

# בולעני ים המלח: תמונת מצב ואתגרים



גידי בר  
המכון הגיאולוגי

צילום: רתם שחל

אקולוגיה וסביבה, אירוע השקת גיליון ים המלח, 27.2.2017

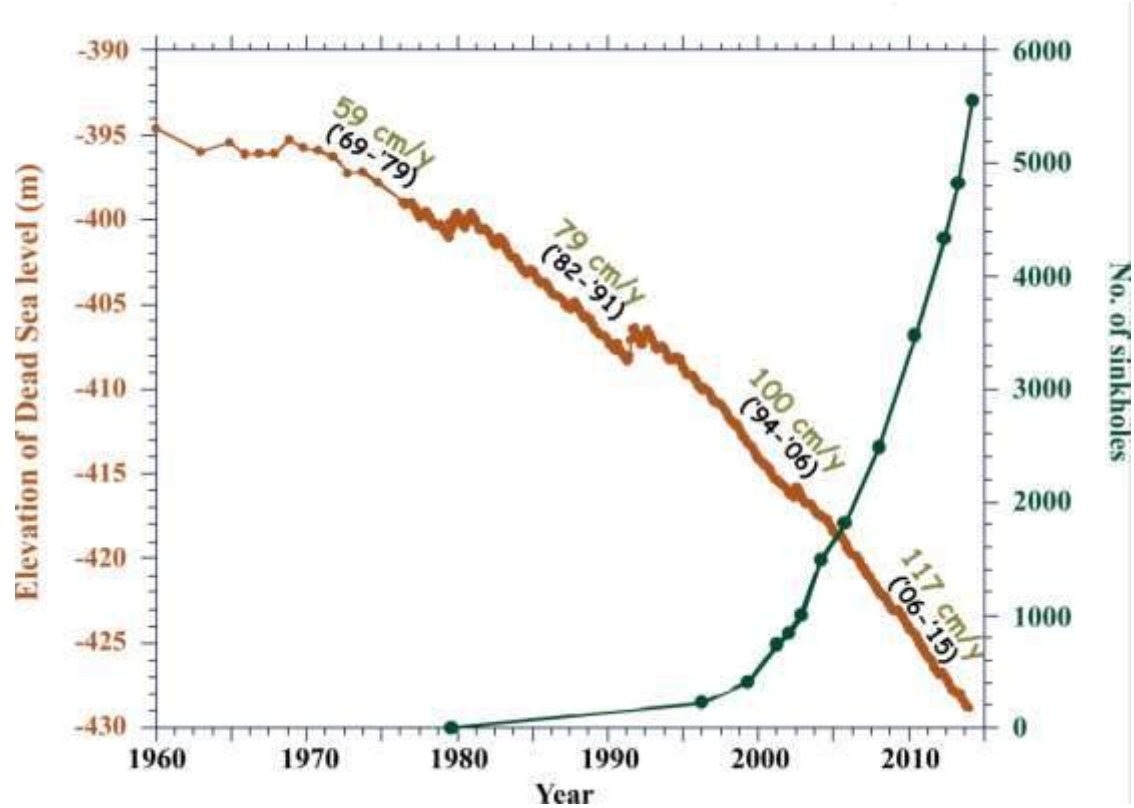
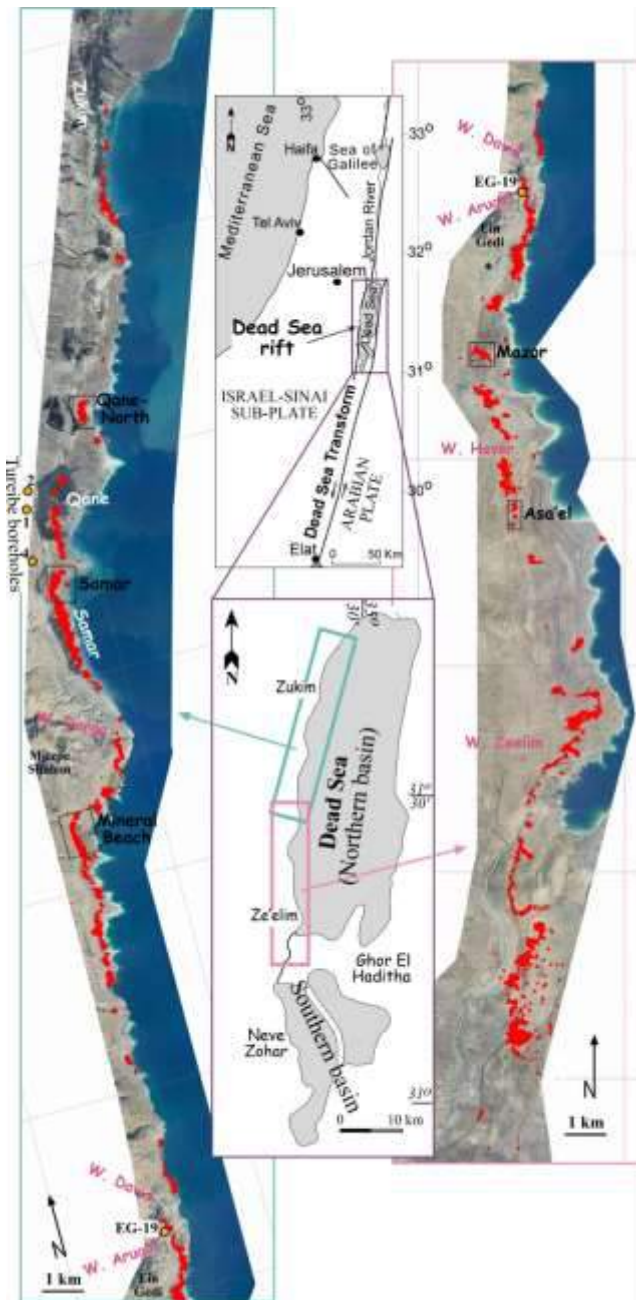
# בולעני ים המלח: תמונת מצב ואתגרים



צילום: רתם שחל

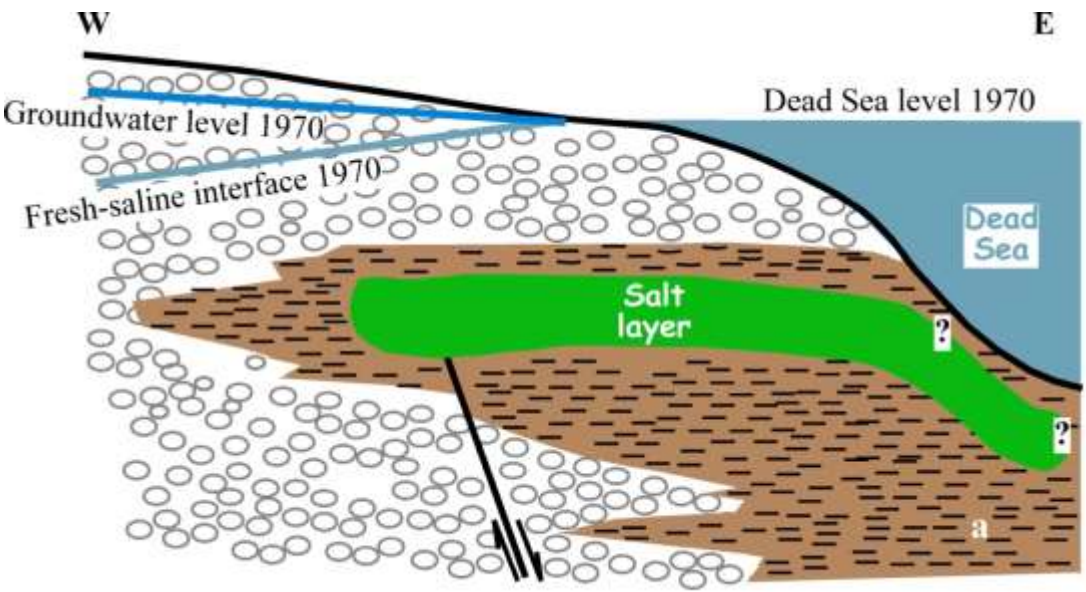
- מנגנון וסביבות היווצרות של בולענים • זיהוי מוקדם • בולענים ושיטפונות
- השפעה אפשרית של מובל ים סוף – ים המלח על קצב יצירת בולענים

# בולעני ים המלח



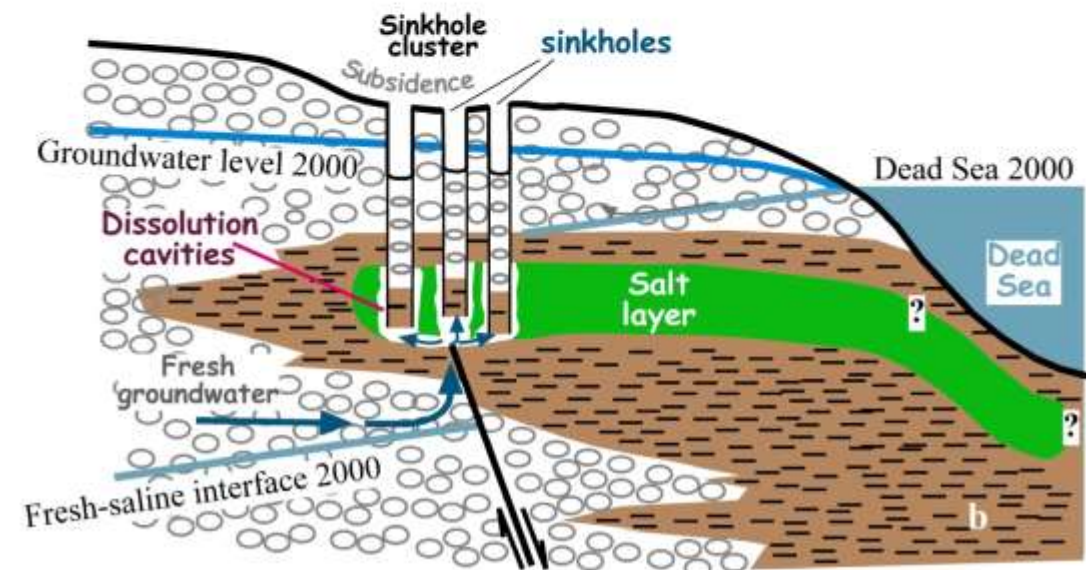
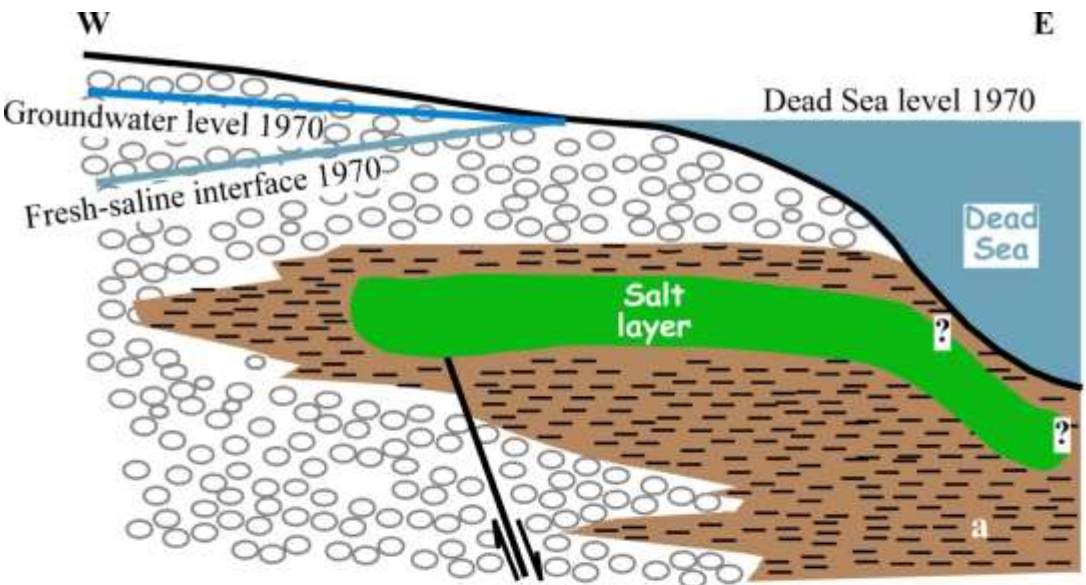
- מעל 6000 בולענים
- ~ 400 חדשים בשנה

אבלסון וחובי, 2016



**תנאים הכרחיים ליצירת בולענים:**  
 1. נוכחות שכבת מלח בתת הקרקע





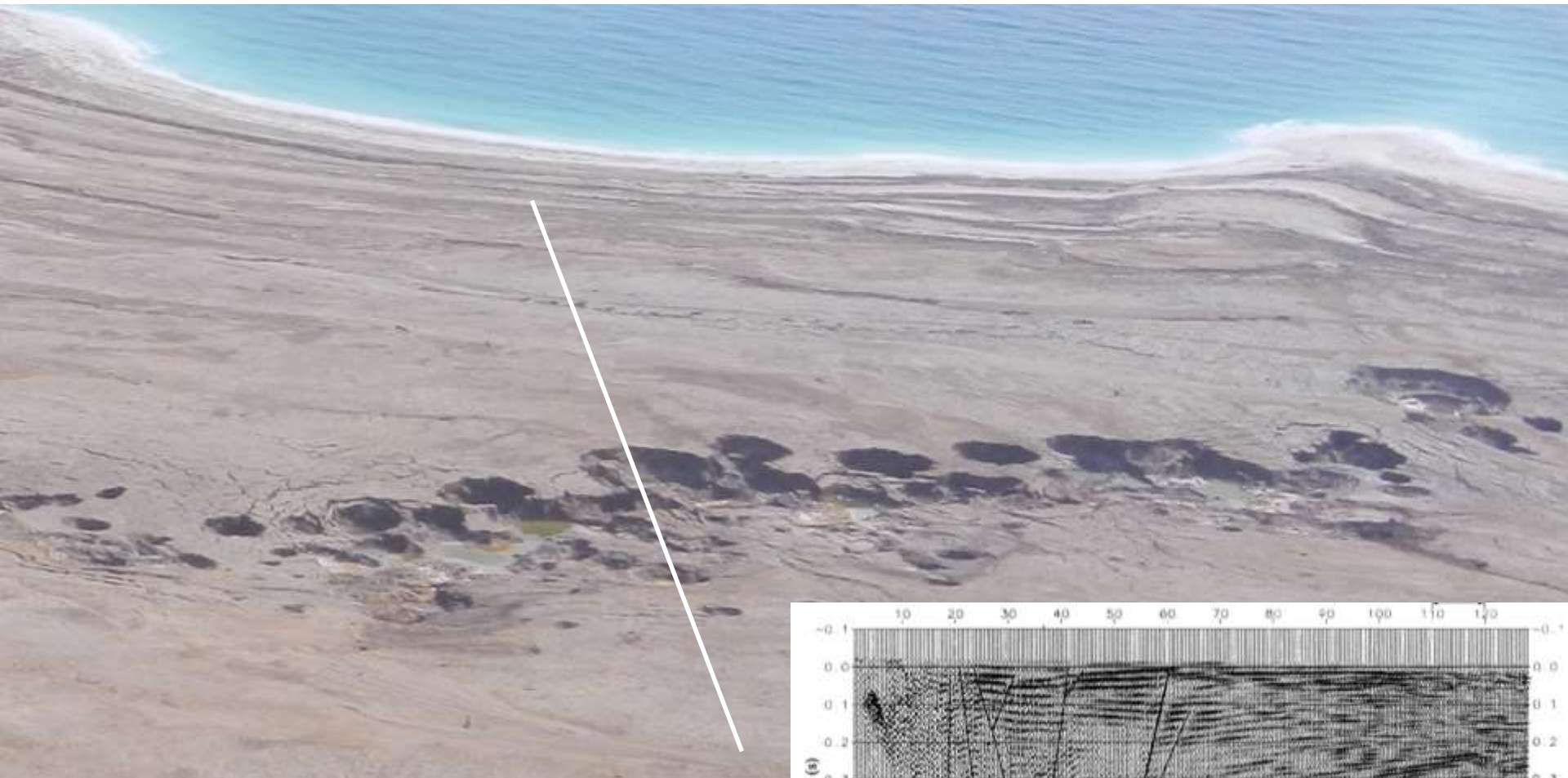
 Conglomerate  
  Silt & clay  
  Salt

**תנאים הכרחיים ליצירת בולענים:**

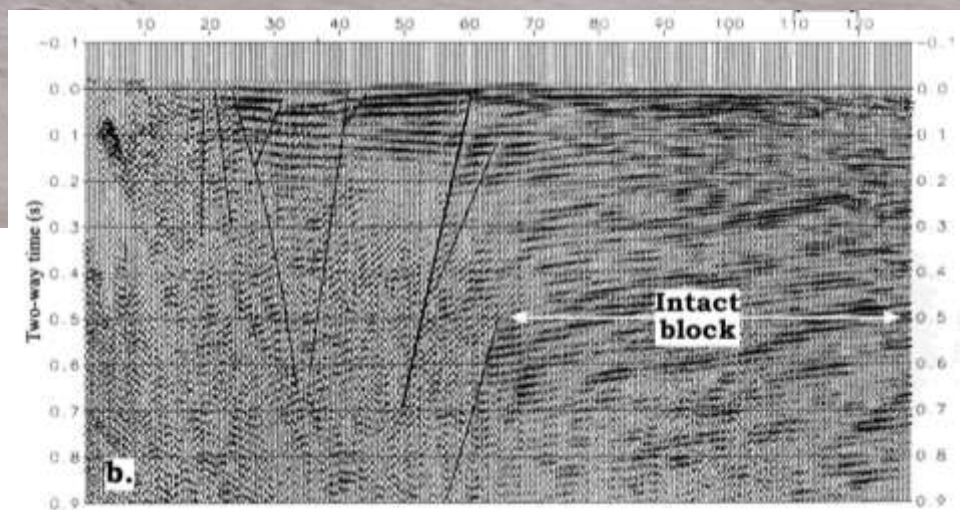
1. נוכחות שכבת מלח בתת הקרקע
2. זמינות מים בעלי כושר המסה (ירידת מפלס ים המלח והפן הביני)



# בולענים נוצרים לאורך קווים: מעל אזורי העתקה



עליית מי תהום תת-רוויים ביחס למלח  
לאורך העתקים רדודים בתת הקרקע



## חלוקים ומניפות סחף



## מישורי בוץ



## מילוי על ידי מי תהום



## ערוצי נחלים



# חיזוי בולענים

התצפית שבבסיס הרעיון היא שבולענים מוקפים  
באזורי שקיעה שנוצרים בזמן ואחרי קריסתם  
**וככל הנראה גם לפני הקריסה**

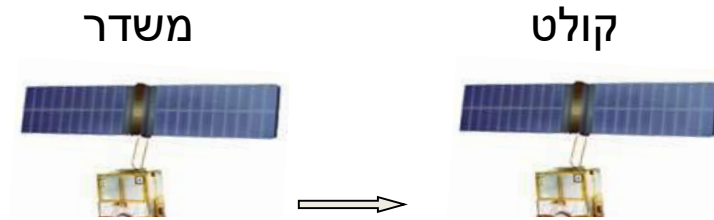


האתגר:

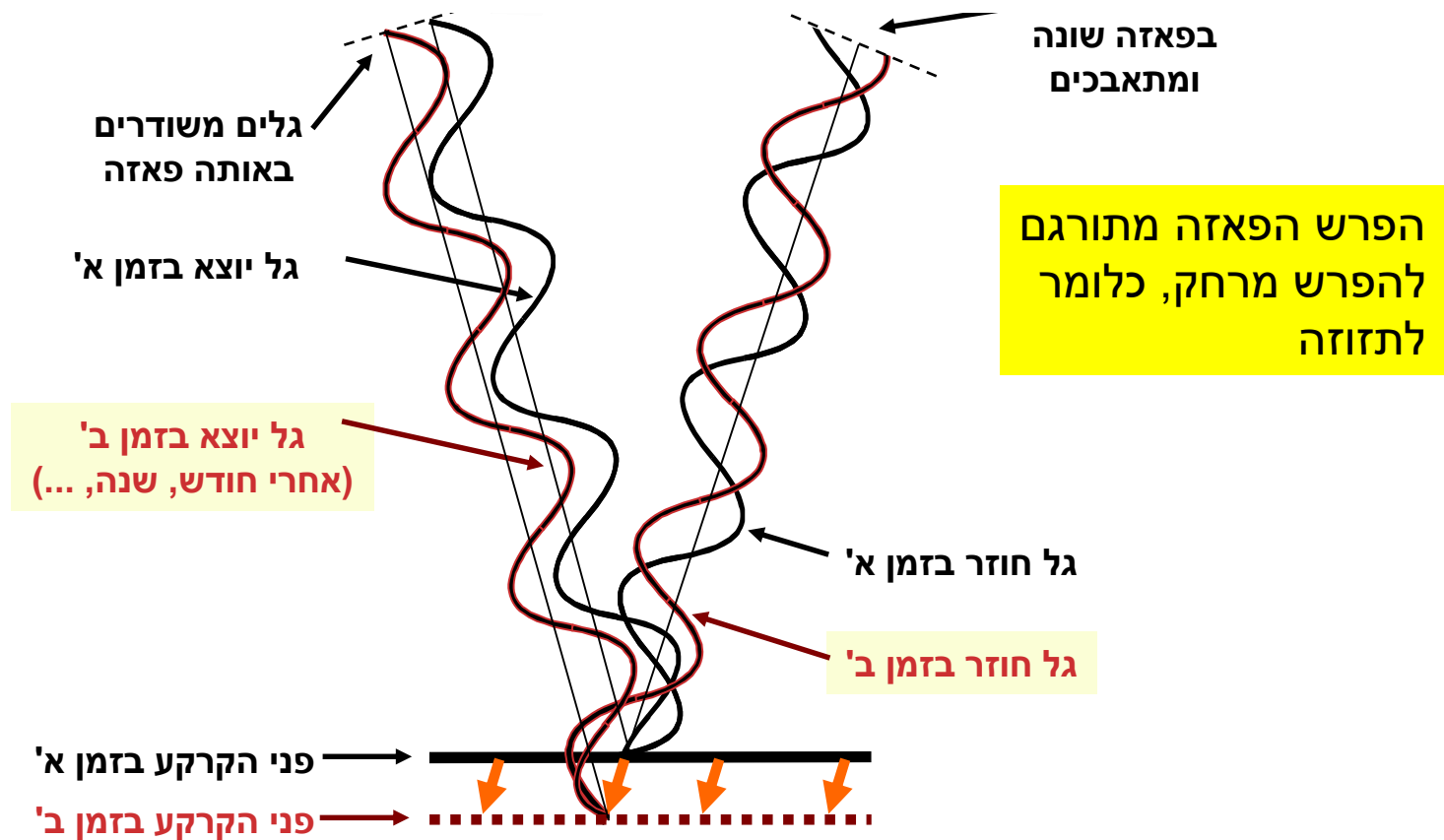
לזהות את אזור השקיעה לפני קריסת הבולען



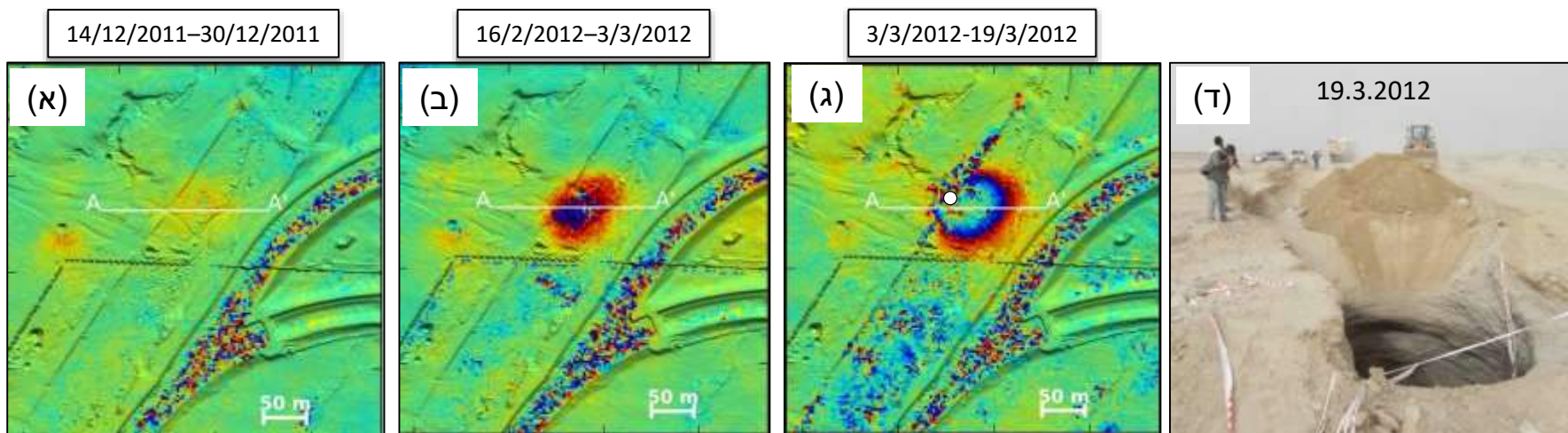
# השיטה: אינטרפרומטריה של רדאר מלוויינים (InSAR)



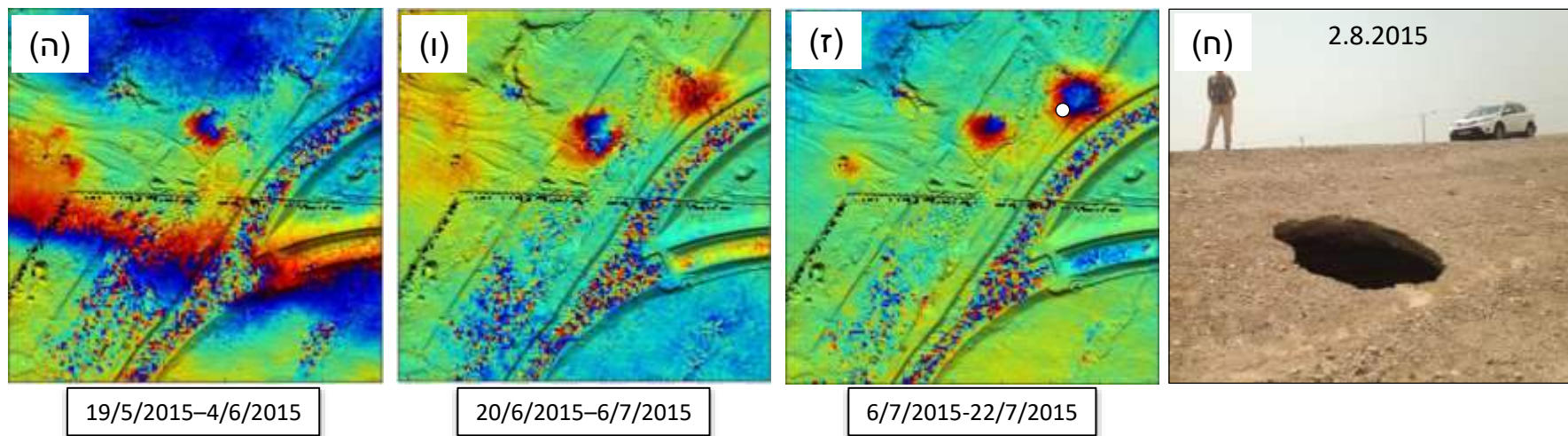
**סף גילוי של פחות מ 5 מ"מ 600 ק"מ!**



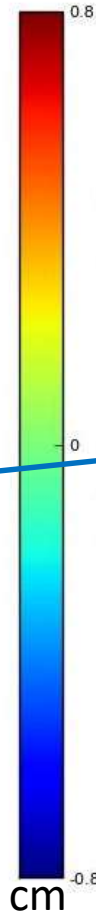
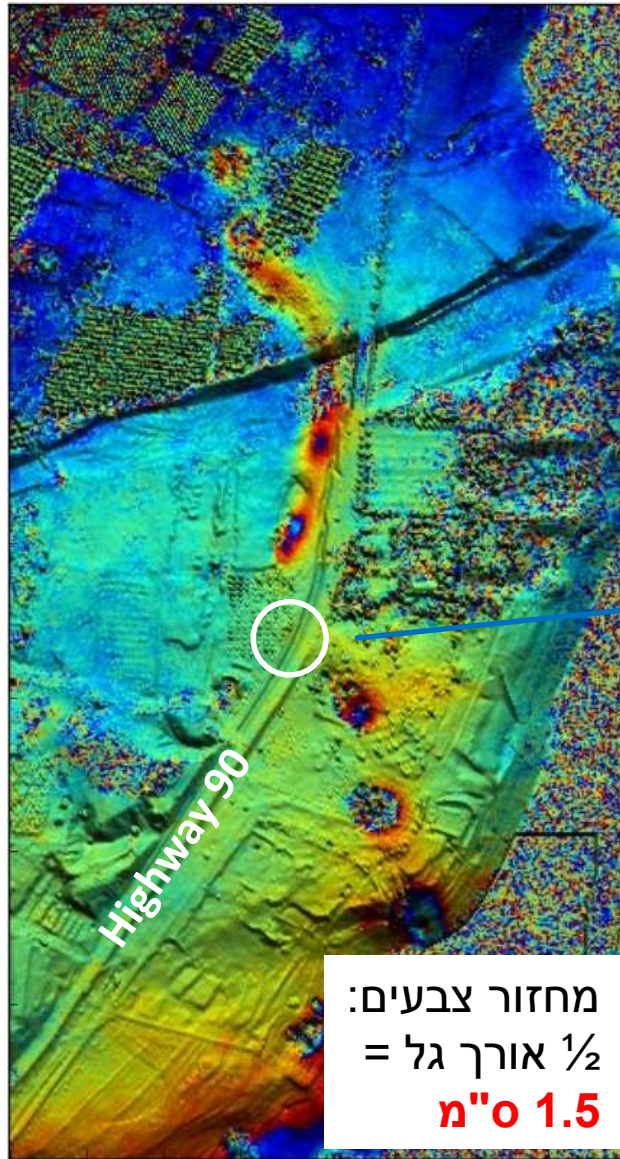
# שקיעות קרקע 2 – 3 חדשים לפני קריסת בולען



מפות הפרשי פאזה בפרקי זמן של 16 יום



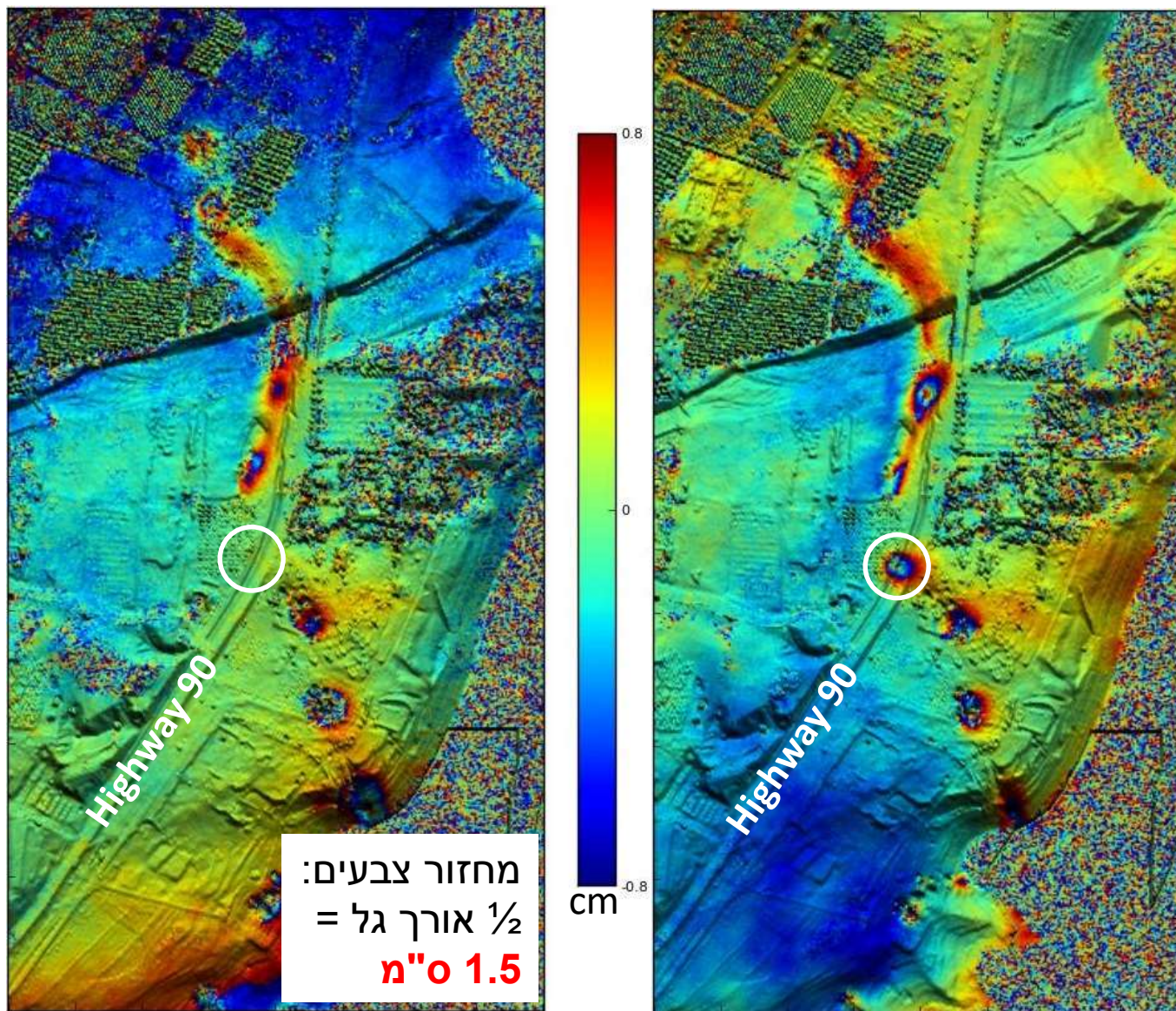
תעלת ההטיה ליד תחנת השאיבה P-88



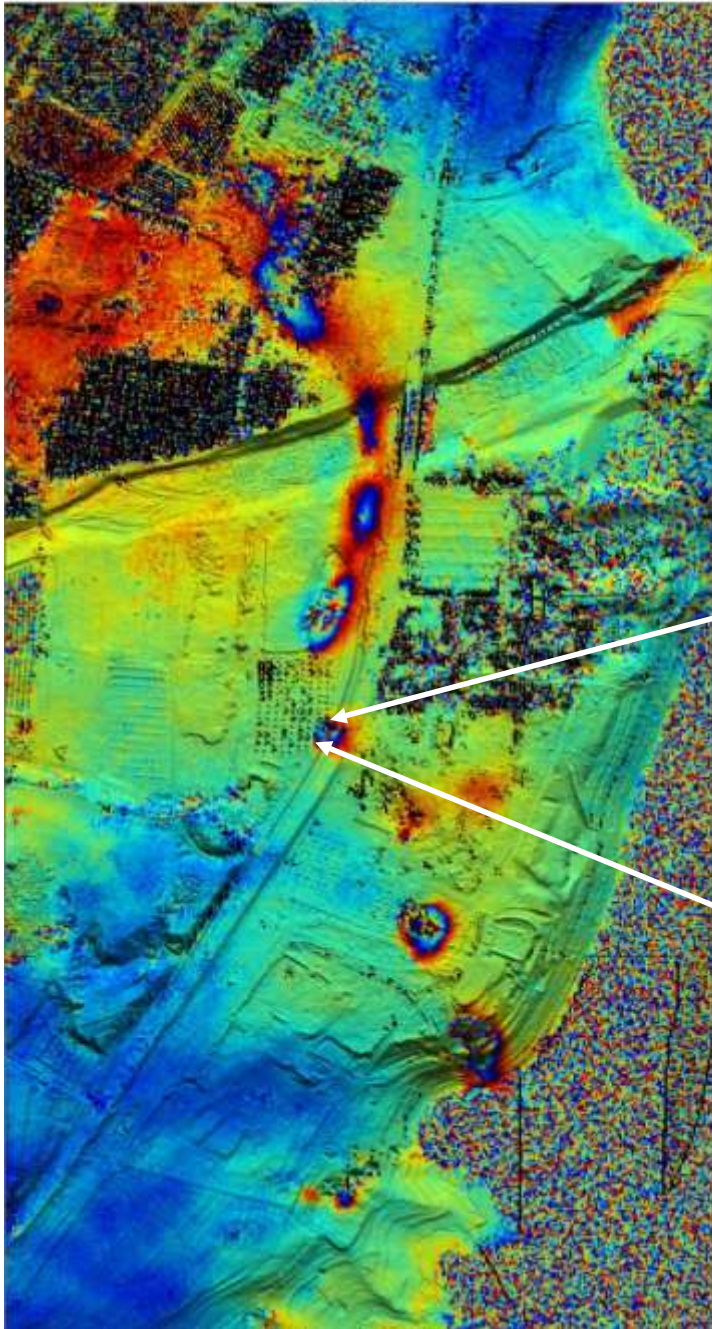
14/12/2011-30/12/2011

עין גדי

27/9/2012-13/10/2012



23/4/2013-9/5/2013



5.5.2013

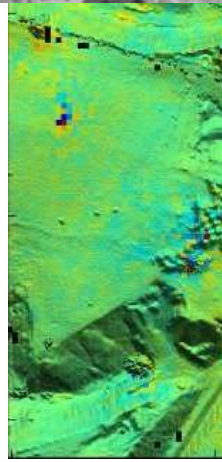
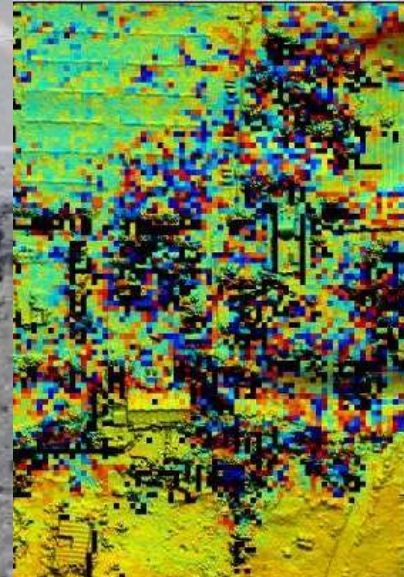


3.9.2013



1/2/2015

14

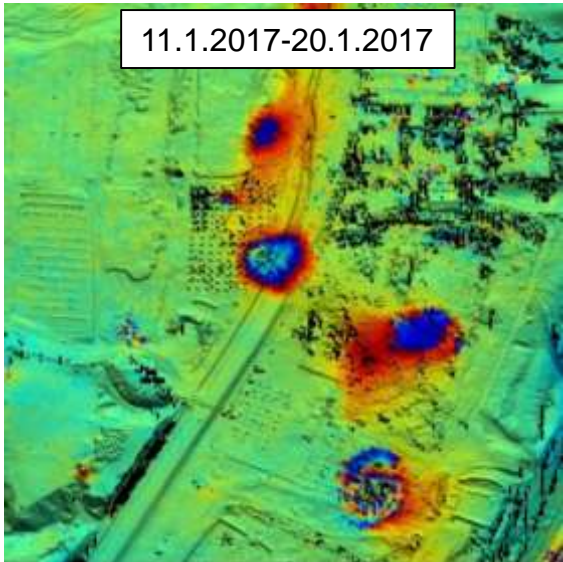


9 מ' עומק  
5 מ' קוטר

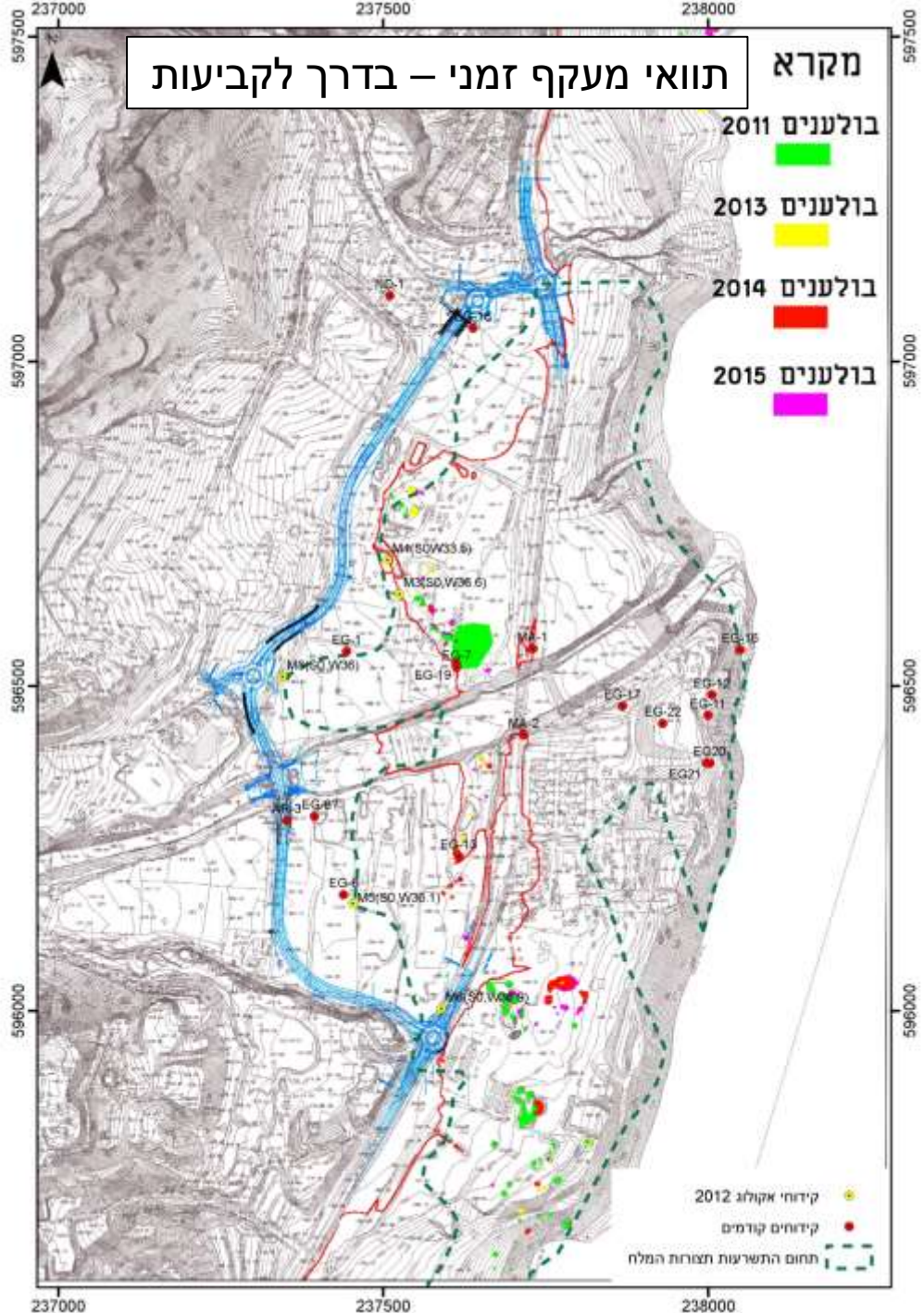
1/2/2017



האזור ממשיך לשקוע והיריעה עדיין מונעת קריסה מלאה של בולענים

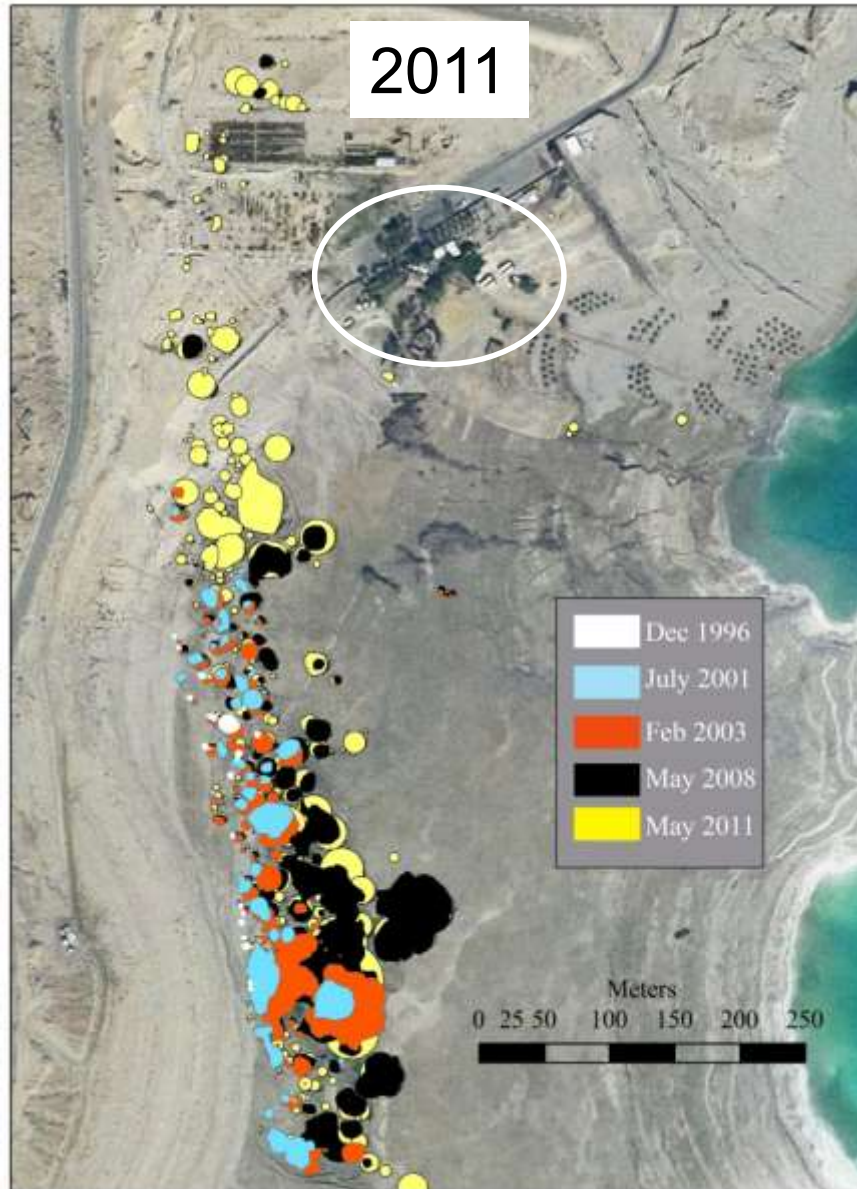


# תוואי מעקף זמני – בדרך לקביעות



באדיבות: נתיבי ישראל

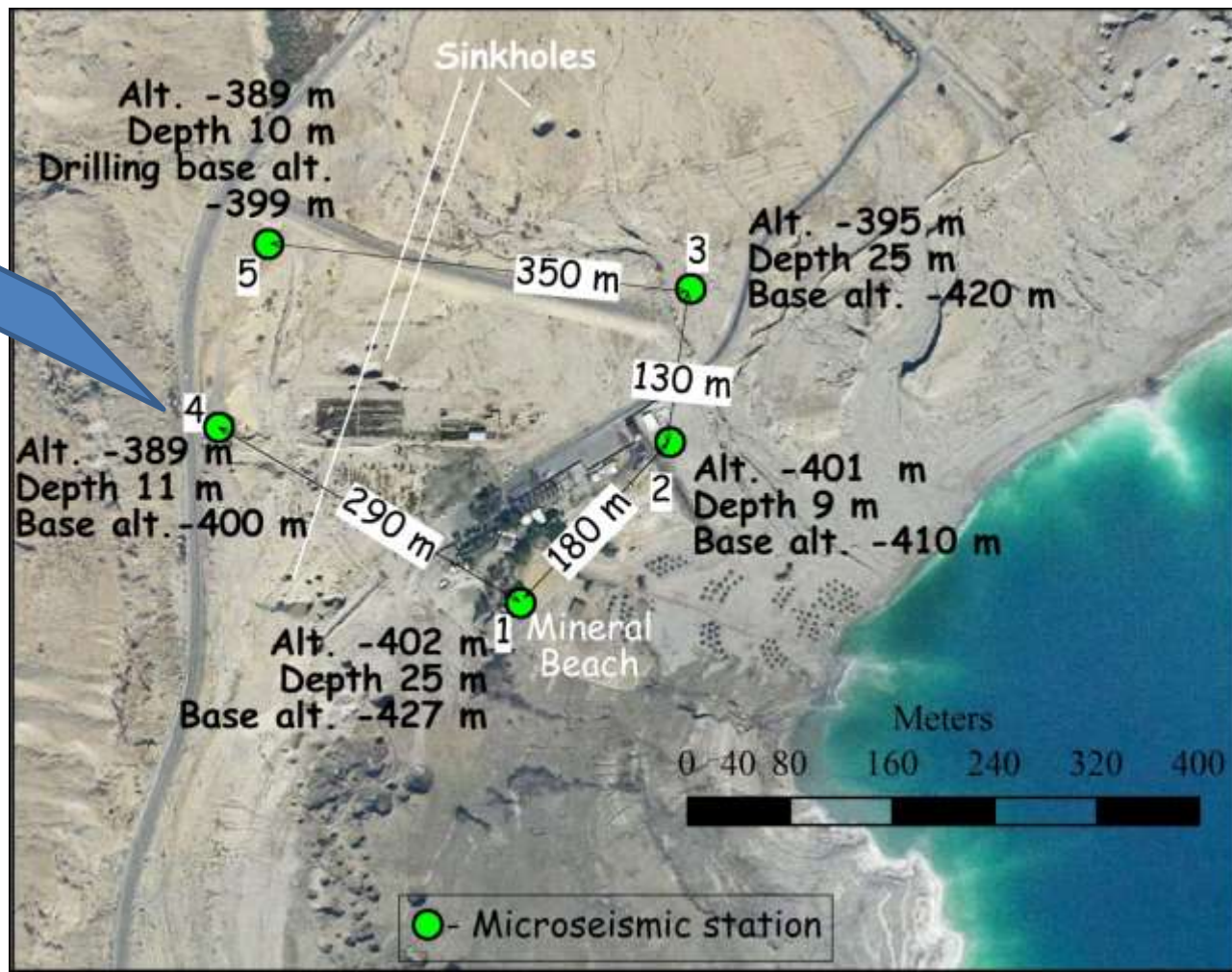
# חוף מינרל

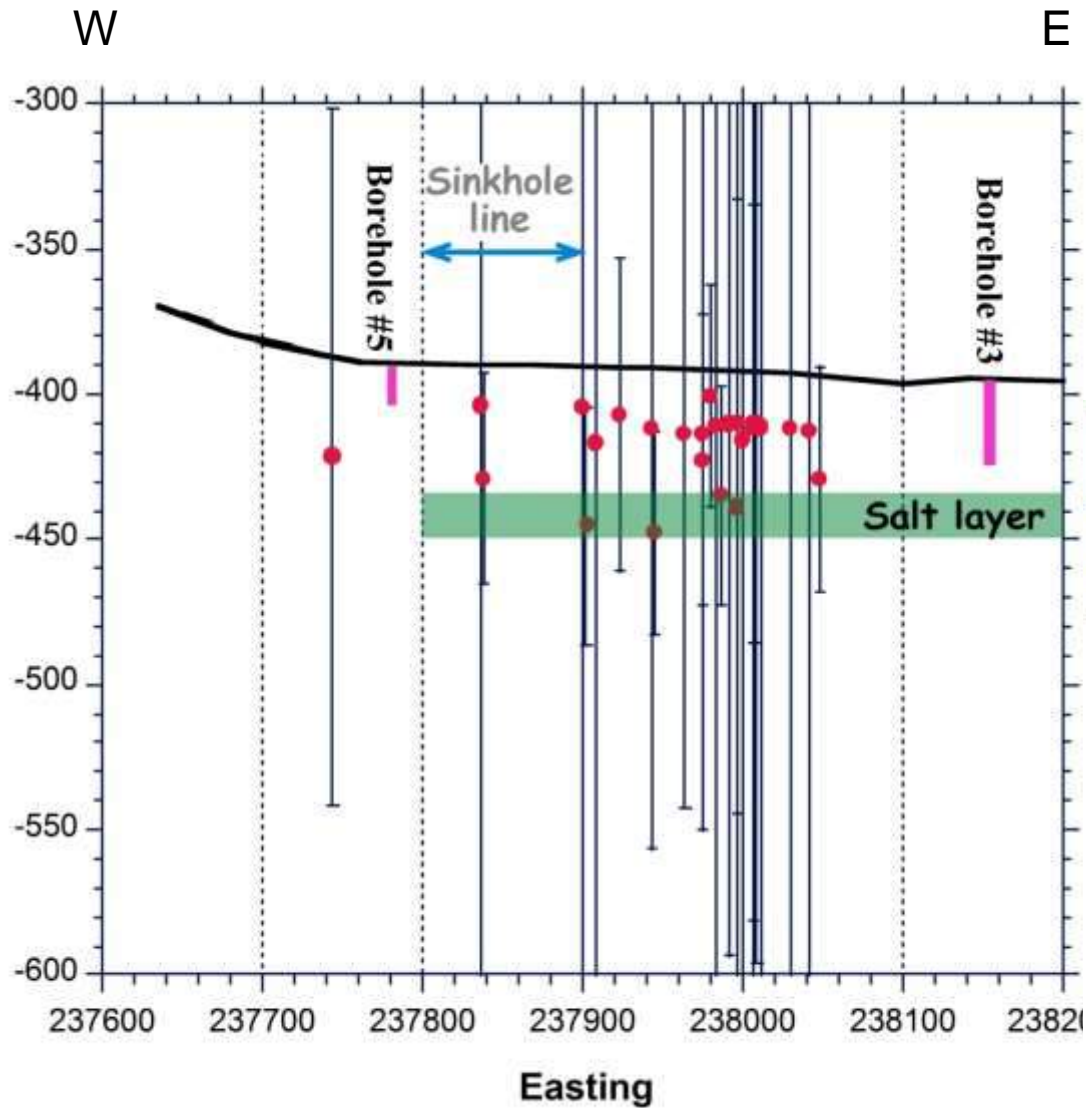


# בדיקת שיטות נוספות לזיהוי אזורים מועדים לבולענים

סקר מיקרוסייסמי בחוף מינרל:

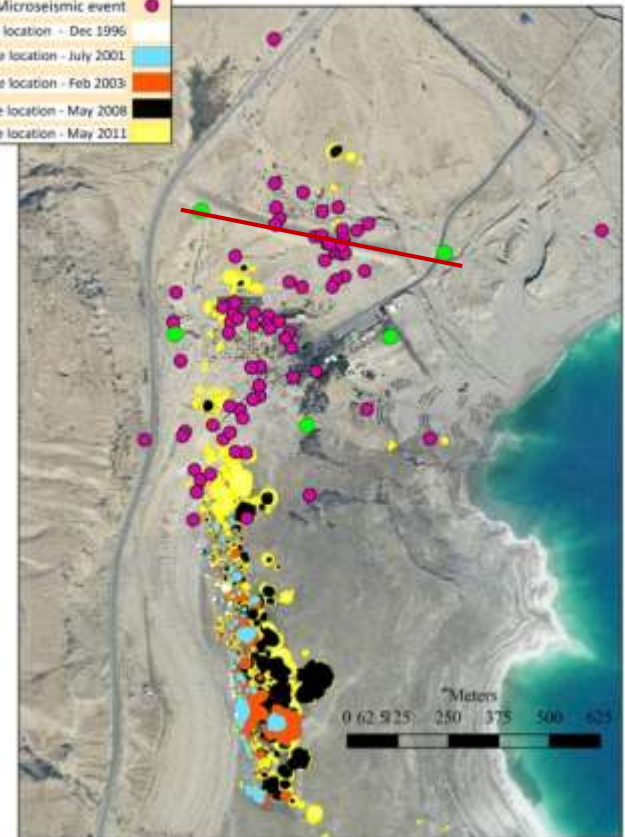
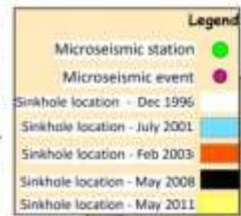
12.9.2012 – 28.6.2012





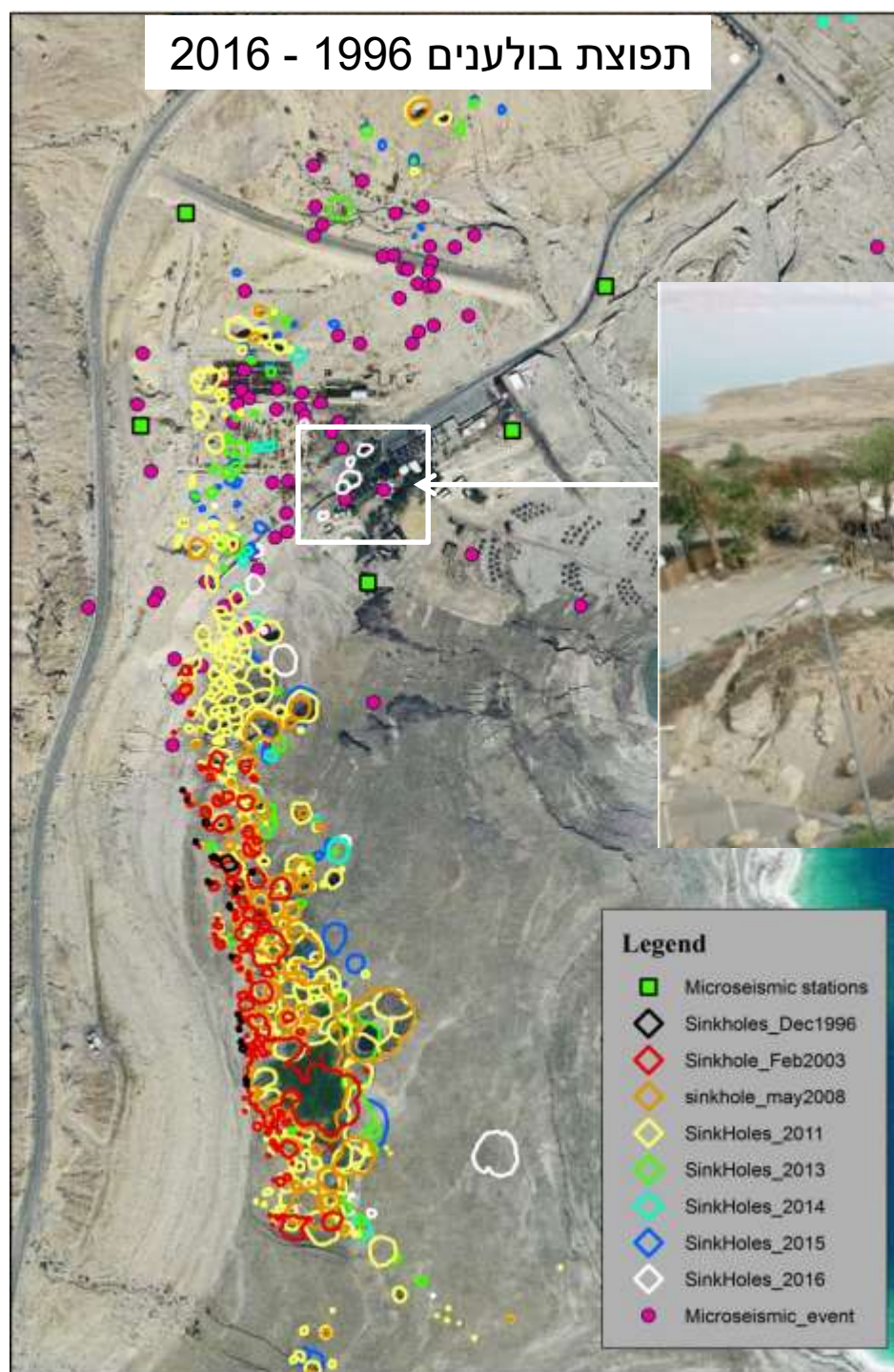
מעל 80 רעידות זעירות  
 בחודשיים וחצי

ניתנה התרעה כללית  
 על סיכון גדל לבולענים באתר



רעידות אדמה זעירות במגניטודה -3.6 עד 0.4

# תפוצת בולענים 1996 - 2016



מתוך: כתבת BBC על בולעני ים המלח

- Legend**
- Microseismic stations
  - Sinkholes\_Dec1996
  - Sinkhole\_Feb2003
  - sinkhole\_may2008
  - SinkHoles\_2011
  - SinkHoles\_2013
  - SinkHoles\_2014
  - SinkHoles\_2015
  - SinkHoles\_2016
  - Microseismic\_event

**נמשכת ואף מתגברת מגמת הנדידה  
מזרחה של הבולענים**

# בולענים ושיטפונות



נחל צאלים  
מישורי בוץ (נחשפו בשנות ה 80)



נחל חבר  
מניפת סחף: חרסיות וחלוקים

20.2.2015

נחל חבר

Sinkhole in the bank of Nahal Hever, Dead Sea  
E. Dente, N. Lensky, G. Baer, Geological Survey of Israel

06:18



צילום רצף במצלמת קיטועי זמן (Time Lapse Camera)

20.2.2015

Sinkhole in the bank of Nahal Hever, Dead Sea  
E. Dente, N. Lensky, G. Baer, Geological Survey of Israel

06:20



צילום רצף במצלמת קיטועי זמן (Time Lapse Camera)

20.2.2015

06:22



צילום רצף במצלמת קיטועי זמן (Time Lapse Camera)

20.2.2015

06:25



צילום רצף במצלמת קיטועי זמן (Time Lapse Camera)

20.2.2015

06:28



צילום רצף במצלמת קיטועי זמן (Time Lapse Camera)

20.2.2015

06:35



צילום רצף במצלמת קיטועי זמן (Time Lapse Camera)

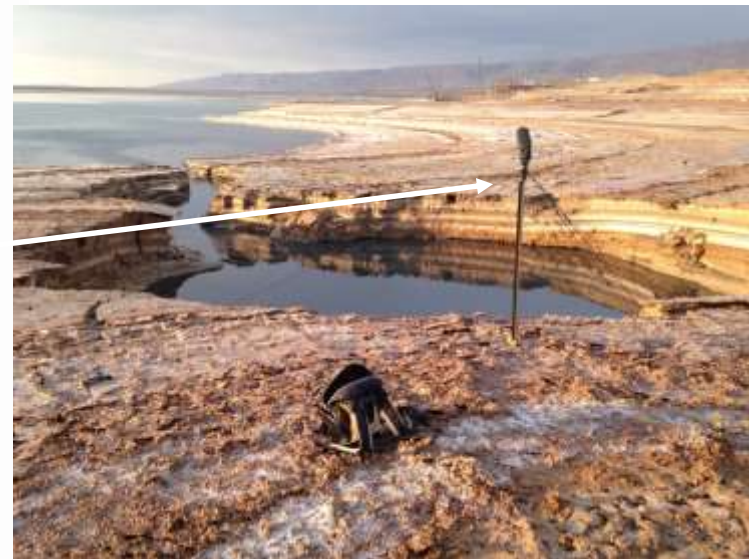
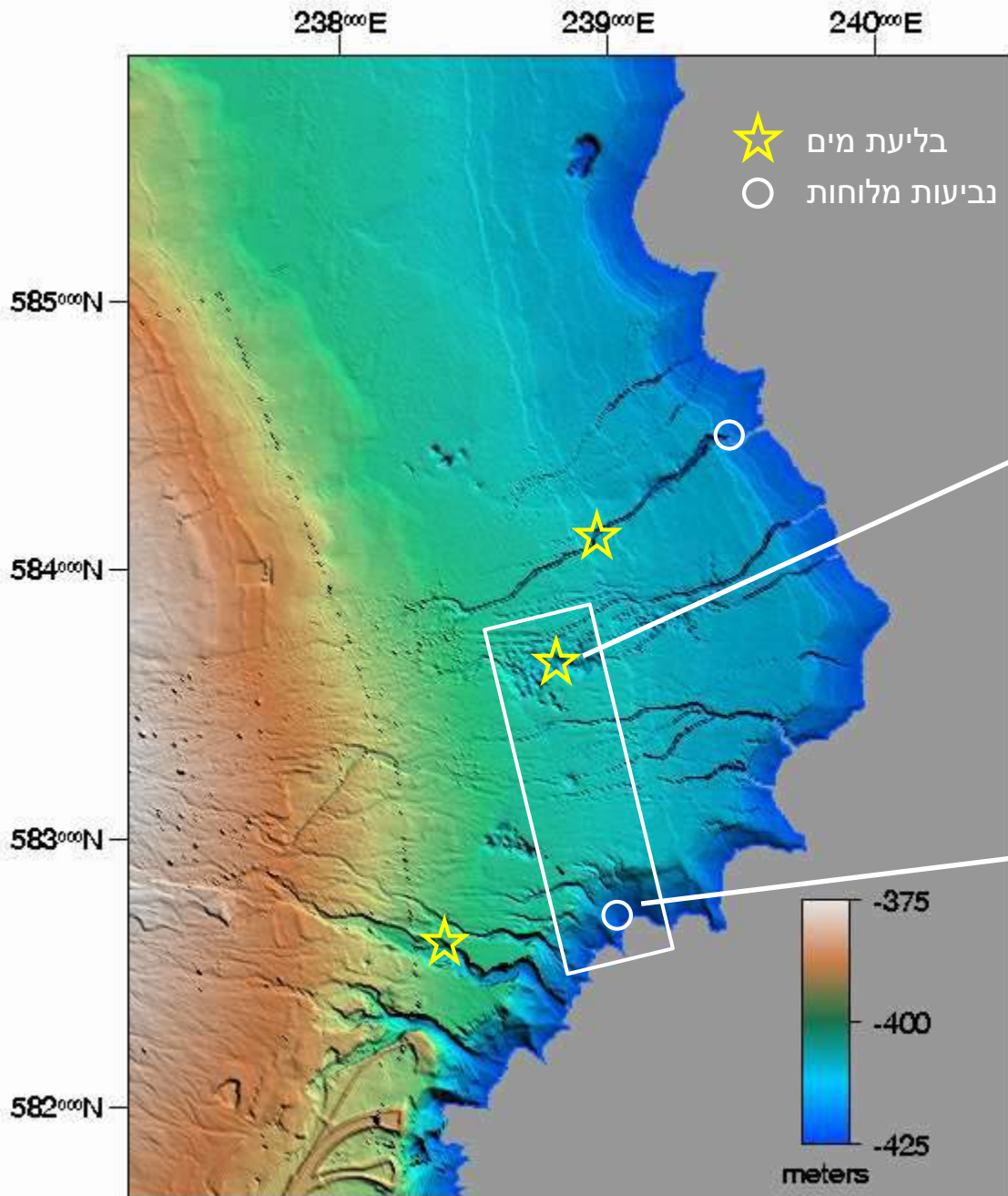
20.2.2015

14:37

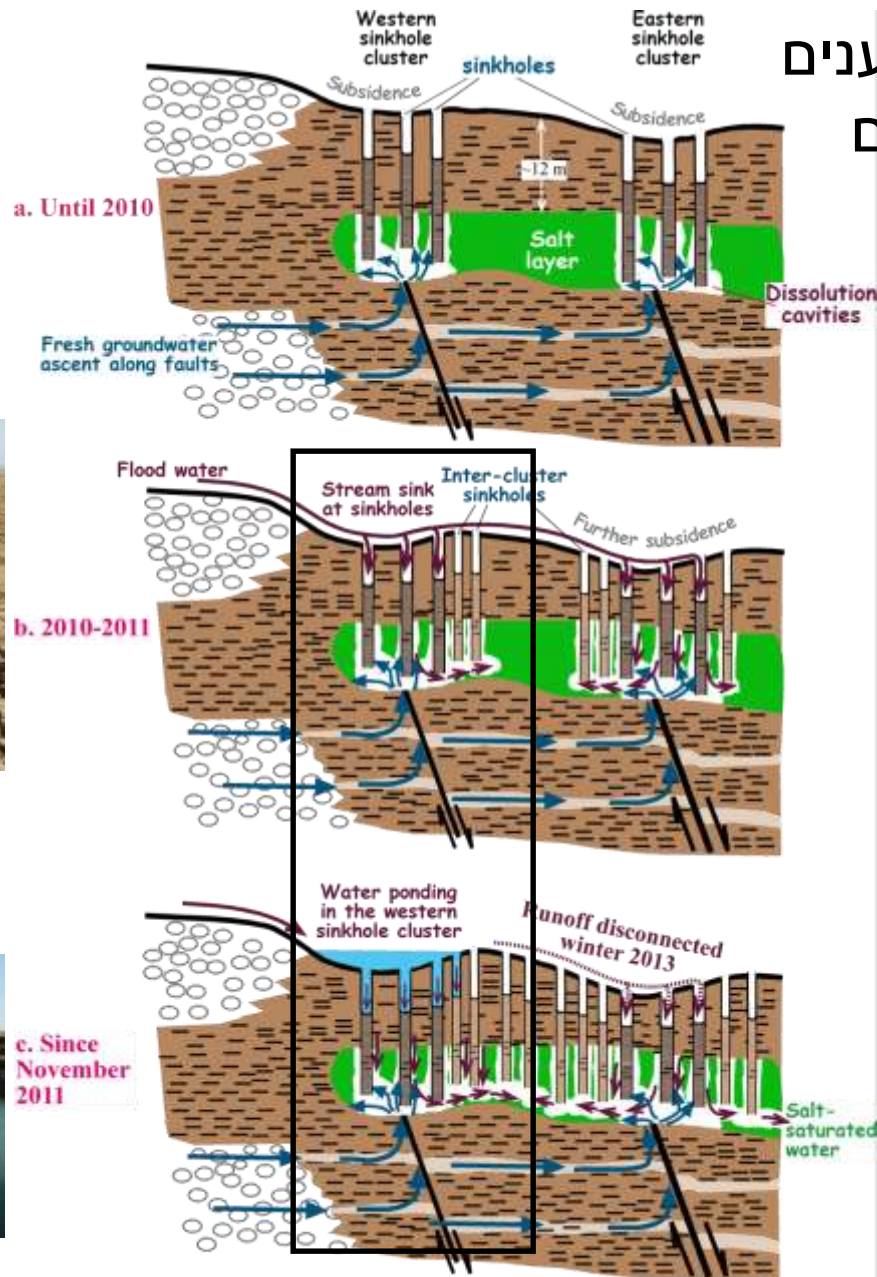


צילום רצף במצלמת קיטועי זמן (Time Lapse Camera)

# נחל צאלים



# מנגנון התפתחות בולענים בערוצים שיטפוניים



התהליך בעל משוב חיובי

t

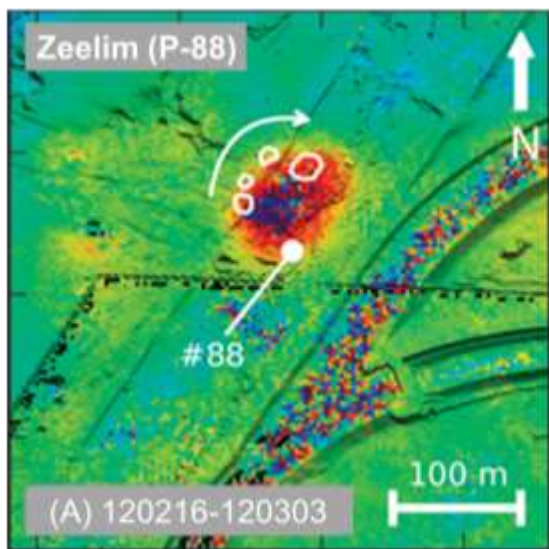
# אתגרים לעתיד



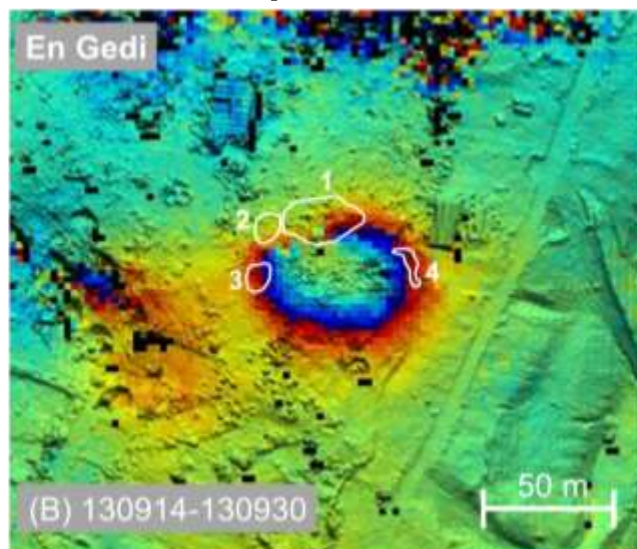
# 1. הקמת מערכת התרעה לבולענים

## זמני התרעה

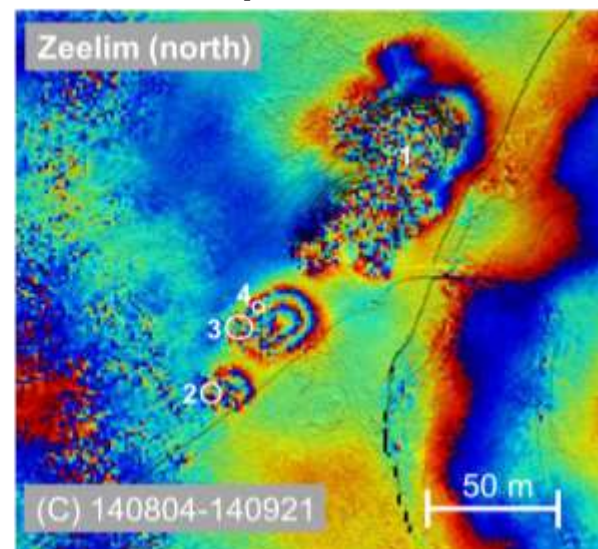
חלוקים + חרסיות



מניפות סחף



מישורי בוץ

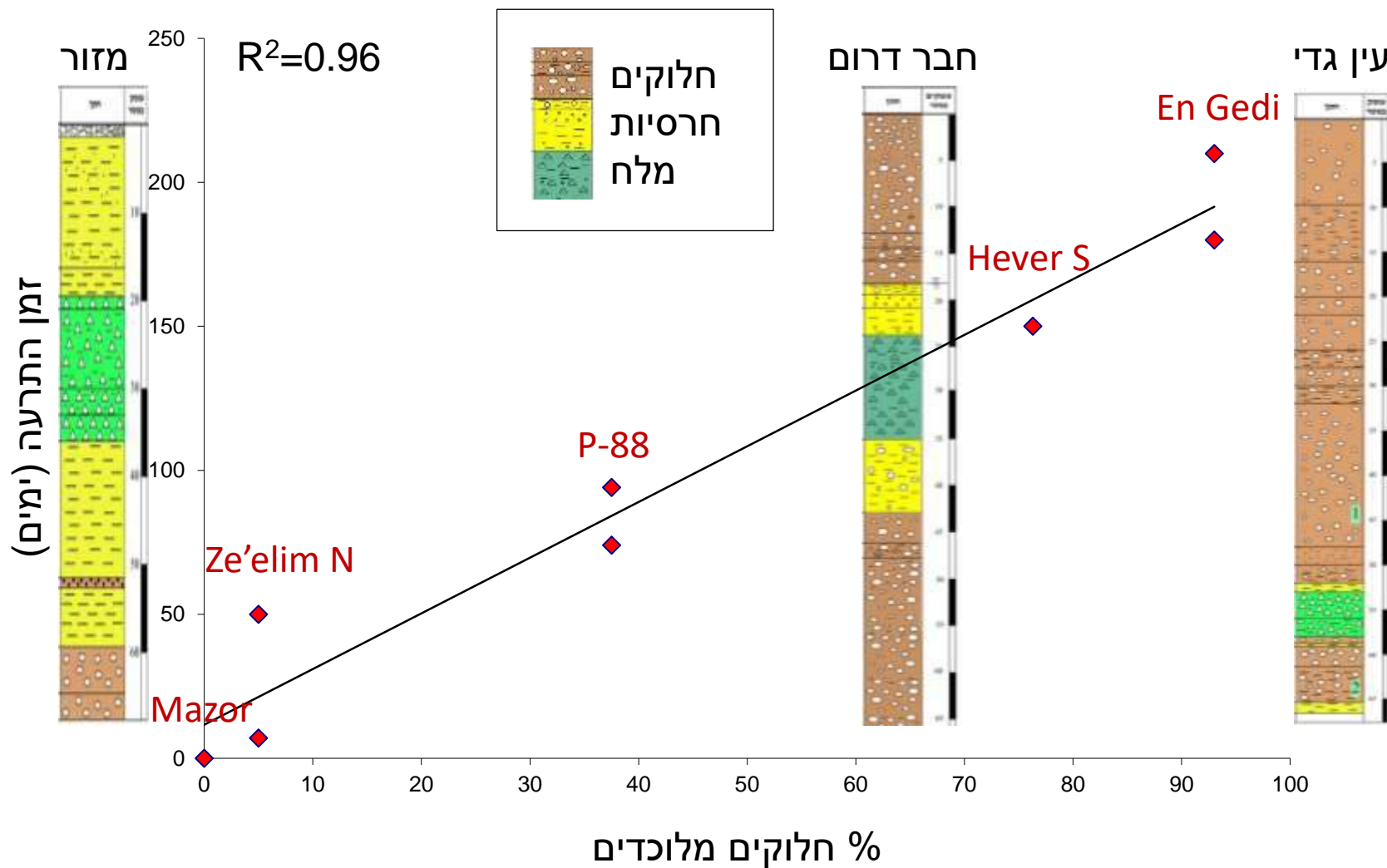


זמן התרעה: 60 – 90 ימים

זמן התרעה: 6 – 7 חודשים

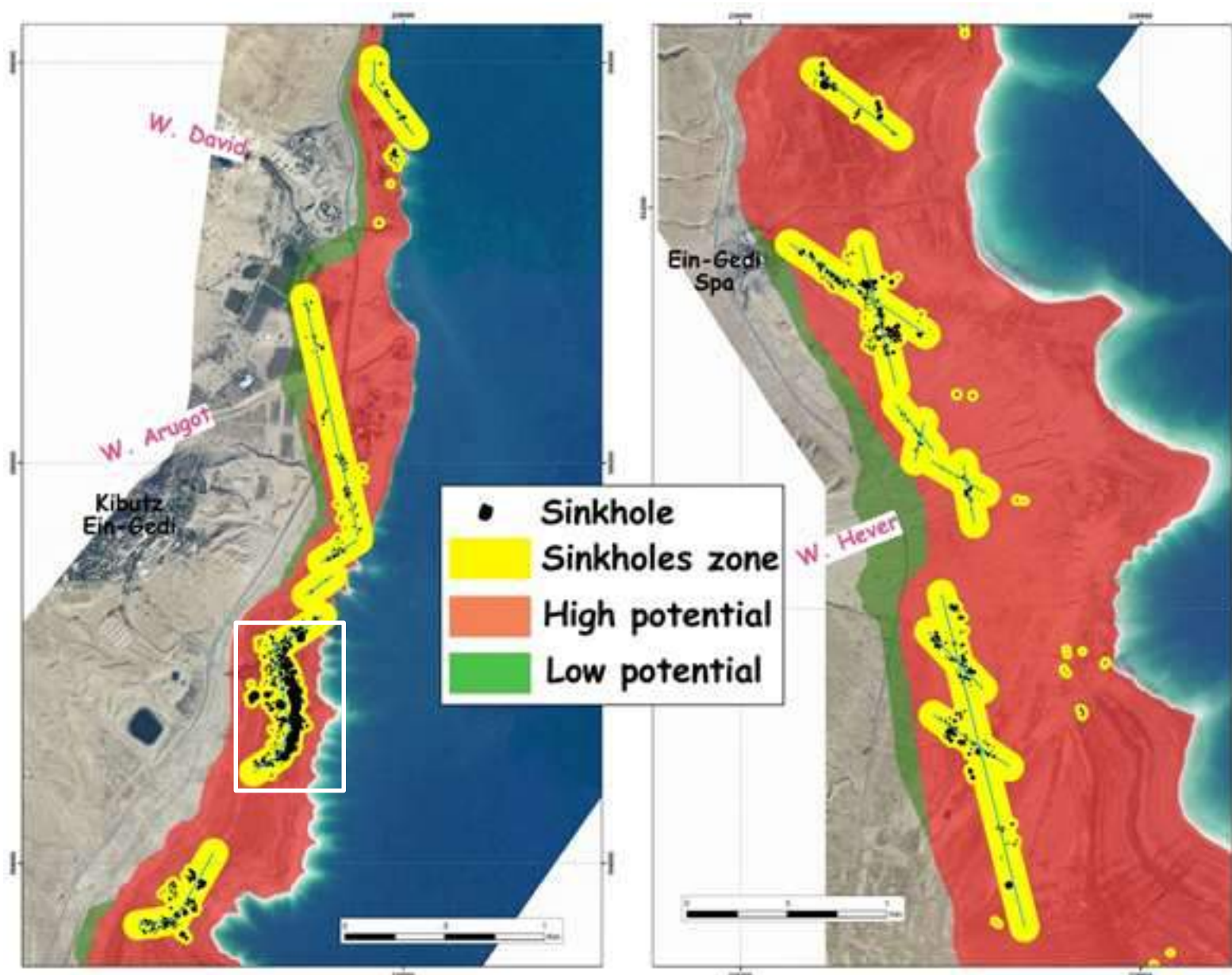
זמן התרעה: 0 – 50 ימים

# זמן התרעה מול אופי הסדימנט מעל המלח



כיול למערכת התרעה עתידית

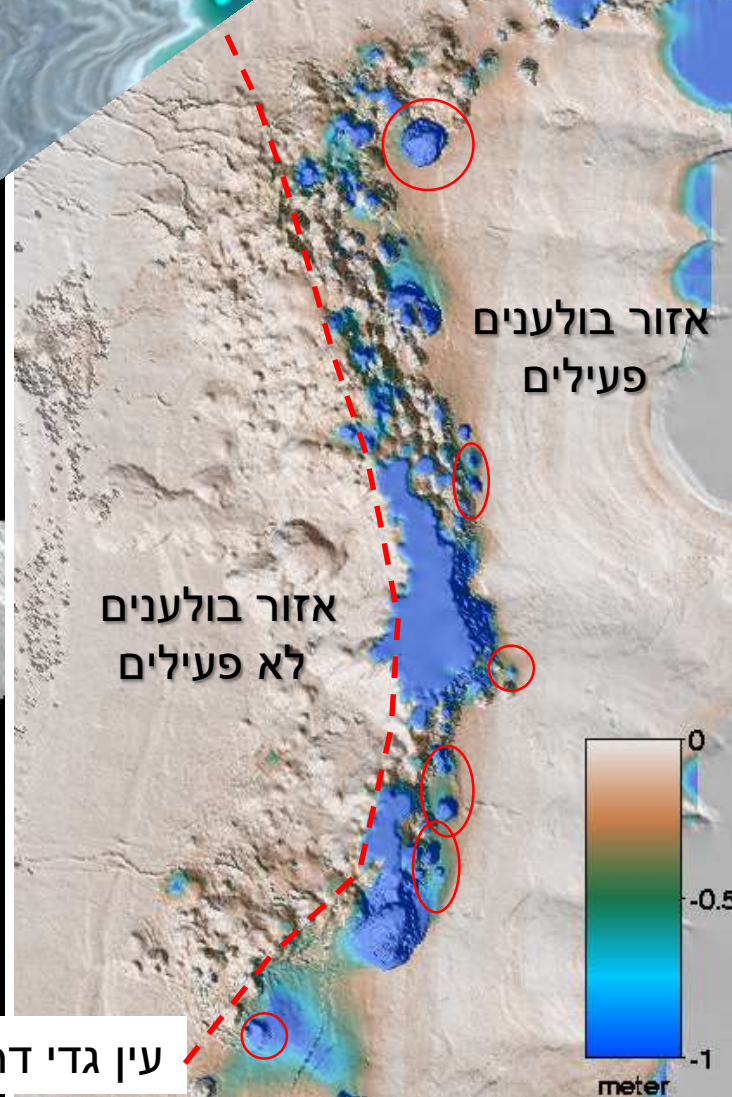
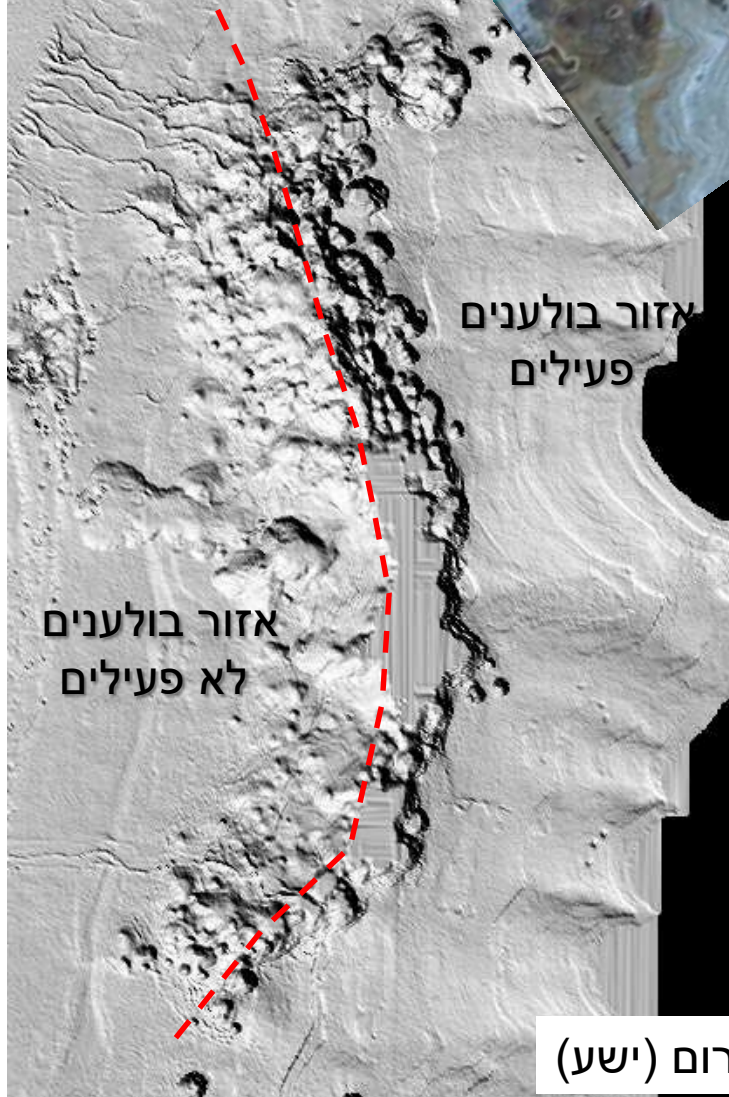
## 2. עדכון מפות היתכנות לבולענים



2015

2016-2015

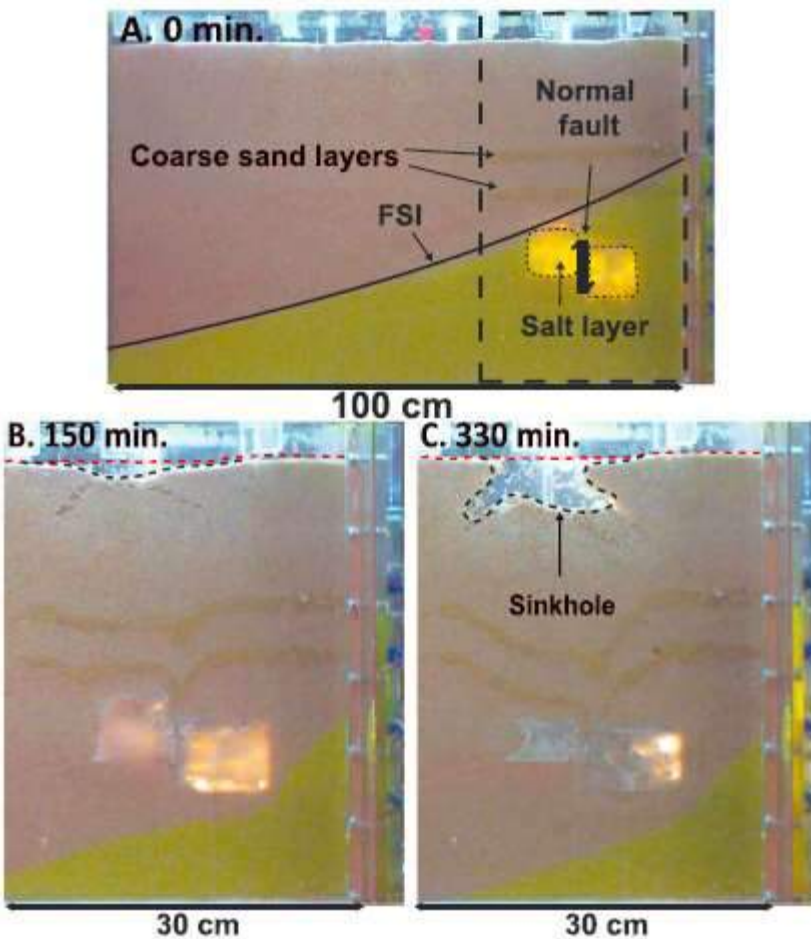
האתגר – לאתר אזורים בעלי היתכנות נמוכה לשימוש הציבור



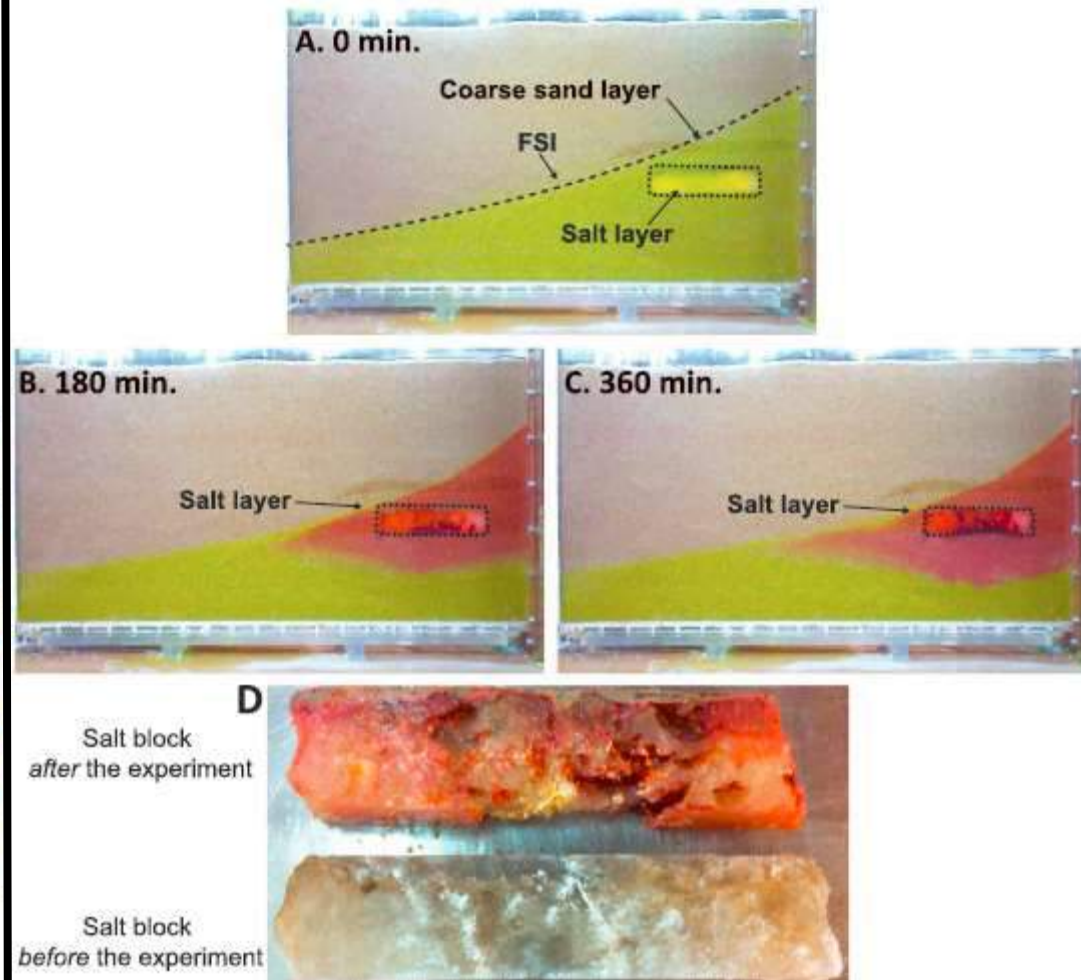
עין גדי דרום (ישע)

### 3. השפעה אפשרית של מובל ים סוף – ים המלח על קצב יצירת בולענים

#### המסה במצב קיים



#### המסה בסמוך לאגם משוכב





תודה רבה!

צילום: רתם שחל

ביום עיון לסיכום 10 שנות המחקר האחרונות, מכון ון ליר – 4.5.2017