

## **ביו-אתיקה בעידן של תמורות טכנולוגיות**

**תכנית לימודים להשכלה כללית**

30 שעות

**תשע"ה**

משרד החינוך  
המינהל למדע ולטכנולוגיה  
הפיקוח על ביוטכנולוגיה

התוכנית הוכנה על ידי

ד"ר רות לנץ

**משרד החינוך**  
**המינהל למדע ולטכנולוגיה**  
**הפיקוח על ביוטכנולוגיה**

**א. מבוא**

למידה משמעותית מבוססת על הבנה, מציאת הקשרים בין החומר הנלמד לבין תחומים שונים בחיי היום-יום של הפרט. בכך, יישומו של הידע שנרכש בתהליך הלמידה מקבל משמעות רלוונטית: מעורר מחשבות, רגשות, תובנות חדשות ומעודד נקיטת עמדה מצד התלמיד. באופן זה, הלימוד הופך ללימוד פעיל, משמעותי, זכיר, מעורר סקרנות ומוטיבציה.

נושאים הקשורים בפריצות דרך מדעיות-טכנולוגיות בעידן הגנומי מופיעים חדשות לבקרים באמצעי התקשורת והתלמידים נחשפים אליהם על בסיס יום-יומי. התלמידים המתמחים במדעים בכלל ובמדעי החיים בפרט חשופים ביתר שאת לפריצות דרך אלו. נושאים אלו מהווים כר נרחב לעיסוק בסוגיות ערכיות הנלוות לקידמה מדעית טכנולוגית.

הדגש בתוכנית זו הוא על פיתוח חשיבה ביקורתית ולקיחת אחריות. למדען יש אחריות אישית כלפי הפרט, החברה והסביבה, היות ולפיתוחים מדעיים שלובי טכנולוגיה יש השלכות מרחיקות לכת (לחיוב ולשלילה) על החברה, על חיי כולנו.

בתוכנית זו נתמקד בשאלות אתיות הכרוכות בנושאים כמו הנדסה גנטית, שיבוט, פרופיל גנטי, השבחה גנטית והשפעתם על האדם ועל תחומי חיים שונים כמו: חוק ומשפט, כלכלה, תרבות וחברה.

ייחודה של התכנית הוא ברלוונטיות שלה. השאלות האתיות בהן נעסוק בתכנית זו מהוות אתגר חינוכי: מעוררת סקרנות, מוטיבציה, מעורבות ולמידה פעילה, חשיבה ביקורתית ולקיחת אחריות, אך בעיקר מודעות לערכים מוסריים- חברתיים השלובים בקידמה מדעית-טכנולוגית.

**ב. אוכלוסיית יעד**

תלמידי כיתות י' – י"א שהנושאים נוגעים להם.

**ג. מטרות התכנית**

1. הקניית ידע והבנה, ברמה בסיסית, של מושגים השייכים לתחום הדעת הנמצאים בחזית המדע

(למשל: ד.ג.א., גנום האדם, פרופיל גנטי, הנדסה גנטית ויישומים ביוטכנולוגיים בתחום התעשייה, החקלאות, המשפט והרפואה)

2. שילוב היבטים חברתיים ערכיים בתחום הדעת

(עיסוק בסוגיות אקטואליות ודילמות חברתיות תוך הדגשת הרלוונטיות של הסוגיה)

3. פיתוח חשיבה רפלקטיבית-ביקורתית (לחיוב ולשלילה) ואחריות חברתית

(ניתוח סוגיה מהיבטים שונים- מדעי, טכנולוגי, חברתי, מוסרי-אתי, משפטי וכלכלי תוך פיתוח תובנות חדשות)

**משרד החינוך**  
**המינהל למדע ולטכנולוגיה**  
**הפיקוח על ביוטכנולוגיה**

4. איתור וניתוח מושכל של מידע  
(למידה פעילה בסביבה מתקשבת: איתור מידע, ניתוח מידע, עיבוד מידע, ייצוג מידע)
5. העלאת המודעות הערכית בקהילה  
(הצגת נושאים מדעיים-חברתיים שנויים במחלוקת בפני קהל במגוון אופנים)
6. פיתוח מיומנויות עבודה שיתופית  
(עבודה בצוות, שיתוף במידע, הקשבה לזולת, נכונות לחלוק אחריות בעבודה, נקיטת עמדה והצגת טיעונים)

**ד. היבטים מעשיים דידקטיים**

1. למידה פעילה וחויייתית לטיפוח הבנה וחשיבה
2. עבודה בצוות וסיעור מוחות
3. ימי עיון וסיורים לימודיים רלוונטיים
4. מעורבות חברתית בקהילה – ביצוע סקרים (בית ספרי, קהילתי) בנושאים שנויים במחלוקת. דיון תוך הצגת טיעונים בעד ונגד סוגיה ערכית
5. סימולציות ומשחקי תפקידים להבנה רוחבית ומעמיקה של נושא. הקשבה ומתן כבוד לאחר ונקיטת עמדה.
6. ייצוג היבטים שונים של סוגיה ערכית: היבט מדעי-טכנולוגי, כלכלי, חברתי, משפטי
7. הצגת עמדה בפני קהל בצורה ויזואלית
8. הוראת עמיתים כחלק מתהליך הלמידה

**משרד החינוך**  
**המינהל למדע ולטכנולוגיה**  
**הפיקוח על ביוטכנולוגיה**

**ה. ארגון התכנים והנושאים**

שעות	מיקוד הלמידה והצגת הדילמה	מושגים	מפרט תכנים	נושא
5	<p align="center"><b>הדילמה:</b>  <b>תינוקות בהזמנה?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ איתור מוקדם של פגמים גנטיים</li> <li>▪ שיקולים גנטיים בקביעת יחס החברה ליחיד</li> <li>▪ "הזמנת תינוקות" על פי פרופיל גנטי רצוי</li> <li>▪ הולדת תינוק שימש תורם להצלת חיי אח או אחות במשפחה</li> </ul> <p align="center"><b>טיעונים בעד ונגד</b></p>	<p>אתיקה,          ביואתיקה          גנאתיקה</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• הגדרת המושג הכללי אתיקה והמושגים הספציפיים ביואתיקה וגנאתיקה</li> <li>• המשמעות של חובה מוסרית- חברתית</li> <li>• היחס לכבוד האדם, לערך החיים</li> <li>▪ ההשלכות של שינויים גנטיים בפרט על מקומו בחברה</li> </ul>	<p><b>1. ביואתיקה וגנאתיקה</b></p>
6	<p align="center"><b>הדילמה:</b>  <b>פרויקט הגנום האנושי- השלכותיו לטוב ולרע</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ פרויקט הגנום האנושי ותרומתו</li> <li>▪ הנדסה גנטית ותחומי יישום רפוי גני שיבוט בע"ח ואדם יצירת תאי גזע והשימוש בהם</li> </ul> <p align="center"><b>טיעונים בעד ונגד</b></p>	<p>מושגי בסיס :          דנ"א, גן,          גנום, פרויקט הגנום.          הנדסה גנטית שיבוט</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ הגידול העצום בידע גנטי והמהפכה הגנטית, פרויקט הגנום האנושי</li> <li>▪ עיסוק בנושאים שנויים במחלוקת הנובעים מחידושים במדע.</li> <li>▪ הנדסה גנטית ושיבוט בע"ח ואדם.</li> <li>▪ אתיקה רפואית</li> </ul>	<p><b>2. פרויקט הגנום</b></p>
4	<p align="center"><b>הדילמה:</b>  <b>פרופיל גנטי- תרומה לחברה או פגיעה בפרטיות</b></p>	<p>בדיקת דנ"א          פרופיל גנטי          זיהוי גנטי          מיפוי גנטי</p>	<p>שימוש במידע גנטי למיפוי גנטי לאפיון בני אדם ולאפיון אתני של אוכלוסיות. סוגיות אתיות-מוסריות</p>	<p><b>3. אפיון גנטי אישי ואתני</b></p>

**משרד החינוך**  
**המינהל למדע ולטכנולוגיה**  
**הפיקוח על ביוטכנולוגיה**

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ מיפוי גנטי של בני אדם</li> <li>▪ זיהוי גנטי- שימוש בעדויות DNA להרשעה או זיכוי חשודים בפשע</li> <li>▪ אפליה על רקע גנטי</li> <li>▪ אפיון בני אדם ואוכלוסיות</li> <li>▪ היחס "לאחר" על רקע גנטי</li> </ul> <p align="center"><b>טיעונים בעד ונגד</b></p>		ה"יחס לאחר" והשונה	
5	<p align="center"><b>הדילמה:</b></p> <p align="center"><b>מידע גנטי – נחלת הכלל או הפרט</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ הקמת מאגר גנטי במשטרה</li> <li>▪ בנק גנים לאומי /פרטי</li> <li>▪ בעיית אבטחת מידע גנטי</li> </ul> <p align="center"><b>טיעונים בעד ונגד</b></p>	מאגר גנטי - ביומטרי בנק גנים	אסוף מידע גנטי והקמת מאגרי מידע פרטיים או מאגר מידע לאומי בפיקוח המדינה והשפעתם על צנעת הפרט והזכות לפרטיות. סוגיות אתיות והשלכות אישיות חברתיות, כלכליות, משפטיות ומוסריות של השימוש במידע גנטי.	<b>4. הקמת מאגרי מידע</b>
4	<p align="center"><b>הדילמה:</b></p> <p align="center"><b>"צנעת הפרט" בעידן המודרני- טשטוש או חיזוק הגבול בין פרטי לכללי</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ זכויות היסוד של האדם מושתתות על ההכרה בערך האדם, בקדושת חייו ובהיותו בן-חורין.</li> <li>▪ עיקרון החוק להגנת הפרטיות</li> <li>▪ חוק חופש המידע – טיעונים בעד ונגד</li> </ul> <p align="center"><b>טיעונים בעד ונגד</b></p>	זכויות יסוד חירות דמוקרטיה חופש מידע	עיקרון החוק ומטרותיו חוק הגנת הפרטיות ומנגד- חוק חופש המידע והסכנה לפגיעה בפרטיות	<b>5. חוק יסוד כבוד האדם וחירותו מול חוק חופש המידע</b>
6	<p align="center"><b>הדילמה:</b></p> <p align="center"><b>צמחים מהונדסים- תועלת או סכנה</b></p> <p align="center"><b>טיעונים בעד ונגד</b></p>	שיטות החדרה, יבולים מהונדסים, מזון מהונדס על המדף	הנדסה גנטית בצמחים	<b>6. גנאתיקה בצמחים</b>

## מקורות

### דילמה 1: תינוקות בהזמנה?

- סרטון "תינוק בהזמנה" - עברית (1.56 דק')  
<http://lifestyle.nana10.co.il/Article/?ArticleID=620737>
- כתבה: "ילדים בהזמנה – משחק באש או עולם אמיץ"  
[http://www.haayal.co.il/story\\_369](http://www.haayal.co.il/story_369)
- סרט קולנוע: "מה קרה בגטקה" (101 דק')  
[http://www.torec.net/sub.asp?sub\\_id=906](http://www.torec.net/sub.asp?sub_id=906)
- סרט תעודה – "הסיפור האמיתי" (52 דק')  
<http://www.iba.org.il/ibadoc/Teuda.aspx?entity=229859&type=207>

### דילמה 2: פרויקט הגנום האנושי - השלכותיו לטוב ולרע

- סרטון: דני"א – דוידסון (3.24 דק') עברית  
מבט כללי על מולקולת DNA והופעת החיים  
<https://www.youtube.com/watch?v=vyeYEiWGtQ8>
  - סרטון: איך הדני"א פועל? (5.23 דק') – עברית.  
הקוד הגנטי - מדני"א לחלבון. מתא לרקמה ולאורגניזם שלם  
<https://www.youtube.com/watch?v=2BwEqpsDrCU>
  - סרטון: מהו גנום? סרטון (1.38 דק') – אנגלית קלה.  
ספר החיים המכיל מתכונים ליצירת אורגניזם חי.  
[https://www.youtube.com/watch?v=J9uPeJyR\\_Ko&feature=player\\_embedded](https://www.youtube.com/watch?v=J9uPeJyR_Ko&feature=player_embedded)
  - סרטון: פרויקט הגנום האנושי (3.32 דק') עברית  
קשר בין גן לחלבון ולתכונות - דוידסון  
<https://www.youtube.com/watch?v=IvWfFsBulii4&feature=related>
- הנדסה גנטית
- סרטון: הנדסה גנטית ברפואה (3.04 דק') - גן אינסולין  
<https://www.youtube.com/watch?v=AEINuCL-5wc&feature=related>
- ריפוי גני
- רפואה גנטית - סרטון (1.34 דק')  
[https://www.youtube.com/watch?v=08FT\\_Y1xGYE](https://www.youtube.com/watch?v=08FT_Y1xGYE)

משרד החינוך  
המינהל למדע ולטכנולוגיה  
הפיקוח על ביוטכנולוגיה

- כתבה – ריפוי גני של עיוורון צבעים בקופים  
<http://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-3825309,00.html>
  - שיבוט בני אדם ובע"ח
  - הסבר על שיבוט בבני אדם (מטח)  
<http://science.cet.ac.il/science/genetics/gene10/gene10.asp>
  - שיבוט בני אדם על פי הקבלה  
<https://www.youtube.com/watch?v=35ITPH-V0s>
  - כתבה : תאי גזע ושיבוט (הידען)  
<http://www.hayadan.org.il/first-cloning-of-human-embryo-160513>
  - כתבה : בין תקווה לאסון–על גנטיקה והנדסה גנטית  
<http://www.hayadan.org.il/ge-between-hope-and-disaster-2911081>
  - הרצאה ד"ר נועם שומרון- ריצוף הגנום האנושי וההשלכות על רפואת העתיד (24.37 דק')  
[https://www.youtube.com/watch?v=nmWtq75MS\\_s](https://www.youtube.com/watch?v=nmWtq75MS_s)
  - גנאטיקה – פעילות לכיתה (מטח)  
<http://science.cet.ac.il/science/genetics/menu.asp>
  - תהיות ודילמות (אתר סנונית)  
[http://www.snunit.k12.il/seder/dna/page\\_7.html](http://www.snunit.k12.il/seder/dna/page_7.html)
- דילמה 3: פרופיל גנטי- תרומה לחברה או פגיעה בפרטיות**
- אפיון זיהוי גנטי**
- פתיח: סרטון: זיכוי ד.נ.א ראשון, דווקא אצל מי שהודה כבר ברצח (22.9 דק') - עברית.  
<https://www.youtube.com/watch?v=EcTYG8wbGEY>
  - סרטון: זיהוי באמצעות דנ"א (1.45 דק') עברית.  
<https://www.youtube.com/watch?v=5ij-YSpr93s>
  - כתבה: ניתן לשתול DNA מלאכותי בזירות פשע ולהטעות את המשטרה (הידען)  
<http://www.hayadan.org.il/authentication-of-forensic-dna-samples-2008093>
  - סרטון: הכנת טביעות DNA - (6.10 דק')  
<https://www.youtube.com/watch?v=DbR9xMXuK7c>
  - הסבר על המטרות של זיהוי גנטי ופרופיל גנטי  
<http://www.amalnet.k12.il/sites/genetic/articles.asp?url=gar0015.htm&bid=5&tat=6>



משרד החינוך  
המינהל למדע ולטכנולוגיה  
הפיקוח על ביוטכנולוגיה

• ראיון TV : מיפוי גנטי ובעיות אתיות (5.33 דק') עברית  
<https://www.youtube.com/watch?v=sR9KqeSuKn4>

• אפליה על רקע גנטי - מפט עמל  
<http://www.amalnet.k12.il/meida/biolog/bioi0159.htm>

**מיפוי אוכלוסיות**

• כתבה: המצוד אחר הגנום היהודי – הידען 2012  
<http://www.hayadan.org.il/hunting-of-jewish-genome-07121>

• כתבה מסכמת: יישומים של פרויקט הגנום האנושי  
<http://www.amalnet.k12.il/sites/genetic/articles.asp?url=gar0054.htm&bid=9&tat=1>

**דילמה 4: מידע גנטי – נחלת הכלל או הפרט**

**מאגרי מידע ובנק גנים**

• פתיח- סרטון מאגר ביומטרי של תינוקות בישראל ערוץ 2 (2.34 דק') – עברית.  
[https://www.youtube.com/watch?v=u2WUuS\\_1ggk](https://www.youtube.com/watch?v=u2WUuS_1ggk)

• כתבה: הכנסת בדרך להקמת מאגר גנטי של כל התינוקות בישראל – כלכליסט  
<http://www.calcalist.co.il/internet/articles/0,7340,L-3635793,00.html>

• בנק גנים – כתבה בעיתון הארץ  
<http://www.haaretz.co.il/misc/1.774513>

• ועדת החוקה, חוק ומשפט של הכנסת החלה לדון בהקמת מאגר D.N.A (הידען)  
<http://www.hayadan.org.il/dna311004>

• הסבר קצר – בנק גנים לאומי (מטח)  
<http://www.school.kotar.co.il/kotarapp/index/Chapter.aspx?nBookID=70751203&nTocEntryID=70802086>

• הקמת מאגר גנטי במשטרה  
<http://www.acri.org.il/he/16587>

• הסוד הנעלם – בעיית אבטחת מידע גנטי (הידען)  
<http://www.hayadan.org.il/dna-secret-gene-200113>

• טיעונים בעד ונגד בנק גנים  
[http://demo.ort.org.il/ortforums/scripts/forum\\_msg\\_show.asp?pc=350096571&msgid=977055579](http://demo.ort.org.il/ortforums/scripts/forum_msg_show.asp?pc=350096571&msgid=977055579)

• סוגיות מוסריות והזכות לפרטיות – אתר סנונית

משרד החינוך  
המינהל למדע ולטכנולוגיה  
הפיקוח על ביוטכנולוגיה

[http://www.snunit.k12.il/seder/dna/page\\_1.html](http://www.snunit.k12.il/seder/dna/page_1.html)

- המלצה להקים מאגר דנ"א לאומי ורשות מפקחת (הידען)  
<http://www.hayadan.org.il/nationaldna-database-100103>

- דו"ח של הוועדה המייעצת לענייני ביו-אתיקה האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים  
[http://bioethics.academy.ac.il/hebrew/PDF/Finalized\\_Dna\\_Bank\\_Full\\_hebrew\\_sofi.doc](http://bioethics.academy.ac.il/hebrew/PDF/Finalized_Dna_Bank_Full_hebrew_sofi.doc)

- אתר גנאתיקה – פעילויות לתלמיד - עברית (מטח)  
<http://science.cet.ac.il/science/genetics/menu.asp>

- פעילות כיתתית- בנק גנים לאומי - מטח  
<http://science.cet.ac.il/science/genetics/gene9/gene9.asp>

**דילמה 5 : "צנעת הפרט" בעידן המודרני- טשטוש או חיזוק הגבול בין פרטי לכללי  
כבוד האדם וחירותו והזכות לפרטיות**

<http://main.knesset.gov.il/Activity/Legislation/Documents/yesod3.pdf>

- חוק יסוד כבוד האדם וחירותו - מטח  
<http://lib.cet.ac.il/pages/item.asp?item=18402>

**חוק חופש המידע – טוב או רע ?**

- חוק חופש המידע  
[http://www.knesset.gov.il/laws/special/heb/freedom\\_info.htm](http://www.knesset.gov.il/laws/special/heb/freedom_info.htm)

**דילמה 6 : צמחים מהונדסים- תועלת או סכנה?**

- כתבה : מי הנדס את העגבנייה שלי ?  
<http://www.mazon.co.il/ENG283.html>

- כתבה : השבחת צמחים  
<http://www.hayadan.org.il/gm-food-myths-and-facts-2610136>

- בעד ונגד מזון מהונדס (רשת עמל)  
<http://www.amalnet.k12.il/sites/genetic/articles.asp?url=gar0038.htm>

- סרטון : הנדסה גנטית בצמחים (9.22 דק')  
<https://www.youtube.com/watch?v=8IOKLLtTu14>