**תיעוד שיטה, בסיס נתונים ומגבלות בחישוב מקדם ההדבקה (R):**

שיטה לחישוב R: השיטה של [Cori et al.](https://doi.org/10.1093/aje/kwt133) שמומלצת בסקירת שיטות ע"י [Gostic et al.](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7325187/)

תיאור מפורט של דרך חישוב מקדם ההדבקה:

1. מקור המידע שעל פיו מחושב מקדם ההדבקה הוא מספר המאומתים החדשים היומי.
2. עבור כל אחד מהימים מחושב מקדם ההדבקה כמנה של שני מספרים (הבאים לבטא את מספר המודבקים היומי הנוכחי ואת מספר המדביקים מהימים הקודמים משוקלל בנטייה שלהם להדביק ביום הנוכחי):
   1. במונה נמצא מספר המאומתים החדשים ביום עבורו מחשבים את מקדם ההדבקה.
   2. במכנה מבוצעת סכימה על פוטנציאל ההדבקה של כל מי שנדבקו בימים הקודמים מהתאריך עבורו מחשבים את מקדם ההדבקה - יום אחד אחורה, יומיים אחורה, שלושה ימים אחורה וכד'. עבור כל יום שכזה, מכפילים את מספר המאומתים החדשים שהיו באותו היום, בשיעור ההדבקה היחסי (פונקציית צפיפות ההסתברות, generation interval distribution) הידוע מהספרות עבור יום זה, המבטא את הנטייה של המאומתים החדשים באותו היום להדביק מישהו ביום הנוכחי. לדוגמא, עבור כמות המאומתים לפני חמישה ימים נכפיל את מספר המאומתים לפני חמישה ימים בהסתברות היחסית להדביק חמישה ימים לאחר ההדבקה, שהוא כ-10%. פונקציית צפיפות ההסתברות להדבקה של מאומת כתלות בימים שחלפו מאז הדבקתו אופיינה בספרות המדעית על מחלת ה-COVID-19 וכן בוצעה הערכה מנתונים בישראל ע״י מכון גרטנר כמתואר מטה. המספר במכנה הוא הסכום של כל המכפלות שתיארנו עד כה - כלומר כמות מאומתים לפני יום כפול ההסתברות היחסית להדביק לאחר יום ועוד כמות מאומתים חדשים לפני יומיים כפול ההסתברות היחסית להדביק אחרי יומיים וכן הלאה.
3. על מנת לקחת בחשבון השהייה בין הדבקה לתצפיות, עבור מספר המאומתים החדשים היומי,

מזיזים את התצפיות שבוע אחורה - כלומר אם נצפו 800 מאומתים חדשים ב-21.10, ההנחה היא כי אותם 800 איש נדבקו ב-14.10. המספר של שבוע מבוסס על תצפיות בחקירות אפידמיולוגיות וניתן להסביר אותו בצורה כללית בכך שבממוצע לוקח לאדם כחמישה ימים מרגע הדבקתו ועד שהוא מציג תסמינים, ועוד כיומיים מהרגע שבו הוא מציג תסמינים ועד שנמצא מאומת בבדיקה. הזזת התאריכים במספר קבוע של שבוע הוא פישוט שכן במציאות אנשים שונים יאותרו לאחר פרק זמן שונה מהדבקתם, אבל בשל חוסר היכולת לוודא את יום ההדבקה ברוב המקרים ובהסתמך על הספרות המדעית, הרי שפישוט זה מספק הערכה מדוייקת דיה.

1. לאחר חישוב מקדם ההדבקה עבור כל יום כמתואר מעלה מחושב ממוצע שבועי למקדם זה. המיצוע על פני שבוע הוא חשוב להקטנת רעש אשר מקורו מהשינויים במהלך ימי השבוע בהיקף הבדיקות (לדוגמא מיעוט במהלך סוף השבוע וכו׳). כדי לחשב את הממוצע בצורה שתייצג את מקדם ההדבקה באופן מהימן, עבור כל יום מחושב הממוצע של מקדמי ההדבקה בחלון זמן של שבוע ממורכז, כלומר משלושה ימים לפני עד שלושה ימים אחרי היום עבורו מחשבים את מקדם ההדבקה הממוצע. לדוגמא, מקדם ההדבקה הממוצע עבור ה-21.10 יהיה ממוצע מקדמי ההדבקה של הימים החל מה-18.10 ועד ה-24.10.
2. בנוסף, ״מקדם הדבקה״ אפקטיבי מחושב גם על סמך מספר המאושפזים החדשים היומי ועל סמך מספר המאושפזים החדשים במצב קשה היומי. חישוב על פי מאושפזים אינו מקדם הדבקה במובן המדויק של המושג אלא משמש בתור אמצעי בלתי תלוי להעריך את השינוי בתחלואה בצורה אשר איננה מושפעת מכמות הבדיקות. לחישוב על סמך מספר מאושפזים ישנה השהייה ארוכה יותר כמפורט מטה.
3. ״מקדם הדבקה מגזרי״ יכול להיות מחושב במקרה הצורך בצורה דומה על סמך מספר המאומתים היומי. הוא מהווה חישוב מקורב כיוון שישנן הדבקות בין המגזרים.

פונקציית צפיפות הסתברות ההדבקה, ה-generation interval distribution: על סמך נתונים מהעולם ומישראל (בניתוח מכון גרטנר) נעשה שימוש בפונקציית התפלגות מסוג גאמא עם ממוצע 4.5 ימים וסטיית תקן של 3.5 ימים.

הזזה בזמן: 7 ימים בין הדבקה לאימות של חולה. 9 ימים בין הדבקה לאישפוז במצב קל+. 12 ימים בין הדבקה לאישפוז במצב קשה+. כל המספרים הם ממוצעים על סמך התייעצות עם מכון גרטנר. ראה התייחסות למגבלות מטה. כיוון שערכי המאושפזים החדשים במצב קל ובמצב קשה נוטים להיות מעודכנים בצורה משמעותית ביממה הראשונה, הנתונים המעודכנים ביותר בהם נעשה שימוש הם משלשום, בעוד שלמאומתים נעשה שימוש בנתוני אתמול, וכתוצאה ישנו יום השהייה נוסף עבור ערכי מקדם ההדבקה על סמך אישפוזים.

מיצוע של ערכי מקדם ההדבקה היומי: עבור כל אחד ממקורות הנתונים מחושב ערך מקדם ההדבקה כמתואר לעיל ואז מחושב ממוצע על פני חלון של 7 ימים כאשר החלון ממורכז על היום האמצעי (כלומר לוקחים 3 ימים קדימה ו-3 ימים אחורה עבור כל תאריך) - מבוסס על ההמלצות בספרות המדעית כגון [Gostic et al.](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7325187/)

מגבלות:

* ההשהייה בין הדבקה לאימות יכולה להשתנות בזמן וכך משפיעה על היכולת לראות התאמה בצורה מדויקת לאחר שינוי מגבלות. לדוגמא כאשר מסתכלים על זמנים מוקדמים של המגיפה (לדוגמא חודש מאי ולפני כן), יתכן שזמן ההשהייה היה ארוך יותר במספר ימים בודדים, ובצורה דומה יתכן שהוא התקצר לאחרונה במספר ימים מעבר למה שמוצג כעת.
* באופן דומה, גם התפלגות ה-generation interval עשויה להשתנות בזמן עקב שינויים במדיניות. שינוי בהתפלגות יגרור מתיחה או כיווץ של ערכי ה-R בנקודת זמן מסויימת. מניתוח טווח ההתפלגויות שנצפה בספרות ניתן להעריך כי ההשפעה של אפקט מסוג זה עשויה להגיע עד כדי שינוי של 20% בערך ה-R במקרה הקיצוני ביותר.

הנוסחה המתמטית לחישוב מקדם ההדבקה לפי שיטתו של [Cori et al.](https://doi.org/10.1093/aje/kwt133) הינה:

כאשר Rt הוא מקדם ההדבקה עבור יום t, כאשר It הוא מספר המאומתים החדשים ביום t, וכאשר ws הינה ההסתברות שאדם שהינו נשא קורונה ידביק אדם אחר s ימים לאחר הדבקתו.