

המסורה למקרא כנוהל תיקון שגיאות

מאת

יוסף עופר ואלכסנדר לובוצקי

הקדמה

במאמר זה ננסה להשוות בין המסורה למקרא ובין נוהל תיקון שגיאות מודרני, ובאופן זה להשקיף על פעולותיה של המסורה מנקודת מבט חדשה ומקורית.

המסורה למקרא היא מערכת הערות שנרשמו בצד הטקסט המקראי בכתבי היד המדויקים של המקרא, שזמנם מן המאה התשיעית ואילך. הערות כאלה באות גם במהדורות הדפוס של המקרא מסוג 'מקראות גדולות', שנוצרו במאה השש עשרה, והמשמשות עד ימינו. הערות מסורה נרשמו גם בקבצים מיוחדים להן, והידוע שבהם הוא הקובץ הקדום המכונה 'אֶכְלָה וְאֶכְלָה'. כמו כן קיימות רשימות מסורה מסוגים שונים בכתבי יד וכן בקטעים מן הגניזה הקהירית. מרכזה של האסכולה הידועה ביותר של בעלי המסורה היה בעיר טבריה: בעלי המסורה הטברנים התקינו את סימני הניקוד העברי המשמשים עד ימינו וכן את טעמי המקרא המסמנים את מנגינת הקריאה במקרא. בכתבי היד המקראיים מאסכולת טבריה – שנפוצו אחר כך בכל רחבי העולם היהודי – באות הערות מסורה משני סוגים: הערות מסורה קצרות, שנרשמו בצדי השורה של הטקסט המקראי, ושקריות מסורה קטנה, והערות ארוכות יותר, שנרשמו בראש העמוד ובתחתיתו, ושקריות מסורה גדולה. שני סוגי ההערות נרשמו באותיות זעירות, הקטנות מאותיות הטקסט המקראי שעליו באו להגן. ההערות מונות כמה פעמים באה מילה מסוימת במקרא, מתי היא כתובה בכתוב חסר ומתי בכתוב מלא ועוד.¹

* תודתנו לפרופ' נט פיש, מן המחלקה לפיזיקה באוניברסיטת פרינסטון, שהערת אגב שלו הובילה אותנו לבחינה שיטתית של הנושא. תודה גם לפרופ' יצחק ש' פנקובר, לד"ר רמי ריינר ולפרופ' שלמה שטרנברג, שקראו את המאמר והעירו הערות מועילות. את עיקרי הדברים במאמר זה הציג יוסף עופר בקונגרס העשרים וחמישה של הארגון הבין לאומי לחקר המסורה (IOMS) שנערך במינכן ביום ל' באב תשע"ג (6 באוגוסט 2013).
1 על המסורה למקרא ראו בהרחבה: י' ייבין, המסורה למקרא, ירושלים תשס"ג. גם בבבל פותחו הערות מסורה, ומנגנון המסורה הבבלי שונה בכמה דברים עקרוניים מזה הטברני. על המסורה הבבלי ראו בהרחבה: י' עופר, המסורה הבבלי לתורה, עקרונותיה ודרכיה, ירושלים תשס"א. וראו גם להלן הערה 41.

נוהל תיקון שגיאות (Error Correcting Code) הוא שיטה מתמטית-הנדסית להעברת מידע באופן מהימן בערוץ 'רועש' הגורם לשגיאות בשידור.² התורה העוסקת בשיטות כאלה ומפתחת אותן היא תת-ענף של תורת האינפורמציה, ועניינה בניית שיטות מתוחכמות ויעילות כדי להבטיח ברמת סבירות גבוהה שהודעות יפוענחו בצורה נכונה גם אם תיפולנה בהן שגיאות במהלך השידור. הבעיה הקלסית שבה עוסקת תאוריה זו היא כדלקמן: משגר מעוניין לשדר סדרת סימנים, לדוגמה סדרת סיביות 0 או 1 באורך מסוים, שיסומן k , אך במהלך השידור צפויות ליפול שגיאות. כדי לפתור את הבעיה יאריך המשגר את הודעתו וישלח הודעה באורך n , הגדול מ- k , שתאפשר למקבל ההודעה לזהות, ואולי אף לתקן, את השגיאות שנפלו.

קיימות שתי גישות לטיפול בשגיאות. לפי גישה אחת הנתונים הנשלחים מקודדים בקוד לאבחון שגיאות (error detecting code). כלומר מוסיפים לנתונים שבכל מסגרת מידע המאפשר לתחנת היעד לזהות מסגרת משובשת. אם תחנת היעד מזהה מסגרת משובשת, היא מתעלמת ממנה ומבקשת מתחנת המקור שתשוב ותשדר את המסגרת. לפי הגישה האחרת הנתונים מקודדים בקוד לתיקון שגיאות (error correcting code). כלומר מוסיפים לנתונים שבכל מסגרת מידע המאפשר לתחנת היעד גם לאתר את הסיביות המשובשות ולתקן ללא צורך בשידור חוזר. קוד לתיקון שגיאות יכול לשמש גם קוד לאבחון שגיאות, אם מספר השגיאות שאירעו גדול מזה שאפשר לתקן. מבחינה מעשית הפעולה לתיקון שגיאות שכיחה הרבה יותר. למשל תקליטור מיוצר באופן שרשיטה הפוגעת בנתונים לא תפגע באפשרות לנגן את המוזיקה כפי שהוקלטה; מסרון המועבר בטלפון מגיע ומתפענח נכונה גם אם חלו הפרעות בתקשורת.

דוגמה פשוטה (אם כי מאוד לא יעילה) לנוהל תיקון שגיאות היא משלוח של כל סיבית שלוש פעמים. במקרה כזה אם תיפול שגיאה יחידה יוכל המקבל לזהותה ואף לתקנה. דוגמה משוכללת יותר היא 'קוד המינג', ומקרה פרטי שלו הוא הקוד הקרוי 'קוד המינג (4, 7)': כדי להעביר בקוד זה סדרת מילים באורך 4 סיביות כל אחת, מוסיפים לכל מילה, לשם הגנה עליה, 3 סיביות ביקורת. הקידוד מבטיח כי מקבל התשדורת יוכל לתקן כל שגיאה בסיבית יחידה ולזהות מצב של שגיאה אם נפגעו לא יותר משתי סיביות. החוקרים העוסקים בתחום זה בוחנים מהם האופנים היעילים ביותר להגן על מידע בצורה מרבית ובתוספת מזערית למידע שמבקשים להעביר.³

המסורה עושה לטקסט המקראי בדיוק מה שעושה נוהל תיקון שגיאות לתשדורת: מטרת המסורה – להגן על טקסט המקרא. לשם כך היא מאריכה את הטקסט המקורי ומוסיפה לו הערות מסורה מסוגים שונים, ובכך היא מאפשרת 'לשדר' ממקום למקום ומדור לדור את הטקסט המקורי ולתקנו משגיאות הנפולות בו בזמן העתקתו מכתב יד למשנהו.⁴

2 בעברית נפוץ השימוש גם בצירוף קוד לתיקון שגיאות (או קוד מתקן שגיאות), וגם הצירוף הזה משמש במאמר זה. נעיר עוד כי הצירוף תורת הקודים הוא כינוי גם לתורת ההצפנה. אולם אין ענייננו במאמר זה בהצפנה של הטקסט המקראי או במסרים המוצפנים בו, אלא בדרכים לשימור נוסח המקרא ולהעברתו והפצתו באופן מדויק.

3 על קודים לתיקון שגיאות בכלל ועל 'קוד המינג' בפרט ראו גם הנספח שבסוף המאמר.

4 להדגמה נבדקו חמשת הפרקים הראשונים בספר יהושע בכתר ארם צובה (בעזרת תכנת 'הכתר' של מפעל 'מקראות

התאוריה של קודים לתיקון שגיאות יכולה לסייע בהבנת מנגנון המסורה. הדיון במסורה כנוהל לתיקון שגיאות עשוי לסייע בהבנת מנגנוני המסורה והסיבות להצלחתם או לאי הצלחתם. נדגיש שאין אנו משתמשים באופן ישיר בכלים מתמטיים, אלא רק בתובנות הנובעות מתורת האינפורמציה.

בין העברת נתונים אלקטרונית להעברה אנושית בחינה השוואתית של התקשורת האלקטרונית ושל המסורה חושפת כמה הבדלים מהותיים בין שני התחומים, הנובעים מכך שהטקסט המקראי והערות המסורה מועברים בידי בני אנוש. הבדל אחד בין התחומים נעוץ בסיבת השיבוש. בעוד שבתקשורת האלקטרונית השיבוש הוא בדרך כלל אקראי, הרי במסירה האנושית של הטקסט המקראי השיבוש עשוי להיות מכוון, מבחינתנו אפשר לומר אפילו ודוני: מישוה מחזיק במסורת טקסט מנוגדת לזאת של יוצר המסורה, והוא עלול לשנות את המסורה בכוונת מכוון ולהתאימה לשיטתו. ההבדל הזה עשוי להשפיע על בחירת דרך ההגנה.

הבדל אחר קשור למקום השיבוש. בנוהלי תיקון שגיאות בתקשורת מתמודדים בדרך כלל עם שגיאות אקראיות הנפולות בטקסט עקב רעשים בערוץ התקשורת. שגיאות אלו עיוורות לחלוטין לתוכן של הטקסט, והן נפולות במקומות שונים בלי קשר לתוכן הטקסט. לעומת זאת שגיאות המעתיקים של כתבי היד, שאתן המסורה מתמודדת, תלויות מאוד בתוכן: המעתיק לא יחליף בדרך כלל מילים אקראיות. הוא עלול לכתוב בכתב מלא במקום בכתב חסר או להפך (כלומר להשמיט או להוסיף את אמות הקריאה ו"ו ויו"ד), להוסיף או להשמיט את ו"ו החיבור, להחליף בין אותיות דומות או בין מיליות דומות ועוד כיוצא באלה. המסורה מתמקדת בנקודות הפגיעות יותר, ועיקר מאמציה מוקדש להגנה עליהן.

הבדל נוסף קשור למצב שבו כבר אירעה טעות ונוצרה אי התאמה. בקודים המודרניים מצב של אי התאמה פנימית בשדר נשמר בעת העברתו ונחשף רק בתהליך הבדיקה או השחזור. אולם כשמדובר במסירה האנושית, אי התאמה עשויה להתגלות במהירות, ומי שגילה אותה עשוי לתקן אותה באופן מידי, ובכך לפגוע במנגנון ההגנה. הדברים אמורים במיוחד במקרים שבהם הסתירה מקומית ומיידית, כגון רשימה שבראשה מספר הפריטים ובהמשכה פירוט שלהם. אם נוסף פריט אחד או נגרע פריט אחד, תיווצר סתירה מיידית. כל מי שעוסק ברשימה או מעתיק אותה יבחין בסתירה, וייתכן שיתקן אותה באמצעות שינוי המספר. אם יעשה כך, הרי מערכת ההגנה המקומית של המסורה כשלה. השיקול הזה פוגע בעמידות של הגנה מקומית מיידית, ומקנה עדיפות להגנה מתחכמת וכוללנית, שבכוונה לשמר את אי התאמה באופן יעיל יותר, ובכך להגן על הטקסט המקורי.

אפשר בכל זאת להצביע על הקבלה בין נוהל תיקון שגיאות בתקשורת מודרנית ובין מערכת ההגנה

גדולות הכתר' באוניברסיטת בראילן בעריכת פרופ' מנחם כהן). הטקסט המקראי כולל 8,322 אותיות (כולל רווחים), ואם מוסיפים עליהם את סימני הניקוד וטעמי המקרא מגיע מספר התווים ל-13,885. מספר הערות המסורה הגדולה לפרקים אלה הוא 38, ובהן כ-2,000 תווים (כולל רווחים, אך בלי גרשים). מספר הערות המסורה הקטנה הוא 210, ובהן כ-910 תווים. במדגם זה המסורה מוסיפה על הטקסט המקראי כ-21 אחוזים.

של המסורה: לאמתו של דבר גם בתקשורת מודרנית מקום הפגיעה איננו אקראי לחלוטין; בדרך כלל הרעש המשבש את העברת הנתונים פוגע ברצף של ביטים, ולא בביטים אקראיים בתוך התשדורת. שולח השדר המבקש להתגונן מפני שיבוש כזה, איננו משדר מילה אחר מילה על פי הסדר, אלא מערב את השדר ומשדר בכל פעם קבוצת סיביות השייכות למילים שונות. בדרך הזאת אם יש פרץ שגיאיה ההורס סיביות רבות, עדיין אפשר לתקן את השדר, כי בכל מילה תיהרס רק סיבית אחת. אפשר להקביל את המצב הזה למסורה, המתאימה את שיטת ההגנה לאופי הפגיעה הפוטנציאלית הצפויה (ההבדל השני שצוין לעיל) והמודעת לחולשה של הגנה מקומית (ההבדל השלישי שצוין לעיל).

שלושת תחומי המסירה שיידונו במאמר בשלושת הפרקים הבאים נדון בשלושה תחומים שהופעלו בהם מנגנונים של המסורה להגנה על נוסח המקרא.

בפרק הראשון נציג מנגנון הגנה שנכשל, ושכולל הערות מסורה קדומות ביותר. בפרק השני נציג בהרחבה מנגנון הגנה שהצליח במידה רבה מאוד (אף שאיננו חלק מן המסורה בהגדרתה הקלאסית), והוא מנגנון ההגנה על מסורת הפרשיות הפתוחות והסתומות ועל צורת השירות שבתורה. הרמב"ם מנה בפרוטרוט ב'הלכות ספר תורה' את הפרשיות הפתוחות והסתומות בתורה, וגם דיווח על ניסיונות קודמים לתאר ולפרט את רשימת הפרשיות. הניסיונות הקודמים של בעלי מסורה בתחום זה כשלו, ולא הצליחו להביא למסורת פרשיות אחידה בספרי התורה שבקהילות ישראל; ואילו מעשהו של הרמב"ם הצליח. נטען וננסה להוכיח כי הצלחתו של הרמב"ם נבעה לא רק ממשקלו וממעמדו בעולם היהודי, אלא גם – ואולי בעיקר – משיטת תיקון השגיאות המוצלחת שהפעיל ברשימותיו. באופן פרדוקסלי נמחיש זאת דווקא במקום מוקשה בדברי הרמב"ם, שהוא סטה בו כנראה מן המסורת שסמך עליה. בפרק השלישי נפנה מבט רחב יותר למסורה הטברנית ונדון בהיבטיה המבניים ובתרומתם לחיזוק 'נעילת' הטקסט. דוגמה לכך היא אופייה ה'לא מקומי' של המסורה. נטען שמנגנון המסורה הוא מנגנון יעיל התורם לשמירת הטקסט, ושהוא אחת הסיבות להצלחתה של המסורה להגיע לנוסח כמעט אחיד של המקרא ולהפיצו ברבים, להתגבר על שגיאות מעתיקים, ואף לנצח מסורות אחרות שהתמודדו עם נוסח המסורה הטברני.

פרק ראשון: הערות המסורה הקדומות

התלמוד הבבלי העיד על פעילות של מסרנים קדומים להגנה על הטקסט המקראי. וכך נאמר במסכת קידושין:⁵

5 בבלי, קידושין ל ע"א. קשה לקבוע בוודאות את זמנו של המקור המובא פה. נראה שהוא המשך הדברים שהביא רב ספרא בשם ר' יהושע בן חנניה בשורות הקודמות לו בתלמוד. רב ספרא היה אמורא בן הדור הרביעי שחי בארץ ישראל וירד לבבל, ואילו ר' יהושע בן חנניה היה בן הדור השני לתנאים, שחי בין חורבן בית שני ובין מרד בר כוכבא. אם כן השמועה שהביא רב ספרא עברה בעל פה דורות רבים אצל חכמים ששמתייהם לא צוינו (הגרסה 'ר' יהושע בן

לפיכך נקראו ראשונים סופרים שהיו סופרים כל האותיות שבתורה. שהיו אומרים וא"ו ד'גחון' (וי' יא 42) חציין של אותיות של ספר תורה; 'דרש דרש' (שם י 16) חציין של תיבות; 'והתגלח' (שם יג 33) – של פסוקים; 'יכרסמנה חזיר מיער' (תה' פ 14) עי"ן דיער חציין של תהלים; 'והוא רחום יכפר עון' (שם עה 38) חצייו דפסוקים.

למעשה הגמרא מסרה כאן על שתי דרכים להגן על הטקסט. הראשונה היא מניין, 'שהיו סופרים כל האותיות שבתורה'. ואכן בבבלייתא הבאה בהמשך הגמרא נמסר מספר הפסוקים הכולל של התורה, של תהלים ושל דברי הימים. הדרך השנייה היא מציאת היחידה האמצעית: האות האמצעית, המילה האמצעית או הפסוק האמצעי – ונמסרו שם נתונים על התורה ועל תהלים. וכאן מתחיל הדין האמוראי בגמרא לבירור המימרה:

בעי רב יוסף וא"ו ד'גחון' מהאי גיסא או מהאי גיסא, אמרו ליה: נתי ס"ת ואימנינהו, מי לא אמר רבה בר בר חנה 'לא זוו משם עד שהביאו ספר תורה ומנאום'. אמר להו: אינהו בקיאי בחסירות ויתרות אנן לא בקיאינן. בעי רב יוסף 'והתגלח' מהאי גיסא או מהאי גיסא, א"ל אביי פסוקי מיהא ליתו לימניו! בפסוקי נמי לא בקיאינן, דכי אתא רב אחא בר אדא אמר במערבא פסקי ליה להאי קרא לתלתא פסוקי 'ויאמר ה' אל משה הנה אנכי בא אליך בעב הענן' (שמ' יט 9).

מן הדין בגמרא עולה שבמידע שנמסר היו שתי בעיות, האחת בטקסט עצמו והאחרת באמצעי ההגנה עליו. אשר לטקסט עצמו, האמוראים העידו על עצמם שאין הם בקיאים בטקסט המדויק, לא באותיות ולא בפסוקים. מוקד הבעיה באותיות הוא החסרות והיתרות, כלומר האותיות ו"ו וי"ד (ולעתים גם ה"א), אמות הקריאה שאינן משנות את משמעות הטקסט, ושאין קביעות בדרך כתיבתן. בעיה נוספת היא בנתוני האבטחה – לא ברור מה משמעות האמצע שציינו המסרנים הראשונים: האם המספר הכולל הוא אי זוגי, או שמא הוא זוגי והכוונה לסוף המחצית הראשונה, או שהוא זוגי והכוונה לתחילת המחצית השנייה.

נתוני האבטחה שיצרו ה'ראשונים' נמצאו אפוא עוד בתקופת האמוראים בלתי יעילים לאיתור מקום השגיאות ולתיקונן. גם גאוני בבל התלבטו בפירוש מספרי הפסוקים הנזכרים בגמרא, ואשר אינם מתאימים לנוסח המקרא המקובל.⁶ בדורות מאוחרים יותר נמצא כי גם סימני האמצע הנזכרים בה אינם מתאימים לנוסח המקובל.⁷

חנניה' באה גם בכ"י וטיקן, הספרייה האפוסטולית 111 ebr. ובקטע גניזה, אולם יש גם גרסאות אחרות: כ"י מינכן, ספרייה המדינה הבורית 95 hebr. גורס 'ר' יהודה בן חנינא, והוא רבו של ריש לקיש; כ"י אוקספורד, בודליאנה Opp. 248 [נויבאואר 367] גורס 'ד' יהושע בן קרחא'. תודתנו לד"ר מרדכי סבתו על עזרתו בבירור עניין זה. המקור עצמו בא לתאר את ה'ראשונים', כלומר דורות שקדמו לזמן ניסוח הדברים, ולכן אפשר להניח שהוא מתייחס לפעילות של מסרנים שפעלו בסוף ימי הבית השני. האמוראים שדנו במקור זה, רב יוסף ואביי, בני הדור השלישי והרביעי של האמוראים, פעלו בתחילת המאה הרביעית.

6 ראו תשובת רב האי גאון, בתוך: ב"מ לוין, אוצר הגאונים, ט: קידושין, 'ירושלים ת"ש', חלק התשובות, סי' קצא; עופר, המסורה הבבלית (לעיל הערה 1), עמ' 168–169.

7 ראו: ש' רוזנפלד, משפחת סופרים, וילנה תרמ"ג, עמ' 35–36; מ"מ כשר, תורה שלמה, כה, ירושלים תשל"ה,

בספרות המסורה מצויים סיכומים של מספרי הפסוקים של כל פרשה בתורה ושל כל ספר מספרי המקרא, ולעתים באים גם מספרי המילים והאותיות. אלה אמצעי הגנה עתיקים ופשוטים. המידע מועט יחסית ומאפשר 'אבחון שגיאה', כלומר אפשר לקבוע כי נוסח המקרא המצוי לפנינו איננו מתאים לנוסח שהמסורה מורה עליו; אך ברוב המקרים המידע איננו מאפשר זיהוי של מקום ה'טעות', וודאי שאיננו מאפשר 'תיקון' שלה, כלומר אין לדעת מהו נוסח המקרא שהערת המסורה ניסתה להגן עליו.

הנה דוגמה של הערת מסורה עתיקה הקשורה למסורת בבל, והמיוחסת לשושלת ארוכה של אנשים נודעים מתקופת התנאים והאמוראים, כלומר הרבה לפני פעולתם של בעלי המסורה הידועים לנו. ההערה הזאת באה במקורות עתיקים רבים, ונמסר בה מספר הפסוקים של המקרא כולו: 22,747 פסוקים. חוקרים שדנו בהערת המסורה הזאת סברו שהיא משתלשלת ועולה למאה השנייה לסה"נ.

המסורת הזו שמסר דוסא בן אלעזר בנו של ר' אפסי שקיבל מר' יהודה הבבלי שקיבל ממשעון אביו ושמעון אביו קבל מר' אדא ור' אדא היה באותה שעה אדם גדול במקרא שקבל מרב המנונה שהוציאה בנהרדעי ור' המנונה ור' אדא קבלו שניהם מנקי שגלה מארץ ישראל לבבל שהגלהו רופס שלא תהא תורה בארץ ישראל ושכמו [וסכמו] את התורה ואת הנביאים ואת הכתובים עשרים וארבעה ספרים שלא טעו ושלא שגו פסוקים שתי רבאות ושני אלפי אלפים⁸ ושבע מאות וארבעים ושבעה לא פחות ולא יותר.⁹

בנוסח המקרא שלפנינו יש 23,203 פסוקים.¹⁰ ההפרש הוא של מאות פסוקים, ליתר דיוק 456 פסוקים, שהם כ-2 אחוזים ממספר הפסוקים. המסורת המונה 22,747 פסוקים היא כנראה בבליית, ובכל זאת כתבי היד בניקוד בבלי שבידינו אינם מתאימים לה כלל ועיקר, שכן חלוקת הפסוקים המצויה בהם קרובה מאוד לנוסח הטברני, ורק במקרים מעטים באה בהם חלוקה אחרת של הפסוקים.¹¹ אין מנוס מן המסקנה שמניין הפסוקים העתיק הזה היה מבוסס על נוסח אחר של המקרא, נוסח עתיק, השונה מן הנוסח שהתקבל גם בטבריה וגם בבבל.¹² הוא הדין להערות המסורה בבליית על פסוקי האמצע של

עמ' רפ-רפט; ע' מרצבך, 'חציין של תיבות', דף שבועי של אוניברסיטת בר-אילן, 334 (פרשת שמיני תש"ס), <http://www.biu.ac.il/JH/Parasha/shmini/mer.html>

- 8 צריך להיות: ושני אלפים.
- 9 הציטוט על פי 'אכלה ואכלה', כ"י האלה, ספריית האוניברסיטה Yb Qu. 10, בסוף כתב היד. דיון בהערת המסורה הזאת ובמקורותיה ראו: עופר, המסורה הבבליית (לעיל הערה 1), עמ' 169-170, 178-186. על הניסיונות לתיארוך הערת המסורה ולזיהוי הדמויות הנוכרות בה ראו: שם, עמ' 170.
- 10 המספר הזה נזכר בהערות מסורה (ראו למשל: כ"ד גינצבורג, המסורה על פי כתבי-יד עתיקים, ירושלים תשל"א [לונדון 1885], סעיף פ 215), ונקבע לו הסימן 'זכר אדם' (ראו: י"ז בר וה' שטראק, ספר דקדוקי הטעמים, ירושלים תשל"ל [ליפסיה 1879], עמ' xxxi, ושם ציטטו מכ"י סנקט פטרבורג, ספרייה לאומית רוסית Eyr. II C 144; המספר 23,203 מתקבל כסכום של שני מספרים: 22,273 הבכורות הזכרים שזכרו בבמ' ג 43 ו-930 שנותיו של אדם הראשון שזכרו בבר' ה 5).
- 11 ראו: עופר, המסורה הבבליית (לעיל הערה 1), עמ' 154-166. פורטו שם כ-30 מקרים בתנ"ך שנמצאה בהם עדות לחלוקה אחרת של הפסוקים בכתבי היד בניקוד בבלי.
- 12 הנוסח העתיק הזה היה קצר יותר, וכנראה חסרו בו קטעים שהתקבלו בנוסח המקרא שבידינו. אפשר שהיו בו שינויים

ספרים מן המקרא.¹³ הערות המסורה האלה הן עדות לנוסח אחר, אך אין לנו כל דרך לשחזר את הנוסח הזה. יש פה אם כן אבחון שגיאה אך לא איתור מקומה וכמובן לא תיקון שלה. זוהי אפוא הגנה חלשה למדי.

פרק שני: הפרשיות הפתוחות והסתומות בתורה

בכתבי היד הטברניים העתיקים אין אחידות במקומן של הפרשיות הפתוחות והסתומות בתורה ובנ"ך. אף המסורה הטברנית לא עסקה בנושא זה, כלומר בהערות המסורה הגדולה והמסורה הקטנה שבכתבי היד הטברניים אין התייחסות למקומות שבא בהם רווח פרשה ולסוגי הפרשיות. אבל המסורה הבבלית עסקה בנושא הפרשיות, ונוסף על כך נמצאו בגניזה הקהירית רשימות שפורטו בהן פרשיות התורה הפתוחות והסתומות. הרשימות שונות זו מזו גם בתוכנן וגם בשיטת התיאור.¹⁴ אולם רשימה אחת שרדה בגניזה בכמה טפסים, שורשיה בבבל, והשפעתה ניכרת גם באשכנז ובאיטליה. רשימה זו נקשרה בכמה מקורות עם 'ספר תגי', ונראה שהייתה רשימה נפוצה ומרכזית.¹⁵ הנה כותרת הרשימה הזאת והפרשיות הראשונות הכלולות בה:

בשם יוי אל עולם. אתחיל לכתוב הפרשיות הסתומות והפתוחות שבתורה יגד' [לה] האלהים. ממא דכר אנה נקל מן נסכה עתיקה בג' דאדיה.¹⁶

ספר בראשית

אל האשה (ג 16)	יהי רקיע (א 6)
ולאדם (ג 17)	יקוו (א 9)
טת'	יהי מאורות (א 14)
הן האדם (ג 22)	ישרצו (א 20)
פת'	תוצא (א 24)
והאדם ידע (ד 1)	ויכלו (ב 1)
ויהי מקץ ימים (ד 3)	אלה תולדות (ב 4)
	כלן פת'

משמעוטיים נוספים, כגון חילוף סדר של קטעים מן המקרא. לעומת זאת ההבדלים בין נוסח טבריה לנוסח בבל בכתבי היד הידועים לנו הם הבדלים קטנים, כגון שינוי בניקוד ובהגייה של מילה בודדת.

13 ראו: עופר, המסורה הבבלית (לעיל הערה 1), עמ' 171-176. בעמ' 160 שם נרשמו כמה מקרים שבהם מנייני הפסוקים של פרשיות השבוע שנמסרו בכתבי יד טברניים אינם מתאימים לנוסח המסורה, ולכמה מהם הוצע הסבר. בעמ' 176-178 שם הוצע הסבר למיקום החריג שנמסר במסורה הבבלית לפסוק האמצעי של מגילת איכה.

14 ראו: עופר (שם), עמ' 140-150.

15 לפרסום הרשימה ולדיון בה ראו: ' עופר, 'רשימה בבליית של פרשיות פתוחות וסתומות בתורה', מ' בר-אשר וח"א כהן (עורכים), משאת אהרן: מחקרים בלשון מוגשים לאהרן דותן, ירושלים תש"ע, עמ' 392-434.

16 תרגום: ממה שנוכר שהועתק מנוסחה עתיקה מבגדאד.

ויאמר קין דגדול (ד 13)	חנוך (ה 21)
זה ספר (ה 1)	פת'
שת (ה 6)	מתושלח (ה 25)
אנוש (ה 9)	סת'
קינן (ה 12)	למך (ה 28)
מהללאל (ה 15)	פת'
ירד (ה 18)	וכו'
סת'	

מנגנון התיאור פה פשוט: הפרשיות נרשמות ברצף כל עוד הן מאותו הסוג. כאשר מתחלף הסוג מסיימת חוליה, ובסופה באה תווית המציינת את סוג הפרשיות באותה החוליה – פתוחות או סתומות. בהמשך באה חוליה חדשה, שסוג הפרשיות שבה שונה מזה שבחוליה הקודמת, וחוזר חלילה. יש היסכון מסוים בדרך ההצגה הזאת: כאשר יש רצף של פרשיות מאותו הסוג, אין צורך לחזור ולציין בכל פרשה ופרשה מאיזה סוג היא, אלא די בתווית אחת בסוף הסדרה.

אולם המנגנון הזה פגיע מאוד. יש טעויות שאם יקרו אפשר יהיה לגלות שנפלה שגיאה. למשל אם תישמט תווית אחת מסוג סת', תיווצר אי סדירות שתחשוף שאירעה פה טעות, שהרי תימצאנה שתי תוויות פת' בזו אחר זו. אולם טעויות אחרות אינן פוגעות בחוקיות הפנימית של הרשימה. למשל אם נשמטת פרשה אחת מרצף פרשיות; או להפך, אם יבוא מישהו ויוסיף פרשה במקום שלא הייתה – לא תיפגע חוקיות הרשימה. ואפילו יישמטו מן הרשימה שתי חוליות רצופות – והשמטה כזאת עלולה לקרות מחמת הדומות – לא תיפגע חוקיות הרשימה, ורק מי שיבדוק בתנ"ך ייווכח שהדילוג תמוה מאוד.

במבחן המציאות נכשלה רשימת הפרשיות הזאת. הצלחה של רשימה מתבטאת בכך שהיא נשמרת באופן יציב ובלי שינויים. אולם לא כך אירע: מרשימת הפרשיות הזאת שרדו לפחות חמישה טפסים – וכל טופס שונה מחברו במעט או בהרבה.¹⁷ למרות תפוצתה הרחבה של הרשימה הזאת, היא לא הגיעה לאחידות פנימית. זאת ועוד, הרשימה הזאת עצמה לא הסתפקה בתיאור שיטה אחת לחלוקת התורה לפרשיות פתוחות וסתומות, אלא גם העידה על מחלוקות והוסיפה נספחים של פרשיות שספרי נהרדעא חולקים בהן על מסורת אחרת. צדק אפוא הרמב"ם כשתיאר את מצב ספרי התורה ורשימות המסורה בימיו: 'ולפי שראיתי שיבוש גדול בכל הספרים שראיתי בדברים אלו וכן בעלי המסורת שכותבין ומחברין להודיע הסתומות והפתוחות נחלקין בדברים אילו כמחלוקת הספרים שסומכין עליהן'.¹⁸

17 ארבעה כתבי יד תוארו אצל עופר, המסורה הבבלית (לעיל הערה 15). אחרי פרסום המאמר נמצא כתב יד נוסף המחזיק את רשימת הפרשיות, כ"י אוקספורד, בודליאנה d.33, דף 8ב, ותוארו בו הפרשיות בפרקים א–לה בבראשית. מרכזי וינטרויב מצא מקורות נוספים ושילב אותם במהדורה מעודכנת של רשימת הפרשיות הזאת (שטרם פורסמה).

18 הלכות ספר תורה ה, ד. הציטוט מדברי הרמב"ם הן על פי כ"י אוקספורד, בודליאנה Hunt. 80.

הרמב"ם עצמו ניסה לפתור את הבעיה, והצליח בכך. הוא לא ניסה לתמוך באחת מרשימות הפרשיות הקיימות, אלא יצר בעצמו רשימה חדשה על פי כתב יד מיוחס ומפורסם של התנ"ך. הוא הסתמך על כתב היד של בן אשר – כתב יד שהוחזק בקהיר, ושנודע לאחר כמה דורות בשם כתר ארם צובה – ואמר: 'וספר שסמכנו עליו בדברים אֵילו הוא הספר הידוע במצרים שהוא כולל ארבעה ועשרים ספרים שהיה בירושלם מכמה שנים להגיה ממנו הספרים ועליו [היו] הכל סומכין לפי שהגיהו בן אשר ודקדק בו שנים והגיהו פעמים רבות כמו שהעתיקו ועליו סמכתי בספר תורה שכתבתי כהלכתו'.¹⁹

הרמב"ם התקין רשימת פרשיות על יסוד פרשיות הכתר, וקבע שעל פי הרשימה הזאת יש לכתוב את כל ספרי התורה. סמכותו של 'המלמד הגדול' אהרן בן אשר בתחום המסורה²⁰ וסמכותו ההלכתית של הרמב"ם הביאו לכך שרשימת הפרשיות של הכתר שנכללה בספר 'משנה תורה', התקבלה בכל קהילות ישראל, והרמב"ם הצליח אפוא במקום שנכשלו קודמיו.²¹

19 שם, ה.

20 בעניין זה מתעוררת שאלה קשה: לפי כתובת ההקדשה של כתר ארם צובה, הסופר שכתב את הכתר הוא שלמה בן בויאעא, ואילו המלמד הגדול אהרן בן אשר רשם את סימני הניקוד והטעמים ואת הערות המסורה. כיצד אפוא יכול היה הרמב"ם להיסמך על בן אשר בעניין מסורת הפרשיות? ייתכן להשיב שהכתר נכתב מתחילתו לצורך המסורן אהרן בן אשר ובפיקוחו, והוא שהורה לסופר שלמה בן בויאעא לפי איזו מסורת פרשיות לכתוב. אפשר שהרמב"ם סבר כך, אולם החוק להניח שהייתה לו מסורת ברורה על דרך כתיבתו של הכתר בטבריה כ-250 שנה לפני זמנו. נראה שהרמב"ם התאמץ להצדיק את בחירתו בכתר, והביא לה כמה סמכים: (א) הכתר הוא כתב יד עתיק ('מכמה שנים') שהיה בירושלים, מקום מרכזי ומשפיע; (ב) הכול היו סומכים עליו; (ג) בן אשר הוא שהגיה את הכתר ודקדק בו שנים רבות, ובכך הביא ליוקרתו; (ד) הרמב"ם עצמו עשה מעשה וכתב ספר תורה על סמך הכתר. הרמב"ם לא טען במישרין שמסורת הפרשיות שהביא נסמכת על בן אשר, אלא שהספר שעל פיו הביא את מסורת הפרשיות הוא ספר מוסמך ויוקרתי, ומשום כך ראוי לסמוך עליו.

21 שיטת הפרשיות של הרמב"ם התקבלה בקצב לא אחיד באזורים גאוגרפיים שונים. ממדגם של ספרי תורה ומצחפי מקרא מימי הביניים שבדק פנקובר עולה כי במאות השלוש עשרה והארבע עשרה נכתבו רוב ספרי התורה בספרד בהתאם לשיטת הרמב"ם, ואף קהילת תימן אימצה את רשימת הרמב"ם. רוב כתבי היד ששרדו הם מן המאה החמש עשרה ואילך, אך לאור מעמדו המרכזי של הרמב"ם בקרב יהודי תימן כבר בימי חייו אפשר להניח ששיטתו אומצה שם הרבה קודם. ראו: J.S. Penkower, 'A Sheet of Parchment from a 10th or 11th Century Torah Scroll: A Determining its Type among Four Traditions (Oriental, Sefardi, Ashkenazi, Yemenite)', *Textus*, 21 (2002), pp. 250–254. ראו גם: מ' כהן, 'מבוא למהדורת "מקראות גדולות הכתר", רמת גן תשנ"ב עמ' 52*. לעומת זאת התפשטות שיטת הרמב"ם באיטליה ובמיוחד באשכנז הייתה אטית יותר. כתבי היד מן המאות השלוש עשרה והארבע עשרה שבדק פנקובר אינם מתאימים בפרשיותיהם לשיטת הרמב"ם. פרץ ערך בדיקה רחבה של מאות כתבי יד אשכנזיים, רובם הגדול מן המאות הארבע עשרה והחמש עשרה ('ל' פרץ, 'התורה בכתבי יד, בתיקוני סופרים ובספרי תורה אשכנזיים בתקופת ימי הביניים: נוסח, פרשיות פתוחות וסתומות וצורות השיחות', עבודת דוקטור, אוניברסיטת בר-אילן, תשס"ח), וקולודני ערכה בדיקה מקבילה של מאות כתבי יד מאיטליה ('א' קולודני, 'התורה במצחפים ובתיקוני סופרים איטלקיים בתקופת ימי הביניים: נוסח, פרשיות פתוחות וסתומות וצורות השיחות', עבודת דוקטור, אוניברסיטת בר-אילן, תשס"ח). לפי ממצאיהם שיעור כתבי היד שמסורת פרשיותיהם קרובה מאוד לכתר (סטייה של עד 4 אחוזים, קבוצה 1א) היה באשכנז 4.6 אחוזים ובאיטליה 18.9 אחוזים. בחלק מכתבי היד תוקנה מסורת הפרשיות ביד שנייה והותאמה לשיטת הרמב"ם. שיעורם של כתבי היד שתוקנו עד לקרבה גדולה מאוד לכתר הוא 5.8 אחוזים באשכנז ו-7.5 אחוזים באיטליה (פרץ [שם], עמ' 209–210; קולודני [שם], עמ' 188–190). תהליך התיקון הזה, שכמעט תמיד נעשה לכיוון שיטת הרמב"ם, משקף את ההתחזקות המתמדת של שיטתו. מגמה זו באה לידי ביטוי ברור בדבריו של ר' יום טוב ליפמן מילהויון, שחי בפראג בסוף המאה הארבע עשרה ובהתחלת המאה החמש עשרה. הוא העיד שרוב ספרי התורה באשכנז אינם כתובים על פי שיטת הרמב"ם, וניסה לשנות את המצב הזה ולהשליט את נוסח הרמב"ם. לדבריו 'הנה יש סדר מעניין פתוחות וסתומות [ות] חולק בהרבה פרשיות על סדר

אך מלבד סמכותם של בן אשר ושל הרמב"ם פעל פה גורם נוסף, חשוב ביותר: כאשר ערך הרמב"ם את רשימת הפרשיות על פי הכתר, הוא לא הסתפק בשיטות ההגנה שהשתמשו בהן קודמיו. הוא עיצב שיטה חדשה לאבטחת המידע, ראשונה מסוגה בתחום זה, שיטה שאפשר לזהות בה סממנים של נוהל תיקון שגיאות מודרני.²² הבסיס לשיטתו היה דרך התיאור המסורגת של רשימת הפרשיות הבבלית שהוצגה לעיל. אבל לשם אבטחת המידע הוסיף לה הרמב"ם מספרים של סיכומי ביניים, שהיו רובד האבטחה הראשון. הנה לדוגמה קטע מדבריו:

ספר בראשית

יהי רקיע (א 6)	זה ספר (ה 1)
יקוו המים (א 9)	ויחי שת (ה 6)
יהי מאורות (א 14)	ויחי אנוש (ה 9)
ישרצו המים (א 20)	ויחי קינן (ה 12)
תוצא הארץ (א 24)	ויחי מהללאל (ה 15)
ויכלו (ב 1)	ויחי ירד (ה 18)
אלה תולדות השמים (ב 4)	ויחי חנוך (ה 21)
כולן פתוחות והן שבע פרשיות	ויחי מתושלח (ה 25)
אל האשה אמר (ג 16)	ויחי למך (ה 28)
ולאדם אמר (ג 17)	ויהי נוח (ה 32)
שתיהן סתומות	אחת עשרה פרשיות אלו כולן סתומות
ויאמר יי אלהים (ג 22)	וירא ה' (ו 5)
פתוחה	אלה תולדות נח (ו 9)
והאדם ידע (ד 1)	שתיהן פתוחות

סתומות ופתוחות של רמב"ם, שנעתק מספר ההכמ' [ה] מדברי ר' יודא חסיד, ורוב ספרי' [ם] הטובים שמצויין בינינו ע"פ הסדר הוא נכתבו. ונ"ל [ונראה לי] שעליהן אין לסמוך כי פרשה אחת מוכיח על כולם והיא פרשת ויצא [...] סוף כל דבר: כל הספרים כאין נגד דברי הגאון רמב"ם [...] ואנו אין לנו לענין פתוחות וסתומות אלא דברי הרב להרבני' [ם] ואב לחכמים רמב"ם' [ד"ש לוינגר וא' קופפר, 'תיקון ספר תורה של ר' יום טוב ליפמן מילהוין', סיני, ס [תשכ"ז], עמ' רנג-רנד]. מכל מקום בסופו של דבר התקבלה שיטת הפרשיות של הרמב"ם גם בכל קהילות אשכנז. הדבר אירע רק בתקופת הדפוס, בעיקר במאה השבע עשרה, בעקבות פעילותם של ר' מנחם די לונזאנו ור' ידידיה שלמה נורצי ותיקוני הסופרים שנדפסו באמסטרדם.

בבדיקת זוגיות (parity check) מוסיפים לשדר סיבית ביקורת שערכה הוא סכום של כל הסיביות (בשדה הבינארי). סיבית ביקורת זו מסמנת אם מספר הסיביות שערךן 1 הוא זוגי או אי זוגי, ומכאן שמה. הוספת סיבית ביקורת זו לרצף סיביות מאפשרת לגלות שגיאה אחת בהעברת המידע, אך אינה מאפשרת לתקן אותה. כל זאת בשדה בינארי, כלומר כשכל סיבית מקבלת את הערך 0 או 1. אולם מבחינה מתמטית פעולה זו יכולה להיעשות גם בחוג המספרים השלמים, והוספת סיכום של מספר הפרשיות בכל חוליה פועלת באופן דומה לבדיקת הזוגיות של החוליה, ואף באופן טוב יותר. סיכומי הפרשיות בכל חומש וסיכומי הפרשיות הכוללים בתורה הם בבדיקת זוגיות נוספות. במקרה של הפרשיות אין כלל בעיה לזהות את נקודת המחלוקת, כיוון שרשימות הפרשיות מלוות במילות הפתיחה של כל פרשה, ועותקים לא מעטים שלהן נפוצים ברבים. הבעיה היא לקבוע איזה משני הנוסחים הסותרים הוא הנכון, ומספרי האבטחה מסייעים בכך. שלא כבתשדורות אלקטרוניות, אי אפשר להכריע בפשטות בין שתי רשימות סותרות באמצעות בדיקת רשימה שלישית, שהרי הנחת אי תלות בין הרשימות איננה מבוססת.

ורובד אבטחה שני בא בסוף כל חומש מחמשת חומשי התורה. כך למשל בסוף ספר בראשית:

מניין הפתוחות שלש וארבעים
והסתומות שמונה וארבעים.
הכל אחד ותשעים פרשיות

ורובד אבטחה שלישי בא בסוף התורה, כסיכום כולל של רשימת הפרשיות:

מנין הפתוחות של כל התורה מאתים ותשעים
ומנין הסתומות שלש מאות ושבעים ותשע.
הכול שש מאות וששים ותשע.

הרמב"ם נקט שיטת אבטחה דומה מאוד ביחס לחיבור ההלכה שלו, 'משנה תורה', והשתמש בה פעמים רבות: (א) כל אחד מ-14 ספרי החיבור נחלק לחטיבות הלכות; בראש החיבור פורטו חטיבות ההלכות שבכל ספר ונרשם מספרן, ובסוף הפירוט בא המניין הכולל של ההלכות בכל החיבור.²³ (ב) כל חטיבת הלכות נחלקת לפרקים; בסוף כל ספר פורטו ההלכות הכלולות בו, מניין הפרקים בכל אחת מהן וכן המניין הכולל של הפרקים באותו הספר.²⁴ (ג) בכל אחת מחטיבות ההלכות פורטו מצוות עשה ולא תעשה; בראש החיבור ובראש כל ספר מנה הרמב"ם את מצוות עשה ואת מצוות לא תעשה שבכל אחת מחטיבות ההלכות וסיכם את מספר המצוות שבאותו הספר: עשה ולא תעשה.²⁵ סכום המצוות הכולל מגיע לתרי"ג: רמ"ח מצוות עשה ושס"ה מצוות לא תעשה, כפי שנכתב בסוף הקדמת הרמב"ם לספרו.²⁶ נראה שהרמב"ם חרד מאוד למבנה החיבור שלו וביקש למנוע כל פגיעה בו.

ראוי לשים לב להקבלה הטיפולוגית בין תיאורי הפרשיות לתיאורי המצוות: מניין הפתוחות והסתומות בכל חוליה מקביל למניין המצוות בכל חטיבת הלכות; סיכום הפרשיות בכל אחד מחומשי התורה מקביל לסיכום המצוות בכל ספר; הסיכום הכולל של הפרשיות מקביל לסיכום הכולל של המצוות.

נשוב עתה אל מניין הפרשיות והאבטחות שהוסיף לו הרמב"ם, ואל מה שנאמר לעיל על ההבדל בין קוד מודרני לתיקון שגיאות ובין קוד 'אנושי', כמו של המסורה וכמו רשימת הרמב"ם. בקודים המודרניים לתיקון שגיאות הנחת היסוד היא כאמור שהפגיעה הצפויה בנתונים היא אקראית, לא מכוונת. פגיעה כזאת עשויה ליצור אי התאמה פנימית, וזו תיחשף בתהליך הבדיקה או השחזור. אולם כשמדובר במסירה על ידי אדם, ההגנה המקומית היא חלשה: החסרת פרשה או הוספת פרשה יוצרת

23 ראו: רבנו משה בן מימון, משנה תורה², מהדורת י' מקבילי, חיפה תשס"ח, עמ' 23–32. נוסף על כך בראש כל ספר בא פירוט ההלכות שבו ומספרן.

24 הרמב"ם לא הזכיר במפורש את המניין הכולל של הפרקים בחיבורו, שהוא בדיוק 1,000. אולי נמנע מלהזכירו כדי שלא יאפיל על המניין הכולל של תרי"ג המצוות.

25 רמב"ם (לעיל הערה 23). בכמה מדפוסים הרמב"ם הנפוצים הושמט פירוט ההלכות והמצוות שבראש כל ספר, כנראה משום שראו בו כפילות מיותרת, שהרי המצוות מפורטות בראש כל חטיבת הלכות.

26 שם, עמ' 6, הלכה מב.

סתירה מידיית בין רשימת הפרשיות ובין הסיכום המספרי הסמוך לה. כל מי שעוסק ברשימה או מעתיק אותה חזקה עליו שיבחין בסתירה הזאת. ברגע זה תעמוד לפניו דילמה: הוא יכול לתקן את רשימת הפרשיות או את המספר שבסוף החוליה, או להשאיר את הסתירה כמות שהיא, אם מפני שאינו יודע כיצד לתקנה ואם משום שאיננו מרשה לעצמו לשנות את מה שנמסר לו. מעתיק או מסרן הבטוח במסורת הפרשיות שבידיו יבחר מן הסתם לתקן את המספר שבסוף החוליה בהתאם לפירוט הפרשיות שרשם. אם עשה כך, כשלה מערכת ההגנה המקומית של המסורה, ואז יעמדו למבחן שני רובדי ההגנה הנוספים של הרמב"ם: הסיכומים שבסוף כל ספר והסיכום הכולל בסוף התורה.

בחמישה מקומות בתורה התעוררו במהלך הדורות ספקות בנוסח רשימת הפרשיות של הרמב"ם (או בלשון אחרת, נפלו שיבושים בשדר שהעביר הרמב"ם), ואלה הם: שמ' ח 1 ('ויאמר'); שם כ 13 ('לא תחמד'); וי' ז 22 או 28 ('וידבר'); שם כה 14 ('וכי תמכרו'); דב' כז 20 ('ארור שכב'). יצחק פנקובר דן בפירוט בחמשת המקומות האלה ובחן כתבי יד מקראיים, כתבי יד של 'משנה תורה' ודברים של החולקים והמתלבטים בקביעת הפרשיות.²⁷

הנוסח המדויק של דברי הרמב"ם נמצא קרוב לוודאי בכ"י אוקספורד, בודליאנה, Hunt. 80, שהוגה על פי הטופס האישי שלו, הגהה שאושרה בחתימת הרמב"ם ('הוגה מספרי אני משה רבבי מימון זצ"ל'). נשווה את הנוסח הזה אל כ"י קיימברידג', ספריית האוניברסיטה Add. 1564.8, משנת 1242, ואל דפוס רומי ר"ם (1480). הנה המקום הראשון:

דפוס רומי	כ"י קיימברידג'	כ"י אוקספורד ('הוגה מספרי')
ויאמר ה' אל משה אמר אל אהרן נטה את ידך (ח 1)		
ויאמר ה' אל משה אמר אל אהרן נטה את מטך (ח 12)	ויאמר יי דאמר אל דכנים (ח 12)	ויאמר יי אל משה אמור אל אהרן (ח 12?)
ויאמר ה' אל משה השכם בבקר (ח 16)	ויאמר יי דהשכם בבקר (ח 16)	ויאמר יי אל משה השכם בבקר (ח 16)
שלתן סתומות	שתיהן סתומות	שתיהן סתומות

הציון לפרשה הראשונה הוא דר־משמעי, מפני שיש שני מקומות רצופים הפותחים באותן מילים; אולם אפשר להניח שהפרשה הייתה בפס' 12, כיוון שבקבוצה גדולה של כתבי יד טברניים אין רווח של פרשה בפס' 1.²⁸ סופר כ"י קיימברידג' טרח לשפר את ההפניה, כדי שתהפוך חד־משמעית. אולם לפי דפוס רומי גם במקום הראשון וגם במקום השני יש פרשה, והוא תיקן גם את פירוט הפרשיות וגם את הסיכום המקומי שבסוף החוליה: שלוש סתומות במקום שתיים.

27 J.S. Penkower, 'Maimonides and the Aleppo Codex', *Textus*, 9 (1981), pp. 39-128
 28 כתבי היד ל' כ"י סנקט פטרבורג, ספרייה לאומית רוסית (Evr. I B19a), ל' 1 (שם II B17), ל' 3 (שם II B 10), ש (כ"י ירושלים, הספרייה הלאומית Heb. 24° 5702, לשעבר כ"י ששון 507); ש 1 (לשעבר כ"י ששון 1053). ראו: פנקובר (שם), עמ' 66.

קו ההגנה הראשון נפרץ. לכאורה עדיין יש הגנות נוספות: סיכום הפרשיות הסתומות בספר (חמש ותשעים) וכל הפרשיות בספר שמות וכן מניין כל הסתומות בתורה וכל פרשיות התורה. אבל בספר שמות נפלה מחלוקת במקום נוסף, והיא מתקוות עם המחלוקת הקודמת:

כ"י אוקספורד ('הוגה מספרי')	כ"י קיימברידג'	דפוס רומי
כבד (כ 11)	כבד (כ 11)	כבד (כ 11)
לא תרצח (כ 12)	לא תרצח (כ 12)	לא תרצח (כ 12)
לא תנאף (כ 12)	לא תנאף (כ 12)	לא תנאף (כ 12)
לא תגנוב (כ 12)	לא תגנוב (כ 12)	לא תגנוב (כ 12)
לא תענה (כ 12)	לא תענה (כ 12)	לא תענה (כ 12)
לא תחמוד (כ 13)	לא תחמוד (כ 13)	לא תחמוד (כ 13)
<לא תחמד> (כ 13)	----	----
כולן סתומות והן שבע	כולן סתומות והן שש	כולן סתומות והן שש
וכל העם (כ 14)	וכל העם (כ 14)	וכל העם (כ 14)
פתוחה	פתוחה	פתוחה

כמה מן העוסקים בבעיה זו השגihו בכך ששני מקומות המחלוקת מקוונים זה את זה ועל כן תלויים זה בזה.²⁹ שתי השיטות נאבקו קשות זו בזו: פרשה סתומה בצפרדעים (שמ' ח 1) או פרשה סתומה ב'לא תחמד' השני.³⁰ בסופו של דבר ניצחה שיטת הרמב"ם המקורית, זו הבאה בכ"י אוקספורד. אולם באופן פרדוקסלי נתהפכו פה הצדדים: נוסח דברי הרמב"ם שעמד לנגד עיני המתדיינים היה משובש, ומה שהכריע בסופו של דבר היה 'מציאות הספרים', כלומר ספרי התורה, שנכתבו על פי שיטת הרמב"ם המקורית.

המחלוקת השלישית היא בספר ויקרא, והיא חשובה ומעניינת במיוחד, מפני שעד היום חלוקים בה ספרי התורה בקהילות ישראל: האשכנזים והספרדים מצד אחד והתימנים מצד אחר. אלה ואלה הולכים על פי הרמב"ם. הנה דברי הרמב"ם בשלושת המקורות:

29 שניים מן העוסקים במסורה ציינו ששתי המחלוקות בספר שמות מקוונות זו את זו: ר' מנחם די לונזאנו כתב כי בכל הספרים, היינו ספרי התורה, אין רווח פרשה בשמ' ח 1, ויש רווח של פרשה סתומה ב'לא תחמד' השני; אולם ספרי הרמב"ם שלפניו מורים להפך. בסופו של דבר מצא טופס עתיק של 'משנה תורה' המתאים לספרי התורה 'ששתי כמוצא שלל רב' (מנחם די לונזאנו, אור תורה, ונציה שע"ה, ט ע"א). בסוף מהדורת הדפוס של ספרו של ר' מאיר אבולעפיה (רמ"ה) 'מסורת סייג לתורה' (פירנצה תק"י) הובא קטע נספח אנונימי, ונכתב שם במפורש שאיננו קשור לרמ"ה. הכותב אמר כי ברוב ספרי התורה בתורכיה (תוגרמה), בארצות המזרח ובספרד אין פרשה בשמ' ח 1, ויש פרשה סתומה ב'לא תחמד' השני; והיפוכו של דבר בספרי הרמב"ם. הכותב נטה לדרך הראשונה, והביא לה סיוע מסברה (השוואה לדיברות בספר דברים). אבל הכיר גם בלגיטימיות של הדעה האחרת.

30 בכ"י קיימברידג' לא צוינה פרשה סתומה בצפרדעים (שמ' ח 1) וגם לא ב'לא תחמד' השני (שמ' כ 13). אולם בדומה לכתבי היד האחרים אף הוא מוסר על 164 פרשיות בספר שמות ומתוכן 95 סתומות. יש אפוא בנוסחו סתירה פנימית, המאפשרת למעיין לקבוע שחלה טעות כלשהי בדבריו.

דפוס רומי	כ"י קיימברידג'	כ"י אוקספורד ('הוגה מספרי')
וזאת תורת (ו 7)	וזאת תורת (ו 7)	וזאת תורת (ו 7)
סתומה	סתומה	סתומה
וידבר דזה קרבן (ו 12)	וידבר דזה קרבן (ו 12)	וידבר דזה קרבן (ו 12)
וידבר כול' דבר אל אהרן	וידבר דדבר אל אהרן	<וידבר> וכו' דבר אל אהרן
(ו 17)	(ו 17)	(ו 17)
וזאת תורת האשם (ו 1)	וזאת תורת האשם (ו 1)	וזאת תורת האשם (ו 1)
וזאת תורת זבח (ו 11)	---- (ו 11)	וזאת תורת זבח (וכו') (ו 11)
וידבר כול' דבר אל בני ישראל	וידבר דכל חלב	וידבר וכו' דבר אל בני ישראל
(ו 22)	(ו 22)	(ו 22 ? 28)
וידבר דדבר אל בני ישראל	וידבר דהמקריב	
המקריב (ו 28)	(ו 28)	
וידבר כול' קח את אהרן (ח 1)	וידבר דקח את אהרן (ח 1)	וידבר וכו' קח את אהרן (ח 1)
כולן פתוחות והן שבע	כולן פתוחות והן שבע	כולן פתוחות והן שש

במקום הזה רשימתו של הרמב"ם קשה מאוד להבנה. הנוסח המקורי של דבריו, המשתקף בכ"י אוקספורד, הוא דו-משמעי, שהרי מילות הפתיחה 'וידבר [...]' דבר אל בני ישראל' באות גם בפס' 22 וגם בפס' 28. פנקובר בדק כתבי יד עתיקים רבים של התורה, ובכולם מצא פרשה פתוחה גם ב'כל חלב' (ו 22) וגם ב'המקריב' (ו 28).³¹ יתר על כן, יש בידינו שתי עדויות בלתי תלויות שגם בכתר הייתה בשני המקומות פרשה פתוחה.³² אבל הרמב"ם קבע פה פרשה אחת בלבד, וכדרכו חיזק את קביעתו בעזרת ההגנות המספיריות: ההגנה המקומית, דהיינו שש פתוחות, וארבע הגנות נוספות – מניין הפתוחות בספר ויקרא, מניין כלל הפרשיות בספר ויקרא, מניין הפתוחות בתורה ומניין כל הפרשיות בתורה. נראה שהרמב"ם סטה פה ממסורת הפרשיות של הכתר, ככל הנראה שלא במתכוון.³³ כפי

31 פנקובר, הרמב"ם והכתר (לעיל הערה 27), עמ' 95.

32 לשתי העדויות ראו: י' עופר, 'כתר ארם צובה לאור רשימותיו של מ"ד קאסוטו', ספונות, ס"ח ד [יט] (תשמ"ט), עמ' 326–330, 334–341. יוער עוד כי פנקובר גילה טופס מודפס של תנ"ך שהוגה במאה השש עשרה בידי מגיה בשם ישי בן עמרם עמאדי על פי 'הכתר שהגיהו בן אשר' ועל פי 'כתר עזרא הסופר' (הקרוי גם 'כתר כתיבת עזרא'). ראו: י"ש פנקובר, נוסח התורה בכתר ארם-צובה: עדות חדשה, רמת גן תשנ"ג. על יסוד הערה אחת של המגיה הסיק פנקובר כי מדובר בשני ספרים שונים, ושרק 'הכתר שהגיהו בן אשר' הוא כתר ארם צובה. משום כך סבר כי העדות על וי' 22 'בכתר כתיבת עזרא פרשה פתוחה' איננה מתייחסת לכתר ארם צובה; ושדווקא הסימן 'חלבמו סגרו', המופיע שם בלא מקור, מעיד על המצב בכתר (פנקובר [שם]), עמ' 50–53). אחרי שסיים לנסח את מסקנותיו, הגיעו אליו עדויותיהם של ר' מנשה סתהון, ר' יהודה עטיה ור' שמואל ויטל על הכתר (העדויות האלה פורסמו אצל עופר [שם]); פנקובר התייחס בספרו לפרסום חלקי קודם ולדברים בעל פה ששמע לפני פרסום המאמר). לאחר דיון ארוך ומפורט (פנקובר [שם]), עמ' 74–90) סיכם פנקובר כי לאור העדויות האלה נראה לכאורה שיש להעדיף את האפשרות ש'כתר כתיבת עזרא' שהזכיר עמאדי זהה לכתר שהגיהו בן אשר (שם, עמ' 89). אין ספק כי זאת היא המסקנה המתבקשת, אף שפנקובר עצמו דבק בעמדתו הקודמת.

33 ראו: עופר (שם), עמ' 328–330.

שאפשר לראות בטבלה, היו שקבעו פרשה פתוחה גם בפס' 22 וגם בפס' 28, וגם ההגנה המספרית הצמודה נפרצה ובמקום 'שש' נכתב 'שבע'. אולם שאר ההגנות המספריות החזיקו מעמד ולא נפרצו בשום מקום. וכך קיבלו כל קהילות ישראל את קביעת הרמב"ם במקום הזה, ופסקו שרק באחד משני המקומות יש פרשה פתוחה: לדעת התימנים יש רווח פרשה רק בפס' 22, ולדעת האשכנזים והספרדים – רק בפס' 28. עד כדי כך היה כוחן של ההגנות גדול!³⁴

נסכם ונאמר: שיטת הפרשיות של הרמב"ם לא נפרצה אף לא במקום אחד, בכל 669 הפרשיות שמנה בתורה.³⁵ היו פריצות מקומיות בכתבי יד ובדפוסים, היו פריצות של ההגנה המספרית המקומית – אך ההגנות הכוללות של הספרים ושל התורה לא נפרצו בשום מקום!

וכאן ראוי ללכת צעד נוסף ולשאול: איך הצליחה מסורת הפרשיות של הרמב"ם להתפשט בעם ישראל ולדחות את מסורות הפרשיות האחרות שנהגו בכל תפוצות ישראל? הלוא הדבר חייב לפסול או לגנוז את רוב ספרי התורה ולכתוב אחרים לפי מסורת חדשה שהייתה מנוגדת למסורות המקומיות! כיצד ייתכן ששינוי כזה כמעט לא עורר התנגדות? והלוא רבות מפסיקותיו של הרמב"ם בכל תחומי ההלכה לא התקבלו בכל תפוצות ישראל. כידוע מחבר 'שולחן ערוך' התחשב בשיטת הרמב"ם אך גם בשיטות ר' יצחק אלפאסי (הרי"ף) ורבנו אשר בן יחיאל (הרא"ש); ור' משה איסרליש (הרמ"א) פרש 'מפה' על 'שולחן ערוך' ופירט בה את המקומות שבהם מסורת אשכנז אינה מתאימה לו, והבדלי מסורות קיימים עד היום הזה בכל תחום מתחומי ההלכה. מדוע דווקא בהלכות ספר תורה קיבלו כל

34 בעל 'הגהות מימוניות' הביא פה עדות מיוחדת: 'ידבר אל בני ישראל פתוחה – שתיים יש בכל הספרים. וכן הח"ר יוסף הנקדן תיקן העתק ע"פ המיימוני וכתב שתיים וידבר דכל חלב (וי' 2 ו' 22) וידבר דהמקריב (שם 28). שמ' [א] טעות סופר מדולג אחת בפנים, ואע"פ שהחשבון מכוון מכל צד, שמא החשבון נכתב לפי הטעות. וכן תומה אחת הוסיף' (לוינגר וקופפר, תיקון ספר תורה [לעיל הערה 21], עמ' רנה; ובניסוח אחר ב'הגהות מימוניות' שבדפוס הרמב"ם הנפוצים, הלכות ספר תורה ה, 1). ר' יוסף הנקדן סבר שחלה טעות סופר בדברי הרמב"ם, ושבעטייה הושמטה פרשה אחת. בעקבות זאת הוא דחה את כל מערכת ההגנות שקבע הרמב"ם, ושיער שכולה שגויה: 'שמא החשבון נכתב לפי הטעות'. קשה להכריע אם כוונתו הייתה לומר שהרמב"ם עצמו שגה, ושמערכת ההגנות שסידר התבססה מלכתחילה על הטעות, או שמא סבר שמישהו אחר שינה בשיטתיות את מערכת ההגנות שקבע הרמב"ם והתאים אותה לטעות. אולם עמדה זו לא נתקבלה בהלכה, ור' יום טוב ליפמן מילהוין שלל אותה: 'הנה דברי' [ם] אילו אין הדעת סובלת שיהא המניין שכתב שש פתוחות וכלל המניין שבסוף ספר ויקרא וכן הכלל בסוף כל התורה כולה יהיה טעות. ואני קבצתי בכל מקום היותי כל ספרי מיימוני טובים וזקנים שבאו מד' נפשות הארץ וגם מארץ ספרד, ובכולם החשבון מכוון כאחד, ואיך יעלה על הדעת שיהא טעות סופר בכולן? לכן נראה ודאי מה שהוסיף הח"ר יוסף וכתב שתיין פתוחות עשה מכח ספיקות, שמצא שתיין בכל הספרים, ולא ידע איזה וידבר היא שכתב המיימוני [...] והנה הקרה הש"י [השם יתברך] לפני שני תיקוני ס"ת [ספר תורה] וקיימים מאד מאד, ומסודר בה' [ם] הפתוחו' [ת] והסתומות ע"פ המיימוני וכתב בהן רק 'וידבר דכל חלב פתוחה' וגבי וידבר דהמקריב אין שום פסקא כלל. וכן נעשה ונשמור לקיים והמשנה ידו על התחונה' (לוינגר וקופפר [שם], עמ' רנה). דברי ר' יום טוב הם ביטוי ברור לכוחן החזק של ההגנות שקבע הרמב"ם.

35 וי' כה 14 ('זכי תמכרו'); דב' כז 20 ('ארור שכב') לא נדונו כאן בפירוט. נציין רק כי הניסיונות להוסיף פרשיות סתומות במקומות האלה לא צלחו, וזאת בזכות מערכת ההגנות של הרמב"ם. על וי' כה 14 ראו 'הגהות מימוניות', הלכות ספר תורה ה, ח; על דב' כז 20 ראו: פנקובר, הרמב"ם והכתר (לעיל הערה 27), עמ' 81–87; 'ל' עופר, 'כתר ארם צובה והתנ"ך של ר' שלום שכנא ילין, מ' בר-אשר (עורך), ספר היובל לרב מרדכי ברויאר: אסופת מאמרים במדעי היהדות, א, ירושלים תשנ"ב, עמ' 307–308. במקום זה יש עדויות סותרות על נוסח הכתר, אבל ברשימת הרמב"ם לא הייתה בו פרשה, כפי שעולה בבירור ממערכת אבטחות הנוסח שלו.

הקהילות כולן את מסורת הרמב"ם? התשובה לדבר היא לדעתנו שלא רק שמכותם של הרמב"ם ושל בן אשר קבעה כאן, אלא יציבות המסורות: המסורת של הרמב"ם הייתה ברורה וחד־משמעית, ו'נוהל תיקון השגיאות' המתוחכם שקבע הגן עליה ומנע או תיקן כל סטייה ממנה. לעומת המסורת הזאת עמדו מסורות רופפות, לא יציבות, שחלקן זו על זו כל צעד ושעל, ולא היה בכוחן להתמודד עם המסורת החותכת והיציבה שקבע הרמב"ם.

שירת האזינו ושירת הים

בשירת הים ובשירת האזינו לא התקבלה הכרעתו של הרמב"ם בשלמות. על שירת האזינו (דב' לב) כתב בהרחבה משה גושן־גוטשטיין. מסורת הרמב"ם והכתר לכתוב את שירת האזינו ב־67 שורות לא עמדה בספרד ובאשכנז בפני המסורת ההגיונית יותר, הקלה יותר לביצוע והנתמכת בידי מסכת סופרים – לכתוב את השירה ב־70 שורות.³⁶ שיטת הרמב"ם בעניין זה נכשלה בעיקר בגלל הקושי הטכני לאמצה. הרמב"ם שילב פה מנגנוני הגנה רבים וחזקים: הוא ציין את מספר השורות, ופירט את 67 המילים העומדות בראש כל שורה ושורה ואת 67 המילים הפותחות את המחצית השנייה בכל שורה. אולם כל מנגנוני ההגנה האלה לא היה בכוחם להגן על המסורת התמוהה שקבע, וכולם שונו בחזק יד.³⁷

לעומת זאת בשירת הים (שמ' טו 1–19) כשלה שיטת הרמב"ם בגלל בעיית אבטחה ולא בגלל קושי בביצוע. וזו לשון הרמב"ם: 'שירת הים כותבין אותה בשלושים שיטה: שיטה ראשונה, כדרכה; ושאר השיטות, אחת מניחין באמצעה ריוח אחד, ואחת מניחין הריוח בשני מקומות באמצעה, עד שתימצא השיטה חלוקה לשלוש, ונמצא ריוח כנגד הכתב וכתב כנגד הריוח. וזו היא צורתה, ומיד לאחר דברים אלה הועתקה השירה כולה על רווחיה.³⁸ הרמב"ם תיאר אפוא את השירה בשני תיאורים: תיאור מילולי כללי ותיאור גרפי מפורט, דהיינו העתקה של השירה כולה על כל מילותיה ורווחיה. התיאור המילולי איננו יכול לעמוד בפני עצמו, שכן זהו תיאור צורתה הכללית של השירה, אך אין לדעת על פיו היכן בדיוק יש לחלק כל שורה, כלומר אילו מילים באות בראש כל פסוקה. ולא זו בלבד, התיאור הזה גם

36 ראו: הלכות ספר תורה ה, יא–יב. רק במסורת תימן התקבלה שיטת הרמב"ם, ושירת האזינו נכתבת ב־67 שורות בדומה לכתר.

37 ראו: מ' גושן־גוטשטיין, 'האותנטיות של כתר חלב', י' בן־צבי, מ' גושן־גוטשטיין וד"ש לוינגר, מחקרים בכתר ארם צובה (כתבי מפעל המקרא של האוניברסיטה העברית, א), ירושלים תש"ך, עמ' ל–לב. ר' מנחם די לונזאנו כתב שהמבקשים לכתוב את שירת האזינו ב־67 שורות 'צריכים בג' מקומות... להכניס בשיטה אחת מה שהוא ב' שיטות לסברה האחרונה, ולכן לא יוכלו להניח באמצע שלשת השיטות ההן ריוח כשיעור, כי קצר המצע. וכי תאמר: אפשר לתקן זה [...] ומתחלה ירחיב עמוד השירה הרבה [...] הא לאו מילתא היא, דא"כ [דאם כן] יהיה הס'ת [הספר תורה] פסול ממקום אחר, לפי שצריך למעלה משירה זו שש שטין וכלן שיטות קצרות, ואיך יעשה הסופר? וכו' (אור תורה, ונציה שע"ח, כה ע"א). עמד אפוא מישהו, שינה את דברי הרמב"ם והתאימם באופן שיטתי לשיטת 70 שורות. בעשותו כן הכניס עשרה שינויים בדברי הרמב"ם: העביר שלוש מילים והוסיף שש מילים חדשות ('בינו', 'קנין' באמצע השורה במקום 'שאל' שהועברה לראש השורה; 'על', 'ישאהו' באמצע השורה במקום 'פרש' שהועברה לראש השורה; 'ומחדרים', 'יונק' בראש השורה במקום 'גם' שהועברה לאמצע השורה), וכן שינה את מניין השורות הכולל (70 במקום 67). נוסח משופץ זה של דברי הרמב"ם הועתק והופץ ועמד בעימות עם נוסחו המקורי של הרמב"ם.

38 הלכות ספר תורה ה, יג.

אינו מדויק, שהרי אי אפשר להבין ממנו שהשורה השנייה בשירה היא בעלת שני רווחים ולא בעלת רווח אחד. וגם אי אפשר לדעת ממנו שהשורות האחרונות בשירה חריגות בצורתן: בכל אחת מהן יש רק רווח אחד. ומדוע? אמנם מבחינה צורנית מתבקשת בשורה האחרונה חלוקה לשלושה וסיום של השורה במילה יחידה; אך מבחינת התוכן לא ייתכן להניח רווח בין שתי המילים האחרונות בשירה, שהרי רווח כזה בא בתוך צירוף סמיכות ומפריד בין המילה 'בתוך' ובין המילה 'הים'.³⁹

מדוע הסתפק הרמב"ם בתיאור מקורבו? ייתכן שסבר שתיאור מילולי יהיה מסובך ובלתי מובן, ולכן העדיף להעתיק את השירה בשלמותה אל תוך ספרו, כדי שהכול יבינו את דרך כתיבתה. אלא שמבחינת מנגנון ההגנה הייתה זו בחירה לא טובה ולא יעילה. לפני המעתיקים והמדפיסים שנדרשו להעתיק במדויק את הטקסט והרווחים עמדו קשיים גרפיים לא פשוטים, ולעתים התירו לעצמם לשנות כדי לעמוד באילוצי המקום. ובכלל כל מי שמעתיק תרשים חייב להבין בדיוק על מה עליו להקפיד, שאם לא כן יישבש. ואכן בתוך זמן קצר שיבשו המעתיקים את התרשים של הרמב"ם. חלקם יצרו תרשים שכל מטרתו להדגים את הכתיבה לסירוגין בשורה בעלת רווח אחד ובשורה בעלת שני רווחים, בלי התחשבות במקום החלוקה בטקסט ואפילו בלי להתחשב במספר השורות. אחרים יצרו תרשים בן שלושים שורות המחויב רק לתיאור המילולי של הרמב"ם. והיו שהעתיקו אל תוך ספרו של הרמב"ם את שירת הים כפי שחשבו שצריך לכתוב אותה. פנקובר מצא בבדיקה יסודית של כתבי היד של 'משנה תורה' שרובם הגדול אינו מתאים לנוסח המקורי של הרמב"ם (הידוע לנו מכ"י אוקספורד). למעשה רוב שיטות הכתיבה של שירת הים שהיו נהוגות ברחבי העולם היהודי משתקפות כאן בטופסי הרמב"ם. מטרת הרמב"ם הייתה לעצב באמצעות ספרו את דמות ספרי התורה במרחב היהודי, ולמעשה קרה בדיוק ההפך: עיצובים של שירת הים שהיו מקובלים ברחבי העולם היהודי קבעו את דמות שירת הים בכתבי היד של ספרו של הרמב"ם.⁴⁰

39 נציין כאן שלוש גישות עקרוניות בעניין חלוקת השורה האחרונה בשירה: גישה אחת הולכת אחר התוכן בלבד ומחלקת את השורה האחרונה לשני חלקים ('את מי הים – ובני ישראל הלכו ביבשה בתוך הים'). גישה אחרת הולכת אחר הצורה בלבד, ומחלקת את השורה האחרונה לשלושה חלקים כשמילה בודדת בראש השורה ובסופה (הים – ובני ישראל הלכו ביבשה בתוך – הים). גישה נוספת היא גישת פשרה, המנסה לצאת ידי חובת הצורה והתוכן, ועל כן מחלקת את השורה האחרונה לשלושה חלקים אך החלק האחרון הוא בן שתי מילים ('מי הים – ובני ישראל הלכו ביבשה – בתוך הים'). שיטה זו מתאימה לצורת השירה בחלוקת השורה לשלושה (אך מוותרת על המילה היחידה בסוף), ומתאימה לתוכן השורה בכך שאינה קוטעת רצף תחבירי של צירוף סמיכות ואינה מנוגדת לחלוקת טעמי המקרא (אך בכל זאת היא יוצרת צלעית בת שתי מילים, בעוד שהמינימום בכל השירה הוא שלוש מילים לצלעית. ראו: מ' ברויאר, כתר ארם צובה והנוסח המקובל של המקרא, ירושלים תשל"ו, עמ' 184). המשותף לכל השיטות האלה שהשירה נחלקת לצלעות עד סוף פס' 19. אולם באשכנז נפוצה בעיקר שיטה אחרת, ולפיה פס' 19 נכתב ברצף ולא ברווחי שירה. צורה זו, המופיעה כבר בכ"י ירושלים, הספרייה הלאומית Heb. 24^o 5702 (לשעבר כ"י ששון 507), מן המאה העשירית, אינה מתאימה לתיאור המילולי הכללי של הרמב"ם. על דרך הכתיבה של שירת הים באזורים הגאוגרפיים השונים ראו: פנקובר, יריעת קלף (לעיל הערה 21), עמ' 254–261. על צורות הכתיבה באשכנז ראו בהרחבה: ר' פרץ, 'מסורות הכתיבה של שירת הים בכתב-יד אשכנזיים מקראיים מימי הביניים', ר"י זר וי' עופר (עורכים), ישראל: מחקרים בלשון לזכרו של ישראל ייבין, ירושלים תשע"א, עמ' 179–203. על צורות הכתיבה באיטליה ראו: קולודני, התורה במצחפים (לעיל הערה 21), עמ' 221–257.

40 ראו: פנקובר, הרמב"ם והכתר (לעיל הערה 27), עמ' 32–50. הנתונים על כתבי היד של 'משנה תורה' ראו: שם,

בסופו של דבר התקבלה בכל הקהילות פרט לקהילת תימן שיטת הכתיבה של שירת הים על פי הכתר, פרט לשורה האחרונה: שורה זו נכתבת בספרי התורה חלוקה לשלושה, בעוד שבכתר היא נחלקה לשניים. שלא כבשירת האיזנו, לא הייתה כאן מסורת חזקה שהתעמתה עם מסורת הכתר; ולפיכך אפשר לשער כי אילו היה הרמב"ם מתקין פה אמצעי הגנה יעילים יותר, כגון שהיה מתאר במילים את דרך הכתיבה המיוחדת של השורה האחרונה בשירה, היה מצליח לקבע את נוסח הכתר בעניין זה. העולה מדברינו בפרק זה שלעתים מה שקבע את התקבלות פסקי הרמב"ם היה מנגנוני ההגנה שצירף לדבריו, ולא דווקא תוכן המסורת שהביא, סבירותה או תפוצתה ברבים.

פרק שלישי: מנגנוני המסורה

כיצד פעלו מנגנוני המסורה הטברניים, המסורה הקטנה והמסורה הגדולה, וכיצד סייעו להכרעת נוסח המקרא ולקיבועו?⁴¹

עצם קיומן של הערות המסורה הגדולה והקטנה בשולי כתב יד של המקרא מקנה לו יוקרה ומלמד על דיוקו. יש לזכור כי בתקופה שקדמה לדפוס היה צורך במאות רבות של כתבי יד מקראיים, לשימושם של צעירים ומבוגרים לקריאה במקרא וללימודו. רוב הנזקקים לכתבי היד המקראיים לא יכלו ולא רצו להשקיע ממון רב בכתיבתם. הם נזקקו לטפסים עממיים-זולגריים, שנכתבו לא בידי מומחים, ושלא הייתה בהם הקפדה מיוחדת על דיוקו של הנוסח. ספרים ושרידי ספרים כאלה נמצאו בגניזה לרוב.⁴² המסורה מהווה אפוא סימן היכר לטופס מדויק של המקרא.

המצב הזה העניק להערות המסורה יתרון שיווקי חשוב. קהילה שכידה את עצמה או אדם נכבד וחשוב שרצו שיהיה ברשותם טופס יוקרתי של התורה, של הנביאים, של הכתובים או של התנ"ך כולו, חיפשו מעתיק שהתמצא במסורה, שיכתוב בעבורם את הספר ויכלול בו גם את הערות המסורה. כך זכו הערות המסורה לתפוצה רחבה למדי, שהרי אילו היו נכתבות רק בספרים מיוחדים למסורה, היו הספרים האלה מופצים רק בציבור קטן שהמסורה היא עיסוקו המקצועי. המגמה הזאת נמשכה בתקופת הדפוס: הדפוס הנפוץ של 'מקראות גדולות', שנדפס בוונציה בשנים 1524–1525, ושחזר ונדפס פעמים רבות במהלך הדורות, כולל בתוכו את מנגנון המסורה, והוא מצוי בידי כול, אף שרק מעטים מעיינים במנגנון המסורה ומשתמשים בו.

עמ' 33–36. פנקובר מצא רק ארבעה כתבי יד הוהים או דומים כאן לכ"י אוקספורד ('הוגה מספרי'). בחמישה כתבי יד השורות האחרונות בשירה כתובות ברצף, ובשני כתבי יד השורה האחרונה חלוקה לשלושה חלקים.

41 מן הראוי להזכיר כי מנגנוני המסורה הטברניים לא היו דרך הפעולה היחידה של המסורה, שהרי המסורה הבבלית פעלה באופן שונה: המסורה הבבלית, לפחות זו הנוגעת לתורה, לא נרשמה בגיליון כתבי היד המקראיים אלא כחיבור בפני עצמו. חיבור זה לא היה מוגבל במקום, והדבר אפשר למסרני בכל ליצור חיבור בעל נוסח קבוע, הן בכל נושא בפסוק הראשון הכלול בו. על חיבור המסורה הבבלית לתורה ראו: עופר, המסורה הבבלית (לעיל הערה 1), עמ' 26–29. יש כמובן יתרונות במתכונת הפעולה הזאת. אולם דווקא המנגנון הטברני הוא שהשתמר לדורות, אולי בשל יתרונותיו הנדונים בגוף המאמר.

42 ראו למשל את קטעי הגניזה שבתיבה A22 באוסף טיילור-שכטר בספריית האוניברסיטה בקיימברידג'.

לא כל המסרנים ומעתיקי המסורה שווים: היו מסרנים מומחים שהתאמצו לבדוק את תקפות הערות המסורה שהעתיקו ולהתאים אליהן את נוסח כתב היד שבו עסקו. אחרים העתיקו את הערות המסורה בלא לבדוק אם כתב היד שהועתקו בו מתאים לנאמר בהן. אלה גם אלה סייעו להפצת הערות המסורה ותרמו לחיזוקה.⁴³

את מנגנון המסורה הטברנית אפשר להגדיר כהגנה צמודה אך לא מקומית. ההגנה היא צמודה, שהרי הערות המסורה באות 'על הדף' בסמוך למילות המקרא שהיא באה להגן עליהן. אך זוהי הגנה לא מקומית: הערות המסורה הטברנית מתאפיינות בכך שהן עוסקות לא רק במילה היחידה שהן צמודות לה. בדרך כלל אין למצוא הערות כגון 'אתו – חסר' או 'אותו – מלא'. ההתייחסות היא למכלול: למקרא כולו, לחלק אחד משלושת חלקיו או לספר מספרי המקרא. לדוגמה המסורה הקטנה של הכתר ליהו' טז מוסרת 'אותו – ד' מל'נא] בסיפ'רא] (המילה 'אותו' באה ארבע פעמים בכתוב מלא בספר יהושע; בכל שאר ההופעות שלה בספר – הכתיב חסר). אפילו הערת המסורה הנפוצה 'ל' (לית דכוותיה)', המתייחסת למילה יחידה, מוסרת למעשה מידע על המקרא כולו: הצורה הספציפית הזאת היא יחידאית במקרא.

מה חשיבות הדבר בהיבט של הגנת הנוסח? הערה מקומית הצמודה למילה כלשהי היא מיותרת ופגיעה. מיותרת, כי המידע הזה מצוי לפנינו על הדף. למשל כאשר באה במקרא המילה 'אתו' אין כל טעם לציין לצדה במסורה הקטנה 'חסר', שהרי כל המסתכל במילה רואה שהיא כתובה בכתיב חסר. בניגוד לקוד הנמסר באופן אלקטרוני, בהעתקה בידי אדם אין תועלת רבה בכתיב כפולה ורצופה של אותו מידע, שהרי במקרה של חוסר התאמה כל מי שמעתיק את הטקסט ואת הערות יבחין בכך מיד ויתקן את הטקסט או את הערת האבטחה. לא כן הדבר כאשר הערת ההגנה מתייחסת למקרא כולו. כאן קשה הרבה יותר לשנות את הערת המסורה, ולכך תורם גם המנגנון של המסורה הגדולה והקטנה, כפי שנראה להלן.

נזכיר כאן את מה שהראינו לעיל בדיון בפרשיות: ההגנה המקומית שיצר הרמב"ם בסוף כל חוליה נפגעה או נפרצה לא פעם, אבל ההגנה הכוללת יותר החזיקה מעמד ובסופו של דבר שמרה את רשימת הפרשיות כפי שיצאה מתחת ידי הרמב"ם.

43 כתבי יד רבים שנכתבו בימי הביניים נוסחם רחוק מנוסח המסורה, אף על פי שכותביהם העתיקו בגיליונם הערות מסורה רבות. כהן קבע כי 'במרבית מצפיי המסורה האשכנזיים אין קשר מהותי בין הטקסט למסורה המעטרת אותו. הדמות הקונסוננטית המשתקפת מהערות המסורה היא דמותו של הנוסח המוסמך [...] מסתבר שיוקרתה הכלל-יהודית הגדולה של המסורה כ"סייג לתורה" היא שהביאה להתפשטות דגם המסירה של "מצחף המקרא" גם באזורים של מסורות שמוחץ לנוסח המוסמך, אלא שבאזורים אלה הורכבה המסורה באופן מלאכותי על הטקסטים המקומיים' (מ' כהן, 'קווי יסוד לדמותו העיצורית של הטקסט בכתבי יד מקראיים מימי הביניים', עיוני מקרא ופרשנות, [א]: מנחות ויכרון לאריה טוויג [תש"ם], עמ' 150). אפשר לשער שהחובה או המנהג להעתיק הערות מסורה בגיליון, תרמו לתפוצתן של הערות המסורה ולהכרה במעמדה של המסורה גם במקומות שבהם לא הצליחו לעשות בה שימוש יעיל ושלם לאחזקת הנוסח. כהן הראה באמצעות מדגם כיצד השתמשו מסרנים שונים בהערות המסורה, במידה מועטת או מרובה, וקירבו במידה מסוימת את נוסח כתב היד שניתן בידם לנוסח המוסמך. ראו: כהן (שם), עמ' 150–182.

המסורה הגדולה והמסורה הקטנה

כאמור המסורה הקטנה נוקבת מספר בלי פירוט, ואילו המסורה הגדולה מפרטת את הפסוקים. מה פשר המנגנון הכפול הזה? מדוע הפיצול? כיצד נוצר, וכיצד הוא פועל?

עולה על הדעת תשובה התפתחותית, והיו חוקרי מסורה שחשבו בכיוון הזה: המסורה התפתחה בשלבים. בתחילה נמסרה בעל פה, אחר כך נכתבו ההערות הקצרות של המסורה הקטנה, ורק אחר כך התחילו לכתוב את המסורה הגדולה.⁴⁴ אבל תשובה כזאת איננה נראית. קשה לראות כיצד יכלה המסורה הקטנה להתקיים בלי המסורה הגדולה, שהרי כיצד פעלו המסרנים על פי מספר שלא נמסר הפירוט שלו? האומנם כתבו המסרנים מספרים ולא פירוט בשום מקום את תוכנם? ואם נהגו מנהג משונה כזה, מדוע לא נטשו אותו כשהגיעו סוף סוף לשלב שבו כתבו את המסורה הגדולה. מדוע לא דחתה המסורה הגדולה את המסורה הקטנה לחלוטין?

לטענה ההתפתחותית אין בסיס טקסטואלי מוצק. אמנם יש דפי גניזה שמופיעות בהם הערות ספורות של המסורה הקטנה, ושאינן בהם מסורה גדולה. אבל נדירים כתבי יד הכוללים הערות רבות של מסורה קטנה, ושאינן בהם מסורה גדולה כלל. והעיקר, המסורה איננה טקסט קבוע המועתק מכתב יד לחברו. כל מסרן יצר מחדש את אוסף המסורה הגדולה והמסורה הקטנה על פי בחירתו ובניסוח מיוחד לו. אי אפשר לראות אפוא את המסורה הקטנה כשריד קפוא של תקופה קדומה. המסורה הזאת נכתבה והתחדשה בכל כתב יד שנכתב, במקביל למסורה הגדולה. למשל המסרן של הכתר כתב את הערות המסורה הקטנה והמסורה הגדולה, והוסיף ותיקן אותן במשך שנים רבות.

אנו נדרשים אפוא להבין ולהסביר כיצד שני מגבשי המסורה מתפקדים יחדיו כחלקים של מערכת אחת. יש להסביר את המנגנון בפעולתו, הסבר סינכרוני.

נראה שמצחפי המקרא הטברניים עוצבו במיוחד לכתיבת המסורה הקטנה והמסורה הגדולה. הם נכתבו בטורים צרים, לרוב שלושה טורים בעמוד ובספרי אמ"ת (איוב, משלי ותהלים) שני טורים.⁴⁵ צורת הכתיבה הזאת אפשרה לרשום בין הטורים הערות מסורה קטנה רבות. בראשי הטורים ובתחתיתם הוקדש מקום להערות המסורה הגדולה. מספר הערות המסורה הגדולה בעמוד מוגבל – הממוצע הוא כשש הערות, ואילו המספר הממוצע של הערות המסורה הקטנה בעמוד הוא 50.⁴⁶ הערות המסורה הגדולה ארוכות בהרבה מהערות המסורה הקטנה, שהרי פירוט הפסוקים דורש מקום רב, בעוד שהמסורה הקטנה נדרשת למסור רק מספר, ולשם כך די באות אחת או בשתיים: ג', ד', י"ב, י"ג וכדומה.

ביחס בין המסורה הגדולה למסורה הקטנה יש מעין פרדוקס: אף שלמסורה הגדולה מיועדות שורות רחבות בראש העמוד ובתחתיתו, ולמסורה הקטנה רק מקום דחוק בין הטורים, מספר הערות המסורה

44 למשל לדברי סגל 'מסורה קטנה היא בודאי קדומה למסורה גדולה' (מ"צ סגל, מבוא המקרא, ירושלים תשל"ז, עמ' 908).

45 זאת לעומת כתבי היד של בבל, שנכתבו בדרך כלל בטור אחד או שניים בעמוד.

46 החישוב מבוסס על בדיקת ספר יהושע בכתר ארם צובה: נכתבו בו 180 הערות מסורה גדולה וכ-1,500 הערות מסורה קטנה ב-29 עמודים.

הקטנה בעמוד גדול למעלה מפי חמישה ממספר הערות המסורה הגדולה, ועדיין נותר מקום להערות נוספות. להלכה אפשר לומר שהמקום למסורה הקטנה איננו מוגבל.

אם הערת מסורה מונה למשל חמישה חסרים, צפוי שהפירוט יימסר במקום אחד בלבד במסורה הגדולה, אבל המספר יבוא בכל חמשת המקומות, או לפחות ברובם. מי שנתקל בהערות מסורה קטנה הדנה בנושא שהוא זקוק לו, יתור אחרי הערת המסורה הגדולה המתאימה עד שימצא אותה. דבר זה מצריך מאמץ, שכן המסורה הקטנה אינה כוללת 'מצביע' או כתובת, ולא תמיד תימצא הערת המסורה הגדולה באותו כתב יד שבו נרשמה המסורה הקטנה. אבל מי שמחפש – סופו שימצא.

אפשר לומר כי המסורה הקטנה היא מנגנון לאבחון שגיאות. בעזרתה יכול המסרן לעמוד על קיומה של שגיאה בטקסט שלפניו, אך בלי יכולת להצביע על מקומה ולתקן אותה, שהרי אין בידו פירוט הפסוקים. לעומת זאת המסורה הגדולה כוללת מנגנון לתיקון שגיאות, שהרי היא אומרת במדויק היכן הם החסרים או היכן הם המלאים.

אולם ההצדקה לקיומה של המסורה הקטנה היא בעינינו אחרת. המסורה הקטנה מפיצה באופן נמרץ את המידע של הערת המסורה. שוב ושוב מופיע המספר העומד ביסוד הערת המסורה. המספר הזה ייחרט אפוא בזיכרון וייכתב שוב ושוב, עד שלא יהיה אפשר עוד לעקור אותו.

הפיזור הגדול והאקראי של הערות המסורה, העובדה שאין למסורה הגדולה מקום קבוע, והעובדה שהמספר שבה חוזר שוב ושוב בהערות המסורה הקטנה, הם שהקנו להערות המסורה כוח ויציבות ומנעו ממסרנים ומעתיקים שהיה בידיהם נוסח חולק לשנות את הערות המסורה ולהתאימן לנוסח שבידיהם.

נתאר לעצמנו מעתיק של כתב יד של מקרא הנתקל בסתירה בין נוסח העומד לפניו ובין הערת מסורה (גדולה או קטנה), והמנסה למצוא פתרון למצב. עקרונית פתוחות לפניו ארבע אפשרויות: (1) להשאיר את הסתירה כמות שהיא, בלי לפתור אותה; (2) לשנות את הגרסה במקרא בהתאם להערות המסורה; (3) לשנות את המניין בהערות המסורה הקטנה, או את המניין ואת פירוט הפסוקים במסורה הגדולה, ולהתאימם לנוסח שלפניו; (4) לנסות ליישב את הסתירה באופן מלא או חלקי בדרכים שונות (כגון שיאמר ששני פסוקים דומים נמנו כאחד, או שהמניין מתייחס רק למילה עצמה ולא למילה שלפניה אות שימוש).

המסרן נמצא בדילמה: תפקידו למסור את מה שהגיע אליו בנאמנות ובדייקנות, אך הוא רואה בעיניו שיש סתירה בחומר העומד לפניו, וייתכן שהוא מרגיש שעליו לפתרה. אין לדעת מראש באיזו דרך יבחר: בדרך הראשונה, של השארת הסתירה בעינה, יכול לבחור מעתיק 'קל דעת' הרוצה לסיים במהרה את מלאכתו ולקבל את שכרו, ולא לייגע את מוחו בפתרון בעיות חמורות. אולם ייתכן גם שמסרן מומחה ומעמיק יבחר דווקא לא לשנות כלום ולהשאיר את הבעיה ב'תיקן' עד שיימצא פתרון. התפוצה הרבה של המספרים שקבעה המסורה – והמופצים במיוחד על ידי הערות המסורה הקטנה, החוזרות על אותו המספר במקומות רבים – גרמה לכך שהדרך השלישית הייתה קשה ביותר לביצוע. לפעמים קל יותר ליישב מניין תמוה בהסבר דחוק מאשר לשנות אותו. כאן כוחו של המנגנון בהגנה מפני שינויי הנוסח: פעמים רבות המספר שנשמר באופן יציב בכתבי יד רבים במשך דורות הביא בסופו של התהליך לשימור הנוסח הראשוני שהתכוון לשמר.

המסורה כמנגנון התכנסות

המסורה למקרא איננה מעשה ידיו של מחבר אחד, שהסתמך על כתב־יד אחד, אלא מעשה ידיהם של מאות בעלי מסורה שפעלו במשך דורות רבים.⁴⁷ לפיכך נשאלת השאלה כיצד הצליחה המסורה (ברוב רובם של המקרים) לשמור על אחדות פנימית ולהורות על נוסח אחד ויחיד של המקרא. כוונתנו בעיקר לנוסח האותיות של המקרא ולכתיב המלא והחסר. הצלחה זו בולטת במיוחד על רקע דיוגנו בעניין הפרשיות הפתוחות והסתומות בתורה, שבו ראינו כי פעילות מסרנית שנעשתה בידי רבים נכשלה, ורק רשימה שהוכנה בידי אדם אחד (הרמב"ם) ואובטחה כראוי – הצליחה.

מסתבר, שתחילת יצירתה של המסורה הייתה רק אחרי שנעשתה פעולה נרחבת להאחדת נוסח המקרא, נוסחים שלא התאימו לנוסח המוסכם נדחו, וכתבי יד שייצגו נוסחים רחוקים כאלה נגזרו.⁴⁸ אולם קשה לשער שבעלי המסורה הגיעו תחילה להסכמה מוחלטת על כל אות במקרא, ורק אחרי שנקבע נוסח מוסכם כזה החלו לחבר את הערות המסורה. זהו מצב אוטופי שקשה לשער שהיה קיים אי פעם במקום מסוים, שהרי ההבדלים בין כתבי היד המקראיים הידועים לנו רבים למדי. זאת ועוד, המסורה התפתחה במשך דורות רבים, והערותיה נוסחו בידי מסרנים רבים; קשה להניח שכל מי שניסח את הערות המסורה החזיק בידו נוסח אחיד של המקרא בלא כל חילוף.

על כורחנו נניח שהערות המסורה נוסדו על בסיס נוסח שהיה מוסכם כמעט לכל פרטיו, אבל לא זכה לאחידות גמורה. מתקבל על הדעת שמנגנון המסורה פעל לא רק כמנגנון שימור, אלא גם כמנגנון הכרעה במחלוקות המסייע להגיע לנוסח אחיד.

ראוי לדבר גם על מנגנון התכנסות ולנסות להבין כיצד יכולה המסורה לפעול כמנגנון כזה. נניח שהייתה לפנינו קבוצה גדולה של כתבי יד הקרובים זה לזה בנוסחם אך אינם זהים. בעלי מסורה יצרו הערות מסורה שבאו לשמר את הנוסח שבידיהם והפיצו אותן. ברוב המקרים הערות של מסרנים שונים התיישבו אלו עם אלו ויצרו קונסנזוס מוסכם שחייב את המסרנים שבאו אחריהם. לעתים התגלו סתירות בין הנוסחים וגם בהערות המסורה השונות, והמסרנים ניסו לפתור את הסתירות בדרכים שונות. המניינים הסותרים עשויים היו לשמש וזו לחשיפת אי ההתאמות ולפתרון בדרך של הכרעה, וכך לגרום להתקרבות הדדית של הנוסחים, גם בנוסח הטקסט המקראי וגם בתוכן של הערות המסורה. הערות המסורה הניעו אפוא תהליך התכנסות, והוא הביא במהלך הדורות להאחדת הנוסח ולהתכנסותו לנקודה משותפת אחת.⁴⁹

47 ייבין, המסורה למקרא (לעיל הערה 1), עמ' 114.

48 על דחיית טיפוסים נוסח הרחוקים מנוסח המסורה ראו: כהן, קווי יסוד (לעיל הערה 43), עמ' 132–137. התיאור המוצע פה כוונתו להציע שחזור של דרך היצירה של המסורה במרכזי המסרנים שבהם נוצרה, ושבהם ודאי הגיעו כתבי היד לרמה אחידות גבוהה של הנוסח והכתיב. אין הכוונה לומר שהושגה אחידות בכתיב המקרא בכל רחבי העולם היהודי. אחידות כזאת לא הושגה עד תקופת הדפוס. ראו לעיל הערה 43 וכן: פנקובר, יריעת קלף (לעיל הערה 21), עמ' 238–247.

49 בכונתנו לדון במקום אחר בפירוט בתהליכי התכנסות הנוסח, ולהביא להם דוגמות מחומרי המסורה ומכתבי היד.

סיכום

הערות המסורה באו לשמר את נוסח המקרא, מתוך שאיפה להגן על נוסח אחד קבוע ומוסכם. הן הוסיפו מידע על הטקסט המקראי, ובכך אפשרו לזהות טקסט שגוי הסוטה מן הנוסח המוסכם, וגם לתקן אותו. במובן הזה מנגנוני המסורה דומים לקודים לתיקון שגיאות, הנהגים בתקשורת המודרנית. סקרנו במאמר מנגנונים שונים של מסורה לשימור הנוסח, ששימשו במשך הדורות. חלק מן המנגנונים נכשלו במשימתם, כגון מניינים קדומים של פסוקי המקרא וכגון רשימות פרשיות שקדמו לרמב"ם. מנגנונים אחרים זכו להצלחה גדולה, כגון מנגנון ההגנה על פרשיות התורה שפיתח הרמב"ם והערות המסורה הגדולה והקטנה הטברניות. סקרנו את המקרים השונים וניסינו להציע הסברים להצלחות ולכישלונות. חלק מן ההסברים מבוססים על המחקר התאורטי של הקודים המודרניים ושל יעילותם, וחלקם מיוחדים למנגנוני המסירה האנושית.

נספח

צוהר לתורת הקודים לתיקון שגיאות

בנספח זה נתאר בקצרה את התאוריה המתמטית העוסקת בבניית קודים יעילים לתיקון שגיאות, את מטרותיה, הישגיה והאתגרים העומדים לפתחה. תיאור זה איננו נדרש להבנת גוף המאמר, אולם יוכל להבהיר את כיוון החשיבה שביסודו. קיימת כמובן ספרות מקצועית ענפה העוסקת בתורת הקודים לתיקון שגיאות, והקורא המעוניין יוכל להיזקק לה.⁵⁰ נזכיר עוד כי המונח תורת הקודים הוא כינוי גם לתורת ההצפנה. אך ענייננו פה בתחום שמטרתו שונה: לא להסתיר את המסר מעיני זר, אלא למנוע כשלים ושגיאות בהעברתו.

קוד לתיקון שגיאות מטרתו להביא לכך שמסר המועבר בערוץ רועש יובן כהלכה, אפילו אם ייפלו בו מספר שגיאות בתהליך ההעברה. בעידן התקשורת הממוחשבת מקובל לקודד הודעה כסדרת סיביות שכל אחת מהן היא 0 או 1. אם ברצוננו לשדר הודעה בת k סיביות, הקוד יתרגם את ההודעה להודעה ארוכה יותר, באורך n סיביות, וישדר אותה. המקבל, המכיר את חוקי המשחק, יוכל לשחזר מן הסדרה באורך n את הסדרה המקורית, שאורכה כאמור k . השחזור יוכל להתבצע באופן מדויק, אפילו אם נפלו כמה שגיאות בשידור, ומספר מסוים של סיביות השתבש, כלומר במקום הסיבית 0 הגיעה הסיבית 1 או להפך.

דוגמה פשוטה לקוד כזה היא שידור כל סיבית שלוש פעמים רצופות. למשל במקום הסדרה 0, 1, 1, 0 (קרא מימין לשמאל) תשודר הסדרה 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0. במקרה זה אם תיפול שגיאה אחת בלבד בעת העברת המסר, יוכל המקבל לשחזר את ההודעה המקורית, על ידי הפעלת עקרון הרוב, ויבחר מכל שלשייה את הסיבית המשותפת לשתיים משלוש הסיביות. אולם לקוד הזה יש שני חסרונות: ראשית, הוא יצליח לתקן כהלכה רק שגיאה אחת, ואם ייפלו שתי שגיאות סמוכות ייכשל השחזור של המסר המקורי. שנית, הקוד הוא בזבזני, שהרי ההודעה המשודרת גדולה פי שלושה מן המסר המקורי, ויש פה בזבוז של 200 אחוז. את הבעיה הראשונה אפשר לפתור בפתרון נאיבי אחר: לשדר כל סיבית חמש פעמים ולתקן על פי עקרון הרוב, וכך השחזור יצליח גם במקרה שנפלו שתי שגיאות סמוכות. אולם בקוד הזה קיים בזבוז גדול עוד יותר, ושיעורו 400 אחוז.

שיטה מתוחכמת יותר היא הקוד הידוע בשם 'קוד המינג (7, 4)', שהוצג לראשונה בשנת 1950 על ידי מפתחו, ריצ'רד המינג (Hamming), והקרוי על שמו. הקוד הזה מאפשר לתקן שגיאה אחת במילה בת ארבע סיביות כדלקמן: במקום לשדר את סדרת הסיביות x_1, x_2, x_3, x_4 תשודר סדרה בת שבע סיביות: $x_1, x_2, x_3, x_4, y_1, y_2, y_3$. שלוש הסיביות האחרונות ייקבעו על פי המשוואות האלה:

50 ראו למשל: F.J. MacWilliams and N.J.A. Sloane, *The Theory of Error-Correcting Codes*, Amsterdam 1977; J. Baylis, *Error Correcting Codes: A Mathematical Introduction*, Boca Raton, FL 1998. תיאורים תמציתיים יותר יש באתרים שונים במרשתת, כגון ב'ויקיפדיה' בערכים 'קוד תיקון שגיאות' ו'קוד המינג'.

כל הפעולות האלה הן מודולו 2, כלומר $1+1=0$; $0+1=1$; $1+0=1$; $0+0=0$.
 $y_3=x_2+x_3+x_4$; $y_2=x_1+x_3+x_4$; $y_1=x_1+x_2+x_4$.

הקורא יכול לבדוק ולהיווכח כי אם תיפול שגיאה אחת לכל היותר במילה בת שבע הסיביות ששודרה יוכל המקבל לזהות את הסיבית השגויה ולתקנה, וזאת באמצעות בדיקת נכונותן של שלוש המשוואות הנזכרות. למשל אם כל המשוואות מתקיימות, אפשר להסיק שלא נפלה טעות; אם שתי המשוואות הראשונות אינן מתקיימות, הסיבית השגויה היא x_1 ; אם כל שלוש המשוואות אינן מתקיימות, הסיבית השגויה היא x_4 ; ואם רק המשוואה השלישית אינה מתקיימת, הסיבית השגויה היא y_3 . בדוגמה זו שיעור הבזבוז הוא 75 אחוז, שהרי על כל ארבע סיביות יש להוסיף שלוש. יש גם 'קודי המינג' אחרים, שבהם היחס בין n ל- k קטן בהרבה מ-1.75. הקודים האלה יתקנו שגיאה אחת בבזבוז קטן ביותר. אולם אליה וקוץ בה, בקודים האלה הסדרה המשודרת ארוכה מאוד, וגדלים הסיכויים שייפלו בשידורה שגיאות רבות, ולא רק אחת כפי שהנחנו קודם, והדבר יכשיל את שחזור השדר המקורי.

זהו בדיקת האתגר הניצב לפני המומחים בתחום נוהלי תיקון שגיאות: למצוא שיטות בעלות יעילות מרבית (שיטות ששיעור הבזבוז בהן מזערי) ואמינות מרבית (שיטות המסוגלות לתקן מספר שגיאות גדול ככל האפשר). ברור שיש מתח מתמיד בין היעילות לאמינות, והמטרה היא למצוא את האיזון הנדרש. בעולם המעשה קיימים מצבים שונים והדרישות בהם שונות: לעתים יש צורך באמינות גבוהה מאוד – למשל בשידור מסמכים בין בנקים קריאה נכונה של כל הספרות היא קריטית – ומוכנים לוותר על היעילות. במקרים אחרים – כגון שידור חי של חדשות – היעילות חשובה ביותר, ואפשר לספוג כמות מסוימת של שגיאות שלא יתוקנו.

תורת הקודים לתיקון שגיאות נוסדה בעבודותיו החלוציות של קלוד שנון (Shannon, 1916–2001), הנחשב אבי תורת האינפורמציה. עבודותיו הוכיחו, בכלים הסתברותיים, את קיומם של קודים טובים, כלומר אמינים ויעילים. אולם טרם נמצאו קודים מעשיים המגיעים באיכותם לקודים המיטביים שאת קיומם מבטיחה התאוריה. המומחים העוסקים בתחום זה מנסים למצוא קודים מפורשים בעלי התכונות הטובות. מלבד תכונות היעילות והאמינות שהזכרנו, בעולם המעשה מעוניינים בקודים שיש להם גם אלגוריתמים מהירים של קידוד ושל פענוח. למרות שישים שנותיה והישגיה הרבים של תורת הקודים לתיקון שגיאות, עדיין רבות בה הבעיות הפתוחות המצפות לפתרון.

במאמרנו ניסינו ליישם תובנות שנצברו במשך השנים בתורת האינפורמציה, ולנתח בעזרתן את המכניזם של המסורה, שאפשר לראות בה קוד מתקן שגיאות, במאמציה להעביר במדויק את מסורת המקרא מדור לדור.

