

יורה מדע

גיליון דו-שבועי להלכה, מדע וטכנולוגיה

גיליון 9 – פרשת ויקרא תשפ"ב

למידת מכונה (א)

הקדמה

אחד הנושאים המדוברים ביותר בשנים האחרונות בתעשיית ההיי-טק, באקדמיה ובכלל, הוא נושא 'הבינה המלאכותית' (AI=Artificial Intelligence). עקב כניסת הבינה המלאכותית בקצב מהיר לחיינו, היא מזמנת לפתחנו דיונים הלכתיים שונים. כבר כיום, כמעט כל אחד מאיתנו משתמש בבינה מלאכותית, בצורה זו או אחרת, גם אם אינו מודע לכך.

לדוגמה: כשמבצעים פעולות בנקאיות שונות מרחוק, מופעלת לפחות בחלק מהמקרים מערכת, שתפקידה לזהות פעולות שאינן חוקיות, ולמנוע את ביצוען. הפעולה תתעכב או לא תאושר אם יעלה חשד מבוסס שמדובר בפעולה לא חוקית. הזיהוי ייעשה בין השאר על ידי בדיקה עד כמה נתוני הפעולה (זהות מבצע הפעולה, מהות הפעולה, חשבוניות הבנק המשתתפים בפעולה, סכום הכסף המועבר בפעולה, הזמן ביממה שבו הפעולה מתבצעת ועוד) דומות לנתוני פעולות אסורות שנעשו בעבר.

המושג 'בינה מלאכותית' בצורה שבה מקובל להשתמש בו בציבור הרחב, כולל הרבה תחומים מתקדמים במדעי המחשב, שהמכנה המשותף ביניהם הוא הניסיון לתת למחשבים יכולות דומות או קרובות ליכולות החשיבה האנושית. רק מי שמתחיל להתעסק או לפחות להתעניין ברצינות בתחום, נחשף לחלוקתו לסיווגים ולתתי-הסיווגים של שיטות השונות, שרק חלקן נקרא באופן רשמי 'בינה מלאכותית'. בגיליונות הקרובים נעסוק בתחום שנקרא 'למידת מכונה' (ML=Machine Learning). נבין אותו באופן כללי, ונראה דיונים הלכתיים הנוגעים אליו. לפחות חלק מהדיונים ישליך גם על תחומים נוספים הקשורים לבינה מלאכותית.

הסבר מדעי

אופנים שונים של למידת מכונה

למידת מכונה כוללת שיטות שונות שבהן המחשב 'לומד' לסווג או לדרג דברים או מצבים לפי הנתונים שלהם, או לבצע פעולות מסוימות בצורה נכונה, ללא שקיבל מראש סידרת פקודות מתאימה שמביאות אותו אל המטרה. זאת בשונה מתוכנות רגילות, שכוללות פקודה המתאימה לכל מצב, והמתכנת אותן החליט בעצמו איך יתייחס המחשב לכל מצב, ומה הגבול המדויק בין מצב שבו המחשב ינהג כך למצב שבו המחשב ינהג אחרת.

מקובל לחלק את תחום למידת המכונה לשלושה סוגים של שיטות 'למידה'. נכיר אותן בקצרה, ובהמשך נרחיב:

- למידה מונחית (Supervised Learning) – שיטות למידה שבהן המחשב מקבל דוגמאות רבות הכוללות נתונים, כשהדוגמאות מחולקות לקבוצות, או מדורגות במדרג מסוים. המחשב מפענח

¹ בצורה בסיסית ובלי לגעת ב'למידה עמוקה', המצריכה הסבר ודיון בפני עצמם.

מתוך המקרים שנתנו לו, מה הם הנתונים שערכיהם משפיעים על הסיווג לקבוצות השונות או על הדירוג בסולם מסוים ובאיזו צורה הם משפיעים.

לדוגמה: המחשב מקבל נתונים על 1000 דירות, הכוללים את שטח הדירה, מספר חדריה, הקומה שבה היא נמצאת ובנוסף גם את מחירה. מתוך 'לימוד' דוגמאות אלו, יבנה המחשב דרך לחישוב מחיר דירה על פי שטחה, קומתה ומספר חדריה. אחרי שהוא בנה שיטת חישוב, הוא יוכל לקבל נתונים על דירות שמחירן עוד לא נקבע ולחזות או לקבוע את מחירן.

דוגמה נוספת: המחשב מקבל נתונים על 500 תפוחים, הכוללים את גודלם, צבעם, משקלם ובנוסף גם את הסיווג שלהם כ'איכותיים' או 'לא-איכותיים'. מתוך 'לימוד' דוגמאות אלו, יבנה המחשב שיטה לסיווג תפוח על פי גודלו, צבעו ומשקלו. אחרי בניית השיטה, המחשב יוכל לסווג את התפוחים שהוא יקבל את נתוניהם בהמשך.

- למידה בלתי-מונחת (Unsupervised Learning) – שיטות למידה שבהן המחשב מקבל דוגמאות רבות עם נתונין, ללא סיווג או דירוג מסוים ומוצא בעצמו דרך לסווג לקבוצות בשיטות שונות. לדוגמה: המחשב מקבל נתונים על 500 זני פרחים, הכוללים את מספר עלי הכותרת, אורך עלי הכותרת וצבעם. המחשב ינסה לסווג את הזנים האלה לכמה משפחות, ובעקבות כך יבנה המחשב שיטה לסיווג פרחים למשפחות שונות על פי הנתונים שלהם.

לפחות בחלק מהמקרים, מחשב העובד בשיטות אלו, יחלק את המקרים שניתנו לו בצורה שונה מהצורה שבה אדם היה מחלק אותם. זה יכול להיות יתרון של שיטות אלו, או לחילופין – חיסרון. החלוקה של המחשב יכולה להתברר כצודקת יותר, אך יכולה גם להתברר כחסרת משמעות. החכמה היא להשתמש ביכולות המחשב, כדי לזהות חלוקות בעלות משמעות, שאדם לא היה מסוגל. במקרה הזה, דווקא המחשב הוא זה שחושב 'מחוץ לקופסה', כי הוא לא באמת מבין את המשמעות של הנתונים. בעקבות עובדה זו, המחשב יוכל לפעמים לתת חלוקה מקורית שהאדם לא חשב עליה, אך היא תשפוך אור על תופעות שונות.

- למידה באמצעות חיזוקים (Reinforcement Learning) – שיטות למידה שבהן המחשב מנסה לבצע פעולה מסוימת, ומקבל ציון על כל ניסיון או על שלבים שונים של הניסיונות. אחרי ניסיונות רבים, המחשב לומד מה הדרך הנכונה לבצע את הפעולה.

לדוגמה: רחפן אמור לעבור דרך פתח מסוים במחיצה, ללא שכתבו לו סדרת פקודות שיובילו אותו אל המטרה. לצורך כך המחשב מפעיל את המדחפים ('פרופלורים') של הרחפן בסדר כלשהו. לאחר הפעלת המדחפים בסדר מסוים, המחשב מקבל ציון על סדרת ההפעלות, בהתאם לאיכות הביצועים ובהתאם לקירבה של הרחפן לפתח לאחר ביצוע סדרת הפעולות. אחרי כמה סדרות כאלה, המחשב לומד מה הסדרה המתאימה לביצוע הפעולה. מניסיון לניסיון המחשב מקבל אינדיקציה לצורה של סדרת הפעולות הנכונה, באמצעות הציון שכל סדרה מקבלת.

בגיליון זה נרחיב מעט על שני התחומים הראשונים שהוזכרו, ונראה דיונים הלכתיים הנוגעים אליהם. בגיליון הבא נרחיב על החלק השלישי, ונמשיך בדיונים הלכתיים הנוגעים לכל שלשת התחומים.

דוגמאות ללמידה מונחת – רגרסיה לינארית (Linear Regression) ורגרסיה לוגיסטית (Logistic Regression)

שיטה פשוטה וותיקה של למידת מכונה, שהעקרונות שלה נלמדו עוד לפני עידן המחשב – כחלק ממדע הסטטיסטיקה, היא 'רגרסיה לינארית'. היא יוצאת מנקודת הנחה שהערך שאליו רוצים להגיע (למשל מחיר הדירה) יכול להתקבל כתוצאה מצירוף (חיבור וחסור) של הכפלות הנתונים של כל דוגמה (למשל: שטח, מספר חדרים וכו') במספרים שונים. נסביר זאת בעזרת הדוגמה של חיזוי או קביעה של מחיר דירה: המחשב ילמד את נתוני הדירות ומחיריהן וינסה להגיע לנוסחה מהסוג הזה. לדוגמה (יש לקרוא משמאל לימין):

$$[\text{מספר הקומה}] \times 15,000 - [\text{מספר חדרים}] \times 20,000 + [\text{שטח לפי מטר רבוע}] \times 10,000 + 500,000 = [\text{מחיר הדירה}]$$

המחשב ימצא את הנוסחה בדרך זו: הוא ימצא באלו מספרים יש להכפיל את הערכים של נתוני הדירות שניתנו לו כדי ללמוד, כך שהנוסחה תתן תשובות קרובות, עד כמה שאפשר, למחירי הדירות שאותן הוא למד. לאחר שתימצא הנוסחה, המחשב ישתמש בה לחישוב מחירים של דירות שנתונין ידועים ומחירן לא ידוע.

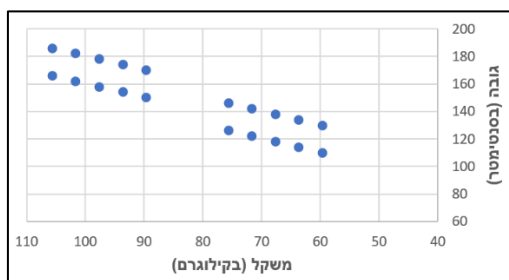
השיטה של 'רגרסיה לוגיסטית' בנויה על גבי הרגרסיה הליניארית, אך מיועדת לסיווג דוגמאות לקבוצות שונות. נסביר אותה בצורה פשטנית באמצעות הדוגמה של סיווג תפוחים לאיכותיים ולא-איכותיים: המחשב יתן לכל צבע מספר מתאים² ולאחר מכן ייצור נוסחה המכפילה את המשקל, הגודל ואת המספר המייצג את הצבע של התפוח, כך שלכל תפוח תהיה תוצאה מספרית. אחר כך יקבל המחשב החלטה איזה מספר הוא הגבול שממנו ומעלה ייחשב התפוח כ'איכותי' וממנו ומטה הוא ייחשב כ'לא-איכותי'. גם כאן המחשב יבנה את הנוסחה ויקבע את המספר הגבולי בצורה שתתן תוצאות הכי קרובות לדוגמאות שהוא 'למד'.

דוגמה למימוש למידה מונחית – מערכת זיהוי פנים

בכניסה לחדר פרטי של עובד אפשר להציב מצלמה, שאמורה לצלם את כל מי שעומד לפני הדלת, ובמקרה שהמצלמה קולטת את בעל החדר, הוא יפתח את הדלת באמצעות מעגל חשמלי המחובר למחשב. כדי 'ללמד' את המחשב, נותנים לו כמות גדולה מאד של תמונות 'ללמוד', כשחלקן הקטן הן תמונות של בעל החדר והשאר הן תמונות של אנשים אחרים. באמצעות שיטות לעיבוד תמונה ממוחשב, המחשב ייתן ערכים מספריים לפרמטרים מסוימים של התמונות, וילמד אלו ערכים מתאימים לקבוצת התמונות של בעל החדר. כך, כל פעם שיעמוד אדם מול המצלמה, המחשב יקבל את התמונה, ויבדוק האם היא דומה מספיק לבעל החדר, כלומר האם הערכים המספריים של התמונה קרובים לערכים המספריים המאפיינים את התמונות של בעל החדר.

דוגמה ללמידה בלתי מונחית – אלגוריתם K-Means

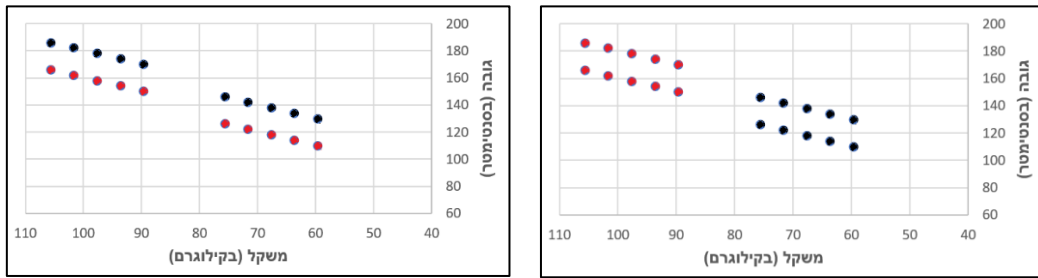
לא נסביר את דרך הפעולה של אלגוריתם K-Means, משום שהדבר דורש אריכות³, אך נבין מה התוצאה שהוא נותן. המחשב יסווג את הדוגמאות שהוא מקבל, באופן שייווצרו קבוצות כמה שיותר מגובשות, כלומר בעלות נתונים קרובים מאד זה לזה. מספר הקבוצות שאליהן יתחלקו המקרים יכול להינתן בידי המשתמש, או להיבחר על ידי המחשב באופן שהתוצאה של החלוקה תהיה איכותית מספיק, אך לא מוגזמת. נסביר את העיקרון בעזרת דוגמה פשוטה: ניתן למחשב נתוני גובה ומשקל של 20 אנשים, ונבקש מהמחשב לסווג אותם לשתי קבוצות. בתרשים הבא מצוירות הנקודות על פני מרובע, כך שמרחק מתחתיתו של המרובע מייצג את הגובה של האדם שהיא מייצגת, ומרחקה מהצלע הימנית של המרובע מייצגת את משקלו.



² למעשה, מערכות צילום ממוחשבות ('צילום דיגיטלי'), כולל רוב גמור של המצלמות הביתיות הדיגיטליות, שומרות בזיכרון את הצבע של כל פיקסל מהתמונה בצורה מספרית המייצגת את הצבע. בצורה כללית מאוד: כל צבע מיוצג על ידי שלישיית מספרים, המייצגת את רמת הגירוי שאותו צבע גורם לכל אחד משלושת סוגי חיישני הצבע שבעין האנושים (הנקראים 'חרוטים', או 'מדוכים').

³ להסבר מורחב, ראה כאן: <https://www.intel.com/content/www/us/en/developer/learn/course-machine-learning.html> בחומר של שבוע 11.

נבחן שתי אפשרויות לחלוקה, המיוצגות באמצעות צביעת קבוצה אחת באדום והשנייה בשחור:



התרשים הימני מוצלח יותר, כי בו הקבוצות מגובשות, או במילים רשמיות יותר: המרחק בין כל נקודה לחברות קבוצתה קטן בהרבה מהמרחק בינה לבין חברות הקבוצה האחרת. אלגוריתם K-Means ישאף לייצר חלוקה מהסוג הזה.

אחרי שיווצר הסיווג, המחשב ינסח כלל שקובע מה הגבול בין קבוצה לחברתה (האפשרות הפשוטה: קו שעובר בין נקודות המרכז של הקבוצות, במרחק שווה משתייהן). מכאן והלאה יסווג המחשב את כל הדוגמאות שהוא יקבל, לפי הכלל הזה.

מימוש אפשרי ללמידה לא-מונחית היא הזנת כמות גדולה של צילומי רנטגן של אבר מסוים לתוך המחשב, כך ש'ילמד' את הצילומים, ויסווגם לקבוצות. סיווג כזה יכול לתת חלוקה שהאדם לא חשב עליה, וכך לתת כיווני חשיבה חדשים במחקרים רפואיים. בשונה מאדם, מחשב יכו 'ללמוד' בתקופה לא ארוכה כמות עצומה של צילומי רנטגן מכל העולם, 'לזכור' את כולם וגם לנתח את המרכיבים שלהם.

דוגמאות אלו שראינו הן רק טיפה מן הים של השיטות השונות הקיימות בתחום. כידבר שיצא מן הכלל – ללמד על הכלל כולו יצא, אנו מבינים מתוכן, שאין הבדל מהותי בין למידת מכונה לבין תוכנות רגילות⁴. עם זאת, לפעמים אין למתכנת התוכנה גישה להחלטה הסופית של התוכנה איך לפעול, וכן לפעמים המחשב לא מפסיק ללמוד וכך אין אפשרות לדעת תמיד מה הגבול העדכני שהציבה התוכנה בין מקרה שהיא תגדיר כך לבין מקרה שהיא תגדיר אחרת.

בכתבת ההסבר המודעי נעזרתי בסיכומים של הרצאות ששמעתי במרכז האקדמי לב, בחומרים של הקורס האינטרנטי בנושא למידת מכונה של חברת אינטל ובאתר ויקיפדיה (בעברית ובאנגלית).

דיון הלכתי

מעשה שאולי יגרום למערכת מבוססת למידת מכונה לעשות מלאכה בשבת

בהסבר המדעי הוזכרה אפשרות ליצור מערכת זיהוי פנים שמבוססת על למידת מכונה. האם מותר לאדם שלא כיבה אותה לפני השבת, לעבור לידה בשבת⁵, כאשר אין כוונתו לגרום לה לבצע פעולה אסורה כלשהי⁶, אך יש סיכוי שהפעולה האסורה תתבצע⁷?

⁴ יש המתייחסים ללמידה עמוקה בצורה אחרת. אם ירצה ה', נדון בנושא זה בבוא העת.
⁵ לא נדון כרגע בשאלה האם מותר לעבור מול מצלמה בשבת. הדיון כאן מתייחס רק לתוצאה שמעבר כזה יגרום, על ידי מערכת למידת המכונה.

⁶ אם האדם מתכוון לתוצאה האסורה של המעשה – כלומר פתיחת הדלת באמצעות מעגל חשמלי, לא תועיל העובדה שיש סיכוי שהתוצאה לא תקרה. 'פסיק רישיה' ו'אינו פסיק רישיה' הם שני סוגים של מעשים שנמצאים בקבוצת 'דבר שאינו מתכוון', אך אם האדם מתכוון לתוצאה, הדבר אסור. הדבר ברור לעניי, אך נראה שיש לכך גם ראייה מלשון הרמב"ם (שבת, פרק א', הלכה ה):

דברים המותרים לעשותן בשבת ובשעת עשייתן אפשר שתעשה בגללן מלאכה ואפשר שלא תעשה, אם לא נתכוין לאותה מלאכה הרי זה מותר...

אחרי שהוא כבר פתח וציין שמדובר על תוצאה לא ודאית, הוא מתנה את התנאי "אם לא נתכוין לאותה מלאכה". אם כן, התנאי הראשון בפני עצמו אינו מועיל.

בשו"ת הריב"ש (סימן שצד) מופיע הדבר בצורה מפורשת:

ונראה מפשט סוגיא זו שאין הסריקה פסיק רישיה אבל אסור מטעם שהוא מתכוין להשיר נימין המדולדלין.
⁷ בדיון יצאתי מנקודת הנחה שעמידה מול המצלמה בכוונה נחשבת מעשה גמור, כמו לחיצה על כפתור, וכל תוצאותיו (שאליהן האדם התכוון) נחשבות כפעולה ישירה של האדם. יש לציין שבשנים האחרונות קיים דיון לגבי מעמדה של מלאכה המתבצעת עקב מעבר מול חיישן באופנים שונים. ראה: שבט הלוי (חלק ט, סימן ט), אמונת עתיך (גיליון 102,

כפי שלמדנו, מערכת שמבוססת על למידת מכונה פועלת לפי דפוס החלטה שנוצר על ידי 'לימוד' מקרים רבים, ולא תמיד האדם יודע מה הגבול המדויק, שנקבע בסוף תהליך ה'למידה', בין מקרים שבהם המערכת תפעל בצורה אחת לבין מקרים שבהם היא תפעל בצורה אחרת. אם כן, לכאורה יהיה מותר לאדם לעבור ליד מערכת זיהוי הפנים בשבת, משום שהפעולה של המערכת היא בגדר 'דבר שאינו מתכוון', ובגלל שאינה וודאית, היא גם לא מוגדרת כ'פסיק רישיה'⁸. אך כדי לקבל הכרעה בשאלה זו ודומותיה, יש צורך לדון בשתי סוגיות: רמת הסיכוי לתוצאה מסוימת של מעשה שנדרשת כדי להגדירו כ'אינו פסיק רישיה' וסוגיית 'ספק פסיק רישיה'.

רמת הסיכוי המגדירה תוצאה של מעשה כ'אינו פסיק רישיה'

כאשר אדם עושה מעשה מותר בשבת, וכתוצאה ממנו יש סיכוי גבוה, אך לא וודאי, שיעשה איסור, האם יש לדמותו ל'דבר שאינו מתכוון', והוא מותר, או שסיכוי גבוה כבר מגדיר את המעשה כ'פסיק רישיה'! שאלה זו משליכה על השאלה שבה פתחנו את הדיון ההלכתי, משום שלמערכות למידת מכונה יש אחוז מסוים של טעות. במערכות לא מפותחות מאד, הטעויות מורגשות מדי פעם ואינן נדירות מאד. אם בכדי להגדיר מעשה כ'פסיק רישיה' יש צורך לוודאות גמורה (עד כמה שבן אנוש יכול לדעת דבר בוודאות), מערכות עם אחוז טעות ניכר יכולות להיחשב כ'דבר שאינו מתכוון', ולא כ'פסיק רישיה'. בשאלה זו דנו גדולי עולם, ואת שיטותיהם נסקור כאן בקצרה.

בחידושי הריטב"א למסכת יומא (דף לד, ע"ב) כתוב:

וכל דאפשר בשום צד בלא מלאכה לא חשיב פסיק רישיה כדברירנא בכמה דוכתי

בחידושי על מסכת כתובות (דף ה, ע"ב) הוא מתבטא בצורה עוד יותר חריפה:

דכל שאפשר שלא יעשה איסור אפי' בצד רחוק לא חשיב פסיק רישיה ולא ימות, ולשון "פסיק רישיה ולא ימות" מוכיח כן.

לדבריו, דווקא וודאות גמורה היא פסיק רישיה, ואף אחוזים נמוכים לאי-הצלחה הופכים את הפעולה ל'דבר שאינו מתכוון'.

לעומתו, בתשובת רבי אברהם בן הרמב"ם (שהועתקה בתחילת ספר שביתת השבת), מופיע⁹ שמעשה שרוב הסיכויים שתהיה לו תוצאה האסורה בשבת מהתורה אסור, אך לא ברמה של איסור תורה¹⁰.

בשו"ת הריב"ש (סימן שצד, ד"ה 'והטעם האחר שכתבת דכיון') האריך להוכיח שגם אם יש סיכוי קלוש שהתוצאה האסורה לא תבוא בעקבות המעשה, הוא עדיין נחשב כ'פסיק רישיה', אך נראה מדבריו שדווקא אי-הצלחה נדירה בצורה קיצונית היא זו שלא מבטלת את הגדרת פסיק רישיה, אך אם קורה לעיתים שהתוצאה האסורה לא מגיעה, אפשר להחשיב את המעשה כ'דבר שאינו מתכוון'.

בספר יראים (סימן רעד, בדפוס ישן – סימן קב) בפירוט על מלאכת חורש, מופיע:

תולדה דרבנן. הוסיפו חכמים שלא לגרור כסאות גדולות בארץ לפי שהוא קרוב לפסיק רישיה

לפי דבריו, מעשה שיש סיכוי גבוה שתהיה לו תוצאה של מלאכה האסורה מהתורה, אסור מדרבנן. אפשר שזו דרגת ביניים בין פסיק רישיה, האסור מהתורה, לבין 'דבר שאינו מתכוון', שמותר (כעין שיטת רבי אברהם בן הרמב"ם), ואפשר שספר היראים סובר ש'קרוב לפסיק רישיה' במקרה של גרירת חפצים כבדים נחשב ממש כמו פסיק רישיה, אך שניהם אסורים מדרבנן¹¹.

עמ' 85; גיליון 104, עמ' 54-70; גיליון 105, עמ' 81 ועמ' 86; גיליון 110, עמ' 7, חמדה גנוזה (חלק ב, סימן מב, אות מה), עטרת חכמים (בהוצאת המכון הטכנולוגי להלכה, עמ' קלח), עטרת שלמה (בהוצאת המכון הטכנולוגי להלכה, חלק ז עמ' קלא-קלח), קדושת השבת (חלק א, מהדורת שבט תשעג, עמ' 107), תחומין (כרך כג, עמ' 278; כרך לו, עמ' 146; כרך לו, עמ' 153).

⁸ ראה: מסכת שבת (דף כב, ע"א), רמב"ם (הלכות שבת, פרק א, הלכה ה) ושלחן ערוך (או"ח, סימן שלז).

⁹ הקטע הזה של התשובה מופיע בספר שביתת השבת בדף ז, ע"ב.

¹⁰ כנראה שהוא אסור מדרבנן, אם כי יש מקום להבין מדבריו, שהאיסור הוא לא באותה דרגת חומרה של איסורי דרבנן אחרים. ראה עוד: מנוחת אהבה (חלק ב, פרק א, הערה 12 וחלק ג, פרק יח, הערה 7) וחוט שני (שבת, חלק א, קונטרס מלאכת מחשבת, אות ח).

¹¹ באגלי טל (חורש, ס"ק כ, אות יב) הבין שהסיבה שספר היראים סבר שגרירת הכסא היא מדרבנן, היא משום שהחרישה נעשית כלאחר יד, אך אילו היתה נעשית כדרכה, היה סובר שהאיסור הוא מהתורה.

גם בשו"ת תרומת הדשן (סימן סד) אסר מצב שהוגדר על ידו כ"כמעט פסיק רישיה", אך הוא לא ציין את רמת האיסור.

מדברי המהרש"א (חדושי הלכות, שבת, דף קכ, ע"ב) נראה שדבר שקרוב לפסיק רישיה נחשב כפסיק רישיה¹².

באגלי טל (חורש, ס"ק כ, סוף אות יב) פסק שקרוב לפסיק רישיה אינו נחשב כפסיק רישיה.

מדברי המשנה ברורה בכמה מקומות, נראה שגם הוא סובר שקרוב לפסיק רישיה אסור, אך לא ציין מה רמת החומרה: בביאור הלכה (סימן רעז, סעיף א, ד"ה 'שמא יכבנו') הוא מביא את דברי מהרש"א שראינו לעיל¹³. במשנה ברורה (סימן שיד, ס"ק נב) הוא הביא את פסק התרומת הדשן שראינו לעיל, שמעשה שהוא "כמעט פסיק רישיה" אסור. במקום נוסף במשנה ברורה (סימן שכח, ס"ק קנא) הוא אסר מעשה שהוא מגדיר "קרוב לודאי" שיביא תוצאה אסורה. בשער הציון (סימן שכ, ס"ק מט) הוא מביא בתור אחת האפשרויות לפרש את דברי השלחן ערוך שהם יוצאים מנקודת הנחה ש"קרוב לפסיק רישיה" אסור.

הגר"ע יוסף זצ"ל נוגע בסוגיה זו בכמה מספריו (בין השאר: יביע אומר, חלק ה, או"ח, סימן כז, אות ד) ופוסק שרק אם התוצאה האסורה וודאית נחשב המעשה כפסיק רישיה.

לפי הסוברים שרק תוצאה וודאית מחשיבה את המעשה כפסיק רישיה, נראה שכל עוד קורות טעויות מדי פעם, המעבר מול המצלמה לא ייחשב כפסיק רישיה לעניין המלאכות שתעשה המערכת עקב זיהוי פני האדם. אך לפי הדעות שגם באחוזים גבוהים של הצלחה נחשב המעשה כפסיק רישיה, יהיה על האדם ללכת בצורה שוודאות הזיהוי תיפגע, כגון שישים את ידו על חלק מפניו.

יש לציין, שקשה מאד לתת מספר מדויק של אחוזי הצלחה, שיחשיבו מעשה כפסיק רישיה, לפי השיטות המחמירות. הדבר יהיה נתון לשיקול דעתו של הפוסק שישאל על המערכת הספציפית. מכל מקום, הדיון תלוי גם בשאלה הבאה – דינו של יספק פסיק רישיה'.

ספק פסיק רישיה

בטורי זהב (או"ח, סימן שטז, ס"ק ג) דן בשאלה: האם יהיה מותר לסגור בשבת תיבה, שלא ברור האם יש בה כעת זבובים, או שיש לאסור משום מלאכת צידה בשבת?

הוא מסביר שלפי שיטות הראשונים שהובאו בשלחן ערוך, מספיק לגרש את הזבובים שהאדם רואה, ואין צורך לבדוק האם נשארו זבובים נוספים:

בספק אם יש שם זבובים יש להתיר דשם אין פסיק רישיה כי זה הוה ספק פסיק רישיה והוה דבר שלא במתכוין ומותר... וזה היא כמו במקום דלא הוי פסיק רישיה דמותר שלא במתכוין... וכן נ"ל להלכה למעשה דאם רואה שם זבובים יפריח תחלה מה שיפריח אבל א"צ לחפש אחר זה... ולא חיישינן שמא נשארו עוד...

בדברי הט"ז הללו יש חידוש: בשונה מהמקרים הקלסיים המוגדרים כ'אינו פסיק רישיה', שבהם הספק הוא על התוצאה האסורה שתיגרם או לא תיגרם על ידי עשיית המעשה המותר, בדוגמה של הזבובים בתיבה ברור לחלוטין שאם יש בה זבובים, הם יילכדו בתיבה, והספק הוא רק לגבי המצב לפני מעשה האדם (האם יש או אין זבובים לפני הסגירה).

בהלכות בשר בחלב, כותב הרמ"א (יו"ד, סימן פז, סעיף ו):

יש אומרים דאסור לחתות האש תחת קדירה של גוים, לפי שהם מבשלים בהם פעמים חלב פעמים

בשר, והמחתה תחת קדירה שלהם בא לידי בישול בשר בחלב (הגהת מרדכי פ' הצלמים)

בחידושי רבי עקיבא איגר (על דברי הרמ"א הנ"ל) הסביר, שלמרות שאין ודאות שהגוי בישל בסיר שלו בשר או חלב בצורה שהבישול הנוכחי יהיה איסור בשר בחלב מהתורה, יש לחשוש משום ספק איסור תורה של בישול בשר בחלב. בהמשך דבריו הוא מעיר, שלפי דברי הט"ז שראינו, יש מקום להתיר את המקרה שהרמ"א

¹² הוא מפרש שהאיסור שאסר האמורא רב בגמרא (שם) לפתוח בשבת דלת שיש מאחוריה נר, הוא משום 'קרוב לפסיק רישיה'. בדברי הגמרא לגבי שיטת רב, מופיע: "בהא - אפילו רבי שמעון מודה, דהא אבבי ורבא דאמרי תרוייהו: מודה רבי שמעון בפסיק רישיה ולא ימות". נראה מדברי הגמרא, ששיטת רב היא שהמעשה נחשב לפסיק רישיה. אם (לפי מהרש"א) מדובר בפועל על 'קרוב לפסיק רישיה', יוצא ש'קרוב לפסיק רישיה' דינו ממש כפסיק רישיה. מצד שני, גם רבי אברהם בן הרמב"ם בנה את שיטתו על הגמרא הנ"ל, ומסקנתו שאין דינו של מקרה זה כדינו של 'פסיק רישיה' גמור, ואולי גם את שיטת מהרש"א היה אפשר להסביר כך.

¹³ ראה לעיל בהערה 9, שדברי המהרש"א עצמו יכולים להתפרש בשני אופנים.

אסר, כי גם כאשר יש ספק על מצב שקודם למעשה, המעשה נידון כדבר שאינו מתכוון¹⁴. בדברי רבי עקיבא איגר אין הכרעה סופית, וקשה לומר האם הוא פוסק כחידושו של הט"ז. בביאור הלכה (באור הלכה סימן שטז סעיף ג, ד"ה 'ולכן יש לזוהר') כתב, שעל פניו היה נראה שלא כדברי הט"ז, ואם הספק הוא על המצב לפני המעשה, מדובר על ספק איסור דאורייתא, משום שיפסיק רישיה דניחא ליה אסור מהתורה, וידוע שיפסיק דאורייתא לחומרא¹⁵. אך בהמשך דבריו הוא הביא ראיה לדברי הט"ז מדברי הרמב"ן. נראה שמסקנת הביאור הלכה היא לפסוק כדברי הט"ז. בדברי האליה רבה (או"ח, סימן שטז, ס"ק י) מופיע שאין להקל כדברי הט"ז אם יש סבירות גבוהה שנמצאים בתיבה זבובים. אפשר שיש בדבריו הרכבה של שתי נקודות: א. לא ברור שיפסיק רישיה דינו כדבר שאינו מתכוון. ב. אם יש הסתברות גבוהה לכך שיצא איסור, המעשה קרוב לפסיק רישיה (כמו שראינו אצל חלק מהפוסקים שהובאו בדיון הקודם). בשמירת שבת כהלכתה (מהדורת תש"ע, פרק י, הערה מה) הביא שהגרש"ז אורבך זצ"ל סבר להלכה כדעת הט"ז.

בחזון עובדיה (שבת, כרך א, עמ' קלה) הביא רשימת אחרונים שפסקו כדברי הט"ז, ובמקום נוסף (שם, כרך ו, עמ' קיד) הביא גם אחרונים שלא פסקו כדעת הט"ז, אך נראה שדעתו לפסוק כדעת האחרונים שהלכו בשיטת הט"ז. גם בשו"ת יחיה דעת (חלק ה, סימן כט, בהערה) נראה שהרב נוטה לפסוק כדברי הט"ז¹⁶. בספר מאמר מרדכי (שבת, חלק ד, עמ' שצג-שצד) הביא להלכה את דברי הט"ז, אך החמיר במקרה שמסתבר שיש זבובים בתיבה, כדברי האליה רבה.

נראה שלהלכה קיבלו הרבה פוסקים את דברי הט"ז, אך אפשר שגם החולקים על דברי הט"ז יסכימו שהמקרה שבו פתחנו אינו נחשב לפסיק רישיה. הדבר תלוי בשאלה איך להבין את שיטת החולקים על הט"ז. בביאור הלכה (שהובא לעיל) נראה, שהסברה שלא לפסוק כדעת הט"ז היא, שספק במציאות המקדימה אינו ספק בגוף המעשה, ולכן אין במעשה עצמו של אי-ודאות לתוצאה אסורה, ואינו נחשב למעשה פחות חמור. הספק הוא רק על המצב שלפני המעשה, ולכן דינו כספק, ובו יש לפסוק כמו כל ספק הלכתי. לפי הסבר זה, הכנסת מידע ברורה למערכת, כך שהתרחשותה של התוצאה האסורה תלויה בהגדרות שהמערכת בנתה לעצמה, תהיה 'ספק פסיק רישיה', ותיאסר (לפי החולקים על הט"ז) אם התוצאה האסורה שעלולה להתרחש אסורה מהתורה, כדין ספק דאורייתא לחומרא. אך אם התרחשות תוצאת האיסור תלויה באופן שבו ייעשו מעשים ליד המערכת, ובמצבים מסוימים המעשה לא יגרום לתוצאה, כמו לדוגמה: מעבר ליד המכשיר כשאינו פניו מכוונות למצלמה, יהיה מותר לאדם לעבור ליד המצלמה כשהוא מנסה לא לעורר את התוצאה האסורה. אילו האדם לא יצליח לעשות את המעשה המותר ללא התוצאה האסורה, זו תהיה טעות הנובעת מצורת עשיית המעשה המותר ולא מהמצב המקדים, ויחשב כדבר שאינו מתכוון.

סיכום

הכרנו את המושג 'למידת מכוונה', שכולל שיטות שונות שבהן מחשב מגבש צורת עבודה, בעקבות ניתוח נתונים של מקרים קודמים, או באמצעות סוג של ניסוי וטעיה.

¹⁴ דבר שאינו מתכוון (ואינו 'פסיק רישיה') מותר הלכה למעשה לא רק באיסורי שבת, אלא אף בשאר איסורי התורה. ¹⁵ אמנם הט"ז דיבר על צידת זבובים, שאינה אסורה מהתורה, אך נראה שהפסיקה שלו באה כקביעה כללית בהלכות שבת.

¹⁶ בדבריו שם, הביא הסבר איך פסק הט"ז להקל, יסתדר עם ההלכה שממנה הוכיח רבי עקיבא איגר להחמיר: ובעיקר קושית הגאון ר' עקיבא איגר הנ"ל, יש ליישב שדוקא בדיני שבת דקיי"ל מלאכת מחשבת אסרה תורה, לכן גם כשהספק הוא על העבר, יש להקל, דלא חשיב פסיק רישיה אלא בודאי מלאכה. מה שאין כן גבי בשר בחלב.

אפשר שכוונתו היא, שבמלאכת שבת שבה יש תנאי של "מלאכת מחשבת", הדעת והידיעה של האדם משפיעה מאד. לכן, כשיש ספק בדעתו, אין זה משנה האם הספק הוא על המלאכה שעלולה להתבצע בהמשך בגלל אופן עשיית המעשה, או שהספק הוא על המציאות לפני המעשה. אך בשאר התורה, דווקא ספק במעשה העתיד אולי להיעשות מותר, כי המעשה עצמו גרוע, אך ספק על המצב לפני המעשה, אינו גורע מחומרת המעשה, והיחס אל המעשה הוא ככל ספק דאורייתא לחומרא.

ראינו דיון לגבי השאלה האם תוצאה האסורה בשבת, שעלולה להיגרם ממעשה מותר של האדם שנקלט על ידי מערכת למידת מכונה, נחשב כ'פסיק רישיה' או לא. השאלה תלויה בשני דיונים :

א. מה רמת הוודאות של התוצאה האסורה, שנדרשת כדי להגדיר מעשה כ'פסיק רישיה'?

ב. מה דינו של 'ספק פסיק רישיה' – כלומר מעשה שהתוצאה האסורה שלו אינה תלויה באופן עשיית המעשה, אלא במצב שלפני עשיית המעשה, והאם אכן יש מקום להגדיר כך את הספק האם מערכת למידת המכונה תעשה פעולה האסורה בשבת בעקבות המעשה המותר?

להערות, לתגובות ולקבלת העלון בדוא"ל:

yore.mada@gmail.com