

הולכים על אצות

אם תסתובבו ברחובות ביום קיץ חם בישראל כנראה שתתקשו להתחמק ממראן של כפות רגליים חשופות, נעולות אך ורק בסוליה וברצועה דקה שמחזיקה אותה על הרגל. בעבר הם היו מנת חלקן של המקלחות הציבוריות או חוף הים בלבד, אך בשנים האחרונות הפכו כפכפי האצבע לנעל הנפוצה ביותר בעולם. אולם, למרות המחיר הזול שלהם, לפופולאריות של הכפכפים יש מחיר סביבתי כבד. הכפכפים עשויים מחומרים שאינם מתכלים - הם מבוססים על תוצרי תעשיית הנפט (אם מדובר בקלקר, פלסטיק או גומי), וכיוון שהם זולים מאוד (זוג כפכפים עולה כחמישה דולרים במוצע - כלומר קצת פחות מ-20 שקל) ולרוב גם נוטים להיקרע בקצב מהיר למדי, אנחנו קונים וזורקים אותם בדרך כלל בלי לייחס לכך כל חשיבות. הבעיה היא ששלושה מיליארד כפכפים שנמכרים ברחבי העולם בכל שנה מצטברים ויוצרים נזק משמעותי לסביבה. הכפכפים מהווים חלק הולך וגדל באשפה שמציפה את עולמנו: הם מצטברים במטמנות האשפה ובמזבלות ורבים מהם גם מגיעים לאוקיינוס, שם הם מצטרפים ל**איי האשפה** העצומים שמתהווים בו או מוצאים את דרכם לקיבות בעלי חיים ומסכנים אותם (ואותנו) כשהם מתפרקים לחלקיקים קטנים. חוקרים מאוניברסיטת קליפורניה בסן-דייגו, ארצות הברית, החליטו לנסות ל**שים סוף לבעיית הכפכפים** ופיתחו כפכפי אצבע שעשויים מאצות. זה אולי נשמע מוזר לנעול אצה על הרגל, אבל האבטיפוס שהציגו לאחרונה חברת Materials Algenesis - חברת הסטארט-אפ שהקימו חוקרי המעבדה מסן דייגו - נראה ממש כמו כפכפי אצבע שתמצאו בחנויות. לדבריהם, גם המחיר של כפכפי האצה לצרכן צפוי להיות דומה ואפילו זול יחסית למוצרים הקיימים כיום, ולעמוד על כשלושה דולרים לזוג בלבד. כבר בשנה הבאה, כך הם מקווים, יחלו כפכפי האצות להימכר באופן מסחרי לציבור. **סרטון על כפכפי האצה החדשים:**

אצות - כבר לא רק למאכל

הכפכפים מיוצרים ממעין קצף, פולימרי בשם פוליאוריתן (polyurethane) אותו מפיקים החוקרים במעבדה משמנים המופקים מאצות זאת במקום ליצור מנפט כפי שהיה עד כה. גידול האצות באופן מסחרי הופך יותר ויותר נפוץ בשנים האחרונות, עקב מגוון השימושים ההולך וגדל בהן בשנים האחרונות (החל בתעשיות המזון, הקוסמטיקה ו**האופנה** ועד לייצור **תחליפי פלסטיק שונים**). החוקרים מסן דייגו הצליחו להפיק את הקצף המיוחד כבר לפני כשנתיים, כשפיתחו **גלשן עשוי אצות** שנמכר היום גם הוא באופן מסחרי. הצלחתו של הגלשן גרמה להם לראות את הפוטנציאל הגלום בחומר שייצרו: הם הבינו שאפשר להשתמש בו כדי לפתח מוצרים המדמים קלקר במרקם קשה ויציב, או דמויי גומי רך וגמיש יחסית. גלשן הגלים שלהם היה רק המוצר הראשון בשורה של מוצרים אפשריים לפיתוח. "המקור של הנפט בו אנו משתמשים כיום הוא באצות שחיו באוקיינוסים קדומים לפני מאות מיליוני שנים, ואשר שקעו לקרקעית ונקברו בה". אומר פרופ' סטיבן מייפילד, אחד החוקרים המובילים את הפרויקט, "רבים לא יודעים זאת, אך זה אומר שכל מה שאנו מייצרים כיום מנפט, ניתן יהיה בסופו של דבר לייצר מאצות" פרופ' מייפלד מוסיף ומספר כי הגלשן מאצות היה המוצר הראשון הברור מאליו לייצר

עם החומר, אבל כשמסתכלים על המספרים, מבינים שלייצר כפכפים וסוליות נעליים אחרות מהחומר הזה – זה הרבה יותר חשוב". "אף על פי שכפכי אצבע נראים כמו בעיה שולית, מסתבר שזו הנעל מספר אחת בעולם היום", מספר מייפילד. "זוהי הנעל מספר אחת בסין, בהודו ובאפריקה. זו הנעל של הדיג ושל החקלאי. למעשה, אחד מהמזהמים הגדולים של האוקיינוס היום הוא פוליאוריתן, שמגיע גם מכפכפים ונעליים אחרות שנשטפו או הושלכו לנהרות ונחלים ומשם אל הים".

בלי להשאיר טביעת רגל

החוקרים עובדים כעת על הפיכת המוצר למתכלה לחלוטין באמצעות שינוי מבנה הפוליאוריתן כך שיהיה זמין לפירוק ביולוגי ע"י חיידקים, אז ניתן יהיה לצמצם את ההשפעות הסביבתית שלו באופן דרמטי – ודאי ביחס למוצרים מקבילים. אך כבר היום מדובר למעשה במוצר שטביעת הרגל הפחמנית שלו (כלומר – כמות הפחמן הדו-חמצני שנפלט בגלל שריפת דלקים המשמשים לייצור של מוצרים ושירותים שונים, והשטח הנדרש לטיפול בפליטות אלה) היא קטנה בהרבה מזו של רוב המוצרים. זאת כיוון שאצות סופחות אליהן פחמן דו-חמצני (CO₂) מהאטמוספירה בתהליך הפוטוסינתזה; זאת בניגוד לנפט – שהוא, כאמור, אחד המרכיבים העיקריים במרבית הכפכפים בעולם כיום – שבתהליך ההפקה שלו ובשימוש בו משתחרר CO₂ שהיה קבור במעבה האדמה אל האטמוספירה, ובשל היותו גז חממה הוא תורם [לשינוי האקלים ולהתחממות כדור הארץ](#). ייצור של 3 מיליארד הכפכפים שנמכרים היום בשנה, מאצות במקום מחומרים מבוססי-נפט, יגרום להפחתת פליטות CO₂ לאוויר ולכן יכול להיות גורם נוסף שיסייע להאט את ההתחממות הגלובלית ואת שינוי האקלים. בהמשך, מקווים החוקרים לפתח מוצרים נוספים מהחומר שפיתחו: החל מסוליות לנעליים מסוגים נוספים, עד למושבים וצמיגים למכוניות. "אנחנו מקווים שכל דבר שמייצרים היום מנפט נצליח בסופו של דבר



כפכפי האצות של החוקרים מסן דייגו. תצלום: UCSD

אצות כחול-לבן

בישראל פועלות כיום כ-16 חברות העוסקות בחקלאות אצות ושמעסיקות כ-200 עובדים, רובם באזורי הפריפריה. אמנם כיום הן עדיין אינן עוסקות בייצור מסחרי של ביופלסטיק מאצות, אך חוקרים באקדמיה בישראל כבר עובדים על כך, תוך יישום גישה של הפקת מספר מוצרים ליישומים שונים מאותו חומר גלם הנקראת Biorefinery - בית זיקוק ביולוגי. נתונים נוספים על הפעילות בענף האצות בישראל כמו גם ריכוז חסמים לענף והמלצות לצעדי מדיניות להתמודדות עימם ניתן למצוא במסמך "[ענף האצות - מנוע צמיחה ירוק לחקלאות הישראלית](#)", באתר משרד החקלאות ופיתוח הכפר. הפוטנציאל לשימוש באצות כחומר גלם בתעשיית האופנה הופך ברור ומוחשי יותר בשנים האחרונות עם התקדמות הפיתוחים הטכנולוגיים, אך עלויות ייצור האצות כיום עדיין גבוהות. זיהום הים בחומרי דשן חקלאיים וביוב מוביל לשגשוג של אצות ולפריחות מאסיביות. את הפריחות העונתיות של אצות בים, בשילוב עם גידול חקלאי של אצות בהיקפים גדולים בים וביבשה, ניתן בהחלט לנצל לייצור נעליים וכפכפים, תוך הפחתת נזקי תעשיית האופנה והפיכתה לתעשייה מקיימת ובריאה יותר לאדם ולסביבה.

לייצר מאצות", מסכם מייפילד את חזונו.