

# יום שיא: הנדסה גנטית

## פעילות בינתחומית



החומרים המובאים כאן נוצרו במסגרת פרויקט דיאלוגוס – מחקר משותף של אוניברסיטת תל-אביב, הטכניון, האוניברסיטה העברית בירושלים ומכון ויצמן למדע, במימון הקרן הלאומית למדע (מס' 2699/17).

© כל הזכויות שמורות

התלמידים מתבקשים להקים ועדה שתעזור למדינה להכריע בסוגיית יום השיא: האם על המדינה לאפשר מצב שבו הורים יכולים לבחור אם להנדס גנטית את תינוקם?

**למורה:**

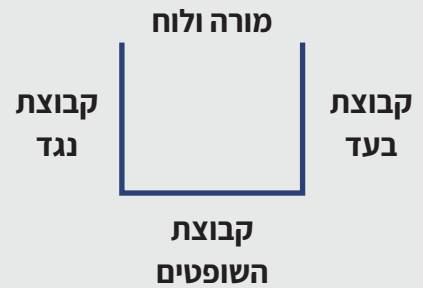
**חלקו את התלמידים ל-3 קבוצות:** בעד, נגד ושופטים.

על התלמידים להשתמש בטיעוניהם בנלמד במבניות הקודמות וכן בטקסט של תרחיש עתידן שיקרא בתחילת המבנית, ובכרטיסיות שיקבלו מהמורים במהלך העבודה בקבוצות. השופטים יקבלו את החלטתם באמצעות טבלת שיפוט שמשקלו של כל קריטריון בה ייקבע על ידי התלמידים והמורה בתחילת המבנית.

**פעולות הכנה לפני המבנית:**

- הדפסת טבלת השיפוט לשופטים 10X (נספח א')
- תרחיש העתידן (נספח ב') 20X (כמספר התלמידים בקבוצה)
- הכנת כרטיסיות (נספח ג') – גזירה של הכרטיסיות והכנת 3 סטים זהים של כרטיסיות לקבוצות הבעד, הנגד והשופטים
- הכנת קובץ טבלת השיפוט על המחשב להקרנה

**סידור הכיתה ב-"ח":**



**המבנית תתקדם בשלבים הבאים:**

1. הציגו לתלמידים את הסוגייה - האם על המדינה לאפשר מצב שבו הורים יכולים לבחור אם להנדס גנטית את תינוקם? בקשו מהתלמידים לעזור למדינה כדי להכריע בסוגייה. לשם כך התלמידים מתבקשים להקים ועדה שתמנה:
    - 2 חברים בעד תינוקות מהונדסים
    - 2 חברים נגד תינוקות מהונדסים
    - 5 שופטים – מקבלי החלטת הוועדה בנושא. (5 דק')
  2. נהלו דיון במליאה בו תציגו לתלמידים את טבלת השיפוט על הלוח (באמצעות המקרן), הסבירו את הקריטריונים שעל פיהם יכריעו השופטים בסוגייה, ובקשו מהתלמידים לקבוע יחד את משקלו של כל קריטריון. (10 דק')
  3. בקשו מכמה תלמידים לקרוא את חוות דעת העתידן שהוזמן לוועדה – חלוקת דף שבנספח א (5 דק')
  4. חלקו את הכיתה ל-3 קבוצות: בעד, נגד ושופטים לפי מקום ישיבה (ראו שרטוט מעלה). יש להנחות את הקבוצות במהלך עבודתן: (20 דק')
- א. הנחיית קבוצות בעד ונגד:** המורה יתמוך בהכנת טיעוני הקבוצה בוועדה ויעזור להם להכין טיעונים נגדיים; לאחר 5 דקות של עבודת הקבוצות, התחילו בטפטוף כרטיסיות (נספח ב) לכל קבוצה וסיימו את חלוקת הכרטיסיות כולן לאחר 15 דקות לתוך העבודה.

**ב. הנחיית שופטים:** קבוצת השופטים תקבל את כל הכרטיסיות (נספח ב) מיד בהתחלה וכן מספר דפי שיפוט ריקים (יש לשמור דפי שיפוט נוספים לשלב השיפוט עצמו). עיזרו לקבוצה להכיר את הכרטיסיות. עבור כל טיעון השופטים יבחנו מהו ההיבט הדיספלינרי (מתמטי/מדעי/חברתי/כלכלי), האם הטיעון הוא בעד, נגד או "ג'וקר" (טיעון המנצח טיעונים אחרים); השופטים יתכוננו לשיפוט באמצעות העלאת טיעונים ותרחישים שמתאימים לטבלה או מפרים את ההנחיות שבה, וכתיבתם בטבלה "שיפוט דמה". למשל, המורה ינחה את השופטים לכתוב טיעונים שיקבלו ניקוד נמוך בטבלה. אם לשופטים ישאר זמן, הנחו אותם להסתובב בין הקבוצות ולהאזין להן בשקט, כדי להבין "לאן נושבת הרוח" בדיוני הקבוצות. בסיום חלק זה, תנו לשופטים דפי שיפוט ריקים (נספח ג) עבור שלב השיפוט ה"אמיתי".

5. הזמינו 2 נציגים מכל קבוצה (בעד ונגד) לדיון בוועדה. תנו לנציגי כל קבוצה 3 דקות להציג את טיעוניהם. לאחר הסבב הראשון יינתן זמן להצגת טיעונים נגדיים בסבב שני. בזמן הדיון, חלקו את הלוח לטיעונים בעד ונגד ורכזו על הלוח את הטיעונים שהנציגים מעלים. בזמן הדיון, השופטים מאזינים וממלאים את טבלאות השיפוט שלהם. חברי קבוצות בעד ונגד יכולים לעזור לנציגיהם בהעלאת טיעונים. (20 דק')

6. הנחו את התלמידים לשוב לקבוצותיהם. השופטים מתדיינים על הכרעה, קבוצות בעד ונגד דנות בסיכויים לנצח ומכינות ערעור (5 דק')

7. הנחו את הוועדה להתכנס שוב ובקשו את הכרעת השופטים. השופטים מכריעים ונותנים את נימוקיהם, קבוצות בעד ונגד מגיבות (5 דק')

### העתידן (מדען והיסטוריון המתמחה בעתיד) הציג מול הועדה את התרחיש הבא:

"נדמיין שהשנה היא 2035 ואתם מבקרים ליום אחד במדינה שבה הורים יכולים לבחור אם להנדס גנטית את תינוקם. אתם מתארחים ביום הביקור שלכם בבית משפחת כהן, שם אתם פוגשים בנעה, בת המשפחה. ב-2035 קוראים לה "טבעית" כי אין בה השבחות גנטיות. המשפחה מספרת לכם כי אנשים רבים בסביבתם מתנשאים עליהם, ורואים בהם מתנגדים לקידמה. הבת של השכנים וחברתה הטובה של נעה, גל לוי, מגיעה לביקור. היא כבר סיפור אחר. היא נולדה תינוקת מהונדסת, מושבחת גנטית ומשודרגת מאד. השיפורים האלה נעשו בטכנולוגיה מתקדמת להשבחה גנטית. המדענים שההורים של גל שכרו לשם כך בכמה מיליוני דולרים יישמו את הטכנולוגיה על שורה ארוכה של עוברים אנושיים ובתהליך בדיקה גנטית הם חזו שהעובר הקטן, גל, יהיה הטוב שבחבורה. וכעת גל היא אדם אמיתי, בשר ודם. היא יושבת על השטיח בסלון של משפחת כהן ומשחקת עם נעה. המשפחות, כהן ולוי, מכירות שנים, וכבר ברור מזמן שגל יוצאת מן הכלל. היא חכמה להפליא, והיא רק בת חמש. היא יפהפייה, גבוהה, אתלטית, ואף פעם לא חולה. למעשה יש דור שלם חדש של ילדים מהונדסים כמו גל ועד כה נראה שהם בריאים יותר מה"טבעיים". הם זולים יותר מבחינת הטיפול הבריאותי. הם חסינים בהסתברות גבוהה מפני שלל בעיות בריאות כולל סרטן, מחלות לב ועוד.

כל זה נשמע נפלא, אבל אז אתם שמים לב לכותרת בעיתון שמונח על השולחן לידכם, שבה כתוב כי מחקר על ילדים שנולדו בהנדסה גנטית מצא שבהסתברות של 40% לילדים מהונדסים גנטית עשויות להיות בעיות כמו תוקפנות יתר ובעיות ביצירת קשרים חברתיים. כמה דקות מאוחר יותר, אתם שומעים את גל מספרת כי הוריה אמרו לה שהיא כל כך חכמה שהם שולחים אותה לבית ספר מיוחד, בית ספר שונה מזה של נעה. בלילה, לפני שנעה הולכת לישון, אתם שומעים אותה בוכה, ותוך כדי שואלת את אביה, "אבא, גל בכלל תמשיך להיות חברה שלי?"

לאחר שנעה נרדמת, הוריה של נעה מספרים לכם שהם חושבים על האפשרות להביא אח קטן לנעה. הם מספרים שהם קרובים לשבירה. "תמיד האמנו בחשיבות של ילד טבעי, לא מהונדס ולא מוזמן. האמנו בחכמה של הטבע ובגורל שיזמן לנו את הילד המוצלח ביותר עבורנו. ילד שנאהב ללא תנאים. אבל אנחנו רואים את הסבל של נעה, עם כל החברים היותר מוצלחים הללו שמסביבה, וכבר לא יודעים מה לעשות. אולי הפעם נהנדס לה בכל זאת אח קטן ומושלם?"

העתידן מסיים את סיפורו הדמיוני ואומר, "זה מה שיהיה לכם עוד 15 שנה, אם תבחרו לאפשר הנדוס גנטי בבני אדם, הסיפור הזה יהיה הסיפור של כולנו".

<p>בשביל מה בכלל צריך הנדסה גנטית? בהרבה מחלות ניתן לטפל גם באמצעות טיפולים אחרים. למשל, בפנילקטונוריה אפשר לטפל באמצעות תזונה מתאימה.</p>	<p>הנדסה גנטית טובה לכלכלת המדינה. להנדס גנטית עובר עוד לפני שהוא נולד, הרבה יותר זול מאשר לטפל במחלות או בנכויות שיהיו לו לאחר שנולד.</p>	<p>במקום לטפל רק בסימפטומים של מחלות, באמצעות הנדסה גנטית אנחנו יכולים למנוע מראש את המחלה. כך נשחרר את החולים הפוטנציאליים מטיפול מייגע לכל החיים.</p>
<p>מתן אפשרות להנדוס גנטי של תינוקות לוקח את זכות הילוד לתכונותיו. ההורים מחליטים עבור הילוד אילו תכונות יהיו לו. נניח, למשל, שהורים החליטו שהילד שלהם יקבל גן של מוסיקליות. לילד המסכן לא תהיה שום אפשרות חוץ מלהפוך למוסיקאי! ומה אם הוא בכלל רצה להיות מתמטיקאי? או היסטוריון?</p>	<p>אם ידוע שתכונה מסוימת מושפעת רק מגן אחד, אז בד"כ יש הסתברות די טובה שיצליחו לשפר אותו. אז אם מדובר בניסיון לרפא מחלה כלשהי- זה שווה את הניסיון!</p>	<p>לא הוגן למנוע מהדור הבא אפשרות של הימנעות ממחלות גנטיות מסוימות כאשר הידע כיצד לעשות זאת כבר קיים. יש אנשים, למשל, שבושאים גן של מחלה מסוימת. הנדסה גנטית תאפשר להם "להנדס" את הילד כך שלא יישא את הגן של המחלה הזו. למה למנוע זאת מהם?</p>
<p>הנדסה גנטית היא עניין יקר. הגיוני שברגע שהיא תתאפשר, העשירים ינצלו אותה לצרכיהם. זה יצור מצב שחלק מהאוכלוסייה (העשירים) יהיו עליונים מבחינה גופנית על פני חלק אחר (העניים). זה מצב מאוד מסוכן כי העשירים רק יהפכו לחזקים יותר והעניים יהפכו לחלשים יותר. ייווצר זן של עשירים וזן של עניים וכשהמצב הזה יקרה, לא תהיה יותר שום אפשרות לשינוי (עניים לא יוכלו למשל להפוך לעשירים).</p>	<p>זכות הפרט להחליט על גורלו קודמת לכל. מדוע שהמדינה תחליט עבור הפרט מה הוא יכול לעשות ומה הוא לא יכול לעשות? אם הידע קיים, מדוע לא לאפשר לפרט לבחור אם הוא רוצה להנדס גנטית את ילדיו?</p>	<p>הנדסה גנטית יכולה להוביל לתופעה של "גזע עליון". כבר חווינו בהסטוריה (למשל בשואה) מצב שבו חלק אחד של האוכלוסייה (הנאצים), ראה את עצמו כעליון על חלק אחר של האוכלוסייה (למשל, היהודים). אנחנו לא רוצים להגיע שוב חס וחלילה למצב שבו חלק אחד של האוכלוסייה רואה את עצמו כ"עליון" על חלק אחר.</p>
<p>עולם מהונדס גנטית יהיה עולם משעמם, ללא אנשים מיוחדים, שונים, אחרים. לא תהיה שונות בין אנשים. כולם יחשבו אותו הדבר, כולם ייראו אותו הדבר.</p>	<p>הנדסה גנטית היא טכנולוגיה חדשה ואנחנו עדיין לא יודעים את כל הסיכונים הכרוכים בה. עשויות להיות לה למשל תופעות לוואי לא ידועות היום כמו תוקפנות יתר או בעיות התנהגותיות.</p>	<p>האנושות גם כך מתפתחת אבולוציונית לכיוון הזה. השבחת הגזע היא תהליך שקורה אמנם לאורך מיליוני שנים, אבל הוא קורה, והוא קורה באופן טבעי. אם יש לנו את הידע והיכולת לזרז את התהליך האבולוציוני, מדוע לא לעשות זאת?</p>

<p>עם כל הכבוד לעתידן המכובד, התרחיש שלו פשוט לא סביר. הנדסה גנטית לא באמת יכולה להביא למצב שהוא תיאר. יש תכונות הנקבעות על ידי מספר רב של גנים, ולכן שינוי ב-DNA בגן יחיד או אפילו במספר גנים לא ישפיע על התכונה.</p>	<p>הרי רוב התכונות האנושיות בכלל אינן חד-גניות! אין מצב שאפשר יהיה "להנדס" ילדה יפה, חכמה ובריאה, כי פשוט אין גן אחד ויחיד שאחראי על יופי, חוכמה או על בריאות. יופי, חוכמה ובריאות אלו תכונות שמושפעות מהרבה מאוד גנים, וגם מהסביבה. הנדוס גנטי אולי יוביל להסתברות יותר גבוהה שהילד יהיה חכם אבל זה לא יהיה ב-100%. לכן כל התרחישים האפוקליפטיים שלכם לא תקפים.</p>	<p>התרחיש של העתידן דמיוני. הנדסה גנטית לא באמת יכולה להביא למצב שהוא תיאר. הרי הנדוס גנטי הוא זה לא מאורע וודאי, ויש הסתברות שההנדוס לא יצליח. הנדוס גנטי אולי יוביל להסתברות יותר גבוהה שהילד יהיה חכם אבל זה לא יהיה ב-100%.</p>

נגד		בעד		ניקוד מירבי	קריטריונים	
דוגמאות לחיוב/שלילה	ניקוד	דוגמאות לחיוב/שלילה	ניקוד			
					התייחסות לדברי האחר באופן מכבד (10 נק')	איך נאמר
					בנייה על דברי האחר ("אני מסכימה ש... אבל.."; "הטיעון שהבאת הוא חשוב, אבל.."; "למה אתה מתכוון?"; הפרכה של טיעונים; העלאה של טיעוני (נגד) (10 נק')	
					הקשבה	
					טיעונים מתמטיים	מה נאמר
					טיעונים מדעיים	
					טיעונים פילוסופיים/ חברתיים/כלכליים	
					טיעונים הגיוניים/רלוונטיים	