

# הנחת הגזע במדעי הגנום

## סנאית גייסיס

פרויקט ריצוף הגנום האנושי, המאמץ פורץ הדרך לרצף לראשונה את כלל הגנום, שהושלם ב-2001, נתפס כחותר תחת השיח הגזעני המחלק את האנושות להיררכיה של קבוצות ביולוגיות המובחנות בחדות זו מזו. בפועל, בשנים האחרונות השימוש במושג הגזע במדעי הגנום הולך ומתרחב, אולם זו אינה תולדה של מחקר הגנום כשלעצמו אלא של תפיסות מושגיות והנחות חברתיות המובלעות בו. בעקבות התחזקות הימין הלאומני ברחבי העולם, תפיסות אלו זוכות שוב לתהודה ואף מזינות טענות גזעניות חדשות-ישנות בקרב ביולוגים וחוקרים במדעי החברה על הבדלים מולדים באינטליגנציה, ביכולות רגשיות ובכישורים התנהגותיים בין קבוצות אנוש שונות

## מאי 2020

דיונים על ההיסטוריה של שיח הגזע רווחת הסברה שלאחר מלחמת העולם השנייה חדלו מדענים להשתמש בקטגוריה זו בגנטיקה, ברפואה ובנגזרותיהן. בפועל, המושג "גזע" נעלם חלקית לתקופה קצרצרה בלבד - פחות או יותר בין סוף המלחמה לתחילת שנות השישים - ואחריה הוא חזר לשיח המדעי והשימוש בו אף הלך והתרחב, גם אם בלבוש שונה. במחצית השנייה של המאה העשרים נעשה מושג הגזע מרובה שימושים בגנטיקה, ברפואה ובאפידמיולוגיה. אף שלא היה מדובר בתפיסה של "גזעים" מוגדרים בעלי מאפיינים מהותיים, השיח המדעי הבדיל בין אוכלוסיות על בסיס ביולוגי שנתפס כבלעדי, כך שבפועל השימוש במושג "גזע" היה מפורש לגמרי.

בשנת 2001 הושלם ופורסם פרויקט ריצוף הגנום האנושי, המאמץ פורץ הדרך לרצף לראשונה את כלל הגנום. מדענים בולטים בפרויקט טענו אז כי הוא חותר תחת השיח הגזעני, אולם אבקש להראות כיצד בפועל הולך ומתרחב בשנים האחרונות השימוש במושג הגזע במסגרת המחקר הגנומי. לעלייה הזאת בשימוש במושג הגזע יש השלכות חברתיות ופוליטיות. המושג שב ומשמש כסימוכין למקבץ של אנשי מדעי החברה, במיוחד פסיכולוגים אבולוציוניים, וגם לביולוגים ולעיתונאי מדע, הטוענים כי הבדלים בין "גזעים" מייצרים הבדלים מולדים באינטליגנציה, ביכולות רגשיות ובכישורים התנהגותיים. קולות אלו זוכים לתהודה בעקבות התחזקות הימין הלאומני החדש ברחבי העולם.

בחקר הגנום האנושי יש כיום שלוש פרקטיקות עיקריות המבוססות על טכנולוגיות לריצוף הגנום: פוסט-גנומיקה, העוסקת בחקר הרכב הגנום באוכלוסיות עכשוויות (שיטה המכונה גם "גנומיקה השוואתית"); פליאו-גנומיקה, העוסקת בחקר הרכב הגנום באוכלוסיות קדומות; ושכתוב גנים, העוסק בפיתוח שיטות הנדוס של הגנום באמצעות טכנולוגיות שהולכות ונעשות זולות וקלות לביצוע. התחום הראשון מתייחס להווה, השני לעבר והשלישי לעתיד.

ברטוריקה המלווה את שלוש פרקטיקות המחקר הללו רווחים ביטויים המדגישים את חשיבותו של בן האנוש האינדיבידואל ואת מרכזיות ערכי השוויון האנושי והסולידריות הכלל-אנושית. אבל אף שלכאורה הפרקטיקות עוסקות באינדיבידואלים, אבקש לטעון שבפועל עניינן הוא זהויות קולקטיביות - אם במפורש, כמו בפוסט-גנומיקה ובפליאו-גנומיקה, ואם במובלע, כמו בשכתוב הגנים.

חשוב מכך, אטען שהקבוצות שבהן עוסקות פרקטיקות אלו אינן תולדה של מחקר הגנום כשלעצמו אלא של תפיסות מושגיות והנחות חברתיות המובלעות בו. המחקר מייצר את ההבחנה בין קבוצות אוכלוסייה שונות בעודו מציג אותן כקבוצות "טבעיות" הנבדלות זו מזו בווריאציות בגנום שלהן. יתרה מזו, אופן סיווג הקבוצות הללו במחקר הגנומי, בעיקר בפוסט-גנומיקה, תואם לעיתים קרובות במידה רבה את הסיווג החברתי וההיסטורי המוכר לנו משכבר "לגזעים". טענת הגנומאים היא שהשימוש המדעי במושג הגזע איננו זהה לשימוש החברתי בו, אולם אטען שאין הדבר כך.

ולבסוף, הרטוריקה של פרקטיקות המחקר הללו נשענת על הנחת יסוד סמויה - הנחת הדטרמיניזם הגנטי. היא גורסת, בין היתר, שהאמצעי לחקירת בני אנוש בהווה ובעבר, הדיון על ההבדלים ביניהם והדרך לריפוי, תיקון ושיפור הרעות השונות שמהן סובלים בני אדם, הן בקרב אינדיבידואלים והן בקרב קבוצות - כולם תלויים אך ורק בגנום, ובפרט בהגדרה מאוד מצמצמת שלו כמאגר הדנ"א הנורש. הנחה זו מתעלמת מגישות מחקר הדנות במורכבות ההתפתחות של אורגניזמים, גישות שבהן הגן והדנ"א אינם נתפסים כמערכת התורשה הבלעדית של אורגניזמים. לפי גישות אלו, ההתפתחות והתורשה הן תהליכים של יחסי גומלין בין אורגניזמים לסביבותיהם ולפיכך הן פעולות רב-כיווניות.

אטען כי תפיסת הדטרמיניזם הגנטי כושלת הן מבחינת הביולוגיה עצמה והן כתפיסה חברתית. גם מטעם זה יש לדחות לחלוטין את מראית העין של רטוריקה נאורה שגישה זו מכוננת, שכן היא שוללת את הטענה שהמדע בכלל, והמדע הגנומי החדש בפרט, שלובים בסדרים הפוליטיים, החברתיים והכלכליים.

## **"גזע" בפוסט-גנומיקה**

פרויקט ריצוף הגנום האנושי הראה את הבסיס הגנטי המשותף הנרחב של האנושות: 99.5% לערך מהגנום הוא משותף. אלא שההבדלים שב-0.5% האחרים הם שנמצאים במוקד עניינם של הגנטיקאים. הפוסט-גנומיקה - המכונה כך בשל השימוש הרב בגישות מחקר חדשניות בעשור האחרון, ששינו באורח רדיקלי את השאלות, התיאוריות, המודלים, המתודות ורמת הרזולוציה של התשובות בתחום - מבקשת לפענח ולמפות את ההבדלים הללו במבנה הגנטי של אינדיבידואלים ושל קבוצות לצורכי מחקר על

בריאות וחולי, על רגישות לגורמי סביבה ולתרופות. עבודה זו נעשית בעיקר באמצעות חקירה וניתוח של דנ"א על פני הגנום כולו באמצעות השוואה בין פרטים בקרב אוכלוסייה מסוימת ובין אוכלוסיות שונות (genome wide association studies).

חוקרי הגנום מתקשים לחקור ולהשוות הבדלים בין אינדיבידואלים כשלעצמם בלי לשייך אותם לאוכלוסייה כלשהי. זה מחייב אותם להחליט על שיטת הקבצה שתבחין בין אוכלוסיות שלמות. אוכלוסיות, כפי שהן נבחרות במחקר הגנומי, אינן "קבוצות" במובן שנהוג להשתמש בו בדיונים חברתיים-תרבותיים, כלומר אנשים החולקים תווים והיבטים חברתיים-תרבותיים ומצויים ביחסי גומלין. המחקר הגנטי של אוכלוסיות אנושיות עוסק במקבצים של בני אדם החיים באותם אזורים גיאוגרפיים ושיש ביניהם קשרי רבייה; המחקר הגנומי מבחין בין אותן אוכלוסיות באמצעות איתור הבדלים של וריאציות גנטיות מסוימות באזורים נבחרים של הגנום בפרטים המרכיבים אותן.

עם זאת, באורח פשטני אפשר לומר כי גם במחקרים הגנומיים המעודכנים ביותר אי-אפשר להצביע על הבדלים חדים באזורי הגנום הנחקרים עד כדי כך שהם מסמנים אוכלוסיות הנבדלות זו מזו באורח מובהק ומוגדר היטב וכל אחת מהן מתוחמת בגבול ברור. תוצאות המחקרים גם אינן תואמות במדויק את החלוקה הגיאוגרפית של היבשות, או תפוצה של שפות, או שילוב כלשהו ביניהן. להפך, ההבדלים הגנטיים מתאפיינים בשוני הדרגתי מאוד, והגירות היסטוריות ועכשוויות המערבבות בין אוכלוסיות שונות מייצרות תמונה סבוכה מלכתחילה. יתרה מזו, אי-אפשר להצביע על מערך גנים שיימצא בקבוצה אנושית אחת בלבד.

אם כן, כיצד בכל זאת גנומאים מדברים על אוכלוסיות המובחנות זו מזו כעל "גזעים"? התשובה לכך אינה מצויה בגנום עצמו אלא מחייבת בחינה ביקורתית של אופני החקירה המדעית שלו: כך יתברר כי הגדרתן של אוכלוסיות כאובייקט לעצמו מעוצבת באורח פרגמטי על ידי כלי מחקר והנחות מקדימות של החוקרים. ככל שהנחות המקדימות ישתנו, כך ישתנה אופן החלוקה לאוכלוסיות שונות.

לכאורה תהליך המיון של האנושות לאוכלוסיות מובחנות מורכב ומעודן יותר מאשר השימוש ההיסטורי בקטגוריה "גזע", והוא גיאוגרפי בעיקרו; באמצעות ניתוח נתוני הגנום החוקרים מצביעים על אזורים גיאוגרפיים - בעיקר היבשות - שבהם חיו הוריו הביולוגיים של האינדיבידואל הנחקר. אבל מייד עולות שאלות. למשל: כיצד יתחמו האזורים הגיאוגרפיים המגדירים אוכלוסיות שונות? היכן יימתחו הגבולות ביניהם? איך יוחלט מהי מסגרת הזמן הרלוונטית למחקר, כלומר כמה דורות אחורה עלינו ללכת (המקובל הוא עשרים דורות)? איך תתואר, תנותח ותיוצג התמונה המתקבלת מחקירה כזאת?

מחקר גנומי של "מוצא" עשוי להראות למשל כי פלוני הוא "30% אפריקני, 20% אירופי ו-50% אסיאתי". אך על בסיס מה מוגדרת כל קבוצה כזאת? במדגם של מחקר ידוע הוחלט שהאוכלוסייה שתוגדר כ"אירופית" תיוצג על ידי אינדיבידואלים מאזור מצומצם בצפון איטליה ומאזור מצומצם בצפון אירופה. אי-אפשר להימנע מהשאלה איך הוחלט מיהם "אירופים" ומיהם "אסיאתים", ולמה דווקא האזורים האלה ולא אחרים נבחרו לייצג קבוצות אלו. כך מבליעים מחקרי מוצא של אינדיבידואלים הנחות לא ביקורתיות, המעצבות את אופן ההגדרה של קבוצות אוכלוסייה.

ההנחות המוקדמות המובלעות במחקר מוטמעות לעיתים באופן מובנה בכלי העבודה של המדענים, כך שאי-אפשר לעקוף אותן בקלות. דוגמה לכך היא תוכנות המחשב המשמשות בתחום. מכיוון שמאז פענוח הגנום תשתיות הנתונים שנאספו הן אדירות, תוכנות מחשב מתוחכמות משמשות למיון הנתונים כדי למצוא במקטעי דנ"א שרוצפו דפוסים של "אוכלוסיות" נבדלות, אלא שהתוכנות הללו פועלות על פי ההנחות הכלליות והספציפיות שהוזנו לתוכן מלכתחילה, ולכן הן נשענות על מודל בעל הנחות מקדימות שמעצבות את הממצאים. התוכנות המעבדות את מאגרי הנתונים, למשל (שתיים מן הנפוצות שבהן הן Illumina ו-Structure), מחייבות את החוקרת להגדיר מראש את מספר האוכלוסיות שהיא מבקשת לבדל זו מזו. קביעת מספר האוכלוסיות שהתוכנה מתבקשת לזהות והרצות שונות של התוכנה על פי מספר שונה של אוכלוסיות עשויות לתת תוצאות שונות, ואפילו שונות מאוד. אם כן, אין שום דבר טבעי או מוחלט לא במספר האוכלוסיות ולא בחלוקות האפשריות ביניהן. לכך צריך להוסיף את ההחלטה מה ייחשב לרעש סטטיסטי קטגוריאלי ומה ייחשב למידע גנטי רלוונטי בתהליך המיון והקבצה.

ההנחות המובלעות במחקר אינן שרירותיות. החלוקות בין האוכלוסיות שבוחרים החוקרים נוטות לרוב לשקף תפיסות חברתיות רווחות באשר לאופן החלוקה לקבוצות, שכן אלו תפיסות זמינות, מוכרות משכבר, שמתקבלות כטבעיות ולכן גם כמדעיות. תכופות מיתרגמת קטגוריה של קבוצה חברתית מסוימת, למשל "מזרחים" או "אשכנזים", לקטגוריה של אוכלוסייה גנטית המוצגת כטבעית, אף שבצורה כזו או אחרת הונחה מראש על ידי החוקרים.

לאחר שחוקרים מייצרים הקבצות של אוכלוסיות על בסיס המחקר הגנומי, קצרה הדרך ליצירת תפיסה של קבוצות תרבותיות-חברתיות, שנראית כאילו היא מבוססת על מחקר גנומי מוכח. המדע והטכנולוגיה, אם כן, מגדירים מחדש את מושג הגזע ומציגים אותו כחלוקה טבעית מלכתחילה, שנחשפת לכאורה בחקר ההבדלים הגנטיים בין פרטים וקבוצות. המושג החדש הזה אמנם אינו מסמן בפועל את מה שסימן המושג "גזע" בסוף המאה התשע-עשרה ובמחצית הראשונה של המאה העשרים – "גזעים" מובחנים עם מאפיינים מהותיים להם – אולם בהקשרים של שימושיו מקופלות אותן ההנחות שליוו את גלגולו הקודם.

לכל הליכי המחקר הללו התורמים לשובו של ה"גזע" יש להוסיף גם השפעות כלכליות. קביעת המוצא של אינדיבידואלים משמשת לתכליות יישומיות מגוונות, שמרביתן שייכות באורח מובהק לכלכלת השוק ולגלובליזציה הניאו-ליברליות – מרפואה ופרמצבטיקה ועד כינון זהויות אישיות. חברות פרטיות נוהגות לבצע זיהוי מוצא אינדיבידואלי של לקוחות באמצעות מדגמים מצומצמים. עניינן של חברות אלו לספק ללקוחותיהן תשובות חדות ומוגדרות שאפשר להבינן לא רק במסגרת גנומית אלא במערכת המושגים הרווחת, המניחה – אם במפורש ואם במובלע – תפיסות עממיות של "גזעים". כך מיוצרות גם נישות שיווקיות, למשל תרופה ל"מקסיקנים סוכרתיים", וכך מתבססת מחדש האמונה הציבורית בהבדלים ביולוגיים מהותניים בין בני אדם.

חשוב להבין שמוצא אינו מפתח פותח-כול. ברפואה וגם במחקרי התנהגות, ריצוף הגנום של החולה המסוים יסייע לו יותר מאשר זיהוי ה"מוצא" שלו, המותווה תכופות במונחי "גזע". למרבית המחלות יש היסטוריה סיבתית שמתייחסת להבדלים קטנים שהם תוצאותיהם המורכבות של גנים רבים ושל

פעולות גומלין בין גנים לבין עצמם ובין גנים לסביבה. מופע ספציפי של מחלה מושפע מגורמים רבים, ואלה נפוצים בכל האוכלוסיות בשיעורים משתנים. גם מחלות נפוצות קשורות לווריאנטים גנטיים נדירים שאי-אפשר לחשוף במחקרי האוכלוסיות הגנומיים. למרות זאת, הרטוריקה של רפואה אינדיבידואלית מתגלה כרפואה של אוכלוסיות, שכן היא מבקשת לשייך את האינדיבידואל לאוכלוסייה ממוינת, באופן המבליע חלוקה "גזעית".

## הרדוקציוניזם הגנטי של הפליאו-גנומיקה

שני העשורים שחלפו מאז מפעל ריצוף הגנום האנושי חוללו מהפכה לא רק בחקר אוכלוסיות ההווה אלא גם בחקר ההיסטוריה הקדומה של האבולוציה האנושית - הפליאו-גנומיקה.

נוסף על המתודות של הפוסט-גנומיקה, שכליהן המתמטיים-חישוביים שוכללו מאוד בפליאו-גנומיקה, העבודה הפליאו-גנומית משתמשת גם בשיטות לחקר הדנ"א של ממצאים עתיקים דוגמת שברי עצמות כדי להפיק מהם ריצוף של הגנום הקדום כולו. עבודת המחקר שנעשתה בתחום חידדה את ההבחנה בין אוכלוסיות אנוש קדומות (בנות מאות אלפי שנים) לאוכלוסיות אנוש-מודרני עתיקות (בנות אלפי ועשרות אלפי שנים) והאירה את ההפרדות האבולוציוניות ביניהן. הפליאו-גנומיקה גם חשפה אוכלוסיות מוקדמות שקיומן לא שוער ואת יחסיהן הגנטיים עם אוכלוסיות בנות זמןן ובנות זמננו. בין היתר, התחדדו התזמון של ההגירות מיבשת אפריקה והמבנה שלהן, וכן הנסיבות והמבנה של היווצרות האוכלוסיות החוץ-אפריקניות עד היום. עוד התחדדו הדרכים שבהן המגוון העכשווי העשיר של תכונות הגוף הנראות (הפנוטיפיות) עוצב באמצעות מנגנוני הברירה האבולוציונית.

המחקר הפליאו-גנומי הפריך את התפיסה שלפיה לאורך ההיסטוריה האנושית התקיימו אוכלוסיות ברציפות באזורים נתונים: הוא הראה כי עד לפני כ-15 אלף שנה התחוללו בקצב איטי הגירה של אוכלוסיות, התחלפותן וערבוב ביניהן, ומאז מתרחשות הגירה והתחלפות מהירות בכל רחבי אירופה, אסיה, האמריקות, אוסטרליה ואוקיאניה. לפיכך אי-אפשר לדבוק במיני סיפר לאומיים הנשענים על המשכיות קיומה של אוכלוסייה מסוימת באזור גיאוגרפי מסוים או בארץ מסוימת, לכאורה מקדמת דנא - סיפרים שיש להם תפקיד מרכזי בכינון לאומיות "אינטגרלית" המדירה ומוציאה מתוכה את מי שאינם שייכים לרצף הקדמוני הזה.

אולם כמו המחקרים בפוסט-גנומיקה, גם המחקרים בפליאו-גנומיקה מאפשרים בעקיפין את שובו של מושג הגזע. מחקרים אלו אמנם מניחים כי הגנום של כל אינדיבידואל בן זמננו אין מקורו במוצא עתיק מובחן, אלא הוא פסיפס של מוצאים שונים; אבל הם מראים לשיטתם חותם גנטי משמעותי מאוד מבחינה סטטיסטית המבחין בין אוכלוסיות שונות, כלומר בין מוצאים שונים, ומצביעים על תואם בין אוכלוסיות מסוימות למוצאים גיאוגרפיים. בכך הם עלולים לכוון מחדש את מושג הגזע, כמו במחקר הפוסט-גנומי.

חסר עדיין ידע רב על אוכלוסיות באפריקה עצמה, שבה המגוון הגנטי הגדול ביותר, וכן על ההיסטוריה של ההגירות וההתפשטות של אוכלוסיות באסיה ומעבר לה. האזורים שנחקרו יותר מכול בהקשר הפליאו-גנומי הם אירופה והמזרח הקרוב (בעיקר הקרוב ביותר לאירופה), ואחריהם בסדר יורד אמריקה הצפונית, אמריקה הדרומית, חלקים מסוימים של אסיה, אוקיאניה, אוסטרליה, גינאה החדשה וטסמניה, ולבסוף אפריקה. נדמה שאי-אפשר לתרץ זאת רק במיקומן של מעבדות המחקר החשובות, בהיבטים פוליטיים של משטרים באסיה ובקשיי ההשתמרות של משאבי דנ"א בלחות ובחום בחלקים של יבשת אפריקה.

למרות חסר זה, אחדים מהמחקרים הפליאו-גנומיים של העשור האחרון טוענים כי אפשר לקשור בין הבדלים גנטיים שנמצאו באוכלוסיות אנוש-מודרני עתיקות ובין הבדלים גנטיים באוכלוסיות בנות זמננו. כלומר, מחקרים אלו מניחים שיש המשכיות כלשהי בהבדלים בין קבוצות, ושעל פיה אפשר להפיק קריטריונים להערכת סיכונים רפואיים לאוכלוסיות בנות זמננו. תפיסת ההמשכיות הזאת מאשרת את תפיסת ה"גזע" ששבה וצצה במחקר הפוסט-גנומי, ומיוצרת בהליכים שכבר נמתחה עליהם ביקורת למעלה.

יתרה מזו, לפי הסיפר הפליאו-גנומי הרווח, נראה כאילו תפוצה של טכנולוגיות ואפילו של אמונות ורעיונות היא תולדת הגירתן של אוכלוסיות הנושאות אותם, כלומר תולדה בלעדית של שינויי מוצא גנטי, ובעיקר של החלפת אוכלוסיות. מבחינה זו הפליאו-גנומיקה והפוסט-גנומיקה מבוססות על תשתית מושגית זהה, אף שהיא סמויה - הדטרמיניזם הגנטי. זוהי תפיסה של הורשה פשוטה, ישירה ונטולת מורכבות, המאפשרת להסיק ממבנים בגנום מסקנות מרחיקות לכת על אודות תכונות פיזיולוגיות, התנהגותיות וקוגניטיביות, הן של אינדיבידואלים והן של קבוצות. לפי תפיסה זו הגנים הם הכוחות הסיבתיים הבלעדיים המכוננים את כל ההיבטים של חיי האורגניזמים.

הטענה כי הממצאים הגנומיים מתארים את ההיסטוריה של המין האנושי במלואה - כאילו הגורמים הפועלים בה הם אך ורק גורמים אבולוציוניים-גנטיים - מבטלת את חשיבותם של הקשרים סביבתיים-אקולוגיים מורכבים ואת חשיבותם של תרבות, מבנים חברתיים, סגנונות חיים, אבולוציה של תקשורת, אבולוציה של קוגניציה, אבולוציה של טכנולוגיות וכיוצא באלה. תפקידם של כל אלה, ושל השפעות הגומלין המורכבות בינם לבין עצמם ובינם ובין הגנום תוך כדי השתנותם, כמעט שאינו קיים בינתיים בסיפר הפליאו-גנומי. למעשה, תפיסה זו מתעלמת מכך שאפילו בתוך המסגרת המושגית המצומצמת שהיא מציעה יש היבטים לא ידועים רבים, למשל היבטים שונים של מוטציות שאינם ידועים עדיין ואת השלכותיהם קשה להסיק ממשאבי הדנ"א הקיימים.

## שכתוב גנים לכל?

ב-2012 פותחה טכנולוגיה המאפשרת הנדוס גנטי מתקדם. טכנולוגיה זו, שנקראת CRISPR-cas9, מבוססת על מנגנונים חיסוניים בחיידקים, המאפשרים לסוג מסוים של אנזים (זרז של תהליכים כימיים באורגניזם) להשתמש ברצף דנ"א של אותם חיידקים, כך שאפשר יהיה באמצעות אותו אנזים לחתוך,

לסלק, להשתיק, לתקן, להפעיל או להשתיל בכוונן מדויק גנים במקטעים של דנ"א. ההנדסה הגנטית בטכנולוגיה זו פשוטה מאוד בהשוואה לקודמותיה, והיא פותחת שדה נרחב של אפשרויות שכתוב הגנום בתאים חיים.

לשכתוב גנטי יש כיום שני שימושים עיקריים. הראשון הוא שכתוב בגנום של תאים שונים בגוף האנושי, שעשוי לאפשר ריפוי מחלות כמו סוגי סרטן מסוימים ולהעצים יכולות אנושיות ספציפיות מעבר לרמה הנתפסת כיום כממוצע האנושי האפשרי. השימוש השני הוא שכתוב בגנום של תאים המעורבים ברבייה (תאי זרע, תאי ביצית, תאי עובר), כך שהשינויים שנערכו יעברו בתורשה בין-דורית. חשוב לזכור שתוצאות הלוואי של השימושים הללו ב-CRISPR-cas9 טרם נחקרו דיין. עד היום, רוב השימושים בטכנולוגיות שכתוב נועדו לריפוי - בעיקר של מחלות גנטיות מסוימות, מונוגניות (כלומר מחלות הנגרמות כתוצאה מפגיעה בגן בודד), כגון אנמיה חרמשית.

בקרב קהיליית המדענים, בקרב מוסדות מחוץ לאקדמיה ואפילו בשיח הציבורי הכללי, האפשרויות החדשות הגלומות בטכנולוגיה היתרגמו במהרה להבנה שכתוב הגנום עשוי לשנות ללא הכר היבטים מסוימים של אוכלוסיות עכשוויות ולעצב אוכלוסיות עתידיות. התוצאה יכולה להיות היעלמותן של מוגבלויות מסוימות שנחשבות כיום לפגם, או העצמתן של תכונות אחרות הנחשבות לרצויות ונחשקות במיוחד. הגם שהדבר נשמע מבטיח, עשויות להיות לו השלכות בלתי רצויות. בהקשר זה, למשל, התארגנה בעת האחרונה קהילת החירשים-מלידה בארצות הברית במטרה להגן על תרבות התקשורת שלה ולסמן אותה כאופציה אנושית אפשרית שאין להכחידה. ואמנם, ריבוי האפשרויות הגלומות בטכנולוגיה ומורכבותן הולידו דיונים נרחבים בוועדות מומחים ובפורומים מדעיים לגבי הצורך ברגולציה של התחום ולגבי היקפה. זהו שיח ער ההולך ומתגבר.

הדיונים המדעיים על שכתוב הגנים נסובים רובם ככולם סביב הסיכונים והסיכויים הרפואיים שלוקח על עצמו האינדיבידואל מושא השכתוב הגנטי - סוגיות שהתשובות להן מוגבלות לשדה הניסויי-טכנולוגי: מה צריך לשכלל וכיצד. המשמעויות החברתיות הרחבות כמעט שאינן נדונות ונשקלות. במרבית הכינוסים המדעיים שדנו בשנים האחרונות בשכתוב גנים הציגו קהילות המדע לנטר את עצמן, כלומר להגביל את היישום של הטכנולוגיה לפרק זמן מסוים, על מנת לבחון תוצאות לא מכוונות, סיכונים וסיכויים. אך גם הגבלות עצמיות אלו מנוסחות במונחים של השלכות והסיכונים הנוגעים לגופו של הפרט שעליו מיושם ההנדוס הגנטי, ללא כל התייחסות חברתית.

הרטוריקה של מדעני השכתוב מציגה עצמה ככזו העוסקת בריפוי, בתיקון ובשיפור, כרטוריקה של שוויון הזדמנויות. אולם היא מתמקדת באינדיבידואלים, ומשום כך מובלעת בה התעלמות עקרונית ממצבי אי-שוויון כלכלי חריפים בין חברות וכן בין קבוצות שונות בתוך החברות, וממילא היא אינה דנה בהשלכותיהם של מצבי אי-שוויון על יישום הפרקטיקה ועל תוצאותיה העתידיות. רטוריקה זו מסייעת לטשטש את העובדה כי פרקטיקת שכתוב הגנים מתימרת להציע מזור ביולוגי לרעות שלפחות בחלקן הן רעות חברתיות, תולדה של אי-שוויון מעמדי, פנים-מדינתי וגלובלי, הניכרים בחלוקת המשאבים החומריים, התרבותיים והרפואיים.

במענה לשאלה "מהם חיים?" ולשאלת המשנה הנגזרת ממנה, "מהם חיים ראויים?", הרטוריקה של שכתוב הגנום מציעה תפיסה צרה ומצמצמת הרואה בגנום הסבר-על. בכך היא חולקת את הנחות התשתית שעמדו ביסוד התנועות האאוגניות מהמחצית הראשונה של המאה שעברה, שביקשו "להשביח" את המין האנושי באמצעות הכוונה של הרבייה, וממילא - של התורשה.

בהקשר זה חשוב לציין כי גם הרטוריקה של מדעני שכתוב הגנים נגועה בתפיסת הדטרמיניזם הגנטי, וכך גם הרטוריקה של ועדות מקצועיות-מדעיות במדינות אחדות שבהן כבר התפרסמו סיכומי הדיונים וההמלצות. רבים מהמשתתפים במערך זה, בדיוק כמו חוקרי הפוסט-גנומיקה והפליאו-גנומיקה, משוכנעים שתכונות פיזיולוגיות, תכונות התנהגותיות, קוגניציה ותכונות נוספות הן תלויות-גנים לחלוטין. לכן הם גם רואים בשכתוב הגנום מפתח אוניברסלי לתיקון ולסילוק "פגמים", לשיפור ולהעצמה, בדור ההווה ובדורות העתיד.

לעומת דיוני המדענים, ועדות מדינתיות שמונו לדון בשאלות של שכתוב גנטי - בעיקר של תאי רבייה - אכן עסקו, במינונים ובאופנים משתנים, בשאלת ההשלכות החברתיות של יישום הטכנולוגיה החדשה. בבריטניה, למשל, נדונו שאלות של הוגנות חברתית ושל סולידריות אנושית הנוגעות לנגישותה של פרקטיקה זו. דיונים אלו הבהירו כי בניגוד לאופן הצגתה של פרקטיקת השכתוב הגנטי, השפעותיה אינן נוגעות רק לגוף האינדיבידואלי מושא השכתוב אלא גם למבנה החברתי, שכן ייתכן כי השימוש בפרקטיקה ידרוש אמצעים כלכליים שיהיו נחלתן של קבוצות מסוימות אך לא של אחרות. גם שאלת דורות העתיד עלתה לדיון, בשני הקשרים עיקריים: האם לגיטימי להכריע בהווה על עיצובם של ילודים עתידיים, והאם לגיטימי לסלק מהנוף האנושי מוגבלויות בדורות העתיד (ומתוך כך לשנות את פניה של האנושות כולה).

## לאן עכשיו?

בליבת שלוש פרקטיקות המחקר שנדונו כאן מובלעת, באופנים שונים, הרטוריקה של הבטחת מזור לחוליים ולפגעים המעיקים על האנושות. רטוריקה זו ממוקדת בהקשרים ביו-רפואיים, ומאפשרת להמשיג שוני בין קבוצות ובין אינדיבידואלים אך ורק במונחים ביולוגיים - שוני שמקורו בדנ"א.

לכן, לכאורה, אפשר לדון בפרקטיקות האלה באורח הולם אך ורק במסגרות של מדע הגנום, ומי שיכולים לדון בהן הם רק מומחיו. עמדה זו מניחה כי קיים פער בלתי ניתן לגישור בין מומחי הגנום ובין מי שאינם כאלה, ובכך היא מבטלת את עצם יכולתם של מי שתחומי התמחותם אחרים - סוציולוגים, פילוסופים, היסטוריונים, ביו-אתיקנים - לנהל דיון מושכל בנושא, קל וחומר את אפשרות השתתפותם בהתוויית מדיניות חברתית ורפואית.

שלוש הפרקטיקות הללו גם מתעלמות כמעט לחלוטין מהקשרים סביבתיים במובן הרחב והמורכב של המושג "סביבה", כלומר לא רק מהסביבה הביולוגית אלא גם ממכלול הדרכים המורכבות והמרובדות שבהן תרבות, חברה ומוסדותיהן מעצבות את הביולוגי. התעלמות זו בולטת במיוחד בדיונים מדעיים הנוגעים לתורשה, שכן נטען בהם - אם במובלע ואם במפורש - כי בין גנים לתכונות פיזיולוגיות,



קוגניטיביות והתנהגותיות קיימים לא רק קורלציות אלא גם קשרים סיבתיים מובהקים. מכך נובע שיש הבדלים נתונים גם בין אוכלוסיות. עוד נובע מכך שבעתיד אפשר יהיה לקשר באורח סיבתי - ולכן גם ניתן לחיזוי - בין ההבדלים האלה, המאותרים בגנום, להבדלי קוגניציה והתנהגות בין אוכלוסיות.

נוסף על כך, הפרקטיקות מתייחסות רק בשולי הדיון להשלכות הכלכליות של השימוש בטכנולוגיות שלהן, למשל ברפואה ובפרמצבטיקה, ומתעלמות מההשלכות התרבותיות האפשריות של השימוש בהן - החל בהגברת הפיקוח והשליטה על התנהגות של אינדיבידואלים ושל חברות וכלה בחלוקות קבוצתיות חדשות ובדרכים חדשות ליצירת היררכיות, שיוצגו כטבעיות ומבוססות מדע ויבטלו קטגוריות תרבותיות, מקומיות והיסטוריות. כך אפוא יכולים להיווצר שינויים מפליגים בתפיסות "מה הם חיים", "מהו אנוש" או "מהי חברה אנושית" בלא רפלקציה ודיון אתי, חברתי ומשפטי.

מטענה זו לא נובע שההבדלים הביולוגיים שהמדעים הגנומיים מייצרים יובילו בהכרח לסולם הערכה ולדפוסי אפליה המוכרים בהיסטוריה של הגזענות. אולם על רקע ההיסטוריה של מערכות מושגים מטיפוס זה במאה העשרים, דוגמת האאוגניקה, ועל רקע מגמות פוליטיות עכשוויות, החשש הזה, ואפילו החרדה, מוצדקים.

---

**ד"ר סנאית גייס מלמדת במכון להיסטוריה ופילוסופיה של המדעים ע"ש כהן באוניברסיטת תל אביב. עבודתה עוסקת ביחסי הגומלין בין מחשבה ביולוגית למחשבה חברתית.**

---