

מהירות

ינאי טויסטר

ההיסטוריה של הצילום הניבה עושר מרתק של נרטיבים תיאורטיים. עם זאת, רובם המכריע מסתמך על הנחה בעייתית – ההנחה שאפשר ונכון להשוות בין צילום לראייה. השוואה זו מורכבת מביטויים שמהם עולה אחת או יותר מהאפשרויות הבאות: (1) המצלמה היא סוג של עין מכנית (או מתפקדת ככזו); (2) פעולת הצילום מקבילה (אם לא זהה) לפעולת הראייה; (3) התבוננות בתצלומים כמוה כהתבוננות בעולם. במאמר זה אבקש לטעון כי השוואה זו אינה פונקציונלית כלל ועיקר, אלא השוואה שמטרותיה פוליטיות במובהק – הכרזה על קטגוריה חדשה של "אמת", "מציאות" וכיוצא באלו, הצומחות מתוך "טבע" שכביכול התקיים קודם לכן. אבהיר כאן כי ההשוואה בין צילום לראייה התאפשרה, בין השאר, בשל תלות בנסיבות פיזיקליות ובפעולות טכניות-טכנולוגיות במסגרת נסיבות אלו – באמצעות סוגים שונים של מהירות.¹ השוואה זו התקבעה לא רק עקב תלות זו, אלא גם בשל הטיות ופרשנויות שלה, שחלקן נכונות, וחלקן שגויות ולעיתים מניפולטיביות. מה מקומה של השוואה זו כיום? האם יש לקבל אותה כמות שהיא, לנסח אותה מחדש או לדחות אותה כליל? בכוונתי להתעכב על כמה רגעים אסטרטגיים בהיסטוריה של הצילום, בניסיון לבצע קריאה פוליטית של ההתניות, היישומים והפירושים של סוגי המהירויות השונים ויחסם לצילום, או בעקבות פול ויריליו – קריאה "דרומולוגית".²

מאמר זה יסתיים בטענה כי באופן מפתיע השתנתו בעשורים האחרונים של סוג מהירות חשוב – מהירות הסגר – מאפשרת כיום לקעקע את מיידיותה של ההשוואה בין ראייה לצילום. יתרה מכך, ההיעלמות המסתמנת של הסגר מאפשרת כיום גם לוותר על ההיררכיה המסורתית שבה הדימויים שהצילום מייצר – כלומר התצלומים – חשובים פחות מהמערכות הטכנולוגיות והמושגיות שמייצרות אותם. בסיכומי של מהלך זה אוכל לאפיין באופן מורכב יותר את יחסי הגומלין שבין ראייה אנושית לטכנולוגיות של ראייה, חישה והדמיה – אקולוגיה פוסט-אופטית של צילום.

אור ומהירות האור

האור, כך נטען פעמים רבות, הוא תנאי הכרחי לצילום. אך עוד לפני הופעת הצילום היתה הראייה, שגם היא אינה מתרחשת בהיעדר אור – לפחות אצל בני האדם. על כך כתבה אינגבורג בכמן: "אין תחת השמש דבר יפה יותר מלהיות תחת השמש".³ במילים אחרות, האור מאפשר את הראייה האנושית, והראייה – יותר מן השמיעה ומחוש המישוש – מאפשרת לנו להבחין בין הקבוע למשתנה. יכולת זו של הראייה איננה תלויה חלל, והיא עומדת לרשותנו כמעט בכל זמן. זו הסיבה שחוש הראייה הושווה לא פעם למחשבה, ומאז ימי אפלטון נחשב לנעלה שבחושים.

אך גם בהינתן כמות מספקת של אור, הראייה האנושית אינה יכולה להתרחש ללא תכונה עקרונית של האור – מהירותו הבלתי נתפסת, שבזכותה עומדת לנו היכולת להתבונן בעולם ולראות אותו בצורה סימולטנית, מיידית, ללא פער בין הרגע שבו מבנה מסוים של קרני אור מוחזר (או בוקע) מאובייקט בעולם ובין הרגע שבו אותו מבנה קרניים פוגע ברשתית העין. כך לפחות אנו נוהגים לחשוב.

אבל ראשית כול, מהי מהירות? בלי להידרש להסברים פיזיקליים מורכבים, אפשר לומר כי המונח "מהירות" מתייחס לקצב השינוי במיקומו של חומר מסוים או של חלקיק אנרגיה. שינוי גדול במיקום לאורך פרק זמן נתון משמעו מהירות גבוהה, ואילו שינוי קטן לאורך אותו פרק זמן משמעו מהירות נמוכה.⁴ על פי תורת היחסות הפרטית, המהירות הגבוהה ביותר האפשרית היא מהירות האור, שבה יכולים לנוע רק אנרגיה או מידע (חומר איננו יכול לנוע במהירות האור). עם זאת, יש להבהיר כי על אף שמהירות האור גבוהה ביותר, היא איננה מהירות אינסופית, ולכן הראייה האנושית אינה מיידית כפי שאנו נוהגים לחשוב. מכיוון שהאור צריך לצלוח מרחק מסוים מהאובייקט אל עינינו, יש תמיד פער מסוים בין הרגע שבו האור "יוצא" מהאובייקט ועד לרגע שבו הוא "מגיע" אל הרשתית (כך לפחות על פי חוקי הפיזיקה הקלאסית).

ואף על פי כן, כיוון שמהירות האור היא עצומה בכל קנה מידה, קרני האור מגיעות בדרך כלל לעינינו בתוך ננו-שניות אחדות (ננו-שנייה היא מיליארדית השנייה), ולכן אנו נוהגים להתייחס לפרק זמן זעיר זה כאילו איננו קיים כלל. אם מתרחשים שינויים מוחשיים באובייקט, בדרך כלל הם לא יתרחשו במשך פרק זמן חטוף כל כך. לכן הראייה היא כמעט תמיד הדרך היעילה ביותר לחוות את העולם, ולחוות אותו בזמן אמת – לראות את מה שקורה בעולם "עכשיו". בפשטות, מהירות האור מאפשרת לא רק את הראייה, אלא חשוב מכך – את אשליית המיידיות של הראייה.

בניגוד לאשליות אחרות, אשליה זו איננה רק נעימה אלא גם בלתי מסוכנת בזמנים כתיקונם, בוודאי ככל שמדובר בפעולות ראייה המתרחשות על כוכב הלכת ארץ. אך אם נתבונן בלילה בהיר בכוכבים שבשמים בעין בלתי מזוינת, חווית הראייה שלנו לא תהיה סימולטנית ולא מיידית. המרחק האדיר בין כדור הארץ לבין כוכבים מסוימים והזמן הממושך שנדרש לאור לצלוח אותו הופכים את הצפייה בכוכבים לדבר שונה מאוד מראייה "רגילה". מה שנראה במקרים כאלה איננו האובייקט – כוכב כלשהו – כפי שהוא מתקיים ברגע שאנחנו מתבוננים בו, אלא האובייקט כפי שאולי התקיים לפני מיליוני שנים. גם אם כוכב יתפוצץ בשעה שאנו מתבוננים בו לא נבחין בכך. במקרה הטוב נוכל להבחין בפיצוץ כעבור מיליוני שנים. בתרחיש הבלתי סביר שנתכנן מסע אל הכוכבים על סמך תצפיות שנעשו מכדור הארץ, מסענו עשוי להסתיים במפח נפש שכן יעד המסע לא בהכרח יהיה במקומו בשעה שנגיע אליו. עם זאת, יש לציין כי גם במקרים של התבוננות בכוכבים, על אף שלא מתאפשרת לנו ראייה במובנה הרגיל, כיוון שמהירות האור היא מהירות סופית, קבועה וידועה, עדיין אפשר תיאורטית לחשב במדויק את פרק הזמן שבין רגע פיצוץ הכוכב לבין הרגע שבו יתאפשר לנו לראות אותו. למעשה, כלל לא בטוח שהמונח "ראייה" מתאים לצפייה בכוכבים. לטעמי המונח חישה (sensing) מדויק יותר.

מהירות לא קבועה

מבחינות מסוימות, צפייה בכוכבים היא פעולה מורכבת פחות מהתבוננות בתצלומים. התבוננות בתצלומים תלויה, תמיד ובהכרח, במהירות שאינה קבועה, אינה ידועה ולפיכך אינה ניתנת לחישוב. אני יכול להתבונן בתצלום של איש מיד לאחר שצולם, או כעבור ימים או שנים רבות. במקרים רבים לעולם לא אדע מתי הוא צולם. לעניין זה, גם תצלומי הכוכבים המוכרים של תומס רוף (Sterne) הם ככל התצלומים (ר' דימוי 1). גם אם הם מייצגים עבר רחוק (ולא סתם עבר), מהתבוננות בהם אין לנו כל דרך לדעת איזה רגע בזמן עבר הם מייצגים. וגם אם יש לנו ידע כלשהו על מועד הצילום, הוא לעולם אינו נובע מהתצלום עצמו, אלא מועבר אלינו באמצעים אחרים: על ידי כותרת כלשהי שניתנה לו, או על ידי מידע נלווה (מטא-דאטה).⁵



דימוי 1: לואי-זאק-מאנד דאגר, צדפים ומאובנים, 1839

מהירות סגר

פעולת הצילום שונה בתכלית מפעולת הראייה ותלויה בסוגי מהירות שונים שכולם בלתי קבועים, בלתי ניתנים לחישוב ועל כן בלתי ידועים. אם נתחקה אחר השתנותם של סוגי מהירות אלו נוכל, כך אני טוען, להבין מחדש את ההיסטוריה של הצילום ואת הפוליטיות הגלומה בהגדרות התיאורטיות השונות שליוו אותו בשלבים שונים של היסטוריה זו. סוג מהירות חשוב שאדון בו כעת הוא מהירות הסגר – מהירות הפעולה שבאמצעותה מתאפשרת חשיפת המשטח הרגיש לאור.

הופעת הצילום באמצע המאה התשע-עשרה היתה, כך ניתן לומר בוודאות גם היום, סדרה של אירועים שמקורותיה שנויים במחלוקת. לב המחלוקת, כפי שהדגים היטב ג'פרי באטצ'ן, נסוב על הגדרת הנסיבות והאינטרסים שלהם יש לייחס את הופעת הצילום כרעיון. אך מכיוון שאלו אינם מוסכמים, טען באטצ'ן, גם לא ניתן לקבוע כי טכנולוגיה בודדת מסוימת היא האחראית להמצאת הצילום.⁶ באותו אופן קשה גם להתייחס לצילום כאל גוף הומוגני. עם זאת, לכל מופעיו המוקדמים של הצילום – באנגליה, בצרפת ובמקומות אחרים – משותף הצורך בסדרה ארוכה של פעולות גופניות כדי לייצר את התצלום. פעולות אלו, יש להבהיר, דרשו זמן ממושך שהיה במקרים רבים ארוך יותר מהזמן שנדרש לייצר רישום, הדפס או ציור.

אחת מפעולות אלו היתה כמובן חשיפת החומר הרגיש לאור, בין שבאמצעות הוצאתו לאור השמש (כשדובר בפוטוגרמות) ובין שבאמצעות הסטת הכיסוי שמעליו או לפניו. מובן שבאותן שנים ראשונות לא היו בנמצא עדשות אופטיות ייעודיות לשימוש בצילום, ולכן אם נעשה שימוש בעדשות, הן היו עדשות ללא סגר מכני. ה"סגר" היחיד שהיה בנמצא באותן שנים ראשונות היה הפקק שחסם את העדשה או הבד השחור שכיסה את המצלמה, ואת שניהם צריך היה להסיר ידנית כדי לאפשר חשיפה. לכן, בראשית ימי הצילום נגזרה מהירות ייצורם של תצלומים בהכרח ממהירות התנועה של גוף אנושי (או לפחות לא יכלה לעבור אותה – צלם אטי לא יכול היה לצלם מהירות וגם לא לצלם במהירות).

כדי לסבר את האוזן, ההליוגרפים של נייפס בשנות העשרים של המאה התשע-עשרה דרשו חשיפות של כשמונה שעות. דאגרוטיפים מוקדמים דרשו זמן חשיפה נדיב של 15 עד 30 דקות. רק בתחילת שנות הארבעים של המאה התשע-עשרה הואץ תהליך החשיפה של הדאגרוטיפ לכדי דקה עד שתיים. באותו זמן ממש, בצדה השני של התעלה האנגלית, דרשו הרישומים הפוטוגניים של טאלבוט 30 עד 60 דקות. רק עם המצאת הקאלוטיפ התאפשרו חשיפות קצרות יותר של דקות ספורות.⁷ בשל מגבלות אלו, בראשית ימי הצילום צלמים לא יכלו, גם אם רצו, לתאר את כל מה שראו עיניהם. כל אובייקט או סיטואציה שרכיביהם לא היו נייחים לחלוטין לא היו בני-צילום. בשל כך מובן מדוע, במבט לאחור, נדמה כי צלמים במקומות שונים ייצרו תצלומים דומים להפליא. חשבו על תצלומי הצדפים והמאובנים של דאגר בצרפת אל מול תצלומי החרסינה והקריסטל של טאלבוט באנגליה. אלה וגם אלה, אני טוען, אף שהם מייצגים עולם תרבותי מסוים והתכוונות ברורה, מעידים יותר מכול על האילוצים הטכניים-טכנולוגיים שבהם היו נתונים גם דאגר וגם טאלבוט (ר' דימויים 2–3). חשבו בהקשר זה גם על התצלום שבו צילם נייפס את ביתו (התצלום ה"ראשון", כפי שנטען), אל מול תצלום טירתו של טאלבוט מספרו "העיפרון של הטבע" (הבניין ה"ראשון" ש"צייר את התמונה של עצמו").⁸ בלי להתייחס לעניין הבכורה ההיסטורית, מובן כי כורח עיקרי אחד משותף לשני תצלומים אלה: ההנאה שבאיטיות. אותה הנאה המשיכה לאפיין את הצילום גם שנות אור מאוחר יותר, בתצלומי הפיסול האנונימי של הזוג ברנד והילה בכר, גם אם אינם מתארים אחוזות בכפר אלא מגדלי מים, ממגורות או מפעלי פלדה. אלה גם אלה הם ניסיונות להוכיח שמה שלכאורה אינו נייד הוא גם קבוע, ומה שקבוע עשוי להיות "נצחי" (או רשאי להתחזות לכזה).



דימוי 2: וויליאם הנרי פוקס טאלבוט, פריטים מזכוכית (פלטה 4 מתוך 'העפרון של הטבע'), 1844

בשל כך תמוהה במיוחד בחירתו של טאלבוט להלל את "המהירות" שבה מבצע הצלם את מלאכתו של הרשם.⁹ תמוהים גם ניסוחיו של דאגר – בחירתו להתייחס ל"מיידיות" של פעולת הצילום.¹⁰ כיצד ניתן להסביר הצהרות אלו? האם יש להבינן כפועל יוצא של רוח התקופה? מובן שהמצאת הרכבת הגדירה מחדש את מושג המרחק ואיתו גם מושגים של זמן ומהירות. אך נוכח המצאת הטלגרף כאמצעי תקשורת, פעולה שאורכת כמה דקות בוודאי אינה יכולה להיחשב כפעולה מיידית. אני מציע לפרש הצהרות אלו כבחירה מכוונת ומודעת מצד חלוצי הצילום, שנעשתה למען שתי מטרות עיקריות: ראשית, כדי להתרחק ממסורות מוקדמות של תיאור, ובפרט מאלו שעדיין מורכבות ממלאכות שלימוד השליטה בהן, ובפרט יישומן, הוא תהליך אטי וממושך. מסורות אלו ואילוניהן, נדמה שנאמר, הפכו בלתי רלבנטיות עם המצאת הצילום. שנית, כדי להציג את הצילום כזירה שבה חשיבותה של המלאכה פוחתת, או כלל אינה קיימת – ודאי לא כמלאכה המחייבת את האמן לקנות לו שליטה בגופו או בחלקים ממנו. שהרי רק מה שיכול להיעשות "מהר" אינו נתון לכבלי החומר. רק מה שנעשה באופן "מיידית" נעשה ללא גוף אנושי, ללא תיווך (לכאורה). לחלופין, גם מה שעדיין אטי אך יש לו פוטנציאל מהירות קרוב יותר אל המחשבה. לכן נדמה שרק הצילום, כמו הראייה, יכול לזהות את הבלתי משתנה, את הקבוע, הנצחי.



דימוי 3: אנדראס פיינינגר, צלם העיתונות, 1951

בנימה אחרת אפשר גם לטעון שהתצלום, כמופע הנפוץ ביותר של הצילום, מזמין את ההרהור בנצחי לא רק מכיוון שהוא "מייד", אלא מכיוון שהוא עצמו לכאורה "נצחי" – או במילים אחרות אינו רגיש לשינויים ואינו מאפשר שינויים. "תצלום של אובייקט (וגם סרט) אינו משתנה,

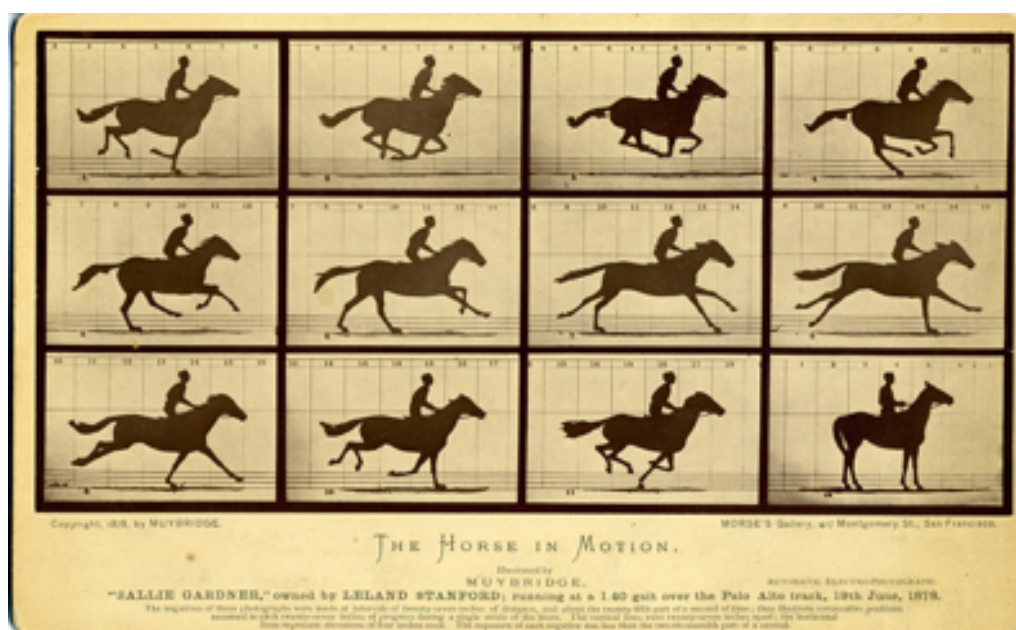
גם אם האובייקט השתנה. במילים אחרות, אני יכול להתבונן בתצלום של איש, כל איש, ימים, חודשים או שנים לאחר שצולם. האיש בוודאי שהשתנה, ייתכן שאיננו עוד, אך התצלום שלו נשאר כשהיה. רק אם האובייקט השתנה לפני שצולם יהיה התצלום שונה. כדי להבהיר נקודה זו נפנה שוב לדוגמת הכוכב: אם נתבונן בכוכב במשך מיליוני שנים ברציפות, נוכל בסופו של דבר לראות גם את הפיצוץ שהשמיד אותו. לעומת זאת, נוכל להתבונן בתצלום במשך מיליוני שנים ברציפות, אך התצלום לא ישתנה.

אותם שיקולים הובילו את טאלבוט, דאגר, נייפס ואחרים לאמץ את מושג הטבע כמונח משלים אך גם אינטגרלי לתופעה שנקראת צילום. כך התאפשר להציג את התצלום כמעין הופעה של "קסם" או "פלא"¹² שאין טעם לפקפק בו, כיוון שהוא נובע, ממש כמו תופעות טבע שונות, מעקרונות נצחיים אך מופשטים, עקרונות שלעולם לא נהיה מסוגלים לתפוס ולהבין עד תום. אירוני הוא שדווקא "טבע" זה, שמלכתחילה היה רק רטוריקה מטאפיזית, פשטנית ונבובה נשאר איתנו, השתרש בתודעתנו וקנה עליה בעלות.

עדות לאורח מחשבה זה ניתן למצוא בהנחה הרווחת ביחס לתכונות המשותפות לכאורה של העין ושל המצלמה, שהופכות אותן לשתי מערכות מקבילות. על פי הנחה זו, גם העין וגם עדשת המצלמה מעבירות באופן דומה אותות טבעיים (אלקטרומגנטיים) – מבנים של קרני אור שמוחזרים או בוקעים מאובייקטים ב"מציאות". אחר כך המוח והפילם, או החיישן, מעבדים לכאורה את האותות באופנים דומים. הנחה זו משמשת כדי לטעון שהתצלום מראה לנו (או יכול להראות לנו) את מה שעין אנושית היתה רואה אילו עמדנו במקום המצלמה בשעת התצלום.¹³ על פי הנחה זו, אילו עמדת בשנת 1843 ב-Lacock Abbey, הייתי גם אני רואה את גביעי הקריסטל של טאלבוט כפי שהמצלמה שלו "ראתה" אותם. זו הנחה שכיום יש לדחות.

כעת, כשצילום יכול להתבצע כמעט במהירות האור (ועל כך בהמשך), מובן עד כמה זו הנחה בלתי סבירה. ראשית, מכיוון שתכונות נוירולוגיות וקוגניטיביות ממלאות תפקיד חשוב בכל הנוגע לתפיסת הצבע, העומק והתנועה בראייה האנושית. במצלמה אין תהליכים מקבילים לתכונות אלו. בנוסף, ישנן שפע של סיבות אנטומיות לדחות את ההשוואה בין העין למצלמה. הנה כמה מהן: יש לנו שתי עיניים ולא אחת; עינינו לעולם אינן נייחות ונמצאות תמיד בתנועה (למעשה הראייה האנושית דומה יותר לצילום וידיאו מאשר לצילום סטילס, אם בכלל); שדה הראייה שלנו אליפטי ואינו תחום במסגרת מלבנית; עינינו קעורות במרכזן, ובשל כך האזור החד נמצא רק במרכז שדה הראייה שלנו, ואיננו יכולים לראות בחדות על פני כמה מישורים (ובעגה הצילומית: אין לנו יכולת לראות בעומק שדה מלא).

את ההשוואה בין צילום לראייה, בין שנולדה במאה התשע-עשרה ובין שעוד קודם לכן, אין עוד צורך לקבל. יתרה מזו, ודאי שאין כל "איון טבעי" שבו המצלמה היא התגלמות של "עין טבעית אחרת". וגם אם יש איון כלשהו – כפי שאולי רומז אנדריאס פיינינגר בתצלומו "צלם העיתונות" (ר' דימוי 4) – הוא כנראה מדגים את ההפך הגמור. אם העין האנושית היתה מהונדסת וממוכנת כמו המצלמה שבתצלום זה, היינו רואים כמו שמצלמה רואה. ביום מן הימים (וייתכן שהוא קרוב מכפי שהיינו רוצים להודות) אכן יהיה אפשר להנדס ולתכנת את עינינו

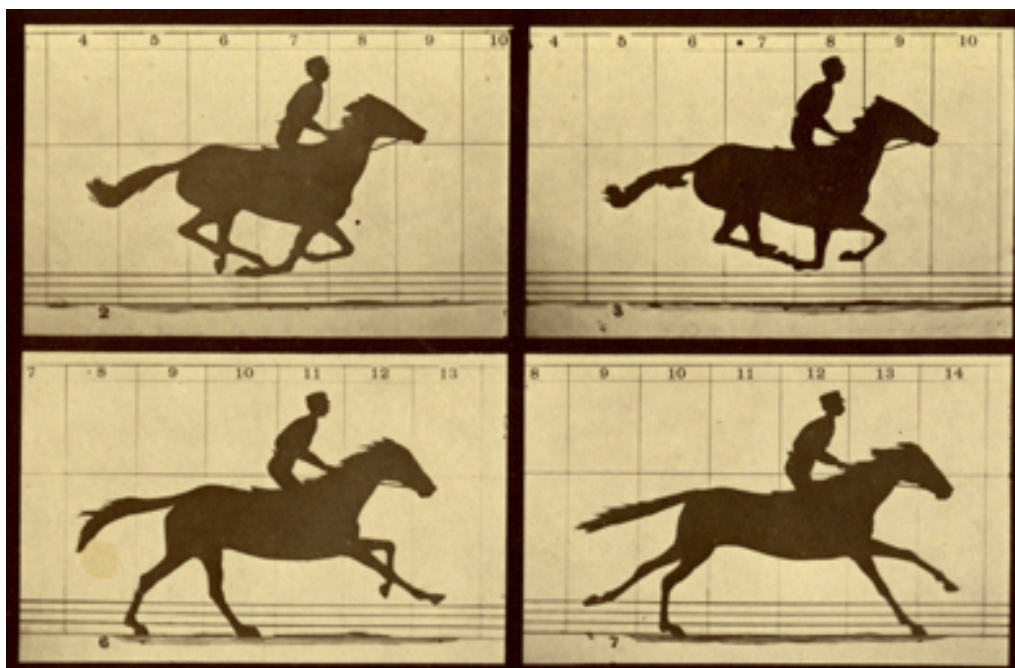


דימוי 4: אדוארד מאיברידג', הסוס בתנועה, 1878

כמו מצלמות, או שהן עצמן יהיו מצלמות. בדיוק בשל כך, אם ברצוננו להשתמש בצילום ככלי ללמוד באמצעותו על העולם שסביבנו, יש טעם להסדיר את מערכת היחסים בין ראייה לצילום באמצעות מבנים רטוריים ולוגיים שאינם נוקקים למונח "טבע".¹⁴

בסוף שנות הארבעים ותחילת שנות החמישים של המאה התשע-עשרה הופיעו פלטות נגטיב מזכוכית שהאיצו את תהליך החשיפה עשרות מונים. כך התקצר משך החשיפה לשניות בודדות (פרק זמן ארוך להחריד במונחים של ימינו). חשיפה של חלקיקי שנייה נעשתה אפשרית רק עשרות שנים מאוחר יותר – לקראת סוף שנות השבעים של המאה התשע-עשרה,¹⁵ ובאה לעולם באדיבות מהנדסיו של לילנד סטנפורד, שתכננו בשביל אדוארד מאיברידג' סגרים מכניים משוכללים שהיו מהירים יותר מאי פעם.¹⁶ כך הצליח מאיברידג' "להקפיא" בתצלומיו את דהרתה של סאלי גארדנר (סוסתו של סטנפורד) במסלול בפאלו אלטו, ורק כך אפשר היה להוכיח כי מהלך דהרתה אכן כלל רגעים שבהם כל ארבע הפרסות ריחפו באוויר (ר' ים 5א ו-5ב). תצלומים אלה, יש להבהיר, זכו בתחילה לתגובה צוננת מצד אמנים וצלמים אחרים, וודאי שגם מצד הציבור הרחב. התצלומים, כך נטען, היו "לא טבעיים" ואפילו "בלתי אמיתיים". אך התגובה לא נבעה מספק ביחס לאמינות הישגיו של מאיברידג' או מפקפוק באישיותו; היא נבעה מתחושה מוצדקת שהישגים אלה מאתגרים לא רק את סכמות הייצוג הרווחות, אלא גם את אופני התפיסה האנושיים, שכן גם אם אדם מסוים מאמין שסוסים אכן דוהרים כמו בתצלומיו של מאיברידג', אין לו כל דרך לאשש או להפריך אמונה זו שלא באמצעות תצלומים נוספים.

בזכות מהירויות אלו חשפו תצלומיו של מאיברידג' אמיתות נוספות – לא רק בתחום פרסות הסוסים או הלכות דהרתם, אלא בעיקר ביחס לעין האנושית, שעתה התברר כי כלל אינה קולטת תופעות רבות, שחלקן (האופטיות שבהן) זכו אחר כך לכינוי "התת-מודע האופטי".¹⁷ ואם יש



דימוי 4a: אדוארד מאיברידג', הסוס בתנועה, 1878 (פרט)

בעולם תופעות שהעין אדישה ואף עיוורת אליהן, הרי שנסתם הגולל על האפשרות לאמונה חסרת מצרים בראייה. מעתה יש לומר: Seeing is not believing.

למי אם כן יש לייחס את חשיפתן של אמיתות אלו? לא לעקרונות טבעיים מוכרים משחר הימים וגם לא לכאלה שהתגלו לא מכבר. מהירות הסגר הפכה אפוא למשתנה משמעותי שהצופה לא יכול היה שלא לתת עליו את הדעת. יתרה מכך, בנסיבות אלו מובן והגיוני היה שגם תצלומים מוקדמים יותר, שלא יוצגו בהם שום תנועה, יוחסו פחות לנדיבותו של הטבע ויותר למהירות הסגר ולמצלמה שבתוכה הוקם הסגר. אט-אט החלו תצלומים להצטייר בתודעתו של הקהל לא כפלא טבעי כי אם כתוצר של פעולה מכנית. היות שהמכשיר שייצר את הפעולה שייצרה את התצלומים שייצרו את האמת היה מהונדס וממוכן לעילא ולעילא, התברר כי רק המכשיר, המכונה, הוא-הוא מקור סמכותו של הצילום. בסוף המאה התשע-עשרה, כך אני מציע, התחוויר כי לא הפרספקטיבה הגאומטרית של פיליפו ברונולסקי, האופטיקה של רוברט הוק ואייזק ניוטון או הכימיה של ג'ון הרשל הן התגליות הגדולות שאפשרו את הצילום; היתה זו המכניקה של לילנד סטנפורד ומהנדסיו העלומים.

זאת ועוד: מהירות הסגר שנוולדת כתוצאה מהמכניקה של הצילום אפשרה לנו גם להבדיל בין שני סוגים שונים של חוויה – ראייה וצפייה. הבדל זה נובע ממה שניתן לכנות "תאימות טמפורלית" (שהיא בהכרח תלוית מהירות): אם סאלי גרדנר נוקקה ל- x שניות כדי לרוץ y מטרים, יידרשו לי (אילו נכחתי בשנת 1878 בפאלו אלטו שבקליפורניה) x שניות לראות אותה עושה זאת. לעומת זאת, אין כל הכרח לבלות את אותן x שניות בצפייה בתצלום. למעשה, לזמן הדרוש כדי לצפות בתצלום של מאיברידג' (או כל תצלום אחר, לצורך העניין) אין כל קשר לזמן



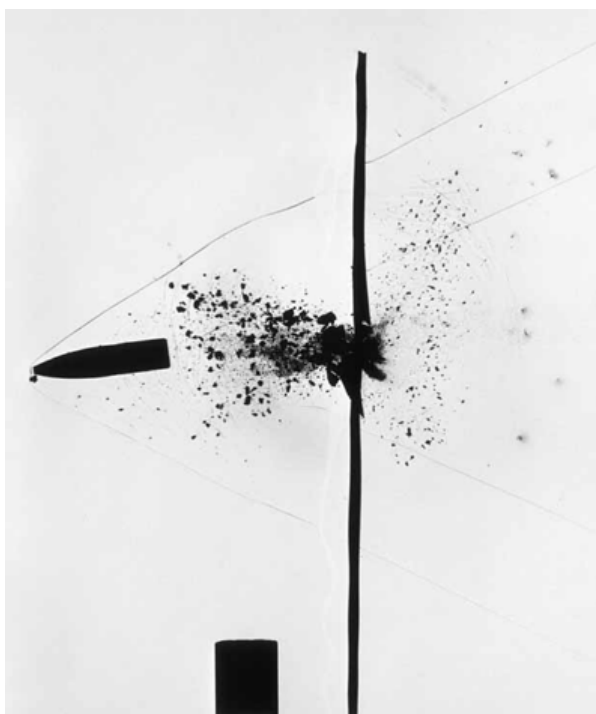
דימוי 5: טימותי או'סאליבן, קציר המוות, 1863

שלקח לבצע את הפעולה המתוארת בתצלום. אם נתעלם לרגע מתולדות הצילום והקולנוע, ונניח כי מאיברידג' לא רק צילם אלא גם הסריט את סאלי גרדנר בדהרה, גם סרט דמיוני זה ידגים אותה טענה. אם אורכו של הסרט 50 שניות, אני יכול לצפות בו מנוגן במהירות נמוכה – על פני 500 שניות, מנוגן במהירות גבוהה – על פני 5 שניות, מנוגן בלופ או מנוגן במהירות שלילית (לאחור). גם במקרה זה אין כל קשר בין פרק הזמן הנחוץ כדי לראות את הפעולה עצמה לבין פרק הזמן שאחליט לבלות בצפייה בסרט שלה.

ראייה היא מצב שבו אני חווה באופן דומה גם את המציאות, גם תצלום וגם סרט. ננו-שנייה של התרחשות בעולם נקלטת במערכת הראייה במשך ננו-שנייה של פעילות קוגניטיבית. לעומת זאת, צפייה היא תהליך שבו אפשר לצפות באירוע של ננו-שנייה גם במשך שעה או יותר. צפייה מאפשרת למשך התהליך הקוגניטיבי להתנתק ממשך הזמן של ההתרחשות בעולם. רק טכנולוגיות של צילום מאפשרות צפייה שהיא בהכרח – חשוב לציין – חוויה בלתי השתתפותית; כל סיטואציה אחרת של ראייה או התבוננות עשויה להפוך אותנו למשתתפים. חשבו בהקשר זה על "צופים" במופעים אירובטיים. עשרות פעמים בהיסטוריה התרסקו מטוסים על צופים במופעים כאלו והפכו אותם למשתתפים בעל כורחם. כמה פעמים התרסקו מטוסים על צופים בתצלום או בסרט? הצופה בתצלום לעולם מורחק מהסיטואציה, מנותק ומוגן מפניה. טכנולוגיות צילום למיניהן הביאו לעולם את הביטחון שבצפייה ומאפשרות אותה גם כיום.



דימוי 6: רוברט קאפה, לוחם לויאליסט ברגע מותו, קרו מוריאנו, 5 בספטמבר 1936, 1936



דימוי 7: הרולד (דוק) אדג'רטון, קליע דרך פלקסיגלאס, 1962. באדיבות MIT Museum

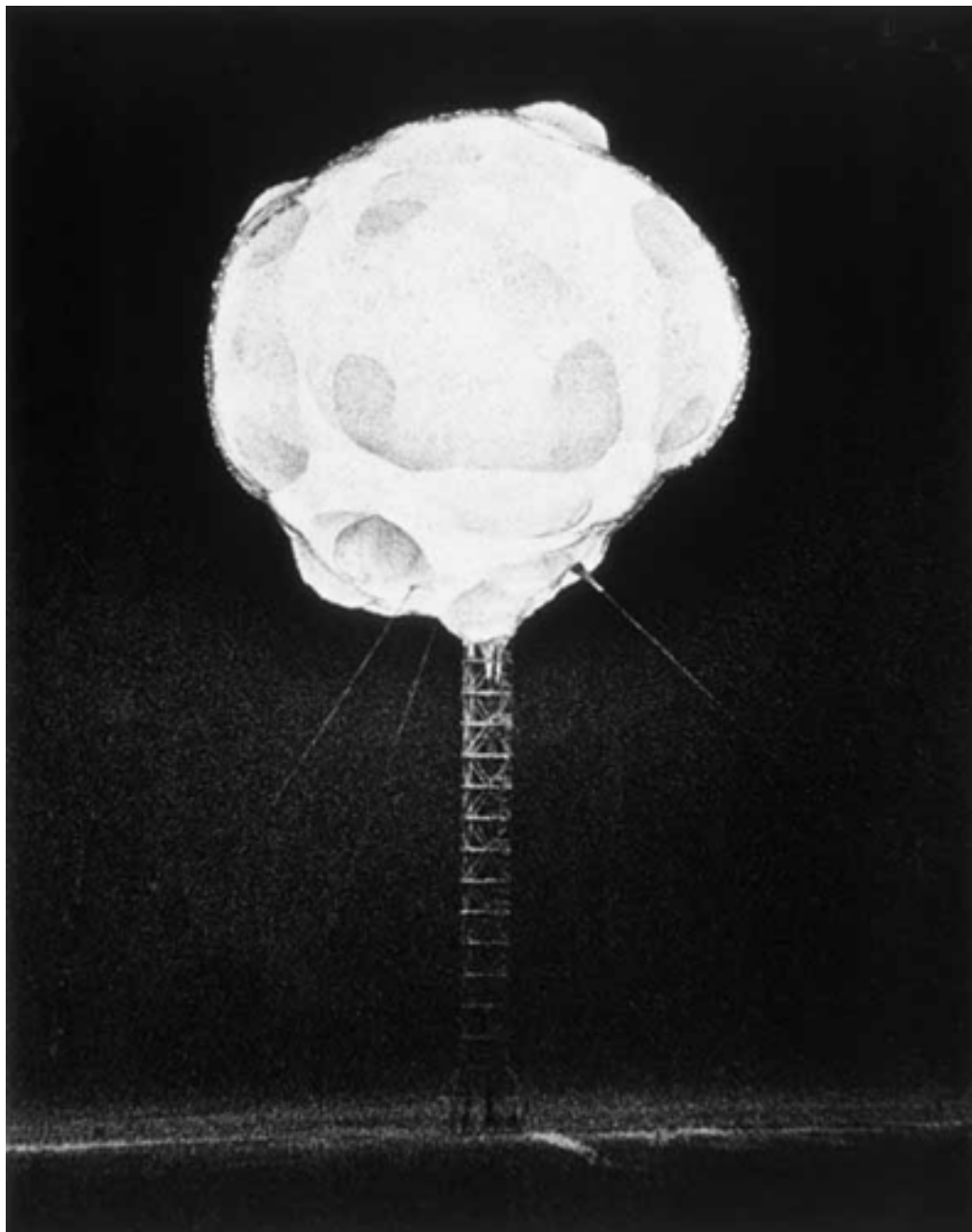
ההיסטוריה של הצילום מדגימה בבירור כי מהירויות הסגר המואצות הקדימו את הופעתן של מהירויות מואצות אף יותר. כך התאפשר ייצורן של מצלמות שהיו קלות וניידות יותר, ונושאי הצילום החלו להשתנות תדיר, גם כאשר מושאיו נשארו דומים. בהקשר זה אפשר לחשוב על תצלומו של טימותי או'סאליבן "קציר מוות", ועל תצלומו של רוברט קאפה המראה את מותו של חייל במלחמת האזרחים בספרד (ר' דימויים 6 ו-7). האם אפשר להעלות על הדעת ניגוד משווע יותר? שני התצלומים, כידוע, מניפולטיביים להפליא, אך בדרכים שונות לחלוטין – האחד

אפי אך מאופק, השני מעושה כריקוד קבוקי – ושניהם מאפשרים לנו להיות צופים ורק צופים. מהפרספקטיבה של זמננו אפשר לזהות כי אף על פי שהאמונה במכונה לא דחקה לחלוטין את האמונה בטבע מהשיח ומהמחשבה על צילום, היא כן הולידה סוג חדש של ביטחון עבור הצופה, ביטחון שנובע מהידיעה שגם אם תצלומים אינם מראים לנו את העולם (או חלקים ממנו) בדיוק כפי שאנו בני האדם היינו רואים אותו, קשר סיבתי כלשהו תמיד מבטיח לנו סוג של אותנטיות בצילום. דבר מה שניתן לצפות בו בתצלום אכן התקיים בהכרח בעולם ברגע מסוים, גם אם מעולם לא ראינו ולעולם לא נראה אותו.

מכונה, מהירות סנכרון, מהירות הקרנה ומהירויות אחרות

מחירו של הביטחון תמיד יקר. אם המכניקה היא ההישג הגדול ביותר שאפשר את הצילום כפי שאנו מכירים אותו, אפשר לטעון שהצילום הוא (והיה מתחילתו) רק מגרש המשחקים של המכונה. פיטר הנרי אמרסון, לדוגמה, סירב לזקוף לזכותו של הצלם גם את הישגיו המשמעותיים ביותר, משום שלשיטתו, יהיו אשר יהיו פעולותיו של הצלם, אין במעשה הצילום כל פעולה משמעותית פרט לפעולותיה של המכונה.¹⁸ באופן מורכב יותר (אך לא בלתי דומה) תיאר גם וילם פלוסר את הצילום כזירה של התגוששות בין מכונה לאדם (או "פונקציונר", כפי שכינה אותו לעיתים). יש פעולות שהצלם יכול לבצע, אך לעולם אין בהן כדי להכריע את המכונה,¹⁹ אם כי אפשר להתחכם לה – באמצעות הנדסה מחדש. לשיטתו, אם ננסה להתערב בתוכנה (program) של המכונה, נוכל אולי להפעיל אותה בדרכים שלא יועדה להם.²⁰ אחד הגיבורים הבלתי מעורערים של ניסיון זה, לטענתי, איננו אמן אלא דווקא מדען – הרולד (דוק) אדג'רטון – פרופסור להנדסת חשמל במכון הטכנולוגי של מסצ'וסטס (MIT).

אדג'רטון, שאתגר לאורך עשרות שנים את מושג המהירות בצילום, ידוע בעיקר בזכות ניסוייו במבזקים ובסטרובוסקופים שהניבו, החל משנות השלושים של המאה הקודמת, דימויים איקוניים רבים. יש להבהיר כי על אף שהם מוכרים בעיקר כתצלומי סטילס ותו לא, למעשה הם תוצרים של תהליך צילומי-קולנועי היברידי. כחלק מתהליך זה פיתח אדג'רטון מצלמת קולנוע מהירה ביותר, שהיתה מסוגלת כבר בשנות השלושים לצלם עד 15,000 פריימים בשנייה (כלומר מהר יותר מ-1/15,000 השנייה). באמצעות אלקטרוניקה משוכללת חיבר אדג'רטון את מצלמתו לסטרובוסקופ מתוחכם, שהיה מסוגל גם הוא להבזיק 1,000 פעמים בשנייה, בסנכרון מלא למצלמה. בשנות השישים הוא השיג גם מהירויות של מיליונית השנייה, ונהג להקרין את סרטיו בקצב נמוך יותר מקצב הצילום (בדומה להקרנות הזואופרקסיסקופ של מאיברידג'). כשסרטיו של אדג'רטון הוקרנו בקצב של מקרנת קולנוע "נורמלית" (24 פריימים בשנייה), הם לימדו אותנו על העושר האדיר של תגובות ותתי-תגובות שמתרחשות בתוך אירועים עדינים שבעדינים – טיפות מתפזרות לכל עבר בתוך כוס חלב, או נחילים של פיסות נייר שניתזות כאשר קליע מפלח חומר אורגני או לא אורגני (ר' דימיו 8). בניגוד לתצלומיו של מאיברידג', את תצלומיו של אדג'רטון לא ניתן לשחזר (גם לא כיום) ללא אלקטרוניקה מורכבת. כך או כך, מסעו הארוך של הצילום אל חיקה החם של הנדסת החשמל החל כבר לפני שמונים שנה. אדג'רטון מילא גם



דימוי 8: הרולד (דוק) אדג'רטון, פיצוץ אטומי, 1952 (משוער). באדיבות MIT Museum

תפקיד מסוים בפיתוחן של טכנולוגיות כמו צילום תת-מימי, צילום אוויר וצילום Time Lapse, שכולן נסמכות במידה כזו או אחרת על מהירות סנכרון עצומה. מוכרות פחות (אך מעניינות לא פחות) הן טכנולוגיות אחרות שהיה מעורב בהן, כמו צילום Rapatronic (צילום בסגר אלקטרוני מהיר), צילום שלירן (Schlieren) וסונאר. צילום Rapatronic נדרש כאשר מבקשים לתפוס בדיוק את הרגע של פיצוץ גרעיני, המתרחש

כידוע במהירות אדירה (תצלומי הפטרייה המוכרים מהירושימה ונגאסקי אינם מתארים את הפיצוץ עצמו אלא את ענן האבק שאחריו). קושי מובנה נוסף בצילום כזה הוא העובדה שמלבד הבזק אור מסמא, פיצוץ גרעיני מייצר גם טמפרטורה אדירה שממסה כל גוף אנושי או מכני שיימצא בקרבתו. לשם כך חבר אדג'רטון לשני מהנדסים אחרים, ויחד הם פיתחו סגר צילומי ללא כל חלקים נעים – סגר שנפתח ונסגר על ידי הפעלה וכיבוי של שדה מגנטי מרחוק (ר' דימוי 9). בשנת 1952 צולם לראשונה פיצוץ גרעיני בנבאדה, בחשיפה של $1/100,000,000$ השנייה.

מיד לאחר החשיפה נמס כליל עמוד המתכת שמופיע בתצלום וחול המדבר הפך לזכוכית. צילום שלירן הוא טכנולוגיה שעיקר שימושה בבליסטיקה ובהנדסת אווירונאוטיקה (ובשנים האחרונות גם בסוגים מתקדמים של הנדסת בניין וארכיטקטורה). טכניקה זו משתמשת בשבירה מכוונת של אור שמוחזר למערכת של מראות, כדי לתאר שינויים בדחיסות של גזים כתוצאה מתנועת חומרים או משינוי טמפרטורה, למשל בצילום גלי אוויר מעל להבת נר או בצילום של רוח סביב חרטומו של מטוס.

סונאר היא טכנולוגיה מוכרת יותר שבה משתמשים באותות קול כדי "לראות" מתחת למים. אותות אלה שנשלחים מצוללת, לדוגמה, יוחזרו מקרקעית הים (או מצוללת אויב) בתוך שבריר שנייה. אם ידועה לנו מהירות גלי הקול ודחיסות המים, אפשר לחשב את המרחק מהאובייקט שהחזיר את אות הסונאר וגם את גודלו וצורתו של האובייקט (ממש כשם שעושה עטלף במעופו). שתי הטכנולוגיות האחרונות, על אף שאינן מסתמכות על מהירות באופן צילומי קלאסי (אם יש כזה), דומות מאוד ואף שימשו כהשראה לטכנולוגיות צילומיות חדשות שכעת ממתינות על סף דלתנו. אלו טומנות בחובן את הפוטנציאל (או הסכנה) לייצר מהפכה חדשה בצילום, כזו שתגמד את חשיבות המהפכה שעוררו תצלומי התנועה של מאיברידג'. טכנולוגיות אלו לא רק מגדירות מחדש מושגים כמו גוף ותנועה באמצעות מהירויות בלתי נתפסות, אלא גם מאפשרות פרשנות חדשה למושג החלל שבתוכו מתקיים הגוף ומתרחשת תנועה. אפשר לטעון כי טכנולוגיות אלו מביאות לעולם סוג של "ראייה" באמצעים לא-אוקולריים, ראייה שאין לה ולו דבר במשותף עם העין האנושית.

מהירות לייזר, מהירות אלגוריתמית

משפחה אחת של טכנולוגיות שתהפוך מוכרת יותר בשנים הקרובות כוללת טכנולוגיות כגון חישה מרחוק (ארכיאולוגיית חלל), LIDAR וצילום במצלמות time-of-flight. המשותף להן הוא השימוש בסוגים של קרינה אלקטרומגנטית, שחלקם נמצאים מחוץ לספקטרום האור הנראה. אלו לא רק שחוזרים אל המצלמה, אלא גם נשלחים ממנה כדי לייצר את התצלום.

חישה מרחוק היא תחום צומח של הדמיה, שבו משתמשים בלוויינים עם יכולות צילום ברזולוציה גבוהה ועם יכולת לייצר ו"לשגר" אלומות של קרני אינפרה-אדום (או קרניים תרמיות). אלו מכוונות מלוויין שחג באטמוספירה לעבר אתרים ספציפיים בקרקע, שיש פוטנציאל סביר לגילוי ארכיאולוגי או גיאולוגי מתחתיהם. כיוון שאורך הגל של קרני אינפרה-אדום ארוך יותר מאורך

הגל של האור הנראה, הן מסוגלות לחדור את פני השטח בטרם יוחזרו אל המצלמה על ידי מה שלעיתים נמצא מתחת לפני הקרקע. ה"תצלום" מועבר אז לניתוח ממוחשב שיכול לקבוע אם יש בקרקע אנומליות נפחית המצביעה על הימצאות דרכים קדומות, מקומות יישוב עתיקים, או לחלופין דפוס גיאולוגי חריג.

LIDAR היא תת-טכנולוגיה של חישה מרחוק, שבה נעשה שימוש בקרני לייזר שנורות אל הקרקע וחוזרות ממנה, במקום בקרני אינפרא-אדום. לייזר, יש להזכיר, הוא סוג של אור שמופק באופן מלאכותי (על ידי תגובה כימית) והוא קוהרנטי לחלוטין – מורכב מקרניים שכולן בעלות אורך גל זהה (בניגוד לסוגים "רגילים" של אור, שמכילים מינונים משתנים של קרניים באורכי גל שונים). גם כאן, דפוס החזרת הקרניים הוא על פי רוב חסר משמעות לעין האנושית ולכן מועבר לקריאה וניתוח על ידי מחשב. מצלמות time-of-flight הן סוג של טכנולוגיית LIDAR שבה הקרנת הלייזר מתבצעת באופן שונה. במקום לסרוק בלייזר רק חלקים רלבנטיים של הסצנה, סצנות שלמות נסרקות ומנותחות על ידי מחשב.

בעקבות פול ויריליו, אפשר לטעון כי גם בצילום משילות באמצעות מהירות היא לוגיסטיקה, וכי גם בצילום לוגיסטיקה היא רב-כיוונית (omnidirectional), ממוחשבת אך גם וירטואלית, חסרת כיוון ומרחק.²¹ רלבנטי במיוחד לענייננו הוא סוג מסוים של צילום time-of-flight שפיתחו חוקרים ב-MIT בתחילת העשור הנוכחי. צילום כזה יכול לתאר לא רק תנועה של חפצים בחלל אלא גם את תנועתו של האור, ממש כך, בתוך חללים ובתוך סוגים שונים של חומר. תיאור זה מתאפשר בזכות כמה פעולות המתרחשות במהירויות עצומות ומסונכרנות באופן מושלם. הבזק לייזר שנורה על פני פמטו-שנייה (טריליונית השנייה) ורוחבו רק כמה מיליוניות מילימטר מצולם על ידי מצלמה שמסוגלת לחשיפה במהירות סגר הקרובה למהירות האור. הבזק הלייזר, גם אם אינו מוקפא לחלוטין (כמו הסוס בתצלום של מאיברידג'), ניתן לתיאור ברור באמצעות הקרנה איטית של שרשרת תצלומים (ממש כמו בתצלומי הקליע של אדג'רסון).²² אותה מצלמה מסוגלת גם לרזולוציית זמן בלתי נתפסת של עד 2 פיקו-שנייה (2 אלפיות מיליארדית השנייה). על כן, בהינתן שכל הבזק לייזר שיפגע בחומר אטום יישבר לאלפי "רסיסי הבזק", ובהינתן שכל רסיס כזה יינתז לכיוון שונה, ניתן לארוג יחדיו במחשב תצלומים שונים שמתארים, כל אחד בנפרד, דפוס החזרה שונה מתוך כל רסיס הבזק לייזר. באמצעות חישוב הפרשי הזמן בין החזרות רסיסי ההבזק השונים, אפשר לייצר מיפוי של מרחקים בחלל שלתוכו התרחשו הבזקי הלייזר, גם אם הם הפרעות. במילים אחרות, באמצעים של מהירות סגר עצומה אפשר לצלם, פשוטו כמשמעו, גם את מה שנמצא מעבר לפינה, וגם כאשר המצלמה איננה מופנית לעבר האובייקט המצולם (דהיינו אין קו ראייה ביניהם).²³

טכנולוגיה זו, אף שהיא נשמעת בדיונית, ישימה כיום ונמצאת בשימוש מחקרי כבר כמה שנים. החוקרים ב-MIT חווים כי כבר בעתיד הנראה לעין אפשר יהיה לנצל לשימושים אחרים – למשל לשימושים רפואיים (צילום בתוך גוף ללא צורך בקרני x) או לצילום בתוך חללים בנויים בשירות כוחות הצלה במקרי אסון. אולם בשל העלויות העצומות הכרוכות בטכנולוגיה זו, ובשל אינטרסים מסחריים של תעשיות הביטחון והנשק, סביר שיישומים של צילום פמטו יפותחו

ויופיעו קודם כול בשירות מטרות צבאיות ומטרות אכיפה אחרות – שיטור, פיזור הפגנות ולוחמה בטרור.

ויריליו טען שההיסטוריה מתקדמת במהירות של מערכות הנשק שלה. פרידריך קיטלר טען שההיסטוריה מתקדמת במהירות של מערכות התקשורת שלה.²⁴ יש הגורסים שהמצלמה היא נשק, אחרים מאמינים שצילום הוא מערכת תקשורת. כך או כך, ההיסטוריה של הצילום, היכולת שלו ככלי לשינוי (או שימור) חברתי והפוטנציאל שלו ל אלימות היו תמיד, מאז שהופיע, כיום ובעתיד הנראה לעין, פונקציה של מהירות.

מהירות אחרי הצילום

אנו חיים בעידן של האצה ומזעור והאצה באמצעות מזעור. במאמר זה ניסיתי להדגים כי גם בצילום מתקיים מעין חוק מור,²⁵ שבמסגרתו האצה של תהליכים קוגניטיביים והפקעתם מאיתנו הופכים לעניין שבשגרה. אני גורס שהצילום כפי שהכרנו אותו לא ישוב עוד, ובכך אינני מתכוון רק לסוגי התצלום שהופיעו בעולם על גבי חומר (ההדפס הצילומי); תמורות גדולות צפויות גם לדימוי הצילומי ככלל. הצלם המקצועי הוצא לגמלאות, ובמקומו הופיעו שפע של אפשרויות, כלים וסוכנים אחרים, המאפשרים קציר שוטף של אינסוף צילומים ממקורות אחרים. גם הצלם האנושי, אני חושש, הפך מיותר משום שעיניו אינן רואות דבר. יתרה מכך, איטיותו הופכת לנטל גובר על מערכות שמהירות פעולתן שואפת למהירות האור – מצלמות, מחשבים ורשתות תקשורת אופטיות. האם תובנות אלו מבושרות את היעלמו הקרב של הצילום ככלי תרבותי מובחן? אילו כלים אחרים ישתלבו בו או יופיעו תחתיו? זאת אין לדעת. כך או כך, הצילום של מחר יורכב מטכנולוגיות רבות שהמונח "ראייה" אינו יפה להן עוד. בין שידובר בסריקה, בחישה (sensing) או בראייה ממוחשבת, אנו בני האדם ככל הנראה לא נצטרך לראות דבר. בין שיעשה שימוש רב או בלעדי בטכנולוגיות של עיבוד מתמטי, בני האדם יוכלו לחשב ממרחק בטוח במה הם רוצים לירות. המהירות הפכה למקום וגם לחוק, לגורל העולם וייעודו.²⁶

הערות

1. ובמילים אחרות, לא בשל תלות בנסיבות אמנותיות, על אף שאין מניעה שאלו וגם אלו ידורו בכפיפה אחת.

2. דרומולוגיה – תורת המהירות – מונח שטבע פול ויריליו בספרו "מהירות ופוליטיקה" ומקורו ביוונית (דרומוס: מסלול מרוצים). In fact, there is no "industrial revolution" but only a "dromocratic revolution"; there is no democracy, only dromocracy; there is no strategy, only dromology.' Paul Virilio, *Speed and Politics*, trans. Mark Polizzotti (New York: Semiotext(e), 2006), 69 (להלן ויריליו, מהירות ופוליטיקה)

3. Quoted in: Friedrich A. Kittler, *Optical Media: Berlin Lectures 1999*, trans. Anthony Enns (Cambridge, UK: Polity Press, 2010), 19

4. כשקצב השינוי נמדד ביחס למיקום ספציפי מוגדר (נקודת "אפס" כלשהי), אזי אפשר לייחס למהירות גם כיוון ולא רק מידה (מהירות כזו תהיה מהירות וקטורית ולא סקלרית). באנגלית יש שתי מילים לתיאור מהירות, המילה speed לתיאור מהירות סקלרית והמילה velocity לתיאור מהירות וקטורית.

5. דניאל רובינשטיין, "דימוי דיגיטלי", תרגם אורי ערן, מפתח, 7 (חורף 2014): 39-54.

6. Geoffrey Batchen, *Burning with Desire: The Conception of Photography* (Cambridge, MA: The MIT Press, 1999).

7. Josef Maria Eder, *History of Photography*, trans. Edward Epstean (New York: Dover Publications, 1978), 501-506.

8. 'I made in this way a great number of representations of my house in the country... And' this building I believe is the first that was ever yet known to have drawn its own picture.' Original publication: R. and J.E. Taylor, "Some Account of the Art of Photogenic Drawing. Or, the Process by Which Natural Objects May Be Made to Delineate Themselves without the Aid of the Artist's Pencil" (London: 1839). Reprinted in Beaumont Newhall (ed.), *Photography: Essays & Images: Illustrated Readings in the History of Photography* (New York: The Museum of Modern Art, 1980), 28.

9. 'You make the powers of nature work for you, and no wonder that your work is well and' quickly done... There is something in this rapidity and perfection of execution, which is very wonderful.' Quoted in Gail Buckland, *Fox Talbot and the Invention of Photography* (London: Scholar Press, 1980), 31.

10. 'It consists in the spontaneous reproduction of the images of nature received in' the camera obscura, not with their own colours, but with very fine gradation of tones.' Reprinted in Alan Trachtenberg (ed.), *Classic Essays on Photography* (New Haven: Leete's Island Books, 1980), 11.

11. יש להחריג מהערה זו טכניקות חדשות כגון טכניקת צילום שדה אור (Light Field Photography), הידועה בכינויה המסחרי Lytro. תצלומים בטכניקה זו הם בהגדרה בלתי גמורים, ומאפשרים מיקוד ואף שינוי פרספקטיבה על ידי הצופה (Ren Ng, *Digital Light Field Photography*, (Stanford, 2006).

12. Talbot: 'But after all, what is nature, but one great field of wonders past our comprehension? Those, indeed, which are of everyday occurrence, do not habitually strike us, on account of their familiarity, but they are not the less on that account essential portions of the same wonderful whole.' Quoted in: Gail Buckland, *Fox Talbot and the Invention of Photography* (London: Scholar Press, 1980), 31.

13. Joel Snyder and Neil Walsh Allen, "Photography, Vision, and Representation," *Critical Inquiry*, 2(1) (1975).

14. הווה אומר לא באופן השגור בתיאוריה של הצילום, מטאלבוט ואילך. ראו לדוגמה ציטוט של אנדרה באזן: 'Photography affects us like a phenomenon in nature, like a flower or a snowflake' whose vegetable or earthly origins are an inseparable part of their beauty.' André Bazin, *What Is Cinema?*, trans. Hugh Gray (Berkeley: Univ. of California Press, 2005), 13

15. Josef Maria Eder, *History of Photography*, trans. Edward Epstean (New York: Dover Publications, 1978), 501-506

16. Rebecca Solnit, *River of Shadows: Eadweard Muybridge and the Technological Wild*. West (New York: Penguin Books, 2004)

17. רעיון זה פותח בספרו הידוע של ולטר בנימין "היסטוריה קטנה של הצילום", ומופיע גם ב"יצירת האמנות בעידן השעתוק הטכני": "The Work of Art in the Age of Its Technological Reproducibility, and Other Writings on Media", trans. Edmund Jephcott, Rodney Livingstone, and Howard Eiland (Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard Univ. Press, 2008), 274-298

18. 'You selected the view: that was art. You arranged it well, focused it well: that was art' [...] Then you started a machine, and that machine drew the picture for you; you merely fixed its work by chemicals, which is... not art. You selected some ready-made paper, and the sun printed your picture [...] That is photography, with an iota of art in the selection of the paper. We find you have not proved [...] you are an artist, for you can execute nothing [...] If you think photography to be an art, you must decide who is the artist in the case of an automatic machine — the penny, the person who drops the penny in the slot, or the automatic machine'. Original publication: Peter Henry Emerson, "Photography Not Art", *The Photographic Quarterly*, January 1892; Nancy Newhall, P.H. Emerson: *The Fight for Photography as a Fine Art* (New York: Aperture, 1975), 98

19. Vilém Flusser, *Into the Universe of Technical Images*, trans. N.A. Roth (Minneapolis: Univ. of Minnesota Press, 2011), 20

20. המושג תוכנה (program) אצל פלוסר מתייחס לרכיבים רכים וקשיחים כאחד – software וגם hardware. כך או כך, גם התערבות בתוכנה או התנגדות לה הם אפשרות ידועה מראש בתוכנה רחבה יותר – המטא-תוכנה.

21. ויריליו, מהירות ופוליטיקה, 70.

22. Andreas Velten et al., "Recovering Three-Dimensional Shape around a Corner Using Ultrafast Time-of-Flight Imaging," *Nature Communications*, 3 (2012); Andreas Velten et al., "Femto-Photography: Capturing and Visualizing the Propagation of Light", *ACM Transactions on Graphics*, 32, no. 4 (2013)

- Ramesh Raskar, "Femto-Photography: Visualizing Photons in Motion at a Trillion .23
Frames Per Second". <http://web.media.mit.edu/~raskar/trillionfps>
- Friedrich A. Kittler, *The Truth of the Technological World: Essays on the Genealogy .24
of Presence*, trans. Erik Butler (Stanford, CA: Stanford Univ. Press, 2013)
- .25 חוק מור הוא תחזית של גורדון מור משנת 1965 שעל פיה צפיפות הטכנולוגיות במעגלים משולבים
תוכפל כל 18-24 חודשים.
- The violence of speed has become both the location and the law, the world's destiny" .26
"and its destination" – וירליו, מהירות ופוליטיקה, 167.



