

חסע בעקבות הזכוכית

ורד ברלל

קשה לחשב כמה פעמים ביום אנו חשופים למראה זכוכית, ועוד יותר קשה לתאר סיטואציה שבה החומר הזה לא היה ניבט אלינו מכל מקום. זכוכית איננה המצאה חדשה, אך שלל יישומיה מרתקים - במיוחד בעיצוב ובאדריכלות. ורד ברלל יצאה למסע בעקבותיה

הזכוכית מורכבת מהתכת חול סידני ומלחי אשלגן. חול כזה מצוי במעט מהחופים. באזורנו ניתן למצוא בחופי צפון הארץ, באזור נהריה ובחופי לבנון. זהו חומר נוח לעיבוד, יפה, זמין וזול. בתנ"ך מוזכרת זכוכית פעם אחת בלבד, בספר איוב (פרק כ"ח, פסוק 17), שם מציין הדובר כי החוכמה יקרה אף מזכוכית וזהב. ומכאן, שזכוכית בימי קדם היתה מוצר מותרות יקר ביותר, ממש כמו זהב ואבנים יקרות.

גילוי הזכוכית

ד"ר דניאל ויינשטוב, מומחה למזרח הקדום: "ראשית, השימוש בזכוכית מוכר מהאלף החמישי לפנה"ס, תחילה באזור מסופוטמיה ובשלב מאוחר יותר היא הגיעה גם למצרים. בתקופה זו (התקופה הכלקוליתית), בני האדם החלו לראשונה לעסוק במטלורגיה ובנו כבשנים להתכת נחושת, שנקודת ההתכה שלה כ-1,100 מעלות - כמו הזכוכית. יתכן מאוד שבאופן מקרי, חול עם המרכיבים הנכונים מצא את דרכו אל תוך אחד הכבשנים האלה, וכך התגלה לאנושות החומר החדש והנפלא. "הזכוכית הראשונה שהומצאה הייתה צבעונית. את הצבע מקבלת הזכוכית בשל חומצות הברזל שבה. השימושים הראשונים בזכוכית היו רק לעיטורים, לזיגוג חרזים ולתכשיטים קטנים".



עיצוב: Tord Boontje, לחברת Artecnicca. כלי הגשה מזכוכית ממוחזרת, אקסקלוסיבי



כלי זכוכית שיוצרו ב"שיטת הלילה", מאות ה'ג' לפנה"ס, מאוסף מוזיאון הכנס, אוניברסיטת חיפה. באדיבות המוזיאון

ד"ר ויינשטוב: "בסביבות 1600 לפנה"ס כל הכלים היו קטנטנים ושימשו להחזקת בשמים יקרים. מוצאים אותם כמעט אך ורק בארמונות ומקדשים, שאליהם הם הובאו ככל הנראה כמנחה. גם בארץ הם היו קיימים, החל מהמאה ה'ד לפנה"ס, בערים כנעניות כלכיש, מגידו וחצור"

הזכוכית השקופה

בין המאות הי"ג-ח' לפנה"ס חלה ירידה כמעט מוחלטת בייצור כלי זכוכית באזור, מספר ד"ר ויינשטוב. "הסיבה איננה ברורה לגמרי. בין המאות ח' ועד סוף התקופה הפרסית (333 לפנה"ס) חלה התחדשות והתפתחות של הייצור. בכל האזור, למן יוון וקפריסין ועד מצרים ומסופוטמיה, מופיעים כלים רבים - בקבוקונים וצפחות קטנות המתאימים להחזקת בשמים - העשויים כולם לפי ארבעה דגמים, שלא השתנו כמעט במשך אותן 400 שנים. יכולות העיבוד בתקופה זו היו כבר מפותחות". זוהי גם תקופתו של איוב, שבה מוזכרת הזכוכית כסמל לדבר מה יקר ערך. כלים אלה הופצו עד האימפריה הפרסית, ובימיו של אלכסנדר מוקדון (333 לפנה"ס) מוצאים זכוכית שהיא כבר כמעט שקופה. ד"ר ויינשטוב: "השקיפות היא תוצאה של ניקוי החומצות והחומרים הטבעיים האחרים הכלולים בזכוכית הראשונית, והיא הושגה רק לאחר אלפי שנים של ניסיון והשתכללות תעשיית הזכוכית".

המהפכה הגדולה הבאה בתולדותיה של הזכוכית הגיעה לעולם בזכותם של הסוחרים הפיניקים. אלה שלטו על הסחר בים התיכון של אותם הימים. ד"ר ויינשטוב: "קל מאוד לנייד סחורה שהיא גם יקרה וגם קטנה וקלה". כך מגיעים כלי הזכוכית ליוון, לקפריסין ולרחבי העולם הידוע אז.

לא רק שהפיניקים הפיצו את הזכוכית, הם גם אחראים כנראה על המהפכה הגדולה ביותר בתולדותיה - המצאת שיטת הניפוח - ולכן הופכים למרכז עולמי לייצור כלי זכוכית. ההמצאה הופכת את החומר לזמין, ובעיקר לזול. פרופ' ברג: "החל מהתקופה ההלניסטית, זכוכית איננה רק נחלתם של מלכים ואתרי פולחן".

בתקופה הרומית, המיומנות בעבודה עם זכוכית מאפשרת כלים ושימושים חדשים. ד"ר ויינשטוב: "השקיפות המלאה וירידת המחיר הביאו למהפכה בתחום התאורה. לראשונה התאפשר לייצר נרות זכוכית שקופה (במקום מחרס או מתכת). יתרון כלי מאור אלה הוא שהאור עובר בעדם ומאיר את כל חלל החדר, וכך נולדו הנברשות. הכניסו לתוך כוסות זכוכית שקופה חים, ומעל החים שכבה דקה של שמן לבערה עם פתיל צף. הכוסות הושחלו במסגרת דקה של ברונזה, וזו נתלתה להתקרה".

אמני זכוכית מפורסמים נהגו להטביע את חותמם על יצירות הזכוכית שלהם. "דוגמה מפורסמת לכך היא הכלי החתום על ידי האמן אניון, שהתגלה ברובע היהודי בירושלים", מספר ד"ר ויינשטוב. פרופ' ברג: "הרומאים היו אלה שחיפו חלונות בזכוכית. אמנם עדיין

פרופ' דן ברג, מהחוג לארכיאולוגיה באוניברסיטה העברית בירושלים: "הזכוכית הומצאה במסופוטמיה, באזור ארם נהריים. רק אחר כך למדו המצרים את השיטה, ויצרו כלי זכוכית שהיו יקרים מאוד".

ד"ר ויינשטוב: "רק באמצע האלף השלישי לפנה"ס, במצרים החלו ליצור חפצים העשויים כולם מזכוכית, בניגוד לזמנים קודמים שבהם הזכוכית ציפתה חומר אחר. חרוזים ותכשיטים קטנים נעשו כחיקוי לאבני חן יקרות. התכונה הצמיגית המיוחדת של הזכוכית, כשהיא במצב ביניים בין מוצק לנוזל, הולידה שיטות עבודה מיוחדות, שאינן אפשריות עם חומרים אחרים. ניתן היה לטבול מקל בזכוכית כזאת ולהוציא כשהוא גורר אחריו 'חוט' של זכוכית צמיגית. עם חוטים כאלה בעלי צבעים שונים, עטפו את החרוז או התכשיט ויצרו חפצים רב-צבעוניים. אחרי פעולת ה'עטיפה' אפשר היה להחליק וללטש, וכך ליצור משטח אחיד. בתל דן שבצפון הארץ התגלה חרוז מזוג אחד, שמתוארך סביב 2,000 לפנה"ס.

"שיטה נוספת לעיבוד הזכוכית העתיקה הייתה יציקתה אל תוך תבניות שנועדו ליציקת מתכת - נחושת או ברונזה".

המהפכה הגדולה בזכוכית אחרי גילוי החומר הייתה אי שם, בסביבות 1600 לפנה"ס.

ד"ר ויינשטוב: "לראשונה החלו במצרים ובמסופוטמיה לייצר כלי זכוכית חלולים, שיכלו להכיל בתוכם משהו אחר. הדבר התאפשר בזכות בניית ליבה עשויה מחומר שניתן לפורר אותו אחר כך, במקום החפץ שאותו היו עוטפים עד אז: נוצרו ליבות חול בתוך שקיות בד שנעטפו באבקת סיד וטיט. את הליבה הזאת עטפו עם חוטי זכוכית או טבלו אותה בתוך זכוכית צמיגית, ולאחר התקשותה פוררו אותה. ברוב הכלים נותרו בחלק הפנימי שלהם סימנים של הבד או החול מהליבה המקורית. "כל הכלים היו קטנטנים ושימשו

להחזקת בשמים יקרים. מוצאים אותם כמעט אך ורק בארמונות ומקדשים, שאליהם הם הובאו ככל הנראה כמנחה. גם בארץ הם היו קיימים, החל מהמאה ה'ד לפנה"ס, בערים כנעניות כלכיש, מגידו וחצור".

פרופ' ברג: "ניתן למצוא שרידים של זכוכית מצרית ברחבי המזרח הקדום, מה שמצביע על מסחר ועל התפשטות החומר בעולם אז. המצרים ייצרו מזכוכית חיקויים לאבנים טובות, ששילבו בתכשיטים. אצלנו, בלכיש נמצא מקדש שנחרב עם הגעת בני ישראל לאזור, בסביבות סוף המאה ה'ג לפנה"ס, בו נמצאו הרבה כלי זכוכית שנהרסו ונשרפו. ככל הנראה, הפרעונים שלחו לאלת המקדש תרומות או מנחות בכלי זכוכית".



סיאם



אגרטל "הנשים המשוחררות" של ליליק



אלטס המריאות בורסאי: צילום: AP

במאה ה-16, סגנון הבארוק שולט בארכיטקטורה במערב. לואי ה-14 בונה בוורסאי את ארמונו על פי תכנון בארוקי מפואר, תוך שימוש רב במראות וחלונות ענקיים המחופים בזכוכית שקופה, כדי ליצור תעתוע ולהכניס לתוך הארמון את החוץ ואת הגנים. אולם המראות בארמון ורסאי הוא דוגמה נפלאה לשימוש בזכוכית, שאפיינה את הבארוק

דואות, שמהוות את הקונסטרוקציה של הבניין. באופן כזה, כמעט ואין צורך בקירות. את החלל הזה ממלאים בזכוכית.

"מאחר שהכנסייה מסמלת בעצם את ירושלים השמימית על פני האדמה, כפי שזו מצטיירת בחזון יוחנן שאחרי האפוקליפסה (כעיר שלעולם לא יהיה בה חושך ויהיו בה 12 שערים, בהם ינצצו כל האבנים הטובות), מיושמת התפישה התיאולוגית בתקופה הגותית בחלונות הוויטראז' הענקיים.

"עם התפתחות הסגנון הגותי, נוצרים סצנות ותיאורים מדהימים בוויטראז' צבעוני, סצנות אחר סצנות מהברית הישנה והחדשה. לא אחת ניתן לראות את הפרטים טוב יותר כאשר החלונות מוצגים במוזיאון, מאחר שהקתדראלות הגותיות ענקיות בגובהן, מתוך רצון להמחיש את גדולת האל ולגרומם לאדם להרגיש קטן נוכח האלוהות. למרות המרחק מהעין, מקפידים אומני הוויטראז' על תיאורים מפורטים, שכן מגוון הצבעים בחלונות משפיע על הרושם הכולל של הוד ואור, ומחזק את התחושה של ירושלים השמימית בדמות הכנסייה".

סוגריוס המציא טכנולוגיה שאפשרה שני דברים - עלייה לגובה רב וקירות זכוכית. בהמשך, מתפתח באומנות הוויטראז' חלון הרוזטה, שהופך לסמל קוסמי בפני עצמו. אותו חלון עגול גדול, ובתוכו מעין פרח או שושנה מוויטראז' צבעוני בראש הקפלה, אופייני מאוד לכנסיות וקפלות צפוניות, כמו בנוטרדאם בפריז.

מחסעות הצלב ועד זכוכית מורנו

ברנסאנס בזו לסגנון הבנייה הזה, השואף לגובה, ולכן הם מכנים אותו גותי, על שם שבת גרמני ברברי בראשית ימי הנצרות, שנדד באירופה. בתקופה זו, בעיקר באיטליה, חוזרים למבנים במחזים אנושיים. אבל הזכוכית לא מאבדת מזוהרה.

פרופ' דויד יעקובי, היסטוריון מהאוניברסיטה העברית: "בעקבות הכיבושים הצלבניים באזור הים התיכון במאה ה-13, הוונציאנים החלו לייבא חומרי גלם מהאזור שלנו בכמויות גדולות. בין היתר, הם שולטים באזור עכו ומייבאים לוונציה חול מפרץ עכו, שמכיל חומרים חשובים לייצור זכוכית. בנוסף, הם מייבאים צמחים שאחרי שריפתם מהווים מרכיבים חשובים בזכוכית. צמחים אלה גדלים באזור ארץ ישראל

לא יצרו זוגיות חלון מפלטה אחת, אלא שיבצו חתיכות זכוכית קטנות בתוך שבכת עץ. מאחר שהזכוכית שבירה, לא השתמשו בה לחלונות חיצוניים אלא לפני הבית ובעיקר לבתי מרחץ. יצרו פתחים בגודל של 20X20 ס"מ בלוח עץ, ובפתחים אלה שיבצו חתיכות זכוכית".

מיכל אדם, אדריכלית, בעלת סטודיו 'קירות מדברים': "המצאת קשתות האבן אפשרה מפתחי חלונות רחבים יותר, והנאה יתרה מן הנוף שנפתח החוצה. למרות שאומנות יצור הזכוכית הייתה ידועה קודם לכן, גם בתקופה הרומית, התקשו עדיין לייצר לוחות דקים ושקופים מספיק. שיטות הייצור של עיצוב ושיטוח לוחות הזכוכית בתקופה זו השתפרו קמעה, אבל רק בסביבות המאה הראשונה לספירה יש עדויות לכך שלוחות זכוכית שקופה היו בשימוש בבתיהם של העשירים, ואף היה שימוש בזכוכית לחממות לגידול צמחים וחדרים חמים - עדיין, כמובן, לא בלוחות קירוי נרחבים".

במהלך ימי הביניים המשיכו לייצר כלי זכוכית בערך באותה שיטה. עם השנים למדו לשלוט בצבעים השונים של הזכוכית, ולהפיק זכוכית בצבעים מגוונים על ידי הוספת מתכות.

ד"ר אביטל היימן, חוקרת אמנות ימי הביניים באוניברסיטת בן גוריון: "כבר בסביבות המאה החמישית הופכים את כיוון הכנסייה, כך שהאפסיס והאזור המקודש יהיו במקום המואר ביותר, עם הרבה חלונות, כדי שמקסימום אור יפול על אזור זה. מאחר שאין השמל ואלו ארצות צפוניות, האור הוא שיקול מרכזי". אבל רק במאה ה-12, עם תחילתה של התקופה הגותית, מקבלת הזכוכית בכנסייה את תהילתה.

ד"ר היימן: "אב מנזר סן דני, סוגריוס, שהיה גם ההיסטוריון של המלך, החליט לבנות את האפסיס והמבנה המקודש של כנסיית המנזר מחדש. סוגריוס יוצר סגנון חדש, הוא רוצה שאזור האפסיס יהיה נוצץ באור יקר. הוא אף כותב חיבור שבו הוא מסביר את הבנייה מהפן התיאולוגי. השימוש באור בכנסיות תמיד שילב את הצורך הפיזי עם המטאפיזי.

"במעבר מהרומנסקי, על המבנים המאסיביים והכבדים שלו, לגותי, תפישת העולם משתנה. השאיפה היא להכניס כמה שיותר אור, ולכן מתכננים מבנה נטול קירות. המסה יוצאת מחוץ לכנסייה לתומכות

אלה מלמדים על התפשטות הזכוכית. כבר במאה ה-13 מגיעים לוונציה מומחים יוונים, שמייצרים בה כלי זכוכית עם קישוט פשוט המיוצאים לקונסטנטינופול. זהו ייצור שתוכנן מראש לייצוא, ובכמויות גדולות. "במאה ה-15 תעשיית הזכוכית במורנו מגיעה לשיא חדש על ידי המצאה חדשה - הוונציאנים לומדים לחתוך בזכוכית ולצרוב אותה. הם לומדים לחתוך ולשייף זכוכית כך שייווצרו בה זוויות, ובטכניקה זו מייצרים כלים חדשים בשם קריסטל, מאחר שהחיתוך מזכיר אבן קריסטל צלולה אמיתית. במאה זו מגיעה פריחתה של הזכוכית הוונציאנית לשיא, והיא מתפשטת כמעט ברחבי העולם כולו. בתקופה זו מורנו ייצרה, למשל, מנורות למסגדים במצרים".

בתקופת הבארוק הייתה שאיפה להדהים, להפתיע וליצור תענועי ראייה. הזכוכית שימשה חומר נוח לשאיפה אמנותית זו. במאה ה-16, סגנון הבארוק שולט בארכיטקטורה במערב. לואי ה-14 בונה בוורסאי את ארמונו על פי תכנון בארוקי מפואר, תוך שימוש רב במראות וחלונות ענקיים המחופים בזכוכית שקופה, כדי ליצור תענוע ולהכניס לתוך הארמון את החוץ ואת הגנים. אולם המראות בארמון ורסאי הוא דוגמה נפלאה לשימוש בזכוכית, שאפיינה את הבארוק.

ממנורות טיפאני ועד המכוניות של שנות ה-20

מאז התקופה הגותית, לא זכתה אומנות הוויטראז' בזכוכית לתחייה מלבבת כל כך כפי שקרה לה באר-נובו, ואחר כך גם באר-דקו.

וסוריה. חול זה, בשילוב עם הצמחים, מאפשר לוונציאנים לייצר זכוכית באיכות גבוהה מאוד. כך, בסוף המאה ה-13 ונציה הופכת ליצרנית הזכוכית הגדולה והחשובה במערב, בעיקר בזכות הבהירות והשקיפות של הזכוכית שלה.

"ב-1291, עם נפילת הצלבנים, הוונציאנים ממשיכים לייבא עד כמה שניתן חומרים מהאזור, ובנוסף משתמשים בחומרים מצפון איטליה. עד 1290, היו אומני הזכוכית מצויים בוונציה עצמה. אך כיוון שעבודת הזכוכית דורשת כבשני ענק ושריפה בחום רב, והבתים באותה עת היו ברובם בנויים עץ, ציווה שליט ונציה להעביר את כל כבשני הזכוכית לאי מורנו, שהיה תחת שלטונו ודי שומם באותם הימים".

ד"ר נורית בן אריה דבי מאוניברסיטת בן גוריון: "האומנות הוונציאנית בתקופת הרנסנס עשירה בכלי זכוכית. בתקופה זו הוונציאנים מתחילים לייצר את זכוכית המורנו, שמהווה עד היום את סימן ההיכר שלהם. כבר במאה ה-13 הגיעו בתי מלאכה מובילים בזכוכית לוונציה. במאות ה-13-14 היו תקנות וחוקים שנקבעו בחוק, שהגנו על תעשיית הזכוכית בוונציה. מורנו הינו אי שנמצא תחת שלטון ונציה, ובעידוד השלטון הופך למרכז לייצור זכוכית. הוונציאנים סוחרים ברחבי העולם בזכוכיות שלהם, ומתפשטים עד המזרח. ברנסנס, הזכוכית הוונציאנית הופכת לשם דבר לא רק באירופה, אלא גם באזור ביזנטיון וטורקיה. הוונציאנים מייצרים במיוחד כלים מזכוכית מורנו, המיועדת לייצוא למדינות המזרח. שם יש ביקוש גדול לכלי זכוכית אלה".

מסוף המאה ה-13 כלי זכוכית הופכים לנפוצים מאוד, ומגיעים לכל בית. ניתן ללמוד על התפשטות הזכוכית מתוך תמונות וציורי קיר, למשל, כמו תיאורי הסעודה האחרונה, שבהם ניתן להבחין במגוון רחב של כלי זכוכית גם בבתים של אנשים פשוטים וצנועים, כמו ישו ותלמידיו.

פרופ' יעקובי: "בתקופה זו ניתן למצוא תיאורים רבים באומנות של כלי זכוכית, הן במערב והן ביזנטיון. אין ספק שתיאורים

ויטראז'



המטבח, 1991-1995, עבודה של האמנית לייזה לו, חרוזים, 203 ס"מ, מתוך תערוכת "עשויים להפליא" מוזיאון ישראל



ד"ר היימן: "עם התפתחות הסגנון הגותי, נוצרים סצנות ותיאורים מדהימים בוויטראז' צבעוני, סצנות אחר סצנות מהברית הישנה והחדשה. לא אחת ניתן לראות את הפרטים טוב יותר כאשר החלונות מוצגים במוזיאון, מאחר שהקתדראלות הגותיות ענקיות בגובהן, מתוך רצון להמחיש את גדולת האל ולגרומם לאדם להרגיש קטן נוכח האלוהות"



בניין סיגרם

עם עליית הנאצים לשלטון, מהגר האדריכל הגרמני, מאבות הבאוהאוס, מיס ון דר רוהה לשיקאגו, שם הוא משלב את תפישת העולם של הבאוהאוס עם הצמיחה לגובה, ובונה את גורד השחקים מזכוכית. הוא ממשיך לניו-יורק וב-1958 בונה את חברת הוויסקי סיגרם, מבנה ההופך למייצג סגנון הבנייה המכונה 'הסגנון הבינלאומי': גורד שחקים מלבני דומיננטי, המבוסס על שלד מבטון מזוין או פלדה וחיפוי מלא בזכוכית



בנקור זכוכית של אלדד שאלתיאלי, מאוסף האוסף

הזכוכית. כליו מתאפיינים בנופים של עצים עירומים באמייל שחור. הכלים שלו, בדרך כלל, הם בגווני ורוד-תכלת ומשדרים תחושה של חורף אירופאי.

"אומן זכוכית צרפתי נוסף, שפריצתו הגדולה הייתה כבר באר-דקו, הוא רנה לאליק.

לאליק מייצר תכשיטים, ואזות ועוד, שבהם הוא משלב זכוכית ואבנים. בית החרושת שלו מייצר אבזרים אלה עד היום. לאליק מציא זכוכית חדשה שנקראת אופליו, על שם אבן האופל. צבעה כשל חלב מהול במים, אך מול האור היא מקבלת הבזקים של כחלחל וורוד ונראית כמו קרחון. המצאה זו זוכה לשגשוג בשנות העשרים, ומשתמשים בה בעיקר לבקבוקי בושם. בראשית תעשיית המכוניות משתמשים בה גם לייצור פסלים, שמונחים כסמל על חזית המכוניות".

גורדי השחקים מזכוכית

גורדי שחקים מזכוכית הפכו זה מכבר לסימן ההיכר של העיר המודרנית. שני גורמים עיקריים הביאו לצמיחתם - האורבניזציה בעקבות המהפכה התעשייתית, לצד ההתפתחות הטכנולוגית.

ב-1851 בלונדון, מקים ג'וזף פקסטון מבנה לכבוד תערוכת התעשייה העולמית הראשונה. המבנה בנוי כולו כחממה ענקית: שלד יצוק בברזל ומחופה בלוחות זכוכית באורך של יותר ממטר כל אחד, ובעובי של 25 ס"מ. המבנה, שנראה שקוף לחלוטין, זוכה לכינוי 'ארמון הבדולח'. המלכה ויקטוריה עצמה מגיעה לפתוח את המבנה, המסמל את פאר הטכנולוגיה.

ב-1852 נכנסת המעלית לשימוש, דבר שמאפשר בנייה לגובה. ב-1871, בעקבות השריפה הגדולה בשיקאגו, מתחילה תקופת שיא בבנייה בעיר. השימוש בשלד פלדה מאפשר לטפס לגובה רב שלא היה קיים קודם, ומאחר שזכוכית היא קלה בהרבה מלבנים, הקירות עשויים זכוכית. אסכולת שיקאגו מתחרה בניו-יורק, ושתי הערים מתחילות במרוץ לעבר הבניין הגבוה ביותר בעולם. ההשראה, ללא ספק, הגיעה מהקתדראלות הגותיות.

בהמשך, בהשראת האר-נובו והאר-דקו, משתמשים בגורדי השחקים מזכוכית כדי ליצור בנייה מסוגנת ואלגנטית. הרעיונות העיצוביים של האר-דקו חודרים לארכיטקטורה ובתקופה זו נבנה,

ענת מוברמן, MA בתולדות האמנות ומרצה לתולדות העיצוב: "באר-נובו, האסתטיקה היא מעל לכל. לכן, בתקופה זו יש חזרה אל אומנות הוויטראז' - תחיה שהחלה עוד בתקופה הפרה-רפאלית, אך הופכת לאלמנט שכיח באר-נובו. הזכוכית, על האלגנטיות והאסתטיות שלה, זוכה לפריחה בתקופה זו ונפוצה בוואזות, מנורות ועוד.

"בארה"ב ישנו המפעל של טיפאני, שעוד קודם ייצרו בו תכשיטים וכלים מזכוכית. בתקופה זו מוציאים בטיפאני את מנורות טיפאני המפורסמות, שהופכות לסימן היכר מובהק לתקופה. המנורות ייחודיות, כיוון שכל חתיכה מעובדת בנפרד והן לא שטוחות, ובאופן זה המנורה נראית אחרת כשהיא כבוייה וכשהיא דולקת. יש טקסטורות שונות ועוביים שונים, מה שיצר משחקי אור וצל שונים.

"לוץ, מעצב גרמני, פיתח בתקופה זו את הזכוכית הרבגונית. זכוכית זו יצרה גוון חדש, הדומה לפנינה מבריקה בעלת אפקט מטאלי - צבע המזכיר קצת את הזכוכית הרומית העתיקה. בממצאים ארכיאולוגיים מהתקופה הרומית העתיקה והאמנות הפרסית נמצאו כלים בעלי גוון צדף, שכיסה את הזכוכית. צבע זה נוצר אחרי שהות ארוכה של הזכוכיות באדמה עם חומצות מתכת, הרוויה במינרלים לאורך שנים. לוץ, שעבד תקופה מסוימת בשיתוף עם טיפאני, הצליח לייצר את הגוון הזה. בעקבות שיתוף פעולה זה, החלו לעבוד בטכניקה זו גם בארה"ב. "בצרפת היו שני אומני זכוכית: אמיל גאלה ומג'וראל דום. הם מייצרים כלי זכוכית ופסלים מזכוכית שזוכים לפולפאריות רבה, וחותמים על יצירותיהם בשמם ובשם המקום - ננסי (נחשבים לחובילי אסכולת ננסי). בעזרת הטכניקה שפיתחו, הם מייצרים כדים גדולים ומנורות בצורת פטרייה. גאלה ודום הושפעו מהזכוכית היפנית, ולא בכדי היפנים נחשבים לאספנים גדולים של אסכולה זו.

"גאלה מפתח טכניקה חדשה, בה הוא מלביש על גבי הזכוכית זכוכית כהה יותר. מאחר שזוהי עבודת יד, הכלים שנוצרו בה היו יקרים מאוד. עם הזמן, נוצר ביקוש גדול לכלים ועבודת היד מתחילה להוות בעיה. בשלב זה האמנים מתחילים לייצר את המנורות על ידי צריבה. הם מצליחים להגיע עד לשילוב של חמישה צבעים בטכניקות צריבה. ככל שיש על כלי או מנורה יותר צריבות, הכלי יקר יותר.

"דום מוסיף על טכניקת הצריבה גם ציור בתוך הזכוכית עצמה, כשהוא משתמש במכחול שקצהו מתכת חדה ומצייר באמייל לתוך

מסוג זה יכולים להיות מועילים ביותר בתכנון חוסך אנרגיה. "לבנייה ניתן להשתמש בזכוכית ביטחון רבודה (זכוכית רב שכבתית), העשויה משתי שכבות של זכוכית המודבקות ביניהן באמצעות חומר פלסטי. תכונתה החשובה ביותר היא שאינה נשברת, אלא נסדקת בלבד ולפיכך מתאימה לקירוויים. ואמנם, נעשה בה שימוש על פי תקן בינלאומי, שכן במקרה ותיפגע היא תישאר תלויה באוויר ולא תיפול פנימה לתוך המבנה. לזכוכית רבודה יש גם דרגת בידוד אקוסטי גבוהה.

"יש היום שימוש נרחב בזכוכית בטיחות מחוסמת (שתי זכוכיות מודבקות שעברו תהליך חיסום), שהינה חזקה פי ארבעה מזכוכית רגילה בזכות תהליך הייצור. כשזכוכית כזו נפגעת, היא מתפוררת לפירורים קטנים ולא חדים ולכן אינה מסוכנת. היום, בבנייה הפרטית יש שימוש נרחב בזכוכית רבודה הנקראת 'טריפלֶקס', בעלת שלוש שכבות, כתחליף לזכוכית בידודית."

הזכוכית משמשת לא רק אדריכלים ומעצבים, אלא גם אמנים. הפסל אלדד שאלתיאל, למשל, משתמש בזכוכית כאמצעי הבעה. שאלתיאל, בנו של פרופ' יוסף שאלתיאל, מומחה לזכוכית ויטראז', אומר: "נולדתי לבית שהזכוכית בו הייתה דבר זמין, אך זו לא הייתה הסיבה שבגללה הגעתי לזכוכית. עברתי כל מיני חומרים, חיפשתי חומר קונסטרוקטיבי שיש בו פוטנציאל שבירות והישברות. זה גם חומר חזק, שניתן לבנות בו. לכן, נוח לתאר באמצעותו חצב של אשליה וחוסר ביטחון. הפסלים שלי הם של בונקרים מזכוכית, אני מנסה להעביר מסר של התפכחות - שרק נדמה לנו שאנחנו מוגנים, וכדי להעביר מסר כזה הזכוכית היא חומר גלם מצוין. באמנות יש מלכודת בשימוש בזכוכית, כי היא מאוד יפה ודקורטיבית. לכן, צריך להיזהר לא לגלוש לאומנות. רבים גולשים לדקורציה. ביצירה שלי אני מנסה למתוח את גבולות החומר ככל האפשר."

בתערוכה 'עשויים להפליא', המוצגת עד חודש יוני במוזיאון ישראל בירושלים, מוצג מטבח בגודל טבעי העשוי כולו מחרוזי זכוכית, של האמנית האמריקאית לייזה לו. זוהי הגרסה העכשווית של מסורת עבודת החרוזים העתיקה, שכבמטה קסם הופכת סביבה מוכרת למערך של חפצים יוצאים מן הכלל ומסנוורי עיניים.



אגרטה בעיצוב Pietro Chiesa, לחברת Fontanaarte, אקסקלוסיב

למשל, האמפייר סטייט בילדינג.

האדריכל והמעצב הגרמני מיס ון דר רוהה, מאבות הבאוהאוס, מכניס את סגנון הבאוהאוס לאדריכלות. סגנון זה דוגל בשימוש בחלונות ענקיים וביטול קירות ככל האפשר. עם עליית הנאצים לשלטון בגרמניה, מהגר ון דר רוהה לשיקאגו, שם הוא משלב את תפישת העולם של הבאוהאוס עם הצמיחה לגובה, ובונה את גורד השחקים מזכוכית. ון דר רוהה ממשיך לניו-יורק וב-1958 בונה את חברת הוויסקי סיגרם - מבנה ההופך למייצג סגנון הבנייה המכונה 'הסגנון הבינלאומי': גורד שחקים מלבני דומיננטי, המבוסס על שלד מבטון מזוין או פלדה וחיפוי מלא בזכוכית.

סגנון הבנייה של גורדי שחקים מזכוכית נמשך, ובשנות השמונים הסגנון הפוסט-מודרני משתמש בזכוכית גם כדי ליצור תיאטרליות. בתקופה זו פיליפ ג'ונסון וג'ון ברג'י בנו את AT&T.

סגנון ההייטק וסגנון הפוטוריזם בבנייה מייצרים מראה עתידני משהו. הזכוכית, על הברק שלה, הליטוש והקור שהיא משדרת, הולמים מראה זה. בארץ ניתן לראות את בית המפרש בחיפה כמייצג את סגנון.

מספר חידושים בענף הזכוכית במאות האחרונות, הפכו את כל זה לאפשרי. מיכל אדם: "זכוכית היא החומר המתאים ביותר לחלקים השקופים ומעבירי האור שבמבנים. היא מאפשרת משחק בין פנים לחוץ, דרך מפתחי החלונות או קירות זיגוג שלמים, שעדיין שומרים על מעטפת בניין המשכית. הטכנולוגיה המודרנית מקרבת את הפלסטיק השקוף ליתרונותיה של הזכוכית, ואף יתרונות שמעבר לה - הוא פחות שביר, בעל משקל קל, נוח יותר לעיצוב - אך עדיין הוא רך מדי, יקר מדי ואינו עמיד כמו הזכוכית. בנוסף לכך, הצליחה הטכנולוגיה המודרנית להתגבר על מרבית החסרונות המולדים של הזכוכית ולהתאימה יותר ויותר לצרכים והשימושים שנעשים בה במבנים.

"שיטות הייצור המכאני המודרניות הביאו ללוחות המלוטשים הגדולים שאנו מכירים כיום, המאפשרים בניית קירות מסך מהרצפה ועד התקרה. המגוון הקיים בשוק למעטפת מבנים הוא רחב: מזכוכית שקופה, זכוכית חלבית, לבני זכוכית ועד זכוכית רבודה וזכוכית מחוסמת. לצרכי בידוד ניתן להשתמש בזכוכית כפולה, והטכנולוגיה המודרנית מאפשרת לעשות זאת מבלי ליצור עיוות.

"שינוי פורמולה של חומר הגלם הנכנס לכבשן יכול להקנות לזכוכית תכונות סינון אור הנקבעות מראש. אם מטבעה מעבירה הזכוכית הרגילה את גלי האינפרא-אדום שבאור וחוסמת יחסית את גלי האולטרא-סגול, הרי שהטכנולוגיה של היום מאפשרת לשלוט בתכונות אלו לרמת חסימה מוחלטת של גלי האולטרא-סגול. על אותו משקל, ניתן יהיה להחזיר גלי אולטרא-סגול לתוך החלל לצרכים בריאותיים. כמו כן, ניתן לייצר זכוכית סופגת חום, שתעצור את מרבית הקרינה האינפרא-אדומה על ידי פעולות ספיגה וקרינה חוזרות, ושימושים

לא רק שהפיניקים הפיצו את הזכוכית, הם גם אחראים כנראה על המהפכה הגדולה ביותר בתולדותיה - המצאת שיטת הניפוח - ולכן הופכים למרכז עולמי לייצור כלי זכוכית. ההמצאה הופכת את החומר לזמין, ובעיקר לזול. פרופ' ברג': "החל מהתקופה ההלניסטית, זכוכית איננה רק נחלתם של מלכים ואתרי פולחן"