



טיוטה - תוכנית לימודים שינוי אקלים לכיתות ח ו-י

צירים מארגנים

1. אקלים
2. שיטות ועדויות לשינוי אקלים
3. השיח על שינוי אקלים במרחב הציבורי
4. מודלים, תחזיות ותרחישים
5. גורמים לשינוי האקלים
6. השלכות של שינוי אקלים: א. על מערכות אקולוגיות; ב. על החברה והכלכלה
7. דרכי התמודדות: מיטיגציה, אדפטציה, ארגונים בינלאומיים, ממשל ומדיניות
8. אתיקה

הערות כלליות:

1. המורים בכיתה י מתבססים על מפרטי תוכן שנלמדו בכיתה ח. לכן, חשוב שלפני הוראת הנושא יערך מיפוי ידע מוקדם של התלמידים.
2. בחטיבת הביניים, חשוב לקיים שיח בין מורי גאוגרפיה - אדם וסביבה למורי מדע וטכנולוגיה, לתכנון הוראה בינתחומית משמעותית של הנושא.

שכבת גיל	מפרט תכנים	ציר מארגן
ח'	<ul style="list-style-type: none"> - מאפייני אקלים - מאפייני מזג אוויר - ההבדל בין מזג אוויר לאקלים - מאפיינים של אזורי אקלים שונים - מאפייני אקלים של ארץ ישראל 	1. אקלים רעיון גדול: מערכות האקלים בכדור הארץ מושפעות משני רכיבים מרכזיים: אנרגיית השמש המגיעה לכדור הארץ והאטמוספירה המקיפה אותו.
ח'	מאזני אנרגיה ומחזורים ביוגיאוכימיים <ul style="list-style-type: none"> - קרינת השמש כבסיס למערכות האקלים העולמיות של כדור הארץ (קרינה אלקטרומגנטית בדגש על קרינה תת אדומה הנפלטת מכדור הארץ). 	
ח' הערה: רמה מולקולרית י'	<ul style="list-style-type: none"> - האטמוספירה כמשפיעה על טמפרטורת כדור הארץ (אפקט החממה, כולל רמה מולקולרית) 	



שכבת גיל	מפרט תכנים	ציר מארגן
ח'	<ul style="list-style-type: none"> - גורמים משפיעים ○ שינויים במסלול כדור הארץ סביב השמש ○ שינויים בפעילות השמש ○ התפרצויות געשיות ○ כיסוי קרח (אלבדו) ○ מחזור הידרולוגי ועננות ○ שינויים בריכוז גזי חממה (בדגש על פחמן דו-חמצני ומתאן) ○ מחזור הפחמן (תהליכי פוטוסינתזה ותהליכי נשימה כולל אלו המתרחשים בים, מקורות ומבלעים - גורמים המסלקים פחמן דו-חמצני). הערה: כדאי לקיים שיח משותף בין מורי מדע וטכנולוגיה למורי גאוגרפיה – אדם וסביבה מאחר והנושא נלמד במדע וטכנולוגיה. 	
י'	<ul style="list-style-type: none"> - משובים ואופן השפעתם על שינוי אקלים (הגברה, החלשה, משוב חיובי, משוב שלילי) 	
ח'	<p>שיטות ישירות והעדויות להן (עשרות השנים האחרונות)</p> <ul style="list-style-type: none"> - מדידות רציפות ותיעוד באמצעות מכשירי מדידה מודרניים, של: <ul style="list-style-type: none"> ○ ריכוזי פחמן דו-חמצני באטמוספירה ○ טמפרטורה ○ גובה פני הים ○ נפח קרח יבשתי 	<p>2. שיטות ועדויות לשינוי אקלים</p> <p>רעיון גדול: האקלים משתנה במרחב ובזמן כתוצאה מתהליכים טבעיים ומתהליכים מעשה ידי אדם.</p>
י'	<p>שיטות עקיפות והעדויות להן (עבר רחוק)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ קידוחי קרח ואנליזה של בועיות אוויר בקרח ○ אנליזה של נטיפים וזקיפים במערות ○ גובה שוניות אלמוגים ○ טבעות שנתיית של עצים ○ הרחבה: איזוטופים של חמצן במשקעים ימיים 	
ח'	<p>תקופות קרח ותקופות בין-קרחוניות</p> <ul style="list-style-type: none"> - שינויים מחזוריים 	
ח'	<p>מגמות שינוי אקלים בעידן המודרני (מאתיים השנים האחרונות)</p> <ul style="list-style-type: none"> - מגמות עליה: בריכוז גזי החממה באטמוספירה, בטמפרטורה ממוצעת, במפלס הים - הפרת היציבות האקלימית - האצת השינויים בעשורים האחרונים 	
ח' י'	<ul style="list-style-type: none"> - שינויים בקצב השינוי 	
י'	<ul style="list-style-type: none"> - נקודות מפנה (tipping points) 	



שכבת גיל	מפרט תכנים	ציר מארגן
	הרחבה: מקורות איודאות במדידות מסוגים שונים (במדידה עצמה, במודל המקשר, בקשר האמפירי וכו').	
	הערות: 1. על הגורמים לשינוי אקלים בעידן המודרני ראו בסעיף השפעות האדם. 2. חשוב להבחין בעידן המודרני, בין המשקל של הגורמים הטבעיים לבין המשקל של השפעות האדם, על שינוי אקלים. 3. יש להתייחס לעדות אחת לפחות.	
	מיומנות מרכזית: ייצוגים גרפיים	
ח' י'	- הקונצנזוס המדעי בהקשר לשינוי אקלים	3. השיח על שינוי אקלים במרחב הציבורי רעיון גדול: הצטברות של ראיות תומכות (תצפיות, תוצאות ניסויים) מעלה בהדרגה את מידת הביטחון בתיאוריות מדעיות.
ח' י'	- ספקנות לגבי הגורמים לשינוי אקלים (הכחשת שינוי אקלים)	
י'	- גורמי הנעה כלכליים וחברתיים	
י'	- הכוחות הפועלים במרחב הציבורי (תאגידים, ארגוני סביבה וחברה), במטרה לעצב דעת קהל.	
ח' י'	- תפקידה של המדיה בשיח הציבורי	
י'	- התמודדות עם הטִיָה מסוגים שונים	
ח' י'	- צריכה ביקורתית של מידע; זיהוי מקורות בני סמכא.	
י'	- עיקרון הזהירות המונעת	
	הרחבה: שיטות מדידה וכימות; שגיאות מדידה ומשמעותן (הערה: קשר לאמון במדע).	
	הערות: 1. בהטִיָה אין הכוונה לרמאות, אלא לאופן ייצוג נתונים, הטעיות של ייצוג היבטים שידועים וחוסר התייחסות להיבטים שפחות ידועים. 2. היתרון בהוראת הנושא על פי הרצף המוצג בתוכנית, הינו בכך שהוא מאפשר לערער תפיסות מוקדמות של חוסר אמון במדע האקלים. עם זאת, ניתן ללמד את הנושא גם בשלבים מאוחרים יותר בתוכנית ולהגיע לדיון עמוק יותר בגורמים הפועלים במרחב הציבורי.	
	מיומנויות מרכזיות: אוריינות מדעית, חשיבה ביקורתית ואוריינות מידע	
ח' י'	- מודלים אקלימיים (ברמת העיקרון הבסיסי, ללא משוואות)	



שכבת גיל	מפרט תכנים	ציר מארגן
ח' י'	- תרחישי פליטה במודלים אקלימיים לבניית תחזיות לעתיד.	1. מודלים, תחזיות ותרחישים רעיון גדול: מודלים אקלימיים מאפשרים להעריך מה יהיו המגמות המטאורולוגיות בעתיד.
ח' י'	- שינויי טמפרטורה בתרחישי פליטה שונים.	
ח' י'	- מדרך פחמני (טביעת רגל פחמנית) וניטור פחמן של התעשייה והמדינה (climate tracker).	
ח' י'	- הערכת השלכות (ברמה עולמית, אזורית ומקומית) על פי מודלים שונים.	
ח' י'	- אי-וודאות במודלים הרחבה: מקורות לאי-וודאות	
ח' י'	- הבדל בין נתונים לפרשנויות הרחבה: אחריות האדם לממדי שינוי אקלים על בסיס תוצרי המודלים האקלימיים	
	מיומנויות מרכזיות: מודלים, פרשנות	
י'	שינויים כלכליים - מניעים כלכליים - תיאוריית "השוק היעיל" של אדם סמית (היד הנעלמה), קפיטליזם, כשל שוק, הקטנת הרגולציה הממשלתית (מילטון פרידמן), עיקרון ההיצע והביקוש. - עלייה בצריכה לנפש, גידול בתמ"ג, גלובליזציה. - הטרגדיה של נחלת הכלל (המרעה המשותף).	
ח'	שינויים תעשייתיים – המהפכה התעשייתית והטכנולוגית	
ח'	מגמות באוכלוסייה - שינויים דמוגרפיים – גידול אוכלוסייה, המהפכה הבריאותית (אנטיביוטיקה, חיסונים)	
ח'	גורמי עלייה בפליטה של גזי חממה - אנרגיה (תהליכי הפקה ושימוש בחשמל - בתעשייה, בתחבורה, בבית ובמבנים ציבוריים) - חקלאות (לדוגמה – פליטות מתאן בתהליכי גידול של מעלי גרה וגידול אורז), בירוא יערות, שינוי בשימושי קרקע.	
ח'	- פסולת אורגנית (כולל שיטות הטמנה)	
ח'	- הקשר בין השינויים הכלכליים, התעשייתיים והדמוגרפיים לבין גורמי העלייה בפליטות.	



שכבת גיל	מפרט תכנים	ציר מארגן
ח'	<p>רכיבים של שינוי אקלים:</p> <ul style="list-style-type: none"> - טמפרטורה - שינויים בממוצע בזמן ובמרחב - משקעים - שינוי במשטר / בממוצע כמות משקעים בזמן ובמרחב (מחזור הידרולוגי), סופות אבק, בצורות ומדבור - אירועי קיצון - שינויים במשך ובעוצמה, תדירות ומיקום גיאוגרפי של: גלי חום (החמרה בעומסי החום), שריפות, בצורות, גלי קור, סערות, (סערות שלג קיצוניות), שיטפונות, הצפות. - שינויים באוקיינוסים <ul style="list-style-type: none"> ○ הפשרה של קרחונים יבשתיים (עלייה במפלס פני הים, משוב אלבדו, פליטות מתאן) ○ הפשרה של קרחונים ימיים (משוב האלבדו) ○ ירידה בריכוז פחמן דו חמצני המומס במי האוקיינוסים עקב התחממות המים ○ שינויים במערכת הזרמים העולמית (חגורת המסוע, זרמי שטח וזרמים תרמוקליניים) והשפעתם על האקלים העולמי. ○ סביבה חופית. הצפת איים ואזורי חוף נמוכים, בליית חופים. <p>הערה: יש להתייחס לשינויים הנזכרים לעיל גם בהקשר לישראל.</p>	<p>6. השלכות של שינוי אקלים</p> <p>רעיון גדול: לשינוי האקלים השלכות על מערכות כדור הארץ ועל האנושות.</p> <p>א. השלכות על מערכות אקולוגיות</p>
ח'	<p>השפעות על מערכות אקולוגיות</p> <ul style="list-style-type: none"> - במערכות יבשתיות: עליה בטמפרטורה הממוצעת, שינויים בזמינות המים, אובדן שטחי מחייה (לדוגמה בעקבות עיור, מדבור, עלייה במפלס פני הים) והשפעתם על רכיבים ביוטיים. 	
ח'	<ul style="list-style-type: none"> - במערכות עירוניות: אי חום עירוני, חילחול וניקוז מי נגר, אובדן מבלעי פחמן. 	
י'	<ul style="list-style-type: none"> - במערכות ימיות – עלייה בתכולת החום, ירידה בריכוז החמצן המומס במים, עליה בריכוז הפד"ח המומס במים, ירידה ב-pH (החמצת אוקיינוסים) והשפעתם על רכיבים ביוטיים. 	
ח'	<ul style="list-style-type: none"> - שינויים ביוטיים: שינויים במגוון המינים ובתפוצתם, הכחדת מינים ("הכחדה שישית"), התפשטות מינים פולשים, שינויים נוספים (לדוגמה, שינויים גנטיים בפיזיולוגיה / במורפולוגיה, שינויים בתזמון של נדידה, בשלות לרבייה). 	
	<p>הערה: יש להציג חקר מקרים המדגימים את השפעת השינויים במערכת האקולוגית על היצורים החיים בה: אחד ממערכת יבשתית ואחד ממערכת ימית (לדוגמה, הלבנת אלמוגים, פלישת מינים לים התיכון, הכחדת מאביקים) תוך הדגשת ההיבטים המערכתיים</p>	
ח'	<ul style="list-style-type: none"> - פגיעות: חשיפה, רגישות ויכולת הסתגלות - גורמים המשפיעים על מידת הפגיעות: דמוגרפיה, גיאוגרפיה, מצב חברתי-כלכלי-פוליטי, תחלואת רקע, מגדר. 	<p>ב. השלכות על החברה והכלכלה</p>



שכבת גיל	מפרט תכנים	ציר מארגן	
י'	- בריאות הציבור (תחלואה ו/או תמותה כתוצאה ישירה מפגיעות פיזיות בעת אירועי קיצון, מחלות הקשורות בעלייה בטמפרטורה, עליה בתפוצה של גורמי מחלות, מחלות זואונוטיות, מחלות נפש).		
ח'	- ביטחון תזונתי וזמינות מים (לדוגמה, בצורת, פגיעה באיכות המים, שינויים בזמינות גידולים חקלאיים).		
ח'	- הגירה מושפעת אקלים (מהכפר לעיר, בין מדינות; בתגובה לשינוי במפלס הים והתעצמות סערות, שריפות, בצורות וכו'), פליטי אקלים.		
י'	- מתחים ועימותים פוליטיים.		
י'	השפעות על הכלכלה ומשק האנרגיה: - עלויות ישירות ועקיפות לאזרח, למדינה ולעולם. לדוגמה: עליית מחירי מזון, עלייה במחירי אנרגיה, טיפול במהגרים, ירידה בהכנסה הממוצעת העולמית לנפש, הקטנת התוצר המקומי הגולמי הריאלי העולמי לנפש. - הרס תשתיות פיזיות ביבשה ובחופים. כמו גשרים, דרכים, מערכות ניקוז ומבנים) עקב אירועי מזג אוויר קיצוניים והשקעה בהתאמתם לעמידה בתנאי האקלים החדשים.		
הערות: 1. ישנן גם השלכות חיוביות (גם אם הן מצומצמות ביחס להשלכות שליליות) למשל – התרחבות שטחי גידול והתארכות עונות גידול בקווי רוחב גבוהים, צמצום בצריכת אנרגיה לחימום בחורף בערים בקווי רוחב גבוהים. 2. יש להדגיש את הקשר בין השינויים במערכות אקולוגיות בעקבות שינוי אקלים לבין השפעתם על האדם.			
מיומנויות מרכזיות: חשיבה מערכתית			
ח'	איפחות (מיטיגציה) - מערכות אנרגיה מתחדשת ומקיימת (סולארית, רוח, הידראולית וכו'), אגירה והמרה.		1. דרכי ההתמודדות רעיון גדול: בידי האנושות האחריות להפחית את הקצב והמידה של שינוי האקלים שהיא גרמה לו.
ח'	- תחבורה לדוגמה, חישמול ותחבורה ציבורית, צמצום של שינוע סחורות, מעבר לתחבורה נטולת פחמן.		
י'	- פתרונות מבוססי-טבע (למשל ייעור).		
ח'	- חקלאות ותזונה (לדוגמה: צמצום גידול בקר וצמצום בקצב בירוא יערות).		
י'	- קיבוע וקבורה של פחמן דו חמצני.		
י'	- הנדסת אקלים (יתרונות וסיכונים).		
ח'	- תעשייה (התייעלות אנרגטית)		



שכבת גיל	מפרט תכנים	ציר מארגן
ח' י'	- טכנולוגיות בנייה עירונית חדשניות	
ח' י'	- הגנה על שטחים פתוחים.	
ח' י'	- כלכלה מעגלית, כלכלה אקולוגית	
ח'	הסתגלות (אדפטציה)	
	- תכנון ופיתוח עירוני תואמי אקלים	
ח'	- בנייה ירוקה	
ח'	- תשתיות (לדוגמה, תכנון עירוני ומניעת הצפות)	
ח'	- חקלאות (לדוגמה, פיתוח זנים מתאימים, תמיכה בתוצרת מקומית, חקלאות מקיימת	
ח'	- היערכות לחירום – אזורי חיץ למניעת שריפות	
י'	- חוסן חברתי - מיפוי אוכלוסיות פגיעות, הכשרת עובדים סוציאליים.	
ח'	- חיזוי אירועי קיצון – בניית מערכות התרעה	
ח'	- בריאות – ניטור תחלואה ותוכניות פעולה	
ח'	- התפלת מים	
י'	- מערכות אקולוגיות – מסדרונות אקולוגיים, שיקום נחלים / מערכות אקולוגיות	
ח' י'	ארגונים בינלאומיים, ממשל ומדיניות	
	- ארגונים העוסקים בשינוי אקלים – ארגוני או"ם, IPCC, ארגונים מקומיים	
ח'	- הסכמים, אמנות בינלאומיות וחקיקת אקלים לאומית ובינלאומית. לדוגמה: מדיניות פליטות ויעדים לצמצומן, מתן תמריצים והטלת מס פיגוביאני.	
ח'	- חיזוק שיתופי פעולה בין מערכות ובין מדינות (למשל, בהקשרי אנרגיה ומים)	
י'	- יחסי הון שלטון: התחזקות התאגידים	
י'	- פיצוי על נזקים ואובדן	
י'	- תוכניות לאומיות לכלכלה מעגלית בתעשייה	
ח' י'	- חינוך ומודעות - קידום מודעות ציבורית ומודעות מקבלי החלטות	
	הרחבה: דפוסי השקעה כלכלית כמנוע להשפעה	
	הערות:	
	1. מכל אחת מהקטגוריות יש להציג לפחות 2-3 דוגמאות.	
	2. חשוב להדגיש את מרכזיות ההתמודדות ברמה המדינית בהשוואה להתמודדות ברמת הפרט.	



שכבת גיל	מפרט תכנים	ציר מארגן
	מיומנויות מרכזיות: אוריינות גלובלית – מודעות גלובלית ואחריות גלובלית	
י'	- מהי אתיקה ומהן שאלות אתיות	3. אתיקה התפיסה האתית מכתובה ומעצבת מדיניות, אחריות חברתית והתנהגות של הפרט.
ח'	- שאלות אתיות בהקשר לשינוי אקלים (לדוגמה: עד כמה אכפת לנו מהעתיד? על מי מוטלת האחריות? כיצד יש לחלק את הנטל? על האינטרסים של מי יש לשמור?)	
י'	- גישות אתיות מרכזיות בנושא אדם-סביבה <ul style="list-style-type: none"> ○ הגישה האנתרופוצנטרית ○ הגישה הביוצנטרית ○ הגישה האקוצנטרית - הביטוי של הגישות האתיות המרכזיות בהקשר לשינוי אקלים	
ח'	- הביטוי של חשיבה אתית-סביבתית בקביעת מדיניות, ניהול וחקיקה סביבתיים (אחריות חברתית, אחריות תאגידית, אחריות מדינית). - הביטוי של חשיבה אתית סביבתית ברמת התנהגות הפרט (אחריות אישית)	
י'	- אתיקה של עלות מול תועלת	
י'	- צדק אקלימי (צמצום הנזקים של השינויים האקלימיים מצד אחד, והפחתת הפגיעה בכלכלת העולם ובייחוד בקהילות החלשות שבו, מצד אחר).	
	הרחבה: תפיסות פילוסופיות והשפעתן על המרחב הציבורי (לדוגמה, אלדו לאופולד, רייצ'ל קרסון, ג'ון מיור, גיפורד פינצ'ו)	
	הערה: בדיון בשאלות האתיות על האחריות והמחויבות החברתית חשוב להציג דוגמאות מאוכלוסיות פגיעות בישראל כמו קשישים, מבקשי מקלט ומיעוטים.	
	מיומנויות מרכזיות: אוריינות גלובלית – מודעות גלובלית ואחריות גלובלית	