**מושגי יסוד באקולוגיה**

**אקולוגיה**

האקולוגיה, כענף מדעי העוסק בקשרי גומלין בין יצורים חיים לבין סביבתם, חוקרת מערכות, מבנים ותהליכים ברמות ארגון שמעל הפרט. האקולוגיה חוקרת ומנתחת מערכות אקולוגיות. מערכות אקולוגיות (Ecosystems) שהאקולוגיה עוסקת בהן הוגדרו לראשונה ב-1935 על ידי האקולוג האנגלי טאנסליי כיחידות פונקציונליות בסיסיות בטבע. הן כוללות את האורגניזמים (מיקרואורגניזמים, צמחים, בעלי חיים ובני אדם) יחד עם סביבתם הפיזית, כמערכת אקולוגית מבנית ותפקודית אחת. נקודת המוצא היא כי אין יצור חי המסוגל להתקיים ללא סביבה. האריה זקוק לצבי ולאוכלי עשב אחרים כמזון, והצבי זקוק לצמחים כמזון, וקיומו מותנה בנוכחותם. נוכחותם של הצמחים מותנית בהימצאות מים ואור.

אקולוגיה היא ענף מדעי צעיר יחסית, העוסק בלימוד המבנה של הטבע החי, בארגונו ובפעולתו, תוך הדגשת היחסים בין היצורים החיים לבין סביבתם. זהו ענף מדעי בין-תחומי, הכולל ידע נרחב מתחום מדעי החיים (ביולוגיה), מדעי החומר (כימיה ופיזיקה), מדעי כדור הארץ, מדעי החברה והטכנולוגיה.

הצורך בהגדרת תחום הידע החדש – אקולוגיה, נבע מתוך ההכרה שהחלה להתפתח באמצע המאה ה-19 כי לסביבה יש השפעה רבה על היצורים המתקיימים בה, וכי אי אפשר להבין את מבנה הטבע החי, את ארגונו ואת פעולתו מבלי להתייחס לתנאי הסביבה.

הגידול העצום באוכלוסיית האדם והגברת יכולתו הטכנולוגית הציבו את האדם ואת פעולותיו בסביבה כחלק מן הגורמים המרכזיים המשפיעים עליה. כיום מקובל לכלול את האדם ואת תוצרי פעולותיו כחלק ממרכיבי הסביבה שיש להביא בחשבון במארג קשרי הגומלין הנחקרים. כיום משלבת האקולוגיה, נוסף על ביולוגיה, כימיה, פיזיקה, גיאולוגיה ומדעי האטמוספרה, גם את מדעי החברה והטכנולוגיה. האקולוגיה אינה מתעניינת רק בשאלה כיצד הטבע פועל או מה תגובתה של אוכלוסיית יצורים חיים זו או אחרת להרכב של תנאים השוררים בסביבה מסוימת. כיום היא מתעניינת יותר ויותר גם בשאלות כמו: כיצד החברה האנושית משפיעה על המערכת האקולוגית וכיצד היא יכולה לנהל בצורה אחראית ולטווח ארוך את סביבת החיים שהיא מתקיימת בה, מבלי להרוס את תשתית קיומה. זאת אומרת, מבלי לזהם את המים, מבלי לזהם את האוויר, מבלי להכחיד את מיני הבר, מבלי לגרום לבליה ולזיהום הקרקע וכיוצא באלה.

**סביבות חיים**

"סביבת חיים" היא מושג רחב, הכולל למעשה את כל הסובב את היצורים החיים. הוא מתייחס למרכיבים החיים (מרכיבים ביוטיים) – כלל היצורים החיים (חיידקים, וירוסים, פטריות, צמחים, בעלי חיים ובני אדם), ולמרכיבים שאינם חיים (מרכיבים אביוטיים) – חומרים, כוחות ואנרגיית קרינה, המצויים בסביבה.

בבואה לחקור את קשרי הגומלין בין היצור החי לבין סביבתו, חוקרת האקולוגיה את סביבת החיים של היצור החי – את המערכת האקולוגית. במהלך התפתחותו של המחקר האקולוגי התפתחה מערכת מושגים שהגדירה היררכיות שונות של מערכות אקולוגיות. המושגים ביוספרה, ביום(Biome) , בית גידול – מקום חיות (Habitat), ביוטופ(Biotope) , גומחה אקולוגית (Ecological nich) – כולם מבטאים מערכות אקולוגיות שבא בהן לידי ביטוי הצירוף של מרכיבי הסביבה החיים והדוממים, המשפיעים על היצור החי.

עקרונות החקר וההבנה של כלל המערכות האקולוגיות דומים, לכן בחרנו בשער זה במושג סביבת חיים כמושג מאחד להיררכיות השונות של מערכות אקולוגיות המופיעות בספרות המקצועית. סביבת חיים יכולה להיות כלל הביוספרה או ביום או בית גידול או גומחה אקולוגית.

**התאמת היצורים החיים לסביבתם**

דרושים לפחות ארבעה תנאים כדי שיצור חי יצליח להתקיים בסביבתו לאורך זמן:

* הוא זקוק לרמה מסוימת של חומרים ואנרגיה.
* הוא זקוק להגנה מפני מרכיבי סביבה שאינם חיים קיצוניים (באופן יחסי) ומפני מרכיבי סביבה חיים המתקיימים בסביבת החיים שלו (טורפים, טפילים, מתחרים וכו').
* הוא צריך להיות בעל כושר תגובה לגירויי הסביבה (לחוש בטורפים, לחוש בקיום מזון, להגיב לשינויי הטמפרטורה או לשינויי האור, להגיב לחילופי העונות וכו').
* הוא חייב לשכפל את עצמו בהצלחה, כלומר להתרבות – להעמיד צאצאים שגם הם יוכלו לגדול, להתרבות ולהעמיד את הדורות הבאים של הצאצאים.

כדי למלא את הדרישות האלה על היצור החי להיות בעל תכונות רבות המתאימות אותו לסביבת חייו (צורה חיצונית, מבנה פנימי, מערכות פיזיולוגיות וכיוצא באלה), וכן עליו להיות בעל תכונות התנהגות מתאימות. מכלול תכונות אלה מאפשר ליצור החי לקלוט אנרגיה מסביבתו, להשיג מזון ביעילות, להיות מוגן ובעל כושר תגובה והתאוששות, כאשר חלים שינויים בתנאי הסביבה, להתפתח ולהתרבות בעונה המתאימה ובמקום המתאים, וכן להיות מותאם למציאות יצורים חיים אחרים בסביבתו, כמו למשל טורפים.

**פירמידת המזון ומארג המזון**

קיומו של יצור חי מותנה בקבלת חומרים ואנרגיה מסביבתו. לכן אם ברצוננו להבין את המבנה ואת דרך התפקוד של מערכת אקולוגית או של כל סביבת חיים – החל מן המערכת האקולוגית הקטנה, המוגבלת לאקווריום המוצב על אדן החלון, ועד הביוספרה, מערכת החיים הגדולה המתקיימת על פני כדור הארץ – עלינו לשאול כיצד מונעת ומתקיימת מערכת המספקת את החומרים ואת האנרגיה הדרושים ליצורים החיים המתקיימים בה.

מקור האנרגיה הראשוני, המניע כמעט את כל המערכות האקולוגיות המוכרות לנו, הוא אנרגיית האור של השמש. אנרגיה זו נלכדת על ידי הצמחים בתהליך הפוטוסינתזה ונאגרת ברקמותיהם בחומרים עתירי אנרגיה, המשמשים אחר כך את הצמחים בתהליך ייצורם של חומרים נוספים, הדרושים להם לקיום ולצמיחה. יכולת זו ללכוד את אנרגיית האור ולנצל אותה לבניין חומרים, כגון סוכרים, שומנים וחלבונים, הדרושים לבניית רקמות ולקיום, ייחודית לצמחים והיא זיכתה אותם בכינוי יצרנים או אוטוטרופים Autotroph); autos = עצמו; trophein = להזין). אוטוטרוף הוא יצור חי המסוגל לייצר לעצמו את התרכובות האורגניות הדרושות לקיומו ולהתפתחותו. הצמחים הם אוטוטרופיים. הם יצרנים במובן זה שהם מרכיבים את התרכובות האורגניות הנחוצות להם מחומרים אנ-אורגניים (לא אורגניים), המצויים בסביבה, כגון מים H2O)) ופחמן דו חמצני (CO2) בתהליך הפוטוסינתזה.

בעלי החיים, פטריות, חלק גדול מן החיידקים ובני האדם הם יצורים הטרוטרופיים. הטרוטרוף Heterotroph); heteros = שונה; trophon = מזון) הוא יצור חי, הנזקק לאספקת חומרים אורגניים מסביבתו. חומרים אלה נחוצים לו כמקור אנרגיה וכמקור לבניית תרכובות הדרושות לקיומו ולבניין גופו. הצמחים הם המקור הראשוני של כל החומרים האורגניים, המשמשים את בעלי החיים, את הפטריות, חלק גדול מן החיידקים ואת בני האדם. כל אלה צורכים את החומרים האורגניים מסביבתם, בניגוד לצמחים, המייצרים אותם, לכן הם מכונים צרכנים.

ראשונים בשרשרת הצרכנים הם אוכלי העשב או היצורים הצמחונים – הם הצרכנים הראשוניים במערכת האקולוגית. את אוכלי העשב טורפים אוכלי הבשר. בדרך זו הם צורכים באופן עקיף חומרים אורגניים, שמקורם ברקמות הצמחים. את אוכלי הבשר אפשר למיין לצרכנים שניוניים ושלישוניים עד לטורפי העל. הצרכנים השניוניים הם בעלי החיים הניזונים באופן ישיר מאוכלי העשב. הצרכנים השלישוניים הם אלה הניזונים מבעלי חיים טורפים, שמזונם בעלי חיים אוכלי עשב, וכך הלאה עד טורפי העל. טורפי העל הם אותם יצורים חיים הנמצאים בקצה שרשרת המזון שלהם, כלומר אין אף יצור חי המסוגל לטרוף אותם כשהם בוגרים.

כמעט כל מין ניזון בטבע ממינים אחדים והוא עצמו משמש מזון למינים אחרים. לכן שרשרות המזון בטבע מסועפות. הן כוללות מינים רבים של יצרנים (צמחים) ושל צרכנים (אוכלי עשב ואוכלי בשר), ויוצרות את מה שנהוג לכנות בשם מארג מזון. ככל שמארג המזון מסועף יותר וכולל מינים רבים יותר, כך הוא גם יציב יותר. כל מארגי המזון בסביבת חיים מסוימת יוצרים פירמידה אקולוגית שמטבע הדברים יש בה תמיד יותר צמחים, פחות צמחוניים, עוד פחות טורפים, ומעט מכול – טורפי על.

מקובל לתאר את מארג המזון בתרשים כללי, המכונה פירמידת המזון. תרשים זה מתאר את כיוון הזרימה של האנרגיה ושל החומר במערכת האקולוגית.

**תרשים: פירמידת המזון**

 **טורפי**

 **על**

 **צרכנים**

 **שלישוניים**

 **צרכנים שניוניים**

 **צרכנים ראשוניים - צמחונים**

 **יצרנים - צמחים**

המבנה של פירמידת המזון מדגיש את העובדה כי ככל שהולכים ועולים ברמות ההזנה במערכת אקולוגית, כן הולכת ופוחתת כמות האנרגיה הזמינה ליצורים החיים במערכת. פירושו של דבר הוא שכל רמת הזנה יכולה לקיים מעליה רמה הזנה מצומצמת יותר מבחינת הביומסה (המסה ביולוגית). בבסיס הפירמידה מצויים הצמחים, הקולטים את אנרגיית השמש ומהווים את הבסיס לכל יתר היצורים החיים במערכת.

פגיעה באוכלוסיית הצמחים, אשר תגרום לצמצומה, תגרום לצמצום יתר רמות ההזנה המתקיימות מעליה. בעקבות צמצום בתשתית הצומח – ביצרנים, ייפגעו אוכלי העשב, ייפגעו מאוד הטורפים, וטורפי העל ייעלמו למעשה (ייכחדו) מאותה מערכת. דוגמה זו ממחישה כי ככל שמינים מצויים גבוה יותר בפירמידת המזון, כך הם רגישים יותר לזעזועים ולפגיעה במערכת האקולוגית. כך, לדוגמה, הגיעו לסף הכחדה בארץ ישראל לא העכברים והארנבות, אלא נמרים ועופות דורסים, דוגמת העזנייה והפרס.

תנועת החומרים והאנרגיה המוטמעים בגוף היצורים החיים אינה מסתיימת עם מותו של היצור החי. החומר והאנרגיה האצורים בכל בעלי חיים מת או עלה הנושר מן העץ ממשיכים להתגלגל בתהליכי פירוק מתמשכים, אשר בסופם החומרים המרכיבים את פגרי היצורים החיים או את חלקיהם המתים חוזרים ומשתחררים אל הסביבה. חומרים אלה מנוצלים מחדש במערכת האקולוגית. תהליך זה מתבצע על ידי צרכנים, הניזונים מבעלי חיים מתים, מחומר צמחי מת או משיירים של בעלי החיים. את קבוצת הצרכנים הזו יש המכנים צרכני דטריטוס או צרכני שארית detritus) = שארית). תהליך זה מתקיים בסביבה היבשתית ובסביבה הימית.

צרכני השאריות נחלקים לאוכלי שיירים (הכוללים את אוכלי הפגרים) ולמפרקים. אוכלי שיירים, כגון נשרים, טרמיטים ושלשולים ובעלי חיים המתקיימים באזור הבלתי מואר בים, ניזונים באופן ישיר מחלקי צמחים מתים או מחלקי בעלי חיים מתים. חלק גדול מן השארית במערכת האקולוגית, בעיקר חלקי צמח מתים, כגזעים, ענפים ועלים ושלדים של בעלי חיים, אינו נאכל על ידי אוכלי שיירים. שיירים אלה עוברים תהליך של פירוק וריקבון. במהלכו מתפרקות מולקולות מורכבות לחומרים כימיים פשוטים יותר. חלק מן החומרים הפשוטים מושבים אל הקרקע ואל המים ומנוצלים לשימוש חוזר על ידי היצרנים. תהליך פירוק החומרים מתבצע בעיקר על ידי צרכנים זעירים המכונים מפרקים. בין המפרקים העיקריים נכללים הפטריות, חיידקים ומיקרואורגניזמים אחרים. יצורים אלה "תוקפים" את החומר המת בעזרת אנזימים וחומרים כימיים אחרים, ומפיקים בתהליך פירוק החומרים אנרגיה וחומרים הדרושים לקיומם, הכוללים מולקולות פשוטות.

בזכות תהליך הפירוק ממשיכים חומרים להתגלגל בתהליך מתמשך של מחזור טבעי ואין-סופי במערכת האקולוגית הימית והיבשתית. בדרך זה מתאפשרת אספקת חומר מתמשכת לתהליכי החיים.

בסכמה של פירמידת המזון נהוג לציין את המפרקים בשוליה. צרכנים אלה פעילים למעשה בכל רמת הזנה. הם קולטים את האנרגיה ואת החומרים האובדים בשיירים וחלקי צמח ובעלי חיים מתים. חומרים אלה מושבים בסוף תהליכי הפירוק הללו אל המערכת דרך היצרנים הקולטים אותם מן הקרקע ומן המים.

תרשים: פירמידת המזון - 2

 **טורפי**

 **על**

 **צרכנים**

**מפרקים**

 **שלישוניים – טורפים**

 **צרכנים שניוניים**

 **צרכנים ראשוניים - צמחונים**

 **יצרנים - צמחים**