

גנטיקה עכשיו

מאת: אילנה אדר ודגנית עצמון*



כשמילים כמו: פרויקט מיפוי הגנום של האדם, ריצוף דנ"א ושיבוט צעות להן מכל עיתון, תשדיר או תוכניות ראיונות, הגנטיקה נכנסת לכיתה עם התלמידים. היא מציבה בפנינו אתגרים ויעדים חדשים בתחום ההוראה. כדי להתאים לאתגרים אלו בחרנו **לשנות את רצף הוראת התורשה**, ולהיעזר בחומרים הרבים הזמינים לכל, ככלי עזר להוראה. להלן מוצגים רעיונות וחומרים שונים בהם ניתן להשתמש במהלך הוראת התורשה, תוך הדגשת החידוש וההשתנות בנושא.

שינוי רצף הוראה

עד כה נהגנו להתחיל בלימוד התורשה ממנדל – אבי התורשה המודרנית וממנו המשכנו ללמד לפי הרצף הכרונולוגי של התגליות והמגלים. עבודה ברצף זה לא הותירה זמן לטיפול בחידושים ובתגליות של הגנטיקה המולקולרית העכשווית, והתלמידים רכשו כלים להבין את המידע החדש רק בסוף כיתה י"ב (או בטירונות). כדי להבין את שפת הגנטיקה העכשווית בחרנו להתחיל מ"האותיות" כלומר ממבנה הדנ"א ולהתקדם אל ה"משפטים" והשיטות של הגנטיקה המולקולרית.

הרצף החדש:

1. פתיחה: מושגים ראשוניים, תכונות תורשתיות, תכונות נרכשות, סביבה.
2. "המולקולות של התורשה" – DNA מרכיב את הכרומוזומים, הצופן הגנטי – עיקרון, מבנה, גנים, שני תהליכים העוברים על מולקולת ה-DNA: שכפול (Replication) ותעתוק (Transcription). שכפול דנ"א.
3. מיטוזה ומיוזה: העברת מידע מדור לדור. היכן מתרחשים התהליכים, דמיון ושוני. (שגיאות בחלוקה: אי הפרדה, תאחיזה ושחלוף. אי הפרדה, קריוטיפ).
4. מדנ"א לחלבון. (תעתוק ותרגום) "דנ"א זבל", תעתוק במהופך, מוטציות למיניהן. בקרה על פעילות גנים: מודל האופרון.
5. מושגים בסיסיים בהנדסה גנטית.

* אילנה אדר (08 9286676) – מנהלת המרכז הארצי למורי הביולוגיה ומורה בתיכון הרצוג בית חשמונאי, דגנית עצמון (08 9226236) – מורה בתיכון הרצוג בית חשמונאי – פרויקט בגרות 2000. הפעילות הוצגה כנס מורי הביולוגיה 2001

6. מנדל – מחקריו, הכלאות מבוקרות, הפריה עצמית, מעקב אחרי הורשת תכונה: F_2 , F_1 , P
 הבסיס ההסתברותי של היחסים המספרים (1:1, 1:2:1, או 1:3))
 גנים, אללים, הורשת תכונה אחת, שתיים, ריבוי אללים, הכלאת מיבחן, קביעת מין...
 7. סקירה היסטורית של המחקרים במאה העשרים: ווטסון וקריק, גריפית, הרשי וצ'יס, מסלסון
 ושטאל, ג'קו ומונו.
 8. גנים ואוכלוסיות.
 9. תורשה וחברה: ייעוץ גנטי, יישומים רפואיים, איבחון מחלות וריפויין, השלכות חברתיות, אתיות
 ומוסריות. (למעשה סעיף זה בהוראה אינו מהווה פרק בפני עצמו והוא שזור בכל פרקי ההוראה).

רצף הוראה זה מאפשר לנו לבנות, סביב תוכנית הלימודים הבסיסית, מערך פעילויות הוראה אשר
 התלמידים היו בנויים לקליטתו עקב השינוי בתוכנית.
 הפעילויות המוצעות הן:
 1. חדשות המדע.
 2. שימוש בסרטים, ספרי קריאה, הצגה.
 3. יום עיון במכון ויצמן.
 4. פעילות מסכמת בדגש הנדסה גנטית והשלכותיה.

להלן פירוט המטרות ודרכי העבודה בפעילויות השונות:

מה חדש במדע?

הפעילות מביאה את התלמידים למעקב אחר פרסומים של חידושים בביולוגיה. התלמידים "מגלים"
 את הדינאמיות של הנושאים השונים שהם לומדים. מפנימים את ערכו של החקר והגילוי ונחשפים
 לבעיות רבות שצצות עקב החידושים והפיתוחים הללו.

מטרות העבודה:

1. קריאת עיתונים בצורה משמעותית יותר – גם אחרי סיום העבודה.
2. חשיפת התלמיד למקורות מידע מגוונים חדשים.
3. העברת חומר ע"י תלמיד לכיתה כולה – הרצאה. לימוד כיצד לארגן חומר להצגה לפני קהל.
 (ההצגה לפני קהל תורמת לביטחון העצמי).
4. פתיחת אפשרות להערכה השונה ממבחן.
5. הגברת המודעות להתחדשות המהירה במדע, ולביולוגיה כחלק מחיי היומיום.

דרך העבודה:

- אחת לשבועיים יציג תלמיד בפני הכיתה חידוש מדעי ביולוגי שפורסם לאחרונה.
- זמן הסקירה כ־10 דקות.
 - הסקירה תלווה בשקף או בפלקט.

- התלמיד יציג את סיכום המידע בתוספת הפרשנות ההכרחית להבנה.
- המטלה תהווה 10% מהציון השנתי העיוני של התלמיד בכיתה יב'.
- המטלה תבוצע ע"י כל תלמיד באופן עצמאי, בתאריך שייקבע מראש.

חיפוש החומר ייעשה במקורות מידע שונים לדוגמא: עיתונים יומיים, ירחונים, אינטרנט וכל חומר עדכני אחר. (נכון לתאריך הסקירה של התלמיד).

הוראות העבודה לאנליזת קורסואר בארץ האוניברסיטה של מורי הזיוולגית.

סרטים לימודיים

סרטים אלו עוזרים לתלמידים להבין ולהפנים תהליכים אבסטרקטיים, מבנים כימיים, ולהפוך חומר תיאורטי למוחשי יותר. כדאי להכין דפי צפייה לעבודה עם הסרטים. מומלץ לעצור את ההקרנה מספר פעמים מאחר והסרטים טעונים בפרטים רבים שאינם ניתנים לעיכול בבת אחת.

גילוי הגנים א', ב' – סרט הסוקר את התפתחות הנושא ממנדל דרך ווטסון וקריק ומגיע ליישומים בהנדסה גנטית (ערוץ 8).

יוצרי האדם – סרט הדן באפשרויות של תיקון גנים עם ההשלכות המוסריות והחברתיות של הנושא (ערוץ 8).

מיזוג, מיטוזה – הטלוויזיה החינוכית. המחשה טובה מאד של התהליכים הללו. הדגמות של המהלך מ-DNA לחלבון.

סרטים באורך מלא:

הנערים מברזיל – סרט מדע בדיוני על האפשרות לשכפול של היטלר. הסרט בנוי כסרט מתח ובו גם הסברים על דרך השכפול והאינקובציה.

מה קרה ב-GATAACA סרט מדע בדיוני. בעולם שבו האנשים הם תוצרי תכנון גנטי, צעיר שנולד כדרך הטבע מנסה להסתיר את זהותו האמיתית. הסרט מביא את תמונת העולם בו המידע הגנטי הוא נחלת הכלל. הצעיר הנאבק מנצח את המערכת וזוכה לבצע מטלות המיועדות רק לבעלי גנוטיפים מובחרים. ניצחון רצון הפרט על גזר הדין הגנטי.

הגולד האחרון – סיפורה של משפחה המתמודדת עם הידיעה שהבת נושאת עובר בעל גנים להומוסקסואליות. הסרט מזמן דיון עכשווי לגבי נושא הבדיקות הגנטיות: מי צריך להיבדק, מה עושים עם התוצאות, מי מחליט איזה עובר להפיל ואיזה ללדת. ועוד.

הצגה "הסתברות"

ההצגה דנה בדילמה בתוך משפחה הנובעת מהיישומים העכשוויים של הגנטיקה המולקולרית. האם להביא לעולם ילד המתאים להיות תורם מח עצם לצאצא שנולד חולה? שאלות מוסריות-ערכיות לגבי תכנון משפחה ויכולת ההורים להחליט לגבי ההרכב הגנטי של הצאצא.

ההצגה הובאה לכל תלמידי יא-יב.

ספרים

במהלך ההוראה השתמשנו בדוגמאות משני ספרים.

עולם חדש מופלא מאת אלדוס האקסלי: נכתב כספר מדע בדיוני ב־1932, ובו תיאור של חברה בה כל הפרטים הם תוצרי שכפול גנטי, והם מיוצרים במתכונת קבועה מראש עם תפקידים ייעודיים. **הגמד של מנדל** מאת סימון מאואר: מתאר מחקר של מדען – גמד, למציאת הגן הגורם לגמדות. הספר מתאר בנאמנות שלבים מחקרניים ויחד עם זאת מתאר את תחושותיו של השונה בחברה. במקביל עולה סיפורו של מנדל, אליו החוקר-הגמד מקושר בקשרי משפחה. העבודה עם ספרים ככלי למידה צריכה לדעתנו לעבור עיבוד נוסף. יש מקום ליצור עבודה משותפת עם המורים לספרות לכדי הוראה בינתחומית.

יום עיון במכון ויצמן:

במטרה לתת לתלמידים התנסות בעבודה במעבדה, יצאנו ליום עיון המכון ויצמן. ביום זה התלמידים שמעו הרצאה בנושא מחקר גנטי עדכני בתורשה של סרטן המעי. התלמידים הפיקו DNA, הפעילו מכשיר PCR, אנזימי חיתוך, הרצה בג'ל וזיהו גנים. מעבדה זו הפכה חלק מהחומר העיוני למוחשי וברור יותר.



תרגיל מסכם בתורשה – י"ב 5 י"ל

מטרות התרגיל:

התלמידים:

1. יראו בקיאות והבנה בתורשה.
2. יגלו בקיאות בשיטות עבודה בגנטיקה מולקולרית.
3. יבצעו חיפוש באופן מושכל, במקורות מידע מגוונים. (עיתונות יומית, עיתונות מדעית, ספר לימוד, אינטרנט).
4. יציעו הצעות לפתרון בעיות יישומיות שנובעות מהפיתוחים האחרונים בהנדסה גנטית.
5. יביעו עמדה מנומקת בבעיות אתיות, מוסריות וחוקיות שנובעות מהפיתוחים בהנדסה גנטית.
6. יכירו ויציעו כלים להתמודדות של פרטים עם מידע מתחדש בחברה המודרנית העתידית.
7. ישלטו ביישומי מחשב שונים הכרוכים בהגשת עבודה כתובה בצורה מדעית מקובלת ובצורה אסתטית.

דפי הוראות לתלמיד עם רשימת מקורות נגן למצוא מקורות אמינים

בטבלה הבאה תוכלו למצוא סיכום לרמת הביצוע שנדרשת מתלמיד בתרגיל המסכם (שמופיע אחרי הטבלה).

טבלה דו־ממדית המסכמת את רמת הביצוע הנדרשת מתלמיד בתרגיל המסכם
מספרי השאלות שבטבלה, מתייחסים למשימות שניתנו בדפי הפעילות לתלמיד

מס. מטרה		ידע		הבנה		תפקודי חשיבה גבוהים		מיומנויות	
		שאלה	נק.	שאלה	נק.	שאלה	נק.	שאלה	נק.
1. בקיאות והבנה בתורשה		ב1 ב2	9 10						
2. בקיאות בשיטות עבודה בגנטיקה מולקולרית		א3 ג1	10 2	ב3	4				
3. חיפוש באופן מושכל, במקורות מידע מגוונים		כל משימה חייבת חיפוש במקורות מידע שונים ולכן אין ניקוד נפרד לסעיף זה							
4. הצעות לפתרון בעיות ישומיות שנובעות מהפיתוחים האחרונים בהנדסה גנטית				ב4	10	ב5	12		
5. הבעת עמדה מנומקת בבעיות אתיות, מוסריות וחוקיות				ג2	15	ג3	10		
6. הכרת והצעת כלים להתמודדות של פרטים עם מידע								א1 א2	4 6
7. שליטה בישומי מחשב שונים הכרוכים בהגשת עבודה כתובה								מבוא מבוא	3 5
סה"כ			31		29		22		18



תרגיל מסכם בתורשה – י"ב 5 י"ל

תלמידים יקרים! (מבוא)

בארבע השעות הקרובות נבצע תרגיל מסכם בתורשה. העבודה תתבצע בזוגות. (הגרלה) בזמן ביצוע התרגיל תוכלו להשתמש בכל חומר כתוב שברשותכם. (מחברות, ספר הלימוד, קטעי עיתונות ואינטרנט).

במהלך העבודה, קראו את השאלות, התייעצו ביניכם, חפשו חומר והקלידו את התשובות בצורה מסודרת ומאורגנת (3 נק.). (אל תשכחו לבצע פעולת שמירה לאחר כל הקלדה). נסחו תשובותיכם בצורה תמציתית וברורה. ציינו ליד כל תשובה את המקור בו נעזרתם (5 נק.).

ולעבודה...

נניח שבעוד כמה שנים (אחרי הצבא, טיול תרמילים, אוניברסיטה וכו') תחליטו עם בני זוגכם שהגיע הזמן להביא ילד לעולם.

ואז תזכרו שפעם לפני שנים רבות למדתם תורשה בכיתה י"ב. ונניח שמה שלמדתם אז (בשנת 2001) עדיין נכון ברובו.

אתם מחליטים לעשות דיון ענייני עם בני זוגכם (שכמובן לא למדו ביולוגיה), על ההיבטים השונים הקשורים להבאת ילדכם לעולם בשנת 2010.

ובכן – אתם מחפשים מידע, חושבים ומנסחים תשובות לשאלות הבאות:

במהלך העבודה תידרשו להגיע לחומר ממקורות שונים

א. נניח שתחליטו לדעת יותר על הגנים שלכם (או יותר נכון על האללים שחבוים בגנום שלכם) ועל סיכויי העובר שלכם לרשת תכונות מסוימות מכם. כדי לחפש מידע על המחלות הניתנות היום לאבחון מוקדם ועל המכונים בהם נעשות בדיקות אלו ערכו חיפוש באינטרנט לפי ההנחיות הבאות:

היכנסו ל-Internet Explorer באמצעות לחיצה על כתובת מנוע החיפוש נענע המופיעה כאן: www.nana.co.il רשמו את מילות החיפוש: בדיקות+גנטיות.

1. היכן ניתן בארץ לבצע בדיקות גנטיות טרום-הריון (ציין מקום אחד)? (4 נק.).
2. אילו בדיקות ניתן לעשות לשם קבלת מידע זה (הזכר שתי בדיקות)? (6 נק.).
3. הסבר בקיצור את מהלך אחת הבדיקות מהסעיף הקודם. (6 נק.).

ב. הנך יועץ גנטי. הגיע אליך זוג, שניהם נשאים לאחת מהמחלות הבאות: ציסטיק פיבורזיס (CF), טאיזקס, אנמיה ע"ש פנקוני, קנוואן, גושה או המופיליה. חפש חומר המסביר על אחת מהמחלות.

- רשום את שם המחלה שבחרת להתייחס אליה וענה על השאלות הבאות לאפיון המחלה:
1. מהם הביטויים הפנוטיפיים של המחלה? (9 נק.)
 2. מהי התורשתיות של המחלה? מה הסיכוי שצאצא עתידי שלהם יהיה חולה? (10 נק.)
 3. האם יש טיפולים המקלים על חיי החולה? אם כן, מהם? (4 נק.)
 4. האישה בהריון, איזו בדיקת טרום-לידה² תמליץ לזוג לבצע? הסבר מדוע בחרת בבדיקה זו. (10 נק.)
 5. בבדיקה נמצא שהעובר חולה. העלה רעיון אפשרי לטיפול באמצעות הנדסה גנטית במחלה, והסבר אותו. (12 נק.)
- ג. אתם חברים בוועדת אתיקה מוסר ובריאות בכנסת. עליכם לנסח הצעת חוק מנומקת בנושא גנטיקה ויישומיה: שימוש במידע גנטי, מניפולציות גנטיות כמו שיבוט, השתלת גנים, "בחירת גנים" (כמו קביעת מין, צבע עיניים וכו'). הסתייעו באתרי אינטרנט שעוסקים בנושא.
1. בחרו את אחד מיישומי ההנדסה הגנטית בו אתם רוצים לדון ורשמו אותו (2 נק.)
 2. ערכו לגביו רשימה של סיכויים וסיכונים (יתרונות וחסרונות או הבטחות והפחדות). (15 נק.)
 3. נסחו הצעה מסכמת לגבי היישום בהנדסה גנטית אותו בחרתם והביעו עמדה מנומקת להתייחסותכם. (10 נק.)
- עברו על עבודתכם וציינו מקורות במקומות ששכחתם זאת.

