מו"פ אזורי מזרח
יו"ש ובקעת הירדן

הגדרת מיני עצים השולחים שורשים למערת המוזיאון בבית שערים בעזרת מאפיינים מורפו-אנטומיים

ד"ר אילנה שטיין
יועץ: פרופ' עמרם אשל

מבוא ושיטות העבודה

מסמך זה מסכם את העבודה שנעשתה על-מנת לזהות את מיני העצים היוצרים סדקים בקרטון ושולחים שורשים לתקרה ולקירות של מערת המוזיאון. השורשים יוצרים את הסדקים בסלע ומרחיבים אותם באמצעות הפרשות חומצות אורגניות ויצירת לחץ מכני הנובע מהתרחבות השורש. כתוצאה מכך נופלים חלקים מהתקרה והקירות שעלולים, בסופו של התהליך, לגרום לקריסת המערה. זיהוי העצים ששורשיהם מגיעים לתוך המערה יאפשר הסרתם מבלי שיהיה צורך להשמיד את כל הצומח שמעל למערות.

זיהוי המינים של צמחים בשיטות של אנטומיה קלאסית של חלקי הנוף מקובלות בעולם מזה עשרות רבות של שנים. תהליך הזיהוי פשוט יחסית. על מנת לזהות את מין הצמח ממנו נלקחה הדוגמה, צריך לעשות חתכים דקים מאוד של הרקמה- בעובי של כ-20 מיקרון (0.02 מילימטר), לצבוע בצבעים ייעודיים שצובעים באופן שונה את הרקמות השונות ולהשוות את החתך שהתקבל לחתכים של אותו אבר במינים ידועים.

זיהוי כזה אפשרי, מכיוון שישנם מאפיינים גסים, שמאפיינים קבוצות טקסונומיות שלמות- כגון רקמת עצה שבנויה מטרכאידים צרים בחשופי זרע (אורנים, ברושים וכו'- איור 1A)- לעומת עצה שמכילה צינורות טרכאה רחבים וסיבים צרים וקשים במכוסי זרע (אלון, זית, רוזמרין, חרוב....- איור 1B-F). בנוסף, לכל מין של צמח ישנם מאפיינים מבניים ייחודיים כגון סידור התאים, גודלם, מספרם, מבנים ייחודיים כגון מערכות להפרשות ארומטיות או שרף. גם המורפולוגיה של השורש עוזרת בזיהוי במקרים רבים (צבע, עובי, מרקם, ריח, מראה ההסתעפויות). אם קיים מגדיר מסודר, זיהוי לפי המבנה הוא ודאי כמעט לחלוטין.

הבעיה בזיהוי שורשים היא שאין מגדיר קיים למיני הצמחים של ישראל. אמנם קיים מגדיר אחד קצר לשורשים של מיני עצים של אירופה, שכולל מעט מאוד מינים. אמנם הוא כולל כמה עצים ממינים קרובים למיני הארץ, הוא לא מתאים לשימוש במינים שאינם כלולים בו. מנגד,

לזיהוי עצת הגבעול ישנם מדריכים מאוד מסודרים עם מפתח אנטומי. אך לא ניתן להשתמש בזיהוי שורשים במגדיר גבעולים, כי מבנה השורש לעתים קרובות שונה מאוד ממבנה הגבעול.

במערות המצב עוד יותר מורכב היות והצורה והמבנה של שורשים שגדלים באוויר שונים ממצבם הטבעי בקרקע, אבל פרטיו כמובן לא ידועים ברוב המינים. לכן, לצורך הזיהוי של מיני העצים הפוגעים במערות בבית שערים נדרשנו להכין מגדיר ייחודי למינים שמצאנו בשטח תוך כדי העבודה (איור מס' 1).

דגמנו את שורשים של 12 מינים שגדלים בבית שערים, אלה ארץ ישראלית *Pistacia palaestina*, אלת המסטיק *Pistacia lentiscus*, אלון התבור *Quercus ithaburensis*, רוזמרין רפואי *Rosmarinus officinalis*, זית אירופי *Olea europea*, דלעת נחש סורית *Bryonia syriaca*, כליל החורש *Cercis siliquastrum*, חרוב מצוי *Ceratonia siliqua*, ברוש מצוי *Cupressus sempervirens*, אשחר רחב-עלים *Rhamnus alaternus*), אשחר ארץ ישראל *Rhamnus alaternus*, ער אציל *Laurus nobilis*. בהמשך הסתבר כי בדיגום בשטח הדגימות אינן טהורות. לכן בהמשך נלקחו גם שתילים של אלונים ושל אלות מהגן הבוטני של אוניברסיטת תל אביב ומקק"ל לצורך ההגדרה. מכיוון שקיימת שונות בין פרטים, היינו חייבים לדגום מספר פרטים של כל מין. הוכן מגדיר למיני העצים העיקריים בבית שערים, אשר בעזרתו ניתן להגדיר את השורשים בצורה סבירה ברמת הסוג. כמובן שמגדיר זה אינו מושלם. במצב אופטימלי בניית מגדיר נרחב הכולל את כל המינים העיקריים תדרוש עבודה רבה. הייתי ממליצה בתקופה הקרובה על הכנת מגדיר הכוללת כעשרים מינים של עצים ושיחים עיקריים הגדלים באתר. עבודה בהיקף כזה תימשך כחצי שנה.

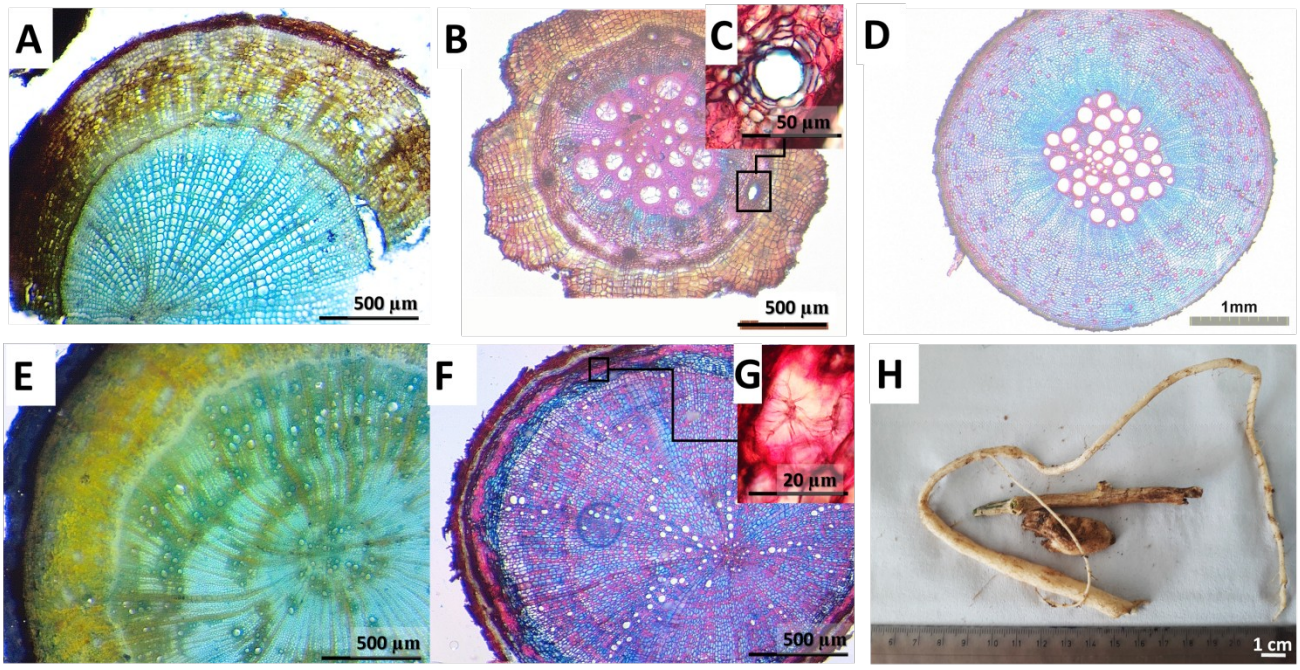


Figure 1 – Tree species identification based on morpho-anatomical characters of the root. A- sample from Sidon synagogue entrance, identified as *Cupressus*. Note the tracheids (a clear feature of gymnosperm wood) and the lack of resin canals (resin canals are a prominent feature of pine anatomy). B,C – sample from Museum cave, identified as *Pistacia*. Note the secretory cavities in the phloem (C), a typical characteristic of Anacardiaceae family. D – sample from Museum cave, identified as *Bryonia*. E – *Rhamnus* root (was not found in the caves)- note the undulating vessels and the yellow root colour. F,G- *Quercus ithaburensis* root, note The extremely thick fibres in the root periphery (G). H- thick *Bryonia* root with a typical morphology. A,E- Hand sections, TBO stain. B,C,D,F,G- Hand sections, Safranin-alcian blue stain.

באיור מס' 1 מוצגות דוגמאות של חתכים אנטומיים בכמה שורשים. A שורש של ברוש שנלקח מהפתח של בית בכנסת הצידוני. בחתך העצה נראה שהיא מורכבת מטרכאידים, תכונה המאפיינת צמחים חשופי הזרע. העדרם של ביבי שרף הוא מאפיין של שורשי ברוש. בשונה משורשי האורן, שהוא חשוף-הזרע האחר שישנו בשטח. B,C דוגמה של שורש של אלה שנלקח ממערת המוזיאון. ביבי השרף בשיפה הם מאפיין של משפחת האלתיים. D שורש מהתקרה של מערת המוזיאון שזוהה כשייך לצמח דלעת-נחש. H מראה תמונה של שורש של

דלעת-נחש סורית ששימש להכנת חתכים להשוואה שאיפשרו את הזיהוי של דוגמה זאת. E חתך בשורש של אשחר רחב-עלים, מאופיין ע"י סידור תאים מסולסל בעצה וצבע צהוב של הקליפה. שורשים דומים לו לא נמצאו במערת המוזיאון. F, G חתך בשורש של אלון תבור מאופיין בקבוצות הסיבים העבים בקליפה.

תוצאות של הגדרת המינים במערת המוזיאון

במערת המוזיאון נדגמו שורשים מ-7 נקודות. השורשים נדגמו למבחנה, סומנו ואתר הדיגום סומן על המפה (ראו איורים מס'2,3). במעבדה השורשים צולמו לצורך תיעוד הצבע, ולאחר מכן השורשים הועברו לתמיסת אתנול לצורך שימור המבנה להמשך הבדיקות. צבע השורשים נמצא כמאפיין מאוד חשוב. כך, שורשי אלונים היו שחורים-אפורים, ואילו של אלות – חומים. לאשחר יש שורשים צהובים אופייניים.

בסופו של דבר זוהו רוב המינים (טבלה מס'1, איור מס'2). במערת המוזיאון רוב השורשים התבררו כשייכים לאלות (דוגמאות 1,2,3,4,7C). דוגמא מס' 5 הייתה שייכת לדלעת הנחש. דוגמא 6 לא הצלחתי לזהות באופן ודאי, אך היא ללא ספק שייכת לשורש של צמח מכוסה זרע (לא ברוש). נראה כי דוגמא 6 שייכת למין שלא נכלל עדיין במגדיר, ולכן לא הצלחתי לזהות את המבנה. הדוגמאות 7A,7B שייכות כנראה לכליל החורש. מכיוון שההגדרה נעשתה לפי שורשים שנדגמו בשטח ולא משורשים מעציצים, ההגדרה לא ודאית.

תוצאות של הגדרת המינים במערת רבי יהודה הנשיא

במערה זו נדגמו 17 שורשים באופן זהה למערה הקודמת. כמעט כל השורשים זוהו (איור מס' 4). 15 שורשים היו שייכים לאלות (כפי הנראה חלק של אלה ארץ ישראלית, וחלק של אלת המסטיק). דוגמא מס' 12 כנראה שייכת לרוזמרין- השורש היה במצב מפורק ובעל קוטר קטן מדי בשביל זיהוי ודאי. דוגמא מס' 17 שייכת למין שעדיין נמצא במגדיר ולכן לא זוהה.

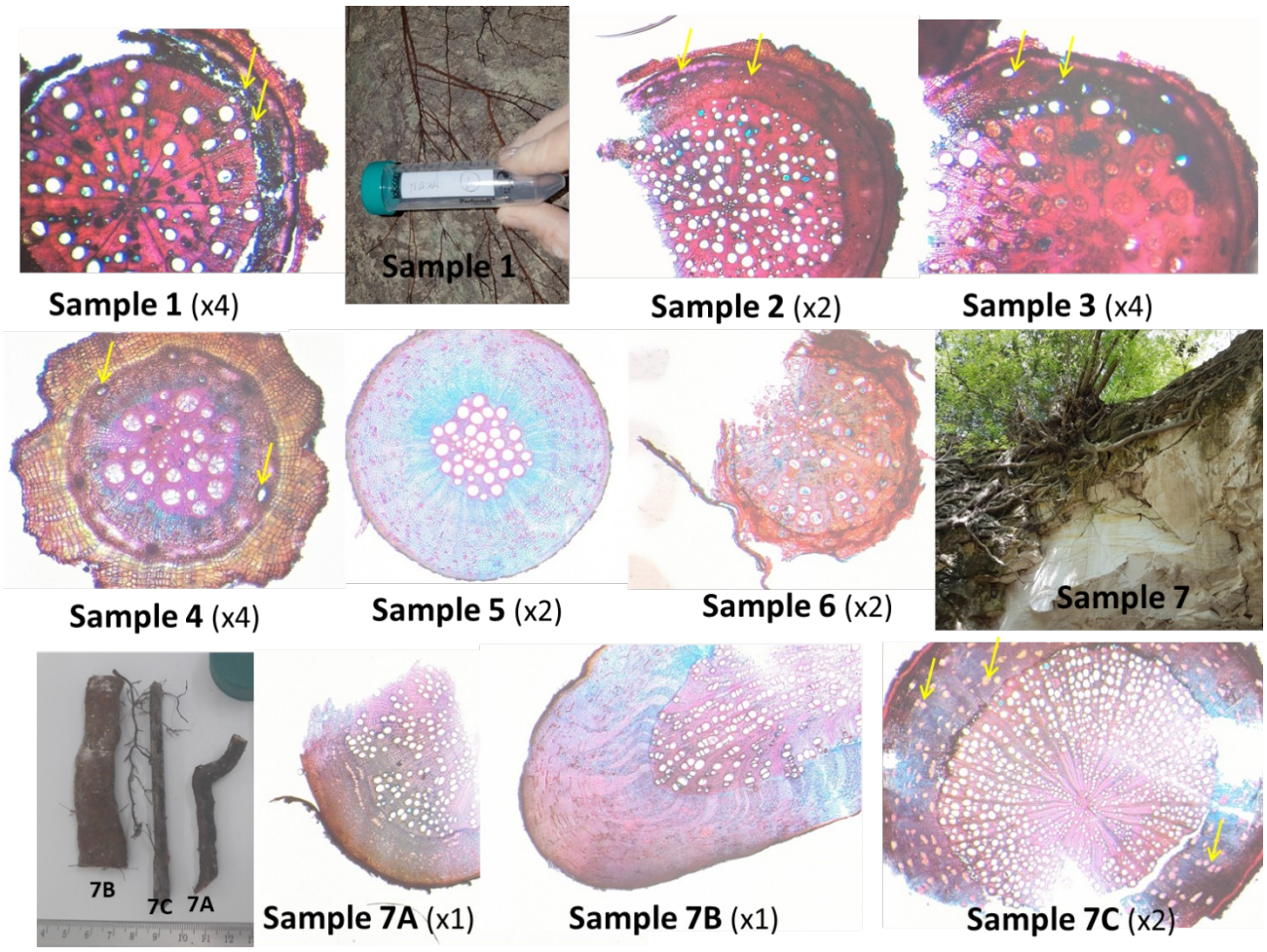


Figure 2 – Species identification from Museum cave. Arrows point the resin canals, a prominent feature of *Pistacia*. Samples 1,2,3,4,7C- *Pistacia*. Sample 5- *Bryonia*. Sample 6-unidentified (definitely an angiosperm). Samples 7A,B- most probably *Cercis*.

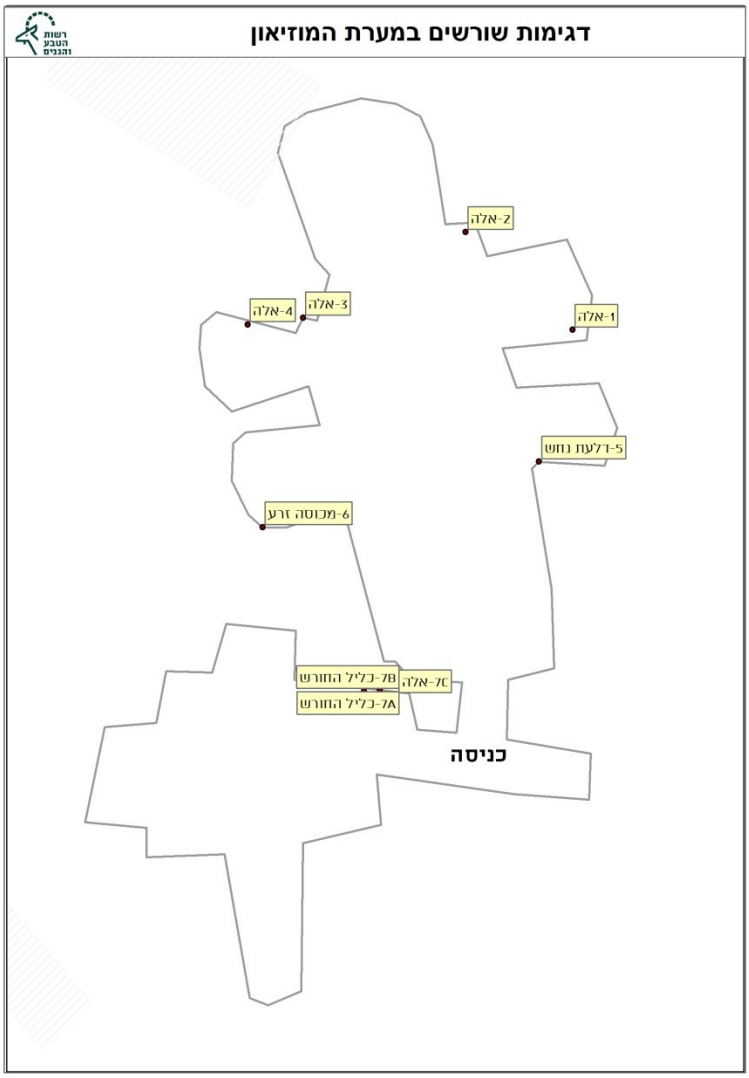


Fig. 3 – The map of the cave with the position of the samples, and the samples.

טבלה מס' 1- זיהוי דגימות השורשים ממערת המוזיאון

זיהוי	מיקום הדיגום
אלה	.1
אלה	.2
אלה	.3
אלה	.4
דלעת הנחש	.5
לא זוהה	.6

A- כליל (?), B- כליל (?), C- אלה	7.

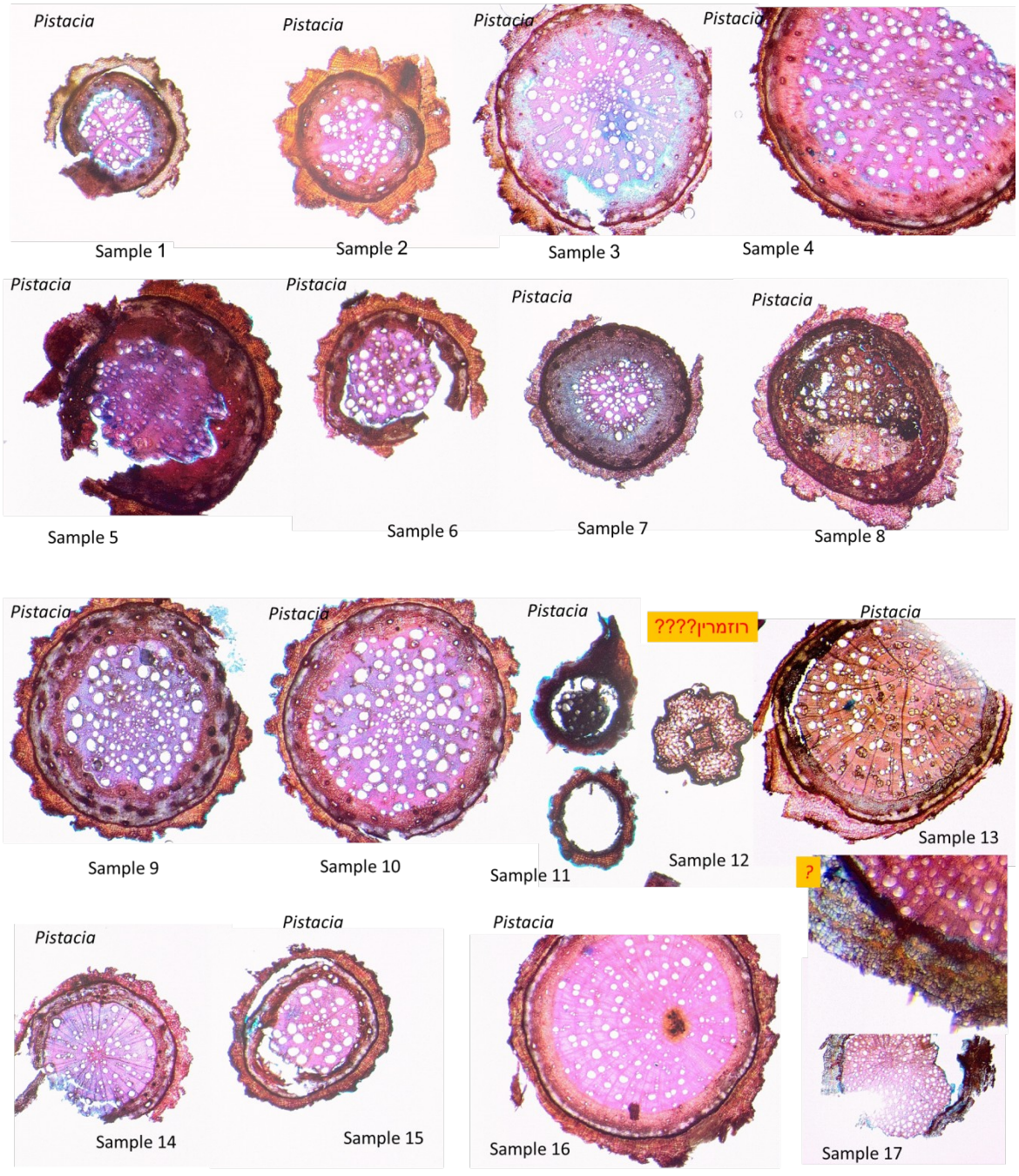
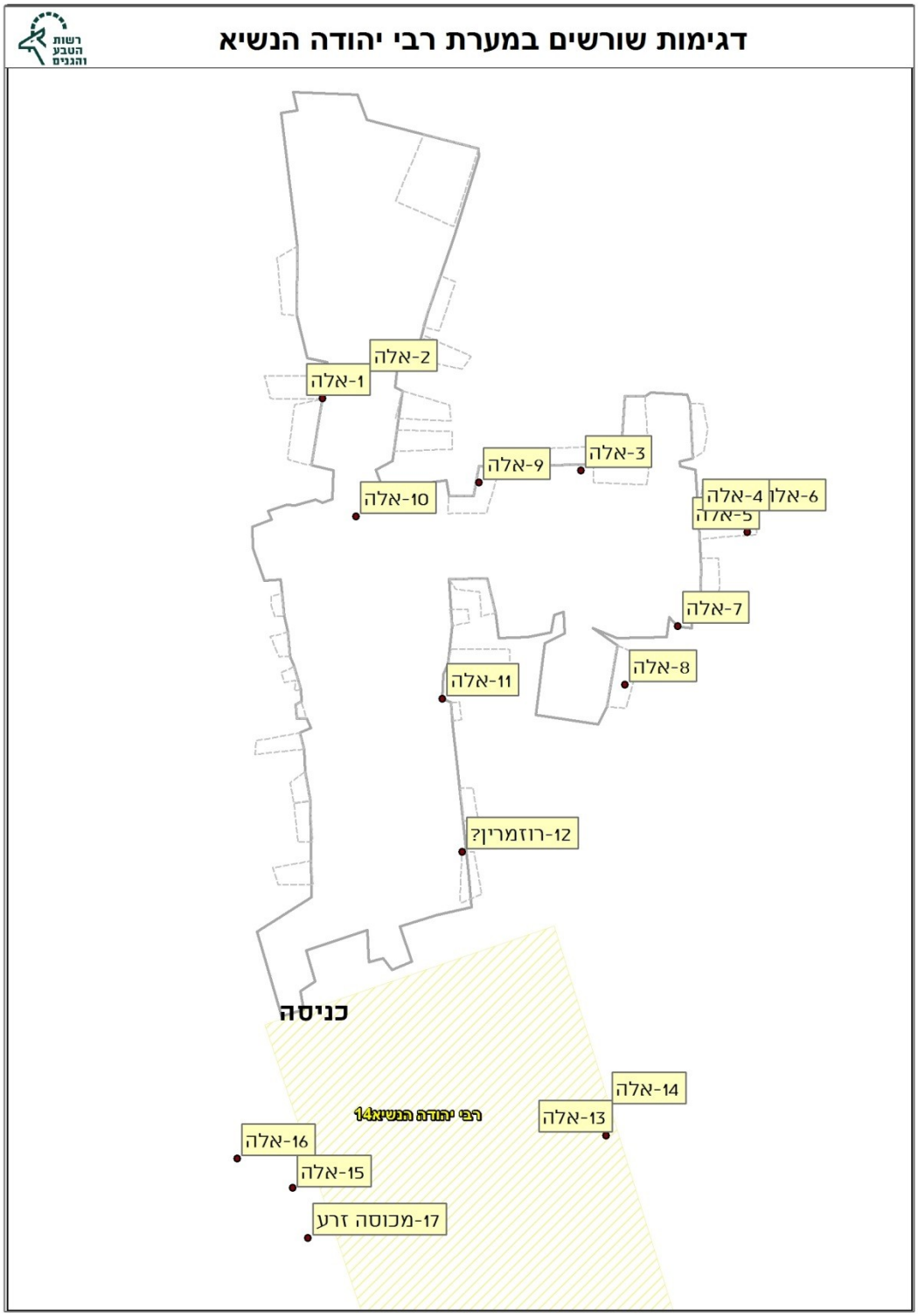


Figure 4 – Species identification from Rabbi Judah the Prince cave. Samples 1-11, 12-16- *Pistacia*. Sample 12- probably Rosemary (the root was mostly rotten and very small). Sample 17-unidentified (definitely an angiosperm).


דגימות שורשים במערת רבי יהודה הנשיא
רשות הטבע והגנים
1-אלה
2-אלה
3-אלה
4-אלה
5-אלה
6-אלה
7-אלה
8-אלה
9-אלה
10-אלה
11-אלה
12-רוזמרין?
כניסה
רבי יהודה הנשיא14
13-אלה
14-אלה
15-אלה
16-אלה
17-מכוסה זרע

טבלה מס' 2- זיהוי דגימות השורשים ממערת רבי יהודה הנשיא

זיהוי	מיקום הדיגום
אלה	.1
אלה	.2
אלה	.3
אלה	.4
אלה	.5
אלה	.6
אלה	.7
אלה	.8
אלה	.9
אלה	.10
אלה	.11
אולי רוזמרין (שורש קטן ורקוב)	.12
אלה	.13
אלה	.14
אלה	.15
אלה	.16
לא זוהה (מכוסה זרע)	.17

לסיכום:

חוץ משתי דוגמאות, נעשה זיהוי של כל השורשים בשתי המערות . מרבית השורשים היו שייכים לאלות, ואף שורש לא היה של ברוש. הייתי ממליצה להתחיל בכריתת האלות בסמוך למערה.

שני שורשים שלא זוהו שייכים למינים שלא קיימים במגדיר הראשוני שבניתי. כאמור, על מנת לזהות את כל הצמחים השולחים שורשים למערות באתר בית-שערים יש צורך להכין מגדיר יותר נרחב , ולכלול בו יותר מינים.

בברכה,



אילנה שטיין

5.7.18