



## פרק 6.

### מבנה גוף העוף - הנוצה הכנפיים והתעופה

#### למורה

##### מטרות השיעור

- \* קיימת התאמה בין מבנה לתפקוד ברמת האיבר, ברמת המערכת, ברמת הייצור וברמת האוכלוסייה.
- \* הנוצה, הכנפיים תכונות ייחודיות בעולם העופות.

##### תכנים:

נוצות, כנפיים, תעופה.

##### מיומנויות:

תצפיות

##### ערכים:

התעניינות ורצון להרחבת הידע

##### ציוד :

מעבדה : כנפיים, שלד/תמונה של שלד יונק, מגשים זכוכית מגדלת, מפות, תמונות, סכינים חד פעמיים, נוצות, זרעים של מכנף נאה - ליצירה. למידה חוץ כיתתית : כובע, מקדם הגנה, מים, כלי כתיבה, מצע קשיח לכתיבה דפי פעילות, דפי מידע.

##### מהלך הפעילות:

- פעילות פתיחה – יציאה החוצה לאיסוף נוצות והתבוננות בעופות עפים. פעילות בכיתה:
- בכיתה – מעבדה להיכרות עם מבנה הנוצה והכנף על סמך איור ונוצות שנאספו.
- זיהוי סוגי נוצות.
- היכרות עם מבנה הכנף ותפקידה.
- התעופה והנדידה – סרט וידאו.
- סיכום השיעור: תפקיד הנוצות, הכנפיים בתעופה של העופות.
- פעילות הרחבה – יצירה בנוצות.
  - יצירת עט קולמוס.
  - צבעים ונוצות.



דף עבודה 6א

## סוגי נוצות – מידע ופעילות לתלמיד

### פעילות חוץ ותוך כיתתית

(מתאים לקיים פעילות זו בסתיו שכן אז משירות ציפורים רבות את נוצותיהן)

- א. צאו לחצר בית הספר.
- ב. חפשו סוגי נוצות שונים בחצר, ואספו לשקית.
- ג. התבוננו בתנועת הכנפיים בעופות. תארו מה אתם רואים:

---

---

---

ד. הדביקו סוגי נוצות שונים בדף:





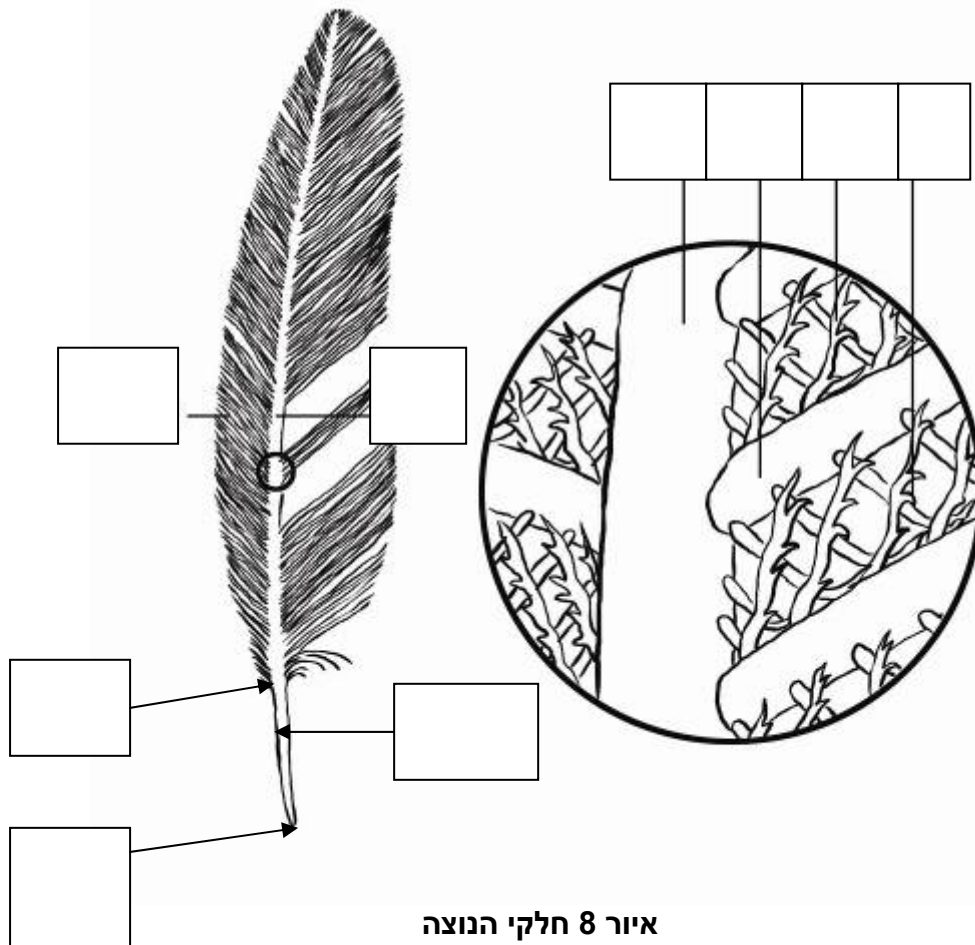
## למידה בכיתה

### מבנה הנוצה

1. מהו מאפיין הבולט של מחלקת העופות בהשוואה לבעלי חיים אחרים?

2. לפניכם נוצות התבוננו בהן במגדלת, מששו אותן באילו חלקים אתם מבחינים?

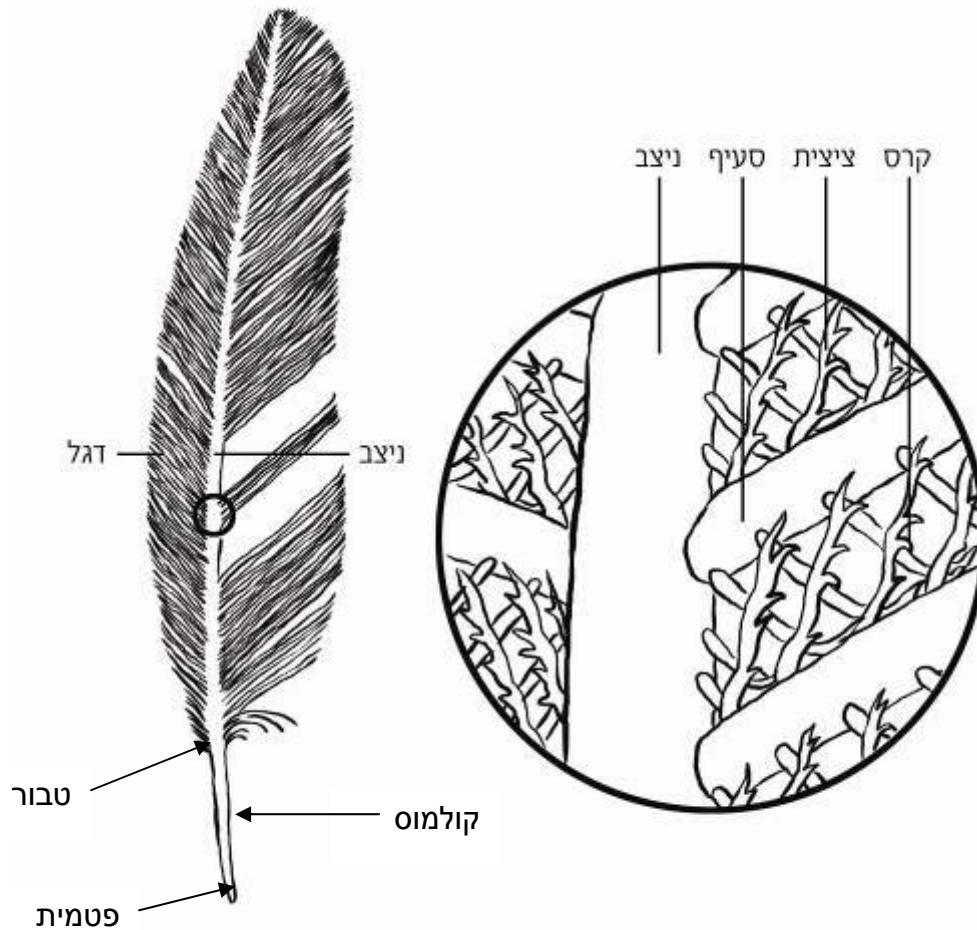
2. לפניכם ציור של נוצה שהוגדלה בבינוקולאר. התאימו שמות לכל חלק בנוצה. היעזרו במקורות המידע המצורפים בסוף הפרק.



איור 8 חלקי הנוצה  
איור: יעלי זיו על פי יהודה פלד



בדקו את עצמכם לפי האיור שבעמוד זה



## סוגי נוצות

עיינו בשאלות המופיעות למטה, היעזרו במידע שבסוף הפרק.  
ערכו טבלה, עם תשובותיכם:

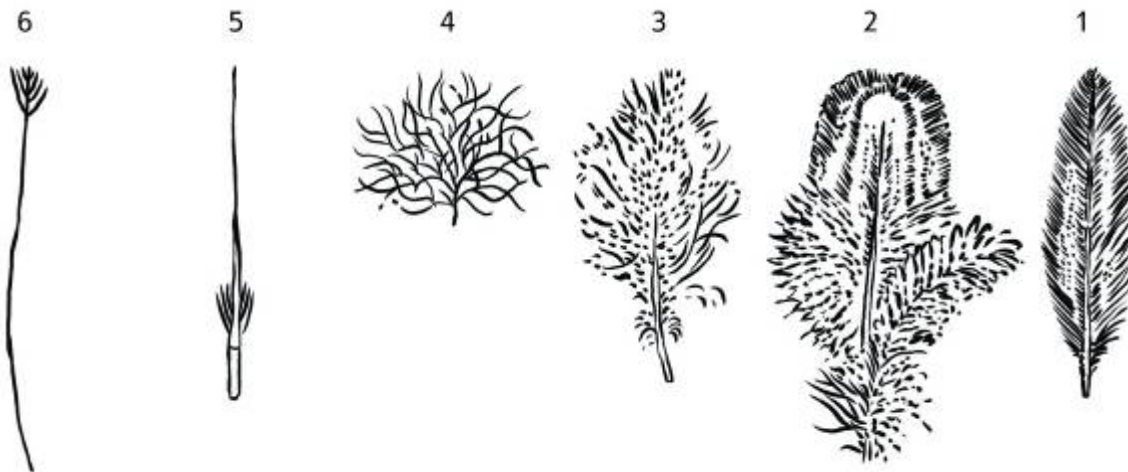
1. מהם סוגי הנוצות הקיימים?
2. באיזה חלק גוף נמצא כל סוג של נוצה?



3. מה תפקידי הנוצות אצל העופות?

4. מה הקשר בין מבנה הנוצה לתפקידיה? היעזרו במידע בסוף הפרק.

סוג הנוצה	מיקום בגוף העוף	תפקיד הנוצה	הקשר בין מבנה הנוצה ותפקידיה

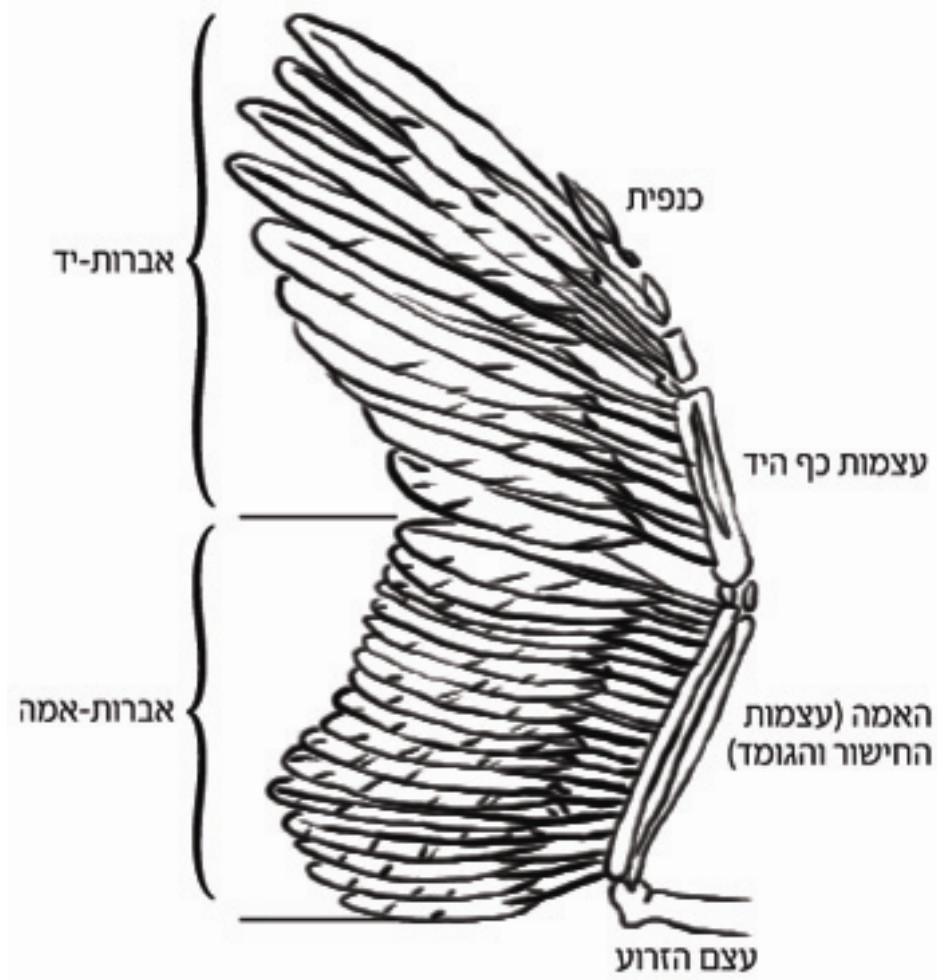


איור 9 - סוגי נוצות.  
איירה: יעלי זיו על פי יהודה פלד

1. נוצת אברה
2. נוצת מתאר ולידה נוצה צידית
3. נוצה דמוית פלומה
4. נוצת פלומה
5. זיף
6. נוצה דמוית שיערה



דף עבודה 6ב  
מבנה הכנף בעופות



איור: 10 מבנה הכנף  
איור: יעלי זיו

- א. התבוננו בכנף שלפניכם או באיור הכנפיים – וערכו היכרות עם המבנה שלהן.
- ב. התבוננו בתמונה של כנפי העוף בו בחרתם, וזהו את חלקי הכנף.
- ג. מה תפקידי החלקים העיקריים בכנף?  
(זרוע, אמה, עצמות כף היד)

---

---

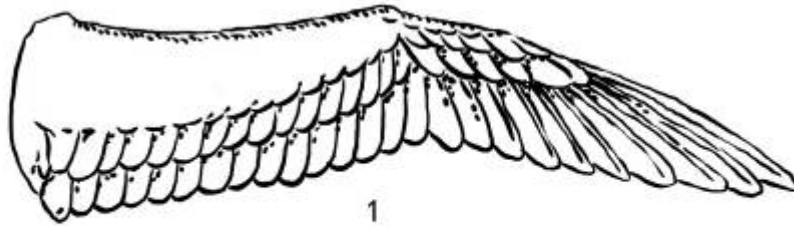
---

---

---



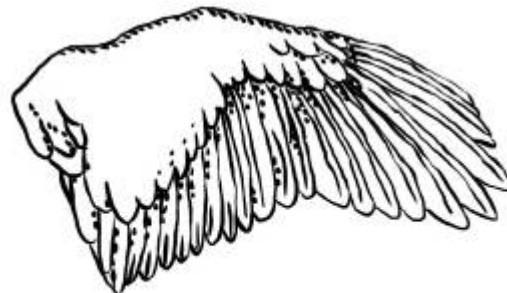
4



1



3



2

### איור 10

#### כנפיים של עופות שונים

איור – יעלי זיו על פי יהודה פלד

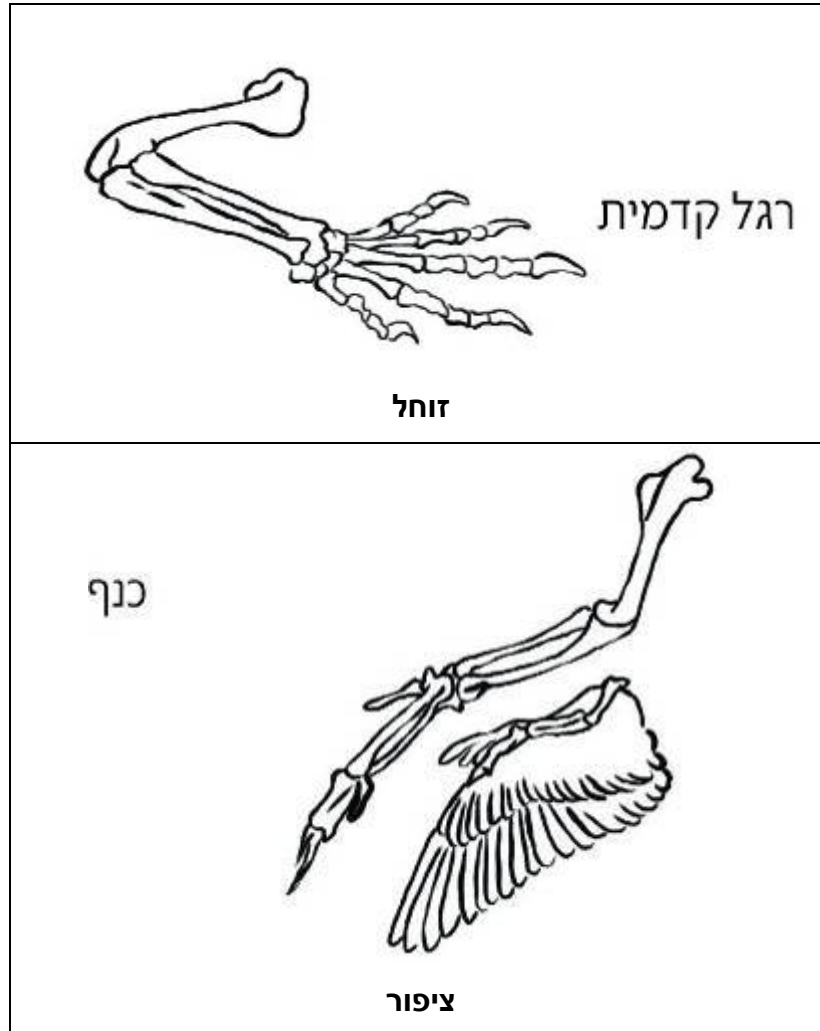
1. שחף – ציפור דואה- תנועות כנף מעטות
2. יונה- מעוף תוך תנועות כנף חזקות
3. דורס- עוף דואה, חתירות כנף מעטות וחזקות
4. סנונית- ציפור דואה מעט תנועות כנף, מבלה שעות רבות באוויר

ד. התבוננו בתמונות של עופות אחרים האם גם אצלם אותו מבנה כנף?

---

---





איור 12: השוואה בין מבנה עצמות ברגל קדמית של זוחל לבין מבנה עצמות הכנף  
איירה: יעלי זיו על פי יהודה פלד

ה. השוו בין כנף עוף לגף קדמי של זוחל. מצאו איורי מבנה עצם של בעלי חיים נוספים  
כגון דו חיים, יונקים ועוד.

במה המבנה הדומה ובמה הוא שונה ארגנו את ההשוואה בטבלה

שם היצור החי	הדומה	השונה






1. עיינו בטבלה וסכמו במה דומה ובמה שונה מבנה הכנפיים מגפיים קדמיות אצל בעלי חיים אחרים?

---

---

2. קראו במידע שבסוף הפרק על נוצות ותעופה. מה תפקידי הכנפיים אצל העופות ?

---

---



דף עבודה 6ג  
יצירה בנוצות

**בניית ציפור באמצעות זרעי מכנף נאה ונוצות**

הציוד: מקלוני גלידה, נוצות צבעוניות, זרעי מכנף נאה, דבק חם או פלסטיק, שדכן.



**הוראות:**

הדביקו את הנוצות לזרע המכנף נאה כך שיראו כזנב של עוף.  
הצמידו לראש המקל את זרע המכנף הנאה.  
וניתן לנפנף בה כציפור אמיתית.

**קולמוס**

בוחרים באברת תעופה גדולה, שנשרה באופן עצמאי, כך שהחלק התחתון של הניצב שלה חלול ועבה.

יוצרים חתך אלכסוני בקצה התחתון, החד, של הניצב.

ניתן לטבול את הנוצה בדיו או במים צבועים. הנוזל יעלה בתוך הנוצה החלולה. כעת כתבו!

ראו פעילות זו באינטרנט בכתובת <http://www.flickr.com/~liralen/quills/quills.html>



דף עבודה 6 ד

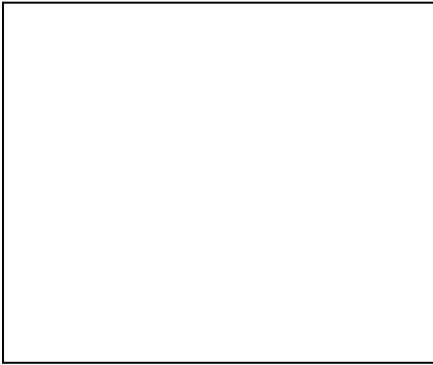
## צבעים ונוצות : פעילות הרחבה

לציפורים רבות יש נוצות צבעוניות

חפשו מידע על הציפור בה בחרתם, במקורות מידע שונים, בנושא **צבע בטבע** או

**תקשורת בעולם החי**.

1. הדביקו את תמונתה הצבעונית:



2. תארו אילו צבעים מאפיינים את נוצות הציפור שלכם במבט כללי, ובפירוט על

פי אזורים ראשיים בגוף (זנב, כנף, כיפה, חזה, בטן וכו'...)?

---

---

---

---

3. קראו במקור המידע בסוף הפרק - מה תפקיד הצבע בעולם החי ?

---

---

4. מה תפקיד הצבע אצל עופות ?

---

---

---

5. האם תוכלו לנסות להסביר את התופעה שבעולם העופות רוב הזכרים בעלי

נוצות צבעוניות והנקבות הן בעלות נוצות להן צבעי הסוואה?

---

---



## נוצות כנפיים ותעופה – מידע לתלמיד

**הכנפיים** - האיבר הבולט ביותר אצל העופות הם הכנפיים, המאפשרות להם לשהות באוויר. הכנפיים התפתחו מן הגפיים הקדמיות. הכנף בנויה מעצם זרוע עבה וחזקה ומאמה המתחלקת לשתי עצמות: הגומד העבה והחישור הדק יותר.

**הנוצות קלות וקשיחות:** הנוצות הן המאפיין הבולט ביותר של העופות. הנוצות הן הדבר הבולט ביותר, המבדיל בין עופות לבין שאר מחלקות בעלי החיים. כל גוף העופות מכוסה נוצות לבד מהמקור והרגליים. נוצות עשויות מחומר קרני גמיש וקל שעשוי מחלבון הנקרא קרטין. זהו אותו חלבון אשר מרכיב את הציפורניים, השיער והקרניים. חומר זה הוא שמעניק לנוצות את חוזקן היחסי וגמישותן הרבה. כל נוצה צומחת עד לגודל מסוים. הנוצות מתבלות עם הזמן ויש צורך להחליפן מדי פעם. התפתחות הנוצות דומה בתחילה לזו של קשקשי הזוחלים: הן בנויות מתאי אפידרמיס, וצמיחתן נפסקת בשלב מסוים, אז הן הופכות למבנה קרני חסר תאים חיים.

**תפקיד הנוצות:** כסותם של עופות. תפקידן העיקרי של הנוצות הוא לתעופה, אך הן משמשות גם לבידוד הגוף כדי לאפשר שמירת חום גוף קבוע וכן, יש נוצות המשמשות כאיברי תחושה. בדוד חום הגוף נעשה באמצעות כליאת החום באוויר שבין נוצות הפלומה. לנוצות צבעים רבים ומגוונים המשמשים בין השאר להסוואה, לתקשורת תוך-מינית ובין-מינית וכאמצעי חשוב בחיזור.

**מיקום:** יש עופות (פינגווינאים ויענאיים), שהנוצות גדלות אצלן על פני כל הגוף. ברוב מיני העופות הנוצות גדלות באזורים מוגדרים וביניהם נותרים אזורים חסרי נוצות (בשטחי החיכוך בין הכנפיים לבין הגוף למשל). אצל הברווזים והדורסים צומחות באזורים הללו נוצות פלומה.

**סוגי נוצות:** יש חמישה טיפוסים נוצות עיקריים:

נוצות מתאר, פלומה, זיפים, איבוק (פודרה), ונוצות דמויות שיערה.

**נוצות מיתאר** (צורה) - השכיחות ביותר, עוטות את הגוף, שומרות על חומו ומקנות לו הגנה מפגיעה מכנית. משקלן מועט ונפחן רב. לכל נוצה ציר מרכזי גמיש ויציב – **הקנה** המתחלק ל**קולמוס** (החלק התחתון של הקנה) וניצב (החלק העליון של הקנה, שמשני צידיו מתפרש הדגל). **הדגל** בנוי מסעיפים מקבילים זה לזה המסתעפים מהקנה, שלהם הסתעפויות נוספות הנקראות **ציציות**. מהציציות בולטים **קרסים**



קטנים המחוברים זה לזה ושומרים על משטח הנוצה חלק. העופות מקדישים זמן רב לאיחוי הקשרים בין הציציות על-ידי סירוקן באמצעות המקור. מספרן של נוצות המתאר שונה ממין למין. קוליברי 940. עיטם 7,200, ברבור 25,000. נוצות המתאר כוללות את אברות הכנף ואת נוצות הזנב.

האברות - אברות הן סוג של נוצות מתאר. בכנף נמצאות אברות-היד (אברות ראשוניות 9-11 נוצות), המרוחקות מהגוף ואברות-האמה (אברות משניות בד"כ 10-20 משתנה ממין למין), שסמוכות לגוף. סמוך לבסיס האברה, משני צידיו, צומחות נוצות קטנות יותר - הסוככות. האברות והסוככות מעניקות לכנף את צורתה האווירודינמית. סוג נוסף של אברות, אברות הזנב, מסייעות בהיגוי בזמן המעוף ובשמירה על שווי-משקל.

נוצות הפלומה - לרוב אין להן קנה, הציציות שלהן חסרות קרסים. תפקידן לשמור על חום הגוף. מאפיינות את האפרוחים של האווזאים והתרנגולאים. ניתן למצוא אותן מתחת לנוצות המתאר ובאזורים החשופים של ברווזים בוגרים ולמעשה אצל כל ציפור.

זיפים - נוצות שנותר בהם קנה הנוצה לבדו ללא דגל. הזיפים נפוצים סביב הנחיריים ועיניים, כהגנה מאבק. באזור הפה מהווים הזיפים מעין מלכודת חרקים (אצל חטפיות).

נוצות איבוק (הפודרה) הקיימות באנפות - גדלות כל חיי העוף ואינן מתחלפות. הן מפותחות בעופות חסרי בלוטת שומן. מתפוררות לאבק דק שמחפה על הנוצות ואוטים מהמים.

נוצות שערה - תפקידן להוות נוצות קישוט בקדקוד, בחזה, בגב, בזנב ומשמשות גם לחישה. יש גם נוצות קישוט המופיעות בכל חלקי הגוף והן סוג של נוצות מתאר.

**חילוף נוצות:** עופות רבים משירים את נוצותיהם מפעם לפעם. עופות מבוגרים מחליפים את נוצותיהם לרוב פעם בשנה בתום עונת הרבייה. לעיתים העופות מחליפים את נוצותיהם בצורה חלקית לפני עונת הקינון, ללבוש כלולות סגוני השונה מלבוש החורף. נשירת נוצות מיוחדת לפני עונת הדגירה חושפת "כתם דגירה" עשיר בכלי דם בגחון העוף, המאפשר לעוף להעניק לביצה את החום הדרוש לה בעת הדגירה. נשירת הנוצה מעוררת צימוח נוצה חדשה במקומה.



במינים בהם מתחלפות האברות, החילוף הוא לרוב הדרגתי ואיטי, כדי לא לפגום במילוי התפקידים העיקריים: בידוד הגוף, הגנה ומעוף.

**טיפול הנוצות (סירוק נוצות, סינוץ):** העופות שומרים על נוצותיהם. הם מטפלים בהן בעזרת המקור והרגליים. העופות נוהגים, מידי יום, לנקות, לסדר ולשמן את הנוצות בעזרת המקור. השומן נלקח מבלוטת שומן הנמצאת בעל שתי (בחלק הגבי שבין הגב והזנב). פעולה זו נקראת סירוק נוצות או סינוץ. יש שעושים אמבטיות חול ואבק כדי להיפטר מחרקים טפילים.

**צבעי הנוצות** – רבגוניים ומותאמים לאורח החיים ולמקום המחיה. מקור הצבע בחומרי צבע (פיגמנטים) המצויים בנוצות וכן, במקרים של צבעים פיסיקאליים בוהקים, מקור הצבע הוא במבנה המולקולארי של הנוצה. לצבעי העופות תפקיד חשוב בהסוואה, בתקשורת, לצורכי ציד, לצורכי התראה, לצורכי קישור. צבעי הנוצות מאפשרים לציפורים לזהות את בני מינם ולהבחין בין זכר לבין נקבה, וכן משמשים כצבעי הטעיה: צבעים המתגלים רק במעוף, כדי להטעות ולהותיר רושם של כתם צבע שונה מצבע העוף. בדרך זו הטורף יזכור את צבע ההטעיה ולא יזהה את העוף כשינחת על הקרקע.

### התעופה – התאמה פיזיולוגית

העופות מיטיבים לעוף. התעופה מסייעת להם בחיפוש אוכל, מאפשרת להם להימלט בקלות מאויבים, מתנאים קשים. העופות שוהים באוויר בעזרת כנפיהם. התעופה דורשת אנרגיה רבה. לכן קצב הנשימה וחילוף החומרים של הציפורים בזמן תעופה הוא גבוה במיוחד. לעופות יש לב גדול ביחס ליונקים באותו משקל גוף. עקב זאת, נפח כל פעימה הוא גבוה. התאמות פיזיולוגיות אלו מאפשרות הזרמת דם בקצב גבוה אל הגוף ובכך מייצרות אספקת חמצן בכמות גדולה, ההכרחית בשעת מאמץ רב כמו בתעופה. בנוסף לכך, לציפורים ישנם כיסי אוויר המפוזרים בגוף ותופשים עד כחמישית מנפח גופן. כיסי אוויר אלו מסייעים לציפורים לנשום ביעילות גבוהה וכך להחדיר יותר חמצן לגופן. כיסי האוויר אינם מסייעים בנשימה מהירה, אלא בניצול רב יותר של חמצן. כאשר ציפור שואפת אוויר, חלקו עובר לריאות וחלקו לכיסי האוויר האחוריים, בשעת נשיפה האוויר מהכיסים האחוריים, שהוא אוויר רווי בחמצן, עובר לריאות, וכך למעשה יש אספקת חמצן טרייה לריאות גם בזמן נשיפה, ולא רק בזמן שאיפה.

### מבנה הכנף

במיני ציפורים המסוגלים לעוף, מבנה הכנף הוא אווירודינמי ודומה לכנף מטוס. הצורה והגודל של הכנף משתנה בין מינים שונים בהתאם לצורת התעופה שלהם. מינים הזקוקים



ליכולת תמרון אווירית למרחקים קצרים יחסית, כגון לכידת טרף או התחמקות מטורף, הם בעלי כנף מעוגלת ורחבה. כנף מסוג זה מאפשרת יכולת היגוי טובה כמו גם מהירות גבוהה, ונפוצה בעיקר אצל מינים החיים באזורים מיוערים יחסית כמו העורבני הנקר והנץ. לעומתם אצל מינים המבלים זמן רב באוויר, כמו אצל הסנונית, השחפים והאלבטרוס, הכנף צרה, ארוכה ומחודדת בקצה. כנף מסוג זה, מאפשרת תעופה מהירה ללא יצירת כוח גרר המאט את המהירות וגורם להשקעת אנרגיה גדולה יותר בתעופה.

מינים גדולים כגון הנשר והשקנאי עפים בצורה פסיבית (דאייה) בעקבות מעמס כנף (שטח כנף לחלק למשקל גוף) גבוה מאוד. מינים אלו זקוקים לכנף ארוכה ורחבה אשר תאפשר להם לשהות באוויר זמן רב יחסית.

### כיצד ממריא העוף?

תחילה דוחפות אותו רגליו כלפי מעלה. בשעת המעוף מתקפלות רגליו ונצמדות אל הגוף, הכנפיים נפרשות לצדדים. בזמן שהייה באוויר העוף מניע את הכנפיים מטה ומעלה או דואה ומנצל זרמי אוויר חמים כדי להתרומם.

### עקרון התעופה

העוף צריך ליצור זרם אוויר מול כנפיו: הוא מוריד את כנפיו בכוח, כשהנוצות סגורות ויוצרות משטח. בעזרת פעולה זו הוא עולה מעלה, בעקבות יצירת כוח העילוי. כוח העילוי נוצר בזכות המבנה המיוחד של הכנף, הגורם לזרימה מהירה יותר של האוויר מעל הכנף הקמורה מאשר מתחתיה. בחלק העליון של הכנף נוצר לחץ אוויר נמוך, ובחלק התחתון לחץ גבוה- המרים את העוף. העוף מרים את כנפיו הפרושות כלפי מעלה, כאשר הנוצות פתוחות והאוויר חודר ביניהן. התנועות האלה חוזרות שוב ושוב וכך העוף ממשיך במעוף.

### סגנון תעופה

לא כל העופות עפים באותה צורה. עופות קטנים חוסכים אנרגיה ובין הנעת כנף אחת לשנייה הם גולשים באוויר. עופות גדולים וכבדים כמו ברווזיים, מכים בכנפיהם כל הזמן. הפרפורים מרפרפים בכנפיהם כשהם עומדים באוויר ומחפשים טרף. גם הקוליברי מרפרף בכנפיו בזמן שהוא יונק צוף מהפרח.

### לימוד תעופה

היכולת לעוף היא תכונה מולדת בעופות, כמו הליכה בבני האדם. העופות לא צריכים ללמוד לעוף, אבל עליהם לתרגל את הפעמים הראשונות. לכן בתחילה מעופפים הגוזלים בקרבת





המרכז לטיפוח ציפורי הבר בחצר הבית

<http://www.yarbirds.org.il>

הקן ובהדרגה הם מעיזים להתרחק, כל יום קצת, עד שהם נעשים עצמאים ויוצאים לבדם אל העולם.

### סוגי תעופה

מעוף חתירה, מעוף גלי, מעוף גלישה, מעוף דאייה.

קראו באתר 'הציפורים הנודדות אינן יודעות גבולות', בכתובת האינטרנט

[http://www.birds.org.il/show\\_item.asp?levelId=469](http://www.birds.org.il/show_item.asp?levelId=469)

כולנו אוהבים להתבונן בציפורים בשעה שאלו חולפות על פנינו בתעופה. אך ציפורים מסוגלות ליותר מכך: הן ממריאות ונוחתות, הן צוללות וחופרות, מנקרות ובונות, דגות ודורסות ועוד הרבה פעילויות שונות ומשונות.

המידע נסמך על האנציקלופדיה של אתר YNET כתובת

<http://www.ynet.co.il/yaan/0,7340,L-16774,00.html>