

אוצרות הטבע של ישראל

הבהרות לועדת ששינסקי ב' 13.8.2013

בצר

בצר (Ore) הוא חומר טבעי שניתן להפיקו מן האדמה

ברווח

הנטיה ההיסטורית - מריכוזים גבוהים
לרזרבות גדולות

קרבה

תהליכי ריכוז נוחים ויעילים

לפני 10,000 שנה רק נחושת נקיה היתה בצר.

לפני 4,000 שנה - 60%

כיום: 0.6%

עפרת ברזל

במאה ה-19 - > 70%

היום - > 15%

אדבר על

דשנים { א. אשלב
ב. פוספטים

ג. מגנזיום

ד. ברומ

ה. פצלי שמו

דשנים - לשם מה?

היסודות החיוניים לצמח

כל חומצת אמינו מכילה חנקן (N)

כל מולקולת ATP (המעבירה אנרגיה כימית בתא למטבוליזם), וכן כל ממברנה של תא מכילים זרחן (P)

אשלגן (K) מהווה 1%-2% של כל צמח

היסודות החיוניים לצמח

מקבל מ שבאויגןסC (פחמן
ממים - O (וחמצן) H (מימן

(, K (אשלגן , P (זרחן , N (חנקן
ושורה של , Ca (סידן , S (וכן גפרית
”מיקרונוטריאנטים

חייבים לספק בדשנים מלאכותיים

מהווה כ 80% מהאוויר, אך הצמח צריך (N) (חנקן
אותו בצורת ניטרט (NO_3))

זה כמאה שנה אמוניה מופקת מחנקן בתהליך
מהאוויר ומחומצנת לניטרט (Haber) (הבר
לכן יצורה תלוי במחיר, Ostwald) (בתהליך
האנרגיה ובצריכה.

היצרנים הגדולים: סין, הודו, רוסיה



Nitrogen: key nutrient in plant growth.
21% N in a 50 lb. bag = 10.5 lbs. N

Phosphorus: important for establishment.
3% P in a 50 lb. bag = 1.5 lbs. P

Potassium: will increase stress tolerance.
20% K in a 50 lb. bag = 10 lbs. K

P & K needed, only as soil test indicates

המהפכה הירוקה: זנים חדשים, השקיה, מיכון דישון

שדה לא מדושן

שדה מדושן

שדה מדושן



ליסודות רבים נמצאו תחליפים:

כפי שנראה מגנזיום מחליף במקרים רבים פלדה
ואלומיניום.

בסוף המאה הקודמת צפו משבר נורא באספקת מתכת
כסף לצרכי צילום. מאז - צילום דיגיטלי

אין ולא יכול להיות תחליף ל פוספט ואשלג. אלו מרכיבי
התא החי.

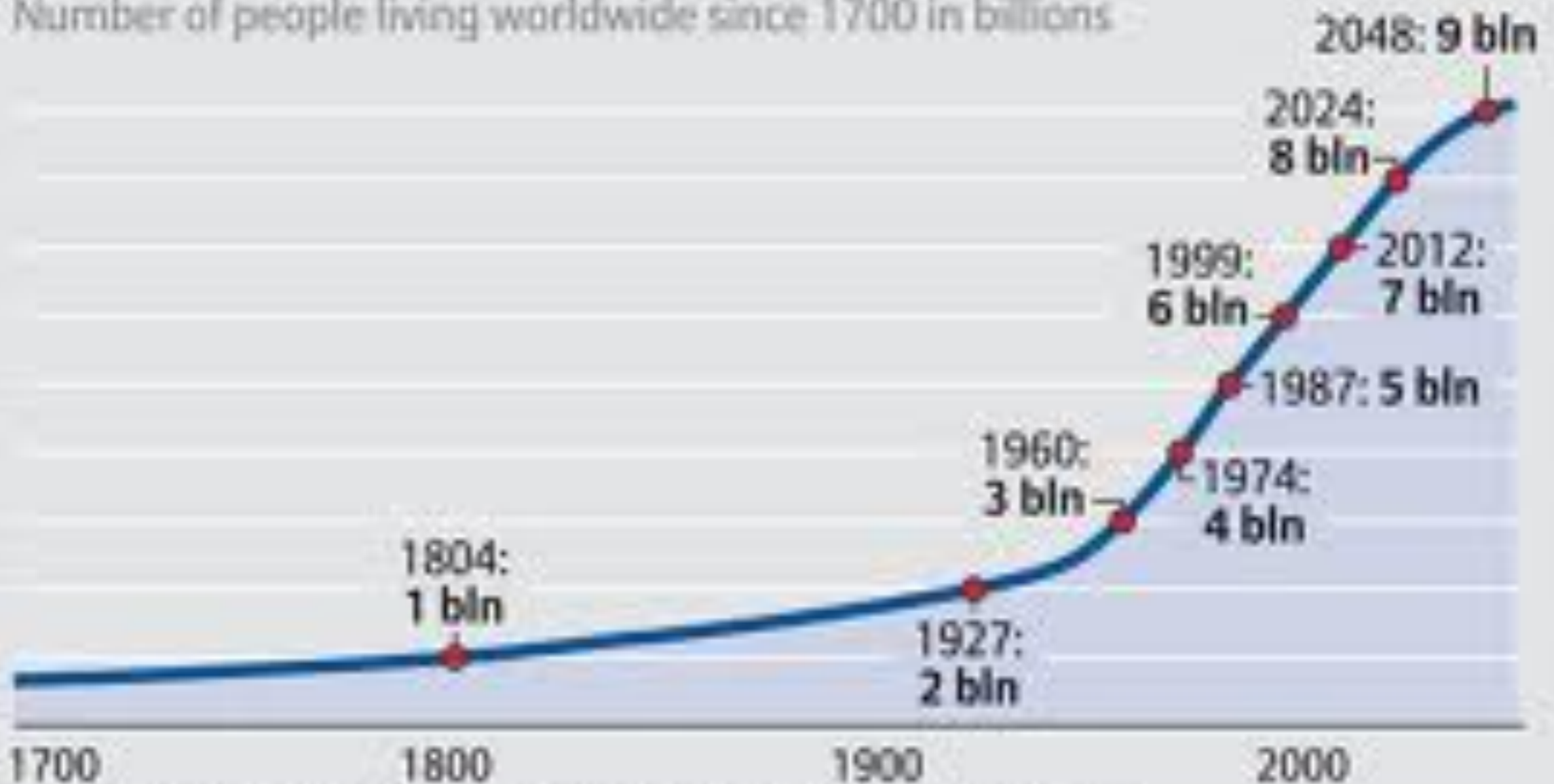
הן אשלג הן פוספט הם בסופו של דבר אוצרות טבע
מתכלים. הם אינם בלתי מוגבלים

אוכלוסית כדה"א

POPULATION OF THE EARTH

Allianz 

Number of people living worldwide since 1700 in billions



Source: United Nations World Population Prospects, Deutsche Stiftung Weltbevölkerung

For further information please visit: www.knowledge.allianz.com

K (אשלג)

K - Kalium Potash - "Pot-ash"

בתקופה הטרומ-תעשייתית שיטת היצור העיקרית
הייתה הרטבת צמחים בכדים גדולים.

ערכו של האשלג כדשן הוכר במאה ה-19.

עיקר מרבצי האשלג בעולם קשורים בריכוז האשלגן במי ים

הרכב מי ים רצנטיים

הרכב מי ים (יונים עיקריים)

כלומר:

מי הים הם בקרוב תמיסה של

מלח בישול

+ מלח אנגלי

Solute	mg/l
מומס	g/L
Cl	19.3
Na ⁺	10.8
SO ₄ ²⁻	2.7
Mg ²⁺	1.3
Ca ²⁺	0.41
K ⁺	0.40
HCO ₃ ⁻	0.14
Br ⁻	0.067
<hr/>	
19.3	≈ 35



באידוי מי ים

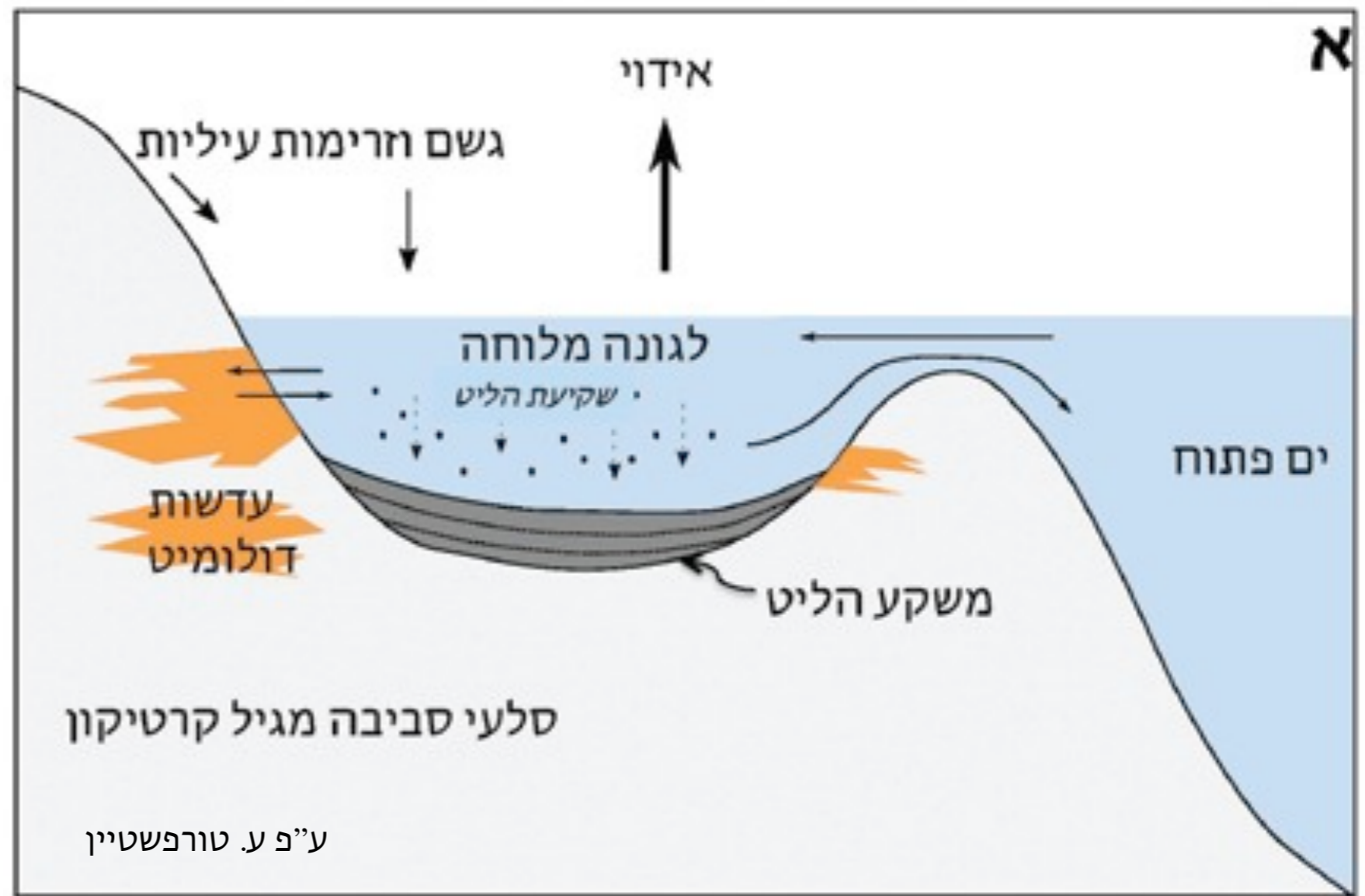
כשמתאדים 90% מהמים מתחיל לשקוע מלח ביסול

...אז המים השאריתיים מתעשרים במגנזיום, באשלגן, בברום

לפני כ-4 מיליוני שנים חדרה לשון הים התיכון, כנראה דרך עמק יזרעאל, ויצרה גוף מי ים בתוך בקע (עמק) הירדן.

מי ים אלה התאדו וכן הגיבו עם סלעי הסביבה. התוצאה הייתה הווצרות "לגונת סדום" שמתוכה נוצרה שורת אגמים בעלי מליחויות שונות - האחרון שבהם - ים המלח הנוכחי.

כאמור אגמים אלה היו מאודים ושקעו מהם סלעי גבס ומלח בישול.

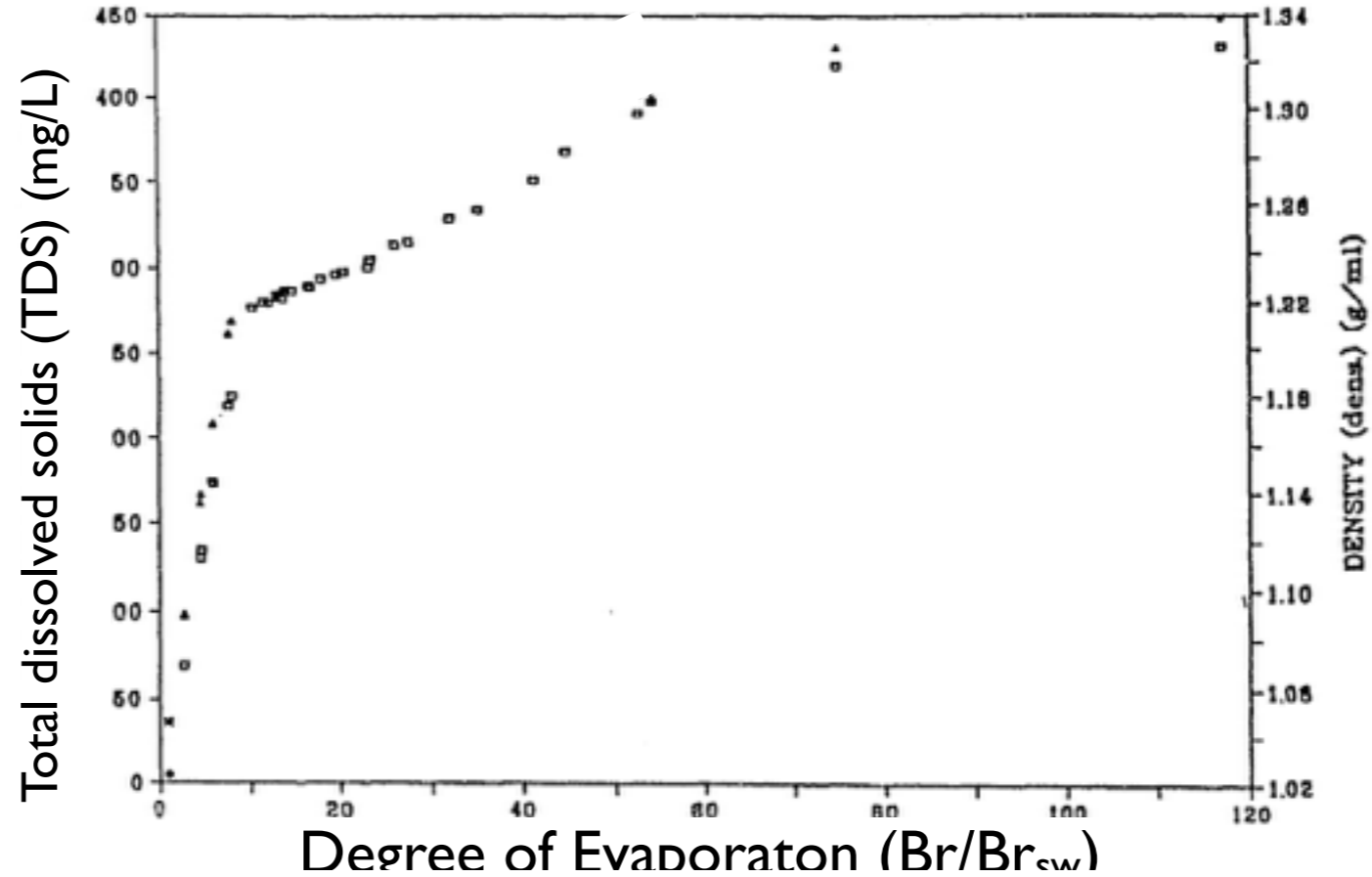


מי ים לעומת מי ים המלח

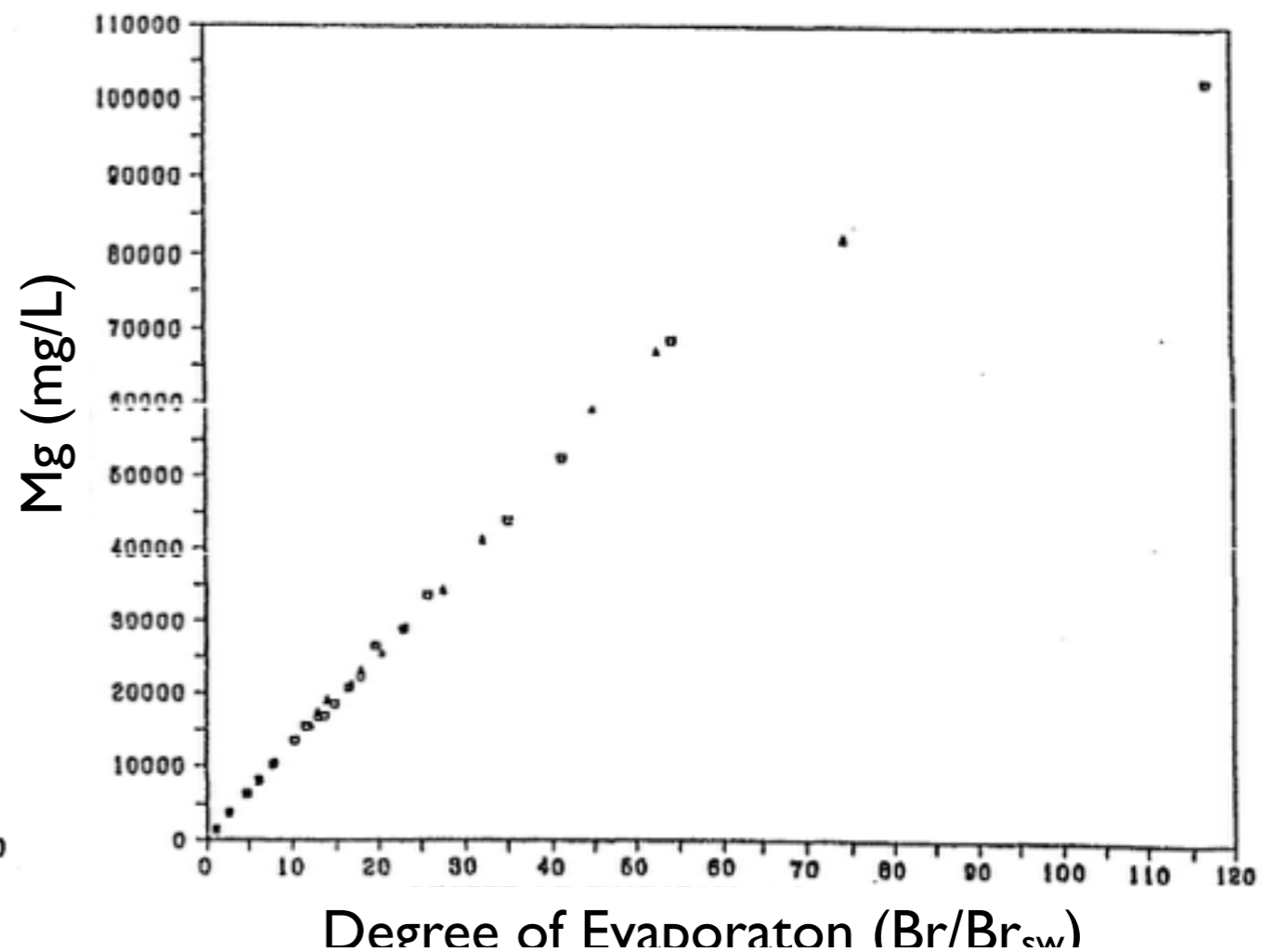
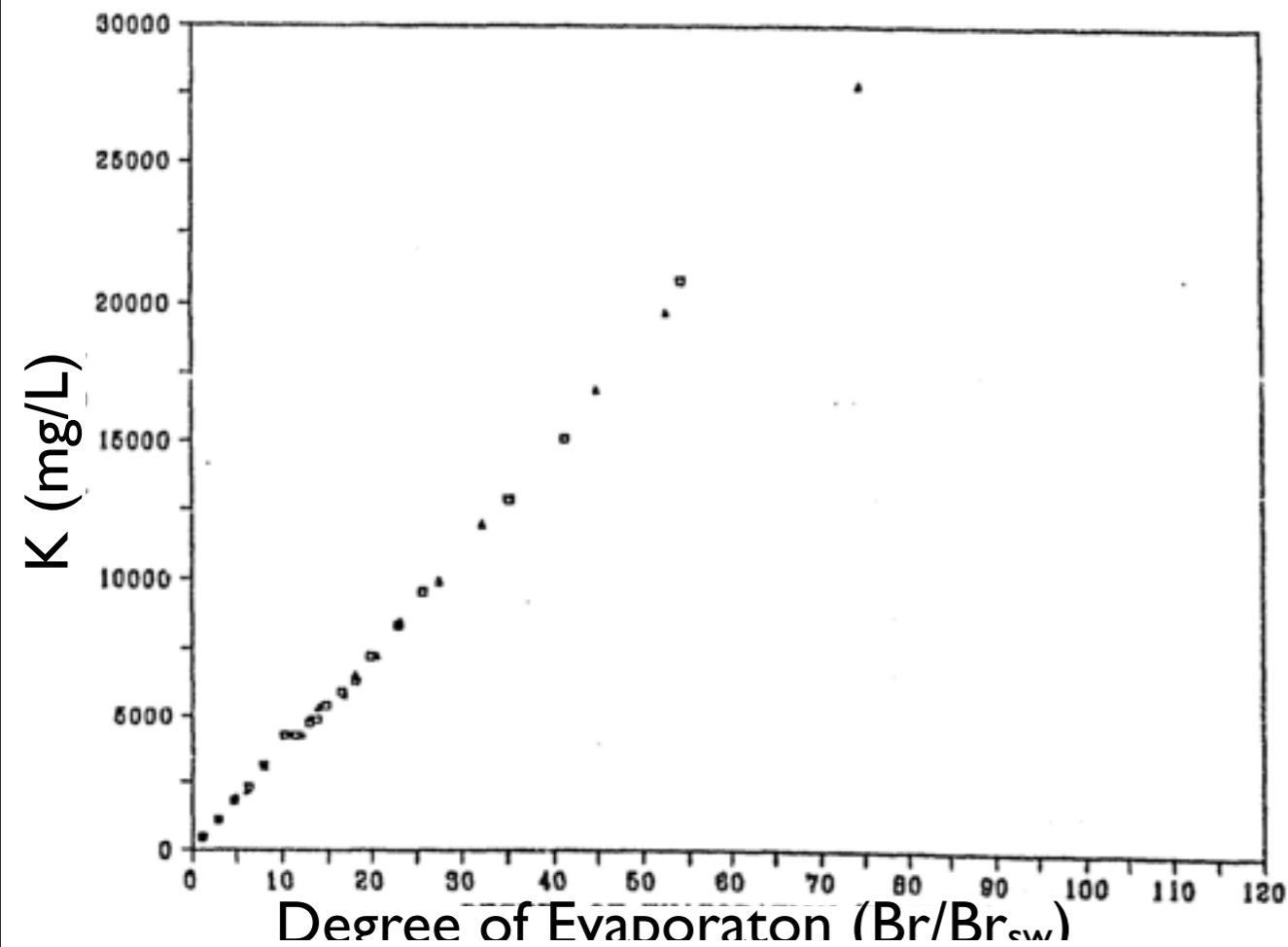
מי ים (מי ים) מי ים המלח (מי ים עיקריים)

מומס	<u>g/liter</u>		<u>g/liter</u>	מי ים המלח נוצרו על ידי אידוי מים ים, השקעת גבס מתוכם, ותגובתם עם סלעי הסביבה
Cl ⁻	19.3		219.6	
Na ⁺	10.8		38.3	
SO ₄ ²⁻	2.7		1.23	
Mg ²⁺	1.3	x 37	47.7	←
Ca ²⁺	0.41		18.3	
K ⁺	0.40	x 17	7.79	←
HCO ₃ ⁻	0.14		0.26	
Br ⁻	<u>0.067</u>	x 83	<u>5.49</u>	←
	<u>~35</u>		<u>338.7</u>	

= דרגת איוד (DE)
 = Br/Br_{sw}

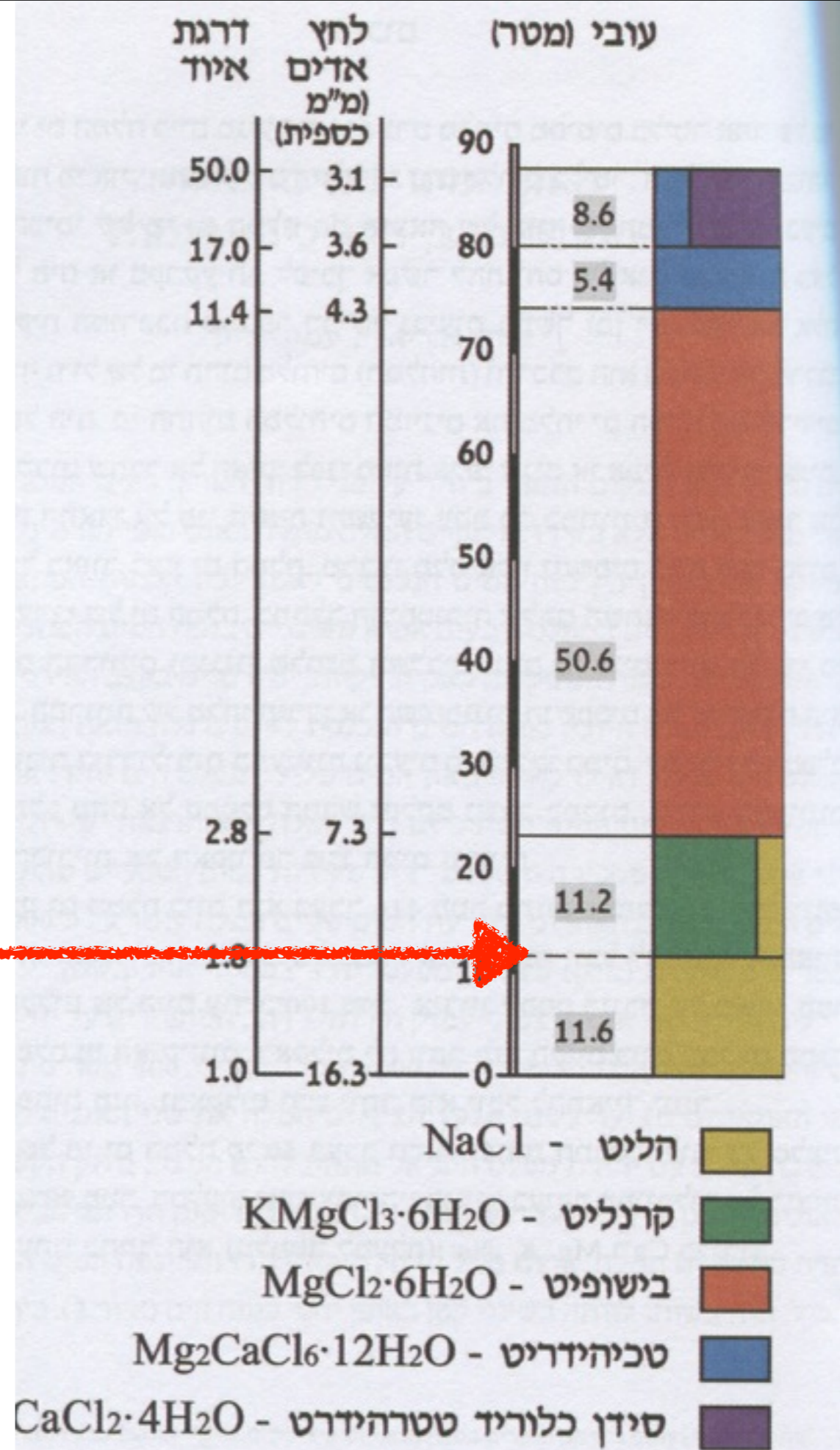


ברום נשאר
 בתמיסה
 עד שלב
 מאוחר מאד



קרנליט, חומר
 הגלם להפקת
 אשלג ומגנזיום
 מתחיל לשקוע
 ממי ים המלח
 כשהם מאודים
 בערך פי 1.8

Carnallite: **KMg**Cl₃·6(H₂O)





Total Potash Production



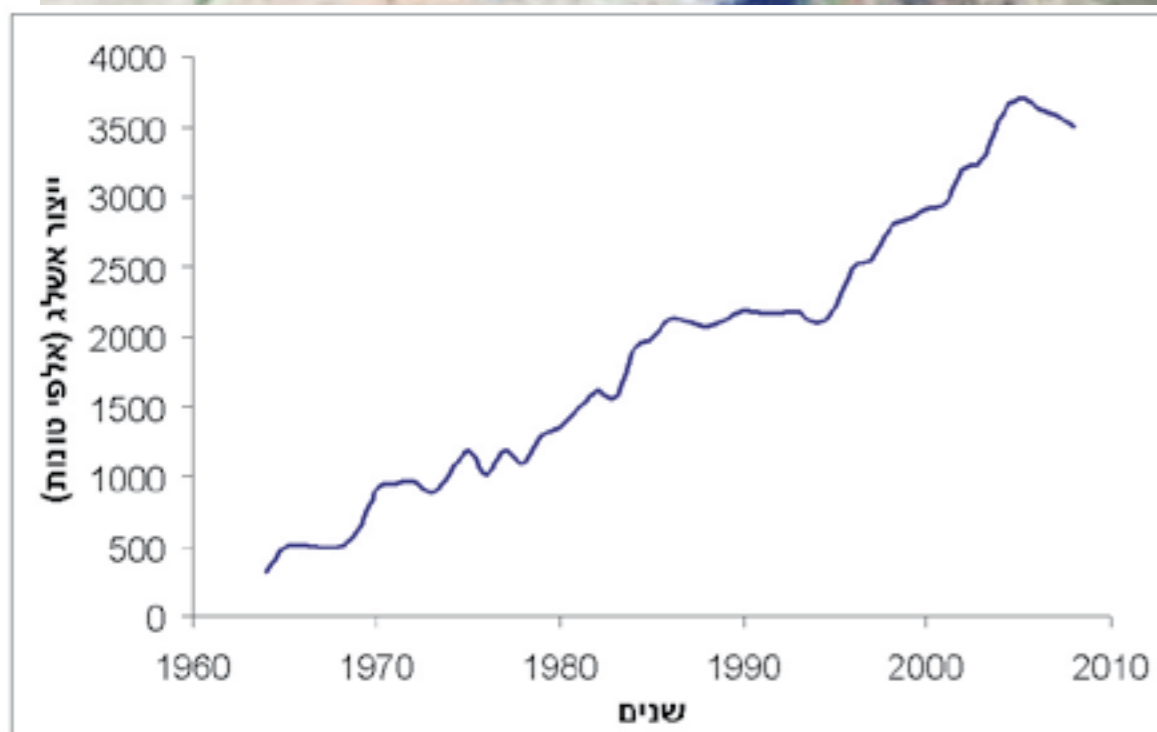
*A metric ton is equal to 1,000 kilograms or 2,205 pounds

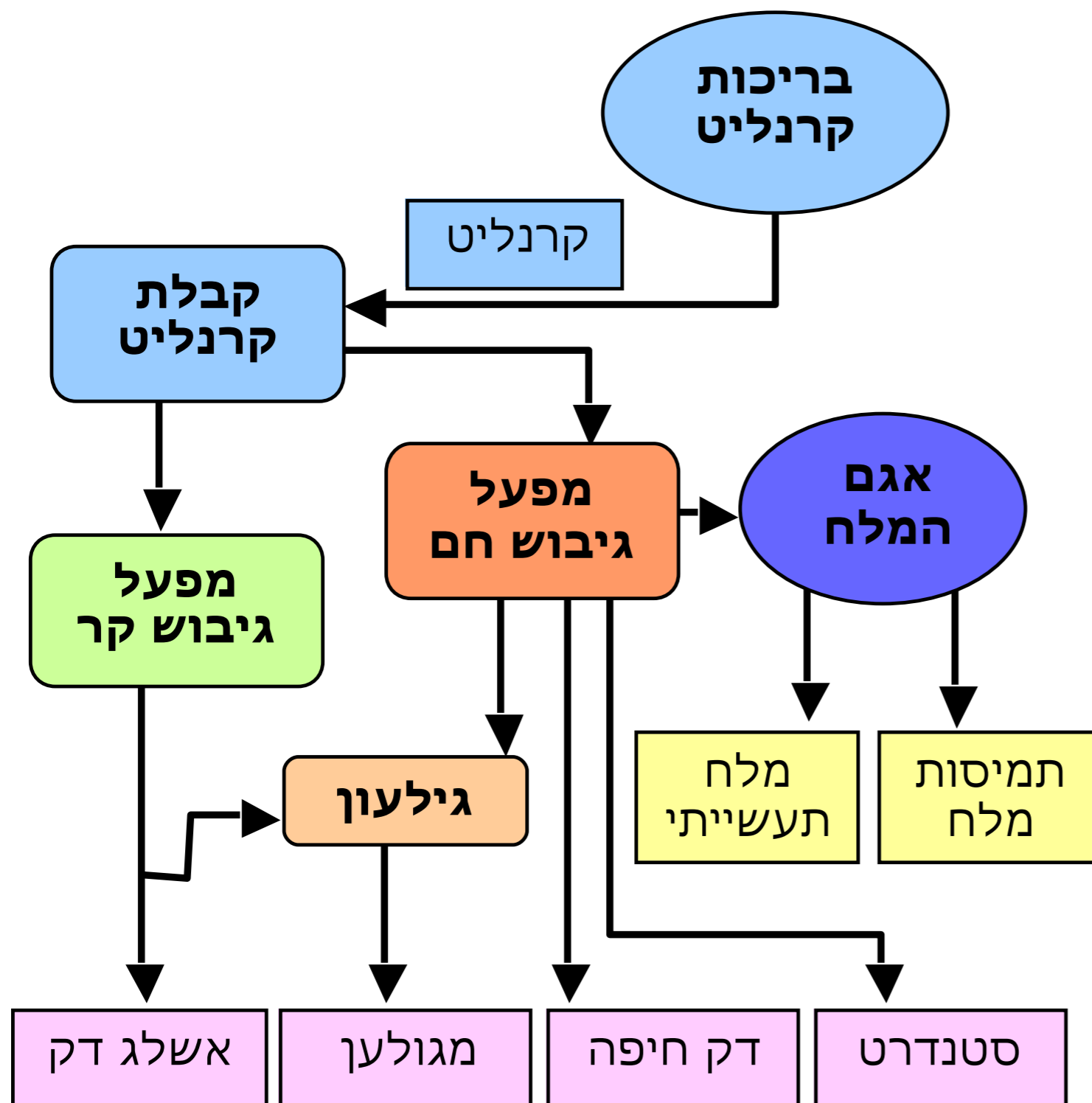
Source: IFA, TPI

Production and resources of potash (2010, in million tonnes)^[12]

Country	Production	Reserves
Canada	9.5	4400
Russia	6.8	3300
Belarus	5.0	750
China	3.0	210
Germany	3.0	150
Israel	2.1	40
Jordan	1.2	40
United States	0.9	130
Chile	0.7	70
Brazil	0.4	300
United Kingdom	0.4	22
Spain	0.4	20
Other countries		50
World total	33	9500

אלה - משוערים



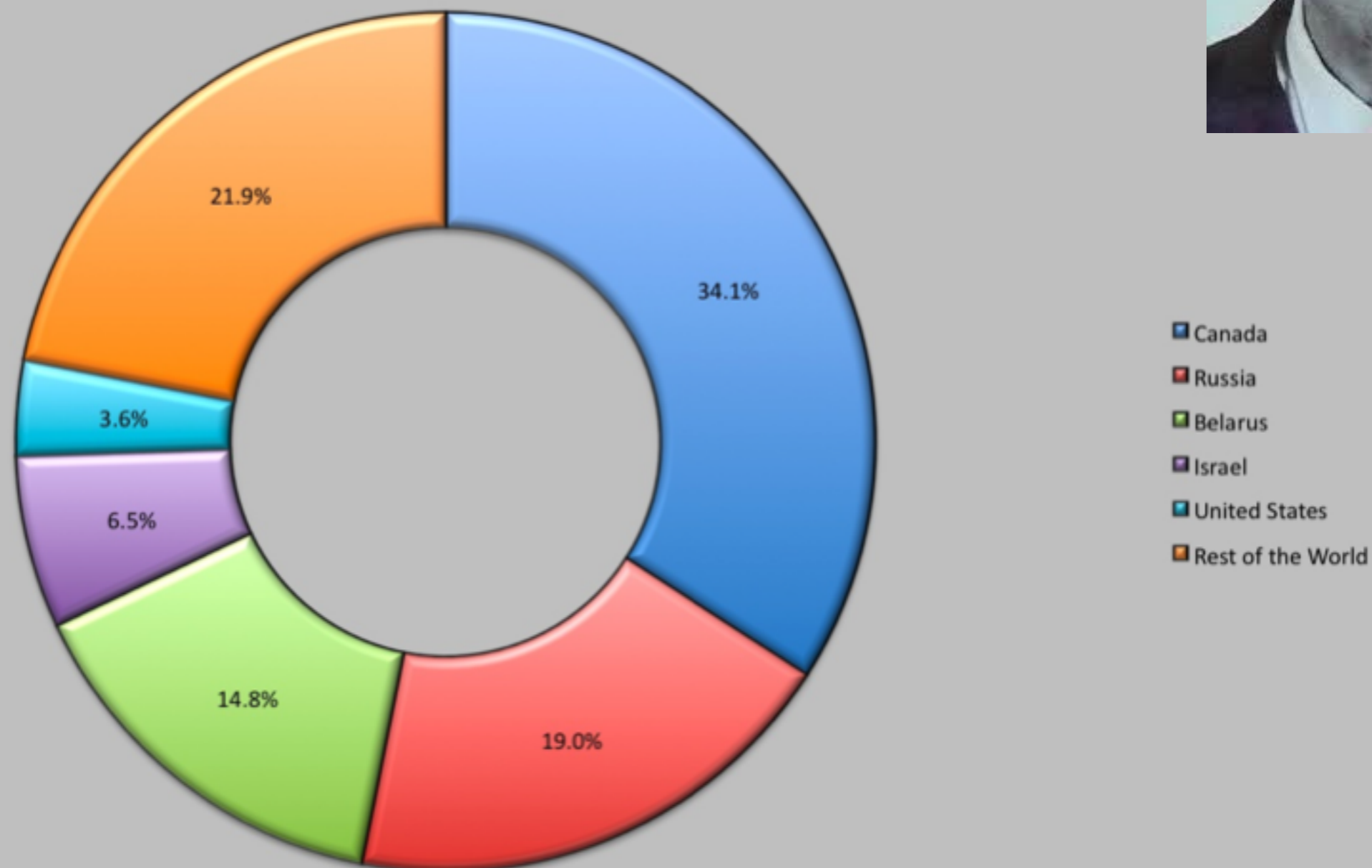


מרבצי האשלג הגדולים בעולם נוצרו בתהליך איוד מי ים בד"כ בעבר הרחוק (רבים מהם לפני כ-350 מיליון שנה). כיום הם מכוסים בכיסוי סלעים עבה. האשלג במכרות אלה מופק בכריה

הוא 90 ק"מ אבל למזלנו כולו אטמוספירה overburden רודי בלוק: אצלנו ה



Top Ten Countries by Potash Production, 2006
©2009 "Ranking America" (<http://rankingamerica.wordpress.com>)



ברום (Br)

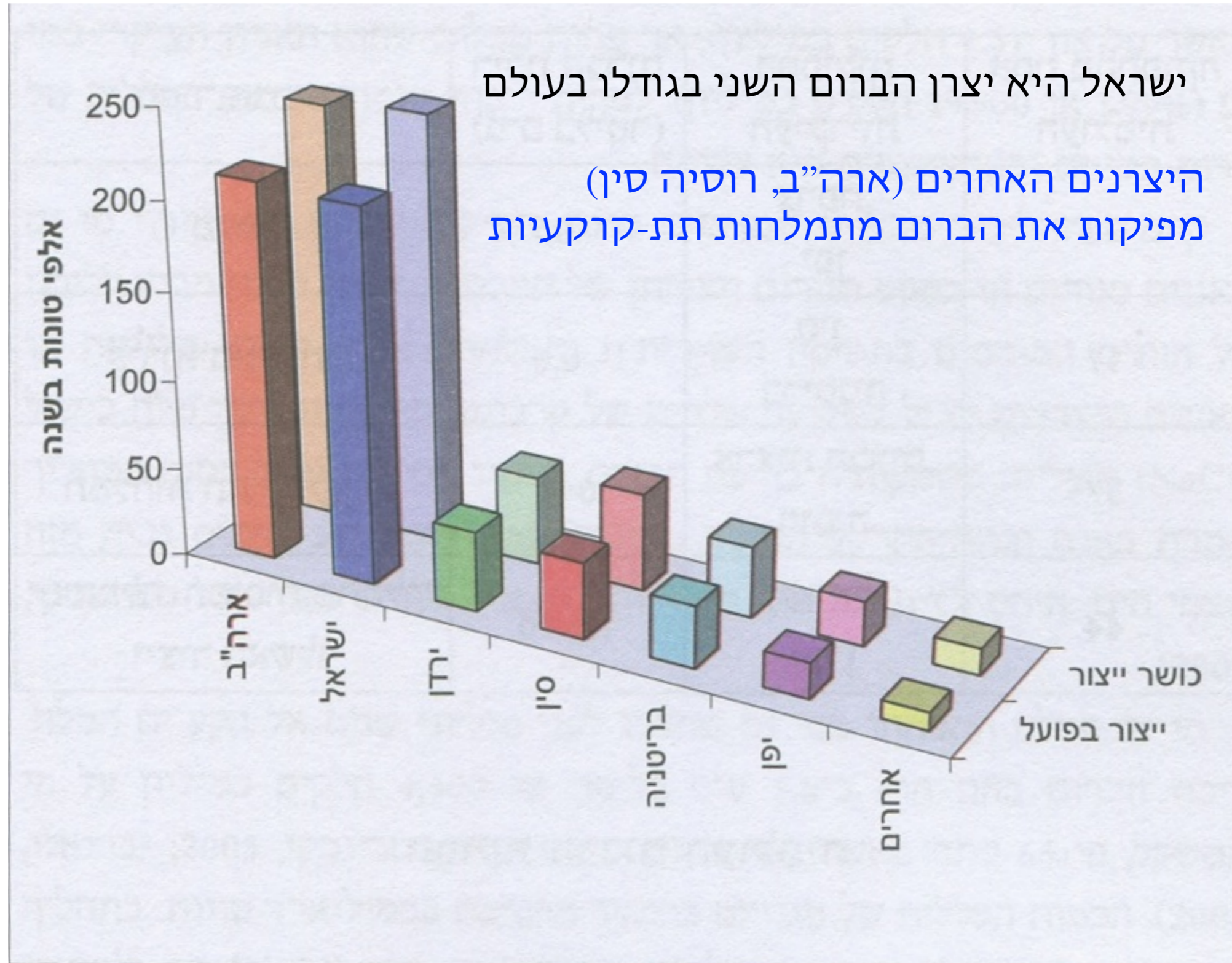
שׂייד לקבוצת היסודות של כלור (I) ויוד (Halogen) ואור, (Cl) הלוגן -

ברום מתרכז במי ים באידויים כי כמעט אינו נכנס לשריגי מינרלים השוקעים באידוי.

במי ים: 67 חלקים/מיליון
בתמלחת הסופית של מי ים המלח לאחר השקעת הקרנליט ריכוז הברום הוא כ 8,000 חלקים/מיליון

יצור ברום

(מתוך א. קפלן (2008)



איור 1: יצרניות הברום העיקריות בעולם. ייצור הברום נכון לשנת 2005 (Lyday, 2006) וכושר הייצור מוערך על סמך מקורות שונים.

שימושי הברום

פיגמנטים

(AgBr) חמרי צילום (הולך ופוחת)

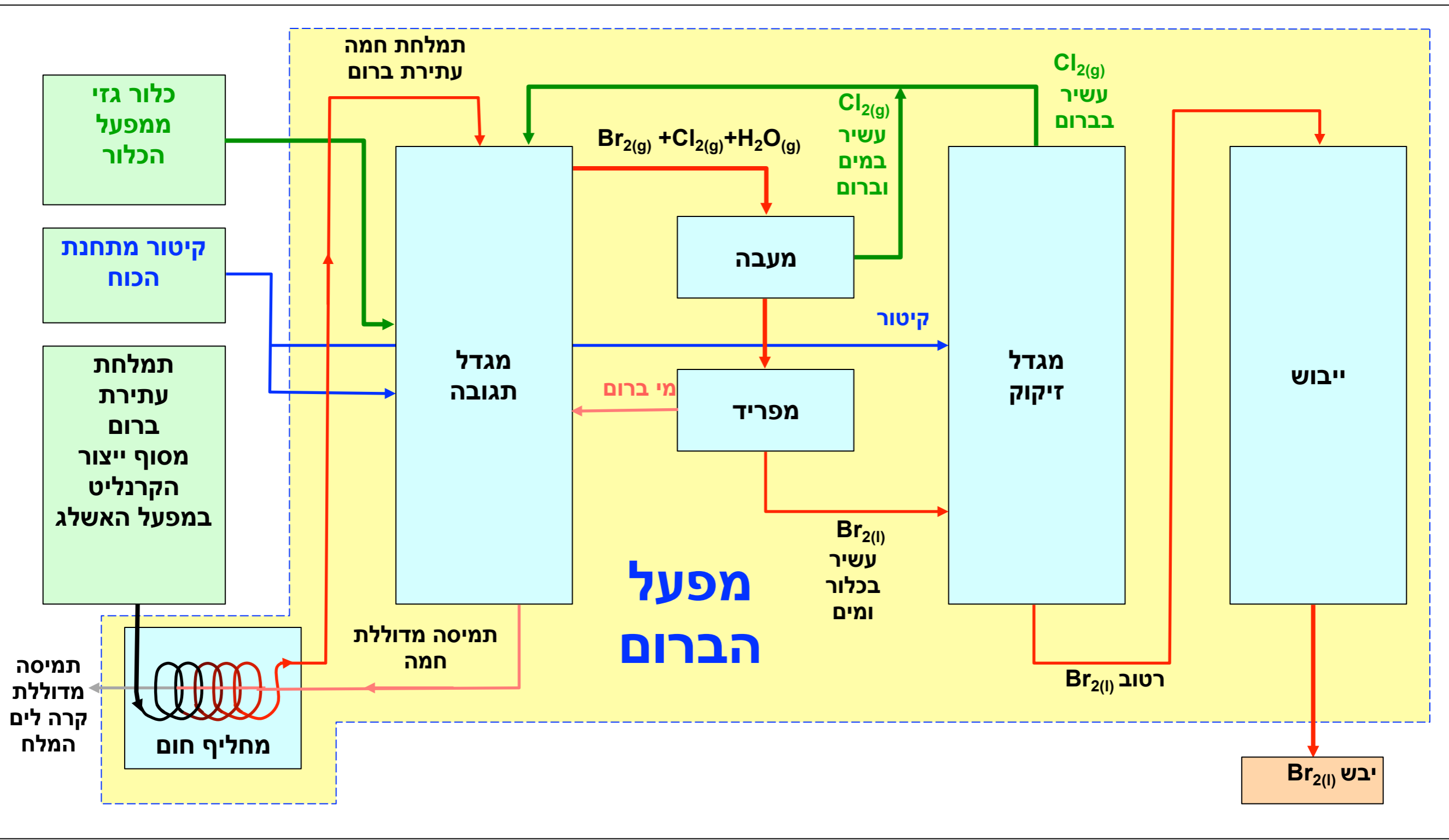
נוזלים כבדים בתעשית הנפט

חיטוי מים

קטילת מזיקים וחיטוי זרעים

תוסף לדלק (הולך ופוחת עם הפחתת השימוש בעופרת כתוסף)

חומרים מעכבי בערה



מגנזיום

על שם מחוז מגנזיה ביוון

יתרון המגנזיום:

חזק

קל

שיטות יצור

א. חיזור תרמי

ב. אלקטרוליזה

שניהם עתירי אנרגיה



Production & mining

The total production of about 726.000 tons per year is chiefly produced in the country's China, Israel, Canada and the USA & Kazakhstan. Worldwide annually 70.000 tons is produced through recycling processes.

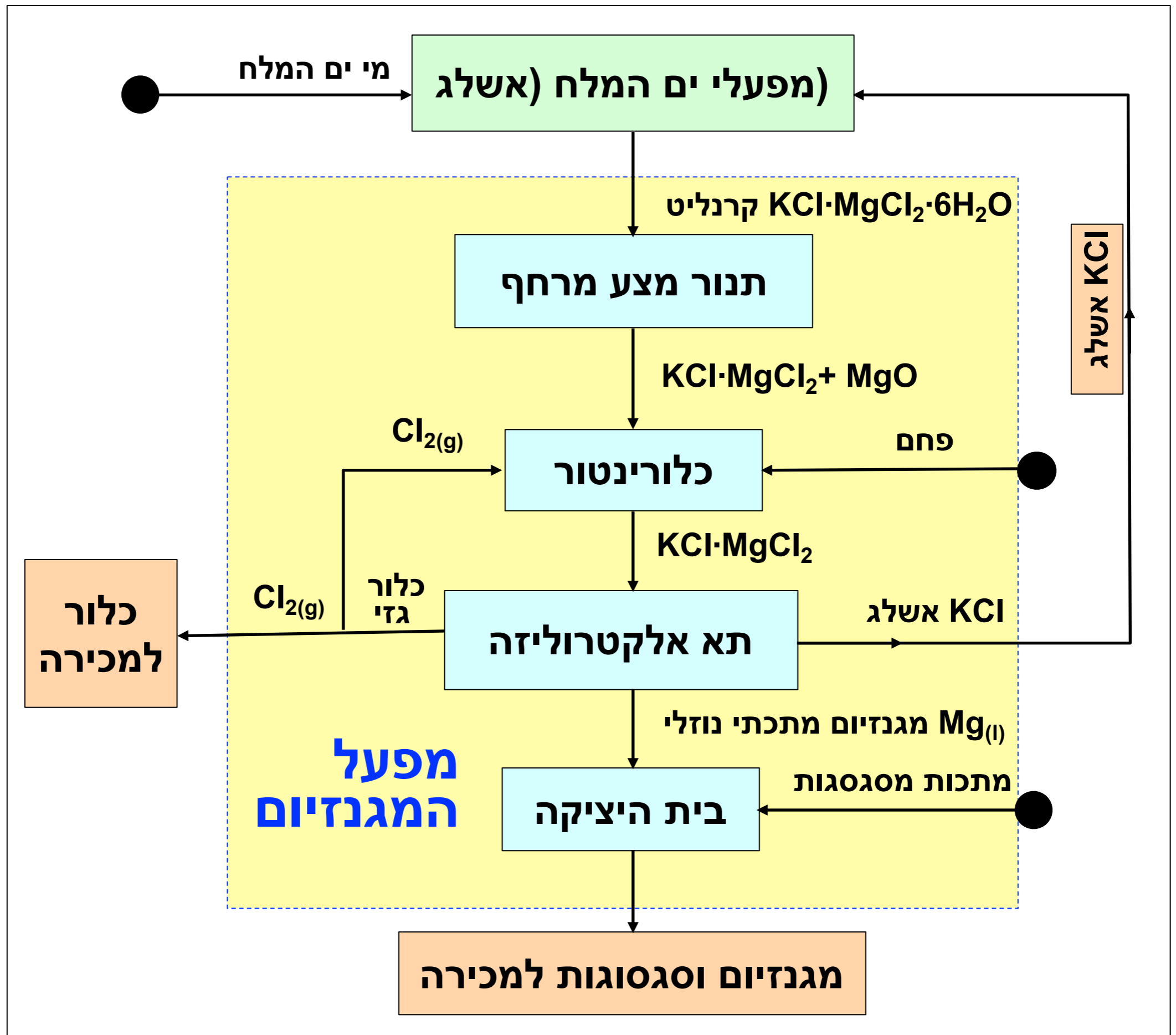
COUNTRY	PRODUCTION	CAPACITY
Brazil	6.000	12.000
Canada	50.000	123.000
China	526.000	602.000
Israel	28.000	28.500
Kazakhstan	20.000	20.000
Russia	50.000	50.000
Serbia	1.000	5.000
Ukraine	2.000	15.000
USA	43.000	45.000
TOTAL	726.000 tons/year	900.500 tons/year

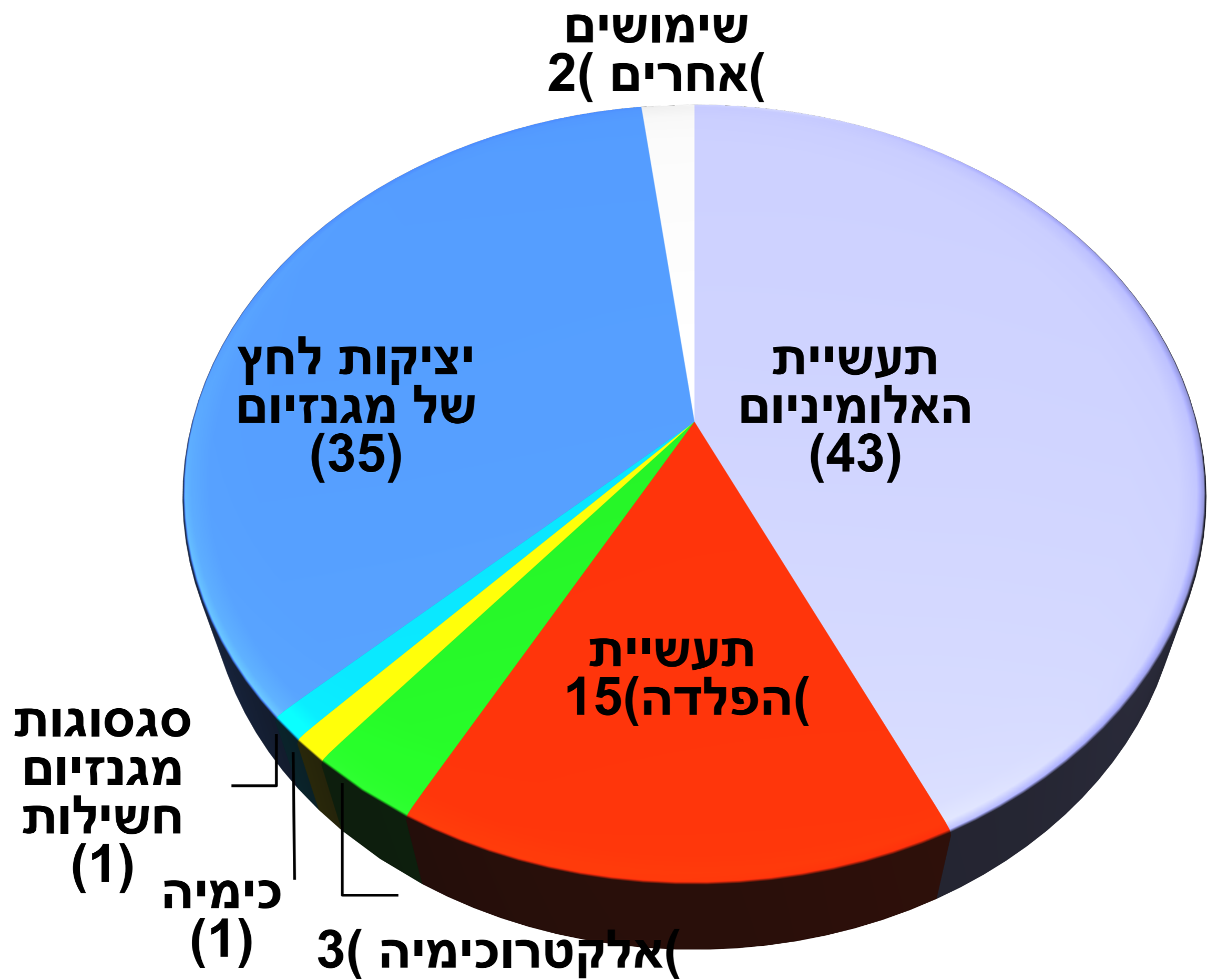
Generally there are two different production processes:

a.) Production by electrolysis of molten magnesium

b.) Thermal reduction of magnesium oxide

The most applied process worldwide is the electrolyte process where the magnesium chloride cell feed are brines rich in magnesium chloride.





שימושים
(אחרים) 2

תעשיית
האלומיניום
(43)

יציקות לחץ
של מגנזיום
(35)

תעשיית
הפלדה) 15

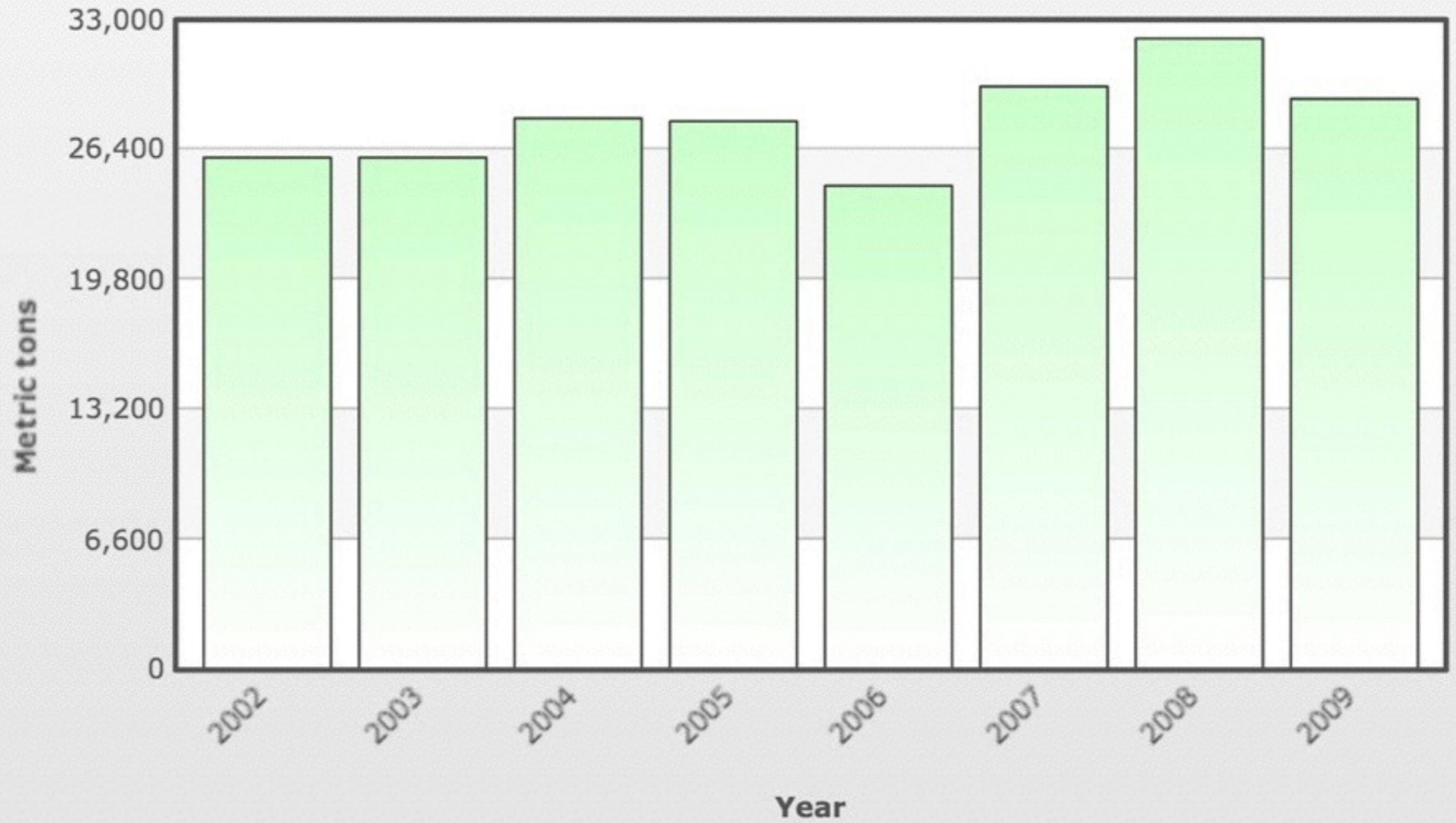
סגסוגות
מגנזיום
חשילות
(1)

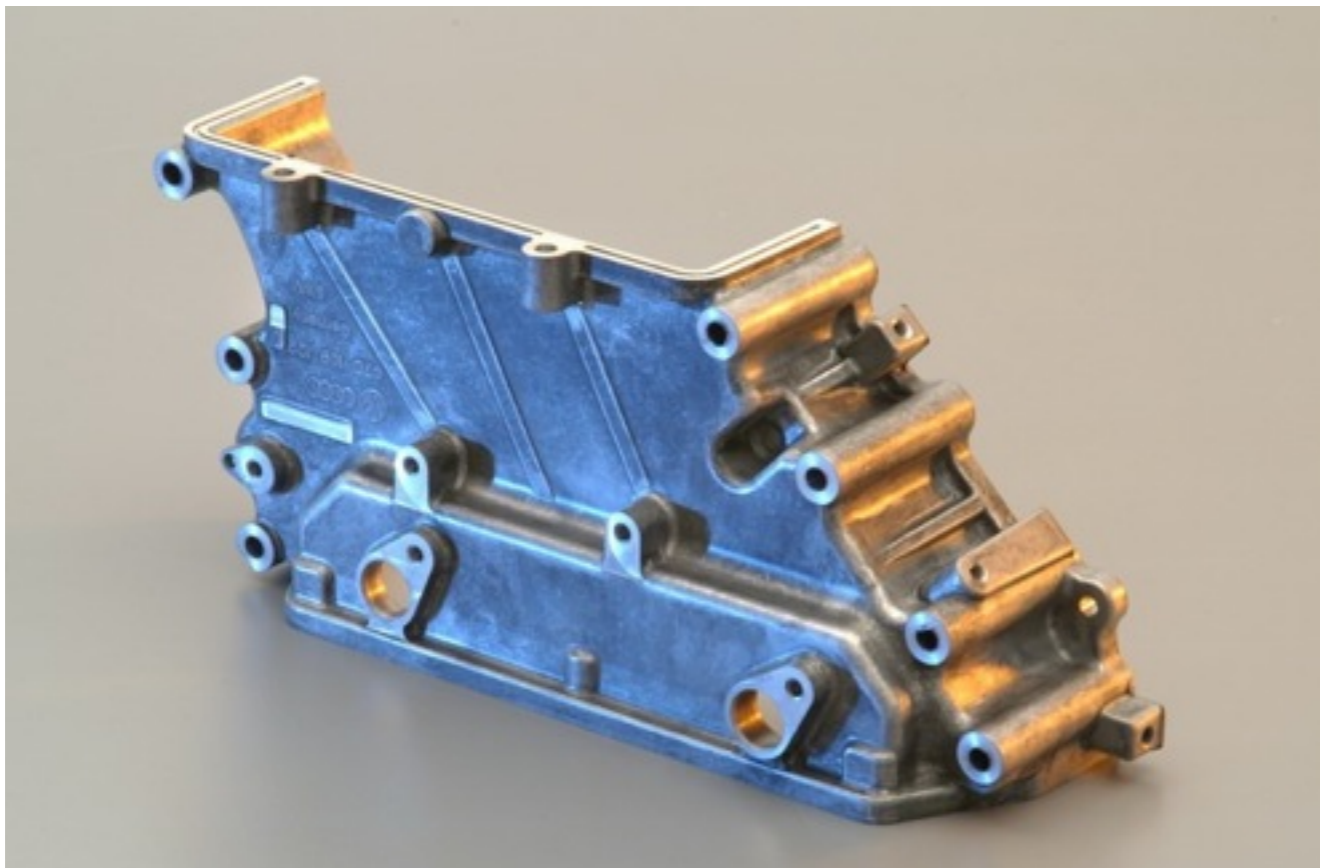
כימיה
(1)

אלקטרוכימיה) 3



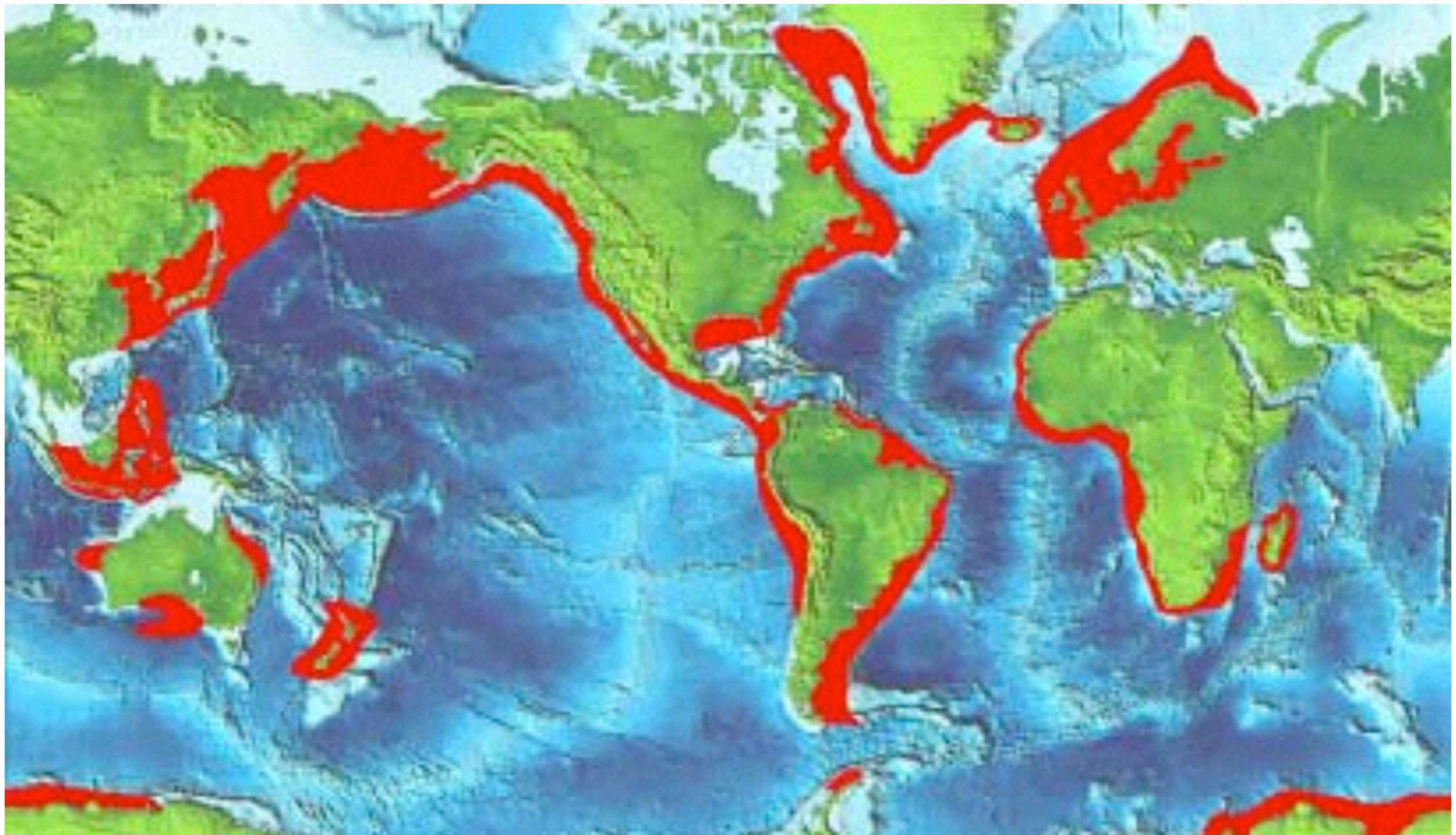
Israel Magnesium Production by Year





פוספטים ופצלי שמן

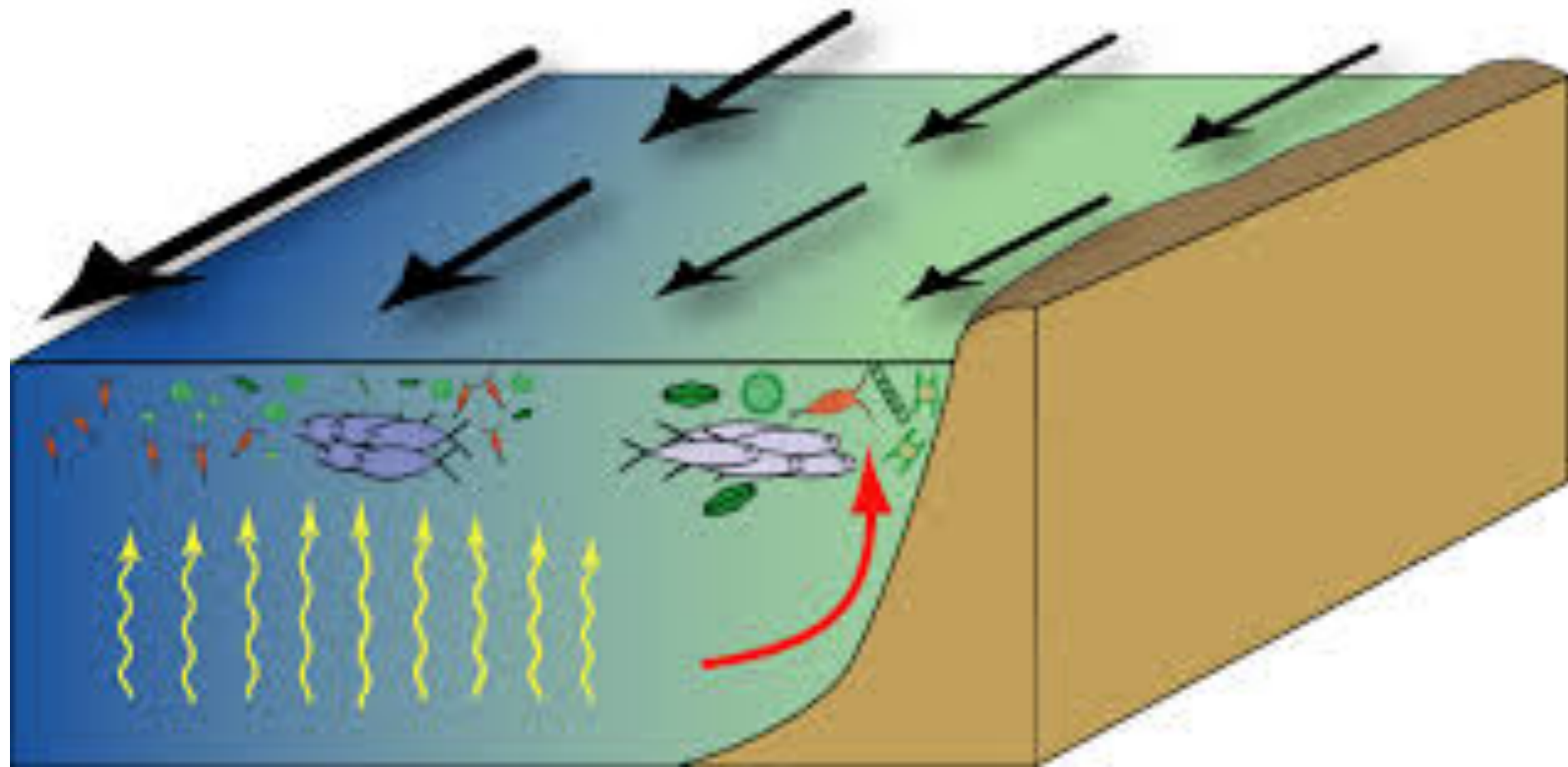
המשותף להם: מקור שניהם בים פורה

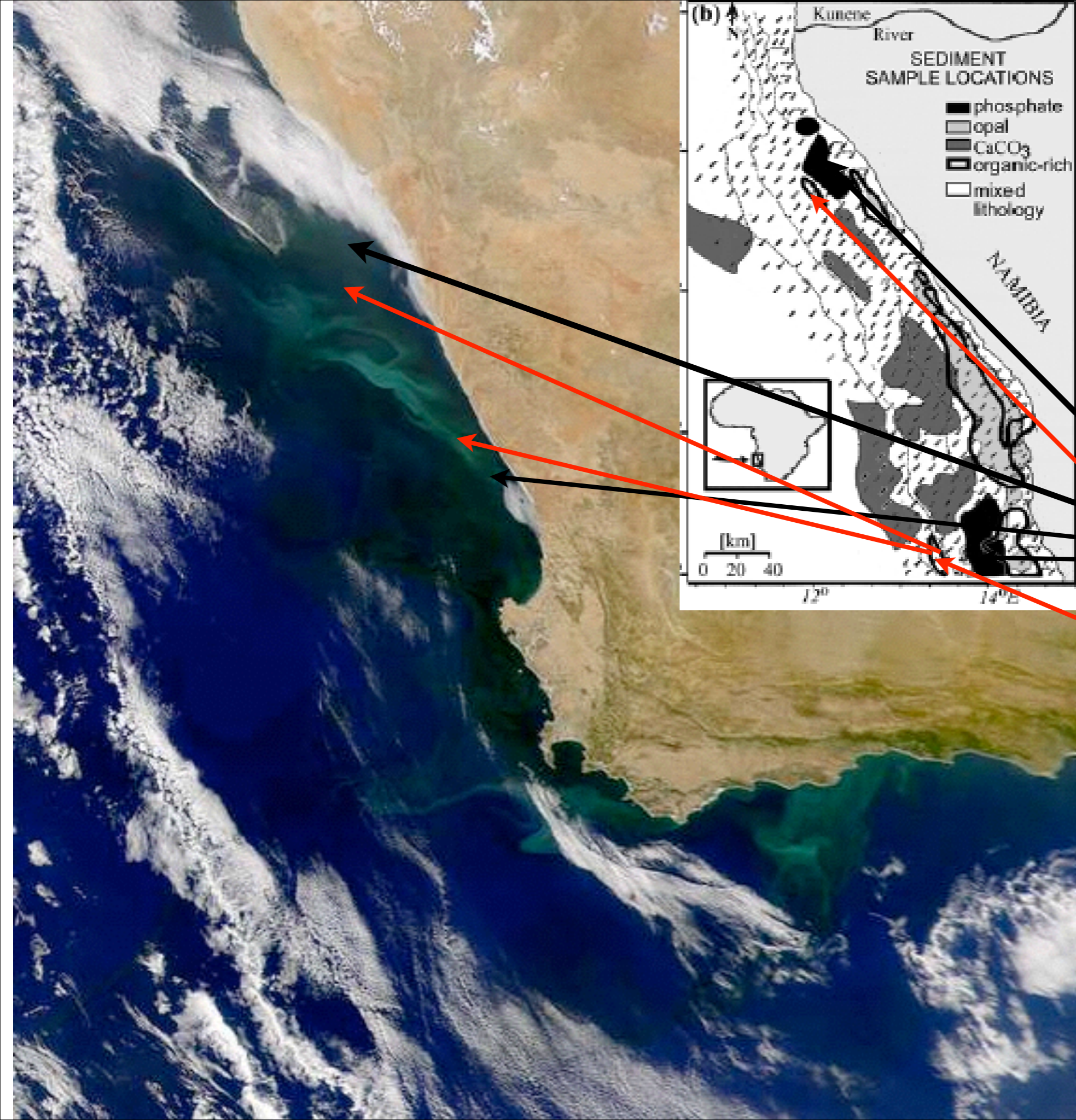


אסוציאציות של ים פורה

(P) זרחן, (C) חומרי מזון: פחמן
(Si) צורן.

הסלעים: פצלי שמן, פוספטים, צור





Credit
Provided by the SeaWiFS
Project, NASA/Goddard Space
Flight Center, and ORBIMAGE

While a cyclone stirs the waters
off Africa's eastern shore,
upwelling of nutrient-rich water
feeds colorful phytoplankton
blooms to the west and south of
South Africa.



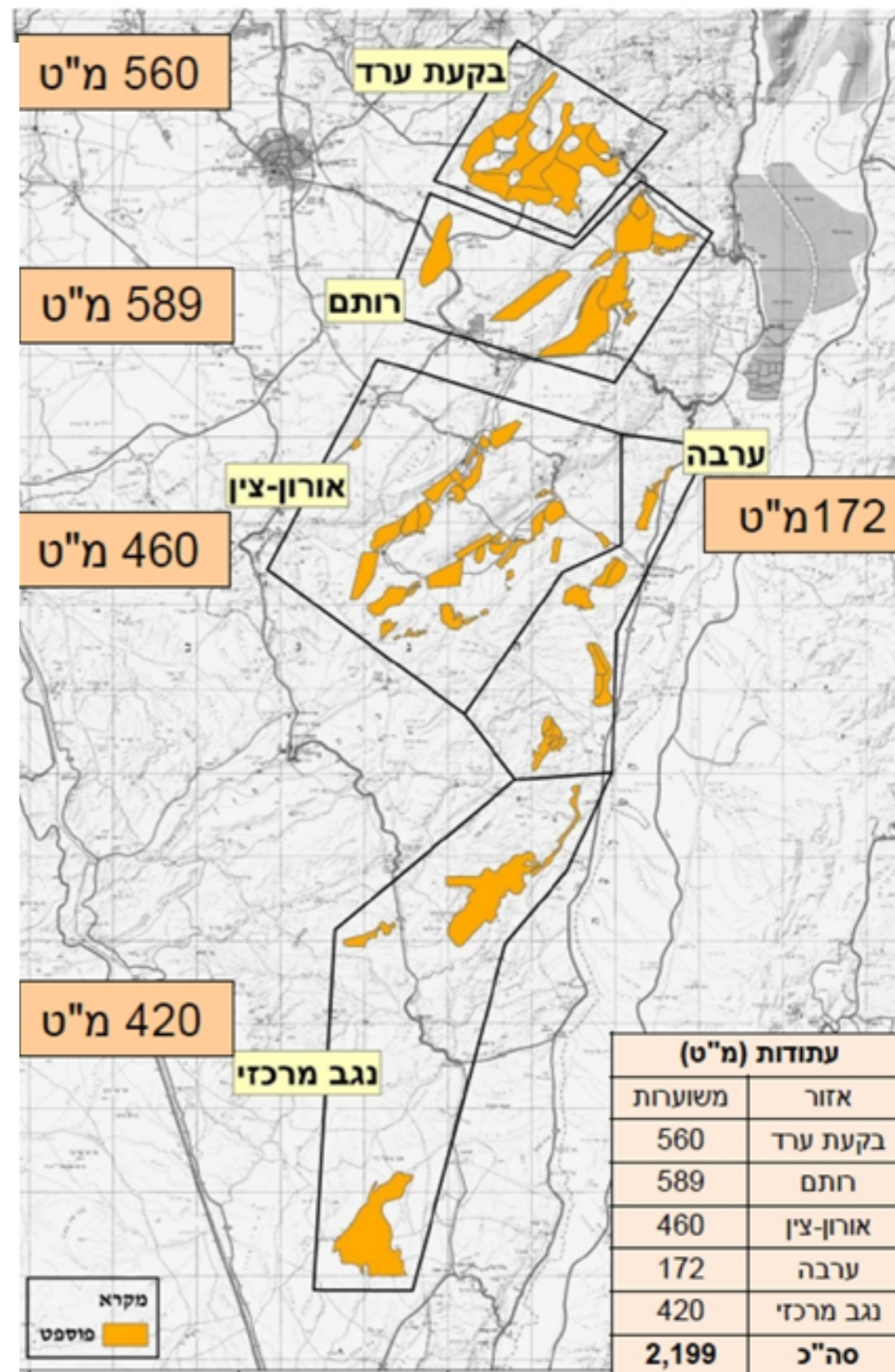
פוספט

“פצלי שמן”

עתודות הפוספט

(על פי סודרי, 2004)

מיליוני טון לק"מ ²	שטח ק"מ ²	עתודות* זמינות	עתודות* מוכחות	אזור
5.9	95	552	560	בקעת ערד
2.6	53	67	138	רותם
5.6	47	31	263	אורון צין
3.0	66	75	195	שולי ערבה צפונית
3.2	39	172	127	
5.6	60	420	334	הר נשפה ומישר
	360	1431	1617	סה"כ



Campanian lows

STRATIGRAPHY				
STAGE	CAMPAANIAN		MAASTRICHTIAN	
	FORMATION	MEMBER	FORMATION	MEMBER
MENUHA	CHERT	Ph. C.	PHOSPHATE	O.S.
LITHOLOGY				

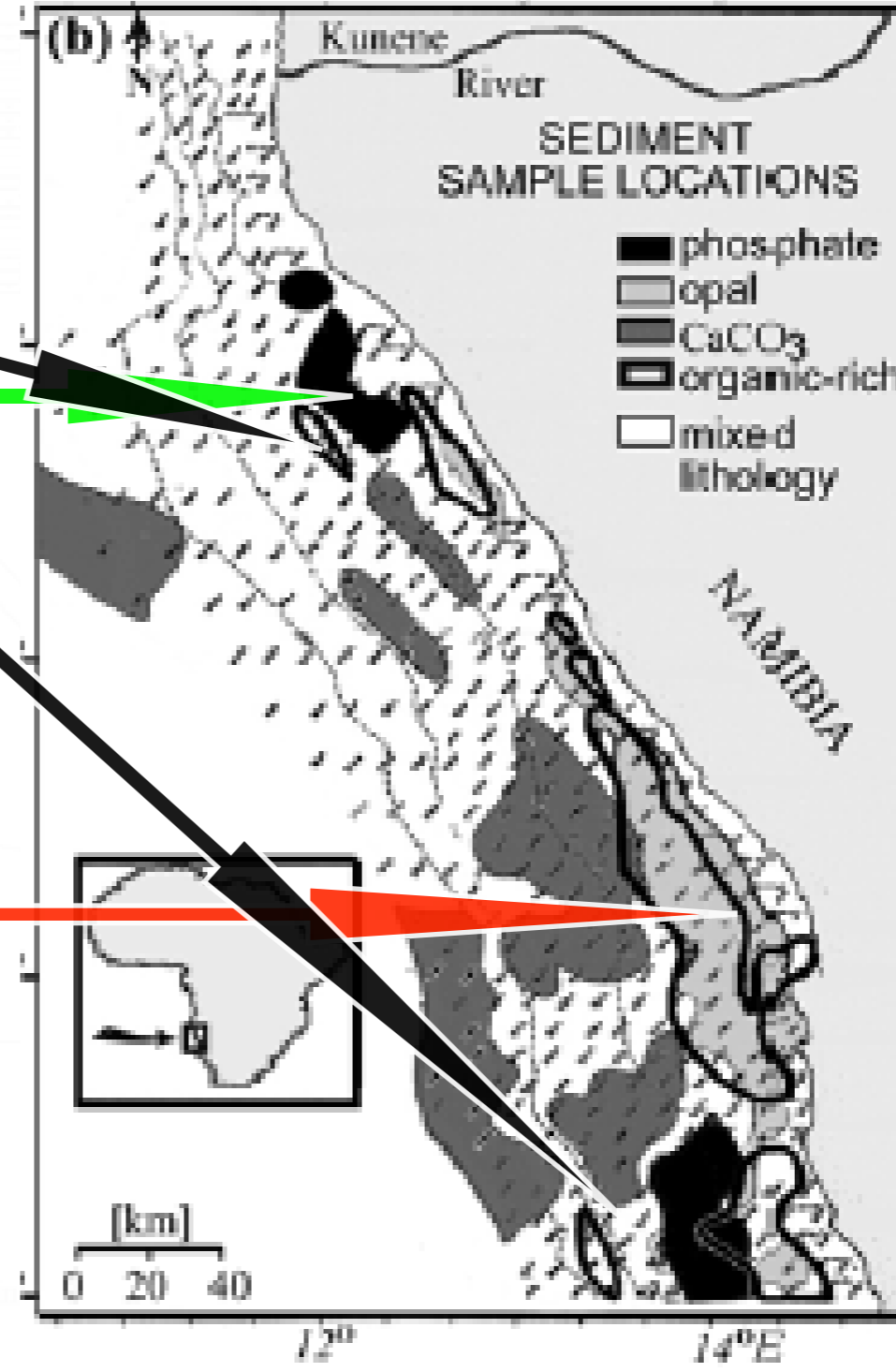
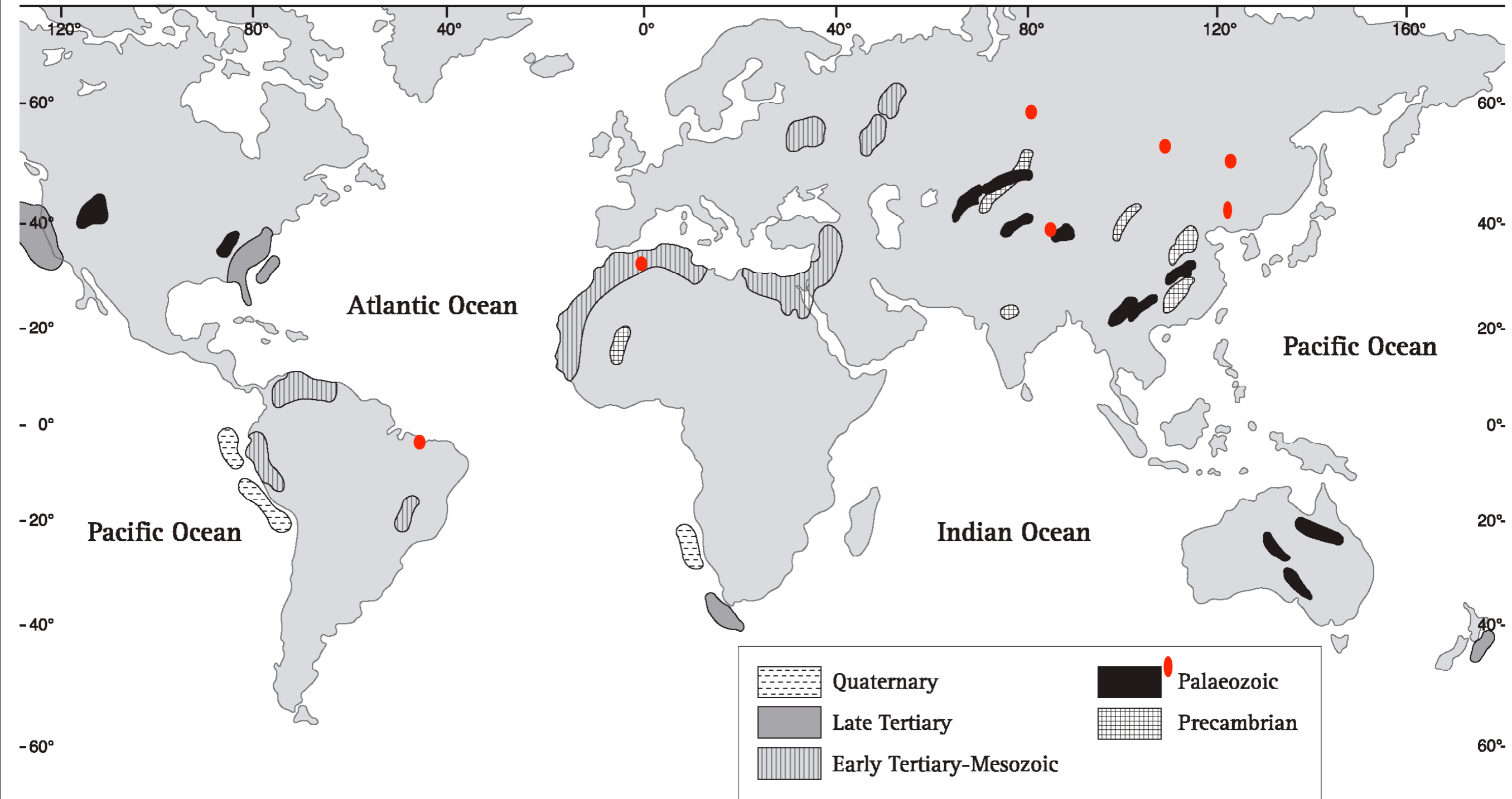


Fig. 2. Sediment sample locations in the Menuha Formation (Mishash and Ghareb Members) in the Kunene River.

תפוצת סלעי פוספט





חתך ביחידת הפוספוריט
(בשדה ירקעם) נחל צין

מכרה צין של חברת
רותם אמפרט

מגלי הפוספט הישראלי
בן-תור ופרומן, א.זהר, א.וירצבורגר,
נ. לסמן, י. שילוני, ד.סודרי

כל בסיס הידע על שדות
הפוספטים של ישראל
נאסף בשנות עבודה רבות
של המכון הגיאולוגי,
ונמסר לרותם אמפרט עם
הפרטת כי"ל.



שימושי פוספטים

!! אין תחליף לפוספט כדשן

דשנים - 80%

דטרגנטים - 12%

מזון לבע"ח - 5%

(... שונות) תוספי מזון, מתכות - 3%

ב. 1988 יצור עולמי - 166 מ-טון

ב 2001 - 125 מ-טון; ב 2003 - 138 מ-טון

World Mine Production, Reserves, and Reserve Base: (In thousands tons)

רזרבות מוכחות
בסבירות גבוהה לניצול
כלכלי

* -Igneous

	Mine production		Reserves	Reserve base	
	2002	2003			
United States	36,100	33,300	1,000,000	4,000,000	
Australia	2,025	2,200	77,000	1,200,000	
Brazil	4,850	4,960	260,000	370,000	*
Canada	1,000	1,200	25,000	200,000	*
China	23,000	24,000	6,600,000	13,000,000	?
Egypt	1,500	1,500	100,000	760,000	
India	1,250	1,250	90,000	160,000	
Israel	3,500	4,000	180,000	800,000	
Jordan	7,180	7,200	900,000	1,700,000	
Morocco & W. Sahara	23,000	24,000	5,700,000	21,000,000	
Russia	10,700	11,000	200,000	1,000,000	
Senegal	1,500	1,500	50,000	160,000	*
South Africa	2,910	2,500	1,500,000	2,500,000	*
Syria	2,400	2,400	100,000	800,000	
Togo	1,280	2,100	30,000	60,000	
Tunisia	7,750	7,700	100,000	600,000	
Other countries	4,830	7,000	800,000	2,000,000	
World total	135,000	138,000	18,000,000	50,000,000	

(rounded)

כמויות הבצר
העונות לקריטריוני
ריכוזים, כמויות,
עומק, עובי שמהם
מעריכים את
הרזרבות

TABLE 6 - WORLD PHOSPHATE ROCK PRICE, 1995 - 2000

YEAR	PRICE ⁺ \$/t
1995	25,2
1996	26,1
1997	27,0
1998	27,0
1999	27,0
2000	27,0

TABLE 7 - WORLD PHOSPHORIC ACID PRICE⁺, 1991 - 2000

YEAR	US GULF \$/t (FOB)	NORTH AFRICA \$/t (FOB)
1991	280	313
1992	268	294
1993	232	262
1994	260	286
1995	294	339
1996	311	350
1997	330	358
1998	337	366
1999 [*]	320	359
2000 [*]	260	320

**בערך פי שתיים
ממחיר החומצה
הגפרתית ממנה
ח' זרחתית מיוצרת**

Source: Fertilizer International, 1991 - 2000

Notes: ⁺ Average annual prices
^{*} For January to August

Dana Cordell (2008):

Phosphorus equals food

A key non-renewable resource

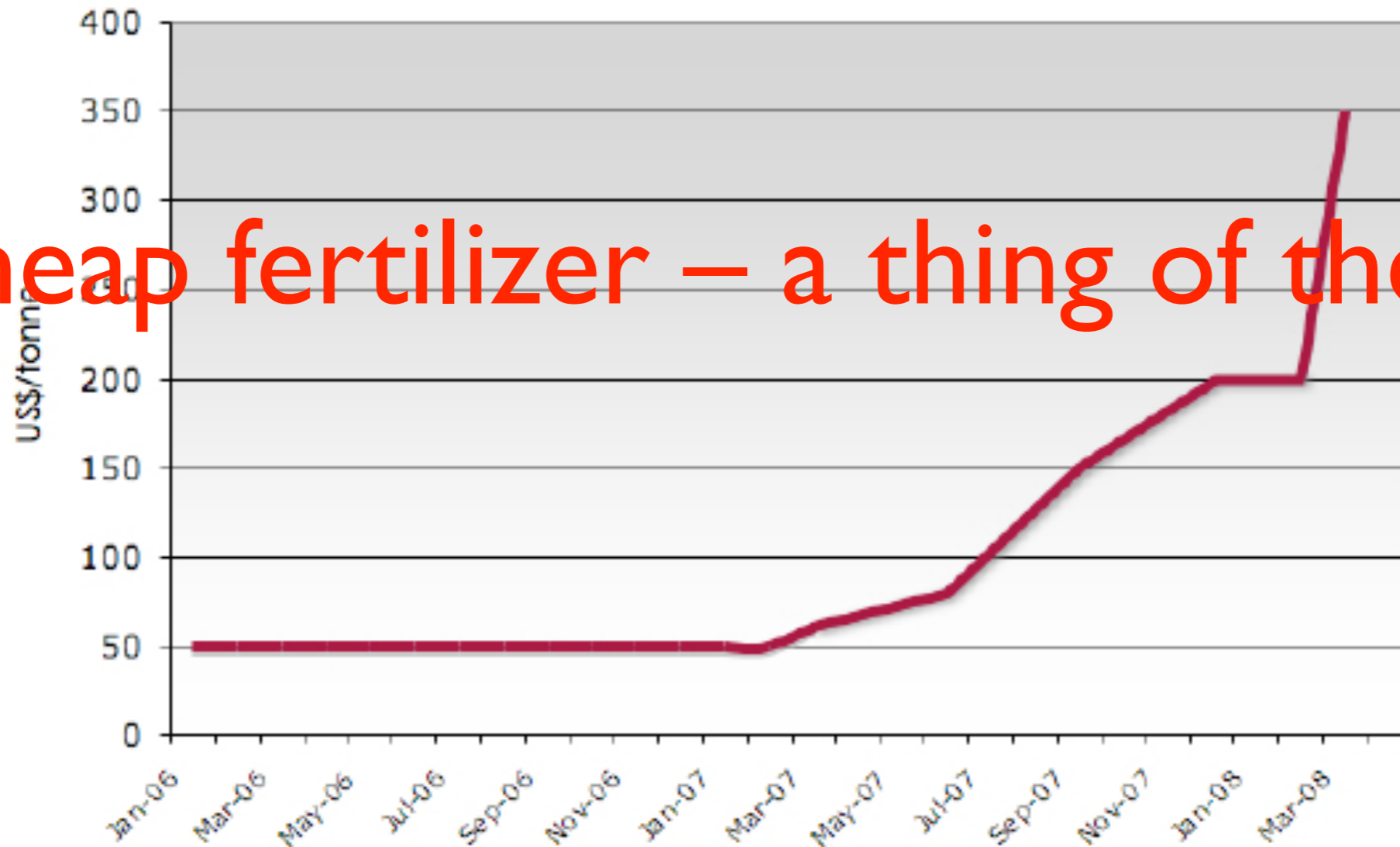
Peak P, 2034: no substitute?

Growing food demand

Energy intensive

We've used up the good stuff

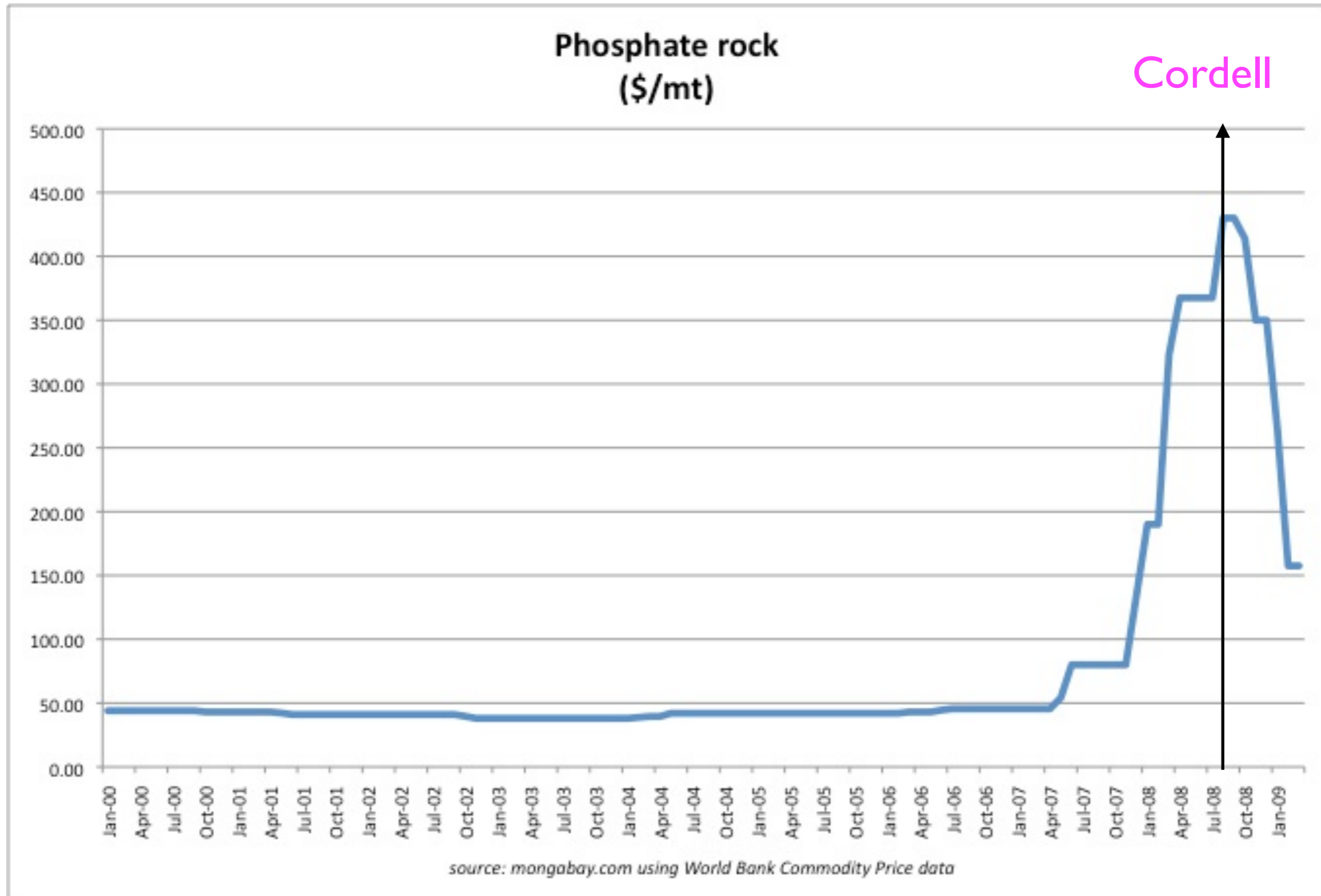
Phosphate Rock Commodity Price



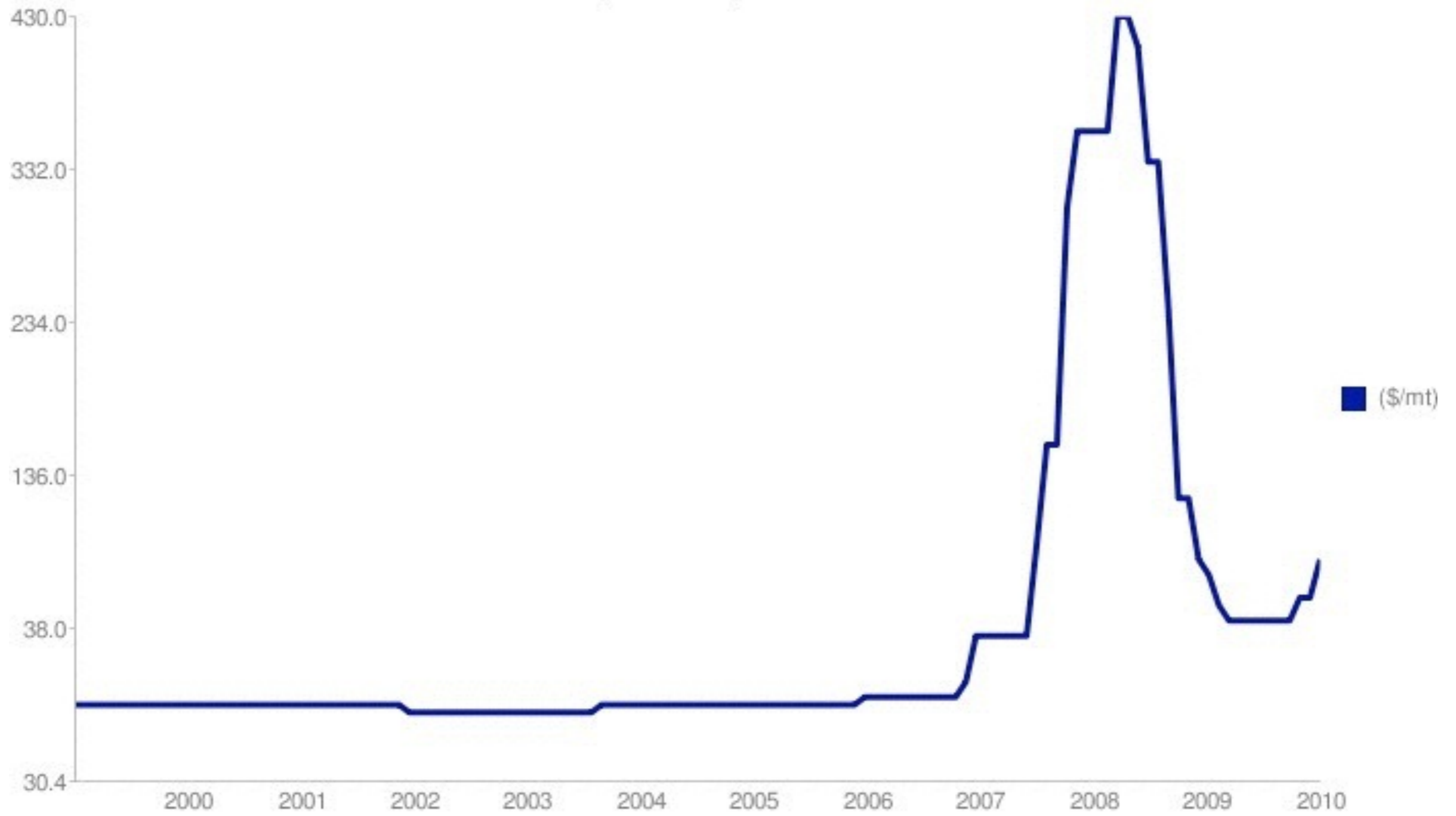
Data: Minemakers (2008)

Cheap fertilizer – a thing of the past

2000 - 2009!



Phosphate rock price chart

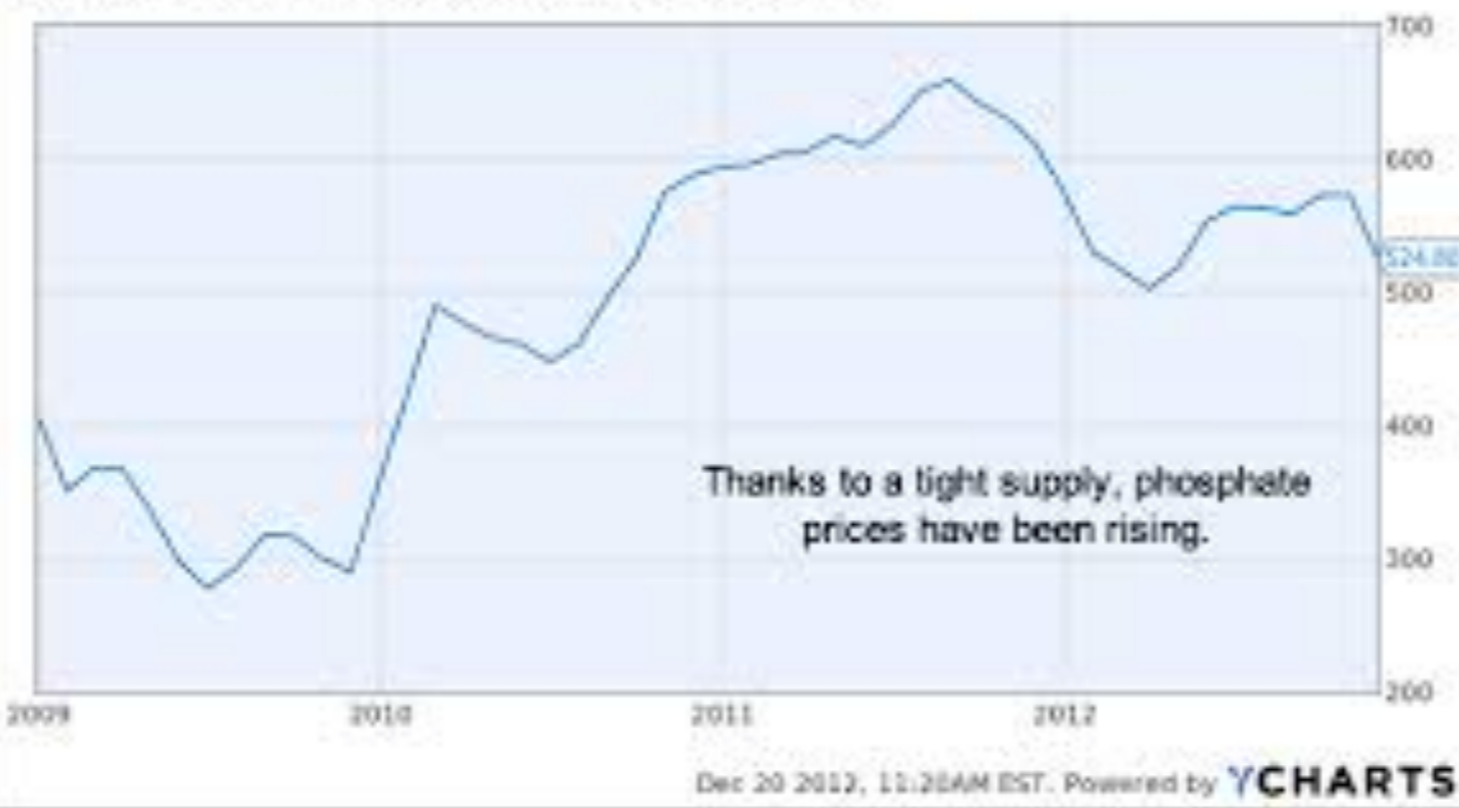


Price of Phosphate Rock Concentrate 32-33% P₂O₅ FOB Morocco and FAO Food Price Index (2002-2004=100)



Sources: FAO, Fertiliser 100

US Diammonium Phosphate Spot Price (Gulf)



Dec 20 2012, 11:26AM EST. Powered by YCHARTS

רותם-אמפרט מייצרת

מיליון טון/שנה סלע פוספט 4.0

כ 1.3 מיליון טון בשנה של דשנים

	טון/שנה 340,000
P_2O_5 , באיכות דשן	טון/שנה 80,000
P_2O_5 באיכות מזון	טון/שנה 50,000
KH_2PO_4	

המכרות: צין, אורון, ערד

החברה מייצרת 3% מסלע הפוספט בעולם
ו3% מן הסחר בו





Rotem's GPK fertilizer

granular PK fertilizer



Rotem's GNP fertilizer

חומר גלם P_2O_5 24-30%



העשרה ל 31% P_2O_5) תחמוצת זרחן)



מוצרי המשך



Rotem's GSSP fertilizer

Granular Single Super Phosphate
(S containing)

הן במוצרי האשלג והן במוצרי
הפוספט, מחיר מוצרי ההמשך
וערכם המוסף גבוה הרבה
מהמוצר הגולמי

פצלי שמן

[בעצם לא פצלים ולא שמן
אלא אבן גיר או קרטון ביטומני]

סלעי משקע בעלי תכולה גבוהה של
(ח. אורגני) כ-15% 50%

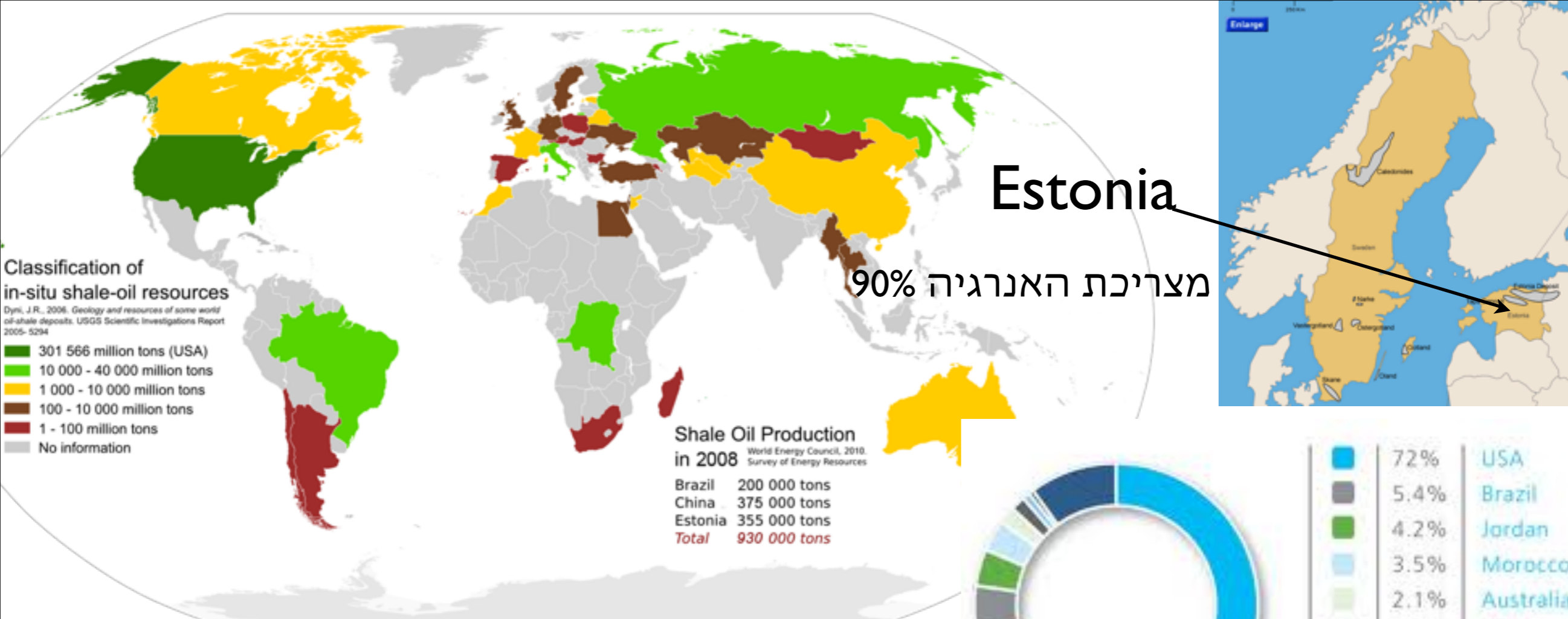
(מופיעים בנגב הצפוני חשופים) במישור רותם, נחל צין

ובשפלת החוף הדרומית בתת-קרקע

(הרטוב, עמק האלה, חבל עדולם)

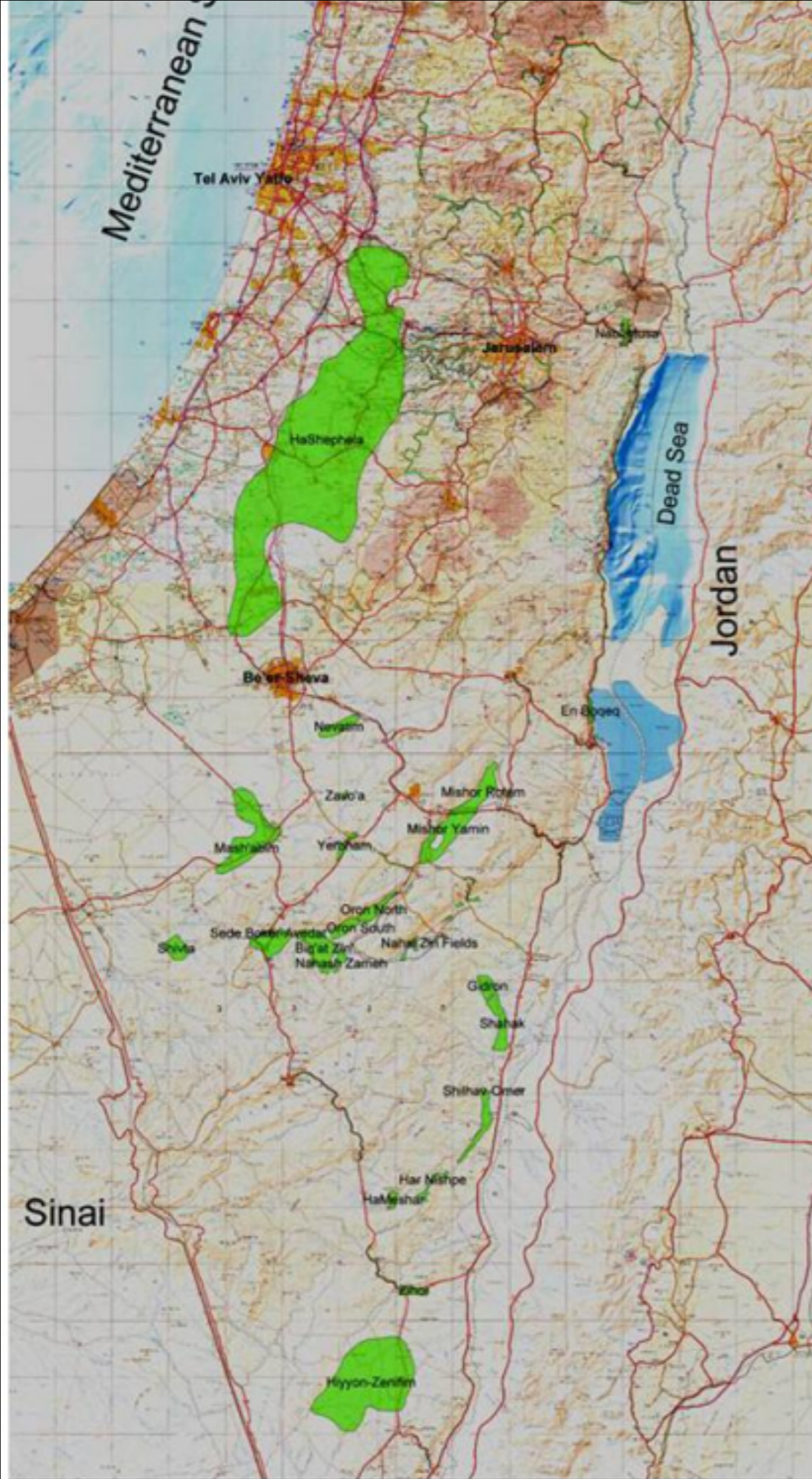
אילו נשארו קבורים בתנאים מתאימים היו ברבות הימים הופכים לקרוגון)
ולנפט.

מקור החומר האורגני: אורגניזמים ימיים-אצות, בעלי חיים זעירים



רזרבות עולמיות:

כ 40 גיגה-טון ≈ טריליון חביות נפט 3.3 - 2.8
 כנראה 1 טריליון שניתנים לניצול כיום
 (World Energy Outlook)



פצלי שמו בישראל

חישוב גס של העתודות מגיע לכ-365
מיליארד טונות שהן כ 17 מיליארד שווה
ערך טונות נפט או מעל 800 שנות צריכת
אנרגיה של ישראל

צ. מינסטר, 2008

Table 3.1 Oil shale: resources, reserves and production at end-1999

Excel File	Recovery method	Proved amount in place	Proved recoverable reserves	Average yield of oil	Estimated additional reserves	Production in 1999
		million tonnes (shale)	million tonnes (oil)	kg oil/tonne	million tonnes (oil)	thousand tonnes (oil)
Africa						
Morocco	surface	12 300	500	50 - 64	5 400	
South Africa	in-situ	73		10		
North America						
United States of America	surface	3 340 000	60 000 - 80 000	57	62 000	
South America						
Brazil	surface			70	9 646	195
Asia						
Thailand	in-situ	18 668	810	50		
Turkey	surface	1 640	269	56		
Europe						
Albania	surface	6			5	
Estonia	surface	590		167		151
	in-situ	910				
Ukraine	in-situ	2 674	300	126	6 200	
Middle East						
Israel	surface	15 360	600	62		
Jordan	surface	40 000	4 000	100	20 000	
Oceania						
Australia	in-situ	32 400	1 725	53	35 260	5

Notes:

1. Generally the data shown above are those reported by WEC Member Committees in 2000/2001

2. The data for Albania, Brazil, Israel, South Africa and Ukraine are those reported by WEC Member Committees for SER 1998

3. The data thus constitute a sample, reflecting the information available in particular countries: they should not be considered as complete, or necessarily representative of the situation in each region. For this reason, regional and global aggregates have not been computed

שתי שיטות ניצול:

1. Ex-situ

דוגמאות:

אסטוניה
פמ"א

2. In-situ

דוגמאות:

Shell Mahogany
IIT- RF heating
IEI

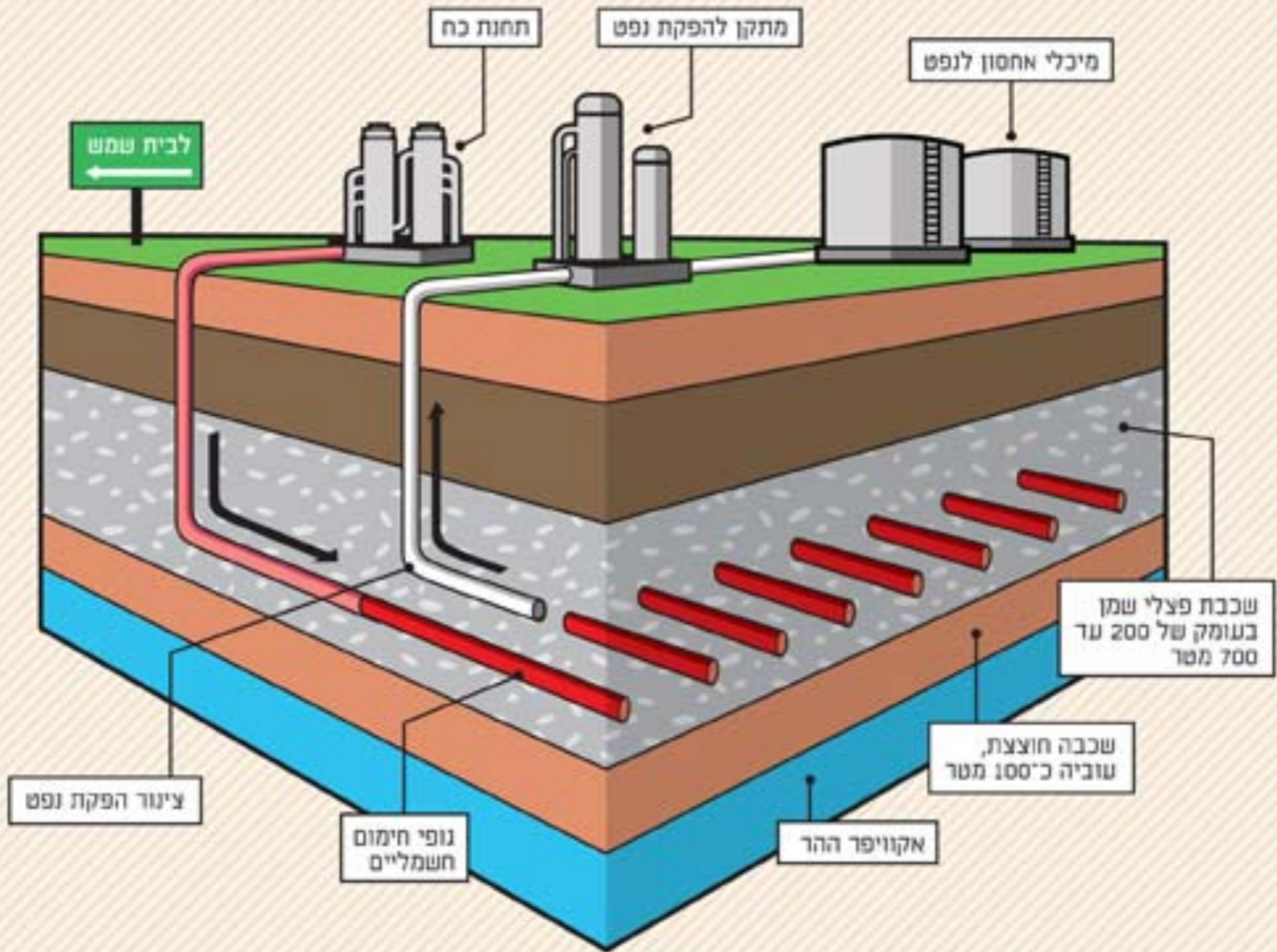
ex-Situ (פמ"א)



PAMA "Oil-Shale" quarry

IBI in-Situ תכנית IBI

איך מפיקים נפט מפצלי שמן



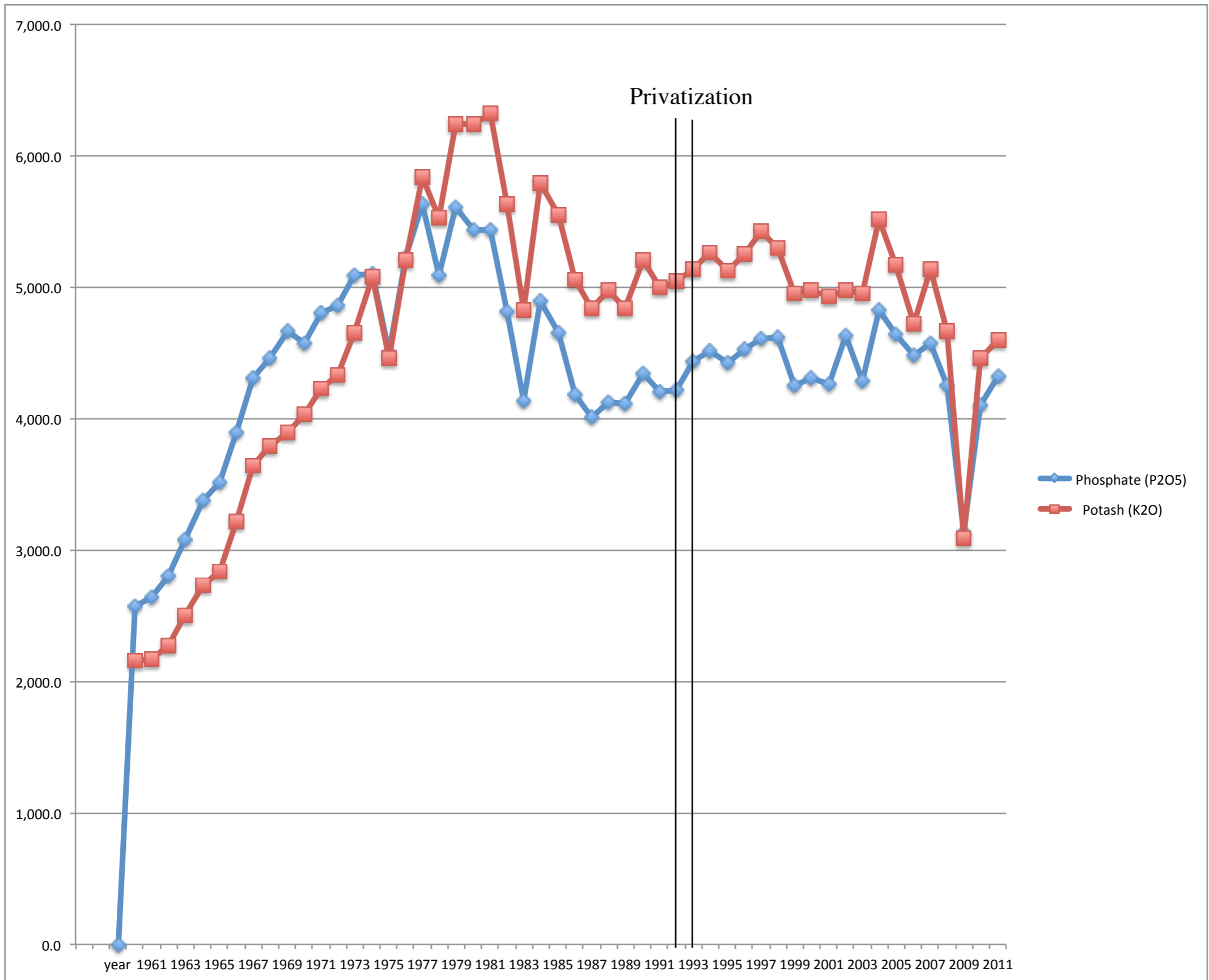
לסיכום: עיקר אוצרות הטבע של מדינת ישראל -
אשלג, ברום, מגנזיום, פוספטים פצלי שמן -
מקורם ימי.

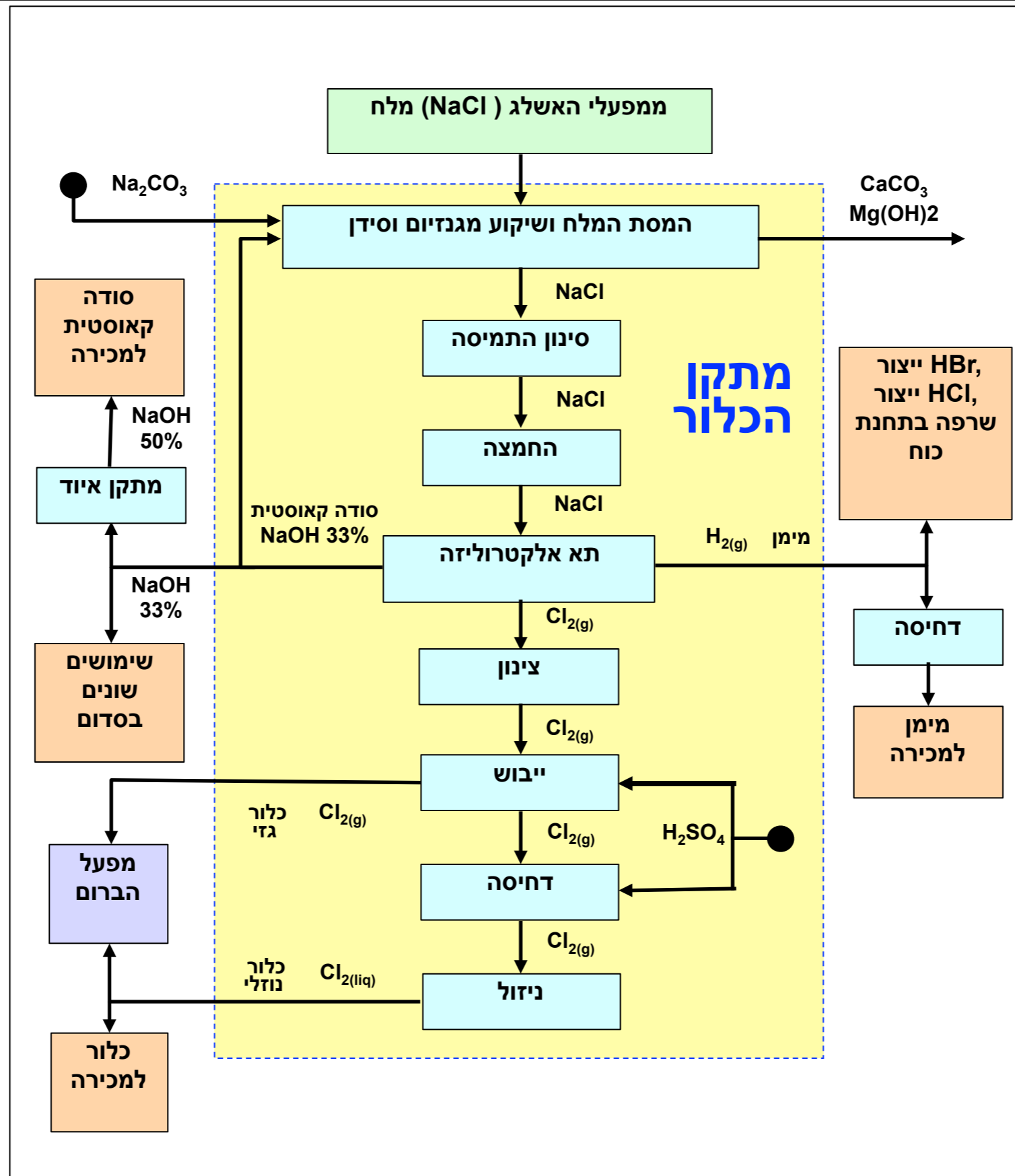
שלושת הראשונים - באידוי מי ים
שני האחרונים - בים פורה מאד.

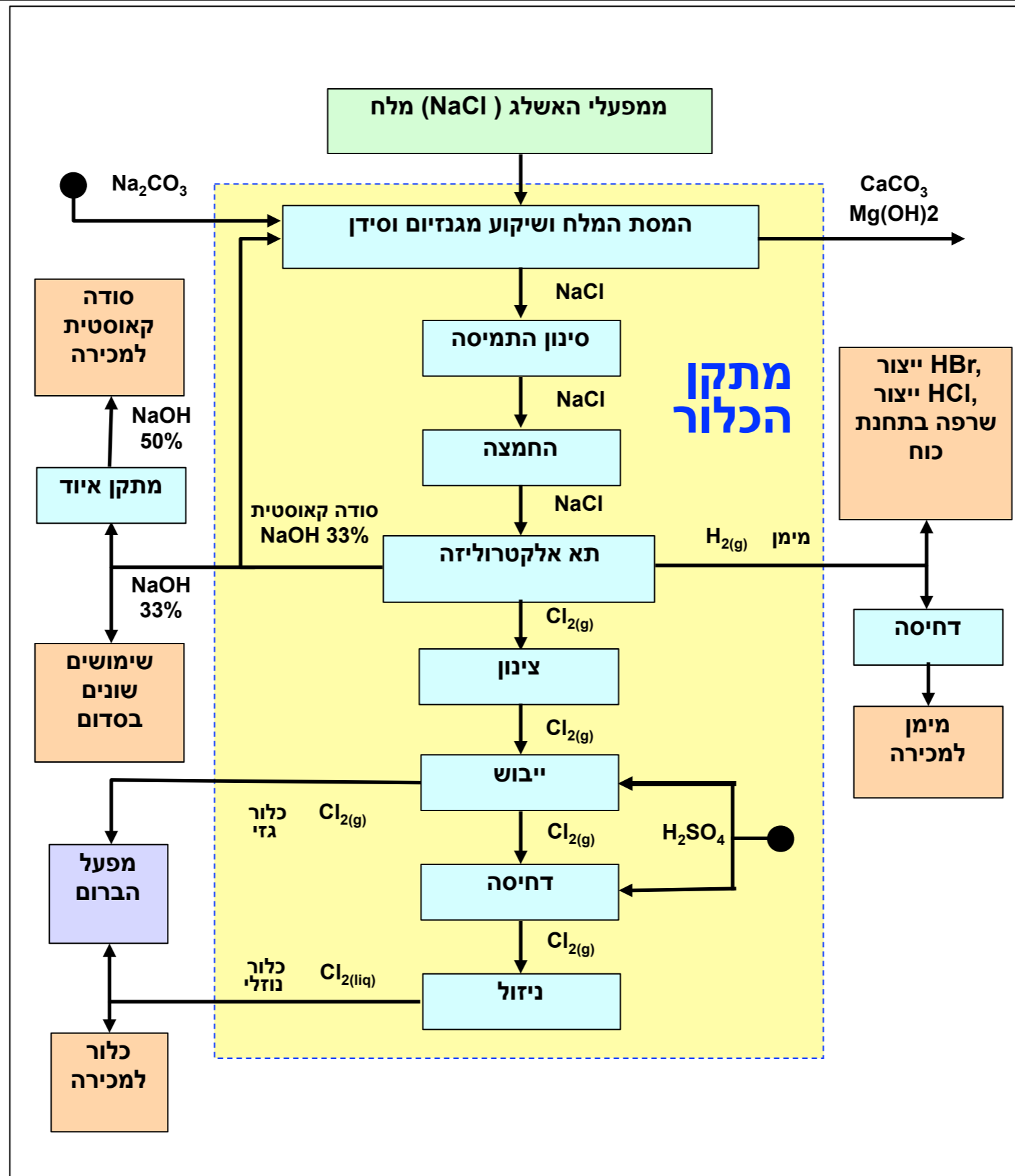
אין זה משפט כללי - יהלומים, ניקל, כרום, פלטינה - נוצרים)
(בסלעים מגמטיים, בעומקים שונים בקרום כדה"א

תודה

ובהצלחה







Potash Price
392.50 USD/t
31 Jul '13



InfoMine.com

TABLE 1 - WORLD RESERVES, PRODUCTION AND EXPORTS OF PHOSPHATE ROCK, 2000

COUNTRY	RESERVE BASE ^x			PRODUCTION ^x			EXPORTS ⁺		
	Mt	%	Rank	kt	%	Rank	kt	%	Rank
USA	4 000	10,8	2	39 700	28,5	1	272	0,8	10
China	1 200	3,3	5	26 000	18,6	2	2 503	7,1	1
Morocco [#]	21 000	57,0	1	21 000	15,1	3	11 382	32,3	5
Russia	1 000	2,7	6	11 000	7,9	4	4 470	12,7	2
Tunisia	600	1,6	7	8 000	5,7	5	979	2,8	8
Jordan	1 700	4,6	4	6 000	4,3	6	4 563	12,9	3
Brazil	370	1,0	8	4 300	3,1	7	-	-	-
Israel	180	0,5	9	3 800	2,7	8	2 780	7,9	6
South Africa ⁺	2 500	6,8	3	2 796	2,0	9	779	2,2	7
Syria	100	0,3	11	2 400	1,7	10	1 627	4,6	11
Senegal	160	0,4	10	1 800	1,3	11	524	1,5	4
Togo	60	0,2	12	1 500	1,1	12	1 624	4,6	9
Other	4 000	10,8		11 200	8,0		3 786	10,7	
TOTAL	36 870	100		139 496	100		35 289	100	

Sources :
⁺ BGS, 2000, p 209-211
^x USGS, 2000, p 120-121
^{*} Foskor, 1999