

קראפט היברידי

– עמית צורן

המאמר מציג ניסיון למזג ייצור דיגיטלי ומלאכות מסורתיות בבנייה של חפצים – מיזוג האיכויות האסתטיות והמבניות של מלאכת היד עם תהליך דיגיטלי, אגב חקירת הפוטנציאל האסתטי של השטח ההיברידי, וזאת דרך שני פרויקטים אישיים: קרמיקה היברידיה וקליעה היברידיה. בפרויקטים אלו אני מחפש אחר מיזוג חזותי בין עולמות היצירה הדיגיטלית ליצירה המסורתית והידנית. הקרמיקה ההיברידיה משלבת ייצור ומלאכה דיגיטליים בעבודה הכרוכה בהרס אובייקט ושיקומו: חפץ קרמיקה אשר נשבר במכוון ושוקם על ידי תהליך עיצוב דיגיטלי והדפסת תלת-ממד. המטרה אינה לשחזר את היצירה המקורית, אלא ליצור אובייקט חדש, שההרס והשיקום גלויים בו ומתקיימים בסינרגיה. מנגד, הקליעה ההיברידיה היא מדיום שדרכו מבנים מתוכננים במחשב ומודפסים במדפסת תלת-ממד על מנת לאפשר צמיחה והתפתחות של דפוסים חדשים באריגת יד, לצורך השגת היתוך מאוזן בין שני העולמות.

ד"ר עמית צורן, בוגר תואר ראשון בהנדסת מערכות תקשורת באוניברסיטת בן גוריון שבנגב, תואר שני בעיצוב בבצלאל אקדמיה לאמנות ועיצוב וכן תואר שני ושלישי במכון הטכנולוגי של מסצ'וסטס (MIT). מרצה בכיר בבית הספר להנדסה ולמדעי המחשב, האוניברסיטה העברית בירושלים, מנהל את מעבדת העיצוב והייצור הדיגיטליים באוניברסיטה העברית וכן חוקר עמית במעבדת המדיה של MIT. חוקר את הקשר שבין קראפט, טכנולוגיה וחדרה, ומפתח כלים ועיצובים היברידיים לעיצוב וייצור, בניסיון לגשר ולקשר בין טכנולוגיות וגישות רציונליות למסורות תרבותיות רבות שנים.

תמונה 3:

כד היברידי: יציקת קרימיקה, ציפוי גלזורה, וניילון בהדפסת תלת-ממד



מבוא

שפת העיצוב נמצאת בתהליך מתמיד של שינוי. כיום, התרבות הדיגיטלית בתנופה, והיא חודרת ומשפיעה על תהליכים יצירתיים רבים, בהם תהליכי עיצוב וייצור. העיסוק במדפסות תלת־ממד דיגיטליות זוכה לפופולריות בד בבד עם הובלת פרדיגמות עיצוביות ויצירת אפשרויות חדשות הן בהיבט האסתטי הן בהיבט התהליכי. עם זאת, עולם הייצור הדיגיטלי ברובו עדיין צעיר וסטרילי, מתקשר בעיקר עם ההיסטוריה של תהליכי מחשוב ותיעוש, ופחות עם מורשות חומריות אחרות. מנגד, מסורות קראפט ותיקות כקדרות, קליעת סלים או נגרות הבשילו לאורך דורות רבים, בשילוב הכלה של סגנונות רבים אשר פותחו והוטמעו בשימוש בטכניקות ובחומרים מגוונים. אמני קליעה השתמשו ומשתמשים במגוון רחב של חומרי גלם ליצירת סלים כגון מחטים, סיבי יוטה, קנבס, במבוק, קליפות עץ ואפילו חוטי מתכת. בוני רהיטים ממזגים עבודת נגרות עם פרזול ומשלים מרכיבים קלועים או ארוגים ליצירת ריפוד, משענות ותוספות אסתטיות לעץ. למרות זאת, איננו חוזים במגוון דומה בדיסציפלינה הדיגיטלית, אשר עדיין מגדירה את גבולותיה המשתנים על ידי חיפוש פנימי וממעטת לעסוק בתקשורת עם מסורות ותיקות. אבל הסתגרות זו של עולם הייצור הדיגיטלי, החדש יחסית, אינה מחויבת המציאות ויכולה להשתנות עם צמיחתו של תחום זה. במאמר זה אפרט את ההבדלים המהותיים בין קראפט לתהליכי עיצוב וייצור דיגיטליים, ואדגים כיצד ניתן למזג את שני העולמות באופן מאוזן כך שהטריטוריה הדיגיטלית תיפתח לדו־שיח יצירתי עם מסורות יצירה אנלוגיות לצד שימורן של מסורות אלו.

לצורך המחקר שלי באקדמיה, אני לומד קראפט כבסיס של תרבותנו החומרית, אגב התחקות אחר הקשר בין בני האדם, מלאכתם והחפצים שהם יוצרים. בעולם שבו מכונות ותהליכים אוטומטיים מסוגלים לספק כמויות ואיכויות בעילות רבה, אך טבעי שנתהה על החשיבות בשימור מלאכות מסורתיות, ומדוע כמה ממסורות הקראפט שורדות בעולמנו המתועש גם בלא צידוק כלכלי. מה גורם ליוצר לבחור בעבודת יד ולא במכונה, במגע ולא בשליטה, בדרך יצירתית שכוללת סיכון גבוה ולא בהבטחה לתוצר מוצלח? מהו הערך המוסף שעולם הקראפט הצליח לשמר בחלוף השנים, שבזכותו הוא עדיין רלוונטי ליוצרים רבים?

טקסטים רבים, מימי מרקס ועד ימינו, מגדירים קראפט כפעילות שבה המעורבות, האינטימיות ואי־הוודאות הם מהות הפעולה. לדוגמה, דיוויד פיי רואה בקראפט תהליך שבמהותו נמצא ויתור על שליטה, כאשר לא ניתן לצפות בדיוק

את התוצר הסופי, ועל כן המלאכה ותוצרה הם תמיד בסיכון!¹ ריצ'ארד סאנאט משלים אותו ומדגיש את האינטימיות בעבודת האומן, כאשר לתפיסתו, איש הקראפט פועל במוטיבציה של יצירה פרפקציוניסטית לשמה, וכל מטרה אחרת בתהליך פחותה בחשיבותה (כגון רווח או תהילה).²

העיסוק בצמצום סיכונים באמצעות תכנון מדוקדק, אשר ניתן ליישום בתהליכי ייצור הנשלטים ומפוקחים על ידי טכנולוגיות אוטונומיות, שייך לתחום ההנדסה, שבו נוצרו הכלים הדיגיטליים הנדונים בפרק זה. לעומת זאת, כשמדובר במלאכת יד, הבקרה היא כמעט תמיד בידי היוצר. בין התהליך המתבסס על מתמטיקה ופיזיקה (הנדסה) בתקווה לחיזוי מושלם של תוצאות, לבין התהליך שבו הניסיון, ההתנסות והשגיאה שנובעת ממנה (קראפט) הם מובילי הדרך, ניכר שוני מהותי (אמנם, שני התהליכים כוללים תכנון מראש ואלתור אגב התנסות מעשית, אך בדיון הנוכחי בחרתי להתמקד בשוני ביניהם). לדוגמה, גם אם הקדר מנסה לשחזר הצלחה קודמת על ידי חזרה על אותו התהליך, ככל הנראה, יהיו הכדים החדשים שייצור שונים זה מזה וייחודיים, בהיותם משקפים את התהליך שבו יום אחר יום מעמיד היוצר את עצמו במרכז הפעולה היוצרת. הזמן אינו עומד מלכת, האומן לעולם אינו אותו האדם כמקודם, החומר לעולם אינו אותו החומר (צפיפותו, כמות הנוזלים והרכבו משתנים), תנאי הסביבה בסדנה אינם אותם התנאים (טמפרטורה, אור, לחות וזרמי אוויר) והיצירה היא התגלמות הביטוי של השינויים האלה בחומר. המלאכה המסורתית אוצרת בקרבה נוכחות של זמן ומקום ושל מגע יד האומן, ומהווה מסמך חווייתי שנטבע אגב חוויה יוצרת. לעתים חפצים ייחודיים אלו אינו שורדים את פגעי הזמן, הם מתכלים ונעלמים, ולעתים ערכם עולה לאין ערוך על ערכם הראשוני. הקראפט ותוצרתו הם תהליכים חיים, ודרכם תרבותנו החומרית חיה ומתפתחת. בעולם של תיעוש ובקרה, שליטה ואכיפה, הקראפט הוא טריטוריה של התנסות חושית משוחררת ועם זאת חסרת ודאות ולא תמיד ניתנת לצפייה. כיום, אנו צורכים יותר ויותר מוצרים שמהותם דיגיטלית. העיצוב הדיגיטלי נהנה מחופש צורני בעל אפיונים מתמטיים וחזרתיים שקשה ליישם ביד; יתרונו הגדול בכך שאפיונים אלו ניתנים לחיזוי מדויק. החשיבה האנליטית חודרת למגוון תחומים סימבוליים ויצירתיים, ומדעני המחשב חוקרים כיצד ניתן להנדס אסתטיקה של אובייקט באופן אוטומטי. תהליכים אלו יוצרים הזדמנויות אסתטיות חדשות ומנגישים תהליכים יצירתיים לקהל משתמשים רחב, אך לעתים מרדדים את

1. David Pye, *The Nature and Art of Workmanship*, Cambridge: Cambridge University Press, 1978.

2. Richard Sennett, *The Craftsman*, New Haven: Yale University Press, 2009.



תמונה 1:
טבעת הברבור המקורית (A),
המודל הממוחשב (B) והחיקוי
המודפס (C), טבעת כפות
הידיים (D) והחיקוי המודפס (E)

בעלת אסתטיקה וקיום חדשים במרחב המותך. מנגד, פרויקט הקליעה ההיברידי מתבונן בנושא מזווית אחרת: התהליך החומרי מתחיל בהדפסה תלת־ממדית של מבנה שאליו אני שוזר (או מדביק) בעבודת יד חומרים אורגניים כקנבס, יוטה וקנה, המשתלבים וצומחים ליצירת מבנה אחד בעל תכונות אסתטיות חדשות.

תחיית הפניקס: הדפסת תלת־ממד וחיי נצח עיצוביים

ייצור דיגיטלי, בייחוד הדפסת תלת־ממד, הוא תחום שנמצא בתנופה ומציע הזדמנויות חדשות לקראפט, לאמנות ולעיצוב. בו בזמן, אנו חווים את עליית המגמה של "עשה זאת בעצמך", המסתמכת על מדפסות תלת־ממד קטנות זולות, שמאפשרות למשתמשי מחשב לעצב ולהדפיס אובייקטים בבית. השיח הציבורי קושר תופעה זו עם חזרה לקראפט המסורתי, היות שתהליכי היצירה הם מקומיים ואישיים, ללא מגבלות המסה של תהליכי ייצור המוני.

טכנולוגיית הייצור הדיגיטלי אינה חפה מחסרונות. אובייקטים אשר נוצרו בתהליכים דיגיטליים נובעים ממודל וירטואלי, ותמיד ניתן לחזור ולהפיק אותם באותם התהליכים. בדומה לתבנית ייצור המונית, המודל הממוחשב נושא בתוכו את צורתו של האובייקט. האובייקטים הפיזיים תלויים בתכונות החומר והמבנה ולנצח יהיו מועדים לכליה. מנגד, האובייקטים הווירטואליים אינם נתונים לאילוצים אלו ולכל הפחות, מבחינה תאורטית, הם יכולים להתקיים לנצח. ייצוגם אינו תלוי בתהליך רגעי ואיכותיהם אינן קשורות בטביעת האמן על החומר, אם כי במקבץ הוראות המאוגד בייצוג מספרי. הייצוג עצמו הוא נצחי, כמו שמשמעותו של שיר, סיפור או מתכון בישול אינה תלויה בתיווך הנושא אותם. להמחשה, אציג את התייעוד הבא, אשר פורש את הדיכוטומיה שבין הקראפט הידני (צורפות כסף במקרה המוצג) אל מול הייצוג הדיגיטלי. תיאור השתלשלות העניינים והפרשנות שלהלן תועדו ב־2012, סמוך לאירוע עצמו, לאחר שנתתי מתנה לתמר רוחם, אשתי דאז, ליום הולדתה: (תמונה 1)

תמר: כשייצרתי תכשיטים, אלתרתי בחומר אגב משחק בכסף ובזהב, נותנת לצורות אקראיות להתפתח לסיפור. ב-2007 עסקתי ביצירת שתי טבעות כסף. טבעת אחת מכילה דימויים של כפות ידיים

המורכבות של איכויות אסתטיות ועולמות חומריים למקבץ תבניות צורניות נעדרות הקשר תרבותי. עם זאת, למרות הרומנטיזציה של מסורות הקראפט, גם תהליכים מדעיים והנדסיים הם תולדה של יצירתיות אנושית. המהנדס מסתמך פחות על אינטואיציה היד ותלוי יותר בתהליכים כמותיים אשר ניתנים לחיזוי (אם כי יש לציין שגם בהנדסה ישנה כמות לא־מבוטלת של אינטואיציה הנרכשת מניסיון), בהבטחה לדיוק בתוצר וליעילות ביצועית וכלכלית. המחשב מוסיף רובד של מרחבי הדמיה והתנסות בעולמות וירטואליים אשר אינם כפופים לאילוצי זמן וחומר ממשי, ומאפשרים לנו לדון באפשרויות שקשה לדמיין ללא המרחב הממוחשב. במאמר זה אני מחפש טריטוריה היברידיה חדשה אשר נהנית משני העולמות, בעלת חופש סגנון דיגיטלי וערכי תהליך מסורתי. אני מעוניין לגשר בין גישות דיגיטליות ומסורתיות לבין עיצוב וייצור, ולשלב בין האסתטיקה והאיכויות המבניות של התהליכים הממוחשבים לתהליכים הידניים. התהליכים שיוצגו להלן בוחנים הטמעת שיטות עבודה ידניות בתהליכי עבודה אוטומטיים וממוחשבים, אשר חקרתי בין השנים 2009-2013 במעבדת המדיה של המכון הטכנולוגי של מסצ'וסטס. מטרתי להדגים כיצד טריטוריות עיצוב שונות זו מזו יכולות להתקיים בו בזמן אגב יצירת פרדיגמה חדשה, המנגישה ומדגישה את השילוב כערך העיקרי. נקודת המוצא היא החיפוש אחר מיזוג בין תהליך אנליטי לאינטואיטיבי, בין פלסטיק לחומר, ליוטה או לקנבס, בין תבניות חישוביות לטביעת היד של האומן. זאת, בניסיון להדגים כיצד, למרות הכול, המקום האישי והסובייקטיבי, הלא־צפוי והלא־נשלט, יכול להתקיים במציאות טכנולוגית מבוקרת, אגב יצירת אפשרויות ואיכויות חדשות לקראפט ולטריטוריה הדיגיטלית.

להלן אתאר את האתגר ששיטות ייצור דיגיטלי מציבות בפני מלאכות מסורתיות, בעזרת פרויקט תחיית הפניקס, ואציג את הפוטנציאל האסתטי של המרחב ההיברידי, בעזרת שני פרויקטים: קרמיקה היברידיה³ וקליעה היברידיה⁴. הקרמיקה ההיברידיה משלבת ייצור דיגיטלי עם קראפט באמצעות ריסוק ושחזור של אובייקט תלת־ממדי. הרס האובייקט נתפס כחלק מהתהליך היצירתי וכצוהר למיזוג טכנולוגיות סריקה והדפסה תלת־ממדיות, לצורך שחזור עבודת חרס שנעשתה בשיטות קלאסיות. המוטיבציה אינה לשחזר האובייקט כמקודם, אלא ליצור הכלאה

3. Amit Zoran and Leah Buechley, "Hybrid reAssemblage: An Exploration of Craft, Digital Fabrication and Artifact Uniqueness", *Leonardo, Journal of Arts, Sciences and Technology*, Vol. 46, no. 1, (2013): 4-10
4. Amit Zoran, "Hybrid Basketry: Interweaving Digital Practice within Contemporary Craft", in: ACM SIGGRAPH 2013 Art Gallery (SIGGRAPH '13), ACM, New York, NY, USA (2013)

קטנטנות בנויות מחוט כסף מותך, אשר כמעט נסגרות לחישוק סביב האצבע בתשוקתן לגעת זו בזו. הטבעת השנייה מכילה דימוי של ברבור, כאשר מקצה של חוט כסף מתפתח ראשו של הברבור, וגופו הוא הטבעת. שתי טבעות אלו היו המועדפות עלי בכל תקופת יצירתו. הרגשתי שהן הצליחו להעביר את תחושת החופש והאוריריות שלעיתים חסרה כל כך בעבודה שמתוכננת מראש. לצערי, למרות הקשר העמוק שלי אל שתי הטבעות האלה, איבדתי אותן, דבר שציער אותי מאוד. היות שהן היו תוצר של אלתור, כל ניסיון ליצור אותן שוב נכשל. הייתי בטוחה שהן אבדו לנצח, מקווה שמי שמצא אותן יעניק להן בית אוהב. למשך חמש שנים, כל מה שנשאר לי מהן היה זיכרון וכמה תמונות שצולמו על ידי עמית.

עמית: בסתיו 2011 עסקתי בכמה פרויקטים שהסתמכו על הדפסת תלת־ממד. חיפשתי מתנה ליום הולדתה של תמר, כשנחשפתי לאפשרות להדפסת תכשיטים בשעווה נעלמת, תהליך שבו מדפסת תלת־ממד מייצרת את המודל בשעווה, אשר לאחר מכן נעלם על ידי יציקה של כסף, זהב או מתכת מותכת אחרת. בהסתמך על התמונות שהיו ברשותי, מידלתי את שתי הטבעות האבודות בעזרת תכנת מחשב, בניסיון ליצור מודל קרוב ככל האפשר למקור. כמה שבועות לאחר מכן היו בידיי האובייקטים המודפסים בכסף, דומים מאוד לטבעות המקוריות.

תמר: פתחתי את הקופסה שקיבלתי מעמית ונדהמתי לגלות את טבעותי האבודות. איך זה אפשרי? הן אבדו לפני חמש שנים – והנה הן לפניי; עמית העניק לי משהו שחשבתי שאבד.

אם כן, אפשר לומר שהטבעות חזרו לחיים. הן שובטו מחדש בהסתמך על הדני"א הדיגיטלי שלהן: כמה תמונות ששימשו ליצירת מודל ממוחשב. מעתה ואילך, אנו יכולים לשוב ולהדפיסן, "לשבט" הטבעות שוב ושוב, בהסתמך על המקור הדיגיטלי – הקוד שממנו הטבעות יכולות להיווצר שוב ושוב.

תכונה חשובה בתהליכי ייצור דיגיטליים מסתמכת על פוטנציאל העיצוב האישי (להבדיל מייצור תעשייתי המוני), כלומר, היכולת לפרש צורה כאוות נפשך ולייצרה. כל יוצר, ללא תלות בידע במלאכה מסורתית כלשהי, יכול לקבל את מבוקשו. ערכים אלו, המנהלים משא ומתן מתמיד עם ערכי הקראפט, שעניינם ביטוי עצמי בחומר, דנים בקשר האינטימי שבין יוצר לאובייקט החומרי, מושא התהליך היצירתי. עם זאת, ניכר הבדל יסודי אשר סותר את נקודת המוצא הבסיסית שמשווה בין

שתי הגישות, הדיגיטלית והמסורתית. עבודה שהודפסה על ידי מכונה היא ייצוג פיזי של אובייקט וירטואלי, שהיא חבה לו את קיומה. ייצוג דיגיטלי אינו מתיישן כשם שאובייקט פיזי מתיישן, ולפיכך, אם האובייקט הפיזי התבלה, נשבר או אבד, נוכל לחזור ולהדפיסו בחומר. אף על פי שייצוג דיגיטלי יכול להפוך ללא־רלוונטי כשטכנולוגיות הייצור משתנות, הוא אינו נושא תכונות חומר, זמן ומקום כאובייקט קראפט מסורתי, ולכן מוגן מקשיי הקיום בעולם החומרי.

אמנם, הטבעות המודפסות נראו דומות מאוד למקור האבוד, אבל הבדל עמוק ניכר ביניהם: הטבעות המקוריות הן תוצר של השקעה פיזית תלויה זמן, ועל כן הן ייחודיות ואינן ניתנות לשחזור באותה דרך. עם זאת כיום, הקובץ הדיגיטלי מאפשר לאובייקט הדיגיטלי סוג של חיי נצח (לפחות במובן התאורטי, היות שהייצוג הדיגיטלי אינו מתכלה), כאשר תמיד ניתן לשוב ולהדפיסו. תהליך המידול הממוחשב דרש גם כן השקעה רבה, אבל ערכה של השקעה זו פוחת עם כל הדפסה חוזרת, וגם האובייקט החומרי עצמו מאבד מערכו.

דיון דומה פרש וולטר בנג'מין בביקורתו על הצילום אל מול הציור המסורתי⁵ ועל אבדן ההילה של האובייקט הניתן להעתקה. ואולם, כעת אנו בפתחו של תהליך ייצור חדש לחלוטין, כאשר את מקום התשליל או התבנית של הייצור התעשייתי תופס ייצוג וירטואלי. אובייקטים שנוצרו על ידי מכונה ממוחשבת מאתגרים את החשיבה המטפיזית המסורתית שלנו על תהליך יצירה בחומר, כאשר הזהות הפיזית של אובייקטים אלו עומדת בצלו של המקור הממוחשב והמופשט, וכבר אין מדובר בתבנית או בנגטיב, שניתן לשכפל מהם שוב ושוב. אובייקט ייחודי שנעשה בעבודת יד תלוי בתכונות החומר, היד, המקום והזמן, שמנווטות על ידי היוצר אגב תהליכי היתוך וקבלת החלטות אישיות. שתי הטריטוריות – הקראפט המסורתי והייצור הדיגיטלי – מציגות תכונות חשובות לתהליכים יצירתיים, אך חושפות הבדל קוטבי במהות ההתייחסות לתהליך היצירתי: מחד גיסא, תהליך שבו החומר מתקיים לפני שגובשה לו צורה, ומאידך גיסא, תהליך שבו צורה מתגבשת בעולם וירטואלי לפני יישומה בחומר. ניגוד ערכי זה הוא הבסיס לחיפוש ההיברידי שאציג להלן.

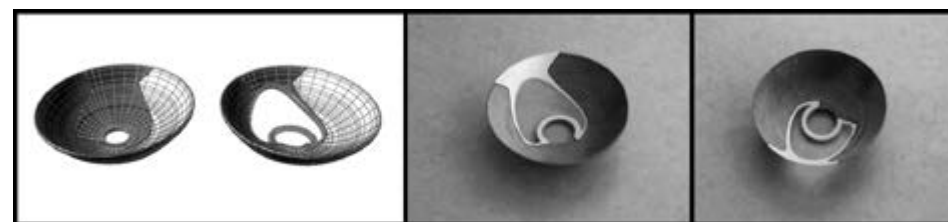
קרמיקה היברידי: הגישה הדרמטית

פרויקט הקרמיקה ההיברידי מציג גישה לשילוב של ייצור דיגיטלי וקראפט דרך תהליכי שבירה ושחזור. על פי גישה זו, במרכז תהליך הייצור עומד הרעיון של

⁵ Walter Benjamin, *The Work of Art in the Age of Its Technological Reproducibility, and Other Writings on Media*, Cambridge, MA: Harvard University Press, Belknap Press, 2008

יצירה. מעצבים כגון דרור בן־שטרית⁸ ודניאל הולסברגן (Daniel Hulsbergen)⁹ הדגימו שילובי טכניקות שבירה בעיצוב אובייקטים שרוסקו בכוונה והודבקו מחדש בנוקשות או בעזרת סיליקון. לעומתם, אני חוקר כיצד לנצל את ההזדמנות שבשבירת אובייקט החרס להדפסת תלת־ממד. במקור פותח התהליך בעבור שחזור הקערה שנשברה, אך לאחר מכן יושם באופן יזום לסדרה של אובייקטים. השתמשתי בריסוק מכוון של אובייקטי חרס – פעולה לא־קלה ליוצר – כהזדמנות לצמיחה יצירתית. על ידי הרכבה מחודשת של אובייקט שבור בעזרת טכניקות דיגיטליות, אני מפיק אובייקט ייחודי המשמר מרכיבים מכל שלבי היווצרותו. השברים מרמזים על מצבו הראשוני של אובייקט החרס, כולל תהליכי הזיגוג והשבירה, ומרכיבי השחזור מפלסטיק משלבים אסתטיקה של גמישות מבנית וצורניות דיגיטלית. מהות השילוב נובעת מתהליך הריסוק, אשר מאפשר את השחזור. עם זאת, מדובר בתהליך לא־צפוי, שבו נאלצתי לוותר על שליטה בד בבד עם הסתכנות באיבוד האובייקט לבלי שוב.

לעומת תהליכי הריסוק וההרס, שחזור ושימור הן טכניקות שמרניות נפוצות בעולם האמנות והקראפט. בין שמדובר בשימור כינור עתיק בין בשחזור של ציור בן מאות שנים, האומן המשחזר שואף להחזיר ככל האפשר את האובייקט למצבו ביום היווצרותו.¹⁰ מנגד, בארכיטקטורה, הגישה העכשווית בשימור מבנים היא להוסיף מרכיבים חדשים למבנה ישן, בהדגשת הניגוד בין הישן לחדש.¹¹ אך על פי שמשפצי כלי נגינה, אומני שחזור וארכיטקטים משתמשים בכלים ובטכנולוגיות שונות זו מזו, בשנים האחרונות חדר המחשוב לכל התחומים, ובכולם ניכרת השפעת הפיתוחים הדיגיטליים.¹² יתרה מזאת, בתחומים כרפואה ורפואת שיניים, השימוש במחשבים בתהליכי שחזור של עצמות, רקמות ושיניים מאפשרים דיוק והצלחות רבות מבעבר. אם כן, התכנון והייצור הדיגיטליים מציעים אפשרויות חדשות



הרס מכוון של אובייקט הקראפט ושימוש בסריקה ובהדפסת תלת־ממד לצורך שחזור. הכוונה אינה לשחזר את האובייקט פשוטו כמשמעו, כי אם להקנות לו ערך חדש שבו הטראומה (של השבירה) היא חלק מהתהליך היצירתי, והאובייקט המשוחזר משמר את עברו אגב מתן פרשנות אסתטית עדכנית.

הצורך לפתח טריטוריה שבה ההרס משוחזר ומשומר צמח מאבדן אישי. לפני כמה שנים נפטר קרוב משפחתי, שהיה קדר מוכשר. בחלוף השנים פיתחתי קשר עמוק לכמה פריטים שהוא יצר לפני מותו, ובהם קערה שאהבתי במיוחד. הקערה נשברה, ובשל רצוני לשמר אותה, חיפשתי טכניקת שימור שלא תעסוק בהדבקה פשוטה של שבירי החרס, שנדמתה בעיניי כעיסוק ארכאולוגי שהיה זר להקשר הרגשי. (תמונה 2)

בהתמודדות עם אתגרים דומים, פיתחו אומנים יפנים טכניקת שחזור חרס שבור בעזרת דבק מזהב, הנקראת קינטסוגי (kintsugi), כאשר שבירי החרס המודבק מודגשים על ידי המתכת הבוהקת לכדי יצירת אובייקט משוחזר שמתעד את ההרס. כמעצב המשתמש בכלים ממוחשבים, רציתי לנצל את ההזדמנות לאגד את שני התהליכים המנוגדים, הממוחשב והמסורתי, כהצעה לפתרון. אם כן, מטרת הייתה כפולה: ראשית, לקשור ייצור דיגיטלי עם קרמיקה מסורתית אגב מתן ייצוג לכל תהליך בפני עצמו; שנית, לחקור טכניקת שחזור המשמרת מרכיבים מצורתו המקורית של האובייקט, אבל מאפשרת פרשנות עדכנית שמכילה את ההתפתחות ההיסטורית.

אמנים ואומנים כגורדון מאטה קלארק (Gordon Matta Clark), אשר הוסיף הרס מבוקר למבנים,⁶ או קורנליה פרקר (Cornelia Parker),⁷ שהציגה קולקציות של כלי אוכל מכסף שעוֹתו, כבר זיהו את הפוטנציאל של אבדן והרס בתהליכי

8. Studio Dror's website, "Dror / Vase-of-Phases", Accessed February 14, 2011, <http://www.studiordror.com/Vase-of-Phases/#/>

9. DeTnk's website, "CenterPIECE | DeTnk", Work by Daniel Hulsbergen, Accessed February 14, 2011, <http://www.detnk.com/node/3113>

10. Paul Hills, "Preface", in: Alessandro Conti and Helen Glanville (eds.), *A History of the Restoration and Conservation of Works of Art*, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2007

11. Joseph A. Settanni, "Conservation, Preservation, Restoration: Terminology Should Assist Clarity", *Archival Products*, Vol. 6, no. 2 (1998): 1-6

12. Michael Bawaya, "Virtual Archaeologists Recreate Parts of Ancient Worlds", *Science*, Vol. 327, no. 5962 (2010): 140-141; BBC NEWS' website, "Art Restoration's Hi-Tech Front Line", *BBC NEWS, Technology*, Friday 27 August, 2004, Accessed December 26, 2010, <http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/3598936.stm>

6. Corinne Diserens, *Gordon Matta-Clark*, Phaidon Press, 2006

7. Cornelia Parker, *Cornelia Parker*, Torino: Hopefulmonster, 2001



תמונה 3:

שלושת כדי החרס: אחד שלם; שניים שבירים ומשוחזרים בעזרת הדפסת ניילון תלת־ממדית שחורה. צורת הכד המקורית תוכננה במחשב ונוצקה בחומר. כך נוצרו שלושה כדים מעט שונים זה מזה, שעברו תהליך ריסוק ושחזור

כך, יצרתי שלושה כדים דומים אך שונים, והחלטתי לרסק בפטיש שניים מהם. אלמלא הניסיון הקודם וצבירת הביטחון לשחזור דיגיטלי, הייתה פעולה זו לא הגיונית בעליל, אך כעת יכולתי להשלים עם הסיכון, בידיעה שיש בידי אפיק "הצלה" והתפתחות צורנית לאחר הריסוק. אף על פי כן, שבירת האובייקט המקורי, שבהכנתו הושקעה אנרגיה רבה, לא הייתה קלה, אבל היא השלימה מחזור שלם בתהליך היצירתי.

לאחר שבחרתי כמה שבירים וסרקתי אותם, נעזרתי בתכנון המוקדם של הצורה הממוחשבת כדי להתאים בין שבירי החרס לחלקים שחסרו. המשכתי בעיצוב ממוחשב של מבנה שחזור, בחיפוש אחר מבנה שמדגיש את ההבדלים המהותיים בין תהליך הייצור הדיגיטלי בעזרת מדפסת תלת־ממד לתהליך הייצור המסורתי. תכננתי מבנה אוורירי להדפסת ניילון, אשר נצבע בשחור בסיום התהליך והודבק לקרמיקה בעזרת דבק אפוקסי שחור. המבנה הפתוח חושף את צדו הפנימי של האובייקט המשוחזר וכן מדגיש את ניגודי השפה העיצובית וטכניקות הייצור, בהנגשה אסתטית חדשה אשר כל מהותה בהכלאה הסגנונית. הכלאה זו לא הייתה מתאפשרת ללא ייחודיות החומר והשבר מצד אחד, וגמישות הייצור הדיגיטלי מצד אחר. התקבל אובייקט אשר משמר את התכונות העיצוביות הייחודיות לכל תהליך, וממזג אותן ליצירה אחת. (תמונה 3)

בפרויקט הקרמיקה ההיברידיית חקרתי כיצד קראפט, ייצור דיגיטלי, הרס ושחזור יכולים להשתלב ליצירה אחת. כוונתי הייתה לשמר את המהות של תהליך

ומגוונות בשחזור אובייקטים, וכלי סריקה תלת־ממדית מאפשרים לצלם את האובייקט הפיזי ואחר כך לעבד את המודל הווירטואלי במחשב, וכך לבצע התאמה מושלמת עם מושא השחזור. לפיכך, אני מאמין שהאמצעים הדיגיטליים יכולים וצריכים לתרום לתהליכי הקראפט המסורתי ושימורו בד בבד עם הצגת גישות יצירתיות ואפיקי צמיחה עדכניים.

* * *

כאמור, רצוני לפתח קרמיקה היברידיית נבע מצורך אישי. תהליך שחזור פשוט של הדבקה לא ענה על הרצון לשחזור, אשר מעניק פרשנות לאירוע הריסוק ולהתפתחות האובייקט מאירוע זה ואילך. במקום להדביק את הקערה, בחרתי שלושה שבירים גדולים, סרקתי אותם בעזרת סורק תלת־ממדי ומידלתי במחשב את החללים החסרים. במקום להדפיס במדפסת תלת־ממד שחזור מלא של המרכיבים שהוחסרו, הדפסתי שלד מבני אשר מגדיר מחדש את הקערה. הקערה החדשה כבר אינה מתאימה להגשת סלט, מרק או פרות, אלא מייצגת אובייקט שלם שהוא גם מעין מצבה, המנציחה את זיכרון המצבים ההיסטוריים. ההבדלים בין המציאות האסתטית שלפני הריסוק ולאחריו מיוצגים על ידי הבדלי חומר, צורה, טקסטורה וצבע. המרכיבים הקרמיים חשופים, בעלי משטח מחוספס וצבע חם, ואילו הפלסטיק המודפס (ניילון) חלק וצבוע באופן שמדגיש את הניגוד בינו לקרמיקה. השבירים בעלי זוויות חדות, ואילו הפלסטיק הודפס בגימורים חלקים ופניות מוחלקות, כאשר האובייקט השלם הוא תיעוד אסתטי של מהויות ותהליכים מגוונים שיש ביניהם הרמוניה.

חשוב להדגיש, שכאשר ייצור ממוחשב מנוצל לשחזור אובייקט קראפט, הוא שואב את מהותו הצורנית ממושא השחזור המקורי, אשר הוא ייחודי ומקורי. כך נפתרת הבעיה שהוצגה קודם לכן בטבעות הכסף, היות שאין טעם בהדפסה חוזרת של אותו מרכיב משחזר. במילים אחרות, בעיית חוסר המקוריות החומרית מאבדת מתוקפה, היות שמהות המרכיב המשוחזר נובעת ממרכיב חומרי ייחודי. פרויקט שחזור הקערה צמח מהתמודדות בלתי צפויה עם הרס אובייקט בעל ערך רגשי, ועם זאת, תרם לפיתוחו של תהליך חדש הממזג תהליכים יצירתיים שונים בתכלית. תהליך זה הוביל לפיתוח עבודת קרמיקה חדשה – סדרה של כדי חרס, אשר תוכננה מראש על מנת להישבר ולהשתחזר בדרך דיגיטלית. בשלב הראשון תכננתי במחשב צורת כד, אשר ממנו בניתי תבניות עץ ליציקת חומר (על ידי כרסום דיגיטלי). לתבניות אלו יצקתי חומר נוזלי ליצירת כמה כדים. אף שתהליך היציקה מתבסס על תבניות, מדובר בתהליך דיני שבו כל אובייקט שמתקבל שונה מעט ואינו צפוי לחלוטין, וההבדלים בין האובייקטים מעמיקים עוד לאחר פעולת הזיגוג.

למרות המסורת הארוכה, מלאכת הקליעה, הנפוצה בכל התרבויות, הייתה תמיד מלאכה גמישה ומתפתחת ואימצה מרכיבים חומריים ממקורות שונים ליצירת מבנים מורכבים.¹⁵ גמישותה של הקליעה הופכת אותה לטריטוריה מושלמת לשילוב עם טכנולוגיות דיגיטליות, שמצדן מצטיינות בחזרתיות דוגמתית. ואמנם, בשנים האחרונות, חוקרים ומעצבים המשתמשים בטכנולוגיות עיצוב ויצירה דיגיטליות מתנסים יותר ויותר במבנים קלועים, בחיפושם אחר אסתטיקה וחוזק שניתן למדל בקלות במחשב וליישם באופן חזרתי ומחזורי.¹⁶

* * *

את התנסותי בקליעה ההיברידית התחלתי ביישום של אלגוריתם שפותח על ידי זובין חבאזי (Zubin Khabazi), להמרה של משטח חלק למבנה קלוע.¹⁷ ביצעתי כמה שינויים באלגוריתם כך שיאפשר פירוק לא־אחיד של המשטח, כלומר מעבר הדרגתי ממשטח חלק למצב של שני מרכיבים רוחביים ואנכיים קלועים זה בזה. סל מס' 1 מציג עיצוב שמשמש באופן עבודה זה: לאחר שתכננתי במחשב מבנה דמוי מגדל הצומח מעלה, ביצעתי פירוק הדרגתי למשטחו, כך שהמעטפת המשטחית התחתונה היא חלקה ואט־אט מתפרקת לשני חומרים בעלי צבעים שונים (שחור ולבן) ומבנה קלוע. בתחתית המבנה השארתי מקום לקליעה אופקית של יריעות קנה, המשתלבות על מוטות מודפסים אנכיים. (תמונה 4)

הסל ההיברידי מס' 1 מציג פוטנציאל דיגיטלי אשר אינו אפשרי בקראפט המסורתי – חומר אחד המתפרק בהדרגה לשניים. היכולת לממש תהליך כזה נובעת מהשימוש בתהליך הדפסה שנקרא PolyJet, אשר פותח על ידי חברת אובג'ט הישראלית, ומאפשר שילוב בין שני חומרים בעלי צבע או תכונות מכניות שונות בתהליך הדפסה אחד (גמישות וקשיחות, לדוגמה). עם זאת, האובייקט שהתקבל אינו באמת היברידי, והחיבור עם הסיבים האורגניים אינו מאפשר התנסות ייחודית בעבודת יד. על מנת להעמיק את תרומת התהליך המסורתי, המשכתי במחקר

הקראפט – אי־הוודאות והסיכון הנלווים אליו – בשילוב עם טכנולוגיות שונות בתכלית אשר עוסקות בבקרה, שליטה וצמצום אי־הוודאות של התהליך. המתח בין העולמות האלה הוא מקור הפוטנציאל של העבודה. שילוב ההרס והזיכרון מכיל תהליך של פרידה, אָבָל ובנייה מחודשת, ועולמות מנוגדים נדרשים על מנת שתהליך זה יושלם בהצלחה. ככל שהאומן משקיע זמן רב ותשומת לב בתהליך היצירתי, כך תהליך הריסוק קשה וטראומטי יותר. זה תהליך התבגרות והשלמה: השלמה עם אבדן הרומנטיקה של תהליכים אינטימיים וידניים, ומיזוגם עם העולם הטכנולוגי.

קליעה היברידית: הגישה ההוליסטית

לעומת הקרמיקה ההיברידית, שעוסקת במרכיבים הבלתי צפויים בתהליך הריסוק וביכולותיה של הטכנולוגיה הדיגיטלית לשחזר אובייקט שבור, הקליעה ההיברידית ממצגת בין העולמות על בסיס צמיחה הדדית החל בשלב התכנון. הבסיס לאובייקט תוכנן על מנת שיודפס במדפסת תלת־ממד, כך שיתאפשר לטוות בו סיב אורגני במלאכה ידנית. באופן זה, המרכיבים המודפסים תורמים ליצירת מבנה מורכב שכולל משטחים ויריעות שנתקשה לייצר בתהליכי קליעת סלים קלאסיים, ומרכיבי הקליעה האורגנית מתמזגים לבסיס בשתי־וערב ותורמים איכויות של משטח אורגני, המשקפות את הזמן ואת תהליך המלאכה.

התהליך מתחיל בתכנון המבנה המודפס, בידיעה שמבנה זה צריך להתקיים לצד מרכיב הטווייה האורגני (סיבי קנה, קנבס או כותנה). הפלסטיק המודפס מספק אפיון מבני, ואילו החוזק של הסל נובע מתהליך הקליעה, כפי שנעשה בתהליך הייצור המסורתי.

תהליך השזירה הוא ממהותה של אומנות קליעת הסלים המסורתית. בתהליך זה מרכיבים גמישים חסרי חוזק מבני נקשרים זה לזה ליצירת משטחים קשיחים הבונים צורה תלת־ממדית. לעומת אומנויות העץ, החומר והמתכת, אשר קשורות לחומר ייחודי ופועלות עליו, הקליעה אינה מזוהה עם חומר ייחודי אלא עם טכניקה. זו אומנות הדוגמה החוזרת והצמיחה המבנית.¹³ בגלל השימוש בחומרים אורגניים (בדומה לטקסטיל), אין בדינו די עדויות על ההיסטוריה העתיקה של קראפט זה,¹⁴ אם כי ניתן להניח שקליעה היא אחת המלאכות העתיקות ביותר שפיתח האדם.

15. M. P. Ranjan, Nilam Iyer and Ghanshyam Pandya, *Bamboo & Cane Crafts of Northeast India, Development Commissioner of Handicrafts, Govt. of India, 1986*; Judy M. Mallow, *Pine Needle Basketry: From Forest Floor to Finished Project*, New York: Lark Books, 2010; Ruth B. Sudduth, *Baskets: A Book for Makers and Collectors*, Hand Books Press, 1999

16. Rizal Muslimin, "Learning from Weaving for Digital Fabrication in Architecture", *Leonardo, Journal of Arts, Sciences and Technology*, Vol. 43, no. 4 (2010): 340-349

17. Zubin Khabazi, *Generative Algorithms: Concepts and Experiments: Weaving*, Accessed 22 November, 2012, www.morphogenesisism.com

13. Tim Ingold, "On Weaving a Basket", in: *The Perception of The Environment: Essays on Livelihood, Dwelling and Skill*, New York: Routledge, Taylor & Francis Group, 2011, pp. 339-348

14. Ofer Bar-Yosef et al., "Were bamboo tools made in prehistoric Southeast Asia? An experimental view from South China", *Quaternary International*, Vol. 269 (2012): 9-21

ופיתחתי שני סלים נוספים (מס' 2 ו-3), אשר מציגים תכונות משטח מורכבות יותר, אך האובייקט המודפס בהם חסר חוזק מבני ללא התוספת של המרכיב האורגני החובר אליו.

סל מס' 2 עוסק בפירוק המשמעות של תהליך הקליעה, המתאפשר אך ורק בזכות השימוש בתכנון ובהדפסה ממוחשבים. לעומת קליעה מסורתית, באובייקט זה מרכיבי האורך והרוחב (שניהם מיריעות קנה) מופרדים זה מזה ואינם קלועים זה בזה, ולמעשה, מוחזקים במקומם על ידי הדבקה על מערכת תומכות זעירות היוצאות מבסיס ניילון מודפס. לעומת הקליעה הקלאסית, כאן נוצרות שלוש שכבות, הצפות זו על גבי זו: הראשונה מודפסת, השנייה עשויה מסיבי הקנה המודבקים בכיוון אנכי והשלישית עשויה מסיבי קנה המודבקים בכיוון אופקי, כאשר כל אחת מהשכבות מודגשת בצבע אחר.

סל מס' 3 מציג קליעה בין בסיס טבעות מודפס בניילון לסיבים מקנה. בסל זה נוצר שתי וערב אסתטי בין הפלסטק לחומר האורגני, אשר מספק חוזק מבני לצורה, שלא ניתן ליצור בקראפט מסורתי. כמו בשתי עבודות הקליעה הקודמות, גם כאן הצורה היא דיגיטלית במהותה. לאחר שתכננתי את מערך הטבעות במתווה דומדי במחשב, שכפלתי אותן על ידי העתקה וסיבוב בתכנת תלת־ממד לקבלת מערך טבעות מעגלי שהודפס בניילון, לפני שהשקעתי יום עבודה בהשחלת סיבי הקנה ליצירת המשטח המורכב.

למרות ההתפתחות היצירתית והרעיונית מהסל הראשון לשלישי, עדיין היה בי הצורך לחקור לעומק אפשרויות נוספות לשילוב בין העולמות, מאחר שבכל שלושת התהליכים, שלב התכנון הדיגיטלי הגדיר את תהליך הקליעה הידני (על ידי תומכות או טבעות שאליהן משתלבים סיבי הקנה), והצפיפות והאיכויות האסתטיות של המבנה נבעו במישרין מהתכנון המוקדם. אמנם, המלאכה הידנית תרמה לפני שטח ייחודיים, אך רציתי למצוא דרך לאזן את תרומתם היצירתית של השלב הדיגיטלי והידני. (תמונה 5)

כך נוצר סל מס' 4, שכשלושת קודמיו, החל בתהליך תכנון דיגיטלי. פיתחתי צורת צילינדר אנכי ועשיתי בו כמה מניפולציות צורניות במחשב לקבלת מבנה תלת־ממדי מורכב. מצורה זו יצרתי מבנה תלת־ממדי של מוטות אורכיים שהדפסתי במדפסת תלת־ממד. האובייקט המודפס שימר את הצורה התלת־ממדית אך הוא נעדר חוזק מבני. בהשקעה של כמעט חמישה ימי עבודה קלעתי לתוך המבנה המודפס סיבי כותנה וקנבס, ליצירת משטח צפוף ויציב. בשונה מהעבודות הקודמות, בסל זה צפיפות החומר האורגני והדוגמה נבעו במישרין מהמעורבות, הטכניקה והסבלנות שלי כאומן קליעה, ולא נגזרו מהתכנון המוקדם. אכן, כיאה לתהליך קראפט, ההשקעה הרבה יצרה אצלי קשר עמוק לאובייקט זה ותרמה להתפתחות

שלא יכולתי לצפות בעודי מתכנן את האובייקט במחשב, כגון פיתוח של מרכיבים גרפיים על ידי שינויי טכניקת הקליעה או החלטה על נקודת הסיום של התהליך. בחירות אלו נבעו מהתהליך הפיזי עצמו, אשר עיצב את דעתי על האובייקט מנקודת מבט של יוצר. לכן אני רואה בסל זה את ההגשמה של רעיון הקליעה ההיברידי, שבו תהליך העיצוב הקוגניטיבי תרם ליצירת מבנה בעל מאפיינים דיגיטליים, והתהליך הידני תרם למקוריות ולתכונות משטח אשר לא יכולתי לצפות מראש, בד בבד עם ערך המלאכה הפיזית עצמה, ששום מכונה אינה יכולה לספק. (תמונות 6, 7)

אחרית דבר

במאמר זה תיארתי את תהליך החיפוש העיצובי שלי במגוון דרכי מיזוג של שתי טריטוריות שונות זו מזו ביחסן לחומר, לייחודיות התהליך ולחותמו של האומן היוצר על האובייקט. למרות המקור הפרטי והאישי של כמה מהעבודות, המחקר נסב על מקומם של החומר והיד בעולם הייצור הממוחשב. כמעצב המשתמש בכלים דיגיטליים, המחקר אפשר לי להתנסות בחומר ובתהליכים מסורתיים, לפתח טכניקות קראפט מקוריות ולהתמקד באובייקטים ייחודיים. במובן כלשהו, אובייקטים אלו הם תיעוד של תהליך ההתחקות אחר הטריטוריה ההיברידי, אשר משמרת זיכרון ותיעוד, אך עם זאת, מזמנת תנועה וחדשנות ומאפשרת לתרבויות חומריות מגוונות (קרמיקה, קליעה והדפסת תלת־ממד) להתקיים בו בזמן ולהרים תרומה משותפת למהות חדשה, בלא אבדן משמעותן המקורית.

אני מקווה שהטריטוריה ההיברידי תתפתח אל מעבר לפורטפוליו הטכני שהוצג כאן ותקרא תיגר על ההגמוניה הדיגיטלית החודרת לתחומים רבים, ולאחרונה גם לעולם היצירה בחומר. אני מקווה שהטריטוריה ההיברידי תמשיך להתרחב ולהכיל קשת רחבה של יצירות טכנית, אנושית ותרבותית, בד בבד עם חיפוש ופיתוח של קשרים בין־עיצוביים ושמירה על מורשת עיצוב. בבואנו לדון בסימבוליקה, במהות ובחוויה, ההנחה שהחדש עולה על הישן עשויה להתגלות כמוטעית, ולפיכך מן הראוי למקם את שניהם ככלים או כחומרי גלם על שולחן העבודה, זמינים לבחירתו של היוצר.

הפרויקטים שהוצגו לעיל אפשרו לי למזג בין שני הקטבים היצירתיים שאני פועל בהם, אבל בכך גם טמונה נקודת התורפה של העבודה. בעודי מדבר על מיזוג חומרי, תהליכי ותרבותי, אני היוצר היחיד שהשתתף בתהליכים שהוצגו במאמר זה. סביר להניח שרבים אחרים עסקו ועוסקים בחיפוש אחר שילובים בין הדיגיטלי למסורתי, ואולם מאמר זה לא עסק בהטמעת תהליכים כאלו בפרקטיקות מסורתיות או דיגיטליות, אלא התמקד בעיקר בסיפור האישי. לפיכך, שמתי לי למטרה להטמיע ולעודד יצירת מסגרות היברידיות לכדי יצירה תרבותית משולבת,



5



6



4



7

תמונה 4:

סל מס' 1, הממחיש פיצול של משטח למרכיבים מודפסים וקלועים

תמונה 5:

סל מס' 2, שהודפס בניילון. הסל בעל שלוש שכבות הצפות זו על גבי זו – הראשונה מודפסת, השנייה מסיבי קנה המודבק בכיוון אנכי והשלישית מסיבי קנה המודבק בכיוון אופקי, כאשר כל שכבה מודגשת בצבע אחר

תמונה 6:

סל מס' 3, ניילון מודפס, קנה ופיגמנט

תמונה 7:

סל מס' 4, ניילון מודפס, סיבי קנבס, כותנה ולוח עץ כבסיס

אשר לאו דווקא מזוהה עם יוצר כלשהו אלא מתפתחת למרחב שמכיל יוצרים רבים ומגוונים. העבודות והתהליכים שאני פורש כאן אינם הנושא כי אם הדוגמה. חיפוש הצעד הבא דרך בניית גשרים חברתיים בין מתחים חומריים, טכנולוגיים ויצירתיים מנוגדים הוא רק נתיב אחד מני רבים של העבודה ששורשיה הוצגו במאמר זה.