



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
הפיקוח על הוראת
גאוגרפיה אדם וסביבה

אדר תשפ"ג, מרץ 2023

מפרט תכנים, חומרי הוראה ולמידה בתחום שינוי אקלים

התאמה לכיתות ח - גאוגרפיה אדם וסביבה

נושא שינוי אקלים נכנס כלמידת **חובה** בשיעורי גאוגרפיה אדם וסביבה בכיתות ח, בהיקף של 30 שעות. מסמך זה מבקש לפרוס את תכני ההוראה והלמידה ולמפות את החומרים הקיימים בספרי הלימוד, בחומרי ההוראה ובחומרי הלמידה.

חשוב לקיים שיח בין המורים לגאוגרפיה אדם וסביבה, לבין מורי מדע וטכנולוגיה בחט"ב ליצירת הוראה בינתחומית משמעותית של הנושא.

לתשומת לב: רכיבים המופיעים בצבע **כתום** הינם להרחבה והעשרה, לבחירת המורה.

רכיבים המופיעים ב **ירוק** מסמנים הצעות לחומרי למידה לתלמיד - מרביתם של ספקי התוכן (מט"ח, גלים, ברייפופ וכיו"ב).

בהכנת הטבלה, נעשה מאמץ לתת מידע עדכני מתוך החומרים הקיימים. עם זאת, לעיתים נדרש עדכון מידע (בגרפים, מפות וטבלאות). בסעיף 2 בהערות, תמצאו אתרים ומאגרי מידע, מהם ניתן לשאוב ידע עדכני – מסומן ב**כחול**

ציר מארגן	מפרט תכנים	מיומנויות מרכזיות	התאמה לספרי הלימוד	חומרי הוראה ולמידה קיימים חומרי למידה לתלמיד יסומנו בירוק	הערות
1. אקלים רעיון גדול: מערכות האקלים בכדור הארץ מושפעות משני רכיבים מרכזיים: אנרגיית השמש המגיעה לכדור הארץ והאטמוספירה המקיפה אותו	- מאפייני אקלים - מאפייני מזג אוויר - ההבדל בין מזג אוויר לאקלים - מאפיינים של אזורי אקלים שונים - מאפייני אקלים של ארץ ישראל	ייצוגים גרפיים, כולל מיפוי	מאפייני אקלים: בעיקר פרקים ב, ד, עמודים: 80-85; 96-115 מזג אוויר ואקלים: 65, 112 אזורי אקלים בעולם: 116-126 מאפייני אקלים בארץ ישראל: בספר "ישראל האדם והמרחב" (כיתה ט): עמ' 190-197, המרחב הישראלי (לכיתה ט): חוברת "נוף אקלים וסביבה" – עמודים 4, 17 וכל השכבות	יחידת ההוראה: אקלים ומזג אוויר: שיעור 1: השמש מניעה תהליכים באטמוספירה: רוחות וקרינת שמש שיעור 2: אזורי אקלים שיעור 3: גורמי אקלים עולמיים ומקומיים: ההבדל בין מזג אוויר לאקלים; קרינת השמש, הגובה, זרמי ים, המדבריות, הרמה הסובטרופית. שיעור 4: תופעות מזג אוויר ואקלים: רוחות, עננות, משקעים, חיזוי. פעילות גלים: אקלים ומזג אוויר פעילות מט"ח: אזורי אקלים בעולם פעילויות מט"ח נוספות: תפרוסת הטמפרטורות	

	הדיגיטליות הנלוות הרלוונטיות לישראל (אזורי אקלים, משקעים ועוד)	יחידת הוראה: אקלים ישראל (כיתה ט) שיעור 1: אזורי האקלים בישראל תפרוסת ומאפיינים (ים תיכוני, צחיח למחצה, מדברי) שיעור 2: אזור האקלים גורמים לשונות: שונות אקלימית בתוך אותו אזור אקלים, דגש על גורמים מקומיים שיעור 3: תופעות אקלים ומז"א קיצוניות: שרב, שטפונות, קרה עומס חום וגלי חום. פעילויות מט"ח נוספות: 1. אקלים מדברי 2. אקלים ים תיכוני
מאזני אנרגיה ומחזורים ביוגיאוכימיים קרינת השמש כבסיס למערכות האקלים העולמיות של כדור הארץ (קרינה אלקטרומגנטית בדגש על קרינה תת אדומה הנפלטת מכדור הארץ). האטמוספירה כמשפיעה על טמפרטורת כדור הארץ	קרינת שמש: עמודים 68- 69,74-79 בנוסף בספר "כדור הארץ והסביבה" עמודים 16-20	אקלים ומזג אוויר: שיעור 3, הצעה 2: השמש כגורם אקלים (=זווית קרינה) פעילויות מט"ח: א. זווית קרינת השמש ביסוי ב. קרינת השמש ג. מאזן הקרינה ד. אלבדן
	בנושאי הביוספירה וההיסדרוספירה וכן מחזור הפחמן כדאי קיים שיח משותף	

בין מורי המדעים למורי הג"ג מאחר והנושא נלמד במדעים	ה. אפקט החממה ו. התחממות כדור הארץ: פעילות בגלים ז. "התחממות כדור הארץ" (חלקה מתאימה להמשך התכנית): פעילות בריינפופ: ח. אפקט החממה ט. שינויי אקלים בכדור הארץ (חלקה מתאימה להמשך התכנית) בריינפופ: מחזור הפחמן	אטמוספירה: עמודים 70-73, 100. גזי חממה: הרחבה בספר "כדור הארץ והסביבה": עמודים 22-26 אפקט החממה: עמוד 76 מערכות כדור הארץ 4 הספרות: עמוד 7. הרחבה במקצוע מדעים.		(אפקט החממה, כולל רמה מולקולרית) - 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)	
---	--	---	--	--	--

		דלק מחצבים: עמודים -269 278 בהרחבה גם בספר " הפיתוח והתכנון המרחבי ": עמודים -312 321 ובספר כדור הארץ והסביבה : עמודים -266 280			
	על דלק מחצבים: במרחב הפדגוגי : פעילות מט"ח (מיפוי): נפט גז טבעי פחם מקורות אנרגיה בישראל ובעולם פעילות בגלים: מקורות אנרגיה מתכלים ומתחדשים משאבי טבע ואנרגיה בריינפופ : (יש גם סרטונים על מקורות אנרגיה בנפרד) מקורות אנרגיה דלקים מאובנים		ייצוגים גרפיים, כולל מיפוי	שיטות ישירות והעדויות להן (עשרות השנים האחרונות) - מדידות רציפות ותיעוד באמצעות מכשירי מדידה מודרניים, של: ○ ריכוזי פחמן דו-חמצני באטמוספירה ○ טמפרטורה ○ גובה פני הים ○ נפח קרח יבשתי תקופות קרח ותקופות בין-קרחוניות שינויים מחזוריים	2. שיטות ועדויות לשינוי אקלים רעיון גדול: האקלים משתנה במרחב ובזמן כתוצאה מתהליכים טבעיים ומתהליכים מעשה ידי אדם.
3. על הגורמים לשינוי אקלים בעידן המודרני ראו בסעיף השפעות האדם. 4. חשוב להבחין בעידן המודרני, בין משקל הגורמים הטבעיים לבין המשקל של השפעות האדם על שינוי אקלים. 5. יש להתייחס לעדות אחת לפחות. נתונים וגרפים עדכניים ניתן למצוא באתרים הבאים :		עמודים: -136 137, בנוסף: בספר " כדור הארץ והסביבה " הרחבה בעמודים -27 30, גרף בעמוד 26.			

1. Our World in Data 2. NOAA 3. MetLink על בסיס דו"חות IPCC. ניתן לחפש נושאים (נוספים) 4. מפות באטלס IPCC 5. BonPote	יחידת הוראה שינויי האקלים – מהתחממות להקצנה שיעור 2 כדור הארץ מתחמם: עדויות להתחממות מה השכבות מספרות לנו על שינויי האקלים (מט"ח- סייבר, פעילות פתוחה)	עמודים 130-135 ובנוסף בספר כדור הארץ והסביבה: עמודים 18-26	מגמות שינוי אקלים בעידן המודרני (מאתיים השנים האחרונות) - מגמות עליה: בריכוז גזי החממה באטמוספירה, בטמפרטורה ממוצעת, במפלס הים - הפרת היציבות האקלימית - האצת השינויים בעשורים האחרונים - שינויים בקצב השינוי הרחבה: מקורות איזודאות במדידות מסוגים שונים (במידה עצמה, במודל המקשר, בקשר האמפירי וכו').	
1. בהקטין 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	שינויי אקלים: פעילות כתיבה של מט"ח בסביבת ארגז החול - אוריינות מידע		אוריינות מדעית, חשיבה ביקורתית ואוריינות מידע - הקונצנזוס המדעי בהקשר לשינוי אקלים - ספקנות לגבי הגורמים לשינוי אקלים (הכחשת שינוי אקלים) - תפקידה של המדיה בשיח הציבורי - צריכה ביקורתית של מידע; זיהוי מקורות בני סמכא. - הרחבה: שיטות מדידה וכימות; שגיאות מדידה	3. השיח על שינוי אקלים במרחב הציבורי רעיון גדול: הצטברות של ראיות תומכות (תצפיות, תוצאות ניסויים) מעלה בהדרגה את

מידת הביטחון בתיאוריות מדעיות.	ומשמעותן (הערה: קשר לאמון במדע);			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
4. מודלים, תחזיות ותרחישים רעיון גדול: מודלים אקלימיים מאפשרים להעריך מה יהיו המגמות המטאורולוגיות בעתיד	- מודלים אקלימיים (ברמת העיקרון הבסיסי, ללא משוואות) תרחישי פליטה במודלים אקלימיים לבניית תחזיות לעתיד. - שינויי טמפרטורה בתרחישי פליטה שונים. - מדרך פחמני (טביעת רגל פחמנית) וניטור פחמן של התעשייה והמדינה (climate tracker). - הערכת השלכות (ברמה עולמית, אזורית ומקומית) על פי מודלים שונים. - אי-וודאות במודלים. - הרחבה: מקורות לאי-וודאות - הבדל בין נתונים לפרשנויות - הרחבה: אחריות האדם לממדי שינוי אקלים על בסיס תוצרי המודלים האקלימיים	מודלים, פרשנות	עמודים 138-140 בנוסף בספר "כדור הארץ והסביבה" בעמודים 31-35	מודלים והדמיות : ראו במדור הדמיות וסימולציות במרחב הפדגוגי: דף התחממות כדור הארץ על מודלי אקלים – מאמר בפרונטירז על מדרך פחמני: יחידת הוראה שינויי האקלים – מהתחממות להקצנה שיעור 1 הצעת סיכום 3

5. גורמים לשינוי אקלים רעיון גדול: לפעולות האנושות יש השלכות מרחיקות לכת על הסביבה.	שינויים כלכליים - עלייה בצריכה לנפש, גידול בתמ"ג, גלובליזציה. שינויים תעשייתיים – המהפכה התעשייתית והטכנולוגית מגמות באוכלוסייה - שינויים דמוגרפיים – גידול אוכלוסייה, המהפכה הבריאותית (אנטיביוטיקה, חיסונים) - 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. - פסולת אורגנית (כולל שיטות הטמנה) - הקשר בין השינויים הכלכליים, התעשייתיים והדמוגרפיים לבין גורמי העלייה בפליטות.	בספר בעמודים 252-254 307-308 בספר אדם וסביבה בעידן הגלובלי (כיתה ז) עמודים 12, 25-32; 40-44; 113-116 (גלובליזציה, שינויים בתעשייה, בצריכה, בדמוגרפיה) עמוד 133-134; 243-246; 262 בנוסף בספר "כדור הארץ והסביבה"	יחידת הוראה (ז): אוכלוסייה במרחב שיעור 3, שיעור 4, הצעה 1 – שינויים דמוגרפיים וגידול האוכלוסייה יחידת הוראה : גלובליזציה חלק ב: השלכות תהליך הגלובליזציה: שיעור 1 – השפעות על הכלכלה והפוליטיקה, שיעור 4 בעיות סביבתיות בעידן הגלובלי ונסיונות גלובליים לפתרון – מיקוד בשינוי אקלים. יחידת הוראה שינויי האקלים – מהתחממות להקצנה שיעור 1 השפעת האדם על האקלים , פעילות בריינפופ: גידול האוכלוסייה פעילות מט"ח: פליטת פחמן דו חמצני (פעילות ומיפוי) פעילות על יערות ובירוא יערות 1. בירוא יערות ושריפת יערות	
---	--	---	--	--

	2. יערות העולם האם אנחנו גודעים את הענף שעליו אנחנו יושבים? 3. יערות הגשם (בריינפופ)	בעמודים 24-26, 40, 266-280 הפיתוח והתכנון המרחבי: עמודים 312-321;			
יש להתייחס לשינויים הנזכרים לעיל גם בהקשר לישראל	מה השכבות מספרות לנו על שינויי האקלים (מט"ח-סייבר, פעילות פתוחה) יחידת הוראה שינויי האקלים – מהתחממות להקצנה שיעור 3-4, השלכות שינויי אקלים במרחב העולמי ובמרחב הישראלי אקלים קיצון בישראל- מגוון פעילויות	בספר עמודים , 132-130;223 בנוסף בספר "כדור הארץ והסביבה" בעמודים 8-15 נושא האלבדו: עמודים 134-135	חשיבה מערכתית	רכיבים של שינוי אקלים: - 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 - הפשרה של קרחונים יבשתיים (עלייה במפלס פני הים, משוב אלבדו, פליטות מתאן) - הפשרה של קרחונים ימיים (משוב האלבדו)	6. השלכות של שינוי אקלים רעיון גדול: לשינוי האקלים השלכות על מערכות כדור הארץ ועל האנושות

				- 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. . -	
כדאי לקיים שיח משותף בין מורי המדעים למורי הג"ג מאחר והנושא נלמד במדעים. יש להציג חקר מקרים המדגימים את השפעת השינויים במערכת האקולוגית על היצורים החיים בה: אחד ממערכת יבשתית ואחד ממערכת ימית (לדוגמה,	ראו גם שיעור 1 , ביחידת ההוראה לעיל. הצעת סיכום 2 על הכחדת מינים ושינוי אקלים <u>השפעת שינויי אקלים על האלמוגים – מט"ח</u> אי חום עירוני: <u>בספר</u> <u>"פיתוח ותכנון מרחבי"</u> עמוד 203			השפעות על מערכות אקולוגיות - במערכות יבשתיות: עליה בטמפרטורה הממוצעת, שינויים בזמינות המים, אובדן שטחי מחייה (לדוגמה בעקבות עיור, מדבור, עלייה במפלס פני הים) והשפעתם על רכיבים ביוטיים - במערכות עירוניות: אי חום עירוני, חילחול וניקוז מי נגר, אובדן מבלעי פחמן. - שינויים ביוטיים: שינויים במגוון המינים ובתפוצתם, הכחדת מינים ("הכחדה שיטית"), התפשטות מינים פולשים, שינויים נוספים (לדוגמה, שינויים גנטיים בפזיולוגיה /	א. השלכות על מערכות אקולוגיות

הלבנת אלמוגים, פלישת מינים לים התיכון, הכחדת מאביקים) תוך הדגשת ההיבטים המערכתיים.				במורפולוגיה, שינויים בתזמון של נדידה, בשלות לרבייה).	
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.	התייחסות לאי שוויון מרחבי בעולם והשלכותיו: 'יחידת הוראה אי שוויון מרחבי' שיעור 1 ובעיקר שיעור 3 על זמינות מים: במרחב הפדגוגי – כולל מפת זמינות מים על הגירה: במרחב הפדגוגי כולל הגירת אקלים מהגרי אקלים: StoryMap מהגר אקלים – פרק 2: כאן 11	בספר הלימוד עמ' 239-241, 301-304 בנושא זמינות מים: 256-262 בספר הלימוד אדם וסביבה בעידן הגלובלי: על אי שוויון מרחבי: עמודים 58-76. על		- פגיעות: חשיפה, רגישות ויכולת הסתגלות - גורמים המשפיעים על מידת הפגיעות: דמוגרפיה, גיאוגרפיה, מצב חברתי-כלכלי-פוליטי, תחלואת רקע, מגדר. - ביטחון תזונתי וזמינות מים (לדוגמה, בצורת, פגיעה באיכות המים, שינויים בזמינות גידולים חקלאיים). - הגירה מושפעת אקלים (מהכפר לעיר, בין מדינות; בתגובה לשינוי במפלס הים והתעצמות סערות, שריפות, בצורות וכו'), פליטי אקלים.	ב. השלכות על החברה והכלכלה

		הגירה 146 ואילך להרחבה ניתן לעיין גם בספר לחט"ע "הפיתוח והתכנון המרחבי" עמודים 338- 339			
7. דרכי ההתמודדות רעיון גדול: בידי האנושות האחריות להפחית את הקצב והמידה של שינוי האקלים שהיא גרמה לו	איפחות (מיטיגציה) - מערכות אנרגיה מתחדשת ומקיימת (סולארית, רוח, הידראולית וכו'), אגירה והמרה. - תחבורה לדוגמה, חישמול ותחבורה ציבורית, צמצום של שינוע סחורות, מעבר לתחבורה נטולת פחמן. - חקלאות ותזונה (לדוגמה: צמצום גידול בקר וצמצום בקצב בירוא יערות). - תעשייה (התייעלות אנרגטית) - טכנולוגיות בנייה עירונית חדשניות - הגנה על שטחים פתוחים - כלכלה מעגלית, כלכלה אקולוגית	אוריינות גלובלית – מודעות גלובלית ואחריות גלובלית	בספר עמודים 138-139 , 250-251 מיזם דזרטק. 278-284 בנוסף בספר "כדור הארץ והסביבה" בעמודים 35- 39, 281-290 בנוסף בספר אדם וסביבה בעידן הגלובלי: עמודים 45-51 ובנוסף, בפרק המטרדים הסביבתיים בעיר: עמודים	1. מכל אחת מהקטגוריות יש להציג לפחות 2-3 דוגמאות 2. חשוב להדגיש את מרכזיות ההתמודדות ברמה המדינית בהשוואה להתמודדות ברמת הפרט. דוגמה להצגת פתרונות ב StoryMap ממרילנד, ארה"ב בסביבת "המרחב הישראלי" לכיתה ט, חוברת "כלכלה תשתיות וסביבה" עמודים 11-15 וכל הפעילויות נלוות	1. מכל אחת מהקטגוריות יש להציג לפחות 2-3 דוגמאות 2. חשוב להדגיש את מרכזיות ההתמודדות ברמה המדינית בהשוואה להתמודדות ברמת הפרט.

	226-241: בייחוד תחבורה ותכנון עירוני. בספר "הפיתוח והתכנון המרחבי: על תכנון עירוני ובנייה ירוקה עמודים 252- 253, בניה תואמת אקלים: עמ' 328 יחידת הוראה שינויי האקלים – מהתחממות להקצנה – שיעור 5 נתוני מדיניות ועשייה של מדינות ב Climate Action Tracker בתחום הקרקע והחקלאות: 246-247 בתחום המים: 261-264 פיתוח בר קיימא בעיר וברמה גלובלית:	226-241: בייחוד תחבורה ותכנון עירוני. בספר "הפיתוח והתכנון המרחבי: על תכנון עירוני ובנייה ירוקה עמודים 252- 253, בניה תואמת אקלים: עמ' 328 יחידת הוראה שינויי האקלים – מהתחממות להקצנה – שיעור 5 נתוני מדיניות ועשייה של מדינות ב Climate Action Tracker בתחום הקרקע והחקלאות: 246-247 בתחום המים: 261-264 פיתוח בר קיימא בעיר וברמה גלובלית:	הסתגלות (אדפטציה) - תכנון ופיתוח עירוני תואמי אקלים - בנייה ירוקה - תשתיות (לדוגמה, תכנון עירוני ומניעת הצפות) - חקלאות (לדוגמה, פיתוח זנים מתאימים, תמיכה בתוצרת מקומית, חקלאות מקיימת - היערכות לחירום – אזורי חיץ למניעת שריפות - חיזוי אירועי קיצון – בניית מערכות התרעה - בריאות – ניטור תחלואה ותוכניות פעולה - התפלת מים ארגונים בינלאומיים, ממשל ומדיניות - ארגונים העוסקים בשינויי אקלים – ארגוני או"ם, IPCC, ארגונים מקומיים - הסכמים, אמנות בינלאומיות וחקיקת אקלים לאומית ובינלאומית. לדוגמה: מדיניות פליטות ויעדים לצמצומן, מתן תמריצים והטלת מס פיגוביאני.	
--	--	--	--	--

		עמודים -308 311 עמוד -138 265, 139 בנוסף בספר "כדור הארץ והסביבה" בעמודים -35 38		- חיזוק שיתופי פעולה בין מערכות ובין מדינות (למשל, בהקשרי אנרגיה ומים); - כינוך ומודעות - קידום מודעות ציבורית ומודעות מקבלי החלטות - הרחבה: דפוסי השקעה כלכלית כמנוע להשפעה	
8. אתיקה	- שאלות אתיות בהקשר לשינוי אקלים (לדוגמה: עד כמה אכפת	אוריינות גלובלית –	על צדק סביבתי	למה אכפת לי מההתחממות הגלובלית –	בדיון בשאלות האתיות על האחריות והמחויבות

