



סילבוס מפורט

שם הקורס	
כדור הארץ כפלנטה מאפשרת חיים	
מרצה	
שמוליק מרקו	
מסטר	
הקורס מתקיים גם במסטר א' וגם במסטר ב'	
הרכב הציון הסופי	
מבחן סופי + בונוס על הגשת כל המטלות	
מבנה הקורס	
רשימת הנושאים	תכני השיעור (מטלות, רשימת קריאה, משימות וכיו"ב יפורטו באתר הקורס במודל)
1	<p>נציג את השאלה המרכזית אשר תלווה אותנו לאורך הקורס – מהן תכונות של כדור הארץ אשר בזכותן יכלו להתפתח בו חיים? כיצד נוצרו התכונות הללו? נתחיל לענות על שאלה זו על ידי הכרות עם הסביבה הקרובה (באופן יחסי) של כדור הארץ, הלא היא מערכת השמש. נדבר על ראשיתה ומרכיביה של המערכת ונראה כי ניתן להסיק את הרכבו של כדור הארץ מתוך בחינה של הרכב השמש ומטאוריטים ועל התרחשות תהליך הדיפרנציאציה המצביעה על קיום גלעין כבד בלב הכדור. נלמד איך יודעים את ההרכב והמבנה הפנימיים של הכדור על פי תכונות שונות שלו – צורתו הפחוסה וההבדל בין צפיפות הכדור כולו לבין צפיפות קרום הכדור.</p>
2	<p>נמשיך את שהתחלנו בנושא שבער ונסקור עדויות נוספות לקיום חומר כבד יחסית במרכז כדור הארץ – מומנט הסיבוב והשדה המגנטי ותכונותיו, היתרון בריכוז הברזל בפנים הכדור לחיים בכדור, ואזור הצל המתגלה בבחינת גלים סיסמיים שעוברים בכדור. נחלק את הרכב הכדור על פי שני קריטריונים: חלוקה לפי הרכב השכבות וחלוקה לפי המצב המכני של השכבות. בנוסף למצב השכבות הסטטי, מתרחשת בעומק פעילות דינמית בדמות זרמי הקונבקציה, והתפרצויות געשיות הן עדות לכך על פני השטח. ההתפרצויות הן גם המשך תהליך הדיפרנציאציה. מקורות האנרגיה לדיפרנציאציה – פגיעת מטאוריטים בכדור בשלב הקדום וחימום עקב התפרקות יסודות רדיואקטיביים מאוחר יותר ועד היום. נבחן את האטמוספירה בכדור הארץ ונתחיל מהרכבה בראשית הכדור. אם נניח כי הרכב הגזים הנפלטים היום מהרי געש לא השתנה, נוכל להבחין כי האטמוספירה הראשונית שמקורה בהרי הגעש הייתה חסרת חמצן אשר בלעדיו אין חיים. העדות הראשונה לקיום חמצן באטמוספירה – מאובני סטרומטוליטים – אצות שפולטות חמצן בתהליך הפוטוסינתזה ונמצאות בסלעים שגילם כ-3.4 מיליארד שנים. נסיים בשאלה איך התפתחו החיים בכדור. ההנחה כי חוקי הטבע לא משתנים והניסיון ללמוד מהעבר לא עוזרים לנו, כיוון שאנו לא מכירים צורת חיים שהתפתחה יש מאין, לא מתוך יצור חי אחר. נדבר על ניסוי יורי-מילר אשר הצליח לשחזר היווצרות מולקולות שמהן בנויים חלבונים ועל הופעת יצורים אאוקריוטיים הצורכים חמצן באותה תקופה בה עלו אחוזה החמצן באטמוספירה.</p>



<p>נתאר את מחזור הסלעים בו הסלעים השונים – סלעים מגמתיים, סלעי משקע וסלעים מטמורפיים משתנים ע"י קבורה בעומק שבו שוררים לחצים וטמפרטורות גבוהים, התכה בעומק, התפרצות והתגבשות בפני השטח או כמחדר בשכבות סלע אחרות, ועבור לאירוזיה ביבשה והשקעה בסביבות ימיות.</p> <p>נתמקד תחילה בסלעים מגמתיים שמקורם בסלע מותך אשר מגיע מעומק כדור הארץ. ההבדל בין סלעים מגמתיים שונים בא לידי ביטוי בגודל הגבישים אשר גדל ככל שלסלע היה יותר זמן להתגבש לפני התקררותו ובהרכב החומר.</p> <p>נדבר על מחדרים מגמתיים – מגמה החודרת שכבות סלע בצורת לוח בכיוון מאונך לקרקע (דייק) או מקביל לקרקע (סיל), ומחדר ללא צורה מוגדרת (פלוטון). לרוב למחדרים אלו יהיה זמן התקררות ארוך ולכן יהיו בעלי גבישים גדולים.</p> <p>לסיום נזכיר תופעה נוספת הנגרמת בהרי געש – ריכוז מתכות אשר קורה בשל מיצוי המתכות על ידי מים.</p>	3
<p>נסביר כיצד נוצרת מגמה כתלות בלחץ והטמפרטורה בהם הסלע נתון, ואת תהליך ההתכה החלקית על פי היסודות השונים שמאפשר הרכבי סלעים שונים.</p> <p>נדבר על סלעי משקע (סלעים סדימנטריים) השוקעים בשכבות אופקיות ונוצרים בארבעה שלבים: בליית סלע, הסעת החומר למקום נמוך יותר, השקעה באגן סדימנטרי, ודיאגנזה – התלכדות פירורי הסלע לסלע סדימנטרי. נוכל לראות את השכבות לאחר חשיפתן בפני הקרקע. סלעים סדימנטריים מעידים על תנאי הסביבה בעבר לפי הרכבם – אגמים מתוקים, קרחונים וכו'. בנוסף, אם נראה שכבות נטויות ולא אופקיות נוכל להסיק כי המקום עבר הטיה לאחר שקיעת הסדימנטים.</p> <p>נסיים בשוניות האלמוגים אשר נבנות מחומרים מומסים במים באזורים טרופיים מכיוון שבאזורים אלו טמפרטורת המים מתאימה לאלמוגים. השלדים של האלמוגים ויצורים נוספים שוקעים במים, ומרכיבים את סלעי המשקע הימיים. בסלעי המשקע הימיים "מאופסנות" כמויות גדולות של פחמן דו חמצני (CO_2), שאם לא היה שם והיה באטמוספירה היה אחראי כנראה להעלאת הטמפרטורה של כדור הארץ בשל היותו גז חממה.</p>	4
<p>סלעים שונים מצביעים על תנאי אקלים שונים – משקעים אבפוריטיים באקלים מדברי, גלונים בדיונות חול. אקלים טרופי נוכל לזהות על פי שוניות אלמוגים הדורשים תנאי סביבה מסוימים מאוד, ומרבצי פחם. באקלים ארקטי נוכל לראות שכבות משקע שונות בחורף ובקיץ.</p> <p>בסלעי משקע נוכל לצפות גם בתופעות מחזוריות: משקעי קיץ וחורף שיכולים לרמז על שינויי אקלים, ים בהרכב משתנה בין בסיסי יותר לחומצי יותר ועדויות לגובה מפלס המים בגלונים שהתאבנו.</p> <p>מידע נוסף שנוכל לקבל מהסלעים הם שינויי מפלס הים, היווצרות והמסה של קרחונים, ואנרגיית מים.</p>	5
<p>דיברנו עד כה על תהליכים שונים בהיווצרות סלעים. נדבר הנושא על תהליכים שהסלעים עוברים לאחר היווצרותם.</p> <p>סלעים נמצאים תחת מאמצים (לחצים) ובעקבות לחצים אלו נוצרים בהם מעוותים שונים. מעוות פריך משמעותו שבירה של הסלע – סדקים או העתקים, ואילו מעוות דוקטילי יתבטא בקימוט של הסלע. מעוותים אלו יכולים להתקיים בקני מידה שונים.</p>	6



<p>נגדיר העתק נורמלי והפוך, העתק ימני ושמאלי, גראבן והורסט. רעידות אדמה מתרחשות כאשר נוצר העתק – שבירה ותנועה של קרום כדור הארץ. מאמץ (לחץ) מצטבר, וכאשר המאמץ גדול מדי הוא ישתחרר בדמות שבירה ותנועה. זכיר כי כאשר אנו רואים קמטים, העתקים, סדקים וכו', אנו חוזים במעוות והמאמץ שגרם לו הוא אינטרפרטציה בלבד – רעידת אדמה, קמט, קיום מלכודת נפט. בסלעים מטמורפיים ניתן לראות מעוותים וגבישים מיוחדים המעידים על הלחצים והטמפרטורות שגרמו למטמורפוזתם. נסיים את נושא הסלעים המטמורפיים בהיסטוריה לחץ-טמפרטורה-זמן.</p>	
<p>נדגים את עקרון האיזוסטזה – מבוסס על חוק ארכימדס. יש עומק שבו הלחצים מעמודות סלעים שונים באזורים שונים ישתוו. היבשה יכולה להתרומם להר בשל עובייה – ה"שורש" שלה, ועל מנת "לפצות" על כך שהיא יותר קלה מהנוזל שבו היא צפה. בתקופות בהם קרחונים יבשתיים הותכו ומשקלם כבר לא הכביד על היבשה, בשל עקרון האיזוסטזה הקרקע עלתה. תהליך ההמסה מהיר יותר מעליית היבשה ולכן למשל בסקנדינביה עד היום היבשה עולה, עד אשר יחזור המצב לאיזון איזוסטטי. על ידי שימוש בעקרון ניתן לחשב את עומק האוקיינוסים או גובה ההרים. נתחיל לדבר על טקטוניקת הלוחות – קרום כדור הארץ שבור ללוחות אשר משייטים על גבי המעטפת הודות לזרימת הקונבקציה – הלוחות מתנגשים, מתרחקים, וזזים אחד במקביל לשני. בסך הכל שטח הפנים של הלוחות לא משתנה – כמות החומר שמופחת זהה לכמות החומר הנוצר. נסביר על העדויות השונות אשר מאמתות את התאוריה. לאחר הסבר על השדה המגנטי של כדור הארץ נלמד על מגנט קרקעית האוקיינוס אשר מצביע על תהליך פתיחת האוקיינוסים והתחדשותם ממרכזם.</p>	7
<p>נציג ממצאים שונים אשר הובילו להבנת עקרונות טקטוניקת הלוחות כגון תנועת הלוחות בקרקעית האוקיינוס והיבשות ומינים שונים של בעלי חיים וצמחים ש"נדדו" הרחק ממקומם המקורי ואזורים בהם נמצאו עדויות לאקלים אשר לא תואם את מיקומם הנוכחי. נעבור לדבר על הלוחות – אופן ההיווצרות של קרום יבשתי, ועל אזורי הפחתה בהם פני השטח של הלוחות הולכים וקטנים. נדבר על הקשר בין רעידות אדמה והרי געש לאזורי הפחתה ועל שתי אפשרויות ליצירת הרים – בקרום אוקייני ובקרום יבשתי. נסיים בהשפעת הפעילות הגעשית בכדור הארץ על האטמוספירה, ועל שפיעת החום אשר מעידה גם היא על מבנה הלוחות המוכר לנו.</p>	8
<p>נדבר על הוואי – הר געש פעיל בלב האוקיינוס השקט בסוף רכס הרי געש לא פעילים שמצביע על כיוון תנועת הלוח בעזרת מושג ההוט ספוט. נראה עדויות נוספות לתנועת הלוחות באלפי השנים האחרונות ועדויות לגבולות בין הלוחות – תנועה יחסית ביניהם ומדידתה. נתחיל לדבר על הזמן בגיאולוגיה – איך מתארכים? מה קדם למה? כאשר נחפש זמן יחסי – מה קדם למה – נשתמש בכך ששכבות שנמצאות בעומק עתיקות יותר, ונשווה אירועים כהעתקים, שקיעת שכבות וחדירת מחדרים מגמתיים. נדבר על פליאואונטולוגיה – חקר המאובנים. מהמאובנים ניתן להסיק תנאי חיים להם היו היצורים זקוקים על מנת לשרוד, כמו אקלים והרכב האטמוספירה. זכיר את אבולוציית החי עליה נדבר בפירוט בנושא הבא.</p>	9



סילבוס מפורט

<p>נדבר על מאובנים מנחים אשר מעידים על תקופות מסוימות, ונותנים לנו זמן יחסי (השוואה – מה יותר מאוחר ממה, אבל לא לפני כמה שנים מדובר). נמשיך לדבר על מנגנון האבולוציה על פי דרווין ונקשר זאת לתנועת הלוחות – שינויי אקלים וסביבה המשפיעים על התפתחות החי באזור ועל יצורים שנכחדו – אנו רואים שרידים שלהם, אך הם לא קיימים כיום. נראה את הסיבות המשוערות להיכחדותם. עד כה ההתייחסות הייתה לזמן יחסי ולא מוחלט. נדבר על הניסיונות השונים לקביעת זמן מוחלט לכדור הארץ ועל האופן בו מתארכים היום על פי התפרקויות רדיואקטיביות.</p>	10
<p>נדבר על האקלים בכדור הארץ – מה מקור האטמוספירה ומה הרכבה, רצועות האקלים בכדור והקשר לתנועת הלוחות והשפעת השמש, ונדכיר את אפקט החממה. נדבר על שינויי אקלים בעבר והסיבות לכך, ונראה עדויות שונות לכך. נראה עדויות לשינויים בהרכב האטמוספירה בקרחונים. לבסוף נתחיל לענות על השאלה – האם בני האדם משפיעים על האקלים.</p>	11
<p>נמשיך את נושא שינויי האקלים. הניסיון לחזות שינויי אקלים בעתיד הוא מורכב, ומכיל הרבה תהליכים במקביל המשפיעים אחד על השני, יחד עם מורכבות זאת, הצפי הוא אכן עליה בטמפרטורות. נדבר על ה-IPCC, על תחזיותיהם, ומסקנותיהם. נראה תוצאות אשר כבר קורות בעקבות התחממות כדור הארץ כמו הכחדת בעלי חיים ועליית מפלס הים. נעבור לדבר על מקורות אנרגיה בכדור הארץ. נסביר כיצד ואיפה נוצר נפט, כיצד מאתרים אותו, ומוציאים אותו לשימושנו. לסיום, נדבר על שינויים נוספים, בעיות וסכנות בכדור הארץ מעשה ידי אדם.</p>	12
קריאת רשות	
במהלך הקורס נמליץ על מספר מקורות מידע נוספים.	
הערות	
הגשת כל המטלות – חובה. אין ציון על המטלות, אבל מי שהגישו את כולן יקבלו בונוס בציון הסופי.	