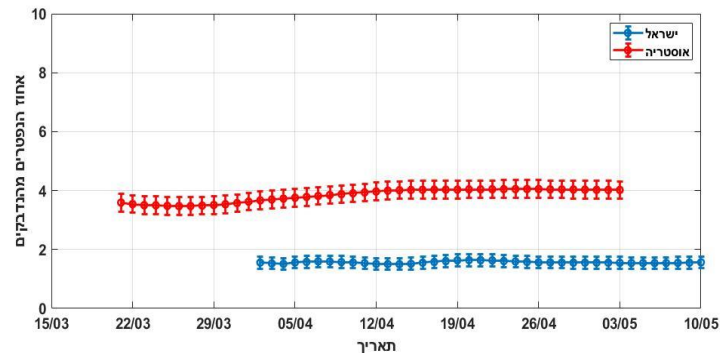


באיור 1.12 מושווה אחוז הנפטרים (במצטבר) מבין הנדבקים המאותרים (במצטבר) באוסטריה (בהשחיה של 21) ובישראל (בהשחיה של 18 ימים) כאשר בנוסף הוזז הקו של אוסטריה ביחס לזה של ישראל קדימה ב-9 ימים להתאמת "שעוני הקורונה" ביניהן. מתקבל כי בעוד שהנפטרים בישראל מהווים רק כ-1.7% ממספר הנדבקים המאותרים (ראה איור 1.4) הרי שבאוסטריה המספר הוא 4%, דומה ליחס גילאי +65 באוכלוסייה בשתי הארצות (בישראל 11% ובאוסטריה 20%, ראה פרק 2).
באשר לאחוז החולים קשה, מאחר ולא היה בידינו מידע ישיר של מספר החולים קשה באוסטריה על פי התאריכים השונים, הערכנו אותו מתוך מספר הנפטרים ומספר המושגמים ב-26.4 (התאריך האחרון בו קיבלנו את הנתונים הללו). מתקבל שבעוד שבישראל אחוז החולים קשה המצטבר הוא כ-2.7% (איור 1.4) הרי שבאוסטריה הערכתנו היא שהאחוז הוא 5.3%, קרוב מאוד לפקטור 2 שהוא היחס בין אחוז גילאי +65 בין שתי המדינות.

מקדם הריאקטיביות של הכור ו- τ הוא זמן הדור הממוצע של תגובת השרשרת.

איור 1.12: אחוז הנפטרים מהנדבקים המאותרים באוסטריה (בהשגה של 21 ימים) ובישראל (בהשגה של 18 ימים - מאחר והנדבקים בישראל מגיעים כ-3 ימים מאוחר יותר למצב של "נדבק מאותר", ראה הערה 3)

בנוסף נקודות אוסטריה מוזזות קדימה ב-9 ימים להתאמת "שעוני הקורונה"

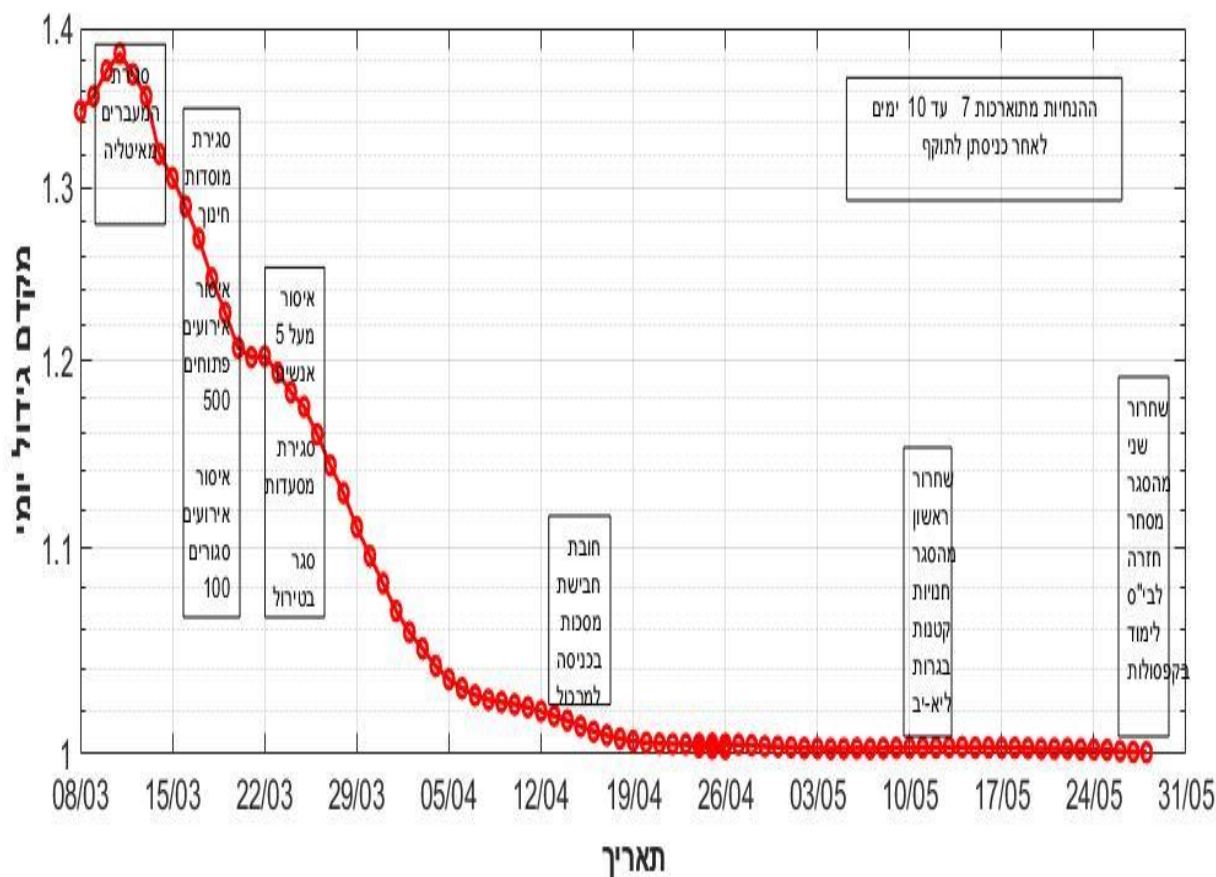


באיור 1.13 מוצג קצב הגידול היומי של המספר המצטבר של הנדבקים המאומתים באוסטריה, תוך ציון אירועים מרכזיים שם (בהזזה של 7-10 ימים, קצר יותר ב-3 ימים מאשר בישראל, בשל זמן סגירת המעגל מהופעת תסמינים ועד להכרזת בחולה כ"נדבק מאותר"). באיור נראה בבירור כי גם באוסטריה הייתה תחילה עליה גבוהה במקדם האקספוננציאלי, במעט יותר גבוה מזה שבישראל, 1.4 (שכאמור בדיון לעיל הוא בקרוב ערך בסיסי על המגפה ונקבע על ידי R_0 ו-D), בעיקר בשל התפשטות המגפה באזורי הסקי שבדרום אוסטריה קרוב לגבול האיטלקי, מבלי שננקטו בהתחלה צעדי ריסון כלשהם.

על הגרף העלנו את ההחלטות העיקריות של הממשלה האוסטרית (סגירת מוסדות החינוך ואיסור קיום אירועים של מעל 100 אנשים (10.3), סגירת מקומות הבילוי, אזור טירול ואיסור התקהלות של יותר מ-5 אנשים (13.3)). תהליך הבלימה באוסטריה ארך כ-4 שבועות (11.3 עד 5.4), לעומת 3 שבועות בישראל, וגם כאן די קשה לציין מהם הצעדים שהיו אפקטיביים יותר בבלימה מעבר לסגירת המדינה בפני כניסת זרים בכלל ומאיטליה בפרט.

ראוי לציין כי ב-15.3 הטילה אוסטריה סגר על אזור טירול (אזור אתרי הסקי שגובל באיטליה), שנראה שסייע לקצב הורדת התחלואה, עוד בטרם נקטה בפעולות סגר גלובליות.

איור 1.13 : השפעת ההנחיות על קצב הגידול היומי של המספר המצטבר של הנדבקים המאותרים באוסטריה (האירועים מסומנים בהזזה של 7-10 ימים קדימה מתאריכי האירוע)



באיור 1.14-א הצבנו את שני הגרפים מאיור 1.7 (ישראל) ו-1.13 (אוסטריה) זה על גבי זה, כאשר הוספנו גם את גרף אוסטריה מוזז קדימה ב-9 ימים כדי להתאים את "שעון הקורונה" של אוסטריה לזה של ישראל. נראה שהירידה הגדולה תוך פחות מ-3 שבועות אצלנו (מה-22.3 ועד 8.4) ובאוסטריה שבוע יותר ארוכה (מה-11.3 ועד 5.4). יתכן שפער זה של כשבוע בגלל שבאוסטריה ננקטו פחות צעדים חריפים מאשר בישראל. נראה ששני קווי הירידה החדים בקצב בגידול היומי של המספר המצטבר של נדבקים מאותרים, מנקודת המקסימום ועד לערך נמוך סביר (~ 1.05 ששם $Re \sim 1.0$, ראה איור 1.9) דומים בין ישראל ואוסטריה. שתי פרשנויות שונות ניתן לתת לדמיון זה בירידת העקומות:

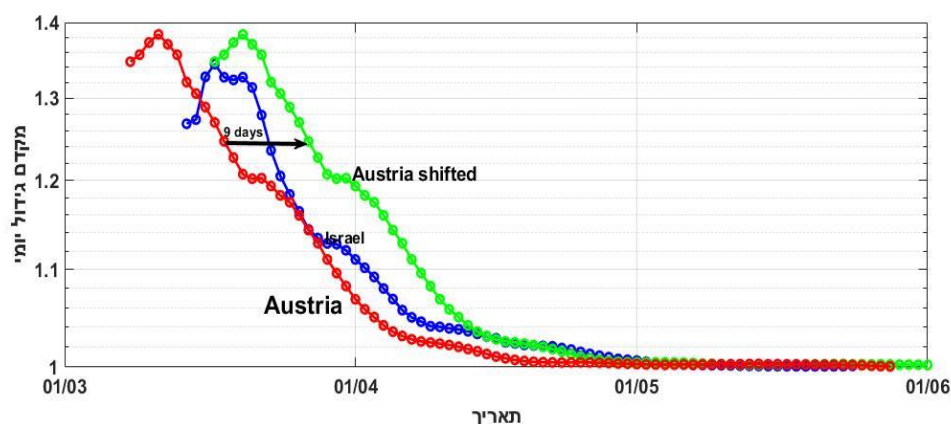
(א) הצעדים שאנחנו אוסטריה נקטו דומים ולכן הביאו לתוצאה דומה,

(ב) זה קצב דעיכת המגפה, באופן כמעט בלתי תלוי בצעדים שננקטים, כל עוד שומרים על ריחוק חברתי, היגינה אישית, הקטנת/סגירת השמים להגעת נוסעים מחו"ל.

יתכן שהירידה הראשונית התלולה יותר בישראל יכולה להיות משויכת למכלול צעדים רב יותר שהוטל בשבוע שאחרי פורים ורק כאשר הוטלו באוסטריה מגבלות קשות יותר של סגירת מקומות הפנאי והבילוי, איסור התקהלות של מעל ל-5 אנשים והטלת סגר על אזור טירול, בסביבות ה-15.4, התקרב קצב הבלימה באוסטריה עם זה שבישראל.

איור 1.14-א : השוואת קצב הגידול היומי של המספר המצטבר של הנדבקים המאותרים באוסטריה (אדום) ובישראל (כחול)

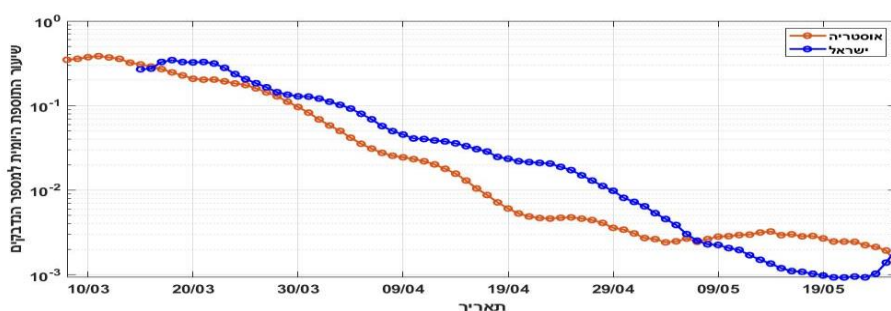
(בירוק – הקו האוסטרי מוזז ב-9 ימים כדי להתאים את "שעוני הקורונה" בין שתי המדינות)



מאחר שחלק מהצעדים ננקטו בסמיכות גדולה (למשל : סגירת בתי הספר, סגירת מקומות בילוי, צמצום העבודה ואיסור התקהלות באוסטריה וגם בישראל). קשה לדעתנו להבחין ביעילות של כל אחד מהצעדים השונים.

מאחר ובאיור 1.14-א קיים קושי לראות את הקורה בזמנים המאוחרים (אחרי ה-1.5), בהם הערכים מתקרבים ל-1.0, עברנו (כפי שעשינו באיור 1.9) להצגה בסקלה לוגריתמית (איור 1.14-ב) שבעזרתה ניתן לראות את ההתנהגות באוסטריה ובישראל במהלך חודש מאי, כולל ובעיקר העלייה בישראל בימים האחרונים. יתכן שעדיין לא חצינו רף שדרש הפעלת צעדים קשים אבל יש להמשיך ולעקוב אחרי ההתפתחות אצלנו ואחרי הקורה באוסטריה שם איבדנו את היכולת ללמוד חלק מהדברים מניסיונם.

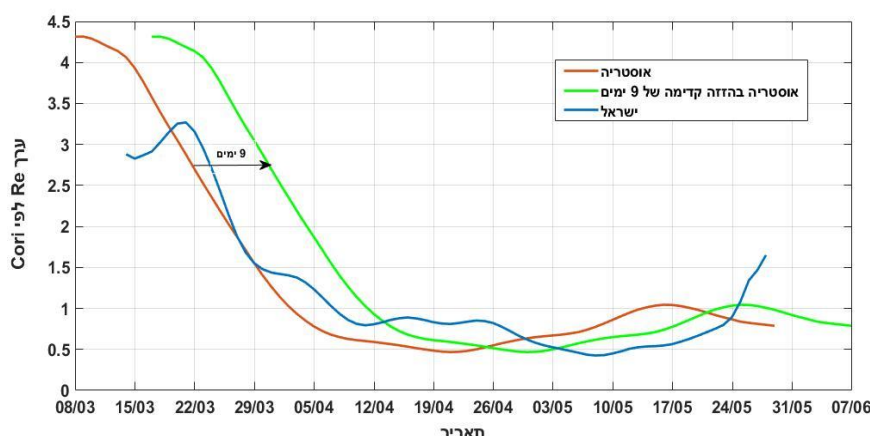
איור 1.14-ב: השוואת קצב הגידול היומי של המספר המצטבר של הנדבקים המאותרים באוסטריה (אדום) ובישראל (כחול) בסקלה לוגריתמית (עד סוף מאי)



באיור 1.15 אנחנו מציגים את ההשוואה בין אוסטריה לביננו בעזרת הפרמטר Re . נראה שההתנהגות דומה בכל השלבים (בוודאי אחרי הזנת הקו האוסטרי ב-9 ימים קדימה כדי לסנכרן את "שעון הקורונה" בין שתי המדינות. ראוי לציין שב-17.5 חלה גם באוסטריה עליה של Re לערך של $Re \sim 1.0$. עם הזנת 9 הימים של (ההבדל בין השעונים 23-29.3 לעומת 5-17.5 באוסטריה, (מהקו האדום לקו הכחול)) מתקבל שעלייה זו התרחשה ב"זמן קורונה" זהה לעלייה אצלנו (ואולם אוסטריה בלמה עליה זו והחל מה-17.5 חלה ירידה במקדם ההידבקות Re).

איור 1.15: השוואת ערכי מקדם הריבוי Re באוסטריה (אדום) ובישראל (כחול)

(בירוק - הקו האוסטרי מוזהב-9 ימים כדי להתאים את "שעוני הקורונה" בין שתי המדינות)



לסיכום:

- (1) בהתחשבות ב-9 ימי הפרש ב"שעון הקורונה" קיימת התאמה טובה בהתפתחות המגפה בישראל לבין אוסטריה;
- (2) גם באוסטריה הייתה הירידה תלולה בין ה-11.3 ל-6.4 (קרוב ל-4 שבועות), כשבוע יותר מאשר בישראל (21.3-8.4). יתכן שניתן לייחס הפרש זה להגבלות הרבות והמחמירות יותר שנקטו בישראל באותה תקופה;
- (3) באוסטריה ניתן להבחין באפקט של שלושה שלבי הגבלות: שלב סגירת המעברים מאיטליה (בסביבות 1.3), שלב סגירת מוסדות החינוך ומגבלות על התקהלות באירועים פתוחים וסגורים (10.3), ושלב סגירת מקומות הפנאי והמסחר, מגבלת התקהלות חריפה, סגר על אזור טירול (15.3).
- (4) גם באוסטריה חל באמצע מאי גידול במקדם ההדבקה אל מעבר ל-1.0, ואולם אוסטריה נקטה צעדים (דחיית חזרת תלמידי התיכון לבתי הספר) שאיפשר הקטנת מקדם ההדבקה חזרה אל מתחת ל-1.0.

1.4 על השפעת ההטרוגניות של התפרצות המגפה

נתייחס בקצרה לשלושה דברים שנלמדו בחודשיים האחרונים תוך כדי התפתחות המגפה בארץ ובעולם ואשר אינם נכללים במרבית המודלים בכלל ובמודל ה-SIR בפרט. המודל מניח אוכלוסייה הומוגנית ושבה לכל פרט יש את אותו הסיכוי להדביק ולהידבק במהלך המגפה. סטיות גדולות ממודל פשוט והומוגני שכזה, ישפיע משמעותית על תוצאות המודל וכיום מהווה נושא למחקר רב בעולם שאיננו מתיימרים לכסותו בדו"ח הנוכחי אלא רק להאיר את השפעתו האפשרית על יכולת הניבוי של התפשטות המגפה.

הטרוגניות אזורי וזמני ההתפרצות

כיום ידוע שעיקר הנדבקים המאותרים בארץ הגיעו מחוזרים מחו"ל (כ-25%) ובמספר לא גדול של ערים, בעיקר בערים/שכונות של חרדים (השכונות החרדיות בירושלים, בני ברק, בית שמש, מודיעין עילית, אלעד וביתר עילית – עומדות בעשיריה הראשונה של נדבקים שמספרם כ-45% מהנדבקים). כלומר, רב הנדבקים מקורם ב"אזורים חמים" (כולל שער הכניסה בנתב"ג עבור המגיעים מחו"ל, כשרובם הגיעו מאזורי הקהילה החרדית בניו יורק). להטרוגניות גאוגרפית וזמנית (ההתפרצות מתרחשת בזמנים שונים באזורים חמים שונים), משמעות רבה על עקומת הנדבקים (מחד יותר חריגות גדולות קצרות זמן ומאידך הרחבת העקום הממוצע בגלל החיבור הזמני בין התפרצויות בזמנים שונים, ראה דוגמאות בנספח) והן לשיטות מניעת התפשטות המגפה (עדיפות משמעותית לסגרים לוקליים על פני סגר מלא).

הטרוגניות המדבקים

במאמר שפורסם בשבוע האחרון בעתון SCIENCE²² הועלתה ההשערה בליווי עדויות, שאין אחידות בכושר ההדבקה של החולים השונים וקיים מספר קטן מתוך הנדבקים (כ-10%, SUPER SPREADER)²³ שמייצר כ-80% מההדבקות! באם השערה זו תתאמת – יצטרפו המודלים, שברובם, כולל מודל ה-SIR, להשתנות במידה קיצונית ולהביא בחשבון 2 אוכלוסיות שונות מאוד בתכלית, דבר שישפיע משמעותית על התפשטות המגפה, מידולה, והדרכים לדכאה (ובאופן דומה תהיה השפעה גם ההבדל המסתמן בין סיכויי ההידבקות וההדבקה של ילדים ביחס למבוגרים²⁴ ישפיע על התפשטות, המידול ועל דרכי דיכוי המגפה).

הטרוגניות הנדבקים

אחוז מסוים מהאוכלוסייה אינו מגלה סימפטומים של הקורונה למרות שהוא נדבק. קיים ויכוח גדול בארץ ובעולם מה אחוז הא-סימפטומטיים הללו, שאת רובם כלל לא בודקים (אם אין סימפטומים אין סיבה לבדוק את האדם). יש חוקרים שטוענים שמספרם עולה בהרבה על מספר הנדבקים שאותרו²⁵ ואלה דורשים הגדלה משמעותית ביותר של הבדיקות (מאות אלפים ביום) והוספת בדיקות סרולוגיות (שמודדות נגיפים שקיימים אצל כאלה שחלו בקורונה) לכל הציבור ובשערי הכניסה והיציאה לארץ. מאידך – יש הטוענים (וכותב פרק זה ביניהם) ש: (א) בתקופת גל הקורונה המכוסה בדוח זה (מרץ-מאי) החולים הא-סימפטומטיים כלל לא נחשבים כ"נדבקים מאומתיים", ולכן הדיון בתרומתם לחישוב אחוזי התחלואה מתייטר. (ב) בנוסף: גם אם היו "מתגנבים" בדרך כלשהי חולים א-סימפטומטיים רבים לרשימת ה"חולים המאומתיים", לא יתכן שיש מספר גדול של חולים א-סימפטומטיים. כי אם בנוסף לחולים שאותרו בשל הופעת סימפטומים ובדיקת PCR חיובית (השיטה שהיתה בחודשים מרץ-מאי לוודא שאדם חולה בקורונה), היו חולים רבים א-סימפטומטיים שמהם היו מגיעים רבים למצב של חולים קשים היה מתחייב שהמספר המצטבר של החולים קשה היה חייב להיות גדול בהרבה מהמספר המצטבר של החולים קשה, שעמד בסוף הגל הראשון רק על כ-450 חולי קורונה במצב קשה (מהם כמחצית נפטרו), מה עוד שרובם הגדול התגלו כחולי קורונה (קרי: בעלי סימפטומים) עוד בטרם הגיעו לבית החולים. משתי סיבות אלה ברור שחולים א-סימפטומטיים (אם היו כאלה בין "החולים המאומתיים" בגל הראשון, למרות שלא היו צריכים להישלח לבדיקת PCR כלל) לא היו יכולים להפוך בכמות משמעותית לחולים קשים.

²² <https://science.sciencemag.org/content/early/2020/05/04/science.abb8001>

²³ https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/69/wr/mm6919e6.htm?s_cid=mm6919e6_w

²⁴ "מודל הערכת הדבקת ילדים המבוסס על בתי אב בבני ברק" מיום 30.4.2020, נמצא באתר משרד הבריאות וראו הרחבה בפרק 4.

²⁵ <https://science.sciencemag.org/content/early/2020/05/04/science.abb8001>



פרק 2: היבטים ומשמעויות

כלכליות של הקורונה

צבי אקשטיין ובנימין בנטל*

* פרופ' צבי אקשטיין, דיקן בית ספר טיומקין לכלכלה וראש מכון אהרן למדיניות כלכלית במרכז הבינתחומי הרצליה. פרופ' (אמריטוס) בני בנטל, החוג לכלכלה באוניברסיטת חיפה וראש תחום המאקרו במרכז טאוב.

2. היבטים ומשמעויות כלכליות של הקורונה

2.1 הקדמה

פרק זה דן בהיבטים הכלכליים של השפעת של מגפת Covid-19 על ההתנהגות הכלכלית בישראל ובהשוואה לאוסטריה. החשש להידבק ולחלות מקטין את נכונותם של פרטים לצאת למרחב הציבורי ולעבודה ובכך נוצרים כשלי שוק כלכליים רבים הכוללים בעיקר השפעות חיצוניות, חוסר מידע וסיכון מוסרי- (Moral hazard). לכן, ללא מדיניות ציבורית נפגעת הפעילות הכלכלית ויש חשש לאובדן רב של שנות חיים. **סגר גורף** המנתק את המגע הפיזי באוכלוסייה מקטין את אובדן החיים אך כרוך בנזק הכלכלי גדול. לכן יש לשקול כאלטרנטיבה גם **ריסון ממוקד** המבודד רק את מי שנמצא חולה, ומקטין הן את אובדן החיים ואת הנזק הכלכלי.

הפרק עוסק בעלות חיי האדם שנחסכו בעקבות הסגר הגורף. בהנחות המפורטת למטה עולה **שעבור כל שנת חיים שניצלה שילמו אזרחי ישראל פי שישה עד אחת עשרה יחסית לעלות שנת חיים הנגזרת מהחלטות ועדת סל התרופות (כ-340 אלף שקל).**

המדיניות הכלכלית של ישראל בתגובה לזעזוע דרמטי מתמקדת באותם מרכיבים בהם מתמקדות כלל מדינות ה-OECD כולל אוסטריה: **בתחום התעסוקה** במטרה להבטיח רמת הכנסה בסיסית לפרטים שתעסוקתם נמנעה עקב הסגר ו/או ירידת ביקושים עם תמריץ לשמירה על המבנה התעסוקתי הקיים; **תמיכה בחברות** כדי להבטיח "גשר" בתזרים פיננסי ופיצוי מסוים על תשלומי הוצאות קבועות לאלו אשר צפויות להמשיך לתפקד; **מדיניות פיסקאלית ומוניטארית** מאקרו כלכלית אשר תומכת בביקושים במשך בזמן משבר כדי לעבור לחזרה לצמיחה בתנאים טובים ככל האפשר בתקופת הצעדים המרסנים וביציאה בחזרה לתפקוד בנוכחות הקורונה וכן לאחר מציאת חיסון.

ניתוח המדיניות בישראל מתמקד בהשוואה לאוסטריה כמדינת סמן עם אוכלוסייה כמעט זהה לישראל (כ-9 מיליון) עם כלכלה המושתתת על הון אנושי בתוצר לנפש גבוה מישראל ושיעורי עוני נמוכים יותר. אנו מדגישים **יתרונות מובהקים של המדיניות הכלכלית האוסטרית על זו שננקטה בישראל לנוכח המשבר**. בתחום התעסוקה והבטחת ההכנסה לפרטים אנו מצביעים על יתרונה הגדול של שיטת "העבודה החלקית" האוסטרית על פני מדיניות החל"ת של ישראל. **המדיניות מתמרצת עבודה חלקית עם תמיכה ממשלתית וצמידות מועסק לחברה בה עבד בתנאי שהחברה מתפקדת במשך המשבר וביציאה ממנו. המדיניות מוגדרת מתחילת המשבר עד סופו, כך שמידת אי הודאות לעובד ולמעסיק נובעת אך ורק מתנאי הכלכלה ומדיניות הסגרים אך לא מהמדיניות הכלכלית והמאקרו כלכלית.**

התמיכה בהוצאות הקבועות של עסקים על מיסים, דמי שכירות והסכמים נוספים באוסטריה מוגדרת היטב ומושתתת על עקרונות כלכליים ברורים, גם זה בניגוד למצב בישראל. קרנות ההלוואות הממשלתיות באוסטריה נותנות אשראי עם ערבות ממשלתית גבוהה יותר וביתר פשטות דרך המערכת הבנקאית. בתחום המונטרי היקפי המעורבות של ECB הם גדולים יותר בהיקפם, הריבית נמוכה יותר (שלילית) אך בשתי המדינות רמת הנזילות גבוהה מאוד.

צעדי שחרור הסגר הגורף באוסטריה הובהרו כבר בסוף חודש אפריל בצורה שקופה ובצרוף לוח זמנים מדויק ואפשרו למערכת הכלכלית לתכנן את צעדיה החל מהשבוע השני של אפריל לתקופה של עד סוף יולי. קיימת הגדרה ברורה של התנאים שיאפשרו את המשך צעדי הפתיחה כולל מצבים בהם יחולו שינויים.

לסיכום, כהכנה לאפשרות שתהיינה התפרצויות נוספות של המגפה, הפרק ממליץ:

- להנהיג **ריסון ממוקד** המתמקד במניעת התפשטות המגפה באמצעות בדיקות ומעקב (ראה פרק 4) אך למנוע פעילות כלכלית בתעסוקה וצריכה רק באזורים ובקרב פרטים הנתונים להדבקה מהירה עם הסתברויות תמותה גבוהות.

• **להכין תכנית שתוריד את רמת אי הוודאות ותבטיח יציבות במדיניות. במיוחד:**

- להכין מודל תעסוקה והכנסות לעובדים בהם הסגרים והמגפה פוגעים הן ישירות והן בעקיפין במסגרת ששומרת את העובד מחובר למקום עבודתו אך משלמת ישירות לעובד.
- לאפשר גמישות בהיקפי תעסוקה בעת הכניסה למשבר ועם היציאה ממנו.
- להכין תכנית מובנית של הסדרת תשלומי מיסים, דמי שכירות והוצאות קבועות אחרות.
- להכין מסגרת מתאימה לקרנות אשראי משמעותיות לעסקים קטנים ובינוניים עם ערבות מדינה, בדרכים פשוטות ולמנוע Moral Hazard של פרטים ובעלי עסקים.
- להכין תוכניות ברורות של אשראי מגובה בחלקי בעלות לחברות גדולות אשר סיכויי החדלות שלהן קטנים.
- המסגרת המאקרו כלכלית צריכה להיות מוכוונת ביעד של גידול בתעסוקה (ירידה באבטלה) שתעלה את הכנסות משקי הבית ואת הביקושים במשק. לשם כך יש לנקוט בצעדים ורפורמות אשר מזהות חסמים ליצירת ביקושים לעובדים בענפים צומחים לעומת ענפים שהביקוש בהם ירד משמעותית. דוגמאות לכך הן גיבוש הכשרות מקצועיות התואמות את הביקושים בשוק, צעדים משמעותיים לטיוב הבירוקרטיה לפתיחת עסקים חדשים כולל יבוא של מוצרים וידע מחו"ל, שיפור ביכולות השימוש באמצעים דיגיטליים במשק בכלל ובשירותי ממשלה בפרט, פיתוח תחבורה ציבורית בפרט בישובים מוכי אבטלה, הקטנת היבוא של עובדים זרים.

תהליך היציאה מהסגר הגורף היום צריך להיות מוכוון לכך שהפעילויות הכלכליות של יצור, שירותים ותצרוכות יהיו אפשריות במידה מרבית תוך מניעת התפרצות של מגפה כתוצאה מהדבקה. ככל שכמות החולים בישראל תקטן, מקורות ההדבקה עלולים לבוא שוב מפתיחת הארץ לתנועה בינלאומית. מאחר שענף שירותי אירוח ואוכל מהווה בישראל רק כ-4.6% מהתעסוקה, יש לאפשר בשלב הראשון נסיעות למטרות עבודה אך לנהל מדיניות זהירה ומחמירה של נסיעות למטרות תיירות בארץ ובחול.

מבנה הפרק הוא כדלקמן: החלק הבא מבהיר את האספקטים הכלכליים הכרוכים במגפות וסוקר לאורם את המשמעותיות הכלכליות של סגר כולל וריסון ממוקד. החלק השלישי פונה להערכות כמותיות של שני סוגי הסגרים הן לאור ספרות כלכלית עדכנית המתארת לארה"ב והן בהקשר הישראלי. החלק הרביעי עוסק בהערכה כלכלית של עלות שנות חיים שנחסכו על פי אבדן התוצר של הסגר הגורף בישראל כמו גם בהערכת התרומה של המערכת הרפואית להקטנת שיעורי התמותה. החלק החמישי פונה לתכניות הכלכליות באוסטריה ובישראל הן בזמן הסגר והן ביציאה ממנו. הפרק מסתיים בסיכום קצר.

2.2 אספקטים כלכליים של מגפות

מנקודת מבטם של כלכלנים, מעבר לסבל האנושי ואובדן חיי אדם, כרוכות מגפות קשות גם ב"כשלי שוק" שבעטיים השווקים הכלכליים אינם מתפקדים ברמה המאפשרת הקצאת משאבים טובה המתקיימת ללא מגפה. כשלים כאלה נוצרים כאשר כוחות השוק והמחירים הנובעים מהם אינם "משדרים" למשתתפים במערכת הכלכלית מידע המשקף את התרומה הכלכלית לתפוקה של גורמי יצור או את ערכם של מוצרים בהתאם להעדפות הצרכנים כפי שמתרחש באופן כללי בעולם ללא מגפות כמו זו של Covid-19. הסיבות השכיחות להיווצרותם של כשלי שוק אלו במגפה קשה הן העצמה של **השפעות חיצוניות, אינפורמציה חלקית ואינפורמציה פרטית**. מגפות מתאפיינות בכל שלושת האלמנטים במידה מודגשת ביחס לשגרה של עולם אשר אינו חשוף למגפות קשות.

ההשפעה החיצונית נובעת מעצם זיהויה של מגפה כמחלה מדבקת. בעצם מחלתו מדביק החולה הבודד את אלה הבאים איתו במגע ואלה בתורם מדביקים אחרים. בהתאם, גם אם היחיד מטמיע בהתנהגותו את הנזק העצמי הכרוך בהידבקות ומנסה לפיכך להקטין את סיכוייה, בחשבון החברתי מאמצים אלה נמוכים מדי כי הוא אינו מביא בחשבון את הנזק שמחלתו עלולה לגרום לאחרים. מעבר לכך, היחיד אינו מביא בחשבון את אילוץ הקיבולת של המערכת הרפואית ואת השפעתו על המידה בה אילוץ זה נעשה כובל. הבעיה מסתבכת לאור העובדה שבמקרה הקורונה, לפחות בימים הראשונים, היחיד כלל אינו יודע שהוא נדבק ולכן אינו יכול להעריך לא את סיכוייו להידבק (ההופכים לבלתי רלוונטיים ברגע שהוא נדבק) ולא את הסכנה הנובעת ממנו לסביבה. לבסוף עולה בעיית המידע הפרטי. במידה שפרט יודע בסופו של דבר שהוא חולה אך מידע זה אינו חשוף לסביבתו, מעבר לאמפתיה אין לו כל תמריץ לגלות את מצבו. ההיפך הוא הנכון – כאמור, חששו מפני הידבקות במחלה נעלם ואיתו גם המניע האנוכי להימנע מיציאה למרחב הציבורי ולעבודה. תופעה זאת קרויה בפי הכלכלנים "סיכון מוסרי".

בהינתן כשלי השוק, המחקר הכלכלי מדגיש את הצורך במדיניות ציבורית המופעלת על ידי הממשלה אשר תמזער את הפגיעה הכלכלית של מגפה. מדיניות זו רצוי שתמודד עם כל מרכיבי כשלי השוק שצוינו. בדומה לספרות הכלכלית אנו מחלקים את המדיניות הציבורית רפואית לשתי צורות המתמודדות עם כשלי השוק הללו ובמיוחד עם בבעיית ההדבקה (השפעה חיצונית): הטלת סגר כללי ומדיניות של "ריסון ממוקד". כמו בכל מדיניות ציבורית בריאותית יש לבחון את העלות הכרוכה בה במונחי תוצר לאומי או הכנסות של פרטים שונים ואת התועלת במונחי שנות החיים המצרפית או שנות החיים של פרטים שונים הנשמרים כתוצאה מהמדיניות.

2.2.1 סגר כללי כמדיניות

סגר כללי היה המכשיר היחיד שעמד לרשות החברה האנושית במאבק נגד מגפות עד לאחרונה. מנקודת מבט כלכלית נוטל הסגר את חירות הפעולה מהיחיד – הוא פשוט נאלץ לשהות במקום המוכתב לו. בכך עונה הסגר על כשלי השוק בצורה גורפת כך שכמעט כל הפעילות החברתית והכלכלית פוסקות. בכפוף לתנאי הסגר נעלמת ההשפעה החיצונית כי נמנע המגע בין קבוצות אנשים. בעיית המידע החסר נפתרת על פי הגדרת הסגר, המניח שכולם נגועים. ברור שאין כל שאלה של "סיכון מוסרי" שכן חופש ההחלטה ברמת הפרט נשלל. בעיקרון, הסגר הגורף עוצר את התפשטותה של המגפה ומטפל בכך באופן ישיר בבעיית הקיבולת של המערכת הרפואית.

המחיר הכלכלי של סגר כזה הוא, כמובן, גדול מאד. מעצם טבעו מחניק הסגר פעילויות כלכליות הכרוכות במגע או קירבה פיזית משמעותית. כדוגמה בולטת אפשר לציין את מערכת החינוך, במיוחד בגיל הרך בו אי אפשר להחליף את המגע הפיזי בין המחנכים והמחנכות לבין הילדים באמצעי למידה מרחוק. להשבת מערכת החינוך השלכות נרחבות ומובנות מאליהן על שוק העבודה. בנוסף יש פעילויות ספורט, בידור, נופש ועוד בהם המגע הפיזי הוא כמעט בלתי נמנע המהווים חלק משמעותי מהחברה והכלכלה של מדינות מפותחות. לכן, במדינות אלו ברור שלסגר כולל השפעה שלילית משמעותית על התצרוכת וההשקעה ובכך על התוצר של המשק.

2.2.2 הריסון הממוקד

מענה מתוחכם למגפה מנסה לטפל בכל אחת מהבעיות הכלכליות בצורה ספציפית ובכך נמנע מהנזקים הכבדים הכרוכים בסגר הכללי. התנאי ההכרחי למתן פתרונות "חכמים" הוא קיום תשתית המאפשרת בדיקות רבות מהירות ואמינות וכן ניטור הפרטים והמקומות בהם קיימת תחלואה משמעותית. כדי למנוע את בעיית הסיכון המוסרי חייבות התוצאות לצאת מרשות הפרט ולהגיע לידיעת הרשויות. מידע זה הוא המאפשר לבדוד, בכח החוק, אנשים שנמצאו נגועים במחלה הנגיפית מהחברה. מרגע הבידוד נשלל מנגועים חופש הפעולה והם מפסיקים להוות מקור להדבקות נוספות כך שאין להם עוד השפעה חיצונית. מעבר לכך, חקירה אפידמיולוגית, גם באמצעים דיגיטליים, מאפשרת את זיהויים של אנשים שהיו במגע עם הנדבקים ולדרוש גם מאלה לבדוד עצמם. ברמה מצרפית מזהה המידע אזורים בהם שיעור ההדבקה הוא נמוך כמו גם מוקדי התפרצות ומאפשר התרת תנועה או הטלת סגרים ברמה המקומית או על פי מאפיינים אחרים. איסוף מידע מהיר ברמה המצרפית מתריע בפני מצבים בהם שיעור התחלואה מתקרב לסף הקיבולת של מערכת הבריאות ומאפשר נקיטת צעדי סגר גורפים יותר המונעים את המשך התחלואה.

כתוצאה ממדיניות הריסון הממוקד הופך המרחב הציבורי לבטוח הרבה יותר בהשוואה למצב ללא כל התערבות אך עדיין פחות בטוח בהשוואה למצב ללא מגפה כלל או מגפה עם חיסון. היקף רחב של בדיקות, הערכת סיכונים אישית על סמך נתונים רפואיים ומעקב דיגיטלי אחרי תנועותיהם של אנשים יאפשר מתן "ציוני סיכון" אותם יוכלו להציג בפומבי. צעדים כאלה מקטינים את החשש מפני הידבקות ומאפשרים לקיים פעילויות כלכליות ברמה גבוהה.

2.3 עלות הסגרים

2.3.1 עלות הסגרים על בסיס המחקר הכלכלי

לאחרונה פיתחו כלכלנים מאוניברסיטאות אמריקאיות מספר מודלים המשלבים תובנות כלכליות עם מודל ה-SIR המתאר התפתחותן של מגפות. במיוחד, המודלים של Eichenbaum, Rebelo and Trabandt (2020a, 2020b) כמו גם Jones, Philippon and Venkateswaran (2020) מושתתים על מודלים מאקרו-כלכליים דינאמיים בהם מובנות בעיות אופטימיזציה דינמיות וסטוכסטיות של משקי בית הממקסמים את הערך הנוכחי של תוחלת התועלת שלהם מתצרוכת. משקי בית אלה מספקים את תשומת העבודה לפירמות המפיקות מתוכה את מוצר התצרוכת. על רקע זה ממודלת מגפת הקורונה, כאשר שיעור ההדבקה מתקשר לרמת הפעילות של הפרטים במשק. שיעור זה, כמו גם סיכויי התמותה, משפיעים על תוחלת התועלת של הפרטים ומכאן על שיעור השתתפותם בפעילות הכלכלית. בשיווי משקל המתאר את הכלכלה עם רכיבים אלו של מגפה שיעור ההדבקה אותו לוקחים הפרטים בחשבון בשיקוליהם הפרטיים משתווה לזה הנוצר כתוצאה מתגובתם האופטימלית לאותו שיעור.

בגירסאות של Eichenbaum, Rebelo and Tranbandt (2020a) ושל Jones, Philippon and Venkateswaran (2020) יודעים הפרטים את מצבם הרפואי, אך אינם מביאים בחשבון את ההשפעות החיצוניות שהם יוצרים. בכיול לנתונים אמריקאים ללא כל מדיניות סגר מעריכים Eichenbaum, Rebelo and Tranbandt (2020a) אובדן של 880 אלף חיי אדם וירידת תוצר של 7%. תחת תרחיש של סגר גורף ובהיעדר מידע על מצבם הבריאותי של הפרטים נחשבים חצי מיליון חיי אדם במחיר אובדן תוצר בשיעור של 22.26%²⁶. בנתוני המשק האמריקאי נובע ממספרים אלה שעלות חיי אדם שנחסכו היא כ-6 מיליון דולר, מספר הנמוך משמעותית מערך של 9-10 מיליון דולר לחיי אדם בו משתמשים בארה"ב להערכת פרויקטים ציבוריים בתחום הסביבה והתחבורה.²⁷ אם הממשלה מצליחה לזהות את החולים ולהפעיל ריסון ממוקד בו הממשלה מרחיקה רק אותם, נחשבים כ-700 אלף חיי אדם והתוצר יורד בשיעור מתון יותר של 17%. במקרה זה יורדת העלות של חיסכון חיי אדם לכ-3 מיליון דולר.

Jones, Philippon and Venkateswaran (2020) מאפשרים במודל שלהם "עבודה מהבית" ומוסיפים לכשלי השוק גם את בעיית הקיבולת במערכת הרפואית. המחברים מחשבים את מדיניות הסגר האופטימלית בהנחה שערך חיי אדם עומד על כ-10 מיליון דולר ומקבלים שבאופטימום מורידה מדיניות הסגר את שיעור התמותה מ-1.75% ל-1.6% מבין הנדבקים בעלות של ירידת התצרוכת ב-25%. Eichenbaum, Rebelo and Tranbandt (2020b) מרחיבים את המודל שלהם לסביבה בה הפרטים אינם מודעים למצבם הרפואי. בתוך סביבה זאת הם בוחנים את השפעתן של בדיקות. התוצאה היא שללא הרחקה חברתית בדיקות הנותנות לפרטים מידע על מצבם הרפואי מחמירות את הנזקים הכלכליים, שכן אלה שנמצאו חולים אינם נרתעים מיציאה לשוק העבודה ובכך מחמירים את בעיית ההדבקות. לעומת זאת, בדיקות מרובות והרחקתם החברתית רק של אלה שנמצאו נגועים משפרת בצורה ניכרת את התוצאה. הסימולציות מעלות שבדיקת 2% מהאוכלוסייה מדי שבוע הייתה חוסכת בארה"ב כרבע מיליון חיי אדם ומקטינה את הנזק הכלכלי (במונחי אובדן תצרוכת) ב-6 נקודות אחוז. כיון שהתצרוכת מהווה כ-70% מהתוצר, נראה, אם כן, שבהשוואה לתחשיבים דלעיל במקרה זה עלות חיי האדם הנחשבים עומדת על כ-2 מיליון דולר.

2.3.2 הערכות עלות הסגרים בישראל במונחי תוצר

בנק ישראל העריך את אובדן התוצר שנגרם עקב השבתת המשק בתקופה המתוארת עד לסוף אפריל באיור 1.1 בפרק 1 בשיעור של 35% ירידה בפעילות הכלכלית שהם כב-3.5% תוצר במונחים שנתיים.²⁸ במידה שהסגר ימשך ברמה זאת גם במאי, העריך בנק ישראל את הנזק באבדן נוסף של 2.9 נקודות אחוז. המספרים עולים ל-4.9% ו-4.1 נקודות אחוז במידה ש-49% מהמשק יושבתו. כמו כן העריך בנק ישראל (הודעה לעיתונות, 23 באפריל) שעלותו של כל שבוע השבתה של מערכת החינוך עומד על כ-2.6 מיליארדי ש"ח, דהיינו כ-0.2% מהתמ"ג.

²⁶ Andersen et al. (2020) מראים שהתצרוכת בדנמרק, בה הסגר היה הדוק, נמוכה מזאת של שבדיה בה המגבלות היו רופפות יותר רק ב-4 נקודות אחוז. לעומת זאת, מספר המתים בשבדיה בה האוכלוסייה היא 9.7 מיליון עמד ב-13.5.20 על 3530 לעומת 300 בדנמרק על 5.7 מיליון תושביה.

²⁷ ערך זה הוא ממוצע ואינו לוקח בחשבון את מבנה הגילים. הספרות בארה"ב אינה תמימת דעים באשר לאופי התלות בין ערך חיי אדם לגיל.

²⁸ <https://www.boi.org.il/he/NewsAndPublications/PressReleases/Pages/24-3-2020.aspx> ראוי לציין שבמשברים לגביהם לא היו ממצאים מהעבר, כגון המשבר הנוכחי והמשבר הפיננסי של 2008/9, היו ההערכות הכלכליות בתחילת המשבר אופטימיות יחסית לתוצאות בדיעבד.

הערכה כמותית נוספת לנוק הנגרם כתוצאה מסגרים גורפים לעומת הנזק הכרוך בריסון ממוקד ניתן לקבל מהשוואת הביצועים של ישראל ואוסטריה בהם הסגרים היו גורפים מחד גיסא, לתוצאות הכלכליות הצפויות בדרום קוריאה בה הריסון היה ממוקד, מאידך גיסא. על פי לוח נ-2.1 בנספח שיעורי צמיחת התוצר לנפש אותה צופה קרן המטבע הבינלאומית לישראל ולאוסטריה בשנת 2020 דומים ונמוכים בהרבה מהנתון המקביל בדרום קוריאה.²⁹ הפער העומד על כ-6-7 נקודות אחוז מזכיר מאד את הפער העולה מעבודתם של Eichenbaum, Rebelo and Tranbandt (2020a) בהשוואה בין סגר גורף לריסון ממוקד.³⁰ בשנת 2021 שיעורי הצמיחה הצפויים בשלוש המדינות אינם מאד שונים זה מזה. הן בשנת 2020 והן בשנת 2021 צפויה האבטלה בישראל ובאוסטריה להיות גבוהה מזאת של דרום קוריאה בה הופעל ריסון ממוקד מתחילת ינואר. הגרעון בתקציב הממשלה משקף גם הוא את העלות הגבוהה הכרוכה בהטלת סגר גורף המאלץ את הממשלה לתמוך בעובדים ובסקטור העסקי. בהתאם, לשנת 2020 צפוי הגרעון בישראל ובאוסטריה להיות גבוה בהרבה מזה של דרום קוריאה וטאיוון. חשוב לציין שהערכות אלו מבוססות על הנחה של גל מגפה אחד בחודשים מרץ עד מאי/יוני ב-2020 וכן שהמשק יחזור לפעילות וצמיחה מפצה במשך 2021. לכן יש לחשב את העלות הכלכלית של המגפה עם סגרים שונים במונחים שנתיים על פני לפחות השנים 2020-21 ובהנחה כלל הפיצוי על הירידה בצמיחה ב-2020 יוחזר ב-2021 ולאחר מכן המשק חוזר לצמיחה "נורמלית".³¹

2.4 כלכלה ותמזותה

2.4.1 הערכת עלות חיי אדם נחסכים בישראל

על סמך הערכת אובדן התוצר של קרן המטבע (6.3%- בשנת 2020, 5% בשנת 2021) יאבד המשק עד לסופה של שנת 2021 כ-7% תוצר בהשוואה לצמיחה שהייתה מתממשת ללא משבר הקורונה של כ-3.5% בכל אחת מהשנים. הערכותיו של בנק ישראל אופטימיות יותר ומדברות על אובדן תוצר של 5.3% בשנת 2020 וצמיחה של 8.7% בשנת 2021, סה"כ אובדן של כ-4.2% תוצר למשק על פני שנתיים בהנחה שהשנה השניה מפצה את כל האובדן התוצר ולאחריה הצמיחה חוזרת לרמה ה"נורמלית".³² אובדן התוצר נובע מהסגר המתמשך אך, כפי שנאמר לעיל, גם בהעדר כל סגר היתה הפעילות במשק קטנה בגלל חששם של פרטים לצאת למרחב הציבורי ובגלל עליית אי הוודאות. להערכת אומדן זה ניתן לקחת פערי צמיחה על השנים 2020-21 בין ישראל לזו של דרום קוריאה ואפילו של טאיוואן העומד על כמחצית האובדן של ישראל - בערך כ-2.5%-2. התמ"ג בשנת 2019 עמד על כ-1300 מליארד ש"ח. בהנחה שאובדן התוצר נובע כולו מהסגר משמעותה של הערכת הנזק של הבנק העולמי היא אובדן של 91 מליארד ש"ח, ואילו על פי הערכת בנק ישראל מאבד המשק 54.6 מליארד ש"ח.

²⁹ אנו מדווחים בלוח נ-2.1 גם על טאיוון בה, למרות הריסון הממוקד שהונהג בה, אובדן התוצר הוא גבוה. נראה שאובדן זה נובע מהקשר ההדוק של כלכלת האי לזאת של סין.

³⁰ פער תחזית הצמיחה בין ישראל לאוסטריה של 0.5 נקודות אחוז דומה לאובדן התוצר של שבוע השבתה העומד בישראל על 0.8 נקודות אחוז ובכך עקבי עם פיגורה של ישראל בשבוע אחרי צעדי השחרור באוסטריה.

³¹ ראוי להדגיש שאלו הנחות מפשטות כי בהחלט סביר שתהליך החזרה יהיה ארוך יותר. במקרה של גל מגפה נוסף, ניתן יהיה לכאורה לחשב אותו בנפרד בהתאם למדיניות.

³² ראו דברי נגיד בנק ישראל, 6 באפריל 2020, <https://tinyurl.com/y7pyd537>

בשלב הבא אנו מנסים להעריך את מספר שנות חיים אלה העלולות ליפול קורבן למגפה. הערכה זאת תלויה בהתפלגות האוכלוסייה, תוחלת החיים, ההסתברות לחלות ב-Covid-19 וההסתברות המותנית למות מהמחלה לפי קבוצות גיל. לוח נ-2.2 בנספח מדווח על תוחלת החיים על פי גיל בישראל וגודל קבוצות האוכלוסייה המתאימות. על פי הסתברויות המוות המותנות בלוח נ-2.3 בנספח הנחנו להלן שהסתברות זאת עומדת על 0.01 לקבוצת הגיל 65-70, 0.07 לקבוצת הגיל 70-80 ו-0.23 לקבוצה הזקנה ביותר. מחישוב זה מתקבל שאילו כל האוכלוסייה מגיל 65 ומעלה היתה מוכללת באוכלוסיית החולים המאומתים היה אובדן שנות החיים עומד על 882 אלף.³³ אמדנו את שיעור החולים המאומתים בהעדר סגר מנתוני חבל לומברדיה באיטליה בו ננקטו אמצעי הרחקה חברתית באיחור ניכר. באמצע מאי עמד מספר החולים המאומתים שם על כ-77 אלף. על פי התפלגות גיל החולים המאומתים באיטליה כמחציתם היו מעל גיל 65. בלומברדיה כ-1.8 מיליון אנשים בקבוצת גיל זאת, כלומר שיעור החולים המאומתים בקרבה הוא כ-2%. על פי שיעור זה היה אובדן שנות החיים בישראל מגיע ל-17.6 אלף.³⁴ בהתאם לנתוני לוחות נ-2.2 ו-2.4 בנספח אבדו בפועל בישראל כ-2200 שנות חיים כך שחסכו 15.4 אלף שנות חיים.

אם נייחס לסגר הגורף 2/3 מהנזק של משבר הקורונה (בהתאם לחישוב התיאורטי של Eichenbaum, Rebelo and Tranbandt (2020a) נקבל שהמחיר לשנת חיים שניצלה הוא 3.9 מיליון ש"ח תחת הנחת הנזק של קרן המטבע העולמית או 2.4 מיליון ש"ח אם מקבלים את הערכתנו של בנק ישראל. מספרים אלה יורדים, בהתאמה, ל-2.9 מיליון ו-1.8 מיליון ש"ח במידה שרק מחצית הנזק נגרמת ע"י הסגר הגורף. מספרים אלה גבוהים בסדר גודל של פי שישה עד אחד עשר מערכה של שנת חיים על פיו נקבע הקריטריון להכנסת תרופה או טכנולוגיה לסל התרופות העומד כ-340 אלף ש"ח (יותר מכפליים התמ"ג לנפש של כ-150 אלף ש"ח בשנת 2019).³⁵

מהחישוב הנ"ל עולה שעל פי קריטריון ועדת הסל, בשיעור תחלואה מאומתת של 10%, וודאי בשיעור של 20%, עולה הנזק שנגרם ע"י הסגר הגורף בקנה אחד עם ערכם של שנות חיים שהיו נחסכות. יש לזכור שההערכות הראשוניות על חומרת המגפה היו הערכות גבוהות אף יותר (מכון קוך בברלין דיבר על שיעורי הידבקות של 60-70%).

עם זאת, נראה שהורדת פעילות המשק ל-15% (ב-31 למרץ) או אף ל-30% (ב-19 למרץ) גרמה לנזק העולה בסדר גודל על כל תועלת אפשרית בהיבט של הורדת התמותה.

2.4.2 השוואת שיעורי התמותה בין ישראל לאוסטריה

לוחות נ-2.3 ו-2.4 בנספח משווים את נתוני התמותה של חולים מאומתים בישראל ובאוסטריה. הלוחות מצביעים על הדמיון הרב בין שתי המדינות בשיעורים אלה. הטלת שיעורי התמותה האוסטריים על כמות החולים המאומתים בישראל בהתאם לגילם מייצרת תמותה של 294 אנשים, בהשוואה ל-230 שמתו בפועל באותה נקודת זמן. במידה שמניחים שיעורי תחלואה זהים בשתי המדינות ניתן ליחס חיסכון של כ-20% מחיי האדם שהיו נופלים כקורבן לקורונה ליעילות המערכת הרפואית בישראל. באותה מידה, מספר המתים בפועל באוסטריה הכפול מזה המתקבל שם תחת מבנה האוכלוסייה בישראל משקף במלואו את ההבדל במבנה הדמוגרפי של שתי המדינות, לפיו שיעור האוכלוסייה מעל לגיל 65 באוסטריה (19.2%) הוא כמעט כפול מהשיעור המקביל בישראל (10.5%).

³³ ההתייחסות לאוכלוסייה כולה כאל חולים מאומתים נועדה אך ורק לספק נקודת מוצא לחישובים הבאים.

³⁴ התחשיב אינו מביא בחשבון את התחלואה הנלווית המאפיינת את מתי הקורונה ומקצרת מאד את תוחלת החיים הנחשבים. מאידך גיסא החישוב גם אינו מביא בחשבון את העומס שהיה נגרם על מערכות הבריאות בשיעור תחלואה גבוה ושיעורי התמותה הגבוהים שהיו נוצרים עקב העומס.

³⁵ ראו שמואל, ע', וניסן-אנגלצ'ין, א' (2008), "אמדן ראשוני של ערך חיי אדם בישראל והשלכותיו לגבי עדכון סל השירותים של ביטוח הבריאות הממלכתי", הרבעון לכלכלה 55(4), 467-487.

2.5 המדיניות הכלכלית באוסטריה ובישראל

תת הפרק סוקר צעדים מרכזיים בלבד.

2.5.1 תעסוקה

אוסטריה: באוסטריה קיימת תכנית "העבודה החלקית" (kurzarbeit) שנועדה לטפל, גם בשיגרה, בירידות זמניות של ביקושים בענפים או באירגונים עסקיים מסויימים. תכנית זאת הופעלה מייד והורחבה במהלך החודשיים האחרונים. על פי התכנית, עובדים המועסקים ברמה של 10-90% מתעסוקתם המקורית (לעיתים אף אינם מועסקים כלל) מקבלים עד למשך של שלושה חודשים (עם אפשרות הארכה לשלושה נוספים) 80-90% משכרם נטו באמצעות המעביד כאשר המעביד משלם עבור התעסוקה בפועל והממשלה משלימה את החסר. נכון ל-30.4 הוגשו ע"י המעסיקים לשרות העבודה בקשות המקיפות כ-1.2 מליון עובדים ואושרו כ-70 אלף. התקציב הועלה בשלבים מסכום התחלי של 400 מיליון אירו ב-14.3 ל-10 מיליארד ב-30.4. לוח נ-2.5 בנספח מפרט את אופן שעות העבודה בענפים כלכליים שונים לחודש מרץ 2020 (נתונים אלה טרם עודכנו). בנוסף לעובדים עליהם הוחלה תכנית "העבודה החלקית" היו בסוף אפריל באוסטריה כחצי מיליון מובטלים, מתוך כח עבודה של 4.1 מיליון. בשנה שעברה עמד מספר המובטלים על כ-200 אלף.³⁶

ישראל: הפעילות במשק בישראל הורדה ל-30% ב-15.3 ול-15% ב-19. כתוצאה מצעדים אלה הוצאו מאות אלפי עובדים לחופשה ללא תשלום (ראה אזור 2.1 בנספח). בתוכנית הכלכלית שהוכרזה ב-30.3 נקבע שיוענקו מענקי חלי"ת על פי התנאים הקבועים לדמי אבטלה והוקצה לצורך זה סכום של 15.4 מיליארד ש"ח. דמי האבטלה המקסימליים הם בטווח של 60%-80% מהשכר האחרון כאשר שיעור זה הוא תלוי גיל ויורד עם העלייה בהכנסה. אופן התמיכה בדורשי עבודה, מפורטים או בחל"ת גם הוא תלוי גיל ומספר הנתמכים ונע בין חודשיים ל-7 חודשים.³⁷

השוואה: בעוד שבאוסטריה הופעלה תכנית הקיימת בשיגרה נאלצה ממשלת ישראל ליצור תוכנית חדשה יש מאין. על פי התכנית האוסטרית לא ניתק הקשר בין העובד למעביד, עבודה חלקית אצל המעביד אפשרית ואין אובדן של הון אנושי הספציפי למעסיק. בהתאם, החזרה לעבודה מלאה מוסדרת אף היא באופן אוטומטי. בישראל נאלץ המעביד לנתק את הקשר עם העובד, לא התאפשרה עבודה חלקית וההחזרה חלקית לעבודה מכריחה את העובד לבחור בין אובדן מלא של דמי האבטלה לבין השכר החלקי שיקבל. שיטה זאת מקטינה את שיעור החוזרים למקום העבודה ומאפשרת לסקטור העסקי לעכב את פיטורי העובד על חשבון המדינה.

³⁶ באוסטריה מדווח שיעור המובטלים הן על פי הנורמות של אירגון העבודה הבינלאומי (ILO) המתבססות על סקרי כח אדם והן על פי מספר הנרשמים בלשכות התעסוקה. לפי נורמות ה-ILO עמד שיעור האבטלה על 4.9% בחודש מרץ, לעומת 4.3% בינואר. על פי השיטה האוסטרית היו השיעורים המקבילים 12.8% לעומת 8.6%. ראו גם התייחסות בנק ישראל לבעייה דומה: <https://www.boi.org.il/he/NewsAndPublications/PressReleases/Pages/27-4-2020.aspx>.

³⁷ למידע ראו https://www.btl.gov.il/benefits/Unemployment/Pages/tkufat_zakaut.aspx.

2.5.2 הסקטור העסקי³⁸

אוסטריה:³⁹ שכירות של דירה או עסק: הוקפאו חוזי השכירות לחודשים אפריל-יוני וניתנה הגנה על השוכר מפני פינוי גם אם לא ישלם. הוקמה קרן חרום של 4 מיליארד אירו, שהוגדלה ל-38 מיליארד ב-18.3 (כ-9.5% תוצר). בקרן זאת הוקצו 9 מיליארד לערבויות, 15 מיליארד לסיוע חירום ו-10 מיליארד להקלות מס. לעצמאיים ועסקים קטנים הוקצה סכום של מיליארד אירו. עסקים קטנים יכלו לקבל מענק מיידי של 1000 אירו ולבקש סיוע של עד 6000 אירו סה"כ. קרן החירום נתנה הלוואות אותן אין צורך להחזיר במלואן. הסכום של 15 מיליארד אירו הוקצה לעסקים גדולים באמצעים הבאים: א. מתן ערבויות של עד 90% להלוואות למשך של עד 5 שנים הניתנות דרך מערכת הבנקים לצרכי נזילות. הסיוע הותנה באי תשלום דיונדנדים (למעט אלה עליהן הוכרז לפני ה-16.3) וקיצוץ בונוסים למנהלים. ב. חברות שהמחזור שלהן פחת ב-40% או יותר ביחס לשנה שעברה היו זכאיות למענקים של 25-75% מהוצאותיהן הקבועות (שכירות, חשמל, התחייבויות חוזיות, הוצאות ריבית ותגמול יזמות פיקטיבי), בהתאם לגודל הנזק. ניתן גם פיצוי על אבדן ערך של מוצרים מתכלים. הפיצוי הותנה ב"נקיטת כל האמצעים לשימור מקומות עבודה".

ישראל: לצורך "המשכיות עסקים" הוקצו 40 מיליארד ש"ח (כ-2.8% תוצר).⁴⁰ לדחיית תשלומים והקלות מסים הוקצו 12 מיליארד ש"ח. סכום של 8 מיליארד ש"ח הוקצה לצורך מתן מענקים של עד 400 אלש"ח לעסקים קטנים (מחזור של עד 20 מלש"ח לשנה) לכיסוי הוצאות קבועות ולעסקים בינוניים (מחזור של עד 400 מלש"ח לשנה) לצורך מתן ערבות מדינה של 85% והקלות ריבית לשנה הראשונה להלוואות עד ל-16% מהמחזור. תוכנית זאת נמצאת בביצוע. לעסקים גדולים הוקצו 7 מיליארד ש"ח. הם אמורים לקבל הלוואות של עד 8% מהמחזור השנתי אך לא יותר מ-100 מלש"ח בערבות מדינה של 75%. התכנית טרם מבוצעת.

השוואה: הסכום לתמיכה בסקטור העסקי בישראל הוא כמעט זהה בש"ח לזה שהוקצה באוסטריה באירו. התכנית האוסטרית מגדירה היטב טיפול בהוצאות קבועות. יחסי שוכר-משכיר הוסדרו לזמן המשבר. צעדי מדיניות התמיכה בישראל מתאפיינים באי בהירות, משך התמיכה הקצר וביצוע איטי. כל אלה מייצרים אי ודאות בקרב הנזקקים לתמיכה.

2.5.3 תכנית היציאה

אוסטריה: ב-24.4 הוכרז על תהליך חידוש הלימודים בשלוש פעימות מה-4.5 עד ל-3.6. ב-28.4 הוכרז על סדרת צעדים המשתרעים על חודש מאי להחזרת המשק לפעילות, כולל פתיחת בתי מלון בסוף מאי עם הגדרה ברורה של התנאים למעבר משלב לשלב.

ישראל: צעדי היציאה הוכרזו מעת לעת ללא הבניה מסודרת וללא תשקיף למהלכים הבאים. הדבר נכון במיוחד בכל הנוגע למערכת החינוך.

השוואה: באוסטריה הוכרזה סדרת צעדים בטווח של חודש המאפשר תכנון והכנה. בישראל מתנהל חידוש הפעילות באמצעות הודעות קצרות טווח והנחיות המשתנות באופן תדיר. תנאי הפתיחה הוגדרו רק ב-4.5.

³⁸ המידע בפרק זה נכון לאמצע חודש מאי 2020.

³⁹ <https://www.bmdw.gv.at/Themen/International/covid-19.html>

⁴⁰ https://www.gov.il/he/Departments/Guides/mof_economic_plan?chapterIndex=4

2.5.4 מדיניות מוניטרית

אוסטריה: כחברה בגוש האירו אין לאוסטריה מדיניות מונטרית עצמאית. הבנק האירופאי המרכזי, ECB, הכריז על הקמת קרן מיוחדת, Pandemic Emergency Purchase Programme (PEPP), בסכום של 750 מיליארד אירו (כ-5.6% מהתמ"ג המשולב של מדינות גוש האירו) לרכישה של איגרות חוב הן ממשלתיות והן פרטיות העומדות בקריטריונים מסויימים. מדיניות זאת מספקת נזילות לכל גוש האירו, מורידה את אי הוודאות ובכך את המרווחים הפיננסיים. הריבית על מנגנון אספקת הנזילות העיקרי לבנקים (MRO) עומדת על 0%.

ישראל: ריבית בנק ישראל הועמדה על 0.1%. הבנק הודיע על תכנית של 50 מיליארד ש"ח (כ-3.5% יחסית לתוצר) לרכישת אג"ח ממשלתיות בבורסה במטרה להוריד את הריביות ולספק נזילות. הבנק מאפשר שימוש באג"ח ממשלתי כערבון בעסקאות "השאלה מגובה" (REPO) מול הבנקים. כמו כן הקל הבנק על מתן ההלוואות של הבנקים המסחריים.

השוואה: בעיקרון, הכלים דומים אם כי היקף ההתערבות של ה-ECB גבוה הרבה יותר. בנוסף, ה-ECB משתמש בארגז כלים עשיר יותר הכולל פעילות ישירה מול הסקטור העסקי.

2.5.5 מדיניות פיסקלית

הירידה בתוצר במשבר הקורונה נובעת מעיקרה מירידה בביקושים בצורה שונה מאד מהמשבר הפיננסי של 2008. בפרט, הוא מתאפיין בפגיעה דיפרנציאלית הן בקבוצות אוכלוסייה שונות והן בסקטורים הכלכליים. הפגיעה העיקרית נובעת מהירידה הדרמתית בתעסוקה ולכן המדיניות הפיסקלית צריכה להתמקד בגידול התעסוקה על יד עידוד הצע עבודה לענפים בהם יש גידול ביקושים וכן לעודד יצירת ביקושים בתחומים מוגדרים. כלומר יש לשקף את המגוון הגדול במשק ואינה יכולה להשתמש בכלים הסטנדרטיים האמורים להעלות באופן גורף את הביקוש המצרפי. בהקשר זה יש לציין במיוחד את ירידת התצרוכת הנגרמת מאילוצי הקורונה בכל ענפי הפנאי – ספורט, תרבות, תיירות פנים וחופי וכיו"ב.⁴¹ גם אם תועלה הכנסתם של הצרכנים לא יחזרו ענפים אלה לפעילות בצורה ובכמות שקדמה להופעת נגיף הקורונה. מאידך, צעדים משמעותיים בתהליך יצירת עסקים חדשים וכן עידוד תשתיות דיגטליות וענפים מבוססים על תשתית דיגיטלית ותשתיות תחבורה ציבורית באזורים בהם היא חסרה יעלו את התעסוקה ואת הביקושים במשק.

⁴¹ על פי נתוני אגף הכלכלן הראשי באוצר, שיעור מהמועסקים שהוצאו לחל"ת עומד על 56% בענף הספורט, בילוי ופנאי, 39% בשירותי האירוח ו-36% בפעילויות של סוכנויות נסיעות ומארגני טיולים. ראו:

https://www.gov.il/BlobFolder/dynamiccollectorresultitem/periodic-review-07072020/he/weekly_economic_review_periodic-review-07072020.pdf



פרק 3: היבטי מערכת

הבריאות הציבורית

מאיר אורן, ארנון אפק, נטליה בילנקו, דורון חבצלת,
אייל לשם, דניאל פלוסר, איתי פסח ודב שורץ*

* פרופ' מאיר אורן, לשעבר מנכ"ל משרד הבריאות, לשעבר מנהל המרכז הרפואי הלל יפה והמרכז הרפואי ע"ש ברוך פדה, פוריה, לשעבר חבר סגל בפקולטה לרפואה, הטכניון וחבר צוות טיפול במגפות של משרד הבריאות, עמית מחקר בתכנית מדיניות הבריאות של מרכז טאוב. פרופ' ארנון אפק, סמנכ"ל המרכז הרפואי שיבא, לשעבר מנכ"ל משרד הבריאות וחבר סגל בפקולטה לרפואה, אוניברסיטת תל-אביב. פרופ' נטליה בילנקו, ראש המחלקה לבריאות הציבור, הפקולטה למדעי הבריאות, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב ומנהלת לשכת הבריאות המחוזית אשקלון של משרד הבריאות. פרופ' דורון חבצלת, חוקר בכיר (בגמלאות) בקריה למחקר גרעיני נגב וחבר סגל (נלווה) בפקולטה להנדסה, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב. פרופ' אייל לשם, מנהל המכון לרפואת מטיילים ומחלות טרופיות במרכז הרפואי שיבא וחבר סגל בפקולטה לרפואה, אוניברסיטת תל-אביב. ד"ר דניאל פלוסר, מנהל מחלקה פנימית במרכז הרפואי סורוקה וחבר סגל בפקולטה למדעי הבריאות, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב. ד"ר איתי פסח, מנהל בית החולים לילדים במרכז הרפואי שיבא וחבר סגל בפקולטה לרפואה, אוניברסיטת תל-אביב. פרופ' דב שורץ, חוקר בכיר (בגמלאות) בקריה למחקר גרעיני נגב, חבר סגל (נלווה) בפקולטה להנדסה, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב ולשעבר המדען הראשי של הוועדה לאנרגיה אטומית.

3. היבטי מערכת הבריאות הציבורית

בפרק זה נבחן שני היבטים בהתארגנות הנדרשת ממערכת הבריאות לטיפול במגפת הקורונה. בהיבט התארגנות מערכת הבריאות לטפל בחולי הקורונה בחרנו להתרכז במה שזיהינו כצוואר הבקבוק של המערכת, והוא מספר החולים הקשים (רובם מונשמים) שמערכת מחלקות הטיפול נמרץ קורונה שהוקמו בבתי החולים יכולה לטפל בו בו-זמנית ואיך ניתן להגדיל מספר זה. ההיבט השני יעסוק במערך הקשור לבריאות הציבור שהינו קו ההגנה הראשון, הנועד לגלות התפרצויות מגפות ולסייע בריסון לפני שנצטרך לאשפז אנשים.

בסעיף 3.1 נראה שמספר מיטות טיפול נמרץ קורונה (טנ"ק), המוגבל בעיקר על ידי מספר צוותי הרופאים והאחיות שניתן לגייס ולהכשיר מבין הסגל בבתי החולים ומחוצה לו, אינו עובר 500-600. נציין שזהו מספר קטן משמעותית מהמספר 1000 שהוזכר מדי פעם בחודשיים האחרונים. מאידך אין למערכת בעיה עם מכונות הנשמה שקיימות באלפים. בנוסף יש לבחון כמה מהצוותים שמגויסים היום לטיפול בחולי הקורונה יוכלו להמשיך ולעבוד במחלקות הקורונה במצב של מגפת שפעת, שחוזרת מדי חורף בעוצמות שונות (השנה עוצמתה הייתה חזקה במיוחד). בנספח 3א נסקור מהם מקורות הגיוס האפשריים לגייס את הצוותים החסרים (רופאים ואחיות) בטווח הקצר (גל שני בחורף) והארוך (שנתיים ומעלה).

סעיף 3.2 יוקדש לנושא בריאות הציבור שעקרונותיו הן שלושת ה-Pים (Promote, Prevent, Protect). סעיף זה לא ידון במגוון תפקידי המערכת לבריאות הציבור ונתמקד רק בהיבטים הרלוונטיים להתפרצויות מגפה, תוך הדגשת האפשרות לגל שני של מגפת הקורונה בחורף הקרוב. כלל ראשון בריסון מגפה הנו איתור הנדבקים, האנשים שהיו איתם במגע (מגעים) ובידוד כל מי שחשוד בהידבקות.

סעיף 3.2.1 ידון בנושא הבדיקות הנדרשות (כמה בדיקות ומי צריך להיבדק ומשך הזמן הנדרש בין הבדיקה לקבלת התשובה) כך שניתן יהי לפעול במהירות וביעילות ולבודד את הנדבק ומגעיו במקרה של תשובה חיובית.

סעיף 3.2.2 יעסוק בחלק השני של מאמץ החקירה האפידמיולוגית וה-contact tracing הנדרשים לאיתור החשודים בהדבקות (מהי חקירה אפידמיולוגית, לאלו מגעים צריך להגיע, מה משך הזמן המוקצב לכל הפעולות) כך שנצליח לבודד את כל החשודים בהדבקות לפני שיתחילו להדביק אנשים נוספים או בסמוך לכך ככל האפשר (נספח 3ב יפרט את ההצדקות למסקנות אליהן נגיע).

סעיף 3.2.3 ידון במערך בריאות הציבור הנדרש על מנת שאפשר יהיה להתמודד עם המטלות והאילוצים שפורטו בסעיף 3.2.2 (נספח 3ג יפרט את חישוב היקפי הפעולות הנדרשות מתוכן נגזר גודל המערך הנדרש).

סעיף 3.2.4 יגע קצרות (ובעיקר מפנה למקור מקיף) בנושאים של אילו עסקים ניתן לפתוח ואילו עסקים רצוי להימנע מלפתוח משיקולי בריאות הציבור.

הנקודות המרכזיות לציין בסיכום לסעיף 3.1:

1. המשאב הקריטי לטיפול בחולי קורונה הוא מספר הצוותים שניתן לגייס למחלקות ט.נ. קורונה (נדרשים 1 רופא ו-5 אחיות לכל מאושפז בטיפול נמרץ קורונה).
2. המספר המירבי כיום של מספר מיטות ט.נ. קורונה הוא כ-250 כאשר מנצלים את כל הצוותים שגויסו והוכשרו לנושא בכל בתי החולים בארץ (יש לדאוג לחלוקת עומס בין בתי החולים).

3. בעתות משבר קיצוני (מצב חרום דמוי מלחמה בו בתי החולים מבצעים רק טיפולים מצילי חיים) אנו מעריכים שניתן יהיה לגייס עוד כמה מאות רופאים משורות בתי החולים ואלה שמחוצה להם. סך כל הערכתנו למספר המירבי של מיטות ט.נ. קורונה על צוותיהם יגיע אז לכ-500. יחד עם זאת, אם יגיע גל שני בעונת החורף, צפוי שהוא יתלכד עם גל שפעת בעוצמה משתנה (בחורף האחרון עוצמתו הייתה הגדולה מזה 10 שנים). במצב זה לא ניתן יהיה לשחרר רבים מהרופאים ממחלקות הפנימיות וט.נ. רגיל העמוסות לחלוטין, לטובת מחלקות ט.נ. קורונה. המספר המירבי של מיטות ט.נ. קורונה שיוכלו להיות מאוישות בצוותים עלול לרדת אז לכ-300-400 מיטות.

4. על מנת לאפשר למירב הרופאים מהמחלקות הפנימיות לסייע לחולי הקורונה יש להגדיל את תקני הרופאים במחלקות הפנימיות (כ-100) מ-13 ל-16, בהתאם להמלצתה העיקרית של ועדת טור-כספא.

5. יש להוסיף תקנים, תקציב ומיטות למערך הפנימי ולטיפול נמרץ. מומלץ לפתוח מחלקות פנימיות נוספות על מנת לתת מענה לחולי הקורונה ולאפשר הכשרה מידית של רופאים ואחיות, מהמחלקות השונות של בתי החולים ומחוצה להם. אנשים אלה יוכלו להצטרף לעבודה במחלקות פנימיות ומחלקות ט.נ. רגילות ולשחרר חלק מצוותי הרופאים והאחיות במחלקות אלה להצטרף למחלקות ט.נ. קורונה (בכל מחלקה פנימית קיים חדר "טיפול מוגבר" בו מאושפזים דרך קבע כ-4 חולים במצב של הנשמה, ומכאן שלאנשי המחלקות הפנימיות ידע וניסיון מוקדמים בנושא ההנשמה).

נקודות מרכזיות לציון בסיכום בהקשר לסעיף 3.2 :

1. אבחון מהיר על ידי בדיקות מעבדה של חולים ואיתור ובידוד מגעים תוך 24-48 שעות במצטבר, ובדיקות של אוכלוסיות בסיכון אישי גבוה (גיל מחלות כרוניות), אוכלוסיות במוסדות עם סיכון גבוה (בתי אבות).
2. בניית מערך צוותי תחקור אפידמיולוגי מאומנים וזמינים להתפרצות של כמה חודשים, זאת על בסיס כח אדם קיים עם יכולת תגבור להכפלת הספיקה או לקיצור לוח הזמנים של ה-contact tracing. במיוחד נציין :

א. במשרד הבריאות קיים כבר היום מערך מקצועי לניהול של מערך תחקור אפידמיולוגי ואיתור מגעים. יש להבטיח שהמערך כולו מבין ומפנים את החשיבות הקריטית של גורם הזמן לטובת קטיעת שרשרת ההדבקה, גם על חשבון הבטחת תוצאה מיטבית בבדיקות ו/או הגעה לכל הנבדקים.

ב. מערך זה היה מסוגל בגל הראשון (בשיאו היו כ-800 נדבקים והמגעים שלהם ליום) לעמוד ביעדים של תחקור והגעה למגעים, קבלת החלטות לגביהם והזנת הנתונים וההוראות הנגזרות תוך 24 שעות במשך **רוב** שלבי ההתפרצות הנוכחית. בגל הראשון מאמציו היו לשווא עקב התארכות משך הזמן מבדיקה לתשובה, שלקח כ-6 עד 8 ימים במקום יממה אחת לכל היותר. אחרי זמן כה רב אין ערך למעקב אחר מגעים.

ג. למערך קיים זה, שמסוגל גם לשמור על שגרת כשירות, יש להוסיף יחסית מעט תקני רופאים בחירום ל-3 משמרות בנפות (20 תקנים בנוסף על כ-70 כיום שלא נועדו לעבוד 24/7), 20 אחיות אפידמיולוגיות נוספות (לכ-30 הקיימים), ושמידה על הכשרתן וכשירותן של כ-600 אחיות בריאות הציבור הקיימות כיום (מתוך כ-1000 משרות קיימות של אחיות טיפות חלב ובריאות הציבור).

ד. המערך הקיים מסוגל לעמוד במשימה של תחקור אפידמיולוגי וכיסוי המגעים של 600 חולים חדשים ליום תוך 24 שעות. אם מוטל על המערך להתכונן לכ-1200 חולים ביום, בשיא המגפה (או אם רוצים הישג דומה ב-12 שעות) יש "לגייס" ולהכשיר, לזמן קצר, עוד כ-600 אחיות מתוך מאגרים אחרים כגון אחיות בחברות פרטיות.

3. ניטור אוכלוסייה ללא תסמיני מחלה בעזרת סקרים במדגמים אקראיים.
4. בניית מערכת ממוחשבת לאומית עם ממשק בין מערך הבדיקות, חקירות, מערך קליני בקהילה ובמוסדות אשפוז לסוגיו.
5. הכנת תשתיות המסוגלות לפקח על מדיניות הפעלת עסקים בזמן המגפה ובמהלך יציאה ממנה.
6. מערך חינוך והסברה על מנת להשיג את אמון הציבור ושיתוף פעולה שלו מרצון.

3.1 תשתיות וצוותי טיפול נמרץ לטיפול בחולי קורונה

סעיף זה נכתב ע"י פרופ' אייל לשם, ד"ר דניאל פלוסר, פרופ' מאיר אורן, ד"ר איתי פסח, פרופ' ארנון אפק ופרופ' דב שורץ.

מערכת האשפוז בישראל מאופיינת במספר נמוך ביותר של מיטות אשפוז חריף ל-1000 נפש (1.8 מיטות ל-1000 נפש לפי OECD) ונצילות גבוהה (שיעורי אשפוז שנתיים ממוצעים בפנימית עד 95%, ועד 200% בעונת השפעת בחורף). מתוך הבנה שגל תחלואה משמעותי עלול להציף את מערכת האשפוז בחולים מורכבים ושטיפול בחולי COVID-19 קשים מצריך הן ציוד (מיטות טיפול נמרץ) והן כוח אדם מומחה ברפואה פנימית בכלל ובטיפול נמרץ בפרט.

יש לוודא בכל שלב נתון שקצב ההדבקה אינו מביא לרוויה של יכולת הטיפול. עונת השפעת בישראל מתאפיינת זה שנים בתפוסת יתר של מחלקות האשפוז בדגש על רפואה פנימית ויחידות טיפול מוגבר פנימית (טיפול נמרץ בחולה מורכב מונשם בתוך מחלקה פנימית). עונת שפעת משולבת עם גל קורונה עלולים להוביל לקריסה בהיעדר השקעה מידית במשאבי כוח האדם והציוד ובהינתן העובדה שרוב מחלקות הקורונה שנפתחו בבתי החולים בישראל היו מבוססות על הסבת מחלקות פנימיות ותגבורן בצוותים מטיפול נמרץ. אשר על כן:

א. יש לדאוג לקיום אפשרות לקלוט בו זמנית כ-500 מונשמים במחלקות טיפול נמרץ קורונה (טנ"ק). התקן למחלקת טנ"ק של 20 מונשמים צריך להיות 20 רופאים ו-95 אחיות (4 משמרות של 5 רופאים ו-21 אחיות למשמרת). מספר זה גבוה פי 2 מהתקן במחלקת טיפול נמרץ "רגילה" שם מטפלים ב-16 מונשמים: 8 רופאים ו-40 אחיות (הרופאים עובדים במשמרת היום ורק 2 תורנים נשארים ל-16 שעות הערב והלילה, האחיות עובדות ב-4 משמרות של 8 אחיות בכל משמרת (אחות לכל 2 חולים). הצורך ב-4 משמרות נובע מהמגבלה של עבודה במיגון מלא הנדרשת לשמירה על בטיחות הצוות.

ב. בשיאו של הגל הראשון היו מאושפזים במחלקות ט.נ. קורונה בכל הארץ קרוב ל-150 מונשמים, כאשר המספר המירבי של מיטות ט.נ. קורונה על צוותיהם שהיה מוכן לגל הקורונה הראשון, מוערך על ידינו בכ-250-300 מיטות וצוותים, בכל בתי החולים יחד.⁴² הצוותים גויסו מהמחלקות השונות של בתי החולים, בעיקר רופאים מהמחלקות הפנימיות שעברו הכשרה קצרה יחסית לטיפול במונשמי קורונה. רבות מהמחלקות שטיפול בחולי קורונה התבססו על מחלקות פנימיות שהוסבו למטרה זו ותוגברו ע"י צוותים מטיפול נמרץ, רופאים ואחיות מכלל מחלקות בית החולים. החשש של המטופלים להגיע לבתי החולים ודחית טיפולים פחות דחופים אפשרו הסטת משאבים למטרה זו. בהינתן מגפת השפעת בחורף, הדבר יהיה בלתי אפשרי (ראה בסעיף ד להלן). חשוב לציין שעל מנת לממש את היכולת המרבית הנ"ל בגל נוסף, יש לדאוג לוויסות נכון יותר של חולי הקורונה בין בתי החולים השונים (כיום 3-4 בתי חולים הם הנושאים העיקריים בעול כאשר ביתר בתי החולים ישנן מיטות וצוותי קורונה פנויים).

⁴² סתיו הלל וציונה חקלאי, "מיטות אשפוז ועמדות ברישוי", דוח אגף המידע של משרד הבריאות, ינואר 2020 לוח בעמוד 26.

- ג. הערכה שעשינו תוך שהתייעצנו עם מספר גדול של גורמים מקצועיים וניהוליים⁴³ נראה כי במידה ונעמוד בחודשים הקרובים בפני גל שני של קורונה ניתן יהיה לגייס ולהכשיר צוותים לעוד כ-10 מחלקות ט.נ. קורונה (כ-200 רופאים + 1000 אחיות) – זאת במצב של הכרזת "מצב חרום" (בדומה למצב מלחמה) שבו ייסגר בית החולים לטיפולם שאינם מצילי חיים והצוותים הללו יוכשרו לעבודה במחלקות פנימיות וט.נ. רגילות ויאפשרו לחלק מהרופאים היותר מנוסים ממחלקות אלה יופנו למחלקות ט.נ. קורונה. לצוותים אלה ניתן יהיה להוסיף רופאים מחוץ לבתי החולים (רופאי קהילה, גיוסי רופאים ומתמחים ישראלים מחו"ל, רופאי צה"ל, רופאים שפרשו בשנים האחרונות ושניתן להכשירם בתוך זמן קצר ורופאים שלא השתלבו במערכת הבריאות כי הם "ממתנינים" להתפנות תקנים במחלקות ה"יוקרתיות"). נושא הסיעוד מהווה בעיה קשה יותר מהמחסור ברופאים כי קשה לראות קאדר אחיות שממתינות מחוץ למערכת ולמעשה המחלקות הפנימיות נמצאות כבר היום במצב של איוש תת תקני.
- ד. בתת סעיפים א-ז בנספח 3א נבחן את פוטנציאל הגיוס של רופאים מתוך מערכת בתי החולים ומחוצה לה. בתת סעיפים ח-יב של אותו נספח נבחן את אמצעי התגבור בשאר אנשי הצוות (בעיקר אחיות שיש בהן חוסר משווע והמחלקות הפנימיות נמצאות במצב של תת תקינה כרונית) של מחלקות קורונה נוספות. (ראה בהערה קטעים ממכתבו של מנכ"ל משרד הבריאות, מר משה בר סימנטוב, למשרד האוצר בדבר הצורך לתקצב את החוסרים בבתי החולים לקראת גל שני של קורונה שיש סיכוי לא קטן שיתרחש בחורף הקרוב, ביחד עם מגפת השפעת העונתית.⁴⁴ אין אנו מביעים דעה באשר להיקף וקדימויות הצרכים והם מובאים כאן, כעמדת משרד הבריאות, לצורך השלמת התמונה).
- ה. בעזרת הליך גיוס נמרץ ועם "ראש פתוח" ומתן מענה מהיר לבעיות מנהלתיות שיצוצו בדרך, ניתן להבנתנו לייצר סל פתרונות שימשוך מועמדים מתאימים מכל הקהלים שמנינו ויגיע להסכמות עם צה"ל באשר לאנשי צבא שיכולים לאחר הכשרה קצרה לסייע בעתות חרום, ניתן להערכתנו להגיע לכ-450 500 מיטות וצוות ט.נ. קורונה, מספר קטן משמעותית מזה שעליו בונה המערכת (כ-1000). לצערנו הליכי הגיוס של מאות רופאים, סטודנטים לרפואה ואחיות שהחלה בתנופה רבה בקופות החולים (כולל ובעיקר בכללית שלה שייכים בתי חולים רבים) נבלמו בעקבות אי הגעת תקנים שהתחייב להעביר משרד הבריאות.
- ו. בעיית העומס על המחלקות הפנימיות אם יהיה גל שני בחורף – תביא למצב בו העומס על המחלקות הפנימיות ומחלקות ט.נ. הרגילות יהיה גדול מאד (עד כדי 140% תפוסה, ואז מספר הרופאים והאחיות ממחלקות אלה שיוכל לתגבר את צוותי מחלקות ט.נ. קורונה יקטן משמעותית והמספר המירבי ירד לסביבות 300-400 מיטות ט.נ. קורונה מצוותות. הדבר יחייב גם הקמת מחלקות "חדשות" שכן הפנימיות הקיימות יטפלו בחולים הרגילים ובחולי השפעת כך שלא ניתן יהיה להסב אותן למחלקות קורונה, כפי שנעשה בגל הנוכחי.

⁴³ ד"ר ירון בר לבאי, יו"ר רופאי הטיפול נמרץ "טבלת מיטות טיפול נמרץ" 2019.

⁴⁴ ממכתב מנכ"ל משרד הבריאות למשרד האוצר בנושא דרישות תקציב משרד הבריאות בעקבות משבר הקורונה, לקראת דיוני התקציב, 10.5.2020: "אנחנו מוכרחים להיות מוכנים לגל הבא ולנצל באופן מיטבי את הזמן שיש לנו על מנת להיות ערוכים באופן מלא ככל הניתן", ופירט:

- 2,000 מיטות אשפוז נוספות בעלות של כשני מיליארד שקלים,
- 3,500 תקנים חדשים לרופאים, אחיות (פערים של השחיקה לאורך שנים והפערים שנוצרו כתוצאה מהגידול באוכלוסייה והזדקנותה. ירדנו משיעור של 2.35 מיטות ל-1000 נפש בשנת 1995, ל-1.78 מיטות אישפוז כלליות ל-1000 נפש, מ.א.)
- ההתמודדות עם הנגיף בישראל תימשך עד סוף 2021 לפחות,
- אישור תוספת תקנים של 1,000 אחיות שעליה כבר הוסכם,
- השלמת המלאי בתרופות בכלל ובתרופות למערך הטיפול הנמרץ בפרט (נדרשים 1.5 מיליארד שקל).
- תוספת של 100 מיליון שקלים לבתי החולים העצמאיים.

- ז. במקביל, על מנת לשחרר את צוואר הבקבוק במחלקות הפנימיות, יש ליישם את מסקנות הוועדה לשיפור הטיפול במערך הפנימי במדינת ישראל (ועדת טור-כספא)⁴⁵ - שמסקנתה העיקרית הייתה הגדלת התקינה לרופאים במחלקות הפנימיות מ-13 ל-16 רופאים במחלקה פנימית עם 38 חולים (כולל 4 מיטות במוצע של מיטות בחדר טיפול נמרץ). חשוב לציין שאם המערכת תעבור שינוי של משך תורנויות המתמחים, כפי שמסתמן ימים אלה, ידרוש הדבר תוספת תקנים מעבר למקנות ועדת טור כספא.
- (הערה: מעבר למשמרות 12/24 פותר חלק מהבעיות הללו מאחר והבכירים עובדים בכל שעות היממה בבתי החולים וכוח האדם בכל זמן נתון בבית החולים מספק. עבודה בצורה זו – משמרת בוקר ואחריה משמרת ערב וחוזר חלילה, גורמת לכך שלא ניתן יהיה לעבוד במשמרות 12/24 לאורך זמן. יש לפעול ליצירת מנגנון עבודה לכלל צוות בית החולים שיהיה בר קיימא לאורך זמן (למשל 3 משמרות של 12 שעות בשבוע, דבר שיאפשר עבודה במשך שבוע במתכונת בוקר ושבוע אחר במתכונת ערב).
- ח. להבנתנו הושקעו כספים רבים בהקמת והצטיידות מחלקות ט.ג. קורונה ואין מחסור בצידוד ותשתיות גם למספר גדול משמעותית ממספר הצוותים שניתן להעמיד, למרות שחלק ממכונות ההנשמה שהובטחו טרם הועברו לבתי החולים. בנוסף, לא הועבר גם כסף לבתי החולים למימון כוח האדם ושינויי התשתיות ולדבר עלולה להיות השפעה על יחסי האמון שבין בתי החולים למשרד הבריאות בגל השני של הקורונה, שעלול לגרום לקופות ובתי החולים שלא לקחת סיכוני הצטיידות וגיוס על בסיס הבטחות בלבד.
- ט. יש להגדיל באופן משמעותי ומיידי, ככל שאפשר, את מערך האשפוז על ידי פתיחת מחלקות פנימיות חדשות, תגבור מערך הטיפול הנמרץ, היחידות למניעת זיהומים ולמחלות זיהומיות, כמו גם את מערך המעבדות והמקצועות התומכים, הפארארפואיים.
- י. **הורדת מספר החולים לרמה המאפשרת טיפול בשוטף.**
- יש מידע רב על הנזק הנגרם לטיפול במחלות כרוניות ואקוטיות שאינן COVID-19 בעת מגפה. דחיית טיפולים וניתוחים דחופים וחשש המטופלים להגיע לטיפול דחוף מביאים לעליה עקיפה בשיעור התמותה (indirect mortality) ממחלות שאינן קשורות למגפה. על מנת לאפשר טיפול המשכי במצבים אקוטיים וכרוניים יש לוודא קיום הפרדה מלאה של מחלקות הטיפול בקורונה משאר בית החולים ולוודא תקינה מתאימה של צוות ומיטות אשפוז לאפשר פעילות טיפול בחולי קורונה במקביל ולא על חשבון רפואת שגרה.
- יא. לטווח ארוך יותר (של כשנתיים) יש לבצע ריענון ושינוי בהכשרת הרופאים בבתי הספר לרפואה והתמחותם. ועדות רבות דנו בנושא (ראה למשל ועדת אמנון פזי משנת 2002) אך לא נעשה הרבה בכיוון זה.

⁴⁵ דוח מסכם של ועדת טור-כספא בנושא תקני המחלקות הפנימיות, 2019.

3.2 שיטות בריאות הציבור בהתמודדות עם המגפה

סעיף זה נכתב ע"י פרופ' נטליה בילנקו, פרופ' מאיר אורן, פרופ' דורון חבצלת ופרופ' דב שורץ.

3.2.1 ניטור תחלואה

א. סוג השיטות

אחת השיטות המשמעותיות של אפידמיולוגיה ובריאות הציבור בהעדר חיסון היא ניטור תחלואה על מנת לזהות את החולים, לבדודם, להעניק להם טיפול ולמנוע סיבוכים, נכות ומוות. ניטור מתבצע במספר רמות:

- ברמת פרטים עם "סיפור אפידמיולוגי (חזרה מחו"ל, מגע עם חולה מאומת מעבדתית) שנחשפו באופן ברור.
- אנשים שנמצאים בסיכון גבוה עקב עיסוקם כגון צוותים רפואיים, וכן אנשים שהידבקו תשפיע בצורה חריפה על מצבם, צוותים סיעודיים ופרה-רפואיים, צוותים של תשתיות קריטיות, ודומיהם. אותם יש לבדוק עם הופעת סימנים גם ללא "סיפור" אפידמיולוגי ואף לפני הופעת סימנים.
- זיהוי מקרה מאומת מלווה בחקירה אפידמיולוגית מידית ויעילה על ידי צוותים אפידמיולוגיים מנוסים של לשכות הבריאות המקומיות של משרד הבריאות שמטרתה לגלות את כל ה"מגעים" ההדוקים שהופכים להיות "חשודים" ודורשים בידוד וניטור תסמינים במשך 14 יום.
- חוזרים מחו"ל שמכנסים לבידוד ל-14 ימים ממועד חזרתם ארצה (אלא אם כן בידיהם תיעוד שחלו והחלימו שתי בדיקות PCR שליליות עוקבות לאחר החלמה).

על הבדיקות להתבצע במהירות המרבית עם קבלת תשובה ממוחשבת (תוך **שילוב מערכות ממוחשבות של מעבדה, משרד הבריאות וקופת חולים**) תוך 8 – 12 שעות או לכל המאוחר 24 שעות. אדם שעבר את הבדיקה ימתין לתשובה בבידוד. במקרים מסוימים נדרש הליך מהיר יותר של עד 4 שעות (צוותים קריטיים, הרשאות טיסה וכד'). איור נ-3.1. בנספח יסביר וידגים את חשיבות מהירות קבלת התשובה להורדת יכולת ההדבקה הממוצעת לנדבק ומכאן להגדלת הסיכוי לרסן התפרצות.

הבדיקה המרכזית כיום המשמשת לאבחון מחלת קורונה היא בדיקת RT-PCR, זו השיטה היחידה המאבחנת את נשאות הווירוס ברמת דיוק טובה בעלת רגישות ממוצעת של 70%. שיטה נוספת לאבחון מחלת הקורונה היא הבדיקה הסרולוגית שבדקת קיום נוגדנים בדם. שיטות בעלות רגישות וסגוליות גבוהות הן בשיטת ELISA הן בשיטת CLIA (בדיקה יקרה ודורשת ציוד מתכלה ייעודי). **חסרונות השיטה הסרולוגית** הן בתגובה צולבת עם וירוסים אחרים ממשפחת קורונה הנפוצים ברחבי העולם וגורמים לרוב לצינון קל או אפילו לחלבונים אחרים.

בדיקת IgG לא נועדה לאבחון המחלה תוך התרחשותה אלא להעיד שבועות וחודשים לאחר ההבראה על העובדה שהאדם חלה בקורונה בעבר. יתכן ומחקרים חדשים, הנמצאים בשלבי מחקר שונים, יוכלו גם להעיד על קשר בין רמת הנוגדנים בדם לבין רמת החיסון האפקטיבי שיש לאותו אדם כנגד הדבקות חוזרת של הזן הספציפי שבו הודבק בעבר. בדיקות אלו עשויות להיות יעילות באיתור מחלימים אסימפטומטיים, כאשר ניתן לבצע אותן בעקבות בדיקות PCR שליליות או לזהות מחלימים שלא נבדקו בבדיקת PCR עקב העדר תסמינים.

אמצעי אפידמיולוגי נוסף, הוא סקר של מדגם מייצג ואקראי הן באמצעות PCR והן באמצעות IgG. זאת לצורך איסוף מידע מודיעיני אפידמיולוגי המסייע בקבלת החלטות, בהשוואת מגמות עיתיות של היעדרות או הימצאות של התחלואה, בהשוואת שיעורי התחלואה באזורים גאוגרפיים, בהשוואה בין שיעורים סגוליים למאפיינים סוציו-דמוגרפיים כגון גיל, מין, מוצא, מצב סוציו-אקונומי ועוד. סקר מסוג זה נחוץ משום שחולים קלים או א-סימפטומטיים אינם פונים לעזרה רפואית מצד אחד ומאידך בשל מדיניות מתעדת אוכלוסיות בסיכון שגרמה להחלטות לא לבדוק אותם. סקר של מדגם אוכלוסייה מייצג אקראי עשוי לגלות אזורים "חמים" המצריכים טיפול ממוקד, לסייע בהכנסתם להסגר ולסייע בבלימת ההתפשטות על ידי חשיפת ובידוד שרשרות ההדבקה באוכלוסייה ובסופו של דבר מניעת פגיעה באוכלוסייה בסיכון. מידע שנאסף במהלך הסקרים קריטי לגיבוש מדיניות יציאה מהמשבר וכן לצורך יצירת מאגר של חולים לשעבר. כאן חשוב לנו להעיר: בדיקות סקר PCR נועדו לאתר בצורה אקראית חולים בעיקר באזור חס בו ניתן לרכז מאות בדיקות שתהיה להן משמעות סטטיסטית וגם תסייענה לאתר חולים אסימפטומטיים באזור החם. בדיקת נוגדני IgG נועדה לצורך אחר והוא לנסות ולהבין מה היקף האנשים שהיו חולים באזור מסוים ובכך לקבל גם מושג על כמות האסימפטומטיים באותו אזור, גם מה ההיקף לעומת המספר החולים המאומתים וכן היא נותנת מושג על טיב ה contact tracing כי היא מראה נדבקים שהבריאו ושלא הגענו אליהם. **בדיקה אחרונה זו כרגע לא מתאימה בשלב זה לצורך תיעוד (אישור חסינות) נוכח העדר מידע קליני ואפידמיולוגי מוצק. נחוץ ניתוח מעמיק פרוספקטיבי שיוכיח קשר בין רמת נוגדנים וסטטוס אפידמיולוגי המתורגם לסיכוי להידבק ולהדביק ברמת הפרט.** נכון להיום כל אדם חיובי בבדיקה סרולוגית (2 בדיקות IgG) נבדק PCR להגדרת סטטוס "החלים". ולכן עד שיבוצעו ויפורסמו המחקרים הנדרשים, בדיקה סרולוגית תשמש אך ורק לסקר להערכה סטטוס אפידמיולוגי לגבי רמת הדבקה בקורונה ברמת קבוצתית בלבד.⁴⁶ בדיקות סקר נוספות חשוב יהיה לבצע ב"מרפאות זקיף" – בדיקות לאיתור המחלה במספר מוקדים כמו מרפאות קופות חולים ובתי החולים לקבלת תמונה של קצב ההתפשטות, הנטל הצפוי על מערכת בריאות ועל מוקדי ההתפרצות. בשגרת הקורונה אחרי ריסון ההתפרצות, הצפי הוא לפחות מקרים הדורשים אשפוז ועל כן פחות בדיקות של אבחון ומעקב עד להחלמה. בשל ירידה במקרים ניתן לשקול "הקלה" בקריטריונים לבדיקה ולדגום פונים עם סימני קורונה שאינם מחייבים אשפוז, במיוחד במוקדי התפרצות פוטנציאליים כגון מוסדות גריאטריים, הוסטלים וכדומה. באתרים כאלו יש צורך בסקר מקומי אפילו לאחר מקרה אחד. אותה מדיניות הקצאת בדיקות צריכה להיות לגבי אוכלוסיות בסיכון - מבוגרים, חולים במחלות כרוניות, נשים הרות.

⁴⁶ אחד מחברי הצוות (ד.ש.) מסתייג נחרצות משימוש בשיטת הבדיקה הסרולוגית - לדעתו לא יתכן שיש מספר גדול של חולי קורונה א-סימפטומטיים בהשוואה למספר הנדבקים שאותו (10-20 : 1). לטענתו קיים טיעון לוגי פשוט: אם בנוסף לחולים שאותו בשל הופעת סימפטומים ובדיקת PCR חיובית (השיטה הנוכחית לוודא שאדם חולה בקורונה), היו חולים רבים מגיעים למצב של חולים קשים, אבל לא ידעו עליהם דבר (א-סימפטומטיים) אלא רק כשהגיעו למצב קשה, היה מתקבל מספר חולים קשה גדול בהרבה ממספר החולים שבפועל הגיעו למצב קשה (כ-450 בכל הגל הראשון) במסלול: הופעת סימפטומים --> בדיקת PCR חיובית ---> אשפוז בבית חולים כחולה קורונה ---> מעבר למחלקת קורונה קשים, במצב זה היו מחלקות ט.נ. קורונה מתמלאת בגל הראשון בהרבה יותר מ-450 חולים במצב קשה במצטבר ומ-180 בשיא. נראה שתוצאה שלילית בבדיקה הסרולוגית (צפוי שכ-96% מהאנשים יהיו עם תוצאת IgG שלילית) איננה מצביעה על נטייה של הנבדק לחלות בקורונה. לעומת זאת, הפניקה שתוצאה השלילית תעורר בציבור, שמא הם או ילדיהם או הוריהם מועדים יותר לחלות בקורונה, תהיה גדולה ואנשים עלולים לגרום למצב שיעבירו את הילדים הדבקה מכוונת (הדבקת עדר) שתוצאותיה מי יישורנו (קריסת מערכת הבריאות ועשרות אלפי מתים אם כחצי מהאוכלוסייה תידבק). השפעת היסטוריה זו ניכרת כבר עתה כאשר אנשים שמבקשים לצאת לחופשת הקיץ בחו"ל, מתבקשים להביא אישור שהם אכן נושאים את הנוגדנים (וכמיליון היוצאים לחול בחודשי הקיץ ידרשו לעבור בדיקת PCR, מאחר ורובם המכריע יקבלו תשובת שלילית בבדיקה סרולוגית כאשר רק אלפים מהם, אכן נדבקו בקורונה ולא גילה סימפטומים קודם לכן) וחברות הביטוח מתכוונות כבר להעלות את תעריפי הביטוח לאלה שיסומנו כחולי קורונה פוטנציאליים (בדומה לחולי לב או כליות שטסים לחו"ל) וטרם מנינו את האישורים שמקומות העבודה ידרשו במסגרת התג הסגול שלהם (לדרישת המעבידים או העובדים, ראה בקשות ארגון המורים לבדיקות), בתי ספר, תיאטרונים, אצטדיונים, ועוד כל שהמח האנושי משיג... ראה גם מכתבו של פרופ' איתמר גרוטו, המשנה למנכ"ל משרד הבריאות, מיום 24.5.2020 (אסמכתא 241294420): "המלצת גורמי הרפואה במשרד הבריאות בנוגע לבדיקות קורונה באנשים אסימפטומטיים".

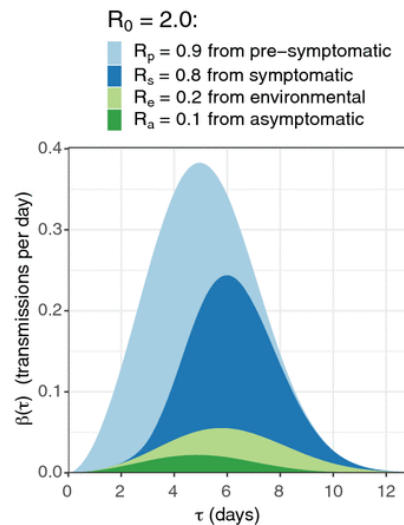
ב. כמות הבדיקות הנדרשת

בנספח 3 בסוף סעיף ב נפרט את כמות הבדיקות הנדרשות ולא יזה צרכים והיקף יש להיערך. מפתח טוב להערכה הינו כ-35 בדיקות לכל חולה מאומת חדש ליום ועוד כ-25% רזרבה. מפתח זה מכסה גם את הנדבקים, זיכויים אחרי הבראה, בדיקות תכופות של עובדים בתפקידים קריטיים, בדיקות סקר מורחבות באזורים "חמים", בדיקות שבועיות לצוותי מחלקות טני"ק ומיון, בדיקות סקר באוכלוסיות פגיעות ובתי אבות, בדיקות במוסדות חינוך שהוכנסו לבידוד, בדיקות בשדה התעופה ועוד. **בסך הכל כ-15,000 בדיקות ליום מספיקות בהחלט ולהתפרצות חזקה יותר נצטרך כ-20,000 בדיקות PCR עם שימור יכולת להגיע לזמן קצר עד 25,000 בדיקות.**⁴⁷

ג. מה משך הזמן בין הבדיקה למסירת התוצאה על מנת שנושא הבדיקות יהיה אפקטיבי

מספר הבדיקות הינו תנאי חשוב לעצירת התפרצות אך הוא אינו מסייע בכלל אם התשובות מגיעות מאוחר. מטרת הבדיקות הנה איתור החולים החדשים ובידודם וכן איתור מי שהיה איתם במגע והכנסתו לסגר עד אשר נוכל להיות בטוחים שהוא אינו נדבק. האיורים הבאים מדגימים את לוחות הזמנים בהם נדבק מתחיל להרגיש סימפטומים (אם בכלל) וכן את הימים בהם הוא מסוגל להדביק אחרים. ככל שנקצר את משך הזמן בין איתורו ובידודו כך ירד כמות האנשים שהוא מסוגל להדביק. למחלת הקורונה הנוכחית יש מקדם הדבקה משוער של כ-3+ חצי. זאת אומרת שכל נדבק מצליח להדביק כשלשה אחרים. אם נצליח לבודד אותו במהירות ולהוריד את שיעור ההדבקה לפחות מ-1 נשלט בהתפרצות. איור 3.1⁴⁸ מדגים את התרומות השונות ליכולת ההדבקה של נדבק כתלות בזמן שעבר מאז נדבק למדביק עם $R=2$.

איור 3.1: יכולת ההדבקה של נדבק כתלות בזמן מאז נדבק



⁴⁷ בתחילת יוני השנה הורחבו הנחיות משרד הבריאות לביצוע בדיקות מולקולריות לקורונה שלראשונה כללו מגעים אסימפטומטיים והרחבת מעגל מגעים במוסדות חינוכיים כאשר כל מגע אסימפטומטי דורש בדיקה אחת. זה כרוך בהרחבה משמעותית של מספר בדיקות ביום בהמשך, יגיע צורך לבדיקות PCR לצורך יציאה וכניסה מישראל על פי החלטת המדינה או בהתאם לאמנות שהמדינה תחתום בנושא כתחליף לבידוד.

⁴⁸ <https://science.sciencemag.org/content/368/6491/eabb6936/tab-pdf>

מאיוור זה לומדים שיש כ-6 ימי הדבקה הגורמים למירב ההדבקה. החלק הארי של תרומת ההדבקה הינה בשלב בו המפיץ מתחיל להיות סימפטומטי (בממוצע מהיום החמישי להידבקותו) ועל כן חשוב מאד שתוצאות הבדיקה שלו יהיו בסמוך מאד לפנייתו להיבדק. (על התרומה הפרה-סימפטומטית והאסימפטומטית אין לנו יכולת לשלוט כל עוד האיש לא פונה לבדיקות (כי אין לו סימפטומים). ניתן גם לאתר חלק מתרומות אלו ל-R ע"י הגעה לנדבקים מסוג זה דרך תחקיר של מי שהדביק אותם וכן ע"י איתור מוקדם של שפכים באיזור מגוריהם כאמור בתת הסעיף הבא.

ד. ניטור שפכים

כלי נוסף העשוי לסייע גילוי אזורי חשודים לנגועים בקורונה לפני הופעת חולים רבים עם סימפטומים.⁴⁹

3.2.2 תשתית בריאות הציבור - חקירה אפידמיולוגית

א. החקירה

חקירה אפידמיולוגית קלסית – היא ראיון פנים מול פנים או דרך הטלפון בהשתמש בשאלון מפורט שמכיל שאלות סוציו-דמוגרפיות, מידע מקורות אפשריים להדבקה ועל ההיסטוריה של התפתחות הסימנים הקליניים וברור זהותם של אנשים איתם היה במגע, סוג המגע, מקומות בהם שהה בשבועיים האחרונים על מנת להעריך סיכויי הדבקה וצורך בבידוד של מגעים (מגע לא ממוגן לפחות רבע שעה במרחק פחות מ-2 מטר).

זמן החקירה נע בין רבע שעה (כשמדובר בחוזר מחו"ל שנכנס מיד לבידוד) עד 6 שעות (למשל בחקירה של תלמיד תיכון אזורי) (בתלות במספר המגעים, מספר מקומות בהם שהה, זמן גילוי המחלה, אופי הנחקר, מצבו הנפשי והפיזי).

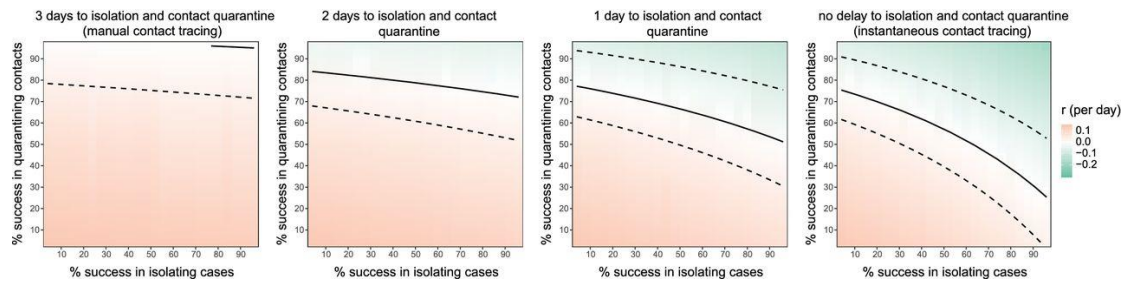
המטרה של חקירה האפידמיולוגית היא להבין מהו מקור ההדבקה ולגלות את המגעים, לעקוב אחרי המגעים, לגלות הופעת סימני מחלה וחיוביים בקרב המגעים ולאתר מגעים שלהם וכן הלאה (contact tracing).

הכנסתם של המגעים לבידוד מונעת הדבקה פוטנציאלית בזמן הדגירה שמגעים עלולים להימצא בה אחרי חשיפה למקרה מאומת. שלושה הגורמים הקריטיים ביותר הם: (1) אחוז הנשאים של הווירוס/חולים שאותרו; (2) אחוז המגעים של המקרים המאובחנים שאותרו ונעשה עליהם מעקב (tracing) ובידוד; (3) עד כמה מהר ביצענו את שני הראשונים. איור 3.2⁵⁰ קושר בין 3 הפרמטרים הללו.

⁴⁹<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.05.19.20105999v1>
⁵⁰<https://science.sciencemag.org/content/368/6491/eabb6936/tab-pdf>

איור 3.2: מקדם ההכפלה היומי $r-1$ כתלות באחוז הנדבקים המבודדים מול אחוז המגעים שבהסגר וזאת

לאורך התמשכות תהליך הבדיקה והתחקיר



כאשר התהליך מיידי זה האזור הימני, וכל איור לכיוון שמאל מייצג יום שלם של עיכוב בין תחילת הבדיקה לסוף הפעולה מול המגעים.

המסקנה היא שרצוי שמשך הזמן בין תהליך התחקור, בדיקת הנחקרים החשודים ובידודם לא יאריך יותר מיממה עד שתיים ורצוי שנהיה בערך הראשון.

ככל שמאתרים ומבודדים את המגעים מהר יותר כך סיכויי בלימת ההתפרצות טובים יותר. **איתור ובידוד של כמות המקסימלית האפשרית של הנשאים ו-70-90% של המגעים באותו היום יאפשרו לעצור את המגפה ללא סגר כללי של המשק. עיכוב של שלושה ימים ומעלה לא יאפשר ריסון קצב גידול מספר המאותרים היומי לערכים נמוכים מ-1** (קצב זה הינו מספר הנדבקים החדשים ליום ביחס למספר יום קודם והוא נקרא מקדם הגידול היומי ויסומן באות r קטנה בפרק 4).

על כן יש לבצע חקירות אפידמיולוגיות למאותר החשוד בתוך 8 ולכל המאוחר אחרי 12 שעות ממועד קבלת תוצאה חיובית של הבדיקה (תוך מרווח מקסימלי של 24 שעות). יחד עם תהליך הבדיקה מסירת תשובה והפעלת התחקור האפידמיולוגי למציאת המגעים שלו נרצה להגיע להישג של כ-36 שעות. אנו מניחים שיהיו חריגות מכך ולמעשה יהיו גם שרשרות שתגענה מעל 48 שעות.

ב. מושג על ההישג הנדרש מהתחקיר האפידמיולוגי

לקיים מערך אפידמיולוגי בהיקף מספק, זמין ומהיר יש ערך רב אם בעזרתו מצליחים לבדוד מהר את כל אלו שבאו במגע עם נדבקים מאומתים. מערך כזה יכול לחסוך סכומים עצומים אותם נפסיד אם נצטרך לנקוט במשטר של סגר כי לא הצלחנו לבלום את ההתפרצות ע"י בדיקות מהירות.

אחרי שהבנו כמה בדיקות יש לעשות, כמה מהר לקבל את התשובות, נשאר לנו להבין כמה באמת עלינו לבדוק מתוך מעגל האנשים שהיו סביב האדם הנגוע. ראשית עלינו להגיע אל אותם אנשים ולהחליט האם המגע היה פוטנציאל להדבקה או לא וכן עלינו להחליט לבדוד את אלו שהם בעלי פוטנציאל להיות נדבקים על ידו ובהמשך לבדוק אותם עד להחלטה על שחרורם (לא נדבקו, או שנדבקו ויש לאשפזם או שנדבקו והחלימו). שיעור הנבדקים הנדרש הינו תלוי בפוטנציאל ההדבקה של המגפה הספציפית שלגביה נניח שיעור הדבקה של כ-1.5 עד 3.5 נדבקים למדבק.

ברור שככל שאנו עוסקים בהתפרצות חריפה יותר (R גדול יותר) אזי משכי הזמנים להכפלה מתקצרים ועל כן מערך הבדיקות האיתור והבידוד צריך להיות מהיר יותר על מנת לעצור את שרשרות ההידבקות המהירות.

בהמשך, כשנדון בהידבקות והדבקת ילדים נראה שכנראה R0 של ילדים נמוך והינו בין כ-1 ל-1.7 ועל כן גם התחקור האפידמיולוגי הנדרש לגביהם קל יותר ומספיקים שנבדד ונבדוק כ-20% מאלו שהיו איתם במגע משמעותי.

לסיכום, מערך אפידמיולוגי טוב, מהיר, ומצוייד בכמות בדיקות מתאימה הינו תחליף זול ונכון לצעדים קיצוניים כמו סגר. על בדיקות סרולוגיות לא נדון כאן מלבד לומר שיש להן ערך מודעיני טוב ונדרש להחלטות גם במשטר של בדיקות מספק וגם כאשר משטר הבדיקות לא מצליח לעצור את ההתפשטות.

3.2.3 המערך האפידמיולוגי הקיים ושינויים אפשריים ע"פ הצורך

על מנת להגיע להישגים הנדרשים מכמות התחקירים ומהירותם צריך כוח אדם מקצועי ומיומן (רופאי בריאות הציבור לניהול החקירות ואחיות אפידמיולוגיות לביצוען). כמויות האנשים המתוקננים כיום במערך מפורט בנספח 3 בסעיף 4. מערך זה מתבסס על 7 רופאים מחוזיים וצוות רופאים מומחים ומתמחים בבריאות הציבור בלשכות הבריאות המחוזיות ונפתיות (כ-70) וכ-30 אחיות אפידמיולוגיות בכל הארץ. בשעת חרום (גל ראשון של קורונה) הוכשרו ו/או עברו ריענון וגויסו למערך התחקירים כ-600 מתוך כ-1000 אחיות בריאות הציבור של לשכות הבריאות ברחבי הארץ (אחיות טיפות חלב, בתי ספר, פיקוח וכד'), כאשר הפעילות השוטפת של האחיות שונתרו הצטמצמה פי 3 לערך.

לשם ביצוע חקירות אפידמיולוגיות בזמן הנדרש צריך מאגר של חוקרים מיומנים בכל הארץ – בהיקף של 5 חוקרים בכל צוות ובזמינות 24/7. בממוצע חולה מאומת יכול להגיע לעשרות רבות של "מגעים" משוערים בשבועיים לפני היותו מאומת. יש להגיע למסקנות מהירות מי מתוכם הנם "מגעים" משמעותיים וצריך להספיק לאתר את רובם ולתחקר אותם.

כאמור המטרה להגיע לכמות של 70% עד 90% של המגעים באותו משך תחקיר. נספח 3 בהמשך מפרט את מספר הרופאים, האחיות האפידמיולוגיות, אחיות בריאות הציבור והתפוקות הנדרשות מכל המערך הזה. הנספח יתאר את היכולות כיום וכן מה התגבור הנדרש על מנת להגיע ליכולות מוגברות מבחינת כמות החולים החדשים ליום או קיצור זמן התהליך. המסקנות המרכזיות העולות מנספח 3 הן:

א. המערך הקיים (בתגבור של כ-15 רופאי בריאות הציבור בחירום לצורך איוש 3 משמרות ועוד 20 אחיות אפידמיולוגיות) מסוגל לספק תחקיר מלא של כ-600 חולים חדשים ליום על מגעיהם בתוך כ-24 שעות ובעבודה במשמרות.

ב. לצורך כמות גדולה פי 2 (1200) של חולים חדשים ליום על מגעיהם (או לצורך קיצור לוח הזמנים בחצי) יש צורך בתגבור נוסף של כ-600 אחיות בריאות הציבור.*

*ראה הערה בסעיף 3.2.1 ב' בנוגע להגדלה משמעותית של מספר המתחקרים בעקבות הנחיות משרד הבריאות מתחילת יוני.

מאחר ואנשים בזמן דגירה ללא תסמינים עלולים לשהות במקומות ציבוריים ולחשוף אנשים מבלי להכירם, חייבים להשלים חקירות אינדיבידואליות ב Tracing technology על ידי מעקב אחרי טלפונים ניידים, אפליקציות לאיתור ורישום קרבה וכדומה.

בידוד חולים בביתם בעייתי כי חולה בדרך כלל לא חי לבדו בביתו ואז הבידוד אינו מלא – ולכן יש להכין מתקנים מיוחדים לשהותם עד להחלמתם. "מגעים" יכולים להיות מבודדים בביתם עד להשלמת 14 ימי בידוד מהמגע כל עוד אינם הופכים למאומתים.

לקראת עונת השפעת והחורף וכחכנה לגל נוסף יש להגדיל ולהכשיר עוד צוותי חקירה אשר ינהלו על ידי צוותים אפידמיולוגיים של לשכות הבריאות המחוזיות. בנוסף להגדלת קאדר הרופאים ואחיות במערכת בריאות הציבור, יש לתגברם, כאמור בתת סעיף ב' לעיל, על ידי "צבא מילואים" של חוקרים אפידמיולוגיים מסטודנטים למקצועות בריאות, חובשים צבאיים, מתנדבים וכדומה).

בצה"ל יש ענף העוסק בבריאות הציבור ובראשו עומדת קצינת בריאות הציבור. לענף יש צוות קטן של רופאים ואחיות בריאות הציבור/ אפידמיולוגיות ותפקיד המערך הזה הוא לטפל במקביל למערך האזרחי במה שקורה בצה"ל ולהיות המטה המקצועי של קציני ברה"צ בזרועות, בפקודים ובאוגדות. למשל, צוותים אזרחיים לא מגיעים לתחקור חיילים ועושה זאת הצוות הצבאי.

3.2.4 החזרת המשק לפעילות - שיקולים אפידמיולוגיים והערות אחרות

- א. אחד הכלים המשמעותיים של בריאות הציבור הוא התווית מדיניות ופיקוח על יישומה בניהול עסקים עם פוטנציאל השפעה על התפשטות מחלה מדבקת. בזמן המגפה תפקידם של אנשי בריאות הציבור להגדיר תנאים לפתיחה והפעלת של מוסדות חינוך, בתי אוכל, חנויות מזון, מתקני ספורט וכו' תוך השוואה יחסית בין סיכונים לבריאות מול סיכונים לכלכלה. קביעת רשימת הפעילויות **שלא** יותרו – מי, מתי ואיפה תתעדכן שבועית מותאמת לשינויים בהיקפי ואופי התחלואה. בסימוך⁵¹ יש סקירה נרחבת של שיקולים בנושא זה כולל הצעות פרקטיות לסדרי עדיפות בקביעת ההחלטות בנושא זה. התייחסות חלקית גם תופיע בפרק 4.
- ב. ישנו צורך בתגבור צוותי **פיקוח** של לשכות הבריאות אשר יחד עם הרשויות המקומיות יבצעו פיקוח על מילוי הנחיות כגון שמירה על היגיינה במקומות עבודה, מרחבים ציבוריים ובבתי הספר.
- ג. חינוך לנושאי בריאות וקידום בריאות שכוללים הסברה, ויצירת סביבה תומכת לרכישת ידע בשל נושאי היגיינה אישית, היגיינה סביבתית, אי יציאה מהבית של מבוגרים וילדים בזמן המחלה. מחנכי בריאות ומקדמי בריאות יבנו תכניות התערבות יחד עם רשויות מקומיות בנושא. יש להתניע שינוי התנהגותי ארגוני וחברתי שיכלול עליה בביצוע עבודה מהבית.
- ד. מכון ויצמן יזם שאלון אנונימי שמאות אלפי אנשים מילאו מדי יום ואינפורמציה זו סייעה למפות אזורים חמים פוטנציאליים בעזרת טכנולוגיות Big Data שלא היו בידי האפידמיולוגים בהתפרצויות אחרות בעבר.
- ה. מסתמן ממחקרים חדשים שפורסמו⁵² בימים אלו שיתכן שהפצת המגפה נעשית ע"י מפיצי-על. כ-10% מהמפיצים אחראים לכ-80% מההדבקות. תופעה זו בוודאי תומכת באיסור מופעים המוניים אך גם מוצע לשקול הקמת מאגר מידע מפורט של כל תחקירי ההדבקות והמגעים על מנת לנסות ולמצוא תבניות משותפות למדביקי-על. אם נאתר אותם נעצור את ההתפשטות.

⁵¹ <https://medium.com/@tomaspuoyo/coronavirus-prevent-seeding-and-spreading-e84ed405e37d>

⁵² https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/69/wr/mm6919e6.htm?s_cid=mm6919e6_w



פרק 4: נוכח האפשרות

להתפרצות חדשה

דורון חבצלת ודב שורץ*

* פרופ' דורון חבצלת, חוקר בכיר (בגמלאות) בקריה למחקר גרעיני נגב וחבר סגל (נלווה) בפקולטה להנדסה, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב. פרופ' דב שורץ, חוקר בכיר (בגמלאות) בקריה למחקר גרעיני נגב, חבר סגל (נלווה) בפקולטה להנדסה, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב ולשעבר המדען הראשי של הוועדה לאנרגיה אטומית.

4. נוכח האפשרות להתפרצות חדשה

בפרק זה נסביר את הנגזרת של קשרים בין תופעות שתוארו בפרק 1 לבין המציאות הישראלית, יכולות מערכת הבריאות המקומית וכנגזר מכך מה חשוב לעשות ובאיזה שלב על מנת לשלוט בהתפרצות המגפה וגם אם לא מצליחים אז מהם הצעדים המתקנים. כל זאת יוסבר ויודגם מתוך ראייה שמנסה לשלב בין תוצאה אפידמיולוגית מתקבלת על הדעת ופגיעה פחות קשה בכלכלה ככל שמתאפשר. בפרט נתאר גם את האסטרטגיות ליציאה מסגר ואיך ניתן להקטין את סיכויי ההתפרצות לאחר יציאה מסגר. מטרת הפרק היא לתת כלים להכוונת פעילות היציאה מהסגר של הגל הנוכחי תוך שמירה על יכולת לריסון התפרצות חדשה (כפי שקרה בדרום קוריאה וסינגפור), להמליץ על איך להתארגן לקראת גל שני העלול להגיע בחורף הקרוב, ולהתוות קוים למסלולי הכניסה והיציאה במקרים של מגפה עתידית.

כפי שניתן לראות בפרק 3.1 המשאב הקריטי המרכזי בטיפול בחולי התפרצות מגפת הקורונה הוא מספר צוותי הטיפול הנמרץ קורונה (טנ"ק) הזמין במערכת. בסעיף 4.1 נתאר את הקשר בין מאפייני ההתפרצות, המשאבים הקריטיים ואת גבולות המשחק בין משאבים קריטיים לבין פרמטרי המגפה בפועל. בסעיף 4.2 נציג את הקריטריונים ליציאה ממשטר הסגר שהיינו תחתיו עד סוף אפריל שנגזרים מהאילוצים והאיוונים המתוארים בסעיף 4.1, ונראה את התאמתם לקריטריונים אותם קבעה הממשלה ליציאה ממשטר הסגר המלא במחצית השנייה, של אפריל (בין פסח ומוצאי יום העצמאות).⁵³

בסעיפים 4.3 - 4.6 נתאר את מדרג הפעולות העומדות לרשות המערכת ושאל תאומצנה ותבוצענה לפי סדר נכון, רבים הסיכויים שלא נאלץ לבצע פעם נוספת סגר מלא, שפגיעתו במשק קשה מאד.

בסעיף 4.3 ירוכזו בקצרה ממצאים שפורטו בפרק 3.2 באשר למערך התחקור האפידמיולוגי הנדרש, למספר הבדיקות, משך הזמן עד לקבלת תשובה הנדרשים על מנת שניתן יהיה לדכא התפרצויות נוספות באמצעות מערך הבדיקות והתחקור מלבד התנהגות אישית למניעת הדבקות בקורונה. זהו המערך הלאומי הראשון אשר עשוי לרסן התפרצות אם הוא נעשה בהיקף הנכון ובמהירות הנכונה.

בסעיף 4.4 נדון בניתן להיעשות במידה שלא הצלחנו לעמוד במשימה של בלימת התפרצות בעזרת בדיקות, איתור ובידוד. הסעיף יתמקד בפעולות מקומיות שהשפעתן על הכלכלה הלאומית קטנה הרבה יותר. במידה וההתפרצות ממשיכה לגדול נדון בסעיף 4.5 בשאלה מהם הפרמטרים או הקריטריונים שבגינם נצטרך לנקוט בצעדים מתקנים ברמה הארצית. קריטריונים אלו אמורים לתת לנו חיי כלכלה פעילים באופן נסבל אחרי ה"יציאה", ומצד שני מרווח כזה שאם ינקטו צעדים מתקנים כמו סגרים חלקיים או "סגר חכם" יובטח שעד שצעדים אלו יישאו פרי עדיין לא תתקבל רוויה של משאבי הסגל הרפואי.

בסעיף 4.6 נמנה 3 רמות של צעדים מתקנים שהראשון שבהם עוסק בשיטה להעסקה חלקית של המשק ככל שניתן יחד עם צעדי בידוד (סגר חלקי) הנחוץ מהבחינה האפידמיולוגית לאחר שההתפרצות החלה להבנות מחדש. במידה שצעדים אלו לא יועילו אזי חבילת הצעדים השנייה תצרך גם ילדים לשיטה הראשונה. רק במידה שלא צלחו מאמצי השליטה בהתפרצות דרך בדיקות, דרך צעדים לוקליים ודרך צעדים לאומיים חלקיים לא תהיה ברירה אלא לחזור לסגר מלא. בסעיף 4.7 נדון במקצת הנושאים שאמורים להיכנס לשגרת קורונה והמלצתנו לגביהם. הנספח לפרק 4 ישלים תמונה שציירנו בקצרה בסעיף 4.6.

⁵³ הערה: החל מאמצע אפריל הציעו כותבי פרק זה לגורמים רלוונטיים (כולל צוות המלל) את הקריטריונים שיתוארו בסעיף 4.2 (שמתבסס על עיקרון שילוב של להיות מתחת לכמות חולים קשים חדשים ליום של 10 ומתחת לקצב גידול מספר הנדבקים החדשים). הצעות אלה שימשו חלק מהגופים לקראת דיוני הממשלה בנושא הקריטריונים ליציאה שהתקיימו בין ה-17.4 ל-3.5.

סיכום ומסקנות הפרק:

1. בהחלטות לגבי סגרים והקלות יש להשתמש בקריטריון המתייחס לחולים קשים מכיוון שמיטות טיפול נמרץ קורונה הינן המשאב הקריטי במערכת. העזרות במקדם ההכפלה היומי של חולים חדשים מסייע כמדד של כמה ימים (4-8 ימים) קודם להופעת חולים קשים. הצעתנו לגבי יציאה מסגר כללי, במגבלת קיבולת מרבית של 450 מונשמים שניתן לטפל בהם בו זמנית, היא להיות מתחת לכמות של 10 חולים קשים חדשים ליום, וכן מתחת לקיבולת של 200 חולים קשים ומתחת למקדם הכפלה יומי של 1.07.
2. הוצעו קריטריונים שבהתממש אחד מהם יש לחזור להגבלות מסוימות: במגבלת קיבולת מרבית של 450 מונשמים שניתן לטפל בהם בו זמנית (כיום קיימים בפועל צוותים לכ-250 חולים קשים בלבד ויש להכשיר בדחיפות צוותים לטיפול ב-200 חולים קשים נוספים מבין הרופאים והאחיות של מחלקות אחרות בבתי החולים): לא לעבור תוספת של 15 חולים קשים ליום, לא לעבור כמות חולים קשים של 250 (מקדם ביטחון של כ-2 על הקיבולת המרבית) ברגע נתון ולא לעבור מקדם הכפלה יומי ממוצע של נדבקים חדשים ליום (שאינם במוקדים מבודדים) של 1.07. תוספת של יכולת טיפול בעוד 200 חולים קשים, מעבר ל-450, תאפשר להגדיל את מרווח הביטחון ולהעלות עד לקצב שינוי יומי של 1.15 עם מקדם ביטחון קטן. (מונשמים הנם כ-80% מהחולים הקשים ראה פרק 1.
3. שגרת קורונה מורכבת מהתנהגות אישית (מסכה, היגיינה, ריחוק חברתי ושמירה על אנשים פגיעים). זה קו ההגנה הראשון ומהניסיון שהצטבר בעולם, ובסיכוי גבוה הוא החשוב ביותר. במקביל יש להגיע למערך בדיקות ותחקור אפידמיולוגי בעל יכולת ביצוע כ-15,000 בדיקות ליום בשגרה ועד 20,000 בגל דומה לזה שהיה בגל הראשון ומשך זמן של עד 48 שעות בין בדיקת האדם לבין הפצת תשובת הבדיקה וסיום התחקור של לפחות 70% מה"מגעים" של אותו אדם. שני אלמנטים אלו מגדילים מאוד את הסיכוי לריסון ההתפרצות כבר בשלב זה.
4. שכבה שנייה של אותה שגרת קורונה הינה מעקב אחר התפרצויות מקומיות וריסון במהירות ע"י סגר והגבלות מקומיות.
5. רק עם כשלון שכבות ההגנה הללו, שאין בהן פגיעה חמורה לתפקוד המשק, יש לעבור לצעדים מרסנים במישור הארצי. במצב זה מוצע לשקול מדרג של "סגר חכם", מהסוג שהוצע על ידי פרופ' אורי אלון ופרופ' רון מילוא ממכון ויצמן, בו נוסף לעובדים החיוניים – שאר העובדים מתחלקים לשתי קבוצות שעובדות חלק מהשבוע הראשון ונכנסות לבידוד ביתי מסוף שבוע העבודה עד לסוף השבוע שלאחריו וכך לסירוגין בין שני החצאים. מדרג קשה ומורכב יותר הינו סנכרון של ה"סגר החכם" גם עם ימי הלימודים של הילדים כך שגם הם יהיו עם משפחתם באותם ימי הסגר. רק אם צעדים אלה נכשלים יש להפעיל סגר מלא מחדש.
6. יש להתאים מחדש אורח החיים הנהוג כך שיתרום הקטנת סיכויי ההדבקה בין אדם לאדם. למשל שינויים בתחבורה הציבורית, סינון וטיהור אוויר במגדלים אולמות וחללים סגורים כמו מטוסים. הסיכון גדל ככל שמדובר בהתקהלות גדולה יותר, בפעילויות בהן נוצר הרבה רסס מדרכי הנשימה.
7. יש לעקוב וללמוד לעומק את נושא הידבקות ילדים והדבקה ע"י ילדים ואחר נושא מדביקי העל (Super Spreaders) כי לדבר יש השפעה רבה על יעילות מנגנוני הסגר השונים.

4.1 אילוצים במערכת הבריאות בהקשר לקורונה וקריטריונים לניהוג הנגזרים מכך

א. המשאבים הקריטיים של מערכת הבריאות

פרק 3.1 דן במשאב הקריטי של מערכת הבריאות ומצא שכיום קיימים צוותים למחלקות טיפול נמרץ קורונה (טנ"ק) המספיקים לכ-250 מונשמים בו זמנית (בגל הנוכחי המספר המירבי היה כ-140 מונשמים) ושניתן ע"י הפניית כ"א מתוך מערכת בתי החולים וכן ממקורות נוספים ובמאמץ של הכשרה של מספר חודשים להגיע לאיוש צוותים שיטפלו בו זמנית בכ-450 מונשמים (בעונות ללא מגפת שפעת מספר הצוותים יכול להגיע ל-כ-500 ובעונות "משופעות" ירד לכ-350, ראה פרק 3.1).

ב. תרגום המספר הקובע (450) לקריטריונים שיבטיחו אי קריסה של מערכת הבריאות

מספר החולים קשה המירבי שנרצה להגיע אליו הינו כ-50% עד 80% מהמספר המקסימלי של יכולות המערכת (מקדם ביטחון של 2, המקובל בתרחישים עם אי וודאות גדולה, כדוגמת מרווח הביטחון בכור גרעיני ואחרים דומים).

מספר החולים קשה ביום נתון לאחר שחרור מסגר תלוי בשלושה גורמים והם:

- מספר החולים הקשים שהיה ערב היציאה מהסגר.
- מספר החולים קשה החדשים המתווספים ליום, במועד היציאה מהסגר.
- מספר הימים בהם שוהה חולה קשה במחלקת טיפול נמרץ (לפני שחרור או פטירה) – מספר ממוצע מקובל הוא 15 עד 17 ימים (ראה פרק 1.1).

מקובל להניח שעוברים כ-11 עד 13 ימים בין הידבקות של אדם לבין הפיכתו לחולה קשה⁵⁴ (ככל שהוא מגיע למצב קשה). על כן נניח שכאשר נבצע הקלות בסגר וההתפרצות תחל שוב לעלות נרגיש את העלייה במספר החולים הקשים לאחר 12 ימים בממוצע. על מנת לאפשר למערכת לדעת מוקדם ככל האפשר את מקדם הגידול של החולים קשה, ולא לאחר את המועד, נכון וניתן להעריכו מתוך מקדם הגידול של מספר של הנדבקים החדשים שאותרו כפי שידוע לנו לכל אורך התקופה של 12 הימים הנ"ל.

בפרק 1 נמצא שכמות החולים הקשים החדשים ליום הנה כמות ה"נדבקים" החדשים ליום מוכפל באחוז החולים קשה מתוך הנדבקים שאותרו (כ-3% בישראל לעומת כ-5% במדינות אירופה המערבית) וכ-4-5 ימים מוקדם יותר בגלל שמשך הבדיקות הממוצע בישראל בחודשים מרץ אפריל עמד על כ-6 ימים. כיום הממוצע קטן יותר וקופות החולים מבטיחות תשובה תוך לא יותר מ-48 שעות, אך הבטחה זו טרם נבחנה במצבי לחץ של חולים רבים. קיצור זמן זה יאפשר להסתכל על מספר הנדבקים החדשים כ-6-8 ימים קודם על מנת לקבל מושג על עליית מספר החולים הקשים.

מאחר ואנו מעוניינים במקדם הגידול במספרם של החולים הקשים החדשים היומי אנו מציעים להעריכו על ידי מקדם הגידול היומי במספר הנדבקים החדשים שנותן לנו מידע בהקדמה של כ-4-6 ימים לפני היות האדם חולה קשה. על פי סעיף 1.2 בפרק 1 התקבל שבקירוב טוב מאד מספר החולים הקשים החדשים בארץ הינו כ-3% ממספר הנדבקים החדשים ובפיגור של 4 ימים (מכיוון שפנינו לעתיד ובציפייה שסבב הבדיקה יתקצר בכמה ימים לאחר העברת הנושא לידי קופות החולים, יצטרך מספר הימים להתעדכן וגם ה-3% יעלה בכ-1-2% - את זה נוכל לראות כאשר יצטברו מספיק נתונים עם היכולת החדשה יחסית לתת תשובות מהירות לבדיקות אך צריך לבחון זאת בעומס חולים גבוה). מכאן בחרנו בינתיים לשערך קדימה את מספר החולים הקשים העתידי על ידי הסתכלות קדימה ב-12 ימים, כך שאם יוחלט על צעדי ריסון יובטח שעד אשר הם ישפיעו לא תתקבל רוויה במספר החולים הקשים. מכאן נובעים הקשרים הבאים:

⁵⁴[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)30183-5/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)30183-5/fulltext)
<https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2761044>

- נסמן את מקדם הגידול היומי **במספר** של החולים המאומתים החדשים באות r (להלן מקדם ההכפלה היומי).
 - זהו גם בקירוב מקדם הגידול היומי **במספר היומי (בפיגור של 4 ימים)** של חולים קשים חדשים. בגלל היחס הקבוע ביניהם גם אם הוא יהיה שונה במקצת מ-3%.
 - נסמן ב- N_0 את מספר החולים הקשים ביום ההחלטה על יציאה מהסגר.
 - נסמן ב- a את התוספת היומית במספר החולים הקשים ביום ההחלטה.
 - נניח שלאחר התקופה העיוורת בת ה-12 ימים יפוגו כ-50% מכמות החולים הקשים N_0 ו-10% מכמות החולים הקשים החדשים המצטברים (כמחצית מהם נפטרים ומיעוטם מבריאים לאורך זמן אשפוז ממוצע העומד כיום על כ-14 ימים (ראו איורים וטקסט בפרק 1 איורים 1.1-1.4).
 - נקבל שמספר החולים הקשים המירבי שיעמיסו את המערכת לפני שצעדים מתקנים שעשינו יתחילו להשפיע יהיה:
- $$N_{\max} = 0.5 \cdot N_0 + a \cdot 0.9 \cdot (r^{12+1} - 1) / (r - 1) \quad 4.1$$
- כאשר מקדם ההכפלה היומי r נגזר מההכפלה כל M ימים (או ההקטנה פי 2 כל M ימים) ע"י $M = \log 2 / \log(r)$ (+ אם יש הכפלה ו- בהקטנה). או בצורה הפוכה: $\log(r) = \log(2) / M$ כאשר אותנו מעניינים יותר הקטעים בהם יש עלייה במספר החולים הקשים החדשים מדי יום שהוא המצב המסוכן לנו.

ג. המספרים שגוזרים את הקריטריון ליציאה מסגר

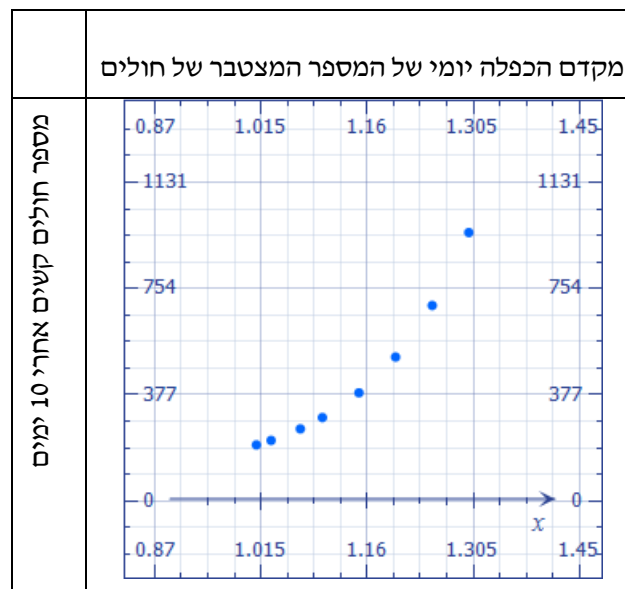
לקראת סוף אפריל דנה הממשלה בקריטריונים ליציאה מהסגר המלא. ב-23.4 היו כ-145 חולים קשים ומקדם ההכפלה r בהגדרתו הסטנדרטית על פי פרק 1 היה כ-1.01 (הכפלה כל 55-70 ימים). Re באותו תאריך (על פי איור 1.9 בפרק 1) היה כ-0.8 וממנו נגזר $r = 0.97$ ואכן רואים באיור נ-1.3 שסביב אותו יום מספר החולים הקשים אכן ירד ולא עלה, כמצופה מ- r קטן מ-1. בשלב זה עלינו לחזות מה יקרה למספר החולים הקשים החדשים ליום בהנחות של מקדמי גידול יומיים גדולים מ-1 המייצגים עלייה בתחלואה מחדש כתוצאה מהיציאה מהסגר וללא קשר הדוק לשיעורי r לפני היציאה.

באיור 4.1 מוצגים מספר החולים הקשים (המשוער) כתלות במקדם ההכפלה היומי r , בימים שאחרי השחרור מהסגר, ובהנחה **מחמירה** של 10 חולים קשים **חדשים ביום היציאה מהסגר**. מספר זה יגדל מדי יום במקדם ההכפלה היומי r שגם הוא צפוי לעלות עם השפעת הסרת הסגר. למשל ביום השני תוספת החולים הקשים החדשים הנה $10 \cdot r^{12}$, ביום השלישי נוספים כבר $10 \cdot r^{13}$ וכן הלאה וסכום שנים עשר המספרים הללו ההולכים וגדלים ניתן ע"י הנוסחה נ-4.1 הולקחת בחשבון גם את מותם או הבראתם. (על מנת לפשט את ההסבר בחרנו להניח ש r קבוע במהלך כל 12 הימים, נצטרך, לקחת חסם סביר ולעדכן במהלך 12 הימים, על ידי חישובו מנתוני הנדבקים החדשים בכל יום). כמו כן בחרנו את המספר של 145 חולים קשים (כפי שהיו ב-23.4) כדוגמא בלבד. אם נהיה במצב בו יש מספר גדול יותר של חולים קשים בתנאי ההתחלה אזי המספר המשוער ע"י הגרף יהי גדול מזה שנותן הגרף במחצית ההפרש בין המספר החדש לבין 145 שהיווה דוגמא בלבד (למשל: 185 חולים קשים ביום היציאה מהסגר יוסיפו עוד 20 חולים קשים למספר המתקבל מאיור 4.1).

⁵⁵ דו"ח מצב יומי משרד הבריאות בתחילת מאי והלאה.

מאיור 4.1 ניתן לראות שאם ביציאה מהסגר היו 145 חולים קשים ומקדם ההכפלה היומי r לא יעבור את הערך 1.1 בכל 12 הימים מיום השחרור מהסגר, אזי כעבור 12 ימים בהם לא נוכל לראות השפעה של פעולות מתקנות, לא היינו עוברים את 75% ממספר המיטות שניתן היה להעמיד במצב חירום (על פי הגרף 293 חולים קשים מתוך 450 המיטות שיהיו קיימות רק לאחר שיושקע מאמץ מרוכז כבר בחודשים הקרובים בהכשרת הסגל הנוסף שנדרש, לקראת הגל השני). למעשה יחד עם התפרצות שפעת נשאר רק עם 350 מיטות וללא הוספת 100-200 מיטות במהלך 3 החודשים הבאים נשאר רק על **250 מיטות שקיימות כיום**, דבר שמשאיר לנו מרווח קטן יותר של מקדם הכפלה 1.07 ולא 1.1) מרווח כזה עשוי להיות משמעותי מאד במחיר הכלכלי שלו ולכן הגדלת מספר הצוותים במחלקות טנ"ק הינה צורך חיוני. לאחר שהסברנו את ה"משחק" בין הנתונים היומיים מדווחי משרד הבריאות והשפעתם על האילוף הקריטי של צוותי הטיפול הנמרץ – נבחן בסעיף הבא מהם הקריטריונים שלדעתנו היו צריכים לגבש ליציאה מהסגר הכללי, ונבחן את התאמת החלטות הממשלה בהשוואה אליהם.

איור 4.1: מספר החולים הקשים אחרי 12 ימים כתלות ביחס ההכפלה של מספר החולים המצטבר



ערכי הנקודות בגרף :

$\{1.01, 196\}, \{1.03, 212\}, \{1.07, 253\}, \{1.1, 293\}, \{1.15, 381\}, \{1.2, 508\}, \{1.25, 691\}, \{1.3, 950\}$

באיור זה אנחנו מניחים שביום היציאה מהסגר היו 145 חולים קשים (המספר שהתאים ל-23.4) (חולים שמאושפזים למעלה משבועיים לקחנו בחשבון רק כ-50% מהם בחשבון כי חלקם מתים או מבריאים לאורך שבועיים וחולים שמאושפזים פחות משבועיים לקחנו כ-90% מהם כי חלקם הקטן מת תוך מספר ימים ואנחנו צופים 12 יום קדימה).

4.2 התנאים ליציאה מתקופת הסגר - דוגמה לעתיד

א. תקופת הסגר הראשונה התאפיינה בכך שבכל העולם לא הכירו את הנגיף וכל מדינה פעלה באי-ודאות גדולה, בהססנות או בהחלטיות, ותוך עקומת למידה ותיקונים. דיונים רבים התקיימו בממשלה ובגופי היעוץ השונים בשבועיים שבין ה-17.4 ל-3.5. בסופה של תקופה זו החליטה הממשלה על שורת הקלות על בסיס הקריטריונים שיפורטו ושונועדו להבטיח מצב בו מערכת הבריאות לא תגיע לקריסה גם עם תהיה התפרצות מחודשת בעקבות ההקלות.

ב. הצעת משרד הבריאות שהוצעה לממשלה בליל 23.4, והיוותה את הבסיס להחלטת הממשלה ב-3.5, הייתה לאמץ את הקריטריונים הבאים:

1. מספר החולים (נדבקים מאותרים כחיוביים) החדשים ליום לא יעלה על 300.

2. מקדם הגידול היומי לא יעלה על 1.07 (מתאים לזמן הכפלה של 10 ימים).

3. מספר החולים הקשים בכל בתי החולים לא יעלה על 300 חולים.⁵⁶

במועד ההצעה (23.4) עדיין לא מולא התנאי הראשון, אבל השני והשלישי מולאו.

4. בנוסף צויין שיש להגיע לבדיקות ותשובות תוך 48 שעות מפניית הנדבק, פרמטר שמספיע משמעותית על המספרים (יוריד את הזמן מהידבקות לאישור נדבקות ואיתור שרשרת ההדבקות של הנדבק מ-12 ימים לכ-8-10 ימים – ראה בהמשך) – אבל בחישוב הנוכחי השארנו את 12 הימים, שמשמש כחסם מחמיר למדי (נציין שהירידה מ-12 ימים ימים תוסיף לרזרבה ולמרווח הביטחון בנושא צוותי ומיטות ט.נ. קורונה).

ג. במועד היציאה מהסגר הודיע ראש הממשלה על 3 תנאים שישמשו "דגלי אזהרה" בלשונו לצורך לחזור לסגר.

1. יותר מ-100 חולים חדשים ליום לא כולל מוקדי התפרצות (כניסות מחו"ל, אזורים "חמים" ובתי אבות).

2. לא יותר מ-250 חולים קשים מאושפזים.

3. זמן הכפלה של 10 ימים (שקול למקדם גידול יומי ממוצע של 1.07).

ד. להלן הצעתנו המעודכנת לניסוח במושגים היכולים להתאים לגל נוסף של אותה מגפה בה הקיבולת של בתי החולים עשויה להשתנות למשל בגלל שפעת חריפה במקביל לגל קורונה נוסף, או תוספת של צוותי ומיטות קורונה מעבר ל-450 החזויות על ידנו כיום.

נגדיר "קיבולת" כמספר צוותי הטיפול הנמרץ המוכשר, על הציד הנדרש. כיום המספר בישראל עומד על כ-450-500 בלבד ונדרוש קריטריון שיבטיח שלא נעבור את 50% מהקיבולת כמקדם ביטחון.

1. פחות מ-2% מ"קיבולת" חולים קשים חדשים ליום. בישראל כיום פירושו 10 חולים קשים חדשים ליום.

2. מספר החולים הקשים באותו זמן אינו גבוה מ-40% ה"קיבולת" – בישראל המספר כיום הוא 200.

3. קצב עלייה יומי (ממוצע על מספר ימים לצורך החלקה) של נדבקים חדשים אינו גבוה מ-1.07 (זמן הכפלה של 10 ימים).

נדרשים כל התנאים במצטבר.⁵⁷

⁵⁶ הערה: בזמן הצעת משרד הבריאות ב-23.4 היו במחלקות החולים הקשים ששל קורונה כ-100 חולים קשים (ושחציים ימות או יבריא בשבועיים הבאים), לכן בתנאי השלישי מדובר בלא יותר מ- $250 = 100/2 \times 300$ חולים קשים חדשים שיתווספו במהלך שנים עשר הימים בהם לא תורגש השפעת ההחלטה). מספר זה שקול לקריטריון של לא יותר מ-10 חולים קשים חדשים ליום (ביום ההחלטה), עם מקדם גידול של 1.07 בממוצע ליום במשך 14 ימים כפי שעולה מנוסחה נ-1.4 כשמציבים בה 14 ימים שבועיים) במקום 12.

⁵⁷ ראוי לציין מזה כחודש, מאמצע אפריל בו היינו במקדם הכפלה של 1.03 (הכפלה כל 21 יום), עושים מחברי דוח זה נפשות (הן במכתב לראש הצוות המייעץ למל"ל, הן בתדרוך אנשי משק וכלכלה בכירים במשק ובממשלה והן במפגשים עם עיתונאים וכתבים המסקרים את הנושא בתקשורת) לטובת הכנסת קריטריון משולב זה, שמטרתו להבטיח שמספר החולים הקשים בכל רגע (ומהם המונשמים המהווים כ-80%) לא יעבור את הרף המירבי של כמות צוותי הטיפול נמרץ במערכת (כ-450) תוך שמירת מקדם בטחון מספק.

4.3 חשיבות הבדיקות, כמה באמת צריך וכמה חשוב לצמצם את הזמן בין הבדיקה לתשובה

פרק 3 סעיף 3.2 דן במערך האפידמיולוגי ובדרישות המהירות הנדרשות על מנת להצליח לבודד את הנדבקים ומגיעים ובכך לרסן התפרצות מגפה. נחזור כאן בקצרה על עיקר ההישגים הנדרשים: איור נ-3.1 בנספח הראה שמדינות דוגמת טאיוואן ודרום קוריאה, הצליחו להשתמש נכון בכלי זה מבחינת כמות הבדיקות, מהירות התשובות, מהירות התחקיר האפידמיולוגי והיקף המעגל החשוך כנדבק מהנדבק הראשוני שזוהה ובכך לרסן את ההתפרצות במהירות.

נביא כאן את עיקר המסקנות לתכונות של מערכת המסוגלת לעמוד כתחליף לאמצעי סגר מקיפים:

- **מספר הבדיקות:** מספר הבדיקות היומי הנדרש על מנת לשלוט בהתפרצות עומד על פי כ-35 ממספר הנדבקים החדשים המאומתים (ראה לוח נ-3.1 בנספח וכן איור נ-3.1 בנספח). כיום לאחר ריסון ההתפרצות ניתן לומר שגם אם לוקחים בחשבון תוספת של 30% למספר הבדיקות בפרק 3 סעיף 3.2 אזי נזדקק להרבה פחות מ-10,000 בדיקות PCR ליום במצב שגרה ולאפשר עליה לכ-20,000 לזמנים קצרים. בתחילת יוני שונו הוראות משרד הבריאות בנוגע לבדיקות (נדרשת בדיקת המגעים של חולה מאומת). לאור זאת נראה שמספר הבדיקות השגרתי עולה ועומד על כ-15,000 בדיקות ליום במצב שגרה ומגיע לכ-20,000 בהתפרצות חזקה יותר מזו שחוונו בחודשים מרץ ואפריל.
- **זמן ההגעה לנבדק:** פרמטר קריטי נוסף הינו הזמן בו אנו מגיעים לנבדק. נדבק הופך למדבק תוך 3 ימים בממוצע, מצד שני סימפטומים מופיעים אצלו תוך כ-4-5 ימים ככל שנקדים לבדוק אותו כך נקטין את מספר האנשים הממוצע שהוא מדבק לאורך מחלתו.
- **זמן הבדיקה:** פרמטר משפיע ומשלים הינו הזמן שלוקח מהגעת המתלונן לבדיקה עד אשר ניתנת תשובה חיובית ונדע האם צריך להגיע למעגל האנשים שהיו איתו במגע. רצוי שזמן הגעה לנבדק + זמן בדיקה + זמן הגעה למגעים וקבלת החלטות לגביהם יקרה תוך יממה אחת ולכל היותר שתי יממות (ראה גם פרק 3.2). מעבר לשתי יממות היעילות יורדת משמעותית ונזדקק לצעדים אחרים, כמו סגרים בעלי משמעות כלכלית חמורה. מאיור 3.2 בפרק 3, אפשר ללמוד שכאשר תהליך הבדיקה והתחקור גם יחד לוקח יממה אזי יש סיכוי טוב לרסן את ההתפרצות אם הצלחנו לבודד 50% מהחולים ולהגיע ל-70% מהמגעים. עבור 2 יממות נצטרך להגיע ל-85% מהמגעים ועבור 3 יממות נהיה חייבים לבודד 95% מהחולים ולהגיע ל-100% מהמגעים לריסון ההתפרצות.

4.4 צעדים מתקנים מקומיים, שגרת קורונה ו"שגרת סגר מקומי"

א. צעדים מקומיים אמורים להתבצע בריכוזי אוכלוסייה בהם יש התפרצות גבוהה. **נניח שבאזור החם המגפה גדלה כאילו לא הופעל באזור שום פעולת הגבלה, כלומר: $Re \sim Ro \sim 3$ באזור מסוים** (Re בכלל הארץ יכול להיות קטן הרבה יותר) זו תהיה הדרך לאפיין מי הוא אזור חם השונה בהתנהגותו מכלל המדינה. באמצע אפריל, בשלב של דעיכה מתונה של ההתפרצות, היה Re הממוצע בארץ כ-1.9 (איור 1.9 בפרק 1). התפרצות העונה להגדרה כזו היא למשל ההתפרצות חורה. לדוגמה המספרים בחורה היו כדלהלן:

לוח 4.1: ההתפרצות בחורה כדוגמה לאזור "חס"

תאריך בשעה 8 בבוקר	מספר חולים מאומתים	אחוזי עליה במשך 3 יומי הימים הקודמים	r יומי
26.4.20	19	533	1.85 (מעיד על Re גבוה ~4.6) או שזה אפקט של מספרים קטנים או של מחסור בנתונים לפני ה-26.4. ש בשלו אי אפשר למצע על כמה ימים
29.4.20	66	128	1.31
30.4.20	69	77	1.21

- ב. מדד נוסף להפעלת צעד מקומי הוא הופעת מספר בודד של חולים **קשים חדשים ליום** מאותו אזור שאוכלוסייתו אינה עולה על 250 אלף איש (מקביל ללמעלה מפי 33 חולים חדשים ליום באותו אזור). מספרים אלו צריכים להבחר בהתאמה לגודל האזור למול התפרצות באזור גדול יותר שהיו מסמנים שיש צורך בצעדי סגר בהיקף ארצי (ראו תת-סעיפים ג' ו ד' בסעיף 4.2) **למשל בחורה היינו מגיעים לסגירתה על פי המדד הראשון כבר ב-25 או 26.4**. בגלל השוני הרב בין אזור חס אחד למשנהו, מאפייני אוכלוסייה שונים, תנאים פיזיים שונים, סביבה שונה ומנהגים שונים כדאי לשקול כל מקרה לגופו, על פי מאפייניו ועל פי הסיכון לאיזור עצמו או לסביבתו באשר להחלטה על צעדי מנע באותו אזור. הצעדים המקומיים האלו אמורים להיות צעדים חריפים, מוכוונים שיקולים אפידמיולוגיים ולא כלכליים, מכיוון שסגר מקומי משפיע אך מעט על כלכלת המשק.
- ג. נגדיר "**שגרת חיים תחת קורונה**" כשגרה הכוללת ריחוק חברתי, חבישת מסכות אף ופה, איסור התקהלות מעל 100 איש באולם ציבורי סגור (חתונות, מופעים באולמות, קניונים, מטוסים או כל מתקן הגורם לפיזור הומוגני של האויר ללא טיהורו כך שיהיה חשש להדבקות המונית), איסור על יותר מ-10 איש בחדר שגודלו כ-20 מ"ר (המאפשר ריחוק 2 מ') ובהתאמה לחדרים אחרים על פי כ-2 מ"ר לאדם בחדר. תחבורה ציבורית כאשר אוטובוסים ורכבות בתפוסה של חצי ממקומות הישיבה. בהמשך נוכל לשנות את הגדרת השגרה כך שתכלול, קניונים טיסות וכד'. **שגרה בסיסית זו אמורה להיות בפועל גם כאשר יוצאים ממשטר סגר יחד עם הקלות בהתאם לירידת התחלואה.**⁵⁸
- ד. נגדיר "**שגרת סגר מקומי**" כשגרת חיים תחת קורונה (בתוספת בידוד האזור מאזורים אחרים, מגבלת יציאה מהבתים אלא לצרכי קניות וצרכים חיוניים, ללא מפגשים מעל 10 איש ובידוד לכל מי שאותר כמגע של חולה מאומת. הסגר על האזור כולל יציאות וכניסות ויימשך עד לחזרת האזור לרמה הרגילה. (החלטה על גבולות האזור – גמישה לפי הנסיבות המקומיות).
- ה. באזור בו קיימת התפרצות (נקרא לו אזור אדום) יש לבצע בדיקות מקיפות לצורך מעקב אפידמיולוגי, וכן בדיקות סקר (רנדומליות) להבטחה שלא תהיה זליגה מעבר למעגלים המתוחקרים. מקובל שהמפתח לבדיקות באזור החם - משוערך כפי 50 מכמות הנדבקים היומית באזור החם (נספח 33 לפרק 3). בשיא הגל הראשון אזור חס כגון ירושלים, בני ברק, חורה הגיע לכ-50 עד 130 נדבקים חדשים ליום, כך שתוספת של כ-2500 עד 6500 בדיקות ליום, כאשר בשאר המדינה שקט יחסית, אינה מעמיסה את מערך הבדיקה מעבר ליכולתו. באזור זה יש לשקול להוציא את הנדבקים אל מחוץ לביתם.
- ו. צעדים כאלו, שיתבצעו במהירות מיד עם הסימנים הראשונים להתפרצות חריגה, יימנעו צעדים מתקנים ברמה הלאומית, ועל כן יש להימנע מכניעה ללחצים פוליטיים של פטרוניים של האוכלוסייה המדוברת ושל הנהגת האזור המדובר.

⁵⁸ הכנסנו לכאן הגדרה "צרה" של שגרת קורונה על מנת שתהווה בסיס קבוע לאורח החיים תחת קורונה ולצעדים שניתן לבצע מעבר לשכבה בסיסית זו. הרחבה ודיון במגוון הנושאים הקשורים לשגרת קורונה יופיעו בסעיף 4.7.

4.5 קריטריונים להפעלת צעדים מתקנים כוללים ו"שגרת חיים תחת קורונה"

- א. ננסה להגדיר קריטריונים שאם אחד מהם יתממש – נדע שאנו צריכים לפעול פעולה מרסנת במישור הארצי. צריך להיות מרווח בו המשק יכול לתפקד לפני שחוזרים לצעדים מתקנים והגבלות חדשות ולכן קריטריון להפעלת צעדים מתקנים לא יכול להיות קרוב מדי לקריטריון ליציאה ממשטר סגר.
- ב. הצעתנו לקריטריון חזרה למשטר צעדים מתקנים עקב הצורך בלום מחדש התפרצות לאחר ה"יציאה" מהצעדים הקשים הינה:
1. יותר מ-3% מ"קיבולת" חולים קשים חדשים ליום. בישראל פירושו 15 חולים קשים חדשים ליום.
2. מספר החולים הקשים גבוה מחצי ה"קיבולת" – בישראל כ-250 חולים קשים. (נכון לתחילת יוני יש 50 חולים קשים)
3. קצב עליה יומי של הנדבקים החדשים (שאינם במוקדים חמים בודדים) במגמת עליה והגיע ל-1.1, מותנה בתוספת כ-200 מיטות (ובעיקר ציוותיהם) טנ"ק. (זמן הכפלה של 7 ימים). ללא תוספת מיטות קצב עליה של 1.07 בלבד.
- מספיק שיתממש אחד מן התנאים.
- ג. תנאי מספר 3 מוגבל לעלייה של 1.1 כי לפי לוח 4.1 ובהנחה של כבר כ-250 חולים קשים נגיע לכ-345 חולים קשים אחרי 12 יום. זה על גבול המותר כיום כאשר יחד עם שפעת יהיו לנו צוותים המסוגלים לטפל רק בכ-350 עד 400 חולים קשים. לו היו בונים קיבולת המסוגלת לטפל בכ-650 חולים קשים אז גם בנוכחות שפעת יהיו לנו כ-500 צוותים פנויים לנושאי קורונה ויכולנו לשנות את ג3 ל-1.15 (מספר החולים הקשים היה מגיע לכ-430 אחרי 12 יום) ובכך לייצר עוד מרווח כלכלי למשק.

4.6 שלוש הצעות לצעדים מתקנים ברמה הארצית ואיך בוחרים ביניהן

- יש להדגיש כאן שלפני שיוצאים ל"צעדים מתקנים" בכלל המדינה יש לנקוט (לפני התממשות קריטריון היציאה) בצעדים מקומיים כמפורט בסעיף 4.5 (וכמובן גם להקפיד על "שגרת חיים תחת קורונה").
- א. הנחות והנמקות כלליות:

- כיום אין עדיין אינפורמציה מספקת לגבי הדבקות ילדים וכן לגבי יכולת ההדבקה שלהם (ילדים אחרים ומבוגרים). יש עבודות, שבשלב זה אינן מבוססות מספיק, שילדים צעירים כמעט ואינם מגיעים לאשפוז ורובם אף אסימפטומטיים (למשל דוח גרטנר בנוגע להידבקות ילדים. כמו כן יש תוצאות ראשוניות (איסלנד, שוודיה, הולנד, סין וניסוי באיטליה) [ראה רפרנסים בנספח 6 של דו"ח גרטנר על הידבקות ילדים והדבקה על ידי ילדים] לפיהן נראה שילדים צעירים כנראה כמעט לא מדביקים אחרים.
- בשבעות האחרונות התפרסם גם דוח גרטנר בנושא הידבקות והדבקות ילדים⁵⁹ שהתבסס על תחקיר שבוצע לגבי משפחות נדבקי קורונה בבני ברק, הקובע בהסתייגות הראויה שילדים נדבקים בשיעור של $\frac{1}{4}$ עד $\frac{1}{2}$ משיעור ההדבקות של מבוגרים (הצעירים מהם קרובים לרבע והמתבגרים קרובים לחצי). כמו כן נמצא שילדים, ללא הבדל גדול בגילם, מדביקים פחות ממבוגרים בשיעורים של $\frac{1}{4}$ עד $\frac{3}{4}$ משיעור ההדבקה של מבוגרים.

⁵⁹ "מודל הערכת הדבקות ילדים המבוסס על בתי אב בבני ברק" מיום 30.4.2020 נמצא באתר משרד הבריאות.

לפני כמה שבועות התפרסמה בעיתון עבודה של מדענים מסין⁶⁰ (J. Zhang et al., Science (2020) 10.1126/science.abb8001). הינה כשליש של מבוגרים. העבודה ניתחה גם את מטריצת המגע של הילדים עם חבריהם בבית הספר וכן מגעים לאחר בית הספר והשוותה אותם למצב בו הייתה חופשה בבתי הספר (איור 3 במאמר). נמצא שסגירת בתי הספר מסייעת מעבר לשעות במערכת החינוך ולכן ניתן לשקול את פתיחת בתי הספר (סגירה מוחלטת של בתי הספר מורידה את יכולת ההדבקה של ילדים בכ-25% והיא ממילא נמוכה מזו של מבוגרים ועל כן הרווח האפידמיולוגי עשוי להיות זניח לעומת הרווח הכלכלי הטמון בפתיחת בתי הספר בייחוד לגילאים 3-9.

- נושא של הידבקות ילדים ויכולת ההדבקה שלהם, במצב שבתי הספר סגורים או פתוחים, הוא בעל חשיבות גבוהה מאד בהחלטות על האלטרנטיבות ליציאה מהסגר, וכדאי לכן שייבדק לעומק לפני שניתן יהיה להסתמך עליהם, בעיקר באם רוצים להסתמך על כך שההידבקות וההדבקה של ילדים קטנה מזו של מבוגרים.
- הממשלה החליטה⁶¹ ב-3.5 לפתוח את בתי הספר ל-5 שכבות (א-ג ו' יא' – יב') ובהמשך את הגנים, החלטותיה מתבססות בעיקר על הלחץ להחזיר את המשק לעבודה (גנים ושכבות צעירות הן תנאי לכך) וסביר שגם נסמכה על ההשערה מעבודת גרטנר, שילדים צעירים 0-9 נדבקים ומדביקים פחות. בהמשך ב-17.5, החליטה הממשלה על החזרת מערכת החינוך ללימוד רגיל, למעט באזורים בהם יש התפרצות חריגה, תוך שמירה על ריחוק חברתי והיגיינה מירביים, דבר שיוצר קושי בשל החזרה לכיתות של 30+ ילדים בכיתה והדרישה שילדים מכיתות ד' ומעלה יחבשו מסכות בכיתה ובהסעות.
- ב. אם, למרות ניסיונות לתיקונים לוקליים, תהייה הרעה בקצב התפשטות המחלה והתקרבות לקריטריוני הבלימה המתוארים בסעיף ג לעיל אזי אנו ממליצים לבחון, בטרם נאלץ להחזיר את המשק והציבור לסגר מלא, את הפעלת המשק על פי המודל שהוצע על ידי פרופ' אורי אלון ופרופ' רון מילוא וקבוצותיהם ממכון ויצמן, להלן מודל "אלון-מילוא"⁶². מודל אלון-מילוא מדבר על 4 ימי עבודה ו-10 ימי סגר ביתי. בכך מקבלים מחזור של שבועיים בו ניתן לחלק את האוכלוסייה לשניים (בהובלה של המעסיקים). זה יאפשר שבוע עבודה עם חצי מהעובדים של 4 ימים (יכולה להיות משמרת של 12 שעות) כך שיהיו יותר שעות עבודה ב-4 ימים מאשר בחמישה ימי עבודה רגילים. בשבוע לאחר כך יעבדו החצי השני ואילו החצי הראשון יהיה בביתו.

⁶⁰ <https://science.sciencemag.org/content/early/2020/05/04/science.abb8001>

⁶¹ הערה: אחד משני כותבי הפרק (ד.ש.) מתריע מזה כמה שבועות, שלמרות שהכוונה המקורית הייתה להיצמד לאוסטריה כמדינת ייחוס (ראה פרק 1), הרי שההחלטה לחזור ללימודים ב-3.5 (ילדי הגנים ותלמידי כיתות א-ג בקבוצות קטנות ומבודדות (קפסולות)) וב-17.5 (תלמידי כיתות ד-יב, תוך כדי ביטול הנחיית הלימודים) הקדימה את הלוח באוסטריה במספר שבועות. שם, למרות שאוסטריה מקדימה את ישראל בכ-9 ימים ב"שעון הקורונה" (ראה סעיף 1.3), חזרו התלמידים לבתי הספר רק ב-17.5, ובאוסטריה מדובר על לימודים בכיתות קטנות של עד כ-20 ילדים בכיתה והתלמידים האוסטריים ממושמעים הרבה יותר.

עדכון נוסף בנושא (ראה סעיף 1.3): לאור העלייה שהייתה באוסטריה בתחלואה במחצית הראשונה של חודש מאי, החליטה הממשלה שם לדחות את חזרתם של תלמידי התיכונים בשבועיים והם חזרו ללמוד רק ב-1.6. יציאה ממערכת הכללים שהנחו את ממשלת ישראל, שבועיים בלבד אחרי הודעת ראש הממשלה מעוררת אי נוחות, מעידה על זיגזוג בקבלת ההחלטות וביצועם, וטומנת בחובה סכנה להתפרצויות מחודשות.

⁶² <https://medrxiv.org/content/10/1101/2020/04/04/20053579v4>

חשוב לציין ששיטת "אלון-מילוא" מבוססת על הגיון אפידמיולוגי מכיוון שב-4 הימים הראשונים הסיכויים להדביק אנשים אחרים קטנים לעומת הימים הבאים. לאחר מכן, יהיו לפחות 10 ימים בבתים כך שבתום ימים אלו גם אנשים שנדבקו ברובם יחדלו להדביק. מודל זה מאפשר הפעלת המשק בלמעלה מ-50% מההספק הרגיל (למעשה, כבר בסגר "מלא" פועל המשק בהיקף של כ-50 עד 60% ועל כן מודל זה יאפשר עלייה לכ-80%) וירידה בקצב ההדבקה. **ניתן מטעמי נוחיות לדבר על מודל של 5:9** במקום 10:4. הוא נוח יותר להפעלה אך נחות במקצת מבחינה אפידמיולוגית. מודל דומה הוצע בצורה בלתי תלויה ע"י **פרופ' ברוך ברזל** וחוקרים נוספים מאוניברסיטת בר אילן. מודל אחר, שונה מהמודלים הקודמים בכך שהוא מנסה להגיע להחלפת עדר, הוא מודל שהוצע על ידי **פרופ' אמנון שעשוע**.⁶³ במקומות שניסו להגיע בזהירות להדבקה עדר התוצאות היו במספר מתים גבוה מאד יחסית לשיטות שמרניות ועדיין היו רחוקים מרחק רב מלהגיע לחסינות עדר (לאחרונה הודה מוביל גישת חסינות העדר בשבדיה ש"כנראה טעינו"). איננו ממליצים להיות הראשונים להיכנס להרפתקה שכזו, שהסכוי בה להגעה למספר ענקי של חולים קשים וסתימת בתי החולים גבוה.

נחזור ונדגיש שלמודל צריך להיות הגיון אפידמיולוגי וגם הגיון של נוחות תפעול ומתן הזדמנות להפעלת המשק ככל שניתן. הנספח לפרק 4 יפרט את שווי המשקל בין ההיגיון האפידמיולוגי לבין עלות/תועלת כלכלית של סגר חלקי לעומת סגר מלא. יחד עם זה אנו חוזרים ומדגישים: נוקטים בצעדים אלו רק כאשר ניסינו את מגוון הצעדים שאינם כוללים סגר ארצי ולא הצלחנו לרסן את ההתפרצות. יחד עם זאת חשוב לציין שלמרות ששיטת אלון-מילוא מבוססת על הגיון אפידמיולוגי, היא טרם נוסתה באופן מעשי במקום כלשהו בעולם, ולכן יתכן שיישומה המעשי יתקל בקשיים שלא הובאו בחשבון.

ג. החמרה נוספת היא **שימוש במודל "אלון-מילוא" על שוק העבודה** כאמור בסעיף ב', בתוספת של הכנסת מוסדות החינוך גם הם למשטר של העובדים. הילדים יסונכרו אף הם לשני חצאים מסונכרנים עם ימי העבודה וימי השהיה בבתים של ההורים. מודל זה (מודל ב') יופעל במקום מודל א' במידה שיתברר שההשערות לגבי הדבקות ילדים ויכולתם להדביק אחרים לא מתקיימות. במודל זה נחזור להעסקת חצי מסגל ההוראה וגם הילדים יחולקו לימי לימודים ולימי בית בהתאם להוריהם מה שיאפשר ריווח בכיתות. (הערה: יש המציעים, לסנכרן את מקומות העבודה של ההורים סביב תוכנית הלימודים של הילדים. לצורך ההגיון בדוח זה – אין הבדל בין השניים ויש לבחון איזה מהם מתאים יותר לשוק העבודה ומערכת הלימודים ואיזו צורה ישימה יותר).

ד. הצעדים המתקנים בסעיפים א' וב' נועדו להיות מחזוריים מדי שבועיים עם מעבר ממודל א' למודל ב' לפי הצורך עד אשר נגיע לקריטריון היציאה המוזכר בסעיף ב2.

ה. כאשר שום צעד אחר לא הביא לתוצאה הרצויה, יש לחזור לסגר מלא של מספר שבועות, עד שנגיע לקריטריון ה"יציאה" המוזכר בסעיף 1.

⁶³ <https://medium.com/amnon-shashua/can-we-contain-covid-19-without-locking-down-the-economy-2a134a71873f>

4.7 סוגיות נוספות של שגרת קורונה ודגשים שנלמדו בנושא

א. **סוגיית בני ה-67 ומעלה ואנשים בעלי סיכון:** לקבוצה זו, מקדם ההדבקה גבוה יותר וגם הסיכון כתוצאה מהדבקה חמור יותר, מוצע שבדרוג, כשבועיים-שלשה (בארהב נוקטים במספר השמרני יותר של 3 שבועות) לאחר חזרת הילדים לבתי הספר ופתיחת המסחר תוכל אוכלוסייה זו לחזור לפעילות חשובה בלבד. כלומר יציאה לעבודה, לקניות, למפגש עם בני משפחה ילדים, נכדים וכדומה. מרווח זה יאפשר לוודא שלאחר שבועיים של החזרת המשק לפעילות כמעט מלאה, לא עלתה רמת הסיכון לקבוצה זו בצורה משמעותית. בהמשך, באמצע יוני, אם לא תהיה החמרה יאושרו גם מפגשים חברתיים לקבוצה זו.

ב. **התקהלות לצרכים חברתיים:** סביר מאד להניח שככל שמספר המתקהלים גדול יותר כך גדל גם אחוז הנדבקים באותו אירוע. כמו כן סביר שהתקהלות פסיבית פחות מסוכנת מהתקהלות אקטיבית, מפגש המאופיין ע"י דיבור מועט פחות מסוכן מדיבור רב בין אישי, משירה, מצעקות עידוד (כל אלו מלווים בפליטות רסס). מסיבות אלו נראה נכון שיאושרו רק טקסים במספרים קטנים ובריוח סביר וככל האפשר במרחב פתוח. ככלל עדיף לאפשר צרכי ציבור חיוניים ושאינם בעלי מקדם הדבקה גבוה מלווי בהתנהגות מחייבת של שגרת קורונה בסיסית (ראו המלצות נרחבות בחלק 5 של הסדרה של Tomas Peuyo⁶⁴).

ג. **טיסות:** מומלץ לפעול להתקנת מערכת סינון והחלפת אוויר בכל הטיסות המסחריות הכוללת מערכת חיטוי/סינון כדוגמת הקרנת UV להשמדת נגיפים ברסס מיקרוסקופי טיסות ותחבורה בינלאומית: ככלל נראה שכדאי לאסור טיסות אל ומאת ארצות בהן אין שליטה בהתפרצות המגפה. באשר לארצות (מצליחות) שבהן יש רמת ריסון טובה של ההתפרצות בדומה לזו שאצלנו יכולים להיות מספר פתרונות שעשויים להיות מונחי כדאיות כלכלית. האחד, הרלוונטי לביקורים ארוכים, הנו בידוד של שבועיים (מסיבות כלכליות אולי כדאי לאפשר טיסות עסקים חשובות גם עם יכנסו לארץ מספר חולים שיתבקשו להיות בקשר לצרכי מעקב רפואי). פתרון אחר הינו הקמת מערך בדיקות בכניסה האווירית לישראל שיתן תשובות תוך מספר שעות לאחר בדיקת PCR. כל אלו יכולים להיות מונחים משיקולים כלכליים. מבחינה זו בלבד – תיירות אינה מרכיב מרכזי בכלכלת ישראל ועל כן לא כדאי להתפשר בנושא זה ולאפשר כניסת תיירים ללא בדיקות בוודאי ממדינות לא מצליחות בשלב זה (אם כי מדינות בה התיירות הנה מרכיב מרכזי עשויות לשקול את הרווח וההפסד בפתיחת גבולות ללא בדיקות).

ד. **תחליף לבידוד ובדיקות-עשוי להיות הסכם בין מדינות אמינות ומצליחות בטיפולן במגפה, המאשרות שהנוסע נבדק בסמוך לטיסה ונמצא שאינו נשא/חולה. סעיף זה יופעל לאחר התארגנות ופיילוט שייערך במשך שבועיים עד חודש (בהם נוכל לכמת את השפעות ההסדר על הסיכון לאוכלוסייה). במידה שהפיילוט יצליח נעבור לסקלה מלאה בהקשר לאזורים ירוקים. מוצע לדרוש 2 בדיקות PCR שליליות עוקבות בהפרש של יום יומיים שתהיינה מוכרות בין שתי המדינות (מדינת היעד ומדינת המוצא) שתוקפן יהיה לימים בודדים (3 עד 4 ימים) ויאפשרו כניסה ללא בידוד. באשר לאפשרות לבצע בדיקה סרולוגית מסוג IgG, דעתנו שאין השיטה מוכחת כיום מדעית ברמה מספקת בכדי לספק לאדם תג "מחוסן לקורונה" (ראה התייחסות בסעיף 3.2.3).**

⁶⁴<https://medium.com/@tomaspeuyo/coronavirus-prevent-seeding-and-spreading-e84ed405e37d>

ה. **ההדבקה גבוהה יותר במשרדים בעלי מרחב פתוח** עם עובדים בצפיפות גבוהה רבים מהעובדים חוששים לחזור למקומות אלו בגלל שהם נחשפים שם לאוויר המשותף למאות אנשים. במקומות אלו כבר קיימות מערכות מיזוג אוויר מרכזיות ויש להוסיף להן, כמו במטוסים, אלמנט מטהר וירוסים/חיידקים, מחיצות שקופות להפחתת הדבקה. התקנת מסננים כאלו באולמות ספורט, קניונים, תאטראות, אולמות קולנוע ואירועים תיתן עדיפות למי שהתקין אותן בהחזרתם לפעילות רגילה.

ו. **מה ניתן ללמוד מפעולות שבוצעו עד כה?** בחודשים פברואר עד אמצע מאי. ננסה לדרג זאת בסדר חשיבות יורד.

1. שליטה על כניסת חולים הבאים מחוץ למדינה הינו צעד הכרחי שהוחל ברב המדינות שהתמודדו בהצלחה.

2. ריחוק חברתי הכולל ריווח בין אנשים, מסכות ואמצעים אחרים להפרדה בין אנשים משותפים לכל המדינות שהתמודדו בהצלחה.

3. איסור התקהלות. בחלק 5 של הסדרה של החוקר העצמאי Tomas Peuyo, שרכש לעצמו יוקרה בניתוחי המגפה שלו, מוסבר שככל שכמות המשתתפים במפגש גדלה, כן אחוזי ההדבקה המתקבלים גבוהים יותר. עם זאת, במידה שהמפגש פסיבי יחסית, בו שהמשתתפים אינם יושבים זה מול הרסס של האחר ואינם מדברים/שרים/לועסים וכד', אזי הוא בטוח יחסית במידה שהמשתתפים עוטים מסכות ואינם דחוסים. לכן ניתן לשקול מתן הרשאה לקיומם של אירועים של מאות בודדות של אנשים הנמנעים מהצטופפות והתחככות, בעיקר בסיטואציות פסיביות בעיקר (אולם קונצרטים, אולם קולנוע, הרצאות).

4. אי קיום אירועים המוניים של מאות רבות במקומות סגורים ואלפים גם במקומות פתוחים.

5. בידוד חולים מחוץ לביתם למניעת הדבקה של משפחות.

6. בתחבורה ציבורית של הסעת המונים יש לתת עדיפות למיניבוסים, לאוטובוסים בדילול, לנסיעות קצרות לעומת ארוכות. רכבות הנן האמצעי המרכזי להסעה המונית של אנשים. מוצע, במקום לדלל את כמות הנוסעים ברכבות (הגבלה קשה לשליטה), לשקול הסטה של רכבות מקווים לא עמוסים, לתגבור קווים רבי ביקוש. בכך נשיג את הקלת הצפיפות ברכבות ונפצה ע"י הסעות מוזלות במיניבוסים או באוטובוסים מדוללים.

נספחים

נספח לפרק רקע היסטורי

לוח נ-1: מגפות⁶⁵

שנה	המגפה	מדינות עיקריות	מדינת/ אזור מוצא	תמותה	גל שני של המגפה	הערות
1889-1890	השפעת הרוסית או האסייתית נגיף מסוג H3N8	אירופה וארה"ב	אירופה	כ-מליון איש	----	המחוסנים משפעת זו היו המבוגרים שלא נפגעו בשפעת הספרדית של 1918
פברואר 1918 (גל ראשון) שפעת ספרדית	שפעת קלה משך מחלה ממוצע - 3 ימים נגיף שפעת H1N1	ארה"ב ואירופה	מערב אירופה	נמוכה, כ-0.1% מכלל החולים	החל באוגוסט 2018 מי שחלה בגל השפעת הראשון לא חלה בגל השפעת השני - התחסנות טבעית	אפריקה דרום אמריקה וקנדה לא נפגעו הערכה שכ-7% מהחיילים חלו במחלה ללא תסמינים
1918-1919 החלה באוגוסט	"השפעת הספרדית" תסמינים של דלקת ריאות נגיף שפעת H1N1	כל העולם	מערב אירופה, בארה"ב - החלה בבוסטון עם חיילים שהגיעו לנמל החולים (0.1% תמותה ממוצעת משפעת רגילה)	0.5 מיליון אמריקאים, בעולם בין 20-50 מיליון מתים שיעור תמותה 2.5% מכלל החולים (0.1% תמותה ממוצעת משפעת רגילה)	1918-1919 "השפעת הספרדית", שפעת סוג A(H1N1) חזרה בצורה בינונית 1933-1935 בני 70-74 וצעירים בני 20-40	עקומת מקרי המוות הייתה בצורת W בשלוש נקודות השיא היו תינוקות וילדים מעד גיל 5, קשישים בני 70-74 וצעירים בני 20-40
1957-8	שפעת אסייתית זן H2N2	כל העולם	המזרח הרחוק/סין	1.5 מיליון מתים בעולם בארה"ב - 70,000 מתים הוגדרה כפנדמיה עולמית	הנגיף "האסייתי" מסוג A(H2N2) עבר שינוי מסוג 'העברה' והפך להיות לנגיף המוכר לנו בשם שפעת הונג קונג" מסוג A(H3N2)	

⁶⁵ קולטה גיינה, וירוס, עולם בצל מגפת השפעת בשנת 1918, הוצאת מטר, 2020.

שנה	המגפה	מדינות עיקריות	מדינת/ אזור מוצא	תמותה	גל שני של המגפה	הערות
1968-69	שפעת הונג קונג H3N2 זן	כל העולם		בארה"ב 34,000 בעולם כמיליון איש	הוגדרה כפנדמיה עולמית	צעירים חלו יותר חולים שהיו בני 60 ומעלה בשנת 1968 היו בעלי חסינות מסוימת כנגד נגיף השפעת, חסינות שנרכשה כנראה בתקופת חייהם כצעירים בסביבת המוטציה הנוכחית של השפעת
פברואר 1977-78	שפעת החזירים זן H1N1 – תת זן A		התפרצות רחבה צפון אמריקה ומקסיקו	שעור תמותה 0.01% ל- 0.08%, מכלל החולים בין 151 ל-575 אלף בני אדם	חוזרת כל 4-5 שנים ההערכות הן שבין 2009 לסוף ל-2010 נדבקו בשפעת בין 11% ל-21% מכלל אוכלוסיית כדור הארץ- בין 700 מיליון ל-1.4 מיליארד בני אדם	2010, 2009, 2015, 2019
1997	שפעת העופות H5N1	זוהה בדרום- אפריקה (1961) אובחן כתוקף בני אדם בהונג קונג			(כ-70% מאלו שנדבקו במחלה היו מתחת לגיל 20)	השמדת 1.5 מיליון תרנגולות ועופות בהונג קונג
2002-2003	SARS-CoV	סין		10% שעור תמותה מכלל החולים	לא	נעלם ולא חזר מאז
- 2012	MERS-CoV	איחוד האמירויות		נע בין 36% ל- 40% תמותה מכלל החולים	2015 אותרו חולים חדשים במזרח הרחוק- שנדבקו באיחוד האמירויות- ערב הסעודית	
2014-2016	אבולה	אפריקה		11,315 אנשים מתוך 28,616 שנדבקו במחלה – 39.5% תמותה מכלל החולים	אנדמית/קבועה באפריקה מזה 40 שנים	מאגר המחלה- בבעלי חיים

נספח לפרק 1: מודל ה-SIR, תכונותיו, והדגמתו לגבי מדינות נבחרות

1. המודל – משוואות, מה יש בו ומה אין הוא יכול לתת?

ישנם מודלים רבים לתיאור התפתחות מגפות, חלקם פשוטים וחלקם מורכבים בצורה קיצונית. נתמקד בשנת 1927 בעקבות המגפה הספרדית, במודל הפשוט ביותר שנכתב על ידי Kermack and McKendrick⁶⁶

הנקרא מודל (SIR (Susceptible, Infectious, Recovered.

המשתנים הם:

מספר החולים (הנדבקים) - I ;

מספר האנשים הרגישים למחלה - S ;

מספר האנשים שכבר חלו ולא יכולים לחלות עוד (למשל כי הם פיתחו חסינות, או נפטרו) - R.

גודל האוכלוסייה כולה הוא סך כל האנשים הללו: $N=S+I+R$.

ההנחה הראשונה במודל היא שלכל פרט באוכלוסייה יש בדיוק את אותו הסיכוי להדבק מאדם שבא איתו במגע, לכן הסיכוי p הממוצע של אדם להדבק ולהדביק זהה.

מספר האנשים שידבקו במחלה בכל רגע הוא מתכונתי למספר הזוגות של הרגישים למחלה ושל אלו שנדבקו,

$$p \cdot I \cdot S, \text{ ולכן השינוי במספר הרגישים למחלה הוא: } dS/dt = -p \cdot I \cdot S$$

נסמן ב-d את הקצב הממוצע לחולה לתמותה/להחלמה (במודל הפשטני הזה, לא מבדילים בין השניים, כי

שניהם "יוצאים מהמשחק") ולכן קצב השינוי במספר המחלימים/מתים הוא $dI/dt = d \cdot I$.

המשוואה האחרונה מניחה שאף אחד לא עוזב או מצטרף לאוכלוסייה, ולכן סה"כ הפרטים באוכלוסייה (כולל המתים) נשאר קבוע, וקצב השינוי במספר החולים הוא סכום המשוואות האחרות בסימן הפוך:

$$dI/dt = -d \cdot I + p \cdot I \cdot S$$

שלוש המשוואות המתארות את התפתחות שלש האוכלוסיות במגפה (הרגישים, הנדבקים, המתים+ המחלימים) במודל הן אם כן:

$$(1) \quad dS/dt = -p \cdot I \cdot S$$

$$(2) \quad dI/dt = p \cdot I \cdot S - d \cdot I$$

$$(3) \quad dR/dt = d \cdot I$$

⁶⁶ Kermack, W.O. and McKendrick, A.G. (1927) "A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics", *Proceedings of the Royal Society A*. 115 (772), 700-721

2.2.10 Five key epidemiological roles of the reproduction numbers

To recap, we have seen that R_e plays the following five key epidemiological roles:

1. R_e is a threshold value for an epidemic: an epidemic will occur if $R_e > 1$.
2. The initial exponential growth rate of an epidemic is $(R_e - 1)\nu$.
3. The critical vaccination threshold for herd immunity is $1 - 1/R_e$.
4. Assuming a fully susceptible initial population, the maximum fraction of infected individuals satisfies $I_{\max}/N = 1 - (1/R_0)(1 + \log R_0)$.
5. Assuming a fully susceptible initial population, the percentage of susceptible individuals $S(\infty)/N$ at the end of an epidemic is the root of the transcendental equation $\log(S(\infty)/N) = R_0((S(\infty)/N) - 1)$.

Where:

R_e - the effective reproductive number

ν - 1/ the length (in days) of the infection period by an infected individual (D in this report)

מה אפשר להסיק רק מידע מספר הריבוי הבסיסי R_0 ומשך תקופת ההדבקות, D .

1. הקצב המעריכי של הגידול בתחילת המגפה הוא $(R_0 - 1)/D$. מהידע על ערכי מספר הריבוי הבסיסי R_0 בסין (בין 2 ל-3), ומשך תקופת ההידבקות (16-8) ימים, אפשר לקבל הערכות על ממדי המגפה בלי שיהיו נתונים מקומיים: עבור $R_0=3$ ו- $D=8$ מתקבל קצב הגידול המעריכי המירבי הוא 0.375 (זמן הכפלה של 2.8 ימים).
2. בהנחה שאוכלוסיית הנגישים למגפה היא כלל האוכלוסייה, השיעור המירבי של מספר הנדבקים היומי הוא: $I_{\max}/N = 1 - (1/R_0)(1 + \log(R_0))$. עבור $R_0=3$, מתקבל שהשיעור המירבי של מספר הנדבקים היומי הוא כ-30%, ומספר הנדבקים הכולל הוא 90% מהאוכלוסייה.
3. שיעור הנגישים בסוף המגפה אינו 0, שיעור הנדבקים הכולל אינו 100% אלא ניתן לחישוב על ידי פתרון משוואה טרנסצנדנטית: $\log\left(\frac{S(\infty)}{N}\right) = R_0\left(\left(\frac{S(\infty)}{N}\right) - 1\right)$. ערכים אלו אם ייוחסו לעיר גדולה בישראל (200,000 תושבים), יתנו מספר כולל של נדבקים של 180,000, ומספר נדבקים מירבי יומי של 60,000, מספרים שמערכת הבריאות של אותה עיר תקרוס הרבה לפני כן. ואולם בחישוב הנ"ל מניחים שערכו של R_e לאורך התפתחות המגפה משתנה רק דרך השינוי במספר אנשים שכבר נדבקו וכאלה שיצאו מה"משחק", קרי החלימו או נפטרו, ואז קטן מספר הנדבקים שניתן להדביקם (ובסוף התפתחות המגפה הדבר מוביל לחסינות העדר), קרי: הנקודה שבה שבר הפרטים שניתן עדיין להדביק, f , קטן במידה כזו

⁶⁷ Howard (Howie) Weiss, "The SIR Model and the Foundation of Public Health", *MATerials MATemàtics* Volume 2013, treball no. 3, 17 pp. ISSN: 1887-1097, Publicació electrònica de divulgació del Departament de Matemàtiques de la Universitat Autònoma de Barcelona

ש- $R_0 \cdot f < 1.0$. במקרה של $R_0 = 3$ פירושו ש- $f = 0.3$, 70% מהאוכלוסייה צריכה להידבק. מלבד במקרים קיצוניים (זכורה התפרצות המגפות שהביאו איתם הספרדים כשכבשו לפני 500 שנה את מרכז ודרום אמריקה - כשבמקסיקו ופרו נותרו 10 מיליון ילידים מתוך 60 מיליון!) ההתערבות האנושית להקטנת התפשטות המגפה (מסכות, ריחוק, בידוד....) הקטינה משמעותית את f (ולכן את Re) דרך הקטנת מספר הפרטים שעלולים להידבק על ידי אינטראקציה עם פרט שנדבק, עוד בטרם ההגעה לשלב בו הקטנת f תתרחש דרך הקטנת מספר המגעים של הנדבקים, על ידי הדבקת חלק משמעותי של האוכלוסייה (חסינות עדר).

2. התאמת המודל עם פרמטרי אוסטריה לישראל ובחינת יכולת הניבוי של המודל במדינות שונות

2.1 התייחסות ליכולת הניבוי של המודל בפרמטרי המגפה בישראל ואוסטריה (מגפה "נורמלית")

באיור נ-1.1 א-אנחנו מדגימים שכאשר התפתחות המגפה "נורמלית", כלומר היא בממוצע דומה לפעמון (לא דווקא סימטרי), ניתן לנבא במידה סבירה את התפתחות המגפה, קרי – מספר הנדבקים המאומתים וזמן סיום המגפה, בקירוב בסוף המחצית הראשונה של המגפה.

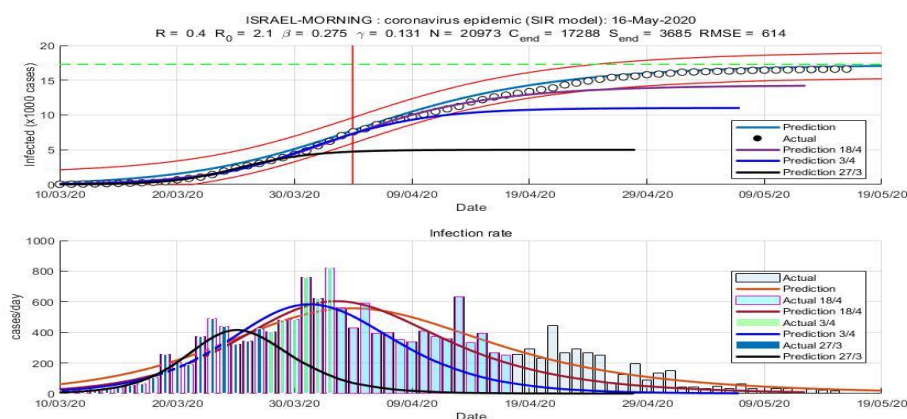
באיור מצוירים 4 קוים : בראשון (שחור) התאמת פרמטרי המודל נעשית בעזרת הרבע הראשון של העקומה (עד אמצע העלייה, ב-27.3), בשני (כחול) התאמה נעשית באזור שיא העקומה (3.4), בשלישי (magenta) ההתאמה נעשית באמצע הירידה (18.4) ובאחרון (אדום) ההתאמה נעשית על פי כל התוצאות עד 16.5. נראה כי כבר במחצית הדרך ההתאמה סבירה, לצורך ניבוי התוצאה ותאריך הסיום במסגרת של 50%, ואילו ניבוי משלב העלייה של העקומה, נחטיא את הניבוי בפקטור 3 לערך.

באיור נ-1.1 ב-בחרנו להדגים משמעות הניבוי בזמנים מוקדים הקרובים לפרוץ המגפה, עוד טרם הצטברו מספיק נתונים בעזרתם אפשר להתאים באופן סביר את פרמטרי המודל. אפשר לראות ששיטת הריבועים המינימליים שבעזרתם אנו מחפשים את ה"התאמה הטובה ביותר", נותנת תוצאות ספורדיות מעלה ומטה ולעיתים גם אינה מתכנסת.

ב-23.3, תאריך בו התקיימה ישיבת ממשלה לילית ושבח הוצגו נתונים שניבאו כמיליון חולים ו-10,000 מתים, שהועברו לציבור על ידי ראש הממשלה ומנכ"ל משרד הבריאות בשידור טראומטי - מודל ה-SIR, שהפרמטרים שלו הותאמו לפי הנתונים לשבועיים 23.3-10.3, מנבה מקסימום 36,000 חולים (נדבקים). באיור נ-1.1 ב-מוצגים הניבויים של המודל בתאריכים ה-23.3 וה-27.3 וניתן לראות בו את התנודתיות הרבה של ניבוי המודל כאשר על פי הנתונים שהיו ידועים עד ה-23.3 התקבל המקסימום בתוצאת הנדבקים במודל ה"סיר".

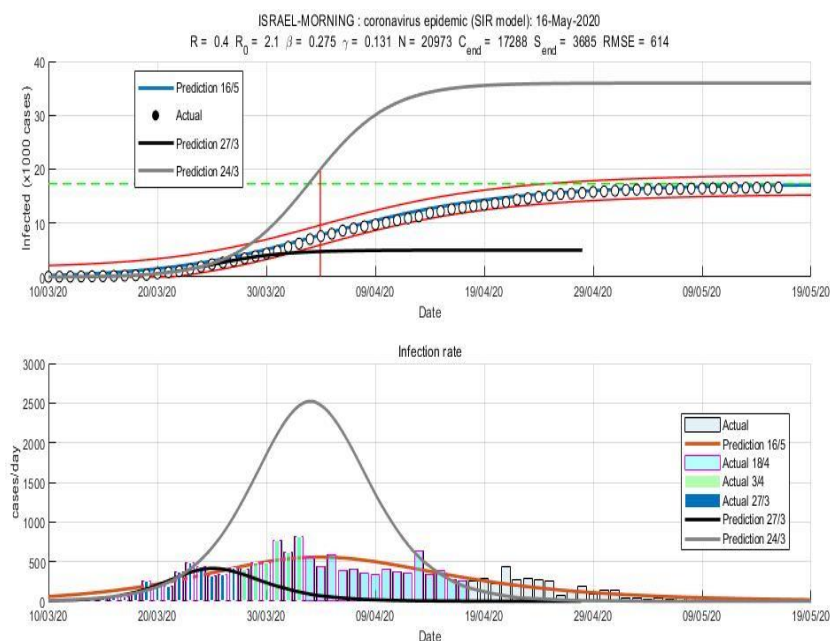
איור נ-1.1-א: תוצאות מודל ה-SIR לישראל כאשר המקדמים מותאמים לפי נתוני ההידבקות רק עד זמן

מסוים (עד אמצע העלייה, עד לשיא, עד אמצע הירידה, עד הסוף)



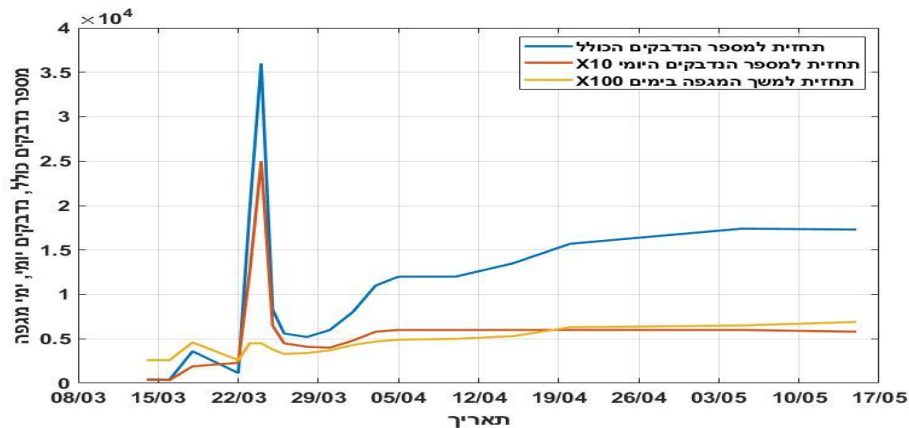
איור נ-1.1-ב: תוצאות מודל ה-SIR לישראל שמוותאם להיסטורית ההידבקות עד לתאריכים מוקדמים

בלבד (24.3 ו-27.3) בהשוואה לתוצאה בסיום המגפה (19.5 על פי ניבוי המודל מה-16.5)



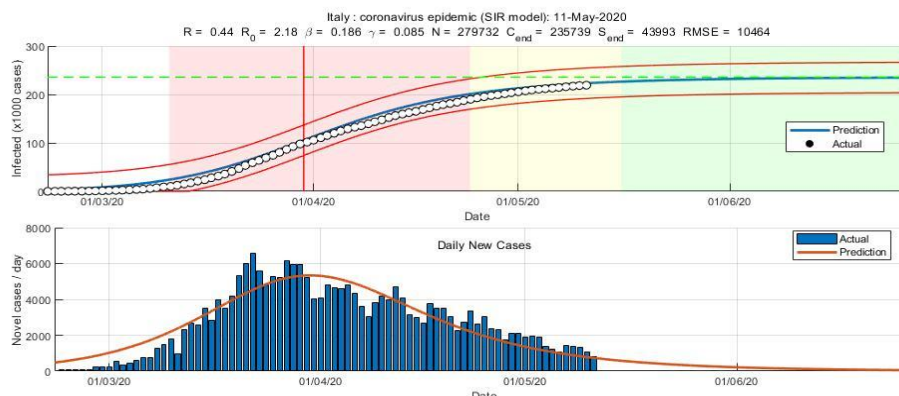
באיור נ-1.1-ג, אנו מציגים את תוצאות הניבוי של מודל ה-SIR, כתלות בתאריך שעד אליו אנו משתמשים בנתוני הנדבקים המאומתים, עבור הפרמטרים הבאים: מספר הנדבקים המאומתים החזוי עד סוף המגפה, השיא במספר הנדבקים ומשך המגפה (בימים). נראה כי די מהר, בסביבות 5.4, מתייצב ערך השיא על ערך קבוע בעוד שמספר הנדבקים ממשיך לגדול – הגידול הזה משויך לגידול בזמן המגפה. למעשה ניתן לראות את התופעה הזו באיור נ-1.1-א, ככל שאנו מתקדמים בזמן הבחינה על פי הנתונים עד לאותו היום. נשאר שיא הנדבקים בערך דומה של כ-600 נדבקים ליום, אך זמן סיום המגפה מוזז יותר ויותר, ויחד ז גם המספר הכולל החזוי של הנדבקים (הערה: גם ההתפרצות החדשה שקרתה בסוף מאי – לא שינתה את שיא הנדבקים כ-600) במודל, אבל המשיכה לתרום להזזת משמעותית בזמן סיום המגפה).

איור נ-1.1-ג: תחזית למספר הנדבקים הכולל, למספר הנדבקים היומי המירבי (10X) ולמשך המגפה בימים (100X) בישראל על פי מודל SIR שהפרמטרים בו הותאמו לפי כל הנתונים עד לתאריך הרשום

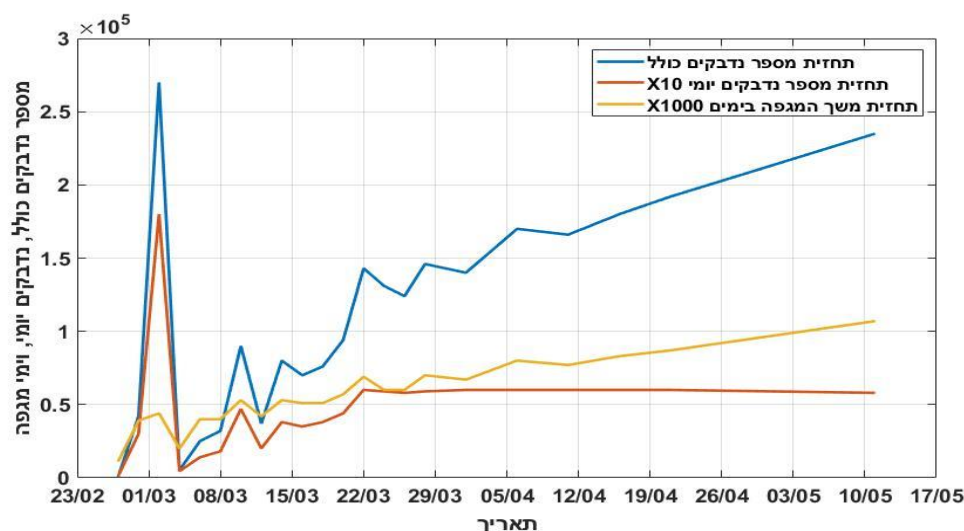


נבחן עתה האם גם באיטליה שם הייתה התפרצות קשה של המגפה, ההתנהגות דומה. באיור נ-1.1-ד מוצגת התפתחות מספר הנדבקים באיטליה. כבר מאיור זה נראה שהתפתחות הזמנית של המגפה מורכבת ממספר גדול של התפרצויות של כשבוע. באיור נ-1.1-ה אנחנו חוזרים ומציגים, בדומה לאיור נ-1.1-ג, את ההשתנות הזמנית של פרמטרי חישוב ה-SIR (מספר הנדבקים, שיא ההידבקות ומשך המגפה) באיטליה. ההבחנה שצינו לגבי ישראל בולטת עוד יותר באיטליה: שיא מספר הנדבקים היומי נשאר קבוע בקירוב (ראה גם איור נ-1.1-ד) והפרמטר הקובע את עליית מספר הנדבקים הוא השינוי הרצוף במשך המגפה, תופעה המאפיינת סדרת התפרצויות המתרחשת בזו אחר זו באזורים שונים.

איור נ-1.1-ד: תוצאות מודל SIR לאיטליה



איור נ-1.1-ה: מודל SIR לאיטליה, תחזית למספר הנדבקים הכולל, למספר הנדבקים היומי המירבי ולמשך המגפה בימים, כאשר מקדמי המודל מותאמים על פי הנתונים על לתאריך הרשום



לסיכום: נראה כי במקרים רבים התפתחות המגפה היא סופרפוזיציה של התפרצויות שכל אחת אורכה כשבוע-שבועיים אבל אורך המגפה נקבע במידה רבה על ידי מספר ההתפרצויות הללו במדינה המדוברת. במחקר המשך נדון כיצד ניתן אפיין פרמטרים של התפרצות בודדת ואחר כך לחבר מספר התפרצויות בזו אחר זו.

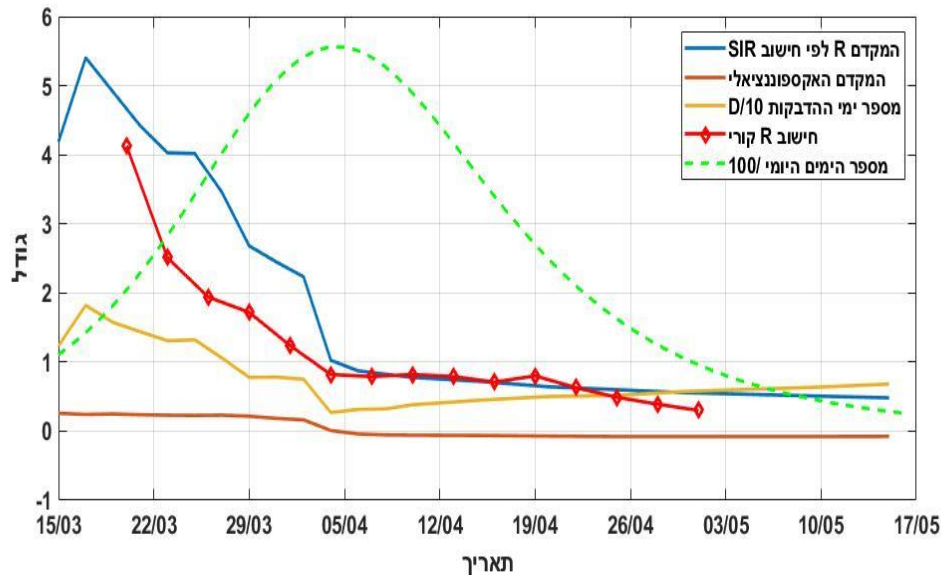
נחזור עתה לחישוב מקדם ההידבקות האפקטיבי Re . באיור נ-1.1-ו אנו משווים את חישוב Re לפי חישוב Cori⁶⁸ המבוססת על היסטוגרמת החולים הנדבקים היומית המפורטת, עם הערכת Re על בסיס תוצאות מודל ה-SIR. הערכת Re מתוך חישובי SIR נמצאת בהתאמה טובה עם הערך שמתקבל מחישוב מדויק על בסיס ההיסטוגרמה היומית ושמיאה בחשבון את פילוג זמני ההדבקה. באיור מצוירים גם מספר הנדבקים המאומתים על פי מודל ה-SIR, הערכת D (משך ההדבקה הממוצע של נשא) על פי מודל ה-SIR, ומקדם הגידול האקספוננציאלי $(Re - 1)/D$ המתקבל מתוך הערכת Re ו- D על מודל ה-SIR.⁶⁹

⁶⁸ Anne Cori, Neil M. Ferguson, Christophe Fraser and Simon Cauchemez, "A New Framework and Software to Estimate Time-Varying Reproduction Numbers during Epidemics", *American Journal of Epidemiology* 178, 1505 (2013) (<https://medium.com/@tomaspuoyo/coronavirus-prevent-seeding-and-spreading-e84ed405e37d>).

⁶⁹ Weiss, לעיל.

איור נ-1.1: תוצאות מודל SIR למשך ההדבקה הממוצע D (צהוב, 10X ימים), לערכו של Re (כחול) ולמקדם האקספוננציאלי $(Re - 1)/D$ (חום) והשוואתו לחישוב Re של Cori (אדום) מתוך היסטוגרמת החולים הנדבקים המפורטת (איור נ-1.1-א)

בירוק – מספר הנדבקים היומי בישראל על פי מודל SIR (איור נ-1.1-א)



2.2 התאמת מודל ה-SIR להתפתחות המגפה ב-8 מדינות שונות

אבל לא בכל המדינות התפתחות המגפה היא כמו בישראל ובאוסטריה. בחרנו להציג את התפתחות המגפה במספר מדינות שהיה בהן משהו חריג או שונה מהתנהגות ה"סטנדרטית" כשלכל אחת יש אופיין ייחודי לה. בנוסף נציג את תוצאות מודל ה-SIR עבור אותה מדינה (בדיעבד, על בסיס התאמת הפרמטרי המודל לכל היסטוגרמת הנדבקים המאומתים).

באיורים נ-1.2 א, נ-1.2 ב ונ-1.2 ג מוצגות התוצאות עבור: סינגפור, דרום-קוריאה, טאיוון, שבדיה, ארה"ב ובריטניה (מעבר לישראל, אוסטריה ואיטליה שהוצגו בסעיפים קודמים).

בלוח נ-1.1 (נכון ל-20.5 בערך) מוצגות התוצאות (גודל האוכלוסייה (במיליוני אנשים), מספר הנדבקים המאומתים, מספר הנפטרים והאחוז שהם מהווים מהנדבקים המאושרים).

לוח נ-1.1 : היקף האוכלוסייה, מספר הנדבקים המאומתים, מספר הנפטרים ואחוז הנפטרים מהנדבקים. לקוח ב-20.5⁷⁰

Country	total diagnosed	total dead	%dead	population(mil)
USA	1600000	94000	6.0	331
spain	280000	28000	10.0	46.7
UK	250000	36000	14.4	67.8
Italy	230000	32000	14.2	60.5
France	180000	28000	15.5	65.2
Sweden	32000	3800	12.1	10.1
Singapore	29000	22	0.1	5.8
Japan	17000	770	4.6	126.5
S Korea	11000	260	2.4	51.2
Taiwan	440	7	1.6	23.8
Israel	16000	250	1.5	9.1
Austria	16000	600	4.0	8.9

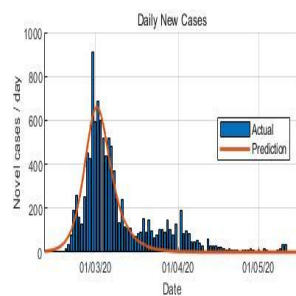
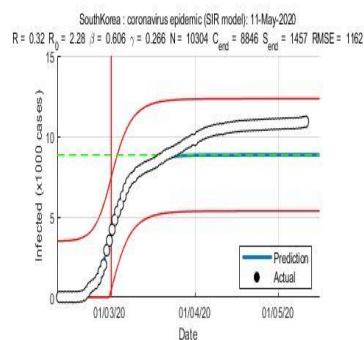
הבחנות עיקריות:

1. **בסינגפור** - למרות שאחוז הנדבקים הוא כ-5% מהאוכלוסייה הרי שאחוז הנפטרים מבין הנדבקים קטן באופן יוצא דופן (0.1% לעומת 1.5-15% במדינות השונות – ראה לוח נ-1.1). יתכן ולא מתקיימת ספירת החולים ואו המתים מקרב הפועלים הזרים הרבים (רובם ממלזיה). מאז ה-20.5 היו מספר התפרצויות נוספות בסינגפור ולא נראה שיש שם דעיכה של מספר החולים.
2. **בדרום קוריאה** - ניתן לראות את ההתפרצות הגדולה בהתחלה (כמעט כולם הם חברי הכנסיה שהדביקו זה את זה בעיר הרביעית בגודלה בדרום קוריאה, וקבוצה מהם שהתה בישראל במחצית השניה של פברואר, ויתכן בהחלט שהיתה מייבאת הקורונה לישראל, יחד עם הזרים שהגיעו לארץ בטיסות). מיד אחר כך רואים את הדיכוי היעיל והמהיר מאד של המגפה, בעיקר על ידי צוותי בדיקה, תחקור ואיתור מיומנים מאד שסגרו מעגל בתוך 24-48 שעות ובכך קטעו את התפתחות שרשרות ההדבקה. יחד עם זאת - בהמשך ועד היום התרחשו מספר התפרצויות שרוסנו. באשר להתאמת מודל ה-SIR - ניתן להתאים את פרמטרי המודל כך שיתאימו לגל הגדול הראשון אך לא ניתן לתאר את ההתפרצויות הבאות.
3. **בטייוואן** - שהיא המדינה שנפגעה הכי פחות ממגפת הקורונה בעיקר בגלל שלושה דברים: בידוד מיידי של המדינה, הטיפול היעיל ומהיר באיתור מוקדי ההתפרצות וגדיעת השרשרות מהם, והאוכלוסייה הצעירה יחסית בטייוואן. במספרים נמוכים כל כך של הדבקות ספורדיות קצרות – אין משמעות להתאמת מודל כלשהו ובוודאי שלא מודל ה-SIR.

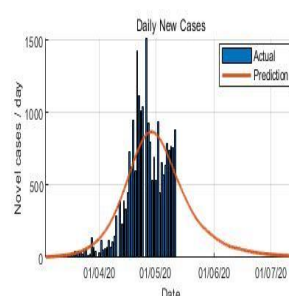
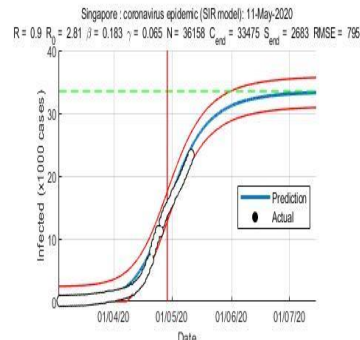
⁷⁰ Kermack, W. O.; McKendrick, A. G. (1927). "A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics". Proceedings of the Royal Society A. 115 (772): 700–721

4. **בשבדיה** לעומת זה נהגה בגישה ההפוכה לזו שננקטה בכל העולם – לא הכניסו את האוכלוסייה המטרה להגיע ל"חיסון עדר" שפירושו מעל 70% של נדבקים, כלומר מעל 7 מיליון נדבקים!! השבדים איבדו שליטה על ההתפרצויות שהחלו להתרחש בהרבה ערים ובעיקר בבתי האבות. באמצע מאי הגיע מספר הנדבקים בשבדיה לפי 2 מאשר בישראל ואוסטריה ומספר המתים הגיע לפי 15 מהמספר בישראל ופי 7 מהמספר באוסטריה (שם % גילאי ה-65+ דומה). לאחרונה הודה מוביל הצוות הממשלתי בכישלון תהליך "חיסון העדר" בו בחרה שבדיה. אם מסתכלים על גרף הנדבקים – אפשר לראות שלמשך תקופה ארוכה נשאר מספר הנדבקים היומי על כ-600-700 נדבקים וטרם ברור מתי המספרים יחלו לרדת.
5. **בארצות הברית** רואים באופן ברור את שהוסבר בסעיף 2.1 של הנספח – המגפה נודדת ממדינה למדינה (מהמזרח מערבה) ואפשר לתאר את התפשטות המגפה כאוסף של גאוסיאנים בני שבוע-שבועיים שמתחברים זה לזה, כאשר כל גאוסיאן מופיע בתורו. לא ניתן לתאר התפתחות הטרוגנית זו בעזרת מודל הומוגני (ראה סעיף 1.4) ונכון לאמצע מאי המגפה לא נראית כדועכת.
6. **בריטניה** החלה את הטיפול בקורונה בשיטת "חיסון העדר" שגרם, כמו בשבדיה לנדבקים רבים. המומחים וראש הממשלה החליטו לחזור בהם, מאוחר מדי כדי לעצור את המגפה אבל כנראה שמוקדם מספיק כדי לא להגיע לאסון בקנה מידה גדול הרבה יותר.

דרום קוריאה

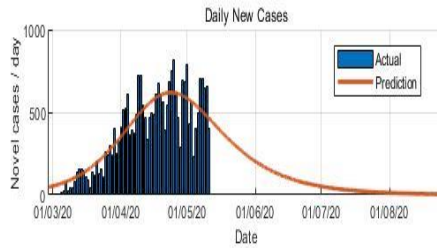
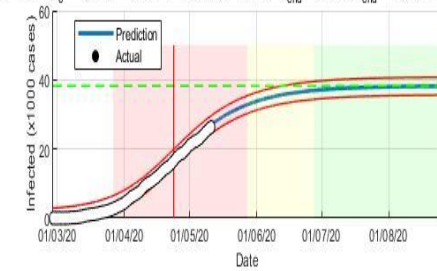


סינגפור : איור נ-1.2-א



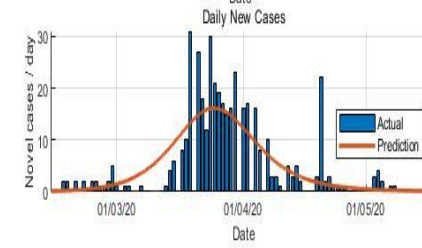
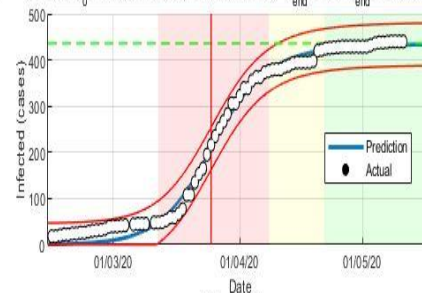
שבדיה

Sweden : coronavirus epidemic (SIR model): 11-May-2020
 $R = 0.87$ $R_0 = 1.84$ $\beta = 0.157$ $\gamma = 0.085$ $N = 51116$ $C_{end} = 38265$ $S_{end} = 12851$ $RMSE = 860$



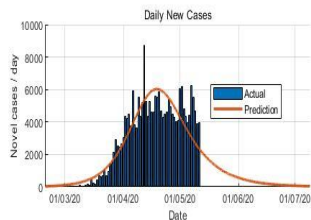
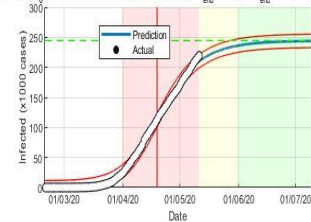
איור נ-1.2-ב: טאיוואן

Taiwan : coronavirus epidemic (SIR model): 11-May-2020
 $R = 0.06$ $R_0 = 7.4$ $\beta = 0.182$ $\gamma = 0.025$ $N = 436$ $C_{end} = 436$ $S_{end} = 0$ $RMSE = 15$



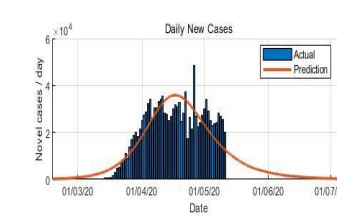
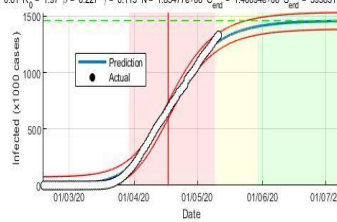
בריטניה

United Kingdom : coronavirus epidemic (SIR model): 11-May-2020
 $R = 0.64$ $R_0 = 1.92$ $\beta = 0.233$ $\gamma = 0.121$ $N = 315719$ $C_{end} = 244551$ $S_{end} = 71168$ $RMSE = 3733$



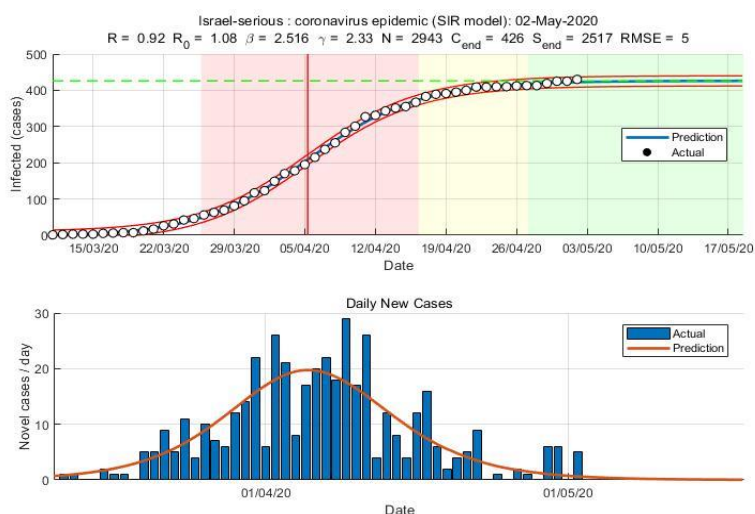
איור נ-1.2-ג: ארה"ב

United States : coronavirus epidemic (SIR model): 11-May-2020
 $R = 0.61$ $R_0 = 1.97$ $\beta = 0.227$ $\gamma = 0.115$ $N = 1.85477e+06$ $C_{end} = 1.46094e+06$ $S_{end} = 393831$ $RMSE = 24862$

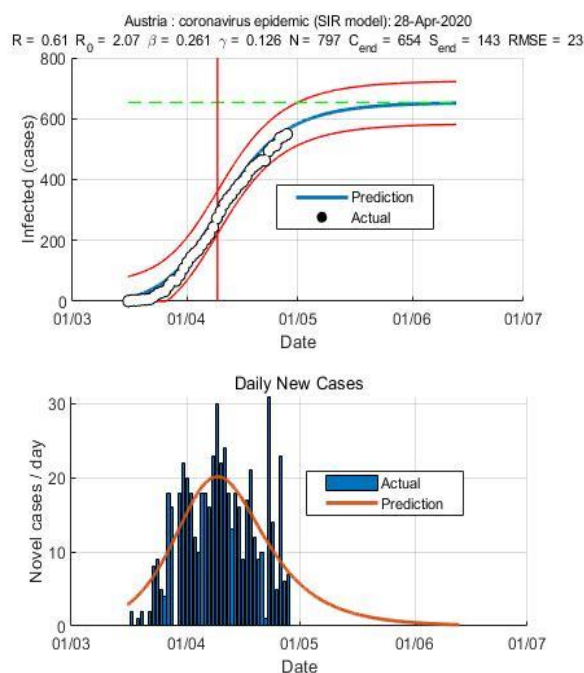
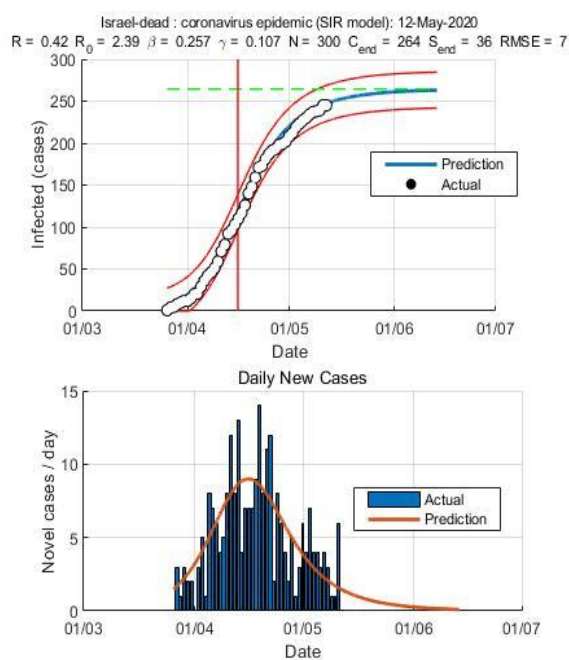


2.3 התאמת מודל ה-SIR לניבוי החולים קשה והמתים

איור נ-1.3: התאמת המודל לחולים הקשים בישראל (2/5-ב-420)



איור נ-1.4: התאמת המודל למתים באוסטריה (מימין, 28/5-ב-650) ובישראל (משמאל, 12/5-ב-260)



נספח לפרק 2: נתונים נלווים

לוח נ-2.1: נתונים מאקרו כלכליים - צמיחת תוצר ואבטלה בישראל, אוסטריה ודרום קוריאה

		צמיחת תוצר לנפש, אחוזים	אבטלה, אחוזים*	גרעון, אחוזים מהתמ"ג
2020	ישראל	-8.1	12.0	10.2
	אוסטריה	-7.6	5.5	7.1
	דרום קוריאה	-1.2	4.5	1.8
	טאיוואן	-4.1	4.4	1.3
2021	ישראל	3.0	7.6	5.9
	אוסטריה	3.8	5.0	1.6
	דרום קוריאה	3.3	4.5	1.6
	טאיוואן	3.5	4.0	1.2

* יש להיזהר בהשוואת נתוני האבטלה. בישראל נספרים עובדים בחל"ת כמובטלים, באוסטריה התהליך שונה כמוסבר להלן.

מקור: קרן המטבע הבינלאומית,

<https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2020/01/weodata/weoselgr.aspx>

לוח נ-2.2: אוכלוסיית ישראל מעל לגיל 65 - תוחלת חייה וגודלה בשנת 2017

גיל	תוחלת חיים	גודל אוכלוסייה*
65	19.0	341
70	15.2	235
75	11.8	170
80	8.8	128
85	6.7	77
90	4.8	36
95	3.4	12

* באלפים, בתוך קבוצת הגיל עד למדרגה הבאה.

מקור: למ"ס, שנתון סטטיסטי לישראל 2018, לוחות 2.3, 3.7.

לוח נ-2.3: אוכלוסייה, תחלואה ותמותה לפי קבוצות גיל, אוסטריה (עדכון ל-5.5.20)

קבוצת גיל	התפלגות		מדדים		שיעור המיתם ל-1 מיליון איש
	אוכלוסייה	חולים מאומתים	יחס בין התפלגות החולים המאומתים להתפלגות האוכלוסייה	שיעור המיתם מתוך החולים המאומתים	
0—5	4.9%	0.5%	0.1	0%	0
5—14	9.6%	2.3%	0.2	0%	0
15—24	10.7%	9.2%	0.9	0%	0
25—34	13.5%	13.8%	1.0	0%	1
35—44	13.2%	13.9%	1.1	0%	2
45—54	14.6%	20.7%	1.4	2%	7
55—64	14.3%	16.6%	1.2	4%	16
65—74	9.7%	8.9%	0.9	7%	109
75—84	7.0%	8.5%	1.2	16%	333
84+	2.5%	5.5%	2.2	28%	979
סה"כ	8,924,803	56,915	715	1.2%	62

מקור: <https://info.gesundheitsministerium.at/>

<https://www.statista.com/statistics/1109188/coronavirus-confirmed-cases-by-age-group-austria/>

אוכלוסייה - <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

לוח נ-2.4: אוכלוסייה, תחלואה ותמותה לפי קבוצות גיל, ישראל (15 במאי, 2020)

קבוצת גיל	התפלגות		מדדים		שיעור המיתם ל-1 מיליון איש
	אוכלוסייה	חולים מאומתים	יחס בין התפלגות החולים המאומתים להתפלגות האוכלוסייה	שיעור המיתם מתוך החולים המאומתים	
0—9	20%	6%	0.3	0%	0
10—19	16%	15%	0.9	0%	0
20—29	14%	23%	1.6	0%	0
30—39	13%	13%	1.0	0%	2
40—49	12%	12%	1.0	0%	1
50—59	9%	12%	1.3	0%	5
60—69	8%	9%	1.1	1%	27
70—79	5%	5%	1.1	7%	134
80+	3%	4%	1.4	23%	556
סה"כ	8,882,500	15,697	230	1.5%	26

מקור: אוכלוסייה - למ"ס, שנתון סטטיסטי לישראל, לוח 2.3, שנת 2018.

חולים מאומתים - קופת חולים כללית, מספר חולים מאומתים לפי גיל ב-3.5.2020,

https://www.clalit.co.il/he/your_health/family/Pages/corona_in_israel.aspx

מתים - כלכליסט, בהעדר נתונים מעודכנים של מתים לפי גיל, חישוב התפלגות המיתם ב-23.04.2020, המספר המוחלט

של מתים נכון ל-3.5.2020, <https://www.calcalist.co.il/local/articles/0,7340,L-3809054,00.html>

שיעור המיתם - בהעדר נתונים מעודכנים של מתים לפי גיל, חישוב מספר המיתם ב-3.5.2020 מתוך התפלגות המיתם

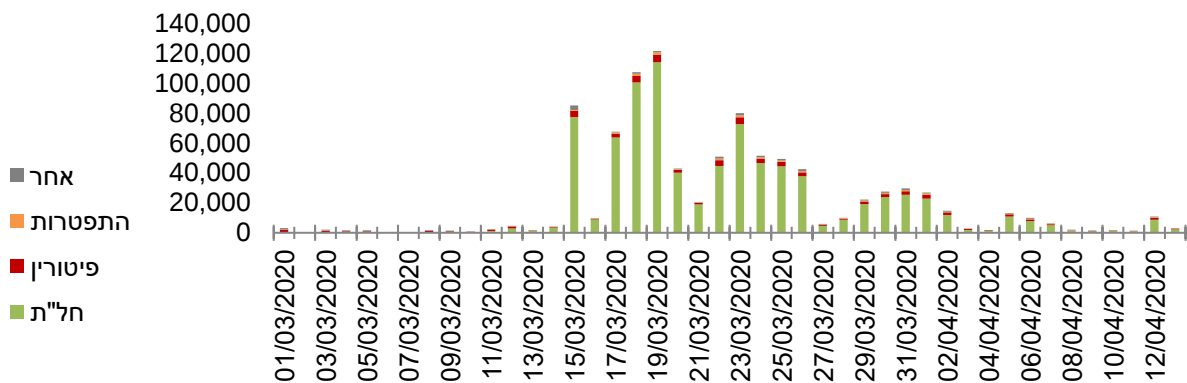
ב-23.04.2020 ואז חישוב שיעור המיתם מתוך החולים המאומתים ושיעור המיתם ל-1 מיליון איש.

לוח נ-2.5: שוק העבודה באוסטריה - ממוצע שעות עבודה לאדם ושבוע, מרץ 2020

חודשי	שבוע ראשון	שבוע שני	שבוע שלישי	שבוע רביעי	
29,6	33,5	32,5	25,0	27,0	סה"כ
41,4	40,6	41,2	40,1	43,2	ענף
31,2	35,9	34,2	27,9	26,8	חקלאות ויערנות
28,5	32,4	31,7	23,3	25,9	תעשייה ומלאכה
					שרותים
					מתוכם:
29,4	33,9	34,0	26,2	23,6	בנין
27,5	33,4	30,1	22,4	23,4	מסחר, אחזקת כלי רכב
24,4	32,5	32,1	11,8	16,2	מלונאות ומסעדות

מקור: https://www.statistik.at/web_de/presse/122993.html

איור נ-2.1: שוק העבודה בישראל - מושבתים בהתאם לסיבה



מקור: שירות התעסוקה.

נספח 3א: מקורות חיצוניים לתגבור רופאים ואנשי צוות נוספים ושינויים נוספים לצורך הערכות

עיתידית

1. תגבור רופאים

- א. רופאים ממחלקות אחרות בבתי החולים שעדיין לא גויסו ושניתן במצב חרום בתוך להכשירם בתוך חודשים ספורים (קודם לגל השני) ושיכנסו לפחות למחלקות פנימיות כדי לשחרר חלק מהפנימיים המנוסים יותר. יש לדאוג שבחודשים שעד להתפרצות הגל השני רופאים אלה יחלקו את זמנם בין מחלקות האם שלהם, לצורך טיפולים אלקטיביים לאחר חודשיים של הפסקה, לבין הכשרתם לתפקידי "פנימיים".
- ב. מתמחים במחלקות האחרות - ניתן לוודא שרוטציות כמו מדעי יסוד בהתמחות יבוטלו ולתת קדימות לרוטציות טיפול נמרץ לכלל הכירורגים ברוטציה כבר מהחודש הקרוב כך שבמקום לעשות רוטציה מרפאתית או מדעי יסוד לפחות יקבלו שלושה חודשי הכשרה בטיפול נמרץ עכשיו, ללא פגיעה משמעותית בתוכנית ההתמחות שלהם. עם זאת, יש לוודא שלא לפגוע במבחני ההתמחות של הרופאים המתמחים, שבוטלו בחודש אפריל ונקבעו מחדש לחודש ספטמבר, ולכן בחודש אוגוסט הם יוצאים לחודש לימודים לפני מבחן.
- ג. מתמחים ישראלים בחו"ל – יש ישראלים לא מעטים ששוהים בתקופות הכשרה בחו"ל. הם העבירו את משפחותיהם לשנתיים ומעבר חזרה לא יהיה פשוט. אולם במידה ובתי החולים יקראו להם חזרה תוך הבטחת העסקה לאחר הקורונה, ייתכן בהחלט שניתן יהיה למשוך את חלקם חזרה.
- ד. רופאים עולים ובוגרי חול – שתי הקבוצות המונות יחד כ-1500 איש, והיו רשומים למבחן רישוי שהיה אמור להתקיים באפריל ולהתחיל בסטאז'. יש לקדם במידית מעבר מבחן רישוי (עם הקלות מסוימות לאור נסיבות החרום בו אנחנו נמצאים) וגיוס שלהם כסטאז'רים. חלקם לא דוברי עברית ברמה טובה וחלקם האחר עם ידע רפואי תת מיטבי. יש לקחת זאת בחשבון לכן כנראה שרובם יהוו סיוע כסטאז'רים.
- ה. רופאי צהל – קיימות שתי קבוצות של רופאים בצה"ל – הקבוצה הראשונה היא של בוגרי בתי ספר לרפואה מישראל ופרויקט צמרת. מדובר בכמה מאות שעובדים בעיקר בתפקידי שדה או מטה – תפקידים פיקודיים שונים בצה"ל. יש לבדוק אפשרות של גיוס של חלקם לעבודה בבתי החולים. הקבוצה השנייה היא של אזרחים עובדי צהל – רופאים שעוסקים ברפואה ראשונית בבסיסי הצבא. רובם אינם מומחים ומבוגרים יחסית. מומלץ לבצע מיפוי של שתי אוכלוסיות רופאים אלה ולייצר שיבוץ שעת חירום והכשרה מזרזת לאלה שימצאו מתאימים.
- ו. רופאים שפרשו/או מומחים שניתן להכשירם בזמן קצר – רב הרופאים האלה הם בגילאים מבוגרים ויש בהם תמותה גבוהה. באיטליה ובמדינות שנפגעו קשה נפטרו רבים מהרופאים בקבוצה זו. יתכן שחלקם יסכים להתנדב ולעבוד במחלקות שאינן קורונה או להחליף רופאות ורופאים צעירים יותר שילכו לסייע בבתי החולים.

ז. רופאים שממתינים לתקני התמחות במחלקות ה"יוקרתית" מכניסות יותר⁷¹ ובמחלקות רגילות - קיימים כ-1000 רופאים בעלי רישיון (עברו את המבחנים) ב"המתנה" לתקן במחלקות השונות בבתי החולים (ובעתיד מכניסות יותר בפרקטיקה פרטית או שר"פ). כיום רובם עובדים במערכת כתורני חוץ או במוקדים. נדרשים תקנים לאלה שיש להם רישיון ולמצא פתרון יצירתי לבעיה שרובם הגדול לא רוצים להתמחות בפנימית (כגון : תמריץ כלכלי, הבטח למתן עדיפות בהתמחות אחרת אחרי כשנתיים-שלוש).

2. תגבור אנשי צוות נוספים

- ח. צוואר בקבוק גדול ביותר הוא בכוח אדם סיעודי – אחיות.
- ט. סטודנטים לרפואה – סטודנטים לרפואה משנים קליניות גויסו כעוזרי רופא. עם הכשרה קצרה של ימים בודדים ניתן להכשיר לעסוק בעבודה סיעודית בסיסית (כוח עזר מיומן).
- י. אחיות צה"ל – קבוצה גדולה יחסית של אחיות, עובדות רובן בתפקידי פיקוד וניהול שונים. ראוי למפות ולבדוק אפשרות גיוסן למאמץ.
- יא. חובשים קרביים – יש מקום להעביר אותם כבר עכשיו הכשרה מהירה בבתי החולים, בכדי שיוכלו להיות מילואים ככוח עזר מיומן.
- יב. משנעים – חסר גדול במשנעים / סניטארים – לכך ניתן לגייס אנשים שאיבדו את עבודתם במשבר הקורונה ואולי גם להשתמש בחיילי פיקוד העורף.

נספח 3: הרחבה בנושא בדיקות ככלי לעצירת ההתפרצות

א. האגדות והאמת בנוגע לבדיקות

בהרבה מדינות יש קריאות להגדיל עוד ועוד את כמות הבדיקות, לקצר את משך הזמן בין בדיקה לתשובה ולשנות את הקריטריונים לקביעת את מי בודקים. יש חשיבות רבה בהסבר נושאים אלו מכיוון שיש הוכחות לכך שניהול נכון של מערך בדיקות יכול לדכא התפרצות של המגפה גם מבלי להכות באמצעים דרקונים לאנשים ולכלכלה כמו סגרים..

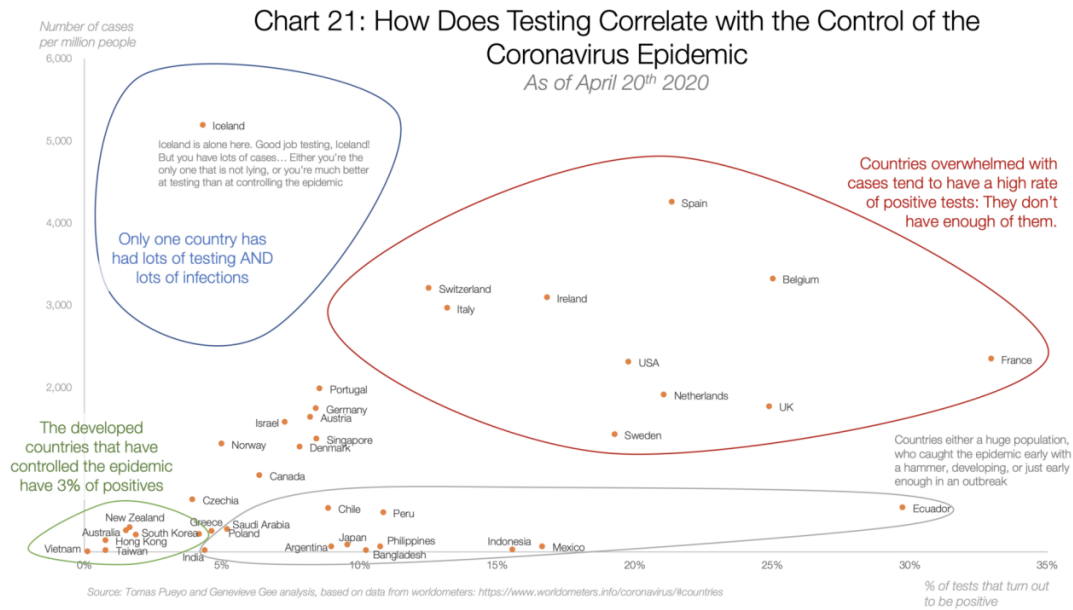
ב. כמה בדיקות נדרשות ואת מי לבדוק כאשר אין מספיק בדיקות

הערכה כללית למספר הכללי של בדיקות שמדינה אמורה לספק כך שתוכל להצליח לזהות נדבקים, לבדוק גם מעגלים קרובים להם, אוכלוסיות פגיעות וצרכים אחרים נמצאת אצל Tomas Peuyo.⁷² לטענתו מספר הבדיקות היומי הנדרש הינו ערך מספר הנדבקים החדשים היומי מוכפל בכ-35. האיור הבא לקוח ממאמרו. מגרף זה נובע הפקטור של כ-35 בין כמות החולים החדשים ליום לבין מספר הבדיקות היומי מסוג PCR הנדרש לאמת את היותם נדבקים, לסנן את אלו שאינם נדבקים ולהפעיל מערך של תחקור אפידמיולוגי ובדיקות נלוות על אלו שהיו איתם במגע. בישראל, כאשר בשיא המחלה היו כ-800-600 נדבקים חדשים ליום נזקקנו לכ-25000-20000 בדיקות ביום. כיום מספיקות כ-10000 ומתחילת יוני צריך עד 15000 בדיקות ליום. בהמשך נראה שכדאי להוסיף למספרים אלו עוד כ-25% לצורך בדיקות סקר כלליות או לוקליות הנערכות ללא אינדיקציה אישית מוקדמת (כיכולת זמנית ולא קבועה).

⁷¹<https://www.globes.co.il/news/article.aspx?did=1001271166>

⁷²https://mail.google.com/mail/u/0?ui=2&ik=516a44399e&attid=0.1&permmsgid=msg-f:1665477593248483553&th=171cf70c06f2c8e1&view=att&disp=inline&realattid=f_k9nym61j0

איור נ-3.1: קורלציה בין כמות הבדיקות לבין ריסון המגפה במדינות שונות



לוח נ-3.1: פרוט הבדיקות לפי ניתוח שלנו

מטרת הבדיקה	בדיקות לאדם	סה"כ בשגררת קורונה ליום (120 חולים חדשים ליום)	סה"כ בגל השני ליום 400-800 חולים חדשים
אבחון חולה ומעקב (חשוד עם תסמינים) וכן בני ביתו המבודדים צוותים רפואיים עם ובלי תסמינים	8	960 או 2400 עבור 300	3200 ב-400 או 6400 ב-800 חולים
אוכלוסיות בסיכון	1	1500 ליום. לכל מי שיש תסמינים ובדיקה שבועית לצוותי מחלקות טני"ק ומחלקות מיון כ-8000 איש	2000
עובדי בתשתיות קריטיות	1	2000 ליום בדיקה מדגמית של אוכלוסייה המונה כ-100,000 איש	2000
חזרת מטופל/דייר של מוסד גריאטרי מאשפוז או טיפול	2	300 ליום פעמיים בשבוע לכל אחד מ-1000 (האנשים)	300
בדיקות סקר במרפאות זקיף בבתי חולים וקופות חולים ובאזורים "חמים"	2	1000 ליום לצורך חופש תנועה יחסי לצרכים רפואיים	1000
מדגם אקראי באוכלוסייה	1	600 סקר יומי ובדגש על נפוח חמות	800
תוספת לבדיקות בתי ספר שנשלחו לבידוד – כ-50 בתי ספר	2	1000 באזורים חמים ובשוטף	1500
בדיקות לצרכי אישורי טיסה	1	500 אנשים בבית ספר פעם אחת ב-14 ימי הבידוד שלהם ~ 2000 כולל F.P	3000
סה"כ ללא רזרבה להתפרצויות	2	5000	2000 (פחות טיסות)
סה"כ יכולת מומלצת ליום		16000 – 14500	19000 – 16000
		15,000	20,000

הערה: המספרים בלוח מתאימים בקירוב לנאמר באיור 3.1 לעיל על מפתח של כ-35 בדיקות ל-1 חולה מאומת. יחס זה גדל במקצת לאחר שינוי המדיניות של משרד הבריאות מתחילת יוני בעיקר בנוגע לבתי ספר.

נספח ג: מודל קיים למערך תחקור אפידמיולוגי (tracing contacts)

1. חקירה אפידמיולוגית היא כלי לגילוי מקור ההדבקה, זיהוי סוג ההתפרצות (ממקור משותף/שרשרת) ואיתור מגעים על מנת לעצור התפשטות של המחלה המדבקת באוכלוסייה. זאת אומנות שדורשת רקע מקצועי, הכשרה, ניסיון, מיומנות, אמפטיה וסבלנות. מדובר באנשים "נחקרים" שזה עתה נודע להם על היותם "חולה" או "מגע" של מקרה מאומת, חלקם סימפטומטיים ולא חשים בטוב, חלקם דורשים אשפוז ולא מסוגלים לענות על השאלות ואז נדרש סיוע של משפחה וכדומה. ואילו אלה שנטולי סימני מחלה, לפי הניסיון שנצבר, לרוב סובלים מלחץ נפשי במידה זו או אחרת. ולכן צוותים אפידמיולוגיים של שירותי בריאות הציבור-רופאי בריאות הציבור, אחיות אפידמיולוגיות ואחיות בריאות הציבור של לשכות הבריאות המחוזיות והנפתיות יודעים ו מבצעים את החקירות האפידמיולוגיות בשגרה למגוון רחב של מחלות זיהומיות ספורדיות ובהתפרצויות מקומיות ובחרום (מגפות).
2. במגפה רחבת היקף כמו קורונה שפקדה אותנו השנה, אחיות פיקוח במטה המקומי של לשכות בריאות מחוזיות ונפתיות כגון אחיות בריאות הציבור שנותנות שירותים ותחנות אם וילד (טיפת חלב) ושירותי בריאות לתלמיד הצטרפו למשימה לאחר ריענון של של ביצוע חקירה אפידמיולוגית. המודל הוא כדלהלן:
 - א. מקרה חיובי חדש דווח למחוז באופן ממוחשב לרופא מחוז/נפה ואחות אפידמיולוגית אחראית.
 - ב. אחות אפידמיולוגית אחראית מפקידה את ביצוע החקירה על צוות חוקרים פנוי באמצעות קשר דיגיטלי ללא דיחוי (רופא לשכת הבריאות כולל מתמחים, אחות אפידמיולוגית/אחות בריאות הציבור מטיפות חלב/בית הספר 24/7).
 - ג. חוקר/ת ראשון מבצע/ת טלפונית את החקירה ומחלק רשימת מגעים ליצירת קשר מידי והכנסה לבידוד.
 - ד. רופא זמין בכל שלב של החקירה לשאלות ובעיות מקצועיות ולוגיסטיות.
3. בכל מחוז קיימת הירארכיה של רופא מחוזי, רופאים נפתיים, סגנים במקום שישנם וכן רופאים מומחים נוספים ומתמחים בסך הכל כ-70 רופאים. כ-50 מתוכם יעסקו גם באיוש 3 משמרות לניהול חקירות אפידמיולוגיות כולל פיקוח, הטמעת הנחיות המשרד הראשי, תאומים עם רשויות, מוסדות בריאות, מעבדות, אישורים למעברי גבול ועוד, אחות אפידמיולוגית אחת לכל 4 צוותי תחקור, לצורך תעדוף, הנחייה ובקרה, וצוותי תחקור בהיקף של 5 איש המורכבים מאחיות בריאות הציבור - אחיות טיפות חלב, ובתי הספר). סטודנטים לרפואה ומתנדבים אחרים בעלי איפיון דומה שניתן לגייס. אחות מתחקרת אחת אמורה לתחקר 1 חולה מאותר חדש (שעה לכל חולה) במשמרת אחת וכן את 40 המגיעים במוצע המתלווים לכל חולה באותה משמרת (כרבע שעה לכל מגע). עמידה ביעד ה"מגעים" הנה הגעה לכ-70% מהם באותה משמרת. כל אלו זקוקים למוקד מרכז, גישה לבסיסי נתונים של מרשם התושבים, מערכות אשפוזים ורפואה קהילתית (אופק), רשויות מקומיות וכן אמצעי תקשורת מהירים, התארגנות לעבוד מהבית, מחשבים ניידים או אפליקציות להזנת התוצאות של כל תחקיר כך שיוזנו ישירות למוקד הארצי לצורך משימות תחקור של כ-600 נדבקים חדשים ליום על מגעיהם צריך לתגבר את כח האדם המצוי כעת בכ-15 רופאים ו-20 אחיות אפידמיולוגיות. **צוות זה מבטיח כיסוי מלא של משימותיו תוך 24 שעות.**
4. כאשר ידובר בכ-1200 נדבקים חדשים ליום יש צורך להוסיף עוד כ-600 אחיות בריאות הציבור נוספות שאינן מצויות. ניתן לגייס בהערכות מוקדמת מחברות פרטיות הנותנות שירותים בשיגרה.

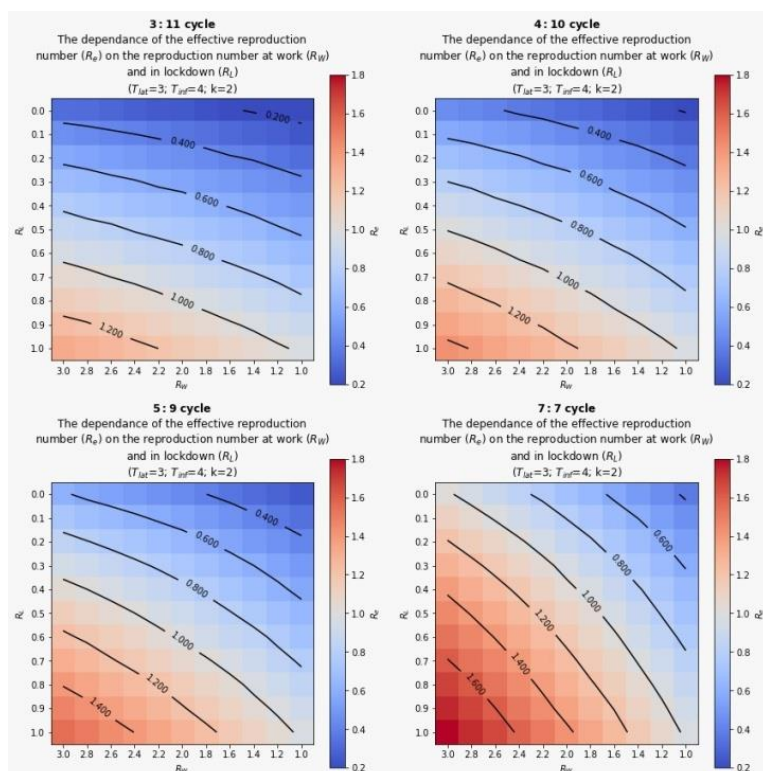
נספח לפרק 4: שיקולים אפידמיולוגיים, תפעוליים וכלכליים בהפעלת מודל סגר חכם בסבבים

המחברים מודים לפרופסורים אורי אלון, רון מילוא וחבריהם על תרומתם לנספח זה (ההצעה אותה אנו מפרטים היא הצעתם וכן האיורים בסעיף 11 ו-14 בנספח זה לקוחים מעבודתם וקיבלנו את הסכמתם להשתמש בהם).

1. השיקול האפידמיולוגי

- א. השיקול האפידמיולוגי בהפעלת סגר חכם בסבבים ניתן לתמצות במשפט הבא: "הפעלת המשק כך שעובדים אשר יידבקו במסגרת עבודתם ישבו בבידוד בביתם או במקום אחר בתקופה בה אינם עובדים. הדגמת העיקרון מוסברת בהצעת (פרופ' אורי אלון ופרופ' רון מילוא) – להלן ההצעה.
- ב. ההצעה מדברת על סבב חכם במחזוריים בני שבועיים בהם העובדים שאינם מוגדרים כיוניים עובדים 4 ימים רצופים ואז נכנסים לבידוד ביתי (או מורחקים מביתם במידה שאובחנו כמודבקים) למשך 10 ימים. בימים שהם עובדים המשק חופשי לסכם איתם אופציות עבודה מגוונות (8 שעות עבודה עד 12 שעות עבודה ליום) ובימים שהם בבידוד ניתן להעסיקם במידת האפשר ככל המתאפשר גם מרחוק). מקומות העבודה יכולים גם לחלק את מחצית מעובדיהם כעובדים בשבוע הראשון של המחזור ואת האחרים כעובדים בשבוע השני של המחזור ובכך לשמור על רציפות הפעילות של מקום העבודה. החצאים השונים יכולים גם לסייע ולתמוך אחד במשנהו ע"י תקשורת מהבית לעבודה וההיפך.
- ג. ההצעה יכולה גם להיות מיושמת במודל יותר נוח לשוק העבודה והוא מודל דומה אך בו מדובר על 5 ימי עבודה (בעצם יום א' עד יום ה') ותשעה ימי בידוד. בצורה זו מצליחים לשמור על מקום העבודה פתוח ברציפות במשך ימי העבודה הרגילים לאורך כל השבועיים. וראיציות נוספות יכולות להיות 11: 3 או 8: 6 או 7: 7 (בהצעת בר אילן). החוכמה האפידמיולוגית הנה שבמשך ימי העבודה במחזור הדו-שבועי יפגוש העובד אנשים שאולי חלו רק בתחילת המחזור (כי יצאו מבידוד של המחזור הקודם), ועל כן ביומיים או בשלושת הימים הראשונים כמעט אינם מדביקים. כמו כן גם אם נדבקו ברווח הזמן הצר בו היו יכולים להדבק, מתוך 4 או 5 ימי העבודה, אזי כבר לפני שהם יכולים להדביק אחרים הם נשלחים לבידוד בביתם. שם גם אם ידביקו אזי הנדבקים יהיו קלים לאיתור ולבידוד. בתום תקופת הבידוד (ובמידה שלא חלו ואושפזו) אזי יחזרו לעבודתם וגם אם חלו והיו אסימפטומטיים אזי כבר יהיו אחרי רב הימים בהם הם יכולים להדביק.

איור נ-4.1 מדגים את התועלת האפידמיולוגית של המודל:



הציר האנכי הינו R_w , המייצג את כמות הנדבקים שאדם יכול להדביק במשך הימים בהם הוא יכול להדביק. מספר מקובל במשטר של ריחוק חברתי, מסכות והיגיינה הנו כ-1.5.

הציר האנכי הינו R_L המייצג את כמות האנשים שאדם מודבק יכול להדביק במצב של סגר (Lockdown), מספר זה הינו כ-0.7 בתנאים של ניטור, בידוד, היגיינה וכד'.

העמודה מצד ימין הנה מפתח צבעים ומייצגת את ה- R האפקטיבי הלוך בחשבון את ימי העבודה וימי הסגר. המטרה הינה שהוא יהיה קטן מ-1 במשך המחזור הדו-שבועי. איור זה בא להדגים את העיקרון האפידמיולוגי והוא חשוב במקרה הלא מבוזר בו כל האוכלוסייה בה מדובר נמצאת ביחד או בפאזה העבודה או בפאזה הבידוד. עבור המקרה בו חצי האוכלוסייה המדוברת מתחלקת לשתי קבוצות הנוהגות באותו מחזור דו שבועי בדירוג הגרפים יהיו אחרים אך העיקרון יהיה דומה ואפילו עם תוצאה נוחה יותר כי הצפיפות במקומות העבודה תרד.

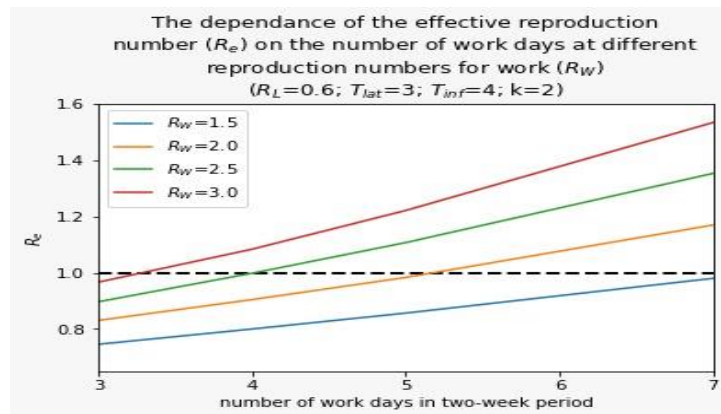
את החישובים הבאים ערכנו בהנחה של $R_w=1.5$ ו- $R_L=0.6$. אנו רואים מצד ימין למעלה את ההתנהגות האפידמיולוגית במשטר 10:4. ה- R האפקטיבי הנו כ-0.8. המקביל למקדם צמיחה יומי של $r=0.97$.

מצד שמאל למעלה במודל 11:3 נקבל R אפקטיבי של כ-0.75 המקביל למקדם צמיחה יומי של $r=0.956$. מצד שמאל למטה במודל 9:5 נקבל R אפקטיבי של כ-0.88 המקביל למקדם צמיחה יומי של $r=0.98$. מצד ימין למטה במודל 7:7 נקבל R אפקטיבי של כ-1.00 המקביל למקדם צמיחה יומי של $r=1.00$.

על פי הנחות אלו נראה שמודלים שיש להם סיכוי להוריד את ההתפרצות בחלק האוכלוסייה שנכנס לסגר חלקי מחזורי הם 9:5 או 10:4. מודלים עם יותר ימי עבודה לא ירסנו את ההתפרצות ומודלים עם פחות ימי עבודה יהיו נחותים מבחינה כלכלית.

מודלים הבנויים על מחזור שבועי ולא דו-שבועי נחותים בהרבה (למשל 3:4 או 5:2) כי העובדים על פיהם חוזרים לעבודה בוודאות בתקופת היותם מדביקים (אם נדבקו בימי העבודה שלהם).

איור נ-4.2 מראה את התמונה האפידמיולוגית קשה יותר כאשר R_W גדול מ-1.5 :



הציר האנכי הינו R_e , (אפקטיבי) המייצג את כמות הנדבקים שאדם יכול להדביק במשך השבועיים של המחזור. הציר האנכי הנו מספר ימי העבודה במודל הדו-שבועי. הקווים הצבעוניים מתייחסים לערכי שונים של R_W .

אנחנו רואים כאן שמודל 10:4 נותן לנו R_e קטן מ-1 עבור R_W קטנים מ-2.5 מה שמעיד שבחירה זו עמידה גם כנגד הפרות ואי ציות חלקי של הסגר הדו-שבועי. מודל 9:5 נותן R_e קטן מ-1 עבור R_W קטנים מ-2.0 מה שמעיד שבחירה זו עמידה פחות גם כנגד הפרות ואי ציות חלקי של הסגר הדו-שבועי. מודל 7:7 נותן R_e קטן מ-1 עבור R_W קטנים מ-1.5 מה שמעיד שבחירה זו אינה עמידה כנגד הפרות ואי ציות חלקי של הסגר הדו-שבועי. המסקנות מסעיף ד' לעיל הן שמבחינה אפידמיולוגית יש עדיפות להצעות "אלון ומילוא" ובר אילן על הצעת שעשוע המבוססת בגדול על 7:7 מתוך כוונה להגיע בזהירות לחיסון עדר, שאנחנו ראינו במדינות אחרות שהיא מסוכנת וגם הדרך לחיסון עדר איטית וארוכה ומלווה בהרבה מתים (ראה הקורה בשבדיה בימים אלה).

2. שיקולי נוחות הפעלה

- א. סבב מחזורי סביב יחידות של שבועות שלמים הינו נוח להפעלה מכל הבחינות מאשר סבב הכולל חלקי שבוע.
- ב. סבב של שבועיים נכון מבחינה אפידמיולוגית לעומת סבב של שבוע (כמו שנעשה בספרד מודל 4:3) שיש בו תועלת אפידמיולוגית פחותה. סבב של יותר משבועיים אינו נחוץ מבחינה אפידמיולוגית ועל כן הסבבים של סגרים חלקיים צריכים להיות בכפולות של שבועיים.
- ג. בסבב של שבועיים ניתן לשמור על רציפות תפקודית של המפעל/העסק. ניתן להעסיק את חצי העובדים שאינם חיוניים בשבוע הראשון ואת האחרים בשבוע השני ובצורה זו העסק פתוח ברציפות (4 או 5 ימי עבודה בשבוע) לכל אורך הסבבים. ניתן גם להעזר מרחוק בחברים לעבודה שנמצאים בשבוע הבידוד שלהם אך יכולים לסייע לחבריהם העובדים בעצה ובניסיונם גם מהבית.

3. ילדים ומערכת החינוך בסגר חכם מחזורי

- א. בהתבסס על דו"ח גרטנר אנו מניחים שילדים נדבקים פחות, בין רבע לחצי מהידבקות מבוגרים כאשר הצעירים יותר כרבע והנערים/נערות קרוב לחצי. הדוח גם משערך שהם גם מדביקים פחות מאשר מבוגרים וזאת בשיעור של רבע עד שלושה רבעים לעומת מבוגרים. מזה נובע שהתופעה בה ילדים מדביקים ילדים, מתרחשת אך ב R נמוך מ-1 (יכולת ההידבקות הנה 0.25 עד 0.5 לעומת מבוגר והיכולת להדביק הנה 0.25 עד 0.75 לעומת מבוגר אזי R של מפגש ילד-ילד הינו רבע עד 0.375 מזה של מבוגר).
- ב. עובדה זו מאפשרת לנו להניח שניתן בעת סגר מחזורי להמשיך לשלוח ילדים (צעירים) למסגרות החינוך שלהם ללא נזק אפידמיולוגי משמעותי. זה מקל מאוד על הוריהם שאמורים להיות בעבודה 4 עד 5 ימים בכל שבועיים.
- ג. במידה שאין אלו פני הדברים אזי ניתן להפעיל את אותו הסבב החל על ההורים גם על ילדיהם בתחילה על הגדולים יותר ואם צריך גם על הצעירים. הפעלת הסבב עדיין לא פוגעת בזמינות ההורים לצאת לעבודה כי הילדים נשארים איתם כאשר גם הם נשארים בביתם והילדים הולכים למסגרות החינוך כאשר הם יוצאים לעבודה בצורה מסונכרנת.
- ד. במצב בו גם הילדים נכנסים לסבב הדו-שבועי, דעתו אחד הכותבים (ד.ח.) היא שנכון יותר שסבב הילדים יקבע על פי סבב ההורים. הסיבה הנה שלהורים יש מאות אלפי מעבידים, בעסקים זעירים או גדולים, אדישים או לא אדישים לצרכי ההורים והשיקולים שלהם הם מוטי צרכי העסק והחילופיות בין העובדים האמורים להתפצל לשבוע ראשון ושבוע שני. מסגרות החינוך הן בדרך כלל ציבוריות ולא פרטיות ולכן קל להם יותר מלעסקים פרטיים לקבל דרישות לאומיות. גם קל להם יותר לחלק את הילדים לפי אלוץ ההורים ובגלל חוק המספרים הגדולים סביר גם שהחלוקה תהיה קרובה למאוזנת גם אם לאותם הורים יש כמה ילדים ובמסגרות שונות. הסיבוך העיקרי הינו פגיעה במערכת ההסעות אבל זו פגיעה רק בעלות ולא ביכולת השיבוץ, וגם פגיעה זו הנה חלקית וקיימת רק ביישובים במועצות אזוריות בהם הסעות כאלו מופעלות. בכל מקרה – אין הבדל אפידמיולוגי או במספר ימי הלימוד או העבודה בשתי התצורות וניתן יהיה לבחור ביניהן בהתחשב במכלול השיקולים.

4. שיקולי עלות/תועלת למשק

- א. ברור שלמשק המצב הטוב ביותר הינו בעת שכל המערכות עובדות כל הזמן. בעצם נוכחות המגפה והסיכונים שהיא מציבה על חופש התנועה, הניידות לחו"ל, דרישות הריחוק החברתי ושאר מגוון מגבלות יש פגיעה במשק. נרצה להעריך את עלות התועלת הכלכלית בסגר חלקי למספר מחזורים בני שבועיים לעומת סגר מלא שהיה מביא לאותה תוצאה אפידמיולוגית בפחות זמן אך במחיר אחר.
- איור נ-4.3 מדגים את עקרון הפעולה האפידמיולוגי שעומד מאחרי השיטה המוצעת ומראה את ההתנהגות המחזורית הדו-שבועית עבור חלוקות שונות של ימי עבודה לעומת ימי סגר. בפרמטרים שנבחרו להצגה נראה יתרון של חלוקה 10:4 או 9:5 לעומת חלוקה 7:7 אבל אולי בבחירה אחרת של פרמטרים יתאפשר גם פתרון של 7:7 כפי שקבוצת בר-אילן הדגימה בחישובים שלה.

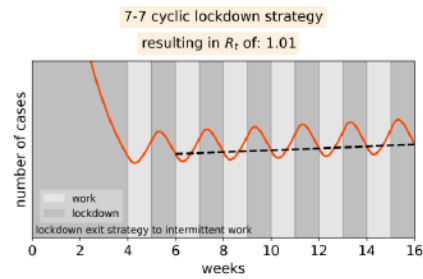
איור נ-4.3: הדגמת ריסון ההתפרצות בפרמטרים שונים של שיטת "אלון-מילוא"

הדגמת העקרון האפידמיולוגי בהצעה

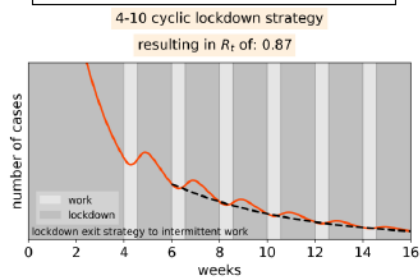
איור 4.4



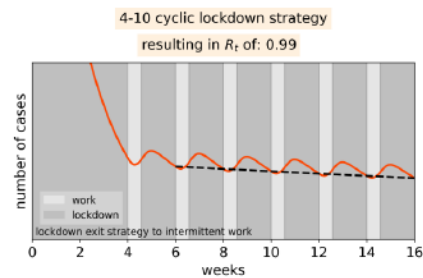
4.4 א' – התפתחות הנדבקים במודל של יום
עבודה 1 ו 13 ימי סגר במחזור דו שבועי
כאשר $R = 1.5$ עבודה=, $R = 0.6$ סגר



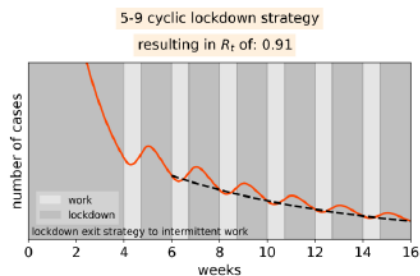
4.4 ד' – התפתחות הנדבקים במודל של 7
ימי עבודה 1 ו 7 ימי סגר במחזור דו שבועי
כאשר $R = 1.5$ עבודה=, $R = 0.6$ סגר



4.4 ב' – התפתחות הנדבקים במודל של 4
ימי עבודה 1 ו 10 ימי סגר במחזור דו שבועי
כאשר $R = 1.5$ עבודה=, $R = 0.6$ סגר



4.4 ה' – התפתחות הנדבקים במודל של 4
ימי עבודה 1 ו 10 ימי סגר במחזור דו שבועי
כאשר $R = 1.5$ עבודה=, $R = 0.8$ סגר



4.4 ג' – התפתחות הנדבקים במודל של 5
ימי עבודה 1 ו 9 ימי סגר במחזור דו שבועי
כאשר $R = 1.5$ עבודה=, $R = 0.6$ סגר

איורים 4.4 א'-ה' מדגימים את היתרון האפידמיולוגי של הצעת "אלון-מילוא". איורים א' עד ג' מראים שהנחות של $R = 1.5$ עבודה = ו $R = 0.6$ סגר, החלוקות 1: 13, 4: 10, ו 9: 5 מביאות לריסון של ההתפרצות. איור ד' מראה שבאותן הנחות אך בחלוקה של 7: 7 ימי עבודה ו 7 ימי סגר) אין ריסון של מספר הנדבקים המצטבר. איור ה' מושווה לאיור ב' ומראה את השפעת ההנחה שבה $R = 0.8$ לעומת 0.6.

הציר האנכי הינו כמות הנדבקים המצטבר לעומת מספר השבועות בו מופעלת השיטה. כל זאת עבור $R_w = 1.5$ ו $R_l = 0.6$

ובאיור ה' $R_l = 0.8$.

ב. החשבון הכלכלי אינו מסתכם רק בהשוואה של אחוזי כח עבודה מנוצלים בסגר מלא לאורך זמן מסויים לבין אחוזים גבוהים יותר המצליחים לעבוד בסגר חלקי אך אולי לאורך זמן מצטבר גבוה יותר. לדעתנו יש שלושה נושאים חשובים לא פחות.

- הראשון הינו האפשרות של רציפות רב העסקים. במודל של סגר מלא רב העסקים יהיו סגורים (בתיאוריה) בזמן הסגר ולפעולה חלקה של המערכת הכלכלית יהיו חלקים רבים חסרים. חוסר זה משבש את התפוקה הצפויה מעבר לאפקט של חוסר כח אדם בעת הסגר והשפעתו יכולה להמשך גם אחרי הסגר עקב פיגור בייצור אלמנטים חיוניים שנצרכו בזמן הסגר ולא חודשו.
- האלמנט החשוב השני לאספקט הכלכלי היא העובדה שבעת סגר מלא חלק מן העסקים הסגורים עשוי לקרוס. אין הכנסות, מרכיב ההוצאות הקבועות נשאר די קבוע, מפסידים מועסקים שחייבים למצוא דרך אחרת להשתכר, ומלאי מסויים גם עשוי להתקלקל ולהזרק – למשל בתעשיית המזון.
- האלמנט השלישי הינו מתחום הפסיכולוגיה החברתית/כלכלית. כאשר עובדים מוכנסים לסגר שאורכו לא ידוע, הם נמצאים באי-ודאות גדולה. חלק גדול מהם מוצא לחל"ת, או מפוטר והעסק עשוי להפסיד את הידע והנסיון שלהם בהמשך. כאשר העובדים נכנסים לסבב של סגר חלקי במחזור דו שבועי – אפקט זה קטן בהרבה והעובד יכול להמתין בידעו שהוא עבד שבוע (אולי אפילו מוגבר), לאחר שבוע המתנה שוב חוזר וחוזר חלילה. כל האפקטים השליליים במצב זה מתאיינים או ממוזערים בהרבה.
- לכל אלו יש משמעויות כלכליות בעלות ערך לא זניח ולשיטת הסגר החלקי/מחזורי יש יתרון לעומת סגר מלא.
- יחד עם זאת נהוג להוסיף עוד פחת בעת מלחמה, משבר, אי ניצול מלא של כח העבודה וערכו שווה לכ-30%-40% מערך שעות העבודה שהולכות לאיבוד ומתווסף להן.
- מקובל לחשוב שביצוע סגר כדאי שיהיה על בסיס מקומי כך אזור שלם יהיה בסגר ואילו אזור אחר יעבוד מכיוון שהמפגשים האזוריים הנם דומיננטיים. איננו בטוחים שזה נכון כי זה ודאי פוגע בעקרון הרציפות של העסקים.
- מכל האמור בסעיפים ב' עד ד' לעיל התוצאה הכלכלית של סגר חלקי מחזורי טובה יותר למשק.

5. סיכום

- הדגמנו בנספח זה שאם חייבים לנקוט בצעד של סגר (וכאמור כל זה כאשר אין ברירה בידינו אלא לנקוט בסגר. אמצעי ריסון ע"י ניטור, איתור ובידוד או שימוש בסגרים לוקליים עדיפים בהרבה). אזי סגר חלקי שמתחשב ביעילות ואופטימיזציה אפידמיולוגית כפי שהודגם בהצעה א', מרסן את ההתפרצות ומוריד את מקדם הגידול היומי שלה לכוון 1 ומטה.
- כמו כן, סגר חלקי בסבבים יעיל יותר מבחינה כלכלית מכיוון שההפסד למשק יהיה קטן יותר.
- למעשה, יש עוד יתרון מסויים לשיטה זו. היא מאפשרת ריסון של ההתפרצות לאורך זמן רב כרצונו ובצורה זו מקרבת אותנו לחיסון עדר. יתרון זה אינו מרכזי ותמיד נשאף קודם כל לרסן את המגפה באמצעים שאינם כוללים סגר גם אם לא נגיע לחיסון עדר. יותר סביר שנגיע למציאת חיסון בדרך מדעית מאשר נצטרך מחזורים על מחזורים של מגפה נשלטת.