

# מסע בלילה המואר

## משחק לוח העוסק בזיהום אור

תרגום וגירסה עברית: עמיר וינשטיין

### JOURNEY THROUGH THE BRIGHT NIGHT

A board game about light pollution

Dr. Annette Krop-Benesch

משחק מקורי, מבוסס על מחקרים מדעיים. חובר ופותח על ידי ד"ר אנט קרופ-בנש - אקולוגית ומומחית לזיהום אור הפועלת בגרמניה - במטרה לקדם מודעות להשפעות השליליות של זיהום אור על הסביבה והטבע. תכני המשחק תורגמו והותאמו מאנגלית (תרגום חופשי ברוח הדברים), באישור מחברת המשחק, על ידי עמיר וינשטיין, אתר חרקים - עולם קטן בגדול (www.insectour.com). נכתב בלשון זכר מטעמי נוחות בלבד אך פונה לכל המגדרים.

### פתח דבר

#### מאת מפתחת המשחק Dr. Annette Krop-Benesch

שלום! שמחה שמצאתם את משחק הלוח שלנו העוסק בזיהום האור. פיתחתי אותו יחד עם ילדי: בנימין (בן עשר) ווייאן (בת שמונה) במטרה לעורר מודעות ולעודד את הציבור, בכל הגילאים, ללמוד על זיהום אור. זה נושא עצוב, אולם אנחנו חושבים שקל יותר ללמוד עליו אם הדבר נעשה בדרך של משחק לימודי מהנה. בחוברת זו תמצאו את כללי המשחק, מידע על זיהום אור ועצות כיצד להשתמש באור מבלי לגרום נזק רב מדי.

נשמח לקבל משוב על המשחק ומקווים שתיהנו ממנו. אם יש לכם הערות או רעיונות כיצד לשפר את המשחק, או אם מצאתם שיבושי כתיב, נשמח מאוד לדעת עליהם. ניתן ליצור איתנו קשר בכתובת דוא"ל [info@nachhaltig-beleuchten.de](mailto:info@nachhaltig-beleuchten.de).

אתם מוזמנים לשתף את המשחק או את הקישור אליו, עם כל מי שמתעניין, כי אנחנו שמחים על כל מי שמשחק בו. אנחנו מבקשים לשמור את שמות היוצרים על הלוח, כדי שידעו מי עשה את המשחק. מומלץ להוריד את המשחק מהקישור המקורי למקרה שנבצע שינויים כלשהם. אם תרצו לתרגם את המשחק לשפה אחרת, אל תהססו לפנות אלינו. המשחק כבר התפתח לפרויקט קהילתי ואנו מקווים להביא אותו בהמשך למדינות נוספות.

#### מקורות:

המידע על זיהום אור המוזכר במשחק מבוסס על מחקרים מדעיים. הרעיון למשחק הזה פותח על ידי הביולוגית והמומחית לזיהום אור ד"ר אנט קרופ-בנש, בנג'מין קרופ ווייאן קרופ.

אירורים גראפיים, אלא אם מוזכר אחרת, נלקחו מ: IAN/UMCES Symbol and Image Libraries, CC BY-SA 4.0, Pixabay.de

[Bear underneath stars \(kreize001\)](#), [blue tit \(OpenClipart-Vectors\)](#), [hedgehog \(Alan Frijns\)](#), [lantern \(OpenClipart-Vectors\)](#), [city skyline \(OpenClipart-Vectors\)](#).





## מדוע אנו זקוקים לחושך?

מטבע הדברים הלילה חשוך. באופן טבעי בלילה יש רק אור ירח וכוכבים. בעלי־חיים ליליים מותאמים היטב לרמות אור נמוכות. העיניים שלהם רגישות מאוד לאור או שהם משתמשים בחושים אחרים כדי למצוא את דרכם או את המזון שלהם בחשיכה. אולי יפתיע אתכם, אבל גם בני אדם יכולים לראות הרבה באור ירח - לפחות כל עוד אנחנו לא מסנוורים מאור מלאכותי. למעשה, אם מסתובבים בחשיכה עם פנס, אנו רואים הרבה פחות; בעיקר את מה שנראה במשך אלומת אור הפנס, כל השאר יראה חשוך מאוד. אולם, אם ניתן לעיניים מספר דקות להסתגל לחשיכה, נמצא שאנו יכולים לראות בחשיכה הרבה מאוד דברים שאור הפנס מסתיר מאיתנו.

בעלי־חיים פעילי יום, בהם האדם, ישנים בלילה. כדי לישון טוב, אנחנו זקוקים לחושך. בלילה בני אדם רבים וגם בעלי־חיים מוטרדים מאור, בדומה למטרד רעש. אנו זקוקים לחושך מסיבה נוספת, רק בחשיכה המוח מייצר את ההורמון מלטונין שאנו, כמו כל היונקים, זקוקים לו עבור שינה בריאה. שינויים ברמת המלטונין משמשים כשעון ביולוגי עונתי או יומי המתזמן פעולות התלויות באורך היממה. זו הסיבה שבגללה יש אנשים מעדיפים לישון עם תריסים מוגפים ומכבים אור מלאכותי. עבור אנשים מסוימים, אפילו אורו של ירח מלא בהיר מדי. אתם רואים, החושך באמת חשוב!

בעידן המודרני, נעשה שימוש בהרבה מאוד אור מלאכותי כדי להאיר את הלילה. בין השאר, זה מאפשר לנו להישאר ערים הרבה יותר זמן. אבל אור מלאכותי גם משנה את הטבע. במשך זמן רב, מדענים לא הבינו עד כמה החושך חיוני ושאר מלאכותי יכול להזיק. כיום אנו מבינים, לאט לאט, שאור עודף מסוכן לטבע ולבריאותנו. לצד הבנת הנזק אנו מפתחים דרכים להתנייד ולפעול עם פחות אור או עם אור המזיק פחות לסביבה; עדיין נדרשת העלאת מודעות אישית, ציבורית וממשלתית.

הפרעות חושך שונות נכנסות תחת ההגדרה של 'זיהום אור'. זיהום אור הוא מונח המתאר אור עודף, שמקורו באור מלאכותי, המשפיע שלילית על הביולוגיה, הפיזיולוגיה, האקולוגיה וההתנהגות של אורגניזמים (צמחים ובעלי־חיים). בישראל אין כיום מקום החופשי לגמרי מזיהום אור. אפילו אזורים מדבריים נידחים בנגב סובלים במידה מסויימת, גם אם קטנה, מזיהום אור.

במשחק לוח זה תוכלו ללמוד על מקצת מהשפעות של אור המלאכותי והפרעות חושך על בעלי־חיים וצמחים בעולם ובכלל. אם אתם רוצים לדעת יותר על הנושא המשיכו לקרוא.

## היה גם אתה שומר הלילה

כל אחד מאיתנו יכול להיות שותף בהגנה על הלילה. בין ואתם גרים בבית צמוד קרקע או בבית דירות; חשבו כיצד להשתמש באור. כבו אור שאינכם זקוקים לו. ככלל מנחה צריך פחות אור והשתמשו בתאורה חמה (צהובה).

העלו את המודעות לזיהום אור, הציגו את הנושא בשיחות עם אנשים אחרים, חברים, משפחה, בעבודה ובבית הספר. הרבה אנשים אינם מודעים למושג ולתופעה 'זיהום אור', רבים חושבים שאור מלאכותי הוא דבר נהדר (אכן, אבל עם תופעות לוואי קשות). רבים מסתכלים על הצד של החיסכון באנרגיה ולא על ההשלכות של השפעת האור עצמו. אפילו לתאורה סולרית השפעות מזיקות.

ישנם אנשים המפחדים מהחושך, חלק מהפחד נובע מכך שהם לא מכירים מצב אחר. נכון, בלילה הראות מוגבלת, וגם עולה הטיעון של מניעת פשע והפחתה בתאונות דרכים. אלו טיעונים מורכבים ולכאורה חזקים, אבל מקום מואר אינו בהכרח מוגן טוב יותר ותאורה בדרכים עלולה גם להזיק גם תעבורתית.

העיניים שלנו זקוקות להרבה פחות אור ממה שאנו נוטים לחשוב ובוהק יתר מתמשך עלול לפגוע בראייה. מנגד לעליה בזיהום אור סביבתי, בשנים האחרונות יותר ויותר אנשים מתרגלים לחושך טבעי ומרגישים נוח יותר ללא אור מלאכותי או עם אור מלאכותי מופחת. בהתאם עולה גם מספר הפעילים הנאבקים למען יותר חושך.

האם אתם סקרנים? מיצאו מקום חשוך, המוכר לכם היטב, למשל גינה, או שדה חשוך ללא פנסי רחוב. כבו את הפנס, אם פועל. הניחו לעיניים להסתגל בהדרגה לחשיכה, זה יקח כמה דקות אבל לאחר כרבע שעה, לאחר הסתגלות ראשונית, יפתח לכם עולם חדש. באור ירח אפילו תוכלו לראות את הצל של עצמכם. אם תרצו, תוכלו אף להצטרף לפעילות לילה של צפייה בכוכבים ולראות דברים מופלאים שלא ניתן לראות במרחב האורבני המזהם באור מלאכותי.

## האם אנו זקוקים לאור בכל מקום?

תאורת LED (לד) חסכונית באנרגיה ולכן היא פופולרית מאוד ומגיעה למקומות רבים, לעיתים מבלי לשאול אותנו: האם היא באמת נחוצה? תאורה מלאכותית הופכת את החיים שלנו לנוחים ובטוחים יותר; האם העובדה שאנו אוהבים אותה מקנה לנו זכות לפגוע בסביבה ובטבע? לדוגמא: האור מהעיר לוס אנג'לס שבארה"ב כה בהיר עד שניתן לראות אותו כזיהום אור ממרחק העולה על 200 ק"מ. במרחבים אורבניים יש ותאורת הרחוב כה בהירה עד כדי שהיא גוברת על תאורת חצרות חסכונית שנועדה להימנע ממכשולים.

טירה עתיקה או גורד שחקים מוארים יכולים להיראות מדהימים. האם מיצג כזה שווה את מותם של חרקים, ציפורים ועטלפים? האם אנו באמת צריכים להאיר מבנים כל הלילה. תאורה מלאכותית מגיעה אפילו לאזורים מרוחקים ומקשה עלינו לחוות חושך טבעי. הבעייה חמורה במיוחד בשמורות טבע, שם הטבע צריך הגנה גם בלילה.

אם מאירים בסמוך למקווי מים המהווים בית גידול חשובים לדו־חיים ובעלי־חיים נוספים, הנזק הנגרם לא שונה מהנזק שנגרם מייבוש המים. החושך הוא משאב חשוב ואנו לוקחים אותו מהדיירים הטבעיים של בית הגידול. הטבע וגם אוהבי הטבע זקוקים ללילה חשוך. עבור מי שלא מרגיש מספיק בטוח בחשיכה, יש די והותר אזורים מוארים, הרחק מאזורים טבע. בואו נשמור יחד על מרחבים מוחשכים עבור הטבע!

## קווים מנחים להארה סביבתית מודעת

כל תאורה מלאכותית בלילה מזיקה לסביבה ואין באמת אור ידידותי לסביבה או לבעלי־חיים, לא משנה מה כתוב על אריזת המוצר. עם זאת, לעיתים יש צורך אמיתי באור. הנה כלליסוד פשוט. מאירים רק היכן שבאמת חייבים כדי לשמור על בטיחות בני האדם. להלן מספר עצות כיצד להפחית השפעה שלילית של אור מלאכותי.

כבו אור שאינו חיוני. במקומות רבים פועלת תאורה גם אם אין שם אף אחד. שימוש בטיימר מאפשר לתזמן מועדי ההארה וכיבוי. ניתן להשתמש בגלאי תנועה המאפשר הארה רק כשצריך. כך ניתן גם לחסוך באנרגיה ובלאי.

האירו במידת הבהירות הנדרשת ולא יותר מכך. לעיתים קרובות מידי מתקינים תאורה בהירה מהנדרש. למשל: בתחנות דלק, בחלונות ראוה או בשלטי חוצות. עודף בהירות מסנוור ומפריע לקבלת מידע חיוני מהסביבה. אדרבא! במקום להגביר בהירות כדי לפצות, לכאורה, על פגיעה בראייה, מומלץ לצמצם בהירות.

בהירות יתר עלולה, למשל, לסנוור נהגים בצורה מסכנת, אפילו בזמן עמידה בפקק או ביציאה מחניה, דווקא בזמן שבו נדרשת ערנות סביבתית וראייה מרחבית. הפחתה בכמות אור והגדלה בפוזור שלו נכונה יותר לראייה שלנו. התקנת סוככי אור סביב מקורות אור או על גופי תאורה מצמצמת זליגת אור לכיוונים שאין בהם צורך, כמו השמים.

השתמשו באור 'חם'. צבע האור הנפלט ממקור אור נמדד על פני סולם טמפרטורה ביחידות קלווין (KELVIN) אשר מסומן בדרך כלל באות K. אור יום שווה לכ־5000K. תאורה לבנה - כחולה נחשבת ל'אור קר' בעוד תאורה צהובה, כתומה ואדומה, נחשבת ל'אור חם'. כל אור מלאכותי, לא משנה מהי טמפרטורת הצבע שלו, מזיק לטבע. אולם הוכח שככל שהאור חם יותר, כך הוא מזיק פחות לבעלי־חיים. זה נכון במיוחד עבור התמצאות במרחב בציפורים וחרקים. זה גם פחות מפריע למקצבי יום-לילה, בבני האדם.

יעילות אנרגטית אינה בהכרח ההיבט החשוב ביותר, במיוחד אם היא מובילה לשימוש יתר באור ובסיכומו של דבר לשימוש יתר באנרגיה. יש לאזן את השימוש באור וסוג האור עם הנזק שהוא גורם לסביבה ומסיבה זו יש לאזן בין יעילות אנרגטית להגנה על המגוון הביולוגי. נכון להיום,

הפתרון הטוב ביותר הוא להשתמש באור לבן חם (2200-2700 קלווין) ובכל מקרה לדלל מקורות אור ורק בשטח בו הוא נחוץ. שימוש בנורות בצבע אמבר (1800 קלווין) מספק אווירה נעימה ופחות פוגענית. תכנון נכון של תאורה סביבתית יכול לספק חיסכון אנרגטי העולה על זה המגיע משימוש בתאורת LED חסכונית אך בהירה מידי.

# רקע מדעי

## למקרים המוזכרים במשחק

**שדה 5.** מכירים את האמרה "נמשך כעש אל האור? חרקים רבים, כעשים, חיפושיות, ארינמלים ועוד, נמשכים כבמטה קסם אל אור מלאכותי. הסיבה לתופעה אינה ברורה, קיימות מספר השערות וסביר שלא כולן תקפות לכל המקרים. תאורה 'חמה' (כתומה) יכולה למשוך חרקים ממרחק של עד 20 מטרים, תאורה 'קרה' (לבנה) מושכת חרקים מעופפים אף ממרחקים גדולים יותר. ככל שאור בהיר ולבן יותר, כך עוצמת המשיכה שלו עולה. חרקים החגים סביב אור מלאכותי - במקום לשחר או להאביק פרחים - מאבדים מאגרי אנרגיה, ומתים לבסוף מתשישות או נשרפים בחום.

**שדה 12.** מינים אחדים של עטלפים הסתגלו לצוד חרקים סביב גופי תאורה, אולם אף מין של עטלפים אינו אוהב לעוף לאורך דרכים מוארות. שם, סביר להניח, הם חשופים יותר לדורסי לילה. עטלפים רבים חיים בערים ובישובים כפריים. בערב הם מעופפים מאתרי הלילה למרחבי הציד המצויים במרחבים אורבניים או בשטחים הפתוחים. נמצא שבמסעות אלה הם מעדיפים מסלולים לא מוארים. אם אין כאלו בנמצא, הם מבצעים מעקפים המאריכים את זמן התעופה ומגדילים את החשיפה לטורפים או מגיעים לאזורי ציד פחות טובים. במקרים כאלו הם עשויים לנטוש את הסביבה כדי להימנע מרעב.

**שדה 17.** רוב הציפורים הנוודות, במיוחד ציפורי שיר קטנות, מעופפות בלילה. לצד השימוש בציוני דרך ובשדה המגנטי של כדור הארץ, הן נעזרות גם באור ירח וכוכבים כדי לנווט את דרכן. אורות בהירים מושכים אותן כפי שהם מושכים חרקים. מדענים הבחינו שציפורים בנדידה עשויות לסטות מנתיב הנדידה עד מספר קילומטרים אל תוך ערים מוארות. סטייה זו כרוכה באובדן זמן יקר ואנרגיה והן נצרכות לעצירות ביניים ארוכות יותר. אף אחד אינו יודע כמה ציפורים מאחרות ליעדן או כלל לא מגיעות כי האור הסיט אותן מדרכן.

**שדה 19.** עבור רבות מהציפורים הסטייה מנתיב הנדידה לערים פירושה מוות. כשהן מסונוורות מתאורת שלטי חוצות או זרקורים, נפגעת גם התפישה החזותית והן מתנגשות בבניינים או בציפורים אחרות. לפעמים אפשר לשמוע את זעקות הפחד שלהם. מדי שנה מיליוני ציפורים מוצאות כך את מותן או נפצעות קשה. לא אחת תועדו מקרים בהם מאות ציפורים התרסקו בלילה אחד אל קירות זכוכית מוארים או אפילו על חלון קטן יותר.

**שדה 23.** אף שעטלפים אינם אוהבים לעוף בנתיבים מוארים, ישנם מינים כמו: עטלפון לבן שוליים או הסוג אשף הצדים חרקים סביב פנסי רחוב. חרקים הם טרף קל כי מנגנוני ההגנה שלהם אינם יעילים באור. מיני עטלפים אחרים כמו: הסוג נשפון אינם צדים באור, הם נשארים בחשיכה אבל שם יש פחות חרקים, כי רבים מהם נמשכים מאזורים מוחשכים לאזורים מוארים; אז העטלפים נשארים רעבים. נמצא שאזורים מוצפים באור חסרים מיני עטלפים שאינם סובלים אור ועושר המינים בהם דל יותר.

**שדה 28.** עצים אינם ישנים כבני אדם, אולם כמונו הם זקוקים למנוחה במהלך הלילה. בחושך, מופעלים מנגנוני אישוש פיזיולוגיים ותיקון נזקי קרינת UV בעלווה. בלילה תאורה מלאכותית פוגעת בתהליכי האישוש, העלים מקבלים כתמים חומים ומתים בטרם עת. בסתיו, עלים מוארים אינם 'מבינים' שהימים מתקצרים, העצים אינם משירים עלים בזמן ועלולים להיפגע מכפור. באביב, עצים מוארים מניצים מוקדם מדי והניצנים עלולים להיפגע גם מכפור מאוחר. כאשר האור הופך לשוב שלילי הוא פוגע בשעונים ביולוגיים המתזמנים מקצבים של לבלוב, פריחה, שלכת ועוד.

**שדה 30.** דג הסלמון (אלתית) בוקע מהביצה במעלה נהרות ולאחר שגדל דיו הוא נודד במורד הזרם אל האוקיינוס. בדרך כלל הדגיגים נחים בלילה, אולם באזורים מוארים הם נשארים פעילים גם לאחר השקיעה והופכים חשופים יותר לטורפים. עודף פעילות מבזבז אנרגיה ועלול לסכן אותם. אנפות אפורות, שבדרך כלל צדות ביום, מנצלות את הלילה המואר למשמרת ציד מאוחרת ותופסות ביתר קלות את הסלמון הצעיר. גם כלביים נצפו צדים דגי סלמון בלילה, אם יש אור מלאכותי.

**שדה 32.** ציפורים נודדות מופרעות לעתים קרובות על ידי אורות הכרך. הציפורים סוטות קילומטרים רבים מנתיבי הנדידה ומסתובבות שעות מעל המרחב האורבני. רבות מתות בהתנגשויות עם בניינים ושלטי חוצות, בעוד אלו שהצליחו להתחמק נחלשות ונזקקות למנוחה נוספת. נמצא שיותר ציפורים נודדות נחות בקרבת ערים מוארות, אף כי אזורים אלה אינם טובים למנוחה. שם אין די מזון ומחלות מתפשטות בנקל עקב צפיפות האוכלוסייה. אזורים כאלו גם מושפעים מערים מזוהמות ויש בהם צפיפות גבוהה של טורפים כמו: חולדות, חתולים, ושועלים. מכיוון שהציפורים נחות זמן רב יותר ממה שהן אמורות באופן טבעי, הן מאחרות ליעדן. מועדי הרבייה מתעכבים, ותמהיל המזון שהן פוגשות ביעד משתנה.

**שדות 45 ו-47.** אנשים נוטים לקבל בברכה קיפודים בגינות הנוי שלהם, מכיוון שהם אוכלים גם מזיקים. למרבה הצער, רק בגנים מעטים יש די מקומות מסתור מתאימים ומזון הראוי לקיפודים (מזון חתולים רע מאוד לקיפודים). קיפודים צעירים נעים מרחקים ארוכים כדי למצוא נחלה פנויה וקיפודים בוגרים צריכים נחלות גדולות ומגוונות. בזמן הפעילות קיפודים אוהבים להישאר בחסות החושך, המספק הגנה יחסית מפני דורסי לילה, חתולים, שועלים וטורפים אחרים. אורות גן מעלימים את החושך החיוני והקיפודים צריכים לבצע מעקפים ארוכים ומתישים, לעיתים אלו חוצים דרכים שם הם נדרסים. מקורות אור נמוכים, כמו תאורת גן סולארית, מאירים ישירות בעיניו של הקיפוד ומעוררות אותו. לקיפוד לוקח דקות ארוכות עד שהוא יכול לראות היטב שוב, דקות שבהן הוא יהיה לחוץ כי הוא אינו יכול לראות מה מתרחש סביבו. מסיבה זו, בגנים ידידותיים לקיפודים אין אורות.

**שדה 56.** בדרך כלל, אנפות אפורות (ומינים נוספים) ישנות בלילה, אבל חלקן למדו לנצל אור מלאכותי עבור משמרת ציד מאוחרת. בלילה הן ממתינות על שפת מקווי מים מוארים, לדגים או דו-חיים שכרגיל נחים או ישנים בחשיכה (שדה 30). עבור האנפות זה יתרון, כי הן יכולות לתפוס יותר אוכל. עבור דגים ודו-חיים גם הלילה הופך לא בטוח. אם יש לכם בריכת נוי ואינכם רוצים להזמין אנפות לחגיגת ציד מאוחרת, המנעו מזיהום אור סביב מקווה המים.

**שדה 59.** כשהיום מתארך ציפורי שיר (וגם ציפורים ויונקים אחרים) יודעים שהאביב מגיע. גופן מתכוון לרבייה שבועות לפני ההזדווגות. זכרים מחפשים טריטוריות טובות ומתחילים לשיר כדי למשוך נקבות. באזורים המוצפים בתאורה מלאכותית, אורך היום אינו משתנה משמעותית במהלך השנה. בתנאים כאלו מינים רבים, בהם: ירגזים, אדומי חזה ושחרורים, מתחילים את תקופת הרבייה מוקדם מדי.

במזג אוויר חם הטלה מוקדמת עשויה להוות יתרון המאפשר מחזור רבייה נוסף. אולם אם האביב מאחר, הגוזלים בוקעים כשעדיין קר מידי. גם המזון, ובעיקר חרקים המהווים מקור חשוב לחלבונים עבור גדילה, לא ימצא בשפע. אם כך הטלה מוקדמת עלולה להסתיים במות הגוזלים מקור ורעב. נמצא שירגזים צעירים המתפתחים בקרבת פנסי רחוב דורשים יותר מזון, ולכן האמהות שלהם ישנות פחות - הצעירים, לעומת זאת, לא גדלים מהר יותר. הידע על סיכויי ההישרדות של צעירים כאלו אינו מספיק. עודף אור מפריע לשנת הציפורים, מה שפוגע בבריאותן של ציפורים בוגרות. המערכת ההגנה החיסונית נחלשת, והן פגיעות יותר למחלות.

**שדה 64.** עטלפים הם מעופפי לילה מדהימים! הודות לאיכון הד, הם יכולים למצוא את דרכם ואת מזונם בחושך מוחלט. אבל השימוש באיכון הד מעייף. דמיינו שתצטרכו לצעוק במלוא העוצמה כל הזמן! יש עשים היכולים לשמוע את קריאות העטלפים ולהימנע מהם על ידי נפילה לקרקע. לפיכך, אם יש מספיק אור, עטלפים משתמשים גם בעיניים, במיוחד אם הם מעופפים בלילה ממחסות היום לאזורי הצייד. עיני העטלפים רגישות מאוד לאור. אם הם מסונוורים בפתאומיות מפנס מכונית או תאורה הנשלטת על ידי גלאי תנועה, הם עלולים להתנגש במכשולים ולהיפצע.

**שדה 70.** מקהלת בוקר של ציפורים היא אירוע מתוזמן אור. כל ציפור שיר מתחילה לשיר ברמת אור מסוימת. באירופה, אדום חזה הוא מהמקדימים לשיר עם שחר, לאחר מכן מתחיל השחרור לשיר. באזורים עם זיהום אור, אדומי חזה מתחילים לשיר עד שעתיים לפני הזריחה והשחרורים מקדימים בכ-90 דקות. לכאורה הציפור זוכה ליותר זמן שיחור אך מקבלת פחות זמן שינה. שחרורי העיר זוכים, בערך, לשעת שינה אחת פחות משחרורי הכפר. עבור ירגזים, ההבדל בין ציפורים עירוניות לכפריות יכול להגיע עד לשבע שעות. פעילות מוקדמת מצריכה תוספת אנרגיה (מזון), אחרת המערכת החיסונית שלהן תיחלש. אם לכאורה תוספת שעות פעילות נראית כיתרון, הרי בטווח הארוך היא עשויה להזיק לציפור.

**שדה 76.** עם שקיעת החמה העולם משתנה. בחשיכה רק בני אדם מעטים פעילים בשטחים הפתוחים והחושך מציע ביטחון יחסי גם לבעלי־חיים גדולים יחסית כמו: צבאים וטורפים. בעלי־חיים פראיים למדו שבני אדם עשויים להוות סכנה וכי מפגש איתם עשוי להסתיים במוות, עבור החיה. מחקרים בקליפורניה הראו כי פומות (סוג של חתול בר גדול) נמנעים מאזורים מוארים ועוקפים אותם בנתיבים ארוכים. בבית גידול מקוטע הנחתך על ידי דרכים, יישובים ופעילויות בילוי אנושיות, אור מלאכותי מהווה בעיה נוספת עבור חתולי הבר המדהימים הללו וחיות בר בכלל.

**שדה 80.** כמה קבוצות כוכבים אתם מכירים? הראיתם את שביל החלב בלילה חשוך? משחר ההיסטוריה בני האדם אוהבים גרמי שמים. תרבויות שונות, למשל: ילידים בצפון אמריקה מאמינים כי אבותיהם הם צאצאי כוכבים. עבורם שמי הלילה הם מה שבתי התפילה עבורנו - אתרי פולחן קדושים, רק שאלו לא נוצרו על ידי בני אדם, והם חלק מהטבע הקדמון. זיהום האור הופך את גרמי שמים לבלתי נראים, ומיתוסים עתיקים נעלמים איתם.

הדחף להגיע לכוכבים הוא כוח מניע חזק בפיתוח טכנולוגיות מודרניות העוזרות, בין השאר, להבין את מקומנו ביקום. בעוד אבותינו האמינו במשך אלפי שנים שאנו מרכז הבריאה, כעת אנו מבינים שיש לנו רק כוכב לכת אחד, קטן, שבר ויקר מאוד לשרוד בו. לא יהיה כוכב חירום להתיישב עליו, אחרי שנשמיד את הקיים. כדי לזכור כמה מיוחד כדור הארץ עלינו להביט למעלה, אל הכוכבים.

אסטרונומים רבים משתמשים בטלסקופ רדיו, אך גם טלסקופים אופטיים הכרחיים. זה לא אומר בהכרח רק טלסקופים גדולים. בכל לילה, אלפי אסטרונומים חובבים סורקים את השמים עם טלסקופים קטנים בכדי לאתור אסטרואידים. בכך הם גם מתפקדים כמערכת התרעה מוקדמת למקרה של אסטרואיד המצוי במסלול התנגשות. כיום, בעקבות שפע אור מלאכותי, נעשה קשה יותר ויותר לזהות בשמים עצמים קטנים. בנוסף, ציי לוויינים קטנים החגים במסלול נמוך סביב כדור הארץ, כדוגמת המערכת Starlink מחזירים את אור השמש ומתערבבים באורות השמים הטבעיים, עד שבקרוב יהיה כמעט בלתי אפשרי לזהות עצמים מסוכנים הנעים לעבר כדור הארץ. ביננו, האם יש משהו מרשים יותר מצפייה בשמים בלילה חשוך המואר באינספור כוכבים מנצנצים ואפילו צפייה בכמה גלקסיות, אותן נוכל לראות גם במשקפת.

**שדות 84 ו-88.** כמעט שליש מכלל היונקים הם ליליים, במיוחד מינים קטנים כמכרסמים. החושך מספק להם הגנה יחסית מפני טורפים כדורסי לילה. לדורסי לילה שמיעה מדהימה, כך הם יכולים לצוד בחושך מוחלט, אולם יש להם גם ראייה טובה והם צדים גם באור הירח. מסיבה זו, בלילות ירח מכרסמים שוהים במחילות זמן רב יותר ומוצאים פחות מזון. הם יכולים להסתדר כך במשך מספר לילות בחודש, אולם במקומות מוארים לא נשאר להם די זמן שיחור והמכרסמים באזורים כאלו גוועים ברעב. כתוצאה מכך, יהיו פחות מכרסמים ובשלב הבא פחות דורסי לילה.

**שדה 97.** עבור הזבלית אין דבר יותר יקר מאשר גללים (הפרשות בעלי־חיים), היא תיצור מהגללים כדור זבל, תגלגל אותו עד למחילה עמוקה שנחפרה במיוחד בקרקע ותטיל עליו ביצה. הזבל ישמש מזון לזחל ממנו תתפתח זבלית בוגרת. באפריקה ערמות גללים (בעיקר של אוכלי עשב) אינן נפוצות כפי שהיינו מצפים והתחרות על המשאב היקר גדולה. עד כדי כך גדולה שזבליות גונבות או מנסות לגנוב כדורי זבל אחת מהשניה. מסיבה זו, לאחר הכנת כדור הזבל, הזבלית צריכה להתרחק מערימת הגללים בדרך הכי מהירה, שהיא תנועה בקו ישר. כדי להימנע מתנועה במעגלים זבליות משתמשות בגרמי שמים כנקודות יחוס. עבור זבליות פעילות לילה די באור העמום של שביל החלב כדי לשמור על תנועה בקו ישר. למרבה הצער, גם בשמורות טבע המרוחקות (אפילו 100 ק"מ) ממרחבים אורבניים, השמים הפכו בהירים מכדי לראות ברור את שביל החלב.

**שדה 101.** מרבית הדו־חיים (צפרדעים, קרפדות, טריטונים, סלמנדרות) הם ליליים. אור השמש מייבש את עורם הרגיש וביום קל יותר לטורפים לאתר אותם. אם עיניהם הרגישות לאור נפגעות מבוהק תאורת הלילה, הם מתעוורים זמנית, עד שעה ואם הסנוור מתמשך המצב מחרף. דו־חיים מסונוורים נעמדים במקומם כיהם לא יכולים לראות מה קורה סביבם - אז הם הופכים חשופים יותר לחתולים, שועלים ולדורסי לילה.

**שדה 105.** שטצדאים הם אחת מכמה קבוצות של אורגניזמים זעירים השומרים על ניקיון מקווי מים. עם רדת החשיכה הם עולים קרוב לפני המים וניזונים מאצות. אירוע דומה מתרחש מדי לילה באוקיינוסים שלנו. בכל לילה, אינספור טונות של סרטנאים קטנים, לרבות דגים ודיונונים ואורגניזמים מיקרוסקופיים אחרים - נקראים זואופלנקטון - עולים מעומק מאות מטרים כדי לאכול בסמוך לפני המים. בבוקר הם יורדים חזרה לים העמוק, שם הם משמשים גם כמזון במקום שלעולם אינו רואה אור. זוהי תנועת ההגירה הגדולה בעולם של ביומסה. יצורי מים אלו רגישים מאוד לאור. די באור זרקורים או זוהר עיר סמוכה כדי להפחיד אותם. תאורה מלאכותית על קו המים או תאורת זרקורים על ספינות דיג ופלטפורמות ימיות מדכאת את התנועה הלילית של הזואופלנקטון. המשמעות: פחות אצות נאכלות, מתעצמת פריחת אצות, ותושבי הים העמוק נשארים רעבים.

**שדה 112.** חופמים משתמשים במקור ארוך כדי לתפוס תולעים וחסרי-חוליות אחרים בשטחי בוץ. חלק מהחופמים משתמשים בחוש המישוש כדי למצוא מזון, אחרים מסתמכים על העיניים וניזונים רק במהלך היום. תאורה מלאכותית מאפשרת לצידי היום להאריך את זמן השיחור לתוך הלילה. לכאורה כמה טוב לציפור הבודדת באותו רגע. בפועל התוצאה היא לחץ טריפה גדול יותר על התולעים והמערכת האקולוגית משתבשת. יתר על כן, לא מהנמנע שאזורים מוארים אינם בהכרח המקום הטוב ביותר להיות בו עבור הציפורים. הן קרובות לאזורים מאוכלסים, נמלים ומתקנים תעשייתיים. המים ובוץ באתרים כאלו מזוהמים לעתים קרובות ושם גדל הסיכוי להיות מותקפים על ידי חולדות או חתולים.

**שדה 118.** זה לא קל להיות צבי ים. מתוך כ־1,000 ביצים, רק שני צבים יגיעו לבגרות ויביאו צאצאים בעצמם. מאבק ההישרדות מתחיל עוד בחוף הים. אבקועי צבי הים מגיחים בלילה מהקן המצוי עמוק בחול ומשימתם הראשונה היא להגיע במהירות האפשרית למי הים. מנגד ניצבים סרטנים, שחפים, וטורפים אחרים המנסים לתפוס אותם, במיוחד את המאחרים המתגלים בשעות האור. באוקיינוס הם ניצודים על ידי דגים, כרישים, דולפינים וציפורי ים. בדרך כלל אור הירח והכוכבים מנחה את האבקועים לעבר הים. הם נמשכים לאזור הבהיר ביותר בסביבתם ובמצב טבעי אלו פני הים המחזירים את אור גרמי השמים. למרבה הצער, בחופים של היום, אור המגיע מישובי החוף בוחק הרבה יותר מפני המים ואבקועים רבים נעים לכיוון הלא נכון. אם הם לא נאכלים או נדרסים, הם מתעכבים בחוף ומתייבשים. בפלורידה (ארה"ב) לבדה, מערכים שכ־100,000 אבקועים מופרעים על ידי אור מלאכותי מדי שנה.

**שדה 125.** עבור כלבי ים שינה טובה מחייבת לילה חשוך. שינה טובה חיונית עבור שיחור מוצלח למחרת. אתרי לינה של כלבי ים הנשמרים מוחשכים מאפשרים להם לישון טוב יותר ולשרוד.

**שדה 128.** יסעורים הם עופות המבלים את מרבית חייהם בתעופה מעל האוקיינוס הפתוח. הם מגיעים ליבשה רק כדי לגדל את הגוזלים. זמן קצר לפני שהציפורים הצעירות (פרחונים) מוכנות לעזוב את הקינים ההורים עוזבים. הפרחונים יוצאים עצמאית לטיסת הבכורה ואור ירח וכוכבים מנחים אותם לעבר האוקיינוס הפתוח. אולם אין כך הדבר כאשר בסביבה הסמוכה ישנם יישובים מוארים, נמלים או מתקנים תעשייתיים. אור מלאכותי מושך את הפרחונים לעבר היבשה ונחיתה על הקרקע עשויה להעמיד אותם בסכנת מוות. הם אינם מותאמים לעוף לאוויר ישירות מהקרקע. הם צריכים שטח פנוי ומוגבה ורוחות מסייעות כדי להתרומם לאוויר, ואת הללו כמעט בלתי אפשרי למצוא בקרבת מתקנים אנושיים. הציפורים הצעירות נותרות חסרות אונים על הקרקע, שם הן מהוות טרף קל לטורפים, נדרסות על ידי מכוניות, גוועות ברעב או מתות מהתייבשות. מדי שנה, סביבתנים (פעילי שמירת טבע) אוספים אלפי פרחונים ומחזירים אותם לאוקיינוס. עם זאת, אין זה משנה עד כמה הם עובדים קשה, כל עוד החופים מוארים בבהירות, כפי שהם עכשיו, ימותו יסעורים צעירים. לדברי מומחים לעופות ים, זיהום אור הוא איום גדול יותר על קבוצת ציפורים זו, בה מינים רבים מצויים בסכנת הכחדה, מאשר האיום של פסולת פלסטיק או דיג יתר.

**שדה 134.** בשנים האחרונות גדל ועולה מספר האנשים בעולם הקוראים למעבר ל'תאורה נכונה', תאורה מודעת לילה. ערים, קהילות ועסקים מפחיתים תאורה, עוברים לתאורה פחות מזיקה או מכבים אורות לגמרי. ערים שונות בעולם הפסיקו להאיר את קווי הרקיע במועדי נדידת ציפורים. תאורת חופים או בקרבתם מעוצבת כך שתפריע פחות לצבי הים. במקום פסטיבלי אור עוברים לאירועי 'שמים אפלים' וצפייה בכוכבים. במקומות שונים בעולם שמורות ופארקים הופכים לפארקים אפלים, בהם משתמשים בתאורה מינימלית שאינה יוצרת זיהום אור.

כל אחד יכול לעזור בהגנה על הלילה מפני זיהום אור, גם אתם. ספרו לאחרים על זיהום אור. מדוע עודף אור מזיק לנו ולסביבה. כיצד אנחנו יכולים להשתמש באור באופן חכם ונכון יותר. ההגנה על הלילה מתחילה בבית האישי שלנו - מתחילים לכבות אורות שאינם חיוניים לבטיחות.

**שדה 140.** כמעט סיימנו! אבל אבוי, האור נמצא בכל מקום, אפילו באוקיינוס העצום. זרקורים ענקיים, בצבע ירוק זוהר מושכים דגים ודיונונים לתוך רשתות ענק של ספינות דיג. אורות אלו כל כך בהירים שאפשר לראות אותם מהחלל. ציפורי הים הפתוח כמו: אלבטרוסים, תוכי ים ויסעורים עוקבים אחר האורות כדי להנות מהשלל. יש דיווחים על יותר מ־1,000 ציפורים שנחתו על סירת דיג קטנה וכמעט גרמו לה להתהפך.