

פסל אפרודיטה מבית שאן - כימיה בשירות הארכיאולוגיה*

דודי מבורך**

התל ומרכז העיר העתיקה של בית שאן, גן לאומי בית שאן - ארכיון רשות הטבע והגנים, באדיבות רשות הטבע והגנים.

פסלים רבים של אפרודיטה נמצאו בכל רחבי האימפריה הרומית, חלקם מוצגים במוזיאונים ידועים בעולם. הפסל שנמצא בבית שאן ומוצג במוזיאון ישראל בירושלים, הוא הפסל שהשתמר עם יותר שרידי צבע מכל פסל רומי אחר.

האוצרים והמשמרים במוזיאון ישראל בקשו ללמוד עוד פרטים על הפסל, מקורו וטכניקת עיטורו ודרכו על התקופה ועל טכניקות העיטור הקדומות. בנוסף התעורר הצורך לבדוק את הרכב הצבע כדי לדעת את תנאי השימור הדרושים להגן עליו ולשם כך גויסה הכימיה לעזרה. דגימות שיש וצבע נשלחו למעבדות אנליטיות שמטרתן הייתה ללמוד ולקבוע:

מהו המקור של השיש ממנו עשוי הפסל? ראו המאמר ["אנליזה של איזוטופים יציבים בפסל אפרודיטה"](#).

מאיזה פיגמנטים מורכבים הצבעים המעטרים את הפסל? ראו המאמר ["הרכב הפיגמנטים המעטרים את פסל אפרודיטה"](#).

[לצפייה בפסל אפרודיטה מבית שאן.](#)

שאל פרוקלוס בן פלוספוס את רבן גמליאל בעכו, שהיה רוחץ במרחץ של אפרודיטי. אמר לו: "כתוב בתורתכם 'ולא ידבק בידך מאומה מן החרם', מפני מה אתה רוחץ במרחץ של אפרודיטי?"
אמר לו: "אין משיבין במרחץ."

וכשיצא אמר לו: "אני לא באתי בגבולה, היא באה בגבולי. אין אומרים נעשה מרחץ לאפרודיטי נוי, אלא אומרים: נעשה אפרודיטי נוי למרחץ."

משנה, עבודה זרה ג, ד.

בית שאן הייתה בתקופה הרומית עיר מפוארת ובמרכזה מבני ציבור רבים בנויים על פי מיטב המסורת הרומית. בבית המרחץ המזרחי, שנבנה במרכז העיר, התגלה פסל גדול של אפרודיטה - אלת היופי והאהבה היוונית. הוא נמצא מונח על פניו מתחת לרצפת החדר החם. הפסל עיטר כנראה את בית המרחץ במאה השניה לספירה, לצד פסלים נוספים, ובמאה השישית לספירה הוטמן במקום זה.

דמותה של אפרודיטה העירומה, המייצגת שילוב של מיניות, פריון וקדושה, עוררה עניין והערצה מאז התקופה ההלניסטית ואילך. בתקופה הרומית הוסיפה אפרודיטה-ונוס להיות נערצת על-ידי הרומאים מבחינה דתית וגם פוליטית, בהיותה אמו המיתולוגית של אינאס אבי האומה הרומית.

עם הפיכת הנצרות לדת הרשמית של האימפריה המזרחית במהלך המאה ה-4 לספירה, החלה דעיכתה הבלתי נמנעת של הפגאניות והפולחן האילי חדל להיות מרכזי בארץ ישראל. למרות זאת הוסיפו הנוצרים לשמור על חלק מיצירות הפיסול הפגאני והם המשיכו לעטר את מבני הציבור במרכזי הערים הגדולות.

אפרודיטה מתוארת בפסל זה, שמידותיו עולות מעט על גודל טבעי, במערומיה. היא ניצבת בתנוחה המכונה "ונוס הביישנית" - מסתירה בידיה טפח אך מגלה טפחיים. לצד רגלה השמאלית עוצבה תמיכה בדמות ארוס מכונף (אל האהבה ובנה של האלה) הרוכב על דולפין.

הפסל כולו השתמר יפה, להוציא החלקים החסרים שנשברו עוד בעת העתיקה. באופן מפתיע נשתמרו שרידי צבע רבים על הפסל ועל התמיכה. זוהי תופעה נדירה ביותר, שכן אף שמרבית הפסלים בעולם העתיק היו צבועים, רק במקרים מועטים שרד הצבע עד ימינו.

* מבוסס על מאמרו של פרופ' גדעון פרסטר, מן האוניברסיטה העברית בירושלים, שהופיע ב"עיונים בארכיאולוגיה", גיליון מיוחד, מוזיאון ישראל, ירושלים 2005.

** דודי מבורך, אוצר לארכיאולוגיה של התקופה ההלניסטית, רומית וביזנטית, מוזיאון ישראל, ירושלים.

אנליזה של איזוטופים יציבים בפסל אפרודיטה

אריה ניסנבאום*

מבוא

אנליזה של איזוטופים יציבים של פחמן וחמצן בחפצי שיש ארכיאולוגיים היא שיטה מקובלת ונפוצה במזרח הים התיכון לזיהוי המקורות הגיאוגרפיים של השיש העתיק. מאז עבודתם החלוצית של קרייג וקרייג על הגדרת מוצאו של השיש היווני¹, נערכו מחקרים איזוטופיים רבים על סוגי השיש הקדומים ועל המחצבות ששימשו בעת העתיקה (ראו לדוגמה הפרקים הרלוונטיים במחקריהם של הרץ וולקנס² ושל מניאטיס, הרץ ואחרים)³. אף כי רמת הדיוק של טכניקה זו נפגעת לעתים קרובות בשל השונות האיזוטופית הטבעית במחצבות השיש, הריה עדיין אחת הטכניקות הטובות ביותר לייחוס השיש למחצבת המקור שלו וכן למעקב אחר נתיבי הסחר שיצאו מן המחצבות הרבות שבאיי יוון, ביוון עצמה, באנטוליה ובאיטליה אל ארצות מזרח הים התיכון.

בישראל אין שיש טבעי, אולם היה יבוא נרחב של שיש לארץ לשם שימוש מקומי בעת העתיקה, בייחוד בתקופה הרומית והביזנטית. גם בתקופה המוסלמית המוקדמת הוסיפו לייצר בארץ חפצי שיש, אף כי מקורו של חלק גדול מן השיש בתקופה זו היה משימוש משני בחפצי שיש קדומים. עד כה נערכו רק מחקרים איזוטופיים מעטים על חפצי שיש שהתגלו בישראל, והמקיפים שבהם הם מחקרי פרל⁴ ופרל ומגריף⁵.

מחקרים נוספים נערכו בידי ניסנבאום ופישר על כמה חפצי שיש מאפולוניה (מן המאה הרביעית-השלישית לפני הספירה) ומיבנה-ים (מן המאה השנייה לפני הספירה).

חומרים ואנליזה

שלוש דגימות השיש מפסל אפרודיטה שנבדקו נלקחו משלושה מקומות שונים בפסל. מכל דגימה בוצעו שתי הרצות בספקטרומטר המסות כדי לאבחן את יחסי האיזוטופים. התוצאות מדווחות כסטיות ברמת פרומילים מסטנדרד PDB.

השגיאות האנליטיות מוערכות ב- $\pm 0.1\%$ לפחמן 13 ו- $\pm 0.15\%$ לחמצן-18.

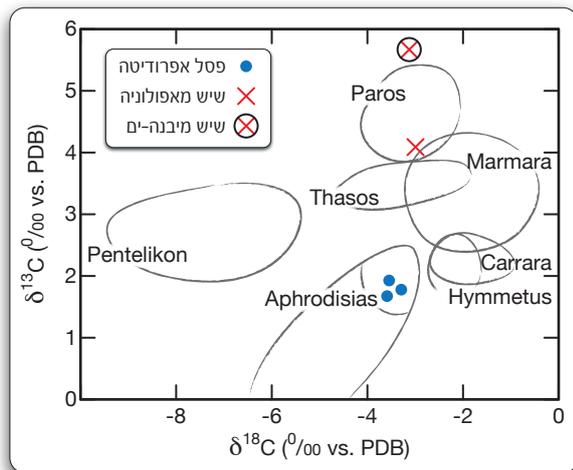
התוצאות

$\delta^{18}\text{C} \text{ ‰}$	$\delta^{13}\text{C} \text{ ‰}$	
-3.28	+1.91	דגימה 1
-3.78	+1.63	דגימה 2
-3.74	+1.56	דגימה 3

בהתחשב בשונות האיזוטופית הטבעית של מחצבת המקור, ההרכב האיזוטופי של פסל אפרודיטה הוא הומגוני למדי.

דין

ההרכב של איזוטופים יציבים של פחמן וחמצן בפסל אפרודיטה הושווה לנתונים איזוטופיים שהתפרסמו על שיש טבעי מן המחצבות העיקריות במזרח הים התיכון (איור 1)



איור 1 – איזוטופים של פחמן וחמצן בפסל אפרודיטה מבית-שאן. לשם השוואה הובאו נתונים איזוטופיים על שיש מאפולוניה ומיבנה-ים. התוצאות האיזוטופיות הושלכו על בסיס הנתונים האיזוטופיים של מחצבות השיש במזרח הים התיכון שהובאו אצל הרץ 1987.

הנתונים על השיש של פסל אפרודיטה תוכמים מאוד בהנחה שמקורו באפרודיסיאס. תוצאה זו שונה מממצאיהם של פרל ושל פרל ומגריף ביחס לפריטי שיש מן התיאטרון בבית-שאן^{4,5} אכן, גם לפי ממצאיהם מקור השיש הוא

* המחלקה למדעי הסביבה ולחקר האנרגיה, מכון ויצמן למדע, רחובות



Other Stones Used in Antiquity. In *Amosia III Athens: Transactions of the 3rd International Symposium of the Association for the Study of Marbles and Other Stones Used in Antiquity*, eds. Y. Maniatis, N. Herz, and Y. Basiakos. London 1995.

4. פרל 1989

Pearl, Z., *Archaeological Marble in Israel: Chemical and Mineralogical Analysis*. M.sc. thesis, Isotope Department, Weizmann Institute of Science, Rehovot 1989.

5. פרל ומגריץ 1991

Pearl, Z. and Magaritz, M., Stable Isotopes and the Roman Marble Trade — Evidence from Scythopolis and Caesarea, Israel. In *Stable Isotope Geochemistry: A Tribute to Samuel Epstein*, eds. H. P. Taylor, J.R. O'Neill, and I.R. Kaplan, 295-303. Geochemical Society. Special Publication No. 3. St. Louis, Mo, 1991.

6. הרץ 1987

Herz, N., Carbon and Oxygen Isotopic Ratios: A Data Base for Classical Greek and Roman Marble. *Archaeometry* (1987), 29:35-43.

באסיה הקטנה, אולם בעיקר במרמרה, מותר לשער שייעודו של החפץ הוא שהכתיב את המקור שממנו יובא השיש. ייתכן שהשיש ששימש לעיצוב פסל אפרודיטה היה מאיכות שונה מזו של השיש ששימש לעיצוב הבסיסים, הכותרות, הכרכובים והארכיטרבים של התיאטרון. אשר לאפרודיסיס (שנודעה גם בשם "עיר השיש"), היא מפורסמת בכך שהיה בה אחד מגדולי בתי-הספר לפיסול בעת העתיקה, ולא הרחק משם היו מחצבות של שיש מאיכות מעולה.

ביבליוגרפיה

1. קרייג וקרייג 1972

Craig, H. and Craig, V., Greek Marbles: Determination of Provenance by Isotopic Analysis. *Science* (1972), 176: 401-3.

2. הרץ ו-ולקנס 1988

Herz, N. and Waelkens, M., eds., *Classical Marble: Geochemistry, Technology, Trade*, NATO Applied Science Series, Vol. 153. Dordrecht, 1988.

3. מניאטיס, הרץ ואחרים 1995

Maniatis, Y., Herz, N. et al., *The Study of Marbles and*

הרכב הפיגמנטים המעטרים את פסל אפרודיטה

נעמי פורת*

מבוא

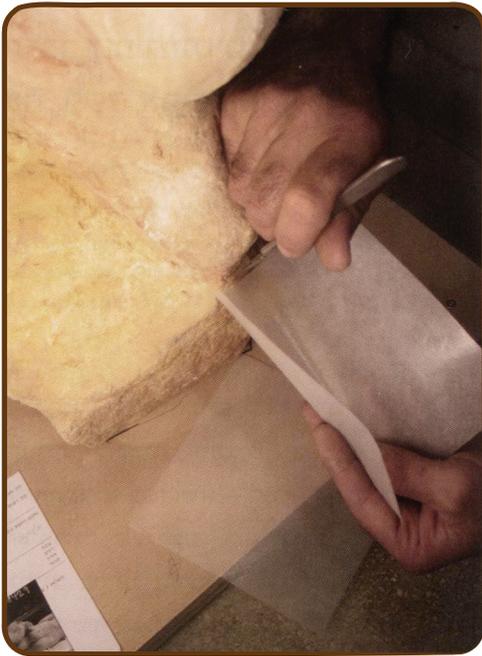
פיגמנטים אי-אורגניים כגון מינרלים מעטרים לעתים קרובות חפצים עשויים מחומרים אי-אורגניים כגון חרסית ואבן. חפציים אלו – כמו העיטורים שעליהם – מיטיבים להשתמר וכך נותנים בידינו הזדמנות ללמוד את הפיגמנטים ואת חומרי הגלם ששימשו בעת העתיקה ולהבין את טכניקות העיטור הקדומות.

פיגמנטים מינרליים היו בשימוש של האדם מאז התקופות הפרהיסטוריות. כבר בתקופה הנטופית (האלף ה-11 עד

האלף 9 לפני זמננו) ידעו האנשים לחמם את האוכרה – תערובת של תחמוצות והידרוקסידים של ברזל – כדי להפוך את גווני הצהבהב המצוי להמטיט אדום.¹ בתקופה הרומית עמד מבחר גדול של פיגמנטים אי-אורגניים לרשותם של האמנים, ביניהם פיגמנטים טבעיים (לבן, צהוב, אדום, חום, ירוק) פיגמנטים שהופקו מעפרות מתכת (כתום), ופיגמנטים סינתטיים (כחול, ורוד).² אותם פיגמנטים שימשו ברחבי האימפריה הרומית לציור פרסקאות בארמונות ובווילות פרטיות. קרוב מאוד לוודאי שהפיגמנטים הללו היו מיוצרים בכמה מרכזים לא רבים ומשם הופצו למרחקים גדולים.

על פסלים הלניסטים-רומיים השתמרו הפיגמנטים רק לעתים רחוקות, ועד שהתגלה פסל אפרודיטה בבית-שאן, לא נמצאו פיגמנטים כאלה בישראל. עם זה, כנראה שבעת

* המכון הגיאולוגי של ישראל



איור 2 – דגימת הפיגמנט האדום הכהה שגורד מחרטום הדולפין

הדגימות, התוצאות שהושגו הן רק איכותיות ולא כמותיות:

צהוב: באנליזה של XRD זוהה קלציט, שמקורו קרוב לוודאי בשיש. ב-SEM הבחנו בתערובת אחידה של חלקיקי תחמוצת הברזל, קלציט ומינרלי חרסית בגודל 2-10 מיקרון. הרכב זה טיפוסי לאוכרה, ומכאן שהפיגמנט הצהוב הוא אוכרה.

אדום: באנליזה של XRD זוהה קלציט, שמקורו קרוב לוודאי בשיש, ומעט הליט ("מלח שולחן") מרכיב משני שהתגבש על הפסל בהיותו קבור באדמה. ב-SEM הבחנו בגבישי קלציט, מעט גבס משני, וחלקיקים עשירים בתחמוצות ברזל, מינרלי חרסית וקוורץ (איור 4). כן זוהו חלקיקים עשירים בעופרת (Pb) בגודל ~5 מיקרונים. בשל גודלם הזעיר לא ניתן לזהות בוודאות את המינרל מכיל העופרת, אך ככל הנראה זהו מיניום – תחמוצת עופרת בצבע אדום-כתום עז. הפיגמנט האדום עשוי אפוא מחומר עשיר בברזל, שהו למעשה אוכרה אדומה בתוספת מעט מיניום.

כחול: באנליזה של XRD זוהה מינרל קופרוביאיט – הרכיב העיקרי של "כחול מצרי", בתוספת מעט קלציט ושרידי קווארץ (איור 5). אנליזה של SEM הראתה חלקיקים עשירים

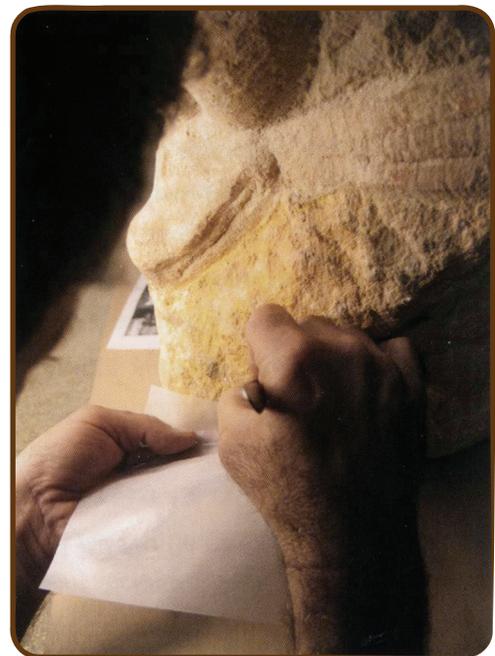
ההיא הפיגמנטים ששימשו בציור פרסקאות שימשו גם לעיטור פסלים. לפיכך סולם הצבעים מן התקופה הרומית המוכר בישראל שימש לנו כאן כבסיס השוואה לפיגמנטים שזוהו בפסל אפרודיטה.

כמות זעירה של צבע (מיליגרמים ספורים) גורדה מן הפסל בשלושה מקומות שהיו צבועים:

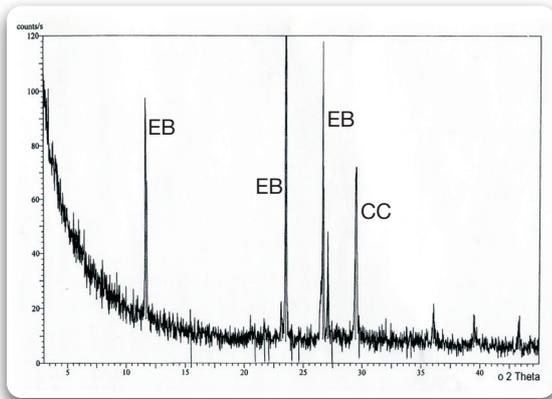
1. פיגמנט צהוב מאזור הגלים שמתחת לדולפין (איור 1).
2. פיגמנט אדום כהה מהחרטום הדולפין (איור 2)
3. פיגמנט כחול מכנפו של ארוס (איור 3)

מכיוון ששכבת הפיגמנט דקה עד מאוד, הדגימה שגורדה מן הפסל מכילה גם קלציט מן השיש, וכך עקבות אדמה ומלחים שבוודאי שקעו על הפסל בתקופה שהיה קבור באדמה.

הדגימות עברו אנליזה בשיטת XRD (דפרקציה של קרני רנטגן) הנותנת את ההרכב המינרלוגי, וגם באמצעות SEM (מיקרוסקופ אלקטרוני סורק), הנותן בעזרת מודוס EDS את ההרכב הכימי של הדגימה. על-ידי מיזוג שתי הטכניקות ניתן לזהות את רכיבי הפיגמנטים, אולם בגלל זעירותן של



איור 1 – דגימת הפיגמנט הצהוב שגורד מאזור הגלים, מתחת לדולפין



איור 5 – דיפרקציית קרני רנטגן של הפיגמנט הכחול. כל מינרל מיוצג על-ידי כמה שיאים. EB – "כחול מצרי" (המינרל קופורוביט); CC – קלציט. הדגימה הונחה על משטח צורן כדי למנוע את הרקע הגבוה שהיה נוצר על משטח של זכוכית. הדגימה הורצה באטיות כדי להגדיל את היחס אותות/רקע.



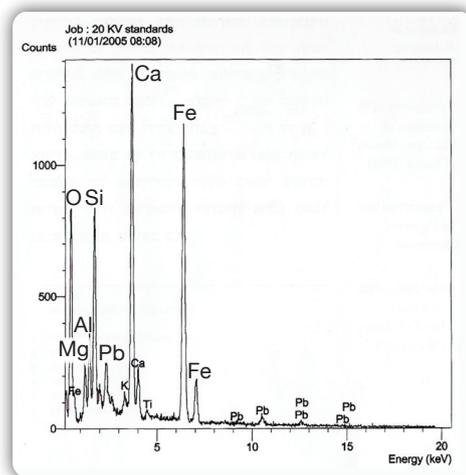
איור 3 – דגימת הפיגמנט הכחול שגורד מכנפו של ארוס

בנחושת (Cu) בתוספת מעט צורן (Si) וסידן (Ca), וכן קוורץ קלציט ומעט מינרלי חרסית. זוהו גם אפטיט נדיר וחלקיקים המכילים אבץ (Zn). מרכיבים אלה מהווים כנראה זיהום ואינם חלק אינטגרלי של הפיגמנט המקורי. הפיגמנט הכחול הוא אפוא "כחול מצרי".

דין

כל הפיגמנטים שנמצאו על פסל אפרודיטה מוכרים מפרסקאות מן התקופה ההלניסטית והרומית בישראל ובאזורים אחרים של האימפריה הרומית.³ האוכרה לגווניה השונים (צהוב, חום, אדום) היא פיגמנט טבעי נפוץ מאוד, גווני הצהוב נפוצים יותר באזורים לחים, ואילו גווני האדום והחום נוצרים על-ידי חימום. ניתן לזהות את הגוונים השונים הללו בכל הפרסקאות, בני כל התקופות, לפיכך קשה לקבוע בוודאות את מקורן של האוכרה האדומה והאוכרה הצהובה שעטרו את הפסל. האוכרה האדומה עורבבה במיניום אדום-כתום, אולי כדי להשיג גוון אדום עז יותר. עד כה לא נמצאה תערובת מטיפוס זה, והיא מעידה על יצירתיות בערבוב הפיגמנטים.

"כחול מצרי" הוא פיגמנט סינתטי המיוצר מנחושת, מקוורץ ומקלציט שנכתשו לאבקה, עורבבו וחוממו לטמפרטורה גבוהה ביותר. הפיגמנט שימש במצרים לעיטור מאז האלף השלישי לפני הספירה. בישראל הוא נמצא במכלולים הקשורים לנוכחות המצרית בארץ בתקופת הברונזה



איור 4 – תוצרי מדידות ה-EDS של חלקיק פיגמנט אדום שהתקבלו במיקרוסקופ האלקטרוני הסוקר. זוהו בו המרכיבים הבאים: סידן (Ca), ברזל (Fe), צורן (Si), אלומיניום (Al), מגנזיום (Mg) ועופרת (Pb). הסידן בא מן השיש; הברזל והצורן באו מן האוכרה; העופרת באה כנראה מן המיניום ושאר היסודות מהמרכיבים שהיו בעפר אשר דבק לפסל.

המאחרת ואילך. הוא נמצא בפרסקאות בעכו ההלינסטית,⁴ וזוהה באתרים מן התקופה הרומית – בפרסקאות במצדה ובקעריות מכילות פיגמנטים שהתגלו בארמון הורדוס ביריחו.² השימוש בעת העתיקה בפיגמנטים כחולים על פסלים, אף שעד כה טרם תואר בישראל, מוכר ממקומות אחרים.⁵ בראשיתו יוצר הפיגמנט במצרים בלבד, אך כבר בתקופה ההלניסטית נפוץ הידע להפקתו והגיע לארצות אחרות. משום כך יש לשער שהפיגמנט הכחול שנמצא על אפרודיטה הופק באחד ממרכזי הייצור שהיו באימפריה הרומית אולם הפסל נצבע בסדנה שעוצב בה.

התצלומים

מוזיאון ישראל, ירושלים / ח' גרין

ביבליוגרפיה

1. ויינשטיין-עברון ואילני 1994

Weinstein-Evron, M. and Ilani, S., Provenance of Ochre in the Natufian Layers of el-Wad Cave, Mount Carmel, Israel. *Journal of Archaeological Science* (1994) 21:461-67.

2. פורת ואילני 1998

Porat, N. and Ilani, S., A Roman Period Palette: Composition of Pigments from King Herod's Palaces in Jericho and Masada, Israel. *Israel Journal of Earth Sciences* (1998) 47:75-85.

3. ביארט ואחרים 1997

Béarat, H.m Fuchs, M., Maggetti, M. and Paunier, D., eds. *Roman Wall Paintings: Materials, Techniques, Analysis and Conservation*. Proceedings of the International Workshopm Fribourg, March 1996. Fribourg University, Perolles, 1997.

4. סגל ופורת 2000

Segal, I. and Porat, N., Composition of Pigments from the Hellenistic Walls in Acre. *Michmanim* (2000) 14:1-7.

5. ברינקמן 1987

Brinkmann V., La polychromie de la sculpture archaïque en marbre. In *Datation-Characterisation des peintures parietales et murales*, eds, F, Delamare, T. Hackens and B Helly, 35-70, esp. 55. PACT 17. Ravello, 1987.



גן לאומי בית שאן צילום: דרון ניסים רשות הטבע והגנים