

# פתרון הבועה כל תוצרי הלוואי באתר אחד

נחמיה פלק - רפת מעון כרמל  
nf@refetmc.com

ערוך על ידי יוסי מלול, מתוך עבודת גמר של נחמיה פלק, מנהל הרפת במעון כרמל, בקורס מנהלי רפת שהתקיים בפקולטה לחקלאות 2011 שותפים לעבודה: המנחה - ד"ר חורחה טרצ'יסקי, פקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית. רכזי המשקים - זודי אלדר ודדי בלאו. יועץ הקומפוסט - משה ברונר. מנהל אתר הקומפוסט - רון צוראל.

ברפת מעון כרמל בחרנו בפתרון קצה של מתקן קומפוסט מקומי - פתרון הבועה, כלומר, כל תוצרי הלוואי של הרפת מטופלים במקום אחד, פועל לשביעות רצוננו. הרפת היום יותר נקייה ומסודרת, עקב שיפור מצב התברואה וטיפול הולם ועיל בפסולת המיוצרת במשקי מעון-כרמל. כל זאת ללא הפסדים כלכליים כלל

הפרשות אלה מכילות חומרים שונים ובהם: חנקן, מלחים, חומר אורגני ופתוגניים העלולים לזהם את הסביבה. פוטנציאל הזיהום בחומר אורגני (העומס האורגני) של פרה חולבת אחת לזה של 20 בני אדם (השוואת ערכי צח"ב של כמות הפרשה יומית). עדר הבקר בארץ מהווה פוטנציאל זיהום הזהה לשפכים של כ-4 מיליון בני אדם הניגרים לכל עבר ומחלחלים לאדמה.

בשנת 1999, החליטה מדינת ישראל על רפורמה בענף הרפת, שכוללת את הטיפול במפגעי הזבל (זבובים, מטרדי ריח, ומניעת זיהום מקורות המים) שצוינו לעיל, כדי לשמור על הסביבה. הדרישות מכוונות לאזור הרפת כולו כולל: "מכון חליבה, חצרות רביצה, שבילי האבסה, מרכז מזון, שטח לאצירה או טיפול בזבל, משטחים לשיטפת ציוד, מתקנים לטיפול/סילוק השפכים. המגמה הכללית היא לקיים ברפת את עקרון ה"בועה", כלומר, מי גשם נקיים לא חודרים אליה ומים מזוהמים לא יוצאים או מחלחלים ממנה, בצורה בלתי מבוקרת" (מתוך חוברת "רפורמה בענף החלב", 2001).

## טבלה 1. ייצור פרש רפתות ארצי

ייצור פרש רפתות (אלפי מ"ק)		
אזור	מספר פרות	ייצור זבל ע"י פרות
גליל גולן	11,000	154
גליל המערבי	10,000	140
עמקים	35,000	490
מרכז	17,000	238
השפלה וההר	20,000	280
נגב	25,000	350
ערבה	2,000	28
סה"כ	120,000	1,680

## תוצרי הלוואי של הרפת

מכסת חלב הבקר השנתית בישראל בשנת 2010, הייתה מעל 1,300 מליון ליטר. לצורך ייצור מכסה זו, נדרשות כ-120,000 פרות כאשר כ-60% מהפרות נמצאות ברפתות שיתופיות (כ-161 רפתות) והיתר ברפתות משפחתיות. מלבד ייצור החלב, כל רפת מייצרת פרש (זבל) בכמות גדולה (14 מ"ק לשנה לפרה). ברמה ארצית מדובר במעל 1,600 אלף מ"ק וזאת ללא הזבל שנוצר מהעגלות הנלוות (טבלה 1).



הרפת ומתקן הקומפוסט במבט על



רצוי להגדיל את נפח הברכה



מראה כללי של המתקן

אישור מיוחד להשאיר חצרות פתוחות בחורף, בשל העובדה כי מי התהום עמוקים מאד ואין חשש לחלחול של מים מזוהמים למי התהום. אולם, ריחוקה של הרפת מאזורים מיושבים ומשטחים חקלאיים מהווה חיסרון, כי אין אפשרות לפזר את הזבל בשדות. בנוסף, הרפת ממוקמת באזור יו"ש, דבר המקשה על קבלנים (לפינוי זבל) להגיע ולפנות את הזבל בעקבות כך, בחרה הרפת בפתרון מושלם – מעגל סגור, לכל סוגי הזבלים שתוארו לעיל, וזאת באמצעות הפיכת הזבלים לקומפוסט ומכירתו. פתרון זה נותן מענה גם לשאר המטרדים במשק החקלאי: זבל לולים וגזם מטעים, המהווים חומרי גלם בתהליך הקומפוסטציה.

## חשיבות תהליך הקומפוסטציה, כיום, הוא לא רק בשל הערך הכלכלי שיש לקומפוסט בחקלאות, אלא גם לשם שמירה על איכות הסביבה

בעבודה זו אתאר מהו תהליך הקומפוסטציה, כיצד מיישמים אותו, וכיצד הרפת שלנו תכננה ובנתה את אתר הקומפוסטציה כדי שיינתן מענה לדרישות המשרד להגנת הסביבה ובנוסף לכך, הפעלת האתר תהיה ריווחית, או לכל הפחות תכסה את ההוצאות השוטפות של פתרון הקצה לזבל.

### תהליך הקומפוסטציה

#### מקור המילה

מקור המילה קומפוסט הוא בלטינית **compositum**, ומשמעה היסודי הוא: הרכבה, חיבור, ערבוב.

ב-6 ביוני 2011, אישרה הוועדה למונחי איכות הסביבה של האקדמיה ללשון העברית, בשיתוף מכון התקנים הישראלי, את מילון איכות הסביבה ובו התרגום הרשמי של קומפוסט ל-"דשונת". המילה רבובית, המשמשת לעתים לציון קומפוסט, מתייחסת למונח הומוס.

בתרבות העברית, נזכר הרעיון של זיבול אורגני כבר במקרא, שבו נעשה שימוש במילה "דומן" (שמשמעותה זבל או צואה) כדי לתאר את השפעתן של גופות הקבורות באדמה. המונח נזכר לראשונה בהקשר לגופתה הרקובה

### סוגי הזבלים הנוצרים ברפת הדורשים טיפול

1. שפכים הנוצרים בעיקר במכון החליבה ובחצר ההמתנה (נוזלי).
2. זבל מדרכים – נוצר במקום שבו עומדות הפרות ואוכלות (מוצק-רטוב)
3. זבל מרביצים – נוצר במקום שבו רובצות הפרות בשטח מקורה (מוצק – בדרך כלל יבש ברובו)
4. זבל חצרות – שטח מרביץ שאינו מקורה (מוצק-יבש) הגדרה: "פתרון קצה" משמעותו: היעד הסופי (קצה) שאליו מסולקים השפכים והזבל הנוצרים ברפת.

### פתרונות קצה הקיימים היום בישראל לזבל הנוזלי

1. שאיבה ופיזור בשדות (ללא טיפול).
2. ברכות אידי (בתחילת הרפורמה היה הפתרון המועדף ע"י המשרד לאיכות הסביבה)
3. טיפול במתקן ביוגז.
4. התחברות למתקן טיהור שפכים אזורי או מקומי (מט"ש).

### פתרונות קצה הקיימים לשלשת סוגי המוצקים

1. ערבובם ברפת עם חומרים ממצקים למצב שאפשר לפזר אותם בחלקות חקלאיות ללא טיפול נוסף.
2. לפנותם לאתר קומפוסטציה, ולאחר עיבוד החומר, להעבירו לשימושים חקלאיים שונים.
3. שיטת הרדוף – פיזור זבל המדרכים במרביץ הפרות וקלטור יומיומי, עד שהתוצר המתקבל דומה לקומפוסט.
4. טיפול במתקן ביוגז אנארובי (כמו המתקן לטיפול בבוצות חקלאיות – מטב"ח שפועל בעמק חפר), ללא צורך במיצוק.

### הגדרת הבעיה ברפת מעון כרמל

רפת מעון-כרמל הנמצאת בדרום מזרח הר חברון, הוקמה בשנת 1995 כשותפות לשני המושבים מעון וכרמל. הרפת בעלת מכסה של כ-6 מיליון ליטר חלב, חיפשה פתרון קצה שיתאים לתנאים הייחודיים לה – אזור יבש וגבוה, המאופיין במיעוט גשמים (230 מ"מ ממוצע שנתי). כמות משקעים נמוכה מהווה יתרון, כאשר מעט גשמים היורדים לחצרות הפתוחות ונהפכים לשפכים. חשוב להדגיש כי רפת מעון כרמל קיבלה



ברכות שיקוע השפכים - המים מספיק מסוננים לעבור בטפטוף



השופל מסדר את הערמות

אורגני מוצק מתפרק ומתרחש בו שחרור זמני של חומרים פיטוטוקסים, כך שבסופו של דבר מתקבל חומר אורגני מיוצב. אמנם פירוק חומר אורגני, כלומר ריקבון, יתרחש גם באופן טבעי ללא התערבות האדם, אך ההבדל הוא שתהליך הקומפוסטציה נעשה בתנאים מבוקרים ובהתערבות האדם, לשם קבלת תנאים מיטביים לתהליך ותכונות הקומפוסט הרצויות, בהתאם לדרישות.

### השלבים השונים בתהליך ההדשנה

**א. השלב המזופילי** - מתרחש במהלך 24-48 השעות הראשונות. טמפרטורת הקומפוסט עולה ל-40-50 מעלות, שאז מתפרקים הסוכרים ושאר החומרים האורגניים קלי הפירוק בקומפוסט. בסוף שלב זה מכיל הקומפוסט מיקרואורגניזמים תרמופיליים בלבד, המסוגלים לשרוד בתנאי חום קיצוניים.

**ב. השלב התרמופילי** - הטמפרטורה עולה ל-40-80 מעלות והוא עשוי להמשך חודשים, אולם על ידי ניהול נכון של שלב זה, התהליך יתרחש במשך שבועיים-שלושה בלבד, שבמהלכם, ערמת הקומפוסט עוברת מספר הפיכות, כדי שכל חלקי הקומפוסט יחשפו לטמפרטורה הגבוהה. בשלב התרמופילי מתרחש פירוק חומרים קשי-פירוק כמו תאית. המיקרואורגניזמים התרמופיליים, הזרעים והנבגים בקומפוסט מושמדים.

**ג. שלב ההבשלה** - קצב הפירוק יורד והטמפרטורה אף היא יורדת בהדרגה. בשלב זה, מתחילות גם להיווצר בקומפוסט אוכלוסיות מיקרואורגניזמים חדשות ובנוסף, החומר האורגני שהתפרק עובר פילמור. לאחר תהליך הקומפוסטציה התוצר המתקבל הוא קומפוסט נקי מפתוגניים ומריחות רעים.

### קיימות שלוש שיטות הדשנה

- 1. השיטה הפתוחה** - השיטה הנפוצה יותר, שבה מציבים את הקומפוסט באוויר הפתוח, בערמות שגובהן עד 2 מטרים וחתך הרוחב שלהן אינו גבוה מ-2 מטרים. כדי שכל המצע יתאוויר, הופכים את הערמות בתדירות גבוהה (שיטת רפת מעון כרמל).
- 2. השיטה הסגורה** - מניעים את הקומפוסט דרך ריאקטורים בתהליך הנמשך בין 7-12 ימים ובסופו הקומפוסט מונח שוב בערמות להמשך

של איזבל:

וַיֵּלְכוּ לְקַבְרָה וְלֹא-מָצְאוּ בָּהּ פִּי אִם-הַגְּלִגְלִת וְהַרְגְּלִים וְכַפּוֹת הַיָּדַיִם. וַיָּשׁוּבוּ וַיִּגִּידוּ לוֹ, וַיֹּאמֶר דָּבָר-יְהוָה הוּא אֲשֶׁר דָּבַר בְּיַד-עֲבָדָיו אֵלֵיהֶוּ הַתְּשֻׁבִי, לֵאמֹר בְּחֶלֶק יִזְרְעֵאל יֵאָכְלוּ הַכְּלָבִים אֶת-בָּשָׂר אִיזָבֵל. וְהָיְתָה נִבְלַת אִיזָבֵל כְּדָמֶן עַל-פְּנֵי הַשָּׂדֶה בְּחֶלֶק יִזְרְעֵאל, אֲשֶׁר לֹא-יֵאמְרוּ זֹאת אִיזָבֵל.

מלכים ב', ט' ל"ה-ל"ז

בחזונו של ירמיהו הנביא על גורלם של מנהיגי ישראל שחטאו לה', מובא תיאור קשה על חילול גופותיהם: "...לֹא יֵאָסְפוּ וְלֹא יִקָּבְרוּ לְדָמֶן עַל-פְּנֵי הָאֲדָמָה יְהוּ: (ירמיהו ח', ב') בהמשך נבואתו הוא מנבא עתיד דומה לעם כולו: "... וְנִפְלְאָה נִבְלַת הָאָדָם כְּדָמֶן עַל-פְּנֵי הַשָּׂדֶה וְכַעֲמִיר מֵאֲחֵרֵי הַקָּצֵר וְאֵין מֵאֶסֶף." (ירמיהו ט', כ"א) כמוכן, בספר תהילים ישנה התייחסות לגופותיהם של אויבי ישראל: "וַיִּשְׁמְדוּ בְּעֵין-דָּאָר, הָיוּ דָמֶן לְאֲדָמָה." (תהילים פ"ג, י"א)

**דשנות** (בלעז: **קומפוסט**) היא דשן אורגני עשיר, שנוצר מחומר צמחי שהתפרק ואפשר להחזירו לקרקע ולטייב אותה. כל הפירות, הירקות והצמחים, יירקבו בסופו של דבר, אך כדי להחיש את התהליך ולמנוע ריקבון בלתי מבוקר, הפסולת האורגנית מפורקת על ידי מיקרואורגניזמים בנוכחות אוויר (פירוק אירובי). כאשר הקומפוסט מוכן, הוא מכיל כ-60%-70% חומר אורגני, הנקרא גם "הומוס", שמפרה את האדמה. חומר אורגני המגיע למטמנות מהווה מפגע סביבתי חמור: פירוק אנאירובי (ללא אוויר) של חומר אורגני יוצר את גז המתאן ( $CH_4$ ) שהוא מהגרועים שבגזי החממה הגורמים להתחממות כדור הארץ. תסחיפי אשפה המכילים חומר אורגני מהווים, אף הם, מקור גדול לזיהום הקרקע ולזיהום מי תהום. לעומת זאת, חומר אורגני שהפך לקומפוסט, הנו דשן טבעי אשר מפחית את הצורך בדשנים כימיים מזהמים ועשוי לשפר את התכונות הפיזיקליות של הקרקע (מבנה הקרקע ויציבותה, אחיזת המים, תנועת המים ואוורור) שחשיבותן גדולה ביותר לצמחים.

### תהליך ההדשנה

**הדשנה** (בלעז: **קומפוסטציה**) היא תהליך שבו חומרים אורגניים - שמקורם מהחי או מהצומח - עוברים פירוק בתנאים מבוקרים. פירוק החומר נעשה על ידי תהליך חמצון ביולוגי בתהליך תרמופילי ממושך שבמהלכו חומר





היפוך הערמות



מתקן היפוך נייד - רצוי מתקן סלף

קיים מגוון גדול של קומפוסטים בעלי הרכב כימי וביולוגי שונה, הן מבחינת השונות במקור חומרי הגלם, והן במידת הבשלתו וגם מבחינת השיטה שבה התבצע תהליך הקומפוסטציה. מגוון זה מאפשר התאמת כל קומפוסט לצרכים החקלאיים השונים.

## הוחלט על פתרון כולל ומלא לכל נושא השפכים והפסולת ברפת ובמשק, בהתאם לדרישות המשרד להגנת הסביבה, אשר ייתן מענה חיובי ומועיל לכלל המשק החקלאי, וזאת מבלי לערב גורמים חיצוניים או פתרונות אזוריים יקרים

### תרומת הקומפוסט לשמירה על איכות הסביבה

חשיבות תהליך הקומפוסטציה, כיום, הוא לא רק בשל הערך הכלכלי שיש לקומפוסט בחקלאות, אלא גם לשם שמירה על איכות הסביבה. הגידול באוכלוסייה, העלייה ברמת החיים והשינוי בדפוסי ההתנהגות, הגדילו באופן משמעותי את כמויות הפסולת שהחברה המודרנית מייצרת בבית, בתעשייה ובחקלאות. כיום השיטה המרכזית לטיפול בפסולת עירונית ותעשייתית היא הטמנה, אך שטחי אתרי ההטמנה הולכים וגדלים וחיבים למצוא פתרון נוסף לטיפול בפסולת. חומר אורגני מהווה מעל 50% ממשקל הפסולת הממוצעת למשפחה, אך במהלך ההדשנה קטנה כמות החומר לכמחצית ולכן הדשנה היא אחת מהפתרונות הטובים ביותר, והיא היעילה ביותר לטווח הארוך. בנוסף, ההדשנה מונעת מטרדים נגרמים מאשפה טרייה כגון ריחות רעים ומקור לדגירת חרקים ומזהמים בקומפוסט הביתי, כמו גם, בקומפוסט התעשייתי.

למדינת ישראל יש עניין מיוחד בהדשנה היות שקרקעות הארץ מאופיינות ברמה נמוכה של חומר אורגני ("הומוס"). מחקר ופיתוח של תהליך הקומפוסטציה וביסוס שיווק הקומפוסט עשוי להביא לשיפור בתוצרת החקלאית ובמקביל יעזור לשמירה על איכות הסביבה.

התהליך. יתרון השיטה הסגורה הוא שהיא מאפשרת יותר בקרה על תנאי היווצרות הקומפוסט, כך מושגים תנאי האופטימום ותהליך הקומפוסטציה מהיר יותר.

3. **תולעים** - פירוק שאריות מזון באופן מהיר על ידי שימוש בתולעי אדמה, שיטה זו ידועה בשם "זורמי-קומפוסט". התולעים אוכלות מוצרים אורגניים שונים ולאחר תהליך העיכול נוצר קומפוסט עשיר ויעיל במיוחד. הפירוק נעשה על ידי התולעים במכל המופרד מהקרקע ובשל כך ניתן להשתמש בשיטה זו גם ללא גינה. לשיטה זו יתרון גדול במקומות שבהם ההדשנה מתבצעת באזור עירוני או בשטח מגורים צפוף.

### חומרי גלם

חומרי הגלם של הקומפוסט שונים ומגוונים. מקורות החומר האורגני העיקריים המשמשים היום בתהליכי הדשנה הם:

- פסולת חקלאית כמו הפרשות בעלי חיים, רקבוביות עלים, קליפות עצים.
- פסולת תעשייתית אורגנית הנוצרת, בעיקר מתעשיית הנייר והמזון כמו נסורת, שעם, גפת ענבים.
- פסולת עירונית: גזם עצים, שאריות מזון, פסולת ביתית מופרדת ובוצת שפכים.
- כל חומר טבעי שהגיע מגוף חי - אדם, חיה או צמח - עשוי לשפר את הקומפוסט: שאריות פירות וירקות, דגנים, קטניות, קליפות ביצים, שיער, ואפילו דם ושתן.

## יתרונות הקומפוסט

### תרומת הקומפוסט לחקלאות

הקומפוסט מחומרי גלם שונים מסייע לשיפור תכונות קרקע חקלאית ומשמש מצע גידול מנותק. תוספת קומפוסט עשויה לשפר את אחיזת המים ותנועתם בקרקע ואת האוורור, הקטנת הצפיפות הגושית, שמירה על רמת בסיסיות/חומציות מתאימה (pH), ובעקיפין תורם אף להקטנת ריכוז המלחים בקרקע. הקומפוסט מוסיף גם יסודות הזנה לגידול: תרכובות אורגניות, תרכובות מינרליות ואוכלוסייה מיקרוביאלית בקרקע, תוספת שיכולה להביא לשיפור בכמות היבול. יתרון חקלאי נוסף וחשוב של הקומפוסט הוא דיכוי מחלות קרקע שונות בצמחים.



פיזור התשטיפים על הערמה



צנרת הסכטוף על גלגלות בקצה

ברפת ובמשק, בהתאם לדרישות המשרד להגנת הסביבה, אשר ייתן מענה חיובי ומועיל לכלל המשק החקלאי, וזאת מבלי לערב גורמים חיצוניים או פתרונות אזוריים יקרים. כך הגענו להחלטה על ייצור קומפוסט בתוך הרפת עצמה. המתקן הנו יחידה עצמאית עם זיקה לרפת, נחנך והתחיל לעבוד בדצמבר 2006.

ברפת קיימים שלושה סוגי זבלים: שפכי מכון חליבה וחרצר ההמתנה, זבל מדרכים (נוזלי), זבל חצרות ומרביצים (יבש ומוצק) בנוסף, למשקים כרמל ומעון ישנם לולים המייצרים זבל עוף וכרמים המייצרים גזם שזקוקים לטיפול. כדי לייצר קומפוסט איכותי מהמרכיבים הנ"ל, היה צריך לתכנן ממשק טיפול ושינוע.

#### תיאור המתקן

1. לשפכי מכון החליבה, נבנה מאגר בעל קיבולת של כ-2,200 מ"ק. הכמות חושבה על פי כמות המים הנצרכת במכון החליבה ומי הגשמים המתווספים בחורף.
2. לטיפול זבל המדרכים, נבנו מאצרות בקצה הסככות.
3. לזבל המוצק נבנה משטח אספלט בגודל של כ-6 דונם הצמוד למאגר. גודל השטח חושב על פי כמות הזבל השנתית הנוצרת ברפת. על משטח זה, מרכזים גם את זבל המדרכים, ועליו מבצעים את כל תהליך הקומפוסטציה. סך השטח שהוקצה למתקן הקומפוסט כ-10 דונם ברוטו.

#### השקעות

- המשטח והמאגר עלו כ-1.7 מיליון ₪.
- שופל ישן הועבר למתקן ללא חיוב.
- טרקטור גורר ומהפך זבל - 0.3 מיליון ₪.
- במתקן יש כיום שני מהפכים נגררים שאחד הוא לגיבוי במקרי תקלות.

#### עבודה

במתקן עובד חבר מושב כרמל כארבעה ימים בשבוע, הוא מטפל בכל נושא הזבל ברפת ומכיין את הערמות, מסדר את הוואלים, מבצע היפוך 2-3 פעמים בשבוע, משקה את הערמות ועוד.

#### הסיכונים בהכנת הקומפוסט

**א. גורמים מעכבים** - בשימוש לא נכון, עלול הקומפוסט להכיל גם גורמים המעכבים את גדילת הצמח. תופעה שכיחה הנה השימוש בקומפוסט לא בשל, עם יחס פחמן/חנקן גבוה. במקרים אלה, יישום הקומפוסט בסמוך למועד הזריעה או השתילה של צמחים עלולה לגרום למחסור בחנקן לצמחים.

**ב. מתכות כבדות** - בקומפוסטים המיוצרים מחומרי גלם שמקורם בתעשייה או בבוצת שפכים, הכרחי לבדוק את ריכוז המתכות הכבדות שבו - מתכות אלה הן יסודות מקבוצת מתכות המעבר, אשר חלקן חיוניות להתפתחות הצמח אך רק במינון נמוך. כאשר ריכוז המתכות עולה מעל למינון הראוי הן הופכות לרעילות לרקמות החיות.

### שפכי מכון החליבה, הזבל הנוזלי והמוצק מתרכזים באתר הקומפוסטציה של הרפת. יחד עם זבל העוף, הגזם וההיפוכים התדירים, נוצר לאחר חודש וחצי, קומפוסט אורגני מעולה, שנמכר לחקלאים

**ג. גורמי מחלות** - חשוב לבדוק את הימצאותם של חומרים פיטוטוקסיים אחרים או חומרים רעילים לאדם בקומפוסט. בקומפוסט עלולים להימצא גם גורמי מחלות קרקע או מיקרואורגניזמים המסוכנים לאדם אשר לא הושמדו בתהליך הקומפוסטציה, או שהתפתחו כחלק מהאוכלוסייה החדשה בקומפוסט לאחר הבשלתו. כדי להימנע מבעיות אלו נקבע תקן לקומפוסט, הניתן למתקנים אורגניים על ידי השירותים להגנת הצומח.

#### קומפוסטציה ברפת מעון כרמל

בעקבות החלטת המדינה על הרפורמה בענף הרפת הכוללת טיפול במפגעים שהרפת מייצרת, הוקם צוות חשיבה ברפת מעון כרמל כדי לבחון פתרונות מתאימים. הפתרון הראשון שנבחן היה ברכות אידוי לשפכי מכון החליבה ופינוי הזבל המוצק על ידי קבלנים. לאחר חשיבה נוספת ולאור הנתונים שהוצגו במבוא, הוחלט על פתרון כולל ומלא לכל נושא השפכים והפסולת

## לקחים ותובנות

**נחמיה פלק** מנהל את הרפת המשותפת מאז הקמתה, הוא ליווה את ההתלבטויות בפתרון בעיית תוצרי הלוואי והיה שותף פעיל בקבלת החלופה המעודפת. גם כיום, יותר משבע שנים של הפעלת המתקן, הוא משוכנע שזה הפתרון הנכון לרפת מעון כרמל.

לנחמיה יש כמה לקחים ותובנות מניסיונו:

1. להגדיל את מאגר השפכים שייתן ביטחון לקליטת כל שפכי הרפת, כולל מי הגשמים שזורמים על משטח הקומפוסט.
2. במקום מהפך נגרר נחמיה שואף לרכוש מהפך רוכן, כמו במתקנים המסחריים וכך מנצל את כל השטח.
3. אין צורך בביטון המשטח, אספלט מספק עם עבודה זהירה של השופל בשטח.
4. בקיץ השימוש במים גדול יותר מכניסת מי השפכים, על אף הצינונים לפרות. בחורף יש פחות שימוש במים וגם זרימת מי גשמים על משטחי הזבל ולכן יש לאגור אותם לקיץ. השאיפה שבסוף הקיץ, המאגר יהיה ריק.
5. זהו פתרון מיטבי שמאוזן כלכלית ואין הוצאה על טיפול בזבל ובשפכי הרפת, הוצאה שמגיעה למאות אלפי ₪ ברפתות דומות. המתקן מטפל גם בפסולות אחרות של המשק החקלאי המעורב, כמו זבל לול, גזם ופסולות אורגניות אחרות.
6. חשוב לבנות את המתקן מוחץ ליישוב למנוע תקלות של ריחות אפשריים.
7. יותר קל להקים מתקן כזה במקום עם מיעוט משקעים (אצלנו 230 מ"מ בממוצע) אחרת צריך להשקיע במאגר יותר גדול. ■

סינון המים לפני הגעתם לשלוחות הטפטוף. עם ההיפוך מתקבל חתך ערמה בעל רטיבות באחידות גבוהה מאד. שלוחות הטפטוף מותקנות ע"ג גלגלות שנבנו במיוחד לשם כך. ההשקיות מתבצעות בהתאם לקצב ההתייבשות של הערמות. עם ירידת הטמפרטורה בערמות, מפסיקים את ההשקיות ומבצעים לפחות שני היפוכים נוספים ללא השקיה. עם סיום ההיפוכים במהפך, מבצעים היפוך נוסף שלפני שיוק ועורמים את הקומפוסט על המשטח לתקופה של מספר שבועות להבשלה.

### מטרדי ריח חזובים

המתקן ממוקם קרוב לרפת אך רחוק מכל יישוב, כולל משקי הבעלים. הוא אינו גורם לבעיה סביבתית של מטרדי ריח חזובים. תהליך ההדשנה מונע דגירה של חזובים והריחות שיוצאים מהמתקן הם ריחות קומפוסט נסבלים. המתקן עובד בכל ימות השנה ומאושר על ידי המשרד להגנת הסביבה.

### בקרת איכות

בקרת האיכות מתייחסת למספר מדדים:

1. **בקרת איכות חומרי הגלם** – הכוללת הרחקת עצמים זרים מהזבל עצמו, הקפדה על מקור זבל העופות והגזם ובדיקת איכות השפכים במעבדה מוסמכת, שבה מתבצעת אנליזה של תכולת מלחים, חומרי הזנה, חומר



מתקבל קומפוסט מעולה ואיכותי

## תהליך הייצור

1. שפכי מכון החליבה עוברים בשלושה בורות שיקוע ומשם לתחנת שאיבה המעבירה את השפכים, בעלי ריכוז מוצקים מרחפים מופחת, למאגר באמצעות קו סניקה. לפני הכניסה למאגר יש עוד שלושה בורות שיקוע קטנים יותר המפרידים חלק מהמוצקים שנותרו.
2. זבל המדרכים נגרף, מדי יום, למאצרות מבטון הנמצאות בקצה הסככות. במאצרות ממצקים את זבל המדרכים על ידי ערבוב עם זבל עוף ביחס של כ-15% (נפח) ובגזם כ-10% אשר סופח את הנוזלים ומסייע במיצוק. בהמשך, אחת לחודש לערך, מפנים באמצעות משאית את הזבל שהתמצק למשטח הקומפוסט.
3. זבל החצרות היבש והמרבצים מפונה פעמיים בשנה למשטח הקומפוסט.

### בניית ערמות הקומפוסט

ערמות הקומפוסט נבנות על משטח בגודל של כ-6 דונם אשר מנוקז ע"י שיפועים מתאימים אל המאגר. המשטח מחולק ל-3 חלקים: מרכז המשטח משמש כמחסן לזבל החצרות והסככות (כפי שצוין בסעיף 3) ושני צדי המשטח משמשים לבניית ערמות הקומפוסט. בניית הערמות נעשית כך שזבל הסככות והחצרות והזבל שהיה במאצרות (כפי שצוין בסעיף 2) מעורבבים ביחס של 50:50. בצורה זו מתקבל חומר גלם לערמות באופן אחיד יחסי במהלך השנה.

### היפוך הערמות

את ערמות הקומפוסט הופכים באמצעות כלי ייעודי – מהפך קומפוסט נגרר. הכלי מיועד להפוך ערמות ברוחב של כ-2 מטרים ובגובה של כ-1.5 מטר. לאחר בניית הערמות וההשקיה הראשונה, מתבצעת הפיכה ראשונה. לאחר הפיכה זו, הופכים את הערמות פעמיים-שלוש בשבוע. סה"כ הערמות מהופכות 9-12 פעמים בהתאם לקצב התהליך, המושפע בעיקר מתנאי מזג האוויר.

### השקיית הערמות

כאמור, את ערמות הקומפוסט משקים בשפכי הרפת ובתשטיפים. השקיית הערמות מתבצעת ע"י שלוחות טפטוף המונחות בראש הערמות. השקייה זו מאפשרת אחידות פיזור המים בצורה מיטבית, ומינימום סתימות בשל

אורגני ומתכות.

2. **בקרת תהליך הייצור** – הכוללת מעקב אחר התפתחות התהליך. בעזרת מד טמפרטורה ומדידת רטיבות (על ידי דגימה וייבוש בתנור למדידת ח"י) בודקים את תהליך התקדמות הקומפוסטציה עד לסימו.
3. **בקרת איכות המוצר הסופי** – הכוללת אחוז רטיבות, אחוז חומר אורגני ופחמן, ריכוז יסודות הזנה: חנקן, זרחן, אשלגן, סידן ומגנזיום. כמוכך, נבדקים המוליכות החשמלית וריכוז כלוריד. לפחות פעם בשנה, נבדק הקומפוסט למעקב אחר הימצאותם של שאריות חומרי הדברה וכן כדי לאתר מחלות.

## שיווק הקומפוסט

כל הקומפוסט משווק לחקלאים, על-פי הזמנה מראש ומשמש לזיבול גידולי שדה כמו תפוז"א וגזר ולזיבול מטעי הנשירים. לפני שנתיים, קיבל הקומפוסט תו תקן אורגני מחברת IQC (מכון לבקרת איכות).

## מאזן כלכלי לשנת 2013

### הכנסות

מכירת קומפוסט (6,200 מ"ק)	403,000 ש"ח
השכרת ציוד	37,000 ש"ח
<b>סה"כ</b>	<b>440,000 ש"ח</b>

### הוצאות

אחזקת מערכת וכלים	170,000 ש"ח
חומרי גלם (זבל עוף, גזם)	104,000 ש"ח
הובלות פנימיות	12,000 ש"ח
<b>סולר</b>	<b>50,000 ש"ח</b>
עבודה וייעוץ	92,000 ש"ח
בדיקות ושונות	6,000 ש"ח
<b>סה"כ</b>	<b>434,000 ש"ח</b>
<b>יתרה</b>	<b>6,000 ש"ח</b>

## סיכום ומסקנות

שפכי מכון החליבה, הזבל הנוזלי והמוצק מתרכזים באתר הקומפוסטציה של הרפת. יחד עם זבל העוף, הגזם וההיפוכים התדירים, נוצר לאחר חודש וחצי, קומפוסט אורגני מעולה, שנמכר לחקלאים.

הנקודה המרכזית בכל התהליך היא אידוי מי השפכים ללא צורך קדם טיפול בהם. כדי שהתהליך יתבצע בהצלחה, מאזן המים במאגר בקיץ צריך להיות

## נחמיה פלק

נולדתי בקיבוץ שדה אליהו. אבי ז"ל הידוע בכינויו "רחים", היה ממקימי הרפת של הקיבוץ וגם שני אחיי, המבוגרים ממני, עבדו בה. כשהשתחררתי מצה"ל מינו אותי כאחראי על גידול הרודוס, בעבור העגלות, ומשם הגעתי לרפת. לאחר שלש שנים יצאתי ללימודי מוזיקה וכשחזרתי, שילבתי עבודה במוזיקה (יום בשבוע) וברפת.



לאחר שנה, ביקשו שאכנס לניהול. לאחר שבע שנות ריכוז הרפת, עברנו למושב כרמל עם חמישה ילדים, לעזור להקים רפת משותפת למשקים השיתופיים מעון וכרמל בדרום הר חברון. בכרמל נולדו עוד שני ילדים ב"ה וכיום יש גם חמישה נכדים, כן ירבו. ■

שלילי – כלומר, יותר מים יוצאים להשקיית הקומפוסט מאשר נכנסים אליו. על המאגר להיות ריק בתחילת החורף, כיוון שמאזן המים הנו חיובי – כלומר, המים שנכנסים למאגר רבים מאלה היוצאים להשקיית הקומפוסט.

פתרון הקצה לבעיית איכות הסביבה ברפת מעון – כרמל הינו ייחודי בארץ. הרפת מנצלת בצורה מיטבית את תנאי האקלים באזור ואת חומרי הגלם הזמינים. פתרון זה אינו מתאים בהכרח לכל מקום כיוון שהתנאים משתנים ממקום אחד למשנהו.

**פתרון הבועה** – כלומר, שכל תוצרי הלוואי ברפת מטופלים במקום אחד, פועל לשביעות רצוננו וגם אם אינו משאיר רווח או שהוא מזערי, הרי שלרפת אין הוצאות בגין טיפול בזבל (ראה מאזן). בנוסף, אתר הקומפוסט מספק מקום עבודה נוסף, במשרה מלאה, באזור שבו אין די מקומות עבודה. בשנים האחרונות, יש התפתחות בחקלאות האורגנית ואתר הקומפוסט שלנו בהחלט משתלב ומשרת את החקלאים המעוניינים בקומפוסט אורגני.

הרפת היום יותר נקייה ומסודרת, בעוד שלפני הקמת האתר ותפעולו היינו תלויים בגורמים חיצוניים, שלא תמיד נענו לצורכי הרפת בזמן ובמקום המתאים. מצב התברואה (זבובים ועוד מרעין בישין) השתפר מכיוון שההפיכות התכופות של הקומפוסט, אינן מאפשרות התפתחות גורמים מזיקים. ■