

הפירות ארכיאולוגיות - מה הסיכונים הטמונים בקרקע?

בעבודות ארכיאולוגיות קיימים סיכונים לא מעטים, בין השאר - קרקע הפירה שנתרו בה שאריות חומרים מסוכנים, אשר הלחלו אליה בעבר, או פטריות, חיידקים ווירוסים, שקבעו בה את משכנם והם גורמי מחלות. רשות העתיקות פועלת לחקירה, לזיהוי ולהערכת סיכונים לפני התחלת עבודות החפירה

מאת: יפעת זר

מרכז מידע
המוסד לבטיחות ולגיהות

שימשה כחומר גלם או עזר במגוון תהליכים ותעשיות, כגון בייצור מטבעות, צבעים, כלי מטבח, אריזות אחסון מזון ויין, עיבוד עורות, הכנת נייר, ייצור תחמושת, כימיקלים, זכוכית, סוללות ומצברים, רעפים ועוד. היסטוריונים מסוימים סוברים כי האשם העיקרי בנפילת האימפריה הרומית טמון בשימוש הנרחב שנעשה בעופרת. כל מערכת הולכת המים (האקוודוקטים) שהקימו הרומאים הייתה מצופה פנימית בעופרת.

רעילות העופרת מתבטאת באופן שונה מאדם לאדם והיא עלולה להשפיע על מערכות רבות בגוף. בטווח החשיפה הקצר מדווחים, לדוגמה, על כאבי ראש, חרדה, דיכאון, פגיעה בזיכרון ובריכוז, חולשה, כאבי בטן ועצירות, ובחשיפה ממושכת עלולות להיפגע קשה מערכות חיוניות בגוף, כגון לב וכלי דם, כליות, מערכות העצבים והרבייה.

בקרקעות שהיו עליהן בעבר אתרי עיבוד עפרות (מחצבים) לצורך הפקת מתכות יקרות ככסף, זהב ונחושת מתגלים לעתים חומרים מסוכנים, שנוצרו כתוצרי לוואי (כמו עופרת בתהליך התכת המתכות - ראו לעיל השפעותיה הבריאותיות) או ששימשו כחומרי גלם (כמו כספית בתהליך אמאלגמציה וציאניד בתהליך הפרדת המתכות - Leaching). תעשיית ייצור כספית אף גדלה במאה ה-19 לצורך תהליך האמאלגמציה, ובמאה ה-20 גם לצורך תעשיית הנשק, בעיקר בזמן מלחמות העולם. (על נזקי הכספית - ראו בהמשך).

ציאניד ידוע כרעיל מאוד, יוני ציאניד מעכבים את תהליך הנשימה התאית, מה שמוביל לחוסר היכולת של רקמות הגוף להשתמש בחמצן. הופעת תסמינים של חשיפה לציאניד היא בדרך כלל מיידית. תסמינים ראשוניים כוללים כאב ראש, סחרחורת, קצב לב מהיר, קוצר נשימה והקאות. תופעות לוואי נוספות כוללות פרכוס אפילפטי, קצב לב איטי, תת לחץ דם, אובדן הכרה ודום לב. לטווח הארוך, אדם עלול לסבול מבעיות נירולוגיות.

הכספית הייתה ידועה להודים ולסינים הקדמונים ונמצאה בקברים מצריים המתוארכים מ-1500 לפנה"ס. במאה החמישית לפנה"ס שימשה הכספית להכנת סגסוגות עם מתכות נוספות. ביוון העתיקה

למתבונן מהצד, עבודת הארכיאולוג יכולה להיראות מאתגרת, מרגשת ומלאת הרפתקאות, כמעט בדומה לזו שמגלמת דמות הארכיאולוג בסרט הפופולרי "אינדיאנה ג'ונס", אך למעשה, תנאי הסביבה והשטח ועבודת המעבדה לפענוח הממצאים הארכיאולוגיים עלולים לחשוף את הארכיאולוגים לסיכונים בטיחות ובריאות משמעותיים.

עבודת השטח של הארכיאולוג יכולה להיות מאומצת וממושכת, באתרים מרוחקים ומבודדים, בתנאי קיצון של חום או קור, בחללים צרים ועמוקים, מעוטי חמצן, או בחללים תת קרקעיים חשוכים, שופעי ראדון ומטים לנפול. הארכיאולוג עלול להתקל בצמחים רעילים ולהיות מותקף על ידי חיות בר מסוכנות, כמו נחשים, עקרבים וחרקים מזיקים, או להיפצע מכלי עבודה ועצמים חדים, כגון מקלות ואבנים, ומנפילה אל בורות ושוחות, המצויים באתרי החפירות.

נוסף על סיכונים אלו, קרקע החפירה והממצאים הארכיאולוגיים שבה עלולים להיות מזוהמים בחומרים מסוכנים, שחלחלו אליה בעבר ונתרו בה, ולצערנו, ברוב המקרים אין לארכיאולוגים ידיעה מוקדמת על תכולת הקרקע, מסוכנות ככל שתהיה. להלן תיאור מקרה לדוגמה של חשיפת ארכיאולוגים לחומר מסוכן שלא בידיעתם:

במהלך חפירה ארכיאולוגית, שבוצעה על ידי החברה הארכיאולוגית NWAA בשנת 2007, בווינגטון, התגלה בקבוק חום מסתורי. הבקבוק נאטם בפקק שעם, סומן כרעיל והובא למעבדת החברה בסיאטל, שם נוקה, ואחר כך החלה להופיע אבקה לבנה סביב פתח הבקבוק והפקק. אף שהבקבוק הוחזק בתיק ייעודי, אטום ומבודד, עובדי המעבדה שהיו בקרבתו החלו להתלונן על כאבי ראש. מאוחר יותר, התגלתה תכולת הבקבוק ככספית כלורית - חומר מסוכן מאוד, העלול לגרום לגירוי לעור ולעיניים ולפגוע במערכת הנשימה ובמערכת העצבים המרכזית.

בעקבות ההתפתחות הטכנולוגית והשימוש הנרחב בחומרים מורכבים ומשופרים, בכימיקלים ובדלקים לחימום ולשרפה, נוצרו זיהומי קרקע, העלולים להזיק מאוד לאדם בחשיפה אליהם. להלן כמה דוגמאות:

קרקעות רבות מתגלות כמזוהמות בעופרת בשל השימוש הנרחב שנעשה במתכת בעבר. בזכות היות העופרת נוחה לעבודה, היא

פמאדיהאנה (קבורה מחדש), הנהוג ברמות המרכזיות של האי, שבו נוהגים האבלים להוציא את גופות קרוביהם מקבריהן, לנקות אותן, לכרוך אותן בתכריכים חדשים, לרקוד איתן ואחר כך לקבור אותן שוב עד הטקס הבא, סייע להתפשטות המחלה והישארותה במשך כמאה ועשרים שנה, עד היום.

גם תהליך ההתחממות הגלובלית, שבעקבותיו מופשרים קרחונים וקרקות קפואות, עלול להביא לפתיחת תיבת פנדורה של וירוסים וחידקים שנותרו "רדומים" אך עמידים בקרחונים ובקרקות הקפואות, בשל תנאי קור, חושך וחוסר החמצן השוררים בהם.

לדוגמה, מדענים גילו מקטעי RNA של וירוס השפעת הספרדית בקרקעות ששימשו לקבורה המונית בשנת 1918, באלסקה, ומקטעים של DNA של וירוס האבעבועות השחורות מתחילת המאה ה-19 באזורי קבורה בדרום סיביר. מדעני NASA חשפו בשנת 2015 את חיידק *Carnobacterium pleistocenium* שהשתמר באגם קפוא באלסקה מתקופת הפלייסטוקן, מלפני 32,000 שנה ושנתיים אחר כך גילו מדענים חיידק בן 8 מיליון שנה שהיה חבוי מתחת לקרחון באנטארטיקה.

חלק מהחיידקים העתיקים נמצאו אפילו בעלי עמידים לאנטיביוטיקה, למרות שהם מתוארכים לפני זמן גילוייה, כמו בדוגמה של החיידקים שהשתמרו בקרחון בן 30,000 שנה באזור ברינגיאן שבין קנדה לרוסיה והתגלו על ידי מדענים בשנת 2011. לצורך הגנה עצמית מפני פאתוגנים אחרים המצויים בסביבתם והשגת יתרון תחרותי - הישרדותי עבורם, פיתחו החיידקים הללו אנטיביוטיקה טבעית מהסוגים beta-lactam, tetracycline and glycopeptide antibiotics.

באזורים מסוימים בארה"ב ובדרום אמריקה (אזורים אנדמיים) קיימת שכיחות גבוהה של *coccidioidomycosis* - מחלה זיהומית של בני אדם וחיות בית, הנגרמת מפטרייה הנפוצה בקרקע באזורים אלו. הדוח של החוקר הארכיאולוג Reinhard, משנת 1985, מבהיר זאת. על פי דיווחו, ארבעה ארכיאולוגיים חלו במהלך קיץ 1970 במהלך ביצוע עבודות חפירה באתר הארכיאולוגי Salmon Ruin שבדרום מערב ארה"ב, בו חיו הפואבלוס, האמריקאים הקדמונים. חולים אלו היו היחידים מתוך מאות חברי המשלחת הארכיאולוגית, שעסקו בחפירת "צואה מאובנת". הם חשו ברע, נמצאה עלייה בספירת תאי הדם הלבנים שלהם וטמפרטורת גופם, ואחד מהם גם סבל מפגיעה בריאות. ההשערה של Reinhard הייתה שנבגי פטריות הם מקור הזיהום, על אף שהנבגים במקרה זה היו בני אלפי שנים. תנאי הקור, הרטיבות והחושך, השוררים בקרקע, הם גם תנאים מעולים להתפתחות, לשגשוג ולהישרדות פטריות במשך מאות אלפי

נוצלה הכספית במשחות. הרומאים השתמשו בה לקוסמטיקה ולהקלת כאבי צמיחת שיניים אצל תינוקות, ובימי הביניים השתמשו בכספית מעורבת בחלבון ביצה כתכשיר נגד כינים ולהקלה על דלקות וזיהומים בעור. בתהליך ייצור כובעים נהגו הכובענים לשטוף את פרוות הארנבים ליצירת לבד באמצעות כספית חנקתית. מחלות נפש, שנגרמו מקישור כספית לתאי העצב במוח, נחשבו לסימן היכר אופייני לבעלי אומנות זו. דמות "הכובען המטורף" בסיפור "הרפתקאות אליס בארץ הפלאות", ממחישה את סיכוני השפעת החשיפה לכספית על המוח. עיקר הנזק מכספית אינו מופיע מיד, אלא כפגיעה עצבית מצטברת.

בחפירה של אתרי מבנים ישנים והריסות מבנים, שהוקמו מתחילת המאה ה-19 ועד שנות השבעים, נתקלים הארכיאולוגים לרוב באסבסט, שהיה מרכיב שכיח בענף הבנייה בשנים אלו בשל יעילותו כחומר עמיד לאש ומבודד.

האסבסט הוכח כמסרטן, כמוטגן (מגדיל את הסיכון להתרחשות מוטציות) וכטרטוגן (עלול לפגום בהתפתחות העובר ברחם) בבני אדם. חדירת סיבי אסבסט למערכת הנשימה והצטברותם בגוף האדם עלולה לגרום למחלות, כגון אסבסטוזיס, סרטן ריאות ומזותליומה. בנון שימש בעבר כממס וכתוסף ריח, וגם נוצר בכל תהליך של שרפת נפט לסוגיו. מולקולות הבנון זעירות מאוד ובעלות חדירות גבוהה בקרקע, ולכן, הצליחו להגיע כמעט לכל מקום בכדור הארץ, אפילו לאזורי הקטבים. חפירה באזורי אחסון ושימוש בדלקים חושפת את הארכיאולוגים לפחמימן, שהוכח כמסרטן ודאי בבני אדם, על פי IARC.

בקרקעות שהיו עליהן בעבר אתרי עיבוד עפרות (מחצבים), לצורך הפקת מתכות יקרות ככסף, זהב ונחושת, מתגלים לעתים חומרים מסוכנים, שנוצרו כתוצרי לוואי (כמו עופרת בתהליך התכת המתכות) או ששימשו כחומרי גלם (כמו כספית בתהליך אמאלגמציה וציאינד בתהליך הפרדת המתכות - Leaching)

חפירה בשטחי חקלאות שנותרו בהם שאריות של חומרי הדברה מסוכנים חושפת את הארכיאולוגים לרעילותם. ידוע על השפעות בריאותיות חמורות שחשיפה לחומרי הדברה עלולה לגרום ובכלל זה השפעות נוירולוגיות, נשימתיות אנדוקריניות וסרטן.

עבודת מחקר מעבדתית ושימור של ממצאים ארכיאולוגיים כרוכה בשימוש במגוון כימיקלים מזיקים ורעילים.

כמו כן, קרקע החפירה עלולה להיות מזוהמת בפתוגנים מיקרוביאליים, כגון חיידקים, פטריות ווירוסים, שקבעו את משכנם בקרקע זמן רב לפני הגעת הארכיאולוגים אליה ומסכנים אותם בזיהומים ובמחלות. למשל, חפירה באתרי קבורה עתיקים, ובמיוחד אלו שקרקעיתם הייתה קפואה במשך מאות עד מיליוני שנים, עלולה לחשוף את הארכיאולוגים למחלות נדירות, שגורמיהן המזיקים השתמרו ושרדו בקרקע במשך השנים הרבות.

התפרצות חיידק הדבר שנה אחר שנה במדגסקר ממחישה את הסיכונים בחשיפת קברים עתיקים. קיים חשד כי הטקס המסורתי,

חדירת סיבי אסבסט למערכת הנשימה

והצטברותם בגוף האדם עלולה לגרום למחלות, כגון אסבסטוזיס, סרטן ריאות ומזותליומה. בנון שימש בעבר כממס וכתוסף ריח, וגם נוצר בכל תהליך של שרפת נפט לסוגיו. מולקולות הבנון זעירות מאוד ובעלות חדירות גבוהה בקרקע, ולכן, הצליחו להגיע כמעט לכל מקום בכדור הארץ, אפילו לקטבים



קובץ "קווים מנחים" לבטיחות בעבודות ארכאולוגיות

באתר וכולל הנחיות להכנת תוכנית בטיחות, שימוש באמצעי ניטור ובקרת סיכונים במקום, הדרכת עובדים, שימוש באמצעי מיגון אישיים, הדרכות עזרה ראשונה ועוד.

מקורות:

1. The Legacy of Industrialization: Archaeology at Contaminated Sites with Potentially Hazardous Artifacts, William A. White III, Project Director, Historical Archaeology, Statistical Research, Inc. Tucson, Arizona.
2. Occupational hazards and safety measures for archeologist, Suriansh Sharma, Aashna Nagar, L.P Singh. And Sarbjit Singh. International conference on humanizing work and work environment HWWE – 2016 .
3. Dangerous Places: Health, Safety, and Archaeology, David A. Poirier (Editor), Kenneth L. Feder.
4. National geographic, 08/2020 דבר, במקד, דבר
5. Long-dormant bacteria and viruses, trapped in ice and permafrost for centuries, are reviving as Earth's climate warms, Jasmin Fox-Skelly, 4 May 2017 ■

חפירה באתרי קבורה עתיקים, ובמיוחד אלו שקרקעיתם הייתה קפואה במשך מאות עד מיליוני שנים, עלולה לחשוף את הארכיאולוגים למחלות נדירות, שגורמיהן המזיקים השתמרו ושרדו בקרקע במשך השנים הרבות

שנים. בחשיפת קרקע המזוהמת בפטריות עלולים נבגי הפטריות לפוץ לכל עבר בשל יכולתם להינשא באוויר, במים, ועל גבי בעלי חיים ועצמים, ובכך להגדיל את סיכוני החשיפה אליהם בקרב הארכיאולוגים, ואכן, מחקרים מראים כי הארכיאולוגים נוטים לסבול מזיהומים פטרייתיים הנפוצים בקרקע, כמו: Anthrax, Tetanus, Cryptococcosis, Mucomnycosis, Aspergillosis, Blastomycosis. היארעות פציעות עוריות וחתכים פתוחים בעור, בקרב הארכיאולוגים, היא שכיחה בשל עבודת השטח שלהם עם כלי עבודה חדים והיתקלותם בעצמים ובממצאים חדים, דבר המסכן אותם, בין היתר, בחדירת זיהומים פטרייתיים בחשיפה עורית. ידוע כי זן ה-Tetanus לדוגמה, חודר לגוף בחשיפה עורית, ועל הארכיאולוגים לקבל את החיסון הקיים נגד ה-Tetanus באופן שגרתי, כדי לשמור על רמת הגנה גבוהה ומספקת לגופם.

ה-Anthrax קושר לאחרונה עם טרור ביולוגי וידוע כי חשיפה אליו עלולה להיות קטלנית ולגרום למוות המוני. אך רוב מקרי המחלה בבני אדם נגרמים עקב מגע עם בעלי חיים והפרשותיהם. ה-Anthrax מצוי בעיקר באזורים שבהם בוצעו בעבר עבודות שחיטה ועיבוד עורות של בקר וכבשים. נבגי Anthrax עלולים לחדור אל גוף הארכיאולוג, בעיקר דרך חתכים פתוחים בעור ובמגע עם צמר, שיער, ועור נגועים של בעלי החיים, אולם גם דרך נשימה ובלעיה ארעיים. לכן, מומלץ כי ארכיאולוגים המתעתדים לעבוד באתרי חפירות באזורים שבהם אובחנו מקרי Anthrax בבני אדם יחוסנו מבעוד מועד בחיסון הקיים נגדו.

תסמינים הזיהום הפטרייתי רבים ומגוונים, החל מתחושת אי-נוחות, דרך תסמינים הדומים לאלו של שפעת ועד פגיעה במערכות רבות בגוף האדם.

כמו כן, חפירה בסביבת בורות שופכין ישנים או נטושים כרוכה בסכנת הידבקות בזיהומים ויראליים (נגיפיים) השוררים בשפכים, כגון, פוליו (שיתוק ילדים - מחלה נגיפית של הכבד), שייתכן כי ע"י נגיף הפוליו, Hepatitis b (מחלה נגיפית של הכבד), שייתכן כי חלחלו אל הקרקע ונותרו בה "פעילים". גם נגד זיהומים אלו קיימים חיסונים, שעל הארכיאולוגים להתחסן נגדם אם קיים חשד לקיומם בקרקע, באתר שבו עתידה להתבצע חפירה.

רשות העתיקות ומוסדות המחקר השונים המעסיקים עובדים בחפירות ארכיאולוגיות בישראל מונחים, בין היתר, לפעול לחקירה, לזיהוי, לבקרה ולהערכת סיכונים לקראת התחלת עבודה בקרקע או לפני חידוש פעילות חפירה.

המסמך "נוהלי תפעול והתנהגות COP - (codes of practice) לעבודה בטיחותית בחפירות ארכיאולוגיות", בהוצאת המוסד לבטיחות ולגיהות, המבוסס על תקנות הבטיחות בעבודה ועל הניסיון המקצועי שנרכש בפועל בביקורים באתרי חפירות, מפרט נהלים להבטחת בטיחות העובדים ובריאותם התעסוקתית לקראת ובעת העבודה