



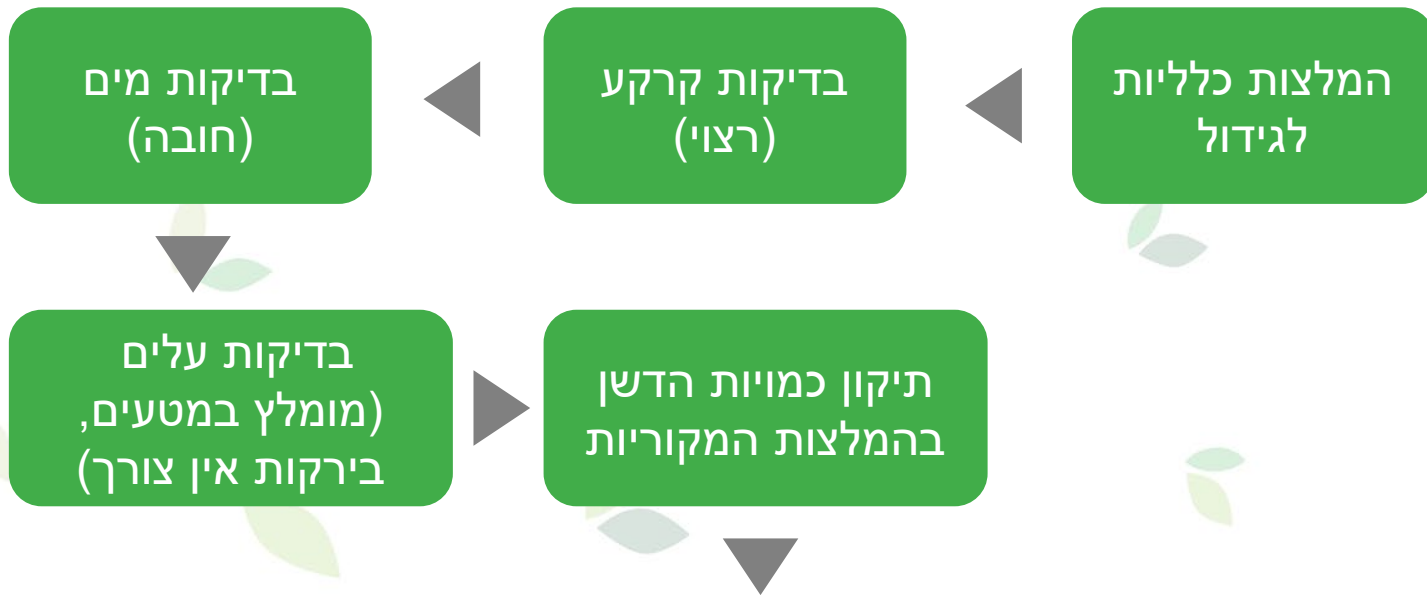
וובינר מס' 2

# תמיסות דשן – חישוב כמויות וחלוקה למכלים

רן יקיר



# אז מה היה לנו בפגישה הקודמת?

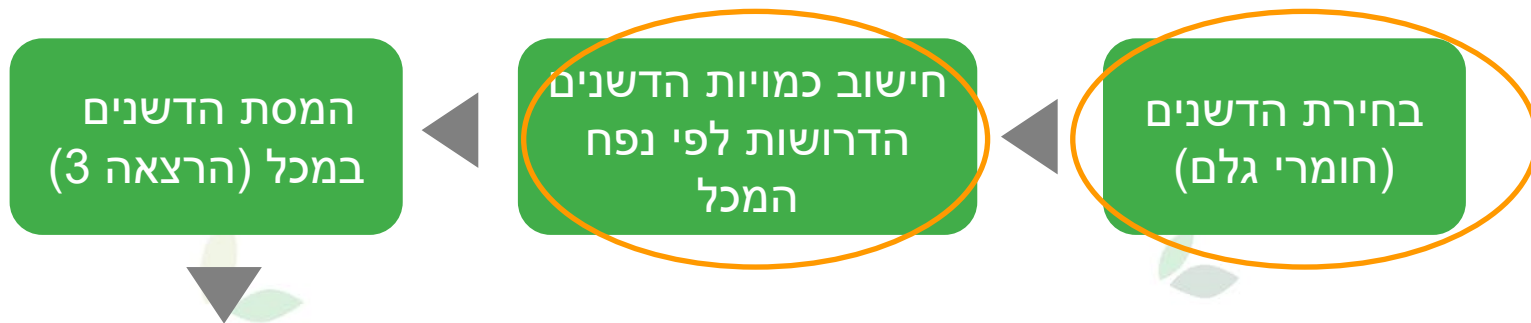


<https://www.haifa-group.com/he/articles/%D7%95%D7%95%D7%91%D7%99%D7%A0%D7%A8-%D7%91%D7%A0%D7%99%D7%99%D7%AA-%D7%AA%D7%9B%D7%A0%D7%99%D7%AA-%D7%94%D7%93%D7%A9%D7%99%D7%99%D7%94>

## בחירת דשנים



# בחירת דשנים - והלאה



**דישון בחלקות  
(כמות, ריכוז)**



# מבנה ההרצאה

"קריאת" נוסחאות הדשן וחישוב כמויות בתמיסה 

דישון כמותי ודישון יחסי 

מהמלצות לכמויות 

• בחירת חומרי הגלם

• דוגמאות חישוב לתוכנית דישון

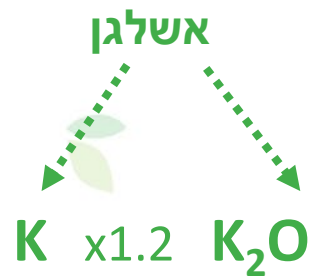
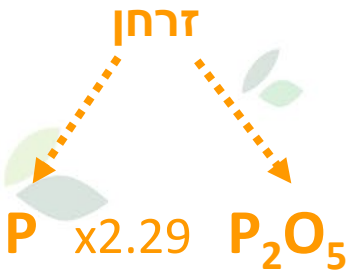
שילוב שני מכלי דשן – דוגמת חישוב 



# מה יש לנו שם



חנקן כללי (צרוף)





# חנקן – יחידות חישוב

חנקן מופיע כיסוד צרוף, למרות שצורה זו לא קיימת כלל בטבע.  
צורות חנקן העיקריות בדשנים מינרלים (דשנים כימיים):

- חנקה  $\text{NO}_3^-$  (מופיע בכל דשן המכיל חנקה כגון אמון חנקתי, חנקת אשלגן, סידן חנקתי וכו')
- אמון  $\text{NH}_4^+$  (אמון חנקתי, אמון גופרתי)
- אמיד (אוראה)  $\text{NH}_2$

כדי להמיר חנקה לחנקן צרוף יש לחלק ב-4.43

כדי להמיר אמון לחנקן צרוף יש לחלק ב-1.28

מכשירי מדידה שונים אינם מודדים חנקן צרוף, אלא את היונים השונים.





# חישוב כמויות דשן - זרחן

זרחן רשום לרוב בדשנים / המלצות דישון כתחמוצת זרחן ( $P_2O_5$ ) ולעיתים מופיע כיסוד צרופ (P).

כדי להמיר זרחן צרופ לתחמוצת זרחן יש להכפיל ב-2.29.

שתי צורות הזרחן המסיסות העיקריות בקרקע בטווח pH 5-9 הן:  $H_2PO_4^-$  ו-  $HPO_4^{2-}$ . היון  $H_2PO_4^-$  הוא הצורה שהצמח קולט.

בדיקות קרקע (לרוב בבדיקת אולסן) ובדיקות עלים הזרחן מופיע כיסוד צרופ.

דשן NPK 23-7-23 מסיס על בסיס אוראה עם מיקרו-אלמנטים.

תכולת יסודות הזנה במוצר:

יסוד	ריכוז	מיקרו-אלמנטים	ריכוז חל"מ (ppm)
חנקן כללי (N)	23%	ברזל (Fe)	1000
חנקן חנקתי ( $N-NO_3$ )	6.5%	אבץ (Zn)	150
חנקן אמיד ( $N-NH_2$ )	15.2%	מנגן (Mn)	500
חנקן אמוניאקלי ( $N-NH_4$ )	1.3%	נחושת (Cu)	110
תחמוצת זרחן ( $P_2O_5$ )	7%	מוליבדן (Mo)	70
תחמוצת אשלגן ( $K_2O$ )	23%		

תכולת N חנקתי במ"ל	P-אולסן מ"ל/ק"ג	א-אמיוניאק במ"ל/ק"ג
217.0	17.4	0.35
167.0	8.6	0.13
55.0	< 6.0	0.08





# חישוב כמויות דשן - אשלגן

- אשלגן רשום לרוב בדשנים / המלצות דישון כתחמוצת אשלגן ( $K_2O$ ) ולעיתים מופיע כיסוד צרוף (K).
- כדי להמיר אשלגן צרוף לתחמוצת אשלגן יש להכפיל ב-1.2.
- אשלגן נקלט בצמח כיון אשלגן ( $K^+$ )
- בבדיקות קרקע ובדיקות עלים האשלגן מופיע כיסוד צרוף.



# משמעות נוסחת הדשן

# 13 - 0 - 46

תכולת חנקן  
%N

תכולת זרחן  
%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

תכולת אשלגן  
%K<sub>2</sub>O





# מה מכיל שק חנקת אשלגן 13-0-46?

# 13 - 0 - 46

13% N

0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

46% K<sub>2</sub>O



$3.25 = 13\% \times 25$  ק"ג חנקן צרוף

$0 = 0\% \times 25$  ק"ג תחמוצת זרחן (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

$11.5 = 46\% \times 25$  ק"ג תחמוצת אשלגן (K<sub>2</sub>O)

**יחידת דשן = ק"ג**



# חישוב כמות יסודות הזנה בדשנים מוצקים לאחר המסה

ככלל אצבע מומלץ להמיס דשנים מוצקים בריכוז 20% (200 ק"ג לנפח סופי של 1000 ליטר).

ריכוז יסודות ההזנה בליטר תמיסת של חנקת אשלגן 13-0-46 בריכוז 20%:  
ליטר תמיסה מכיל 200 גרם דשן, לכן:

- $200 \times 13\% = 26$  גרם חנקן צרוף בל"
- $200 \times 46\% = 92$  גרם תחמוצת אשלגן בל"

בכדי למנוע שקיעת דשן במכל, בעת בהכנת תמיסת דשן יש להגיע לריכוז הנמוך מריכוז הרוויה, בהתאם לתכונות הפיזיקליות של הדשן

\*בטמפרטורות נמוכות מומלץ לעבוד עם תמיסה בריכוז 15%.  
ריכוז יסודות ההזנה יורד בהתאם ל-19.5 גרם חנקן ו-69 גרם אשלגן בליטר תמיסה.



דישון כמותי ודישון יחסי







# המלצות הדישון

תכנית דישון יחסית	תכנית דישון כמותית יומית	תכנית דישון כמותית שנתית/עונתית
ריכוז הדשן הקבוע במי ההשקיה/תמיסת הגידול	כמות דשן לדונם ליום	כמות דשן לדונם לכל העונה
מצעים מנותקים, קרקעות קלות	ירקות, פרחים	מטע, פרדס, גד"ש





## דישון כמותי

- חישוב כמות הדשן כפונקציה של הנוסחה בה משתמשים. 
- אין משמעות לריכוז במי ההשקיה (יכול להשתנות) 
- שימושי בדישון קרקעות בינוניות וכבדות בכל סוגי הגידולים (ירקות, מטעים, גד"ש) 
- הנחה שיסודות ההזנה סופקו לצמחים וזמינים כולם לצמח (ניתן להתחשב באובדן דשן בשטיפה וחוסר יעילות) 



# חישוב כמויות בדישון כמותי

דוגמא:

מגדל מעוניין לדשן 1 יחידת חנקן לשבוע לדונם.  
הוא משתמש בדשן-כל 27-0-27.  
כמה ק"ג דשן יש לתת לחלקה בשבוע?



$$1 \text{ ק"ג N} \leftarrow 0.27 \text{ ק"ג חנקן}$$

$$3.7 \text{ ק"ג דשן} = \frac{1 \text{ ק"ג חנקן}}{0.27 \text{ ק"ג חנקן לק"ג דשן}}$$

הכמות הדרושה היא 3.7 ק"ג דשן לדונם לשבוע





# חישוב כמויות בדישון כמותי - מוצק בתמיסת דשן

ממיסים 200 ק"ג דשן-כל™ 27-0-27 לנפח סופי של 1,000 ליטר. 

בכל ליטר יש 200 גרם X 27% N ו- K<sub>2</sub>O 

= 54 גרם חנקן צרוף + 54 גרם תחמוצת אשלגן

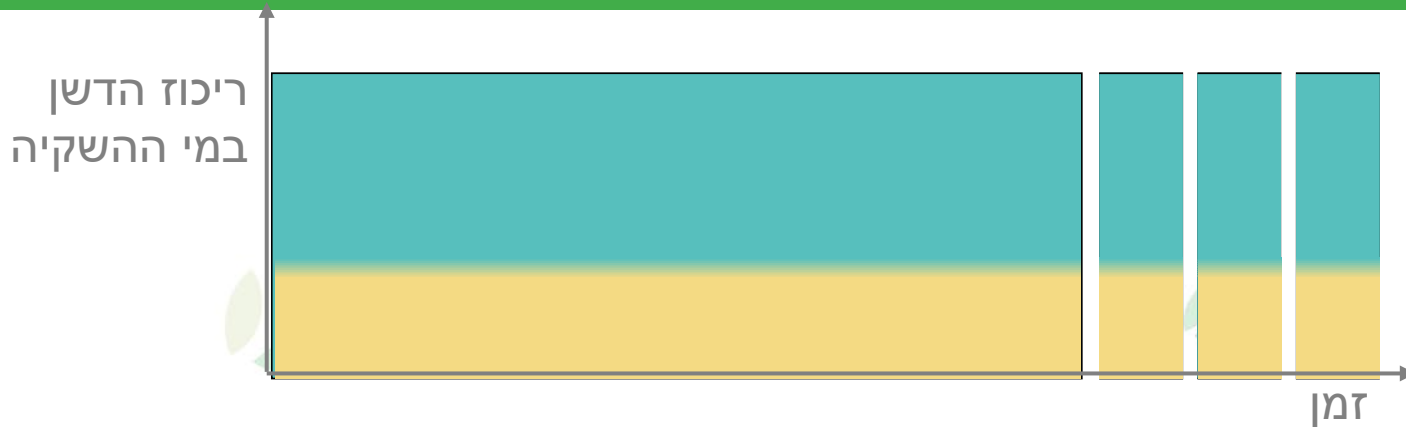
$$18 \text{ ליטר תמיסה} = \frac{1 \text{ ק"ג (=1,000 גרם) חנקן}}{54 \text{ גרם חנקן לליטר תמיסה}}$$

הכמות הדרושה היא 18 ליטר תמיסה לדונם לשבוע





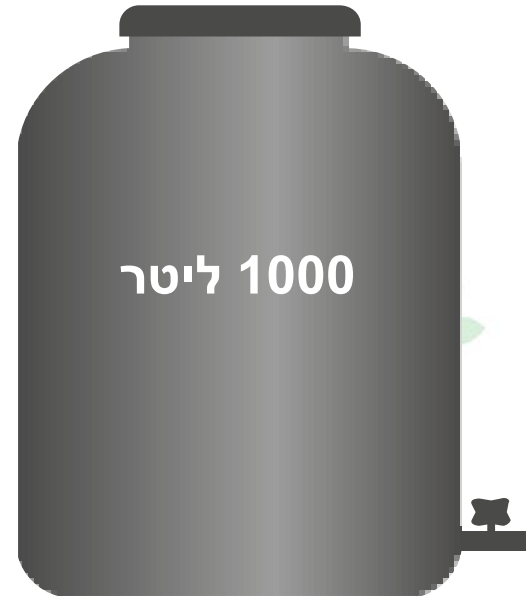
# דישון יחסי



- ריכוז יסודות ההזנה במי ההשקיה נשמר קבוע ולכן מנת הדשן פרופורציונית לכמות ההשקיה
- מיושם בקרקעות קלות (בעיקר ירקות ופרחים) ובמצעים מנותקים
- מי הנקז מכילים יסודות הזנה (אובדנים)



# דישון יחסי



$$\text{ריכוז תמיסת אם} = \frac{\text{כמות דשן}}{\text{נפח כולל}}$$

ק"ג/קוב

$$\text{ריכוז תמיסת אם X יחס הזרקה} = \text{ריכוז במי ההשקיה}$$

חל"מ  
(מ"ג/ליטר, גרם/קוב)



# חישובי דישון יחסי – הכנת תמיסת דשן

כמה חנקן, זרחן ואשלגן יש בכל ליטר תמיסת דשן-כל 17-10-27 בריכוז 20%?

בליטר תמיסה יש 200 גרם דשן ולכן:

• חנקן:  $0.17 \times 200 = 34$  גרם N בליטר

• זרחן:  $0.10 \times 200 = 20$  גרם  $P_2O_5$  בליטר

• אשלגן:  $0.27 \times 200 = 54$  גרם  $K_2O$  בליטר





## חישובי דישון יחסי – הזרקה

כמה ליטר תמיסת דשן-כל 17-10-27 בריכוז 20% יש להזריק לקוב  
מי השקיה כדי לקבל ריכוז סופי של 100 חל"מ חנקן?

$$\frac{100 \text{ גרם חנקן/קוב}}{34 \text{ גרם חנקן/ליטר תמיסה}} = 2.94 \text{ ליטר תמיסה/קוב}$$

- ריכוז הזרחן:  $3 \times 20 \sim 60$  חל"מ
- ריכוז האשלגן:  $3 \times 54 \sim 160$  חל"מ





תכנית דישון (כמותית) – מהמלצות לכמויות



# המלצת הדישון

כמויות דישון שנתיות מומלצות לנקטרינה:

חנקן	20 יחידות	20 ק"ג חנקן צרוף / דונם
זרחן	5 יחידות	5 ק"ג $P_2O_5$ / דונם
אשלגן	30 יחידות	30 ק"ג $K_2O$ / דונם



לצורך הדוגמה, המגדל מדשן באותו יחס  
כל משך העונה





# בחירת חומרי הגלם - NPK

- דשנים מורכבים
- מ.א.פ (0-61-12)
- מ.ק.פ (0-34-52)
- חומצה זרחתית

**בשימוש בחומצה זרחתית לא ניתן להוסיף יסודות מיקרו!**

- דשנים מורכבים
- חנקת אשלגן
- אשלגן גופרתי
- אשלגן כלורי



- דשנים מורכבים
- אוריאה
- אמון גופרתי
- אמון חנקתי (רק כנוזל)
- שילוב מקורות מדשנים אחרים (חנקת אשלגן, מ.א.פ, סידן חנקתי ועוד)



# בחירת חומרי הגלם – דוגמא 1

דוגמא 1: שימוש בדשן-כל 20-2-30 (החישוב בכמות לדונם)

$$\frac{20_{\text{kg}}}{0.2} = 100 \text{ kg} \quad \frac{\text{מספר יחידות הזנה דרושות}}{\% \text{ יסוד ההזנה בנוסחה}} = \text{כמות דשן דרושה}$$

$$\frac{100_{\text{kg}}}{25_{\text{kg/bag}}} = 4 \text{ שקים} \quad \frac{\text{כמות הדשן הדרושה}}{\text{משקל הדשן בשק}} = \text{מספר שקי הדשן}$$



# בחירת חומרי הגלם – דוגמא 1

100 ק"ג דשן-כל 20-2-30



20 kg N 20 יח' חנקן	2 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 2 יח' זרחן	30 kg K <sub>2</sub> O 30 יח' אשלגן
------------------------	--	--



- צריך להשלים 3 יחידות זרחן
- 1 ליטר ~ יחידת זרחן



## בחירת חומרי הגלם – דוגמא 2

**דוגמא 2: שימוש בתערובת דשנים**

המגדל בחר להשתמש בחומרי הגלם הבאים:

אשלגן – חנקת אשלגן (13-0-46)

חנקן – אוריאה (46-0-0)

נפח המכל: 1,000 ליטר

ריכוז רצוי בתמיסת הדשן: 20% (200 ק"ג דשן למכל = 8 שקים)



# שימוש בתערובת דשנים

בחירת שני  
דשנים לעבודה

חישוב החלק  
היחסי של כל  
אחד מהדשנים

דשן "חדש"



כמות תמיסת דשן  
יומית/עונתית

חישוב ריכוז  
יסודות בתמיסה

כמות רצויה  
ריכוז בתמיסה



# שימוש בתערובת דשנים



בחירת שני  
דשנים לעבודה

חישוב החלק  
היחסי של כל  
אחד מהדשנים

דשן "חדש"



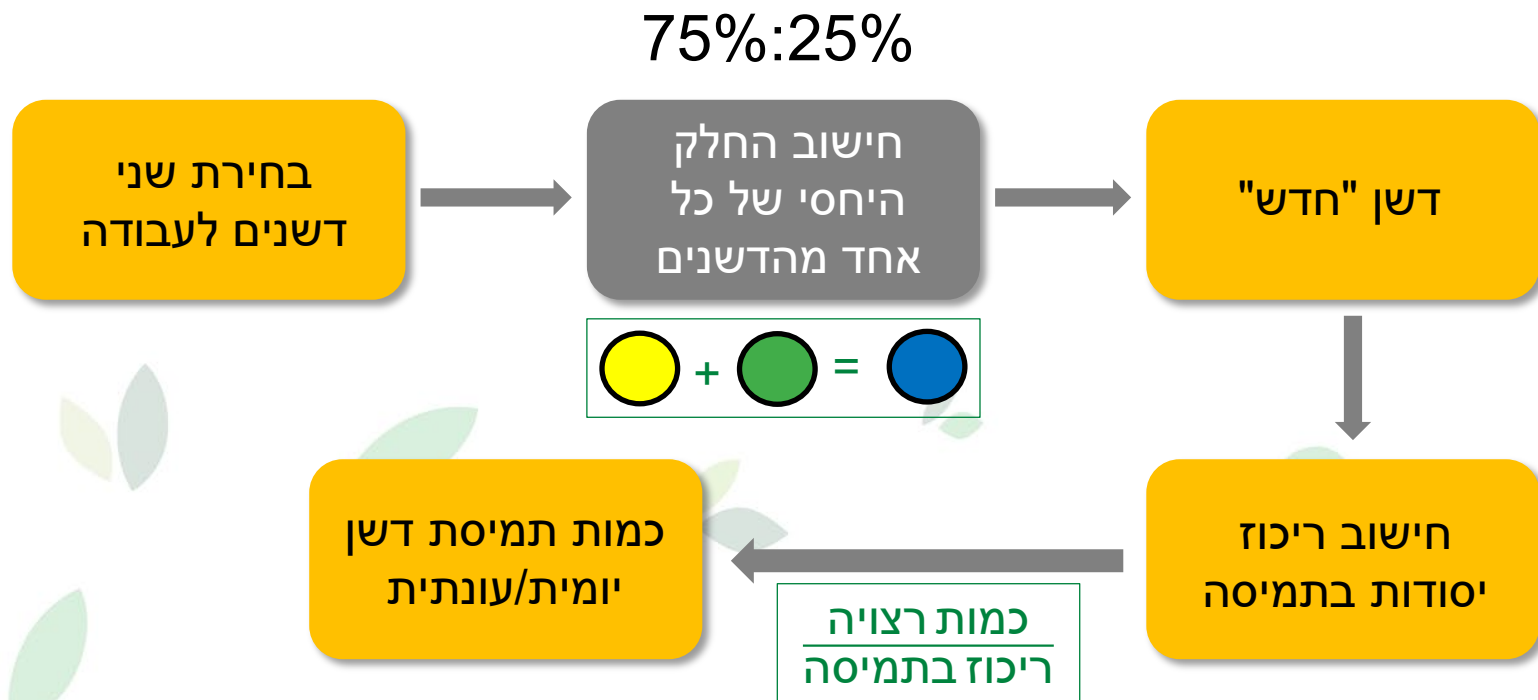
כמות תמיסת דשן  
יומית/עונתית

חישוב ריכוז  
יסודות בתמיסה

כמות רצויה  
ריכוז בתמיסה



# שימוש בתערובת דשנים





# חישוב תערובת שני דשנים "פשוטים"

חנקת אשלגן (13-0-46), אוריאה (46-0-0) ביחס 75%:25% (150kg:50kg) 🌱

K { חישוב האשלגן:  $46\% \times 0.75 = 34.5\%$  🌱

13%  $\times 0.75 = 9.75\%$ : חישוב החנקן מחנקת אשלגן: 🌱

N { חישוב חנקן מאוריאה:  $46\% \times 0.25 = 11.5\%$  🌱

11.5% + 9.75% = 21.25%: סה"כ החנקן בתערובת: 🌱

יחס חנקן אשלגן:  $\frac{21.25}{34.5} = 0.615 \cong \frac{2}{3}$  🌱

$K_2O$	$P_2O_5$	N	
$46\% \times 0.75 = 34.5\%$	-	$13\% \times 0.75 = 9.75\%$	חנקת אשלגן
-	-	$46\% \times 0.25 = 11.5\%$	אוריאה
<b>34.5%</b>	-	<b>21.25%</b>	<b>נוסחה חדשה</b>





# שימוש בתערובת דשנים

בחירת שני  
דשנים לעבודה

חישוב החלק  
היחסי של כל  
אחד מהדשנים

דשן "חדש"  
21-0-34.5



כמות תמיסת דשן  
יומית/עונתית

חישוב ריכוז  
יסודות בתמיסה

כמות רצויה  
ריכוז בתמיסה



# שימוש בתערובת דשנים

בחירת שני  
דשנים לעבודה

חישוב החלק  
היחסי של כל  
אחד מהדשנים

דשן "חדש"  
21-0-34.5



כמות תמיסת דשן  
יומית/עונתית

חישוב ריכוז  
יסודות בתמיסה

כמות רצויה  
ריכוז בתמיסה



# חישוב ריכוז יסודות בתמיסת הדשן

בליטר תמיסה יש 200 גרם דשן ולכן:

• חנקן:  $0.21 \times 200 = 42$  גרם N בליטר

• זרחן:  $0 \times 200 = 0$  גרם  $P_2O_5$  בליטר

• אשלגן:  $0.345 \times 200 = 69$  גרם  $K_2O$  בליטר

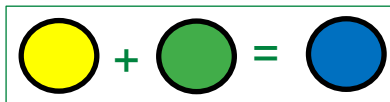


# שימוש בתערובת דשנים

בחירת שני  
דשנים לעבודה

חישוב החלק  
היחסי של כל  
אחד מהדשנים

דשן "חדש"  
21-0-34.5



חישוב ריכוז יסודות  
בתמיסה  
N: 42 g/l, K<sub>2</sub>O: 69 g/l

$$\frac{20,000 \text{ gr/dunam}}{42 \text{ gr/L}}$$

כמות רצויה  
ריכוז בתמיסה

לא לשכוח להוסיף זרחן

כל מרכיב נוסף לנוסחת הדשן מגדיל משמעותית את מס' החישובים!



# סיכום וכמה דשן צריך לעונה?

דשן	הרכב הדשן	כמות שקים ל-1,000 ליטר (משקל הדשן)	ריכוז התמיסה	ריכוז הדשן בהזרקה של 1 ליטר למ"ק	כמות הדשן שצריך לדונם לכל העונה
דשן מורכב	20-2-30	8 (200)	20%	N: 40 mg/l P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 4 mg/l K <sub>2</sub> O: 60 mg/l	*500 liter
2 דשנים פשוטים (חנקת אשלגן +אוריאה)	21-0-34.5	8 (200)	20%	N: 42 mg/l P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 0 mg/l K <sub>2</sub> O: 69 mg/l	*475 liter

\*השלמת זרחן עם חומצה זרחתית



שילוב שני מכלי דיסון



# תכנית דישון לעגבנייה (הרצאה קודמת)

גרם/דונם/ליום						יחס (N:P2O5:K2O)	שלב הגידול	
SO <sub>4</sub> (1)	MgO(1)	CaO(1)	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N		שלב	דשנים
הסבר			דשנים			שלב		
אינו מכיל אוריאה			דשן-כל 18-18-18			שלב 1	שתילה עד פריחה	
נוסחה המיועדת לתוספות סידן, מגנזיום וגופרית			סידן חנקתי מגניסל	דשן-כל 12-9-35 אמון גופרתי		שלב 2+3	פריחה 1-6	
נוסחה המיועדת לתוספות סידן, מגנזיום וגופרית			סידן חנקתי מגניסל	דשן-כל 12-9-35 אמון גופרתי מיקרו		שלב 4	מילוי פרי	
מספיק למילוי פרי				חנקת אשלגן		שלב 5	קיטום קודקודים	

↑  
מכל 2

↑  
מכל 1



# כמויות דשן – פריחה קומה 1-3

גרם\דונם\יום						יחס (N:P2O5:K2O)	שלב הגידול
SO <sub>4</sub> (1)	MgO(1)	CaO(1)	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N		
70-120	45-60	95-130	<b>200</b>	<b>25-40</b>	<b>200</b>		פריחה קומה 1-3

**הנחות: מים מותפלים**  
**עבודה עם שקים שלמים**

**מכל 1**

SO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	
0.05X175 =9	0.35X175 =61	0.09X175 = 16	0.12X175 =21	דשן-כל 12-9-35
0.24X25 =6			0.21X25 =5	אמון גופרתי
<b>15 גרם/ליטר</b>	<b>61 גרם/ליטר</b>	<b>16 גרם/ליטר</b>	<b>26 גרם/ליטר</b>	<b>סה"כ</b>





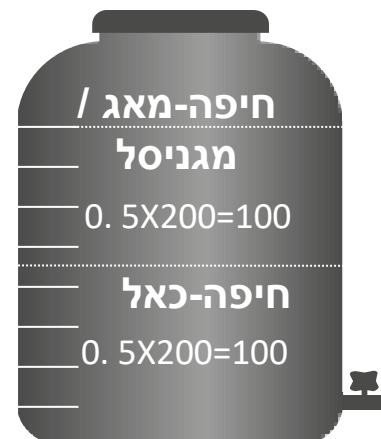


# כמויות דשן – פריחה קומה 1-3

גרם\דונם\יום						יחס (N:P2O5:K2O)	שלב הגידול
SO <sub>4</sub> (1)	MgO(1)	CaO(1)	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N		
70-120	45-60	80-120	70	70	70	1:1:1	שתילה עד תחילת פריחה
70-120	45-60	95-130	200	25-40	200		פריחה קומה 1-3

מכל 2

CaO	MgO	N	
-	$0.155 \times 100 = 15.5$	$0.105 \times 100 = 10.5$	חיפה-מאג/מגניסל
$0.265 \times 100 = 26.5$	-	$0.155 \times 100 = 15.5$	חיפה-כאל
26.5 גרם/ליטר	15.5 גרם/ליטר	26 גרם/ליטר	סה"כ





# כמויות דשן – פריחה קומה 1-3

**מכל 1**

אמון גופרתי

דשן-כל  
12-9-35

?

**מכל 2**

חיפה-מאג /  
מגניסל

חיפה-כאל  
(סידן חנקתי)

?





# חישוב כמויות דשן יומיות

נתחיל קודם עם מכל 2 

$$100\text{gr CaO} / 26.5\text{grCaO/L} = \sim 4\text{L} - \text{CaO}$$



$$4\text{L} \times 15.5\text{grMgO} = 62 \text{ gr MgO} - \text{MgO}$$



$$4\text{L} \times 26\text{grN/L} = 104\text{gr N} - \text{N}$$

גרם/דונם/יום						יחס (N:P2O5:K2O)	שלב הגידול
SO <sub>4</sub> (1)	MgO(1)	CaO(1)	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N		פריחה קומה 1-3
70-120	45-60	95-130	200	25-40	200		



# חישוב כמויות דשן יומיות

ממכל 2 ניתנת כמות של 104 גר' N ליום.

ממכל 1 צריך להשלים את הכמות היומית ל- 200 גר' N.

$$100\text{grN} / 26\text{grN/L} \sim 4\text{L} - \text{N}$$

$$4\text{L} \times 16\text{grP}_2\text{O}_5 = 64\text{gr P}_2\text{O}_5 - \text{P}$$

$$4\text{L} \times 60\text{grK}_2\text{O/L} = 240 \text{ grK}_2\text{O} - \text{K}$$

$$4\text{L} \times 15\text{grSO}_4/\text{L} = 60 \text{ gr SO}_4 - \text{SO}_4$$

גרם/דונס'יום						יחס (N:P2O5:K2O)	שלב הגידול
SO <sub>4</sub> (1)	MgO(1)	CaO(1)	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N		
70-120	45-60	95-130	200	25-40	200		פריחה קומה 1-3



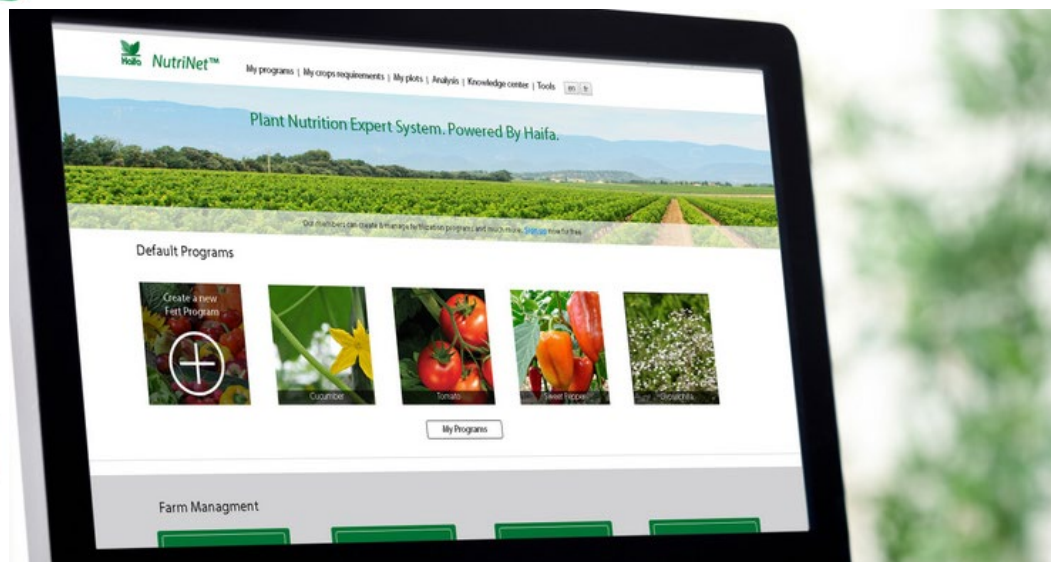
# כמויות דשן – פריחה קומה 1-3



גרם/דונם/יום					
SO <sub>4</sub> (1)	MgO(1)	CaO(1)	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N
70-120	45-60	95-130	200	25-40	200
60	62	100	240	64	204



# תוכנה לבניית תכניות דישון - NutriNet™









<https://nutrinet.haifa-group.com/>





# נקודות חשובות לסיכום

- נוסחאות דשן והמלצות דישון – יש לשים לב ליחידות 
- דישון כמותי או יחסי 
- חישובים פשוטים, לעבוד בצורה מסודרת 
- ביצוע חישובים הן עבור דשן מורכב והן עבור שילוב דשנים "פשוטים" 
- חישוב עבור בעבודה עם שני מכלים 
- מומלץ להתייעץ עם אנשי מקצוע, וגם להיעזר בתוכנת NutriNet™ 



# ההרצאה הבאה:

הרצאה מס' 3: יוסי סופר, אגרונום אזור דרום

**אמצעים ואביזרים להמסת דשן**

**יום ג', 26.5.20 בשעה 17:00**



הרצאה מס' 4: ד"ר חנן סלושני, אגרונום  
פיתוח וחדשנות

**שימוש בתוכנת ה- NutriNet™**

**יום ג', 2.6.20 בשעה 17:00**





תודה על ההשתתפות

יש שאלות?

[Ran.yakir@haifa-group.com](mailto:Ran.yakir@haifa-group.com)