



האם כל סוגי הפלסטיק פוגעים בסביבה?

Leobardo Ottmar Palma Gallardo^{1*} ו Joel Alba Flores^{2*}

¹התוכנית לנגן-מדעים ולנגן-טכנולוגיה, המרכז למחקר וללימודים מתקדמים של המכון הפוליטכני הלאומי, מקסיקו סיטי, מקסיקו
²ביוטכנולוגיה והנדסה טכנולוגית, המרכז למחקר וללימודים מתקדמים של המכון הפוליטכני הלאומי, מקסיקו סיטי, מקסיקו

סוקרים צעירים

REBECA

גיל: 10



חפצים רבים שבהם אנו משתמשים בחיי היומיום עשויים פלסטיק שמקורו בנפט. לא זו בלבד שנפט הוא משאב מוגבל שיסתיים באחד הימים, אלא שפלסטיק שמקורו בנפט מתפרק לאט מאוד בסביבה, כך שהוא גורם לזיהום. זו בעיה מהותית, משום שמוצרי פלסטיק מהסוג הזה מצטברים מאז שבני האדם יצרו אותם לראשונה. במאמר זה נסביר מהו פלסטיק ומה אנו יכולים לעשות כדי להתמודד עם הזיהום שהוא מחולל. אחד הפתרונות עשוי להיות שימוש בביופלסטיק. זוהי חלופה מבטיחה לפלסטיק שמקורו בנפט, וניתן להשתמש בה כדי לייצר רבים מהחפצים המיוצרים מהפלסטיק האמור. ביופלסטיק אינו גורם לזיהום משום שהוא יכול להתפרק באופן טבעי על ידי מיקרואורגניזמים בסביבה. מהו זיהום פלסטיק, ומדוע אינו בריא לכדור הארץ שלנו? האם תהיתם אי פעם מדוע זיהום הפלסטיק צריך להדאיג אותנו? האם מאוחר מדי לנסות להגן על עולמנו מפני הפלסטיק? במאמר זה נענה על השאלות הללו, ונציג כמה הצעות לצמצום הבעיה של זיהום פלסטיק.

פולימרים (Polymers)

חומרים המורכבים מיחידות דומות בשם 'מונומרים' (ראו להלן במילון המונחים), הקשורות יחד וחוזרות מספר רב של פעמים.

מונומרים (Monomers)

אבני הבניין, או היחידות, אשר יוצרות את הפולימר. הן בעלות מבנה כימי מסוים המורכב בעיקר מפחמן.

איור 1

מונומרים ופולימרים. (A) צעצועים ופריטים אחרים העשויים פלסטיק מורכבים משרשראות ארוכות של פולימרי פחמן. **(B)** פולימרי פחמן מורכבים משרשראות של אבני בניין בשם מונומרים. **(C, D)** סוגים שונים של מונומרים יכולים ליצור פולימרים של פלסטיק.

הומופולימרים (Homopolymers)

פולימרים המכילים רק יחידת מונומר אחת שחוזרת על עצמה.

קופולימרים (Copolymers)

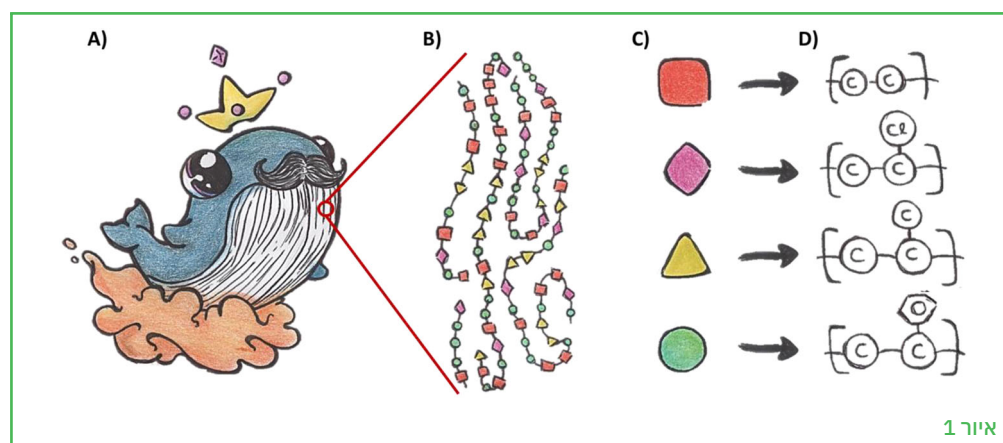
פולימרים המכילים יותר ממונומר אחד שחוזר על עצמו.

פלסטיק שמקורו בנפט (Petroleum-derived Plastics)

פלסטיק המיוצר מפולימרים שמקורם בתרכובות נפט.

מהו פלסטיק?

פלסטיק הוא חומר מוצק המורכב משרשראות ארוכות של מולקולות המכילות פחמן, ומכונות **פולימרים** של פחמן. חומרי הבניין שמרכיבים את הפולימרים נקראים **מונומרים** (איור 1). לכל מונומר המרכיב את סוגי הפלסטיק השונים מבנה כימי ייחודי משלו, אך המרכיב העיקרי בכולם הוא פחמן. ניתן לעצב שרשראות פולימרים של פחמן לכדי פלסטיק עבור מגוון שימושים.



איור 1

ניתן לסווג פולימרים לשני סוגים, בהתבסס על סוגי המונומרים שהם מכילים. **הומופולימרים** מכילים רק סוג אחד של מונומר. סוגי פלסטיק כגון פוליאצטילן, פוליפרופילן ופוליקרטיק הם הומופולימרים. בניגוד לכך, **קופולימרים** מורכבים מיותר מסוג אחד של מונומר. סוגי פלסטיק כמו פוליאצטילן, טרפֶּתֶאלֶט ופוליבוטילן סוקְסִינֶט הם קופולימרים. לסוגי פלסטיק הומופולימרים יש תכונות קבועות כמו קושי, גמישות ועמידות לחום. תכונותיהם של הקופולימרים נקבעות לפי סוגי המונומרים המרכיבים אותם. מאפיין זה מאפשר לנו ליצור סוגי פלסטיק בעלי תכונות המתאימות לצרכינו, על ידי שינוי סוגי המונומרים שהפלסטיק מכיל. זה נהדר, משום שכך ביכולתנו לייצר סוגים שונים של פלסטיק כדי ליצור מוצרי פלסטיק נפוצים כמו צעצועים; בקבוקי מים; אריזות למזון ושקיות לקניות. כיום, אנו משתמשים בפלסטיק לכל כך הרבה מטרות בחיי היומיום, שכמעט קשה לדמיין את החיים בלעדיו!

האם מזיק להשתמש בפלסטיק שמקורו בנפט?

פלסטיק שמקורו בנפט מיוצר בתהליך כימי לקבלת פולימרים של פחמן מנפט. נפט הוא תערובת נוזלית של שְׁמָנִים ושל תרכובות פחמן שמקורן במאובנים קבורים. אנו משתמשים בפלסטיק שמקורו בנפט בעיקר לאריזה ולשמירה, אך ניתן להשתמש בו גם לייצור מגוון חפצים שנמצאים בכל מקום סביבנו. למשל, טלפונים סלולריים; מחשבים; מקררים; מכונות; טלוויזיות; עטים וצעצועים. חשוב מאוד לזכור כי נפט אינו מקור מתחדש, כלומר, כְּמִאוֹתוֹ בעולם מוגבלת. היות שמשתמשים בנפט גם לייצור מוצרים אחרים כמו בְּנִזִין (חומר דֶּלֶק), נפט מזוקק ודִּיזֶל (חומר המשמש למנועי בעירה פנימית על ידי נפט וסולָר, שהוא דלק נוזלי בעל מרקם סמיך), נצליח לייצר פלסטיק מנפט רק עד שמשאב זה יתְכַלָה. כיוון שפלסטיק שמקורו בנפט הוא מוצר מעשה ידי-אדם, הוא לא מתפרק בקלות בסביבה.

עקב הדרישה הגבוהה, מייצרים טונות של מוצרי פלסטיק שמקורו בנפט. רבים מהמוצרים הללו מיועדים לשימוש חד-פעמי. לאחר מכן הם נזרקים ומצטברים כמעט בכל המערכות האקולוגיות בעולם. כתוצאה מכך נגרם זיהום פלסטיק, שלעיתים קרובות מכונה 'זיהום לבן' [1, 2], המשפיע לרעה על הסביבה. לדוגמה, פלסטיק שהושלך שלא כראוי בטבע, כמו למשל ביערות, בשדות, בנהרות ובאוקיינוס, יכול להישאר במערכות האקולוגיות הללו במשך שנים, משום שהן הסביבה הטבעית והן החיות לא מסוגלות לפקק אותו. למרבה הצער, חיות יכולות לאכול פלסטיק, אך אינן מסוגלות לפקקו, מה שלעיתים עלול לגרום להן לחלות ולמות.

מה ביכולתנו לעשות כדי להפחית את זיהום הפלסטיק?

אנו יכולים לעשות מגוון דברים כדי להגן על עולמנו. ישנן שתי אסטרטגיות עיקריות להגנה על הסביבה מפני זיהום פלסטיק. הראשונה היא ליישם את כלל שלושת ה-R (reduce, reuse, and recycle – הפחתה, שימוש חוזר, מחזור): צמצמו את כמות מוצרי הפלסטיק שאתם קונים, ושהם אתם עושים שימוש יומיומי. גששו שימוש חוזר בכך שתשתמשו במוצרי פלסטיק יותר מפעם אחת, או שתנצלו אותם למטרות אחרות. מחזרו מוצרי פלסטיק כך שניתן יהיה להמיר אותם ולעצבם שוב למוצרים חדשים. כלל זה ניתן ליישם בבתינו, בבתי הספר שלנו ובעסקים שלנו. זהו צעד ראשון פשוט נשקל להסתגל אליו, וכולם יכולים להיעזר בו כדי לצמצם את זיהום הפלסטיק. האסטרטגיה השנייה היא להשתמש בפלסטיק מסוג **ביופלסטיק**, שיכול להחליף את כל הפלסטיק שמקורו בנפט. המשיכו לקרוא ותגלו עוד על אודותיו!

מהו ביופלסטיק?

ביופלסטיק אינו חומר חדש, כפי שאתם עשויים לחשוב. הוא התקיים בטבע לפני שהתחלנו לייצר פלסטיק שמקורו בנפט. ממש כמו פלסטיק שמקורו בנפט, גם ביופלסטיק עשוי פולימרים של פחמן. אולם במקרה זה הם נוצרים בתהליך של סִינְתֶּזָה (מיזוג רכיבים ליצירת מהות חדשה תוך שמירה על היסודות) על ידי מיקרואורגניזמים שנמצאים בסביבה. מיקרואורגניזמים אלה משתמשים ב**חומרים אורגניים** (חומרים מבוססי-פחמן שנוצרים בטבע), במקום בנפט. כיוון שביופלסטיק עשוי חומרים אורגניים, אבני הבניין המרכיבות את החומרים הללו לא יאזלו באופן שבו הפלסטיק שמקורו בנפט יתפלה בסופו של דבר.

בטבע, מיקרואורגניזמים מייצרים ביופלסטיק כדרך לאחסן אנרגיה, ואז הם יכולים לצרוך אותו בתהליך המכונה **התפלות**. זהו תהליך דומה לעיכול [3, 4]. התפלות של ביופלסטיק יוצרת את האנרגיה הדרושה למיקרואורגניזמים כדי לנשום, ומייצרת פחמן, שבו הם יכולים להשתמש לתהליכים אחרים.

לביופלסטיק ישנן תכונות דומות למוצרי פלסטיק שמקורו בנפט המיוצרים כיום. בדיוק כמו בפלסטיק שמקורו בנפט, ניתן לשנות את תכונות הביופלסטיק על ידי שינוי המונומרים שמהם הוא מורכב. לביופלסטיק יתרון בולט נוסף – הוא ידידותי לסביבה ולא מזהם אותה, על אף שביופלסטיק ופלסטיק שמקורו בנפט נראים אותו הדבר וניתן להשתמש בהם באותם אפנים. כאשר אנו משליכים ביופלסטיק, מיקרואורגניזמים בסביבה מסוגלים לפקקו בתהליך אורגני של התפלות [3, 4]. כתוצאה מכך, ביופלסטיק אינו תורם לזיהום שנגרם על ידי

ביופלסטיק (Bioplastic)

פלסטיק מתכלה המיוצר על ידי מיקרואורגניזמים תוך שימוש בחומרים אורגניים (ראו להלן במילון המונחים).

חומרים אורגניים (Organic Materials)

חומרים העשויים בעיקר מפחמן. הם נוצרים בטבע ומתכלים בטבע.

התפלות (Biodegradation)

תהליך ביולוגי המתבצע על ידי מיקרואורגניזמים, של פירוק חומרים אורגניים לאנרגיה ולפחמן שניתן להשתמש בהם למטרות אחרות.

הפלסטיק, מה שהופך אותו לחלופה נפלאה הן עבור חֶבְרוֹת והן עבור אנשים פרטיים המשתמשים במוצרי פלסטיק. כיום, משתמשים בביופלסטיק כדי לייצר אריזות; חלקי גוף מלאכותיים; ציפוי חיצוני לתרופות; עור ואיברים מלאכותיים, ואפילו לייצור בגדים [3,4].

זכרו שבטבע מיקרואורגניזמים מזהים ביופלסטיק בקלות, ומְכֵלִים אותו בקלות. למרבה הצער, בניגוד אליהם, אין ביכולת בני האדם להבדיל בין ביופלסטיק ובין פלסטיק שמקורו בנפט, ועָלֵינוּ להשתמש בבדיקות מעבדה כדי לזהות חומר זה. לכן, בדרך כלל מְסַמְנִים מוצרים שעשויים ביופלסטיק כדי שנוכל לזהותם בקלות. פעולה זו מקילה עלינו להעדיף מוצרים אלה על פני מוצרים מפלסטיק שמקורו בנפט, ולבְחֹר להשתמש בהם.

סיכום

כעת אתם יודעים כי ביופלסטיק הוא חלופה ידידותית לסביבה לפלסטיק שמקורו בנפט. בעזרת הידע הזה אנו יכולים לצרף את R נוספת לכלל שלושת ה-R, כך שיתייחס ל: הפחתה, שימוש חוזר, מְחֻזָּר והחלפה (replace). החלפת פלסטיק שמקורו בנפט בביופלסטיק עשויה להיות המפתח למניעת זיהום פלסטיק נוסף. המדע ממשיך להתקדם ולגלות מגוון רחב של ביופלסטיק. בקרוב, נוכל כולנו לשְׁמֹר את הסביבה ולהגן עליה באמצעות שימוש מרובה בביופלסטיק, והעדפתו על פני פלסטיק שמקורו בנפט.

מימון

פרויקט זה זכה לעזרה במימון מטעם CONACYT חזית המדע CF-2019/74876, ומלגת CONACYT מספר 669264.

תודות

המחברים מודים ל-César Arturo Cuautle Hernández, Kutralam- Gurusamy, ו-Muniasamy Víctor German Rodríguez García עבור הצעות העריכה שלהם.

הצהרת כלי בינה מלאכותית

טקסט חלופי הנלווה לאיורים במאמר זה נוצר על ידי פרונטירז בסיוע כלי בינה מלאכותית, ונעשו מאמצים על מנת להבטיח את דיוקו, כולל בדיקה על ידי כותבי המאמר כאשר הדבר התאפשר. אם ברצונכם לדווח על בעיה, אנו צרו איתנו קשר.

מקורות

1. Ali, S. S., Elsamahy, T., Koutra, E., Kornaros, M., El-Sheekh, M., Abdelkarim, E. A., et al. 2021. Degradation of conventional plastic wastes in the environment: a review on current status of knowledge and future perspectives of disposal. *Sci. Total Environ.* 771:144719. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.144719

2. Raddadi, N., and Fava, F. 2019. Biodegradation of oil-based plastics in the environment: existing knowledge and needs of research and innovation. *Sci. Total. Environ.* 679:148–58. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.04.419
3. Kalia, V. C., Singh Patel, S. K., Shanmugam, R., and Lee, J. K. 2021. Polyhydroxyalkanoates: trends and advances toward biotechnological applications. *Bioresour. Technol.* 326:124737. doi: 10.1016/j.biortech.2021.124737
4. Shahid, S., Razzaq, S., Farooq, R., and Nazli, Z. H. 2021. Polyhydroxyalkanoates: next generation natural biomolecules and a solution for the world's future economy. *Int. J. Biol. Macromol.* 166:297–321. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.10.187

פורסם אונליין: 28 בספטמבר 2025

נערך על ידי: Suhas Kumar

מנחים מדעיים: Patricia Vasconcelos Barbosa Santiago

ציטוט: Gallardo LOP I Flores JA (2025) האם כל סוגי הפלסטיק פוגעים בסביבה? Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2022.722532-he

תורגם והותאם מ: Palma Gallardo LO and Alba Flores J (2022) Do all Plastics Damage the Environment? Front. Young Minds 10:722532. doi: 10.3389/frym.2022.722532

הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כל המחקר נערך בהעדר כי קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

זכויות יוצרים © 2022 Gallardo I Flores 2025. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](#). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרים צעירים

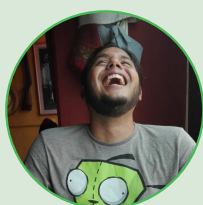
REBECA, גיל: 10

שלום, קוראים לי Rebeca, בת 10. אני נהנית ממדע וממְנִיָּה (קומיקס יפני) – הדמות האהובה עליי היא נְרוּטוֹ. כבר מגיל צעיר אהבתי לערבב דברים, כדי לראות אם אוכל למצוא נוסחת קסם.

הכותבים

LEOBARDO OTTMAR PALMA GALLARDO

היי, אני סטודנט מקסיקני שאוהב לרשום, לצייר, לנגן בפסנתר, לנסות מאכלים חדשים ולטייל. בטיילי ברחבי העולם אוהב לצלם אדריכלות, חיי-בר, צמחים וחיות. אני מאמין כי האחריות להגנה על הטבע מוטלת על בני האדם. נוסף על כך יש לי תואר ראשון ותואר שני בביוטכנולוגיה ובביו-הנדסה. בתור



ביוטכנולוג, אני מאמין שצריך להשתמש בביופלסטיק בחיי היומיום, כיוון שזו אחת הדרכים לריפוי העולם שלנו. [*lottmar.palmag@cinvestav.mx](mailto:lottmar.palmag@cinvestav.mx)



JOEL ALBA FLORES

אני עוזר מחקר במחלקה לביוטכנולוגיה ולביו-הנדסה במרכז למחקר וללימודים מתקדמים, מאז 1982. חבר בקבוצת מחקר החוקרת ייצור פלסטיק מתכלה בעזרת שימוש במיקרואורגניזמים כמו חיידקים ושמרים. מתעניין במדע מאז שהייתי ילד, וחלמתי לעשות כל שביכולתי כדי ליצור עולם טוב יותר בעתיד. אני משוכנע כי חלק מהחלום הזה מתגשם. [*jalba@cinvestav.mx](mailto:jalba@cinvestav.mx)

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem



הוצאת פרונטירז מדע לצעירים ישראל
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK



קרן משפחת
שעשוע
Shashua
Family Foundation