



דבר העורכת

לקוראים שלום!

ב-11 בפברואר 1847 נולד הממציא תומס אדיסון. הוא היה אחד הממציאים הפורים ביותר והראשון שהקים "בית מלאכה" להמצאות. גיליון זה של נושאנצ'יק מכבד את זכרו ומוקדש לממציאים ולמדענים ששינו את עולמנו במאות השונות.

אז מה בגיליון? אבינועם טלמן מספר לנו על חייו המרתקים של אדיסון, בן המאה ה-19. בני תמרי ממשיך ומתאר את תולדות התפתחותו של התקליט (אנחנו כבר במאה ה-20). ואז, אלי מועלם מסביר על ההתפתחות המודרנית ביותר – הנדסה גנטית וביוטכנולוגיה – המדעים של המאה ה-21. בפינה הישראלית נתרכז במדען היהודי המפורסם ביותר – אלברט איינשטיין. ולבסוף, כבכל גיליון, חידון בולאי נושא פרסים.

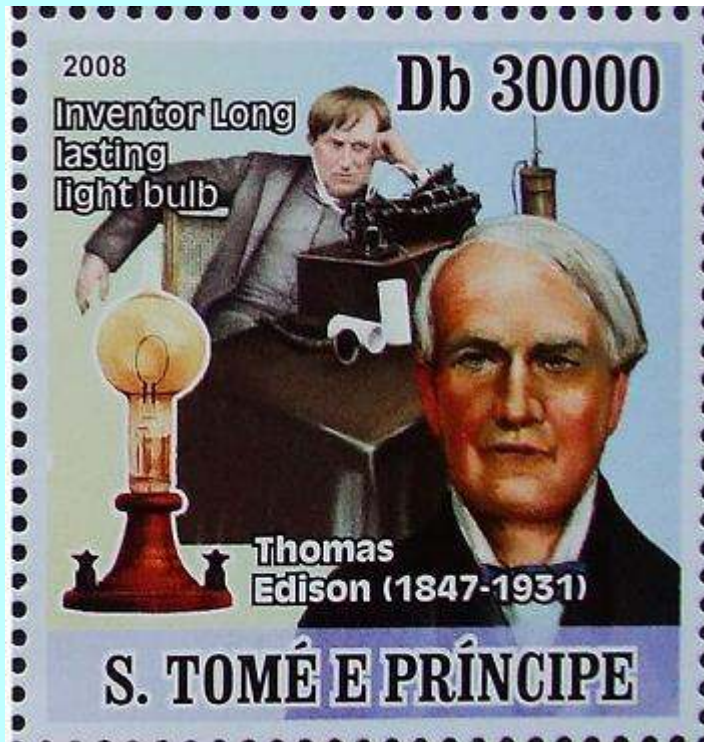
חג הפורים עומד בפתח ואנו רוצים להכריז על תחרות חדשה. אם בחרתם תחפושת הקשורה לבולאות נשמח אם תשלחו לנו תמונה. **התחפושת הססגונית והמקורית ביותר תזכה בפרס בולאי. חג פורים שמח!**



שלכם, שביט

תומס אלווה אדיסון

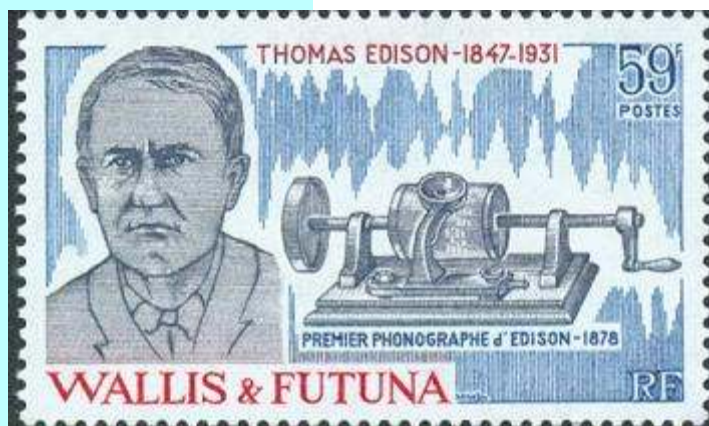
אבינועם טלמן



תומס אלווה אדיסון היה ממציא, מדען ואיש עסקים אמריקאי אשר הגה ויצר מוצרי צריכה רבים כמו נורת החשמל והטלגרף.

אדיסון נולד ב-11 בפברואר 1847 בארצות הברית. הוא היה חירש באופן חלקי בעקבות פיצוץ שאירע במעבדה אשר הקים בביתו בעוד בן 7 בלבד. בעקבות הארוע הוא מעולם לא למד בבית ספר ציבורי אלא קיבל חינוך ביתי מאמו. בצעירותו עבד כירקן וכמוכר ממתקים. חייו השתנו כשהחל לעבוד במפעל טלגרף שכן לפתע הבין כי ביכולתו לשכלל המצאות קיימות, כמו להפוך את הטלגרף למכונה אלקטרונית.

הוא עקר לניוארק שבניו ג'רסי שם החל לעבוד על פיתוחים והמצאות שונות. סך הכך רשומים על שמו 1100 פטנטים שונים רק בארצות הברית ועוד אלפים רבים בבריטניה, צרפת וגרמניה. הוא החל להוציא עיתון בשם "THE WEEKLY HERALD" שלראשונה הודפס בשיטת סרט נע (בדומה לימינו), אך המצאתו הראשונה הרשומה כפטנט היא העט החשמלי המהווה בסיס לעט אשר משתמשים בה מקפקעי גוף בבואם לקעקע.



הפונוגרף

אדיסון הגיע לתודעת הציבור ב-1877 אז זכתה המצאתו – הפונוגרף – להד ציבורי נרחב. הפונוגרף היא המכונה הראשונה אשר יכלה להקליט ואז להשמיע קול. המצאה זו היוותה בסיס לכל מכשירי ההקלטה הידועים לנו מאז. ייחודה היה בכך שלראשונה ניתן היה לצרוב את הקול על גבי תקליט ובעזרת מנגנון בדומה לגרמופון להשמיעו שוב.



אדיסון במנלו פארק

את רוב המצאותיו המציא במוסד אשר ייסד בעצמו – מעבדת המחקר מנלו פארק. לראשונה בהיסטוריה הוקם מוסד שמטרתו המוצהרת הייתה להביא לעולם שיפורים טכנולוגיים רבים ככל האפשר. הוא הבין כי ריבוי ידיים ומוחות העוסקים באותו נושא יביא לתוצאות מהירות יותר. היו אף תקופות כי מפעל ההמצאות הזה עבד מסביב לשעון כאשר אדיסון מפקח על כל הניסויים וההמצאות תוך מתן תנאים סוציאליים חריגים לאותה תקופה – מזון ושתיה מרובים, מוסיקה לכל אורך שעות העבודה ואף בונוסים כספיים.

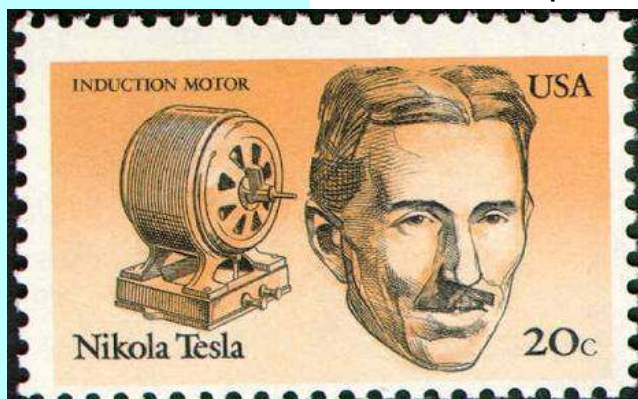
יחד עם זאת, היה ביכולתו לקחת עיצובים קיימים של מוצרים אשר עדיין היו בתהליכי פיתוח אצל אחרים ולהביסם בדרך ליצירת המוצר המוגמר, רישומו כפטנט ושיווקו לציבור. אחד מהמוצרים הללו היה נורת החשמל.



הנורה של אדיסון

בשנת 1879 היו מספר ממציאים אשר עבדו על המצאה זו במקביל. אדיסון היה הראשון שהצליח ליצור נורה הדולקת לזמן רב יותר מכולם שכן ווידא שחמצן לא ייכנס לחלל הנורה ובכך יגרום לקיצור חייה. ההמצאה נרשמה בפטנט בשנה זו ומאז, כמו שאומרים, הכל היסטוריה. אגב, קיימות עדיין שתי נורות מקוריות מהייצור המקורי של אדיסון: הן נמצאות במוסד אשר ייסד ומודלקות פעם בשנה ליום אחד – יום הולדתו של אדיסון.

בכדי לשווק את הנורות הללו ניסה אדיסון לפתח רשת חשמל העובדת על גנרטורים ופועלת כזרם ישר (DC). הוא התעקש על פיתוח הרשת ואף ניהל



ניקולא טסלה

מלחמה עקובה מול ממציאי זרם החילופין (AC), ניקולא טסלה ושותפו וסטינגהאוס. אדיסון לא בחל בשום אמצעי בכדי לנצח במלחמה זו – מלחמת הזרמים – אך נכשל מסיבה פשוטה: זרם החילופין היה מתאים יותר לנורה החשמלית, ניתן להעבירו למרחקים גדולים יותר ובעלות נמוכה יותר.

ציטוט ידוע של אדיסון הוא "אם אי אפשר למכור את זה, אני לא אמציא את זה" והוא אכן לא סטה ממוטו זה במשך כל ימיו. בזכות המצאותיו הרבות זכה לכינוי "הקוסם ממנלו פארק". המצאות חשובות נוספות המיוחסות לאדיסון הם:

- מקרן הראינוע – איפשר לצפות בסרטים על מסך גדול והיווה את הבסיס לקולנוע של ימינו



שפורפרת הטלפון של אדיסון

- שפורפרת הטלפון – (המוכרת לנו כיום) ניתן לדבר ולשמוע באותו זמן

- קטר חשמלי
- טורפדו מונחה
- גומי סינטטי
- נייר שעווה

- פלאורוסקופ – מכשיר המשתמש בקרני X בכדי לצלם, פיתוח של הרנטגן.
- מכונת שאיבה – הבסיס לשואב האבק

אדיסון עסק כל ימיו בעסקיו ולא הקדיש זמן רב לנשותיו השונות או לילדיו שגדלו והפכו לפרועים למדי. הוא לא הרבה להתקלח או להחליף בגדים ומרוב תשיות מעבודתו הבלתי נלאית היה נרדם כמעט בכל מקום אפשרי – בעמידה, על המדרגות בכניסה לביתו, על שולחן עבודתו ואף במעבדות השונות אשר במפעלו. דוגמא מצויינת לאישיותו המעניינת של אדיסון הייתה שכאשר הפסיד את כל כספי הרווחים מהמצאת נורת החשמל (4 מיליון דולר של אותם ימים) בניסוי לזיקוק עופרת אמר: "טוב, נו, הלך הכסף, אבל הדרך שהוא הלך הייתה נפלאה!"



אדיסון נפטר ב-18 באוקטובר 1931 משילוב של סוכרת, כיב בקיבה ודלקת מעיים. הוא היה בן 84 במותו. הוא השאיר אחריו 3.5 מיליון דפים המתעדים את עבודתו לאורך שנות פעילותו. הוא כונה "האזרח המועיל ביותר באמריקה" עקב תרומתו הרבה בתקופה כל כך קצרה לעיצוב פני הטכנולוגיה של תקופתו ולמעברה מעידן הקיטור ותאורת הגז לעולם החשמל והאלקטרוניקה המוכר לנו כל כך. אדיסון תרם לקידמה והמציא רבות מההמצאות הנמצאות בשימוש עד היום, למרות שלא למד מעולם חינוך פורמאלי. ניתן לסכם את חייו במשפט שהוא אמר בעצמו:

"לא נכשלתי, פשוט מצאתי המון דרכים שלא עובדות" – תמציתו של גאון!

לתגובות ניתן לפנות לאבינועם בכתובת: talmana@gmail.com

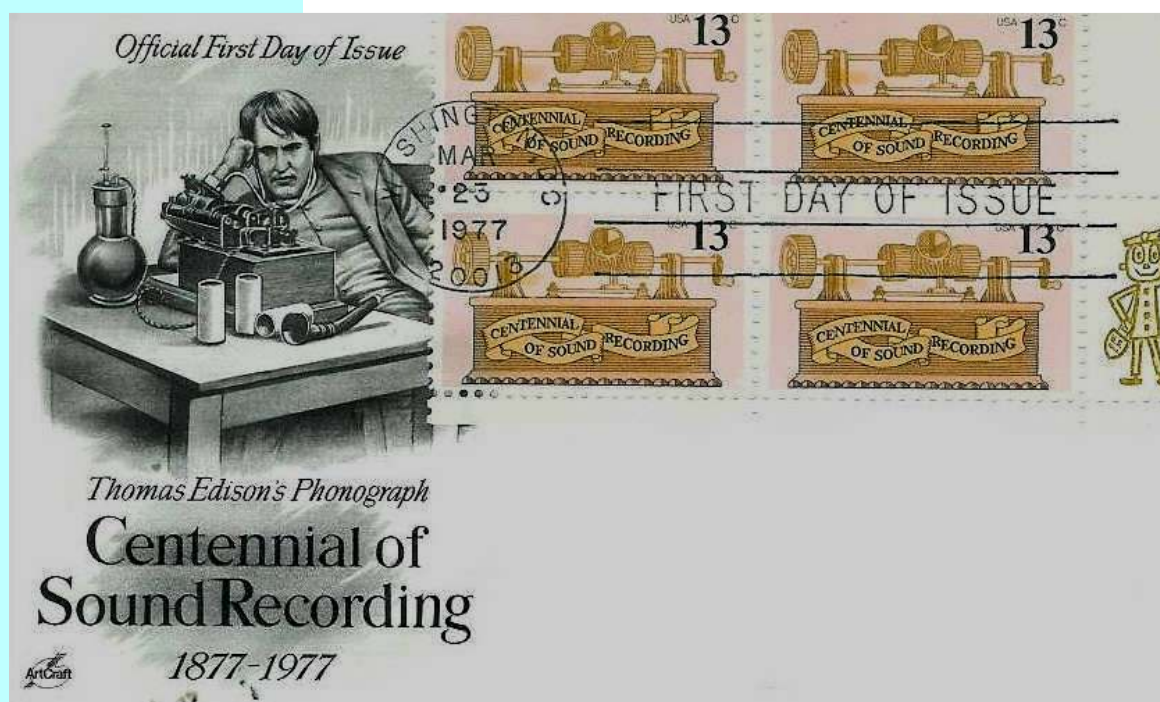
התפתחות התקליט בני תמרי

בימינו דיסקים נמכרים בכל פינה, מוסיקה ניתנת לשמירה כקובץ דיגיטאלי על גבי המחשב ומועברת ללא כל הגבלה דרך האינטרנט. בימים כאלה קצת קשה לחשוב על התקופה בה עדיין לא ידענו כיצד להקליט קול ולהשמיע אותו. קשה להאמין, אבל רק לפני 130 שנה רכשנו את הידע המאפשר זאת.

הממציא הנודע **תומאס אלווה אדיסון** היה הראשון שהצליח להקליט קול ולשחזר אותו לשמיעה באמצעות הפונוגרף, אותו המציא ב-1877. אדיסון שר את שיר הילדים הידוע "למרי יש כבשה קטנה" לתוך שפופרת המחוברת לממברנה – קרום דק ומתוח, דוגמת העור המתוח על גבי תוף. גלי הקול של השירה הרעידו את הממברנה. בקצה הממברנה מיקם אדיסון מחט דקה, ותנועתה של מחט זו חרטתה שקעים על גבי גליל מסתובב שהיה מצופה בדיל. על מנת לשחזר את ההקלטה סובב אדיסון את הגליל כנגד המחט ובתהליך הפוך המחט הרעידה את הממברנה, וזו השמיעה את גלי הקול.



תומאס אלווה אדיסון
ממציא הפונוגרף.



מאה שנה להמצאת הפונוגרף – מעטפת יום ראשון אמריקאית.

ראוי לציין כי אדיסון לא היה הראשון שהקליט קול. הבכורה שייכת למדען האנגלי, חוקר תורת הגלים, **תומאס יאנג** אשר בשנת 1806 הצליח להקליט קול, אך לא היה מסוגל להשמיע את אשר הקליט. בשנת 1857 המציא הצרפתי **לאון סקוט** את הפונואוטוגרף - המכשיר הראשון להקלטת קול, אך גם הוא לא היה מסוגל לשדר.

הפונוגרף של אדיסון אמנם שבר את מחסום ההקלטה והנגינה, אולם סבל מבעיות טכניות קשות. החמורה שבהן, הייתה המחיקה המהירה של ההקלטה בתהליך הנגינה. בעייה זו נפתרה על ידי ממציא מפורסם אחר שעסק רבות בשאלות הקשורות לקול - **אלכסנדר גרהאם בל**. בשנת 1886 החליף בל את גליל הבדיל של הפונוגרף בגליל העשוי שעווה מוקשה. שנה לאחר מכן שיכלל את הפונוגרף על ידי שימוש במנוע חשמלי לסיבוב הגליל, במקום מנגנון הסיבוב הידני שהיה נהוג עד אז. בזכות התרומה של בל השתפרו עמידות ההקלטה ואיכות הצליל לבלי הכר. אדיסון, שכמעט ונטש את הפונוגרף לחלוטין, שב ו"דחף" אותו.



אלכסנדר גרהאם בל

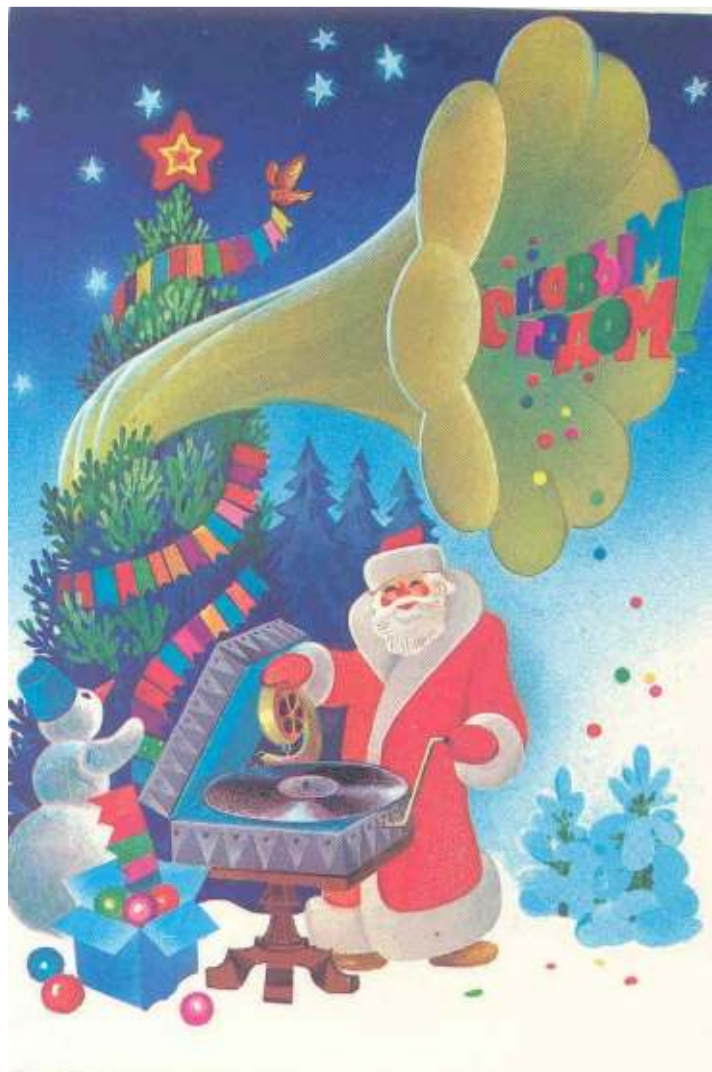


הגרמפון של ברלינר

באותה השנה (1887) המציא **אמיל ברלינר**, יהודי גרמני שהיגר לארה"ב, את הגרמפון. הגרמפון מסובב ידנית דיסק חד צדדי בקוטר של 7 אינץ' ובמהירות של 30

סיבובים לדקה. המחט הקוראת את המוסיקה נעה לאורך חריץ ספיראלי, מקצה הדיסק ועד למרכזו. רישום המוזיקה וקריאתה נעשית על ידי תנועה רוחבית בתוך החריץ (בניגוד לתנועה האנכית של הפונוגרף).

בתהליך ההקלטה המקורי של ברלינר חרט המחט את המשטח, ובעזרת חומצה נוצרו החריצים בהם תנוע המחט הקוראת. אולם ברלינר היטיב להבין שהבעיה הקשה ביותר הניצבת בפני שוק ההקלטות היא היכולת לייצר עותקים רבים של הקלטה בודדת. באמצעות טכניקה של ציפוי מתכתי נוצרה תבנית הפוכה (נגטיבית), בה החריצים של המחט הרושמת דווקא מוגנים מעיכול על ידי החומצה. כך נתקבלה תבנית של בליטות, באמצעותה ניתן היה לשכפל עותקים רבים של אותה הקלטה.



הגרמפון הופעל ידנית באמצעות ידית – דבר בולים רוסי.

תהליך זה של ייצור עותקים – המבוסס על אותה לוגיקה של תהליך הצילום – היה היתרון העיקרי של הדיסק על פני הגליל של אדיסון. בתוך שנים ספורות החל ברלינר ביצור המוני של מכשירי גרמופון מכאניים וידניים ושל תקליטים אותם ייצר על ידי הטבעתם כנגד דיסק עשוי גומי קשיח.

בשנים הבאות ניטשה תחרות עזה בין הגרמופון של ברלינר והפונוגרף של אדיסון, במהלכה עברו שני המכשירים שכלולים רבים. אדיסון הוסיף קרן שמגבירה ומשפרת את איכות השמיעה, ולגרמופון נוסף מנוע קפיץ. חומרים חדשים נכנסו לתעשיית התקליטים, ותקליטי להיטים יוצרו בשני הפורמטים. ב-1913 הבין אדיסון שהפורמט שלו "הפסיד" והחל גם הוא לייצר תקליטים בצורת דיסק. בשנת 1929 חדל אדיסון סופית מלייצר את הגלילים, והטכנולוגיה של הפונוגרף חלפה מן העולם לבלי שוב.



מפצח האגוזים – האלבום הראשון.

הדיסקים המקוריים אותם ייצר ברלינר הכילו בסך הכל כשתי דקות מוסיקה. ב-1901 הציגה חברת "גרמופון" של ברלינר תקליט חדש בקוטר של 10 אינץ'. התקליט החדש היה בעל אורך הקלטה של 4 דקות – פועל יוצא של הקוטר המוגדל. שלוש שנים מאוחר יותר מכרה חברת גרמופון לראשונה תקליטים דו צדדיים. מכיוון שכל צד של תקליט הכיל רק כ-4

דקות, הוקלטו יצירות מוסיקליות על גבי מספר תקליטים. ב-1909 הוקלט "מפצח האגוזים" של צ'ייקובסקי על גבי ארבעה תקליטים דו צדדיים, שנמכרו בחבילה מהודרת דמוית אלבום תמונות. חבילת התקליטים זכתה, איפוא, לכינוי אלבום, שם שנשאר אתנו עד היום.

ב-1926 יוצר לראשונה תקליט במהירות 33.3 סיבובים לדקה. ב-1940, עקב מלחמת העולם השנייה, נוצר מחסור בחומרי הגלם לייצור התקליטים – תערובת של גומי, שרף, לכה ובקליט. התעשייה עברה לייצור תקליטים מפולימר הנקרא ויניל – פלסטיק שהוא תוצר לוואי של תעשיית הנפט. מעז יצא מתוק: הויניל התגלה כחומר עמיד וזול יותר, והמאפשר יצירת ספיראלה צפופה יותר. בשנת 1948 יוצר תקליט ויניל בקוטר של 12 אינץ', במהירות של 33.3 סיבובים לדקה. התקליט החדש הכיל כ-23 דקות נגינה בכל צד,



מאה שנה של התקדמות טכנולוגית: מהגרמופון לקומפקט דיסק.

וזכה לשם אריך נגן (Long Playing). אריך הנגן הפך לפורמט הפופולארי ביותר של התקליט, ושלט בכיפה כ-40 שנה עד המצאת הקומפקט דיסק.



BEZOEK CARNOT CENTER

• CARNOTSTRAAT, 73 • ANTWERPEN •

TELEFOON
(03) 31.51.84

STEREO
SPECIALIST

SERVICE

Teleton

50 TOESTELLEN IN DEMONSTRATIE
GROTE KORTINGEN • ALLE MERKEN

PUBLIBEL 2450 N

בשנות ה-60 וה-70 היה בכל בית מערכת סטריאו עם פטיפון.
הדפסת נסיון של גלויית פובליבל – מאוספו של **מנחם לדור**.

בני תמרי אוסף תקליטים. לתגובות: beni165@walla.com

ממנדל לכבשה דולי – הנדסה גנטית וביוטכנולוגיה

אלי מועלים

עוד משחר קיומו תהה האדם על דרך מעבר התכונות מדור לדור. למרות שבמשך אלפי שנים עסק האדם בהשבחת זני צמחים ובעלי חיים, מנגנון הורשת התכונות לא היה מובן לו כלל. ברבות השנים, קמו תיאוריות רבות להסבר תופעה זו, רובן היו פרי דמיון וללא שום ביסוס מדעי.



חוקר הטבע הבריטי, צ'רלס דרווין, עקב משך שנים אחר התפתחות תכונות שונות בעולם החי ופיתח בעקבות כך את תיאורית האבולוציה על דרך הברירה הטבעית. בבסיס תיאוריה זו עומדת הטענה כי האורגניזמים שונים זה מזה בתכונותיהם ואלו מורשות לצאצאים. לתכונות מורשות אלו יש השפעה על יכולתו של היצור לשרוד ולהתרבות והיצורים המותאמים ביותר

לסביבה הם שישרדו ויעמידו צאצאים בעלי תכונות מותאמות לסביבה. בספרו "מוצא המינים" העלה דרווין את השאלה בדבר הצורך לחקור את הדרך בה עוברות התכונות התורשתיות מההורים לצאצאיהם. בתקופתו שלטה עדיין "גישת המיזוג והערבוב" (Blending Inheritance) שטענה שתכונה מסוימת ביצור מסוים היא ממוצע התכונות של הוריו כלומר, זיווג של צמח גבוה בנמוך יניב צאצא עם גובה בינוני.



גריגור מנדל, אבי תורת הגנטיקה

הראשון שבדק מדעית את דרך ההורשה היה הנזיר הגרמני גריגור מנדל שערך את ניסוייו בצמחים. מנדל גידל צמחי אפונה בגינת המנזר ועקב, באמצעות הכלאות, אחר אופן העברת תכונות שונות מדור ההורים לצאצאים. בין התכונות שמנדל עקב אחריהן היו צבע הפרחים, צורת האפון, צורת וצבע התרמיל, גובה הצמח וכו'. במחקריו גילה מנדל שישנן מופעי תכונה הדומיננטיים (שליטים) על מופעים אחרים של אותה תכונה שנקראו רצסיביים (סבילים), וכי ביטוי תכונה מסוימת בצאצא אינו ממוצע

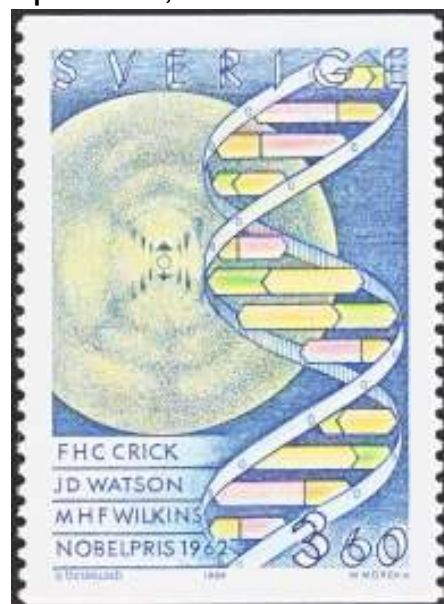
התכונות של זוג ההורים. בכל הכלאה, רק אחת משתי תכונות ההורים הופיעה בצאצא. כדוגמא, באפונים צבע תרמיל ירוק הוא דומיננטי, וצבע תרמיל צהוב הינה תכונה רצסיבית. צאצא שנוצר מהכלאה של אפון בעל תרמיל ירוק ואפון בעל תרמיל צהוב יגדל להיות צמח בעל תרמיל בצבע ירוק. עוד גילה מנדל כי הצאצא הירוק עדיין נושא את התכונה לצבע צהוב ויכול, כתלות בבן-הזוג, להעביר תכונה זו הלאה לצאצאיו. מתוצאות ניסוייו ביסס מנדל חוקיות מסוימת למנגנון ההורשה אם כי הוא לא ידע את טיבו. החוקים אותם גילה זכו להיקרא "חוקי התורשה של מנדל" והוא עצמו כ"אבי תורת הגנטיקה". למרות שמנדל ערך ניסויים בנושא הורשת תכונות בין דורות, הוא עצמו ושאר המדענים בני דורו לא ידעו מה הוא החומר הנושא את יחידות

התורשה הבסיסיים. סברות רבות הועלו וההשערה הנפוצה ביותר בקרב אנשי מדע הייתה שחלבונים הם אלו הנושאים את יחידות התורשה.



חומצות גרעין –
המרכיב הבסיסי של ה-DNA

בעשורים הראשונים של המאה העשרים התגלתה מולקולת ה-DNA הנמצאת בכל היצורים החיים. זו מולקולת פולימר המורכבת מאלפי יחידות בסיסיות הנקראות חומצות גרעין כמתואר בחותמת ממקאו. מספר מדענים סברו שמולקולת ה-DNA, היא החומר התורשתי של היצורים החיים. בשנות הארבעים של המאה העשרים הראו שלושה מדענים, אברי, מק'קלאוד ומק'קארתי, שהעברת DNA מזן אלים של חיידק לזן לא אלים, הופכת את האחרון לאלים ולגורם מחלה. הייתה זו ההוכחה העיקרית לכך שהחומר התורשתי הוא אכן מולקולת ה-DNA. יחידת ההורשה, דהיינו מקטע במולקולת ה-DNA המקודד לתכונה כלשהיא, כונתה גן.



ה-DNA מורכב מסליל כפול (מימין) ובעת השכפול נוצרים 2 העתקים זהים (משמאל)

גילוי זה, שמולקולת ה-DNA היא החומר התורשתי, העלה שאלה מרכזית בביולוגיה: כיצד משתכפל חומר זה במדויק ועובר לצאצאים? תשובה לשאלה זו התקבלה כאשר שני מדענים, ווטסון וקריקס, גילו את מבנה הסליל הכפול של ה-DNA. בבסיס מבנה זה, שני סלילי DNA המזווגים ביניהם על ידי קשרים כימים ויוצרים סליל כפול כמתואר בבול השבדי. באמצעות מבנה זה, ניתן היה להסביר את יכולת השכפול של המולקולה לשתי מולקולות בת זהות הנושאות מטען גנטי דומה. בבול מתוניס מתואר שכפול מולקולת סליל כפול של DNA לשתי מולקולות בת חדשות. על גילוי מהפכני זה זכו המדענים (מלבד פרנקלין שנפטרה, שתרומתה הייתה העיקרית והשימוש במידע שמצאה נעשה ללא ידיעתה) בפרס נובל לרפואה ב-1962.



ווטסון וקריקס, זוכי פרס נובל ב-1962 בזכות גילוי מבנה ה-DNA

עם גילוי מבנה הסליל הכפול של ה-DNA החל עידן של גילויים בתחום הביולוגיה המולקולרית. תוך מספר עשורים החלו להתגלות המנגנונים העיקריים המעורבים בשכפול ה-DNA ובהעברת יחידות התורשה, הגנים, לצאצאים. התגלה גם הקוד הגנטי של הגנים המקודד ליצור חלבונים שהם המביאים את התכונות לידי ביטוי. התגלו רוב האנזימים הקשורים לשכפול המולקולה, לשעתוקה ולתרגומה לחלבונים. בנוסף, הישראלית עדה יונת, יחד עם סטייץ ורמאקרישנאן, הצליחו לפענח את מבנה הריבוזום, אברון שנמצא בכל תא ומשמש כ"בית החרושת" ליצור חלבונים. הם קיבלו ע לגילוי זה פרס נובל בשנה החולפת. מדענים אחרים גילו את המנגנונים הגורמים למוטציות, שינויים מבניים בגנים, המובילים לשינויים בתכונות התורשתיות, גילויים שביססו מדעית את תיאוריות דרווין ומנדל גם יחד. בשנים אלו, פרס נובל אחד רדף את משנהו ומכאן נסללה הדרך לטכנולוגיה חדשה – הנדסה גנטית וביוטכנולוגיה.



DNA מבוקע באנזים רסטריקציה

טכנולוגיה ההנדסה הגנטית עוסקת ביכולת להנדס את החומר התורשתי וליצור שילובים חדשים שלו שיניבו יכולת ליצור תכונות חדשות על ידי היצור אליו מוחדר ה-DNA המהונדס (DNA רקומביננטי). טכנולוגיה זו לא הייתה מתאפשרת אילולי שני גילויים מהפכניים: גילוי אנזימי הרסטריקציה וגילוי הפלסמידים.

אנזימי הרסטריקציה התגלו בחיידקים. לאנזימים אלו יכולת לבקע מולקולת DNA באתרים ספציפיים מאוד. לאחר פעולתם, משאירים האנזימים קצוות במולקולת ה-DNA שאינם מזווגים. בבול השבדי מתוארת תוצאת ביקוע DNA על ידי אנזים רסטריקציה. מעצב הבול "ביקע באנזים רסטריקציה" גם את שם המדינה ואת הערך הנומינלי המופיעים על הבול.



פלסמיד DNA חיידקי

הפלסמידים הם מולקולות DNA קטנות ומעגליות שהתגלו בחיידקים. מולקולות אלו אינן חלק מהכרומוסום החיידקי והן בעלי יכולת שכפול עצמאי. הפלסמידים מכילים מספר קטן של גנים החשובים לשרידות החיידקים כמו גנים המקנים עמידות בפני אנטיביוטיקה. לחיידקים יש יכולת להעביר פלסמידים לחיידקים אחרים ולהקנות להם יכולת ליצור תכונות חדשות. בזמן קצר למדו מדענים כיצד להפיק מולקולות פלסמידים מחיידקים ולבודדם במבחנה.

עם גילויים אלו עלה הרעיון שמולקולות פלסמיד אלו, עקב היותן קטנות ויכולתן להשתכפל, יכולת לשמש כנשא למעבר תכונות חדשות אותן אנו מעוניינים לבטא ביצורים. באמצעות אנזימי רסטריקציה, ניתן לבודד גן כלשהוא המקודד לתכונה מסוימת וכן לבקע פלסמיד DNA. בעזרת אנזים אחר, ליגאז, ניתן לאחות בין הקצוות הבלתי מזווגים של הגן לבין הפלסמיד וליצור מולקולה רקומביננטית – פלסמיד חיידקי הנושא גן לתכונה חדשה. הפלסמיד מוחדר ליצורים זרים, שם הוא משתכפל ויוצר אלפי עותקים זהים שלו שכולם נושאים את הגן אותו החדרנו. עותקים זהים אלו מכונים "שבט" (Clone) והטכניקה נקראת שיבוט. גן זה בא לידי ביטוי ביצור וכך הוא רוכש תכונה חדשה בה אנו מעוניינים.



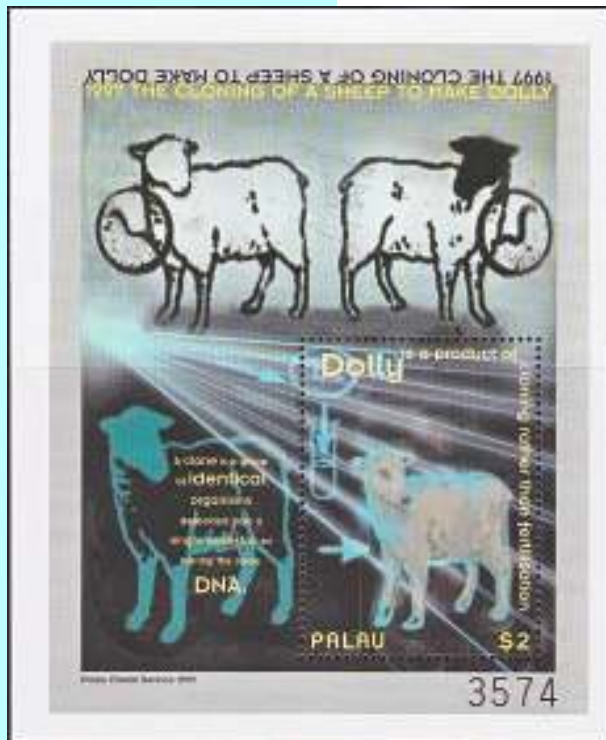
אינסולין – חלבון המיוצר בהנדסה גנטית

בין הגנים הראשונים ששובטו ובוטאו ביצורים שונים היה הגן להורמון אינסולין מאדם. משך שנים רבות הופק אינסולין מבלבלי חזירים וניתן לחולי סכרת. כמויות האינסולין שהופקו היו קטנות דבר שיקר את התרופה. בנוסף, מכיוון ומקור האינסולין היה חזיר, גרם הדבר לחוסר התאמה במספר חולים. שיבוט הגן האנושי של אינסולין לפלסמיד חיידקי איפשר החדרתו לחיידקים ואלו

הפכו לבתי-חרושת קטנים ליצור הורמון נקי וממקור אנושי בכמויות גדולות.

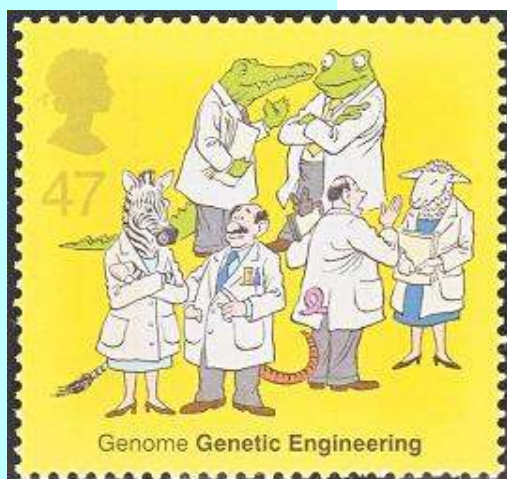
ברבות השנים המשיכו לשבט גנים שונים לפלסמידים, להחדיר אותם ליצורים ולהקנות להם תכונות חדשות. די אם נזכיר מספר דוגמאות כמו: ייצור תרופות רקומביננטיות, הקניית עמידות בצמחים מפני מזיקים ווירוסים, העשרת חלב של פרות וכבשים בחלבונים מזינים, ייצור הורמון הגדילה האנושי הניתן לננסים בחלב כבשים, ייצור צמחים עם צבעים וצורות שונות לנוי, ייצור חיסונים והרשימה עוד ארוכה.

שיטה זו הקנתה יתרונות רבים, ביניהם ניתן למנות את הייצור ההמוני והזול של תרופות ומזון מועשר, ייצור חלבון אנושי שאינו מעורר את המערכת החיסונית, הוסר החשש מהעברת מחלות בין יצורים שונים וכמובן נמנע הצורך בהקרבת בעלי חיים והתלות בתרומות דם לשם הפקת חלבונים המשמשים לטיפול בחולים. גם מחקר ביטוי הגנים והמחלות הגנטיות הואץ הודות לשיטה חדשנית זו.



שיבוט גנטי – הכבשה דולי

בשנים האחרונות פותחו שיטות נוספות להחדרת DNA זר ליצורים. טכניקות חדשות אלו הובילו ליכולת לבצע שיבוט גנטי, כלומר ליצור העתק זהה גנטית של יצור בוגר. הדוגמא הידועה ביותר לכך היא שיבוט כבשים. כרומוסומים שנלקחו מתא עטין של כבשה הוחדרו לביצית שרוקנה מהכרומוסומים שלה. ביצית זו הושלתה ברחמה של כבשה בוגרת ותוצר השיבוט הגנטי, הכבשה דולי, היה העתק זהה כמעט לחלוטין לכבשה ממנה נלקחו הכרומוסומים. מאז שובטו יונקים נוספים באמצעות טכניקה זו.



ההנדסה הגנטית – לאן?

עם כל יתרונותיה של ההנדסה הגנטית, היא מעלה חששות רבים בעיקר בתחום של שיבוט יונקים. רבים מביעים חשש שלא ירחק היום וישובטו אנשים בעלי תכונות זהות לחלוטין. תקצר היריעה להרחיב כאן בנושא זה הראוי למאמר בפני עצמו ורק אזכיר כי במספר מדינות, ביניהן ישראל, קיימות וועדות ביואתיקה וחוקקו חוקים המגבילים את ניצולה לרעה של טכנולוגית ההנדסה הגנטית – טכנולוגיה המתערבת ביקר מכל – בחיים!

ד"ר אלי מועלם חוקר בתחום הביולוגיה המולקולרית ומרצה לביוטכנולוגיה.
 לתגובות ניתן לפנות לאלי בכתובת eli573@zahav.net.il

הפינה הישראלית – אלברט איינשטיין

אלברט איינשטיין, גדול המדענים של המאה העשרים, נולד בעיר אולם שבגרמניה בשנת 1879. בהיותו בן עשר עברה משפחתו למינכן, ולאחר סיום לימודיו בבית הספר התיכון הוא התקבל ללימודים במכון הטכנולוגי של ציריך. כבר בצעירותו הוא הצטיין בתחומי המתמטיקה והפיסיקה, אבל שיטת הלימודים של אותם ימים התבססה בעיקר על שינון. אלברט הצעיר שנא שיטה זו, ולימים טען שהיה זה נס שהחינוך אותו קיבל לא הצליח לדכא את הסקרנות הטבעית שלו.

לאחר שסיים את לימודיו במכון הטכנולוגי קיבל איינשטיין אזרחות שוויצרית והחל לעבוד כפקיד במשרד הפטנטים הממשלתי בעיר ברן. לאדם כישרוני כמוהו זו הייתה משרה עלובה, אבל היה לה יתרון גדול: לאיינשטיין היה שפע של זמן פנוי, והוא ניצל אותו למחקר מדעי בתחום הפיסיקה התיאורטית.



אלברט איינשטיין והנוסחה
המפורסמת שלו: $E=mc^2$

בשנת 1905 שינה איינשטיין את העולם. הוא פרסם את פירות מחקריו במסגרת של ארבעה מאמרים מדעיים. אחד המאמרים עסק בשאלת מהותו של האור. איינשטיין הוכיח כי האור מורכב משטף של חלקיקים זעירים, להם הוא קרא פוטונים. החלק המפורסם ביותר במאמר מסביר את האפקט הפוטואלקטרי – מה קורה כאשר הפוטונים פוגעים במתכת. עבודתו זו של איינשטיין הניחה את היסוד לתחום הפיסיקה הקרוי תורת הקוואנטים. יותר ממאה שנה אחר כך אין ספק כי תורת הקוואנטים שינתה את פני העולם. למשל, כל עולם האלקטרוניקה לא היה יכול להתקיים ללא גילוייה של תורת הקוואנטים. נסו לדמיין איך היה נראה העולם ללא כל המוצרים האלקטרוניים בהם אנו מוקפים. בעבור מחקר זה הוענק לאיינשטיין פרס נובל לפיסיקה בשנת 1921.

שני מאמרים נוספים אותם פרסם איינשטיין בשנת 1905 הניחו את היסוד לתורת היחסות הפרטית, וכללו את המשוואה המפורסמת $E = mc^2$, ככל הנראה המשוואה הידועה ביותר במדע בכלל. כשאיינשטיין פרסם את עבודתו זו היו רבים שסרבו לקבלה כנכונה, משום שהרעיונות הכלולים בה היו כל כך מהפכניים. אין בכלל ספק שאיינשטיין היה ראוי לקבל פרס נובל בעבור תורת היחסות הפרטית, אולם בגלל שבאותם ימים לא היו עדיין הוכחות ברורות לצדקתו נמנע ממנו כבוד זה.

עולם המדע מעולם לא נתקל בתופעה כמו תרומתו של איינשטיין בשנת 1905, ולעולם תופעה כזו לא תחזור. מעטים עד מאוד המדענים הראויים לקבל פרס נובל, ומעטים עוד יותר אלו הראויים לפרס יוקרתי זה פעמיים. אין עוד דוגמא (ולעולם לא תהיה עוד)

של מדען הראוי לשני פרסים בעבור שתי תגליות שונות שהתפרסמו באותה שנה עצמה. בצדק נחשבת שנת 1905 לשנה המופלאה של איינשטיין.



גליונית מזכרת לציון מאה שנים ל"שנה המופלאה".

השגיו של איינשטיין בשנה המופלאה הקנו לו יוקרה רבה, וסוף סוף הוא גם זכה למשרה אקדמית קבועה בברלין. בשנת 1916 פרסם איינשטיין את תורת היחסות הכללית – תורה מהפכנית עוד יותר מאשר תורת היחסות הפרטית. תורה זו היא הבסיס למחקר של התהוות היקום והמבנה שלו. בין השאר, היא מנבאת את קיומם של חורים שחורים – גופים שהם כל כך כבדים עד שאפילו האור לא מסוגל להמלט מהם. תורת היחסות הכללית היא כה סבוכה עד שרק מעטים הצליחו להבין אותה באותם ימים, אבל בשנת 1919 נמצאה לה הוכחה נסיונית. איינשטיין הפך סופית למדען הידוע ביותר בעולם, אולם למרבית הצער הוא לא זכה לפרס נובל בעבור תורת היחסות הכללית – פרס שללא ספק הוא היה ראוי לו.

בכך לא מסתכמת תרומתו של איינשטיין למדע. ב-1924 הוא פרסם מאמר ובו התווה את עקרון הפעולה של קרן הלייזר. בנוסף הוא פיתח (יחד עם פיסיקאי הודי בשם **בוז**) תורה שלמה בתחום הפיסיקה הסטטיסטית, ופרסם מחקרים חשובים בתחום הפיסיקה הקוואנטית.

לאחר עליית הנאצים לשלטון בגרמניה שדדו הנאצים את רכושו של איינשטיין ושללו ממנו את אזרחותו. איינשטיין, שהיה אז בסיור הרצאות, היגר לארצות הברית והפך

לאזרח אמריקאי. הוא הבין את החשיבות של ביקוע האטום על ידי המדען הגרמני **אוטו האן**, וידע כי התוצאה עלולה להיות פצצה אטומית בידיו של היטלר. למרות היותו פאציפיסט הוא הפעיל את השפעתו על נשיא ארצות הברית **פרנקלין דלאנו רוזוולט**, כדי שהאמריקאים יקדימו את הגרמנים ופתחו את הנשק הגרעיני.

איינשטיין היה יהודי גאה, והישוב היהודי בארץ ומדינת ישראל היו קרובים לליבו. הוא ביקר בארץ בשנת 1923, והיה מעורב בהקמת האוניברסיטה העברית בירושלים. לאחר פטירתו של הנשיא הראשון, **חיים וייצמן** בשנת 1952, הציע **דוד בן-גוריון** לאיינשטיין להיות נשיאה השני של מדינת ישראל. איינשטיין סירב, כי רצה להקדיש את כל כוחותיו למדע. הוא נפטר בשנת 1955, בהיותו בן 76. הוא הוריש את כתביו לבית הספרים הלאומי שבירושלים.



זמן קצר לאחר מותו הנפיקה מדינת ישראל בול לזכרו של אלברט איינשטיין. בבול נראה איינשטיין לצד הנוסחא המפורסמת שלו. שנת 2005 הוכרזה בעולם כולו כשנת הפיזיקה, לציון מאה לשנה המופלאה. בארץ הונפק גליון מזכרת מיוחד, בה ניתן לראות את העקמומיות של המרחב – מושג מרכזי בתורת היחסות הכללית. בשנת 1998 הונפקה בארץ סדרת בולים לציון תרומת היהודים לתרבות העלמית, וכמובן שאיינשטיין נכלל גם בה.

חידון מספר 26



איזו מדינה?

איזו מדינה הנפיקה את הבול שלפניכם?

- א. סין
- ב. לוב
- ג. הודו
- ד. לאוס



מי האיש?

מי האיש שלכבודו הונפק בול זה?
מה הייתה ההמצאה הגדולה שלו?
מה היה הספר העיקרי בו עסק?



זהה את המאורע

בול זה הונפק לציון 30 שנה לאירוע היסטורי חשוב.

מהו המאורע?

מה היה התאריך בו התרחש המאורע?
איך כונה יום זה (באנגלית)?

את הפתרונות יש לשלוח למערכת nosonchik@gmail.com עד ל-15 בפברואר. הפותרים מתבקשים לציין את גילם. בין הילדים ובני הנוער שיפתרו נכונה את החידות יוגרל פרס בולאי מתנת איל"ת – אגודה ישראלית לבולאות תימאטית. התשובות לחידות ושם הזוכה יפורסמו בגליון הבא.

פתרונות חידון מספר 25:



איזו מדינה?

בול זה הונפק על ידי מדינה אשר אינה קיימת עוד: מזרח גרמניה.



מי האיש?

האיש הנראה בבול הוא גלילאו גליליי, אחד מגדולי המדענים בהיסטוריה. גליליי בלט במיוחד בתחום האטרונומיה, והיה הראשון לגלות שגם לכוכבי לכת אחרים יש ירחים, ולא רק לכדור הארץ. רעיונותיו המדעיים נדחו על ידי הכנסייה. המשפט המפורסם המיוחס לו הוא: "ואף על פי כן, נוע תנוע".



זהה את האתר

קתדרלת סנט פול, אחד מסמלי העיר לונדון, תוכננה על ידי האדריכל סר כריסטופר רן.

בהגרלה שנערכה בין הפותרים נכונה עלה בגורל שמה של **מיתר טולידאנו בת ה-10**. מיתר זוכה בפרס בולאי מתנת איל"ת – אגודה ישראלית לבולאות תימאטית.



[מכתבים למערכת:](#) ✉

לכל תגובה הצעה או שאלה, ניתן לפנות אלינו בכתובת:

nosonchik@gmail.com