

מספר הנוהל: 07-0157 בתוקף מתאריך: 21.11.12 מהדורה: 2 תאריך עדכון אחרון: 17.1.16 עמוד 1 מתוך 9	<b>הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל</b> נהלים	
	<b>בטיחות בעבודה בחומרים קריאוגניים  במעבדות וביחידות הטכניון</b>	

### 1. רקע

חומרים/נוזלים קריאוגניים הם חומרים, נוזלים או גזים שקוררו לטמפרטורה נמוכה מ- $-73^{\circ}\text{C}$ . לדוגמה, נוזלים קריאוגניים שכיחים בשימוש הינם: נוזלי חנקן נוזלי ( $-196^{\circ}\text{C}$ ), הליום ( $-269^{\circ}\text{C}$ ) או מימן ( $-253^{\circ}\text{C}$ ), אך הם לא היחידים. בעבודה עם חומרים או נוזלים קריאוגניים קיימים מספר סיכונים עיקריים: סכנת כוויות קור במגע כתוצאה מעבודה בטמפרטורה מאוד נמוכה. סכנת חנק במקומות לא מאווררים מספיק כתוצאה מדחיקת האוויר/חמצן בעת הפיכת הנוזל לגז והתפשטו פי מאות מנפחו הנוזל. פיצוץ כתוצאה מעליית לחץ הנובע מהתפשטות והפיכה לגז באזור סגור. סכנת שריפה כתוצאה אפשרות היווצרות כיסים מקומיים מועשרי חמצן.

### 2. מטרה

קביעת אופן העבודה, ואמצעי הבטיחות שנדרש לנקוט בעבודה עם חומרים או נוזלים קריאוגניים.

### 3. הגדרות

- 3.1 **בטיחות (Safety)** - שליטה בסיכונים וצמצום (הפחתה) של סיכונים במקום עבודה ו/או - בתהליך מסוים, במטרה למנוע תאונות עבודה ומחלות מקצוע וצמצום הנזק הנובע מהם.
- 3.2 **צובר** - מיכל ניח גדול ייחודי בעל דפנות כפולות ומבודדות לאחסון חומר/נוזל קריאוגני. בטכניון רבתי מספר צוברים לשרות הפקולטות. מיכל זה נמצא תחת לחץ וכולל הגנות למניעת התבקעות המיכל.
- 3.3 **מיכל לחץ** - מיכל ייחודי בעל דפנות כפולות ומבודדות לאחסון חומר/נוזל קריאוגני תחת לחץ התאידות. המיכל בעל התקני בטיחות נגד לחץ (שסתום פריקה ודסקת פריצה). מהמיכל ניתן לקבל נוזל או גז. המיכל קיים בנפחים שונים וניתן להובלה על גבי גלגלים או עגלה ייעודית.
- 3.4 **טרמוס (Dewar)** - מיכל ייחודי בעל דפנות כפולות ומבודדות לאחסון חומר/נוזל קריאוגני בלחץ אטמוספרי. המיכל מגיע בצורות שונות גם כדלי עם מכסה. ניתן לנשיאה ביד או הובלה על גבי גלגלים או עגלה ייעודית.
- 3.5 **כלי מעבדה ייעודיים** - כלי זכוכית או מתכת במעבדה אשר מיועדים ל עבודה עם חומר/נוזל קריאוגני.
- 3.6 **גיליון בטיחות ( SDS Safety Data Sheet או MSDS - Material Safety Data Sheet )** - גיליון המכיל מידע לגבי חומר מסוכן, תכונותיו והשפעתו, הסיכונים הנובעים ממנו ודרכי מניעתם.
- 3.7 **טכניון רבתי** - הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל ומוסד הטכניון למחקר ופיתוח - בע"מ.
- 3.8 **יחידה** - פקולטה, מחלקה, מכון, אגף, מרכז מחקר, מחסן כלל טכניוני.
- 3.9 **יחידת הבטיחות** - הגוף המקצועי בתחום הבטיחות בעבודה בטכניון.
- 3.10 **מפגע (Obstacle)** - מצב או מכשול הצפוי לגרום פגיעה בבריאות לאדם, או נזק לרכוש או - לסביבה.

<p>מספר הנוהל: 07-0157  בתוקף מתאריך: 21.11.12  מהדורה: 2  תאריך עדכון אחרון: 17.1.16  עמוד 2 מתוך 9</p>	<p><b>הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל</b>  נהלים</p>	
<p><b>בטיחות בעבודה בחומרים קריאוגניים  במעבדות וביחידות הטכניון</b></p>		

- 3.11. מקור סיכון פוטנציאלי - גורם ביולוגי או כימי העלול לפגוע בבריאות האדם ו/ או צאצאיו.
- 3.12. משנע מורשה - אדם או ארגון אשר קבל את אישור יחידת הבטיחות בטכניון ואת אישור מחלקת הרכש והוא בעל אישורים מתאימים על פי החוק לבצע הובלת חומ"ס.
- 3.13. ציוד בטיחות - ציוד מגן אישי, ציוד הצלה וכל ציוד נוסף הנדרש לצורך ביצוע עבודה/ משימה בצורה בטוחה.
- 3.14. רמת בטיחות נאותה - רמת בטיחות, כנדרש עפ"י החוק וכן עפ"י הנהלים, ההוראות, והצווים הקיימים בטכניון.
- 3.15. תקרית (incident) - אירוע שבו ממומש הפוטנציאל של גורם סיכון או של מפגע ללא פגיעה באדם, אך לעתים תוך גרימת נזק קל לרכוש או לסביבת העבודה.
- 3.16. סיכון (Risk) - צירוף של ההסתברות או השכיחות להתרחשות אירוע הגורם לפגיעה או לנזק - ושל חומרת התוצאות הצפויות מהתרחשותו של אירוע זה.
- 3.17. ספק מורשה - אדם או ארגון אשר קבל את אישור הגורמים המוסמכים בטכניון - מחלקת הרכש, אחראי חומ"ס בטכניון, והוא בעל אישורים מתאימים על פי החוק לספק גזים דחוסים.
- 3.18. עובדים - חוקרים, משתלמים, סטודנטים, עובדי הטכניון רבתי, עובדי קבלן, אורחים וכל - מי שנמצא ברחבי הטכניון רבתי.
- 3.19. מנהל מעבדה - חבר סגל הטכניון אקדמי או מינהלי שמונה על ידי הרשויות המוסמכות בטכניון כמנהל מעבדה או מי שמנהל אותה בפועל.
- 3.20. תאונה (accident) - אירוע חד פעמי, שבו ממומש הפוטנציאל של גורם סיכון או של מפגע ונגרם נזק לבריאות, לרכוש ו/או לסביבה.
- 3.21. תאונת עבודה (work accident) - תאונה שאירעה לעובד תוך כדי עבודתו ועקב עבודתו אצל - מעבידו או מטעמו, ולעובד עצמאי עקב עיסוקו במשלח ידו.

### 3. סמכות ואחריות

- 4.1. הנהלת הטכניון  
הנהלת הטכניון אחראית על קיום דרישות החוק בנושא מעבדות ומתן הנחיות בנושא באמצעות יחידת הבטיחות ויחידות אחרות, ולספק את המשאבים הנדרשים לבטיחות המעבדות בטכניון לרבות תשתיות מתאימות על פי דרישות החוק.
- 4.2. דיקנים וראשי יחידות  
אחראים לקיום כל דרישות הבטיחות בפקולטה/ יחידה שבאחריותם, כמו כן הם אחראים לוודא כי העבודה נעשית בהתאם לחוק ודרישות הטכניון ולפעול ליישום הנחיות אלו על ידי חוקרים/סגל וכל הנכנס למעבדות.
- 4.3. חוקרים ומנהלי מעבדות  
אחראים לקיום כל דרישות הבטיחות במעבדות שבאחריותם, כמו כן הם אחראים לוודא כי העבודה נעשית בהתאם לחוק ולדרישות הטכניון ולפעול ליישום הנחיות אלו על ידי העובדים וכל הנכנס למעבדות שבאחריותם. בנוסף, הם אחראים להשתתף ולוודא שכל עובדי המעבדות שבאחריותם השתתפו בהדרכות הבטיחות כפי שתפורסמה מפעם לפעם.

<p>מספר הנוהל: 07-0157  בתוקף מתאריך: 21.11.12  מהדורה: 2  תאריך עדכון אחרון: 17.1.16  עמוד 3 מתוך 9</p>	<p><b>הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל</b>  נהלים</p>	
<p><b>בטיחות בעבודה בחומרים קריאוגניים  במעבדות וביחידות הטכניון</b></p>		

#### 4.4. אגף משאבי אנוש

אגף משאבי אנוש אחראי לוודא כי כל עובד חדש יודרך בנושא בטיחות ויחתום על חוברת ה"הדרכה לעובד החדש" כחלק מתהליך קליטתו לטכניון. כמו כן באחריות אגף משאבי אנוש להפנות עובדי מעבדות לבדיקות רפואיות ולחיסונים בהתאם לדרישה והמלצת יחידת הבטיחות בטכניון, הדרכות בטיחות נוספות וריענון שנתי בהתאם לדרישות יחידת הביטחון.

#### 4.5. עובד

אחריות העובד לקיים בפועל את כל דרישות והנחיות הבטיחות הנוגעות לתחום עבודתו, להשתתף בהדרכות ככל שיידרש על פי הנחיות יחידת הבטיחות שתופצנה מפעם לפעם, להתריע על מפגעים וסיכונים ולפעול לקיום הנחיות הבטיחות.

#### 4.6. יחידת הבטיחות

יחידת הבטיחות אחראית לפרסם את המידע ואת דרישות החוק בנוגע לתפעול מעבדות ביולוגיות, לבצע סקרי סיכונים מפעם לפעם במעבדות אלו ולהנחות לגבי פעולות מתקנות בהתאם לצורך. בסמכות ראש יחידת הבטיחות להורות על הפסקת העבודה במעבדה במידה ונראה כי יש סיכון בריאותי או בטיחותי בהמשך עבודה בה, בתיאום עם מנכ"ל הטכניון וסמנכ"ל התפעול. יחידת הבטיחות אחראית גם על ליווי ויעוץ להנהלת הטכניון בכל הנוגע ליישום נוהל זה.

### 5. שיטה

#### 5.1. כללי

- 5.1.1. ידיעת סיכוני העבודה עם חומרים ונוזלים קריאוגניים מחייבת את כל העובדים והסטודנטים אשר נמצאים במקומות בהם מתבצעת עבודה עם חומרים אלו.
- 5.1.2. יש להחזיק את גיליון בטיחות (MSDS) של החומר בכל מקום בו נעשית עבודה איתו.
- 5.1.3. יש לעיין בגיליון הבטיחות לפני השימוש בחומר.
- 5.1.4. עבודה בנוזלים קריאוגניים תתבצע אך ורק על ידי עובדים שהודרכו בהדרכת בטיחות לעבודה בנוזלים קריאוגניים על ידי יחידת הבטיחות.
- 5.1.5. תוקף הדרכה כאמור בסעיף 5.1.4 הינה לשנה.
- 5.1.6. רק עובדים או סטודנטים שעברו הדרכה בנושא הפעילות שהם אמורים לבצע והוסמכו על ידי האחראי במקום בכתב יועסקו בעבודה עם הנוזל או החומר הקריאוגני.
- 5.1.7. השתמש רק בציוד מתאים ומאושר לעבודה עם החומר/נוזל קריאוגני. לרוב, כלי קיבול בעלי בידוד. אין להשתמש בכלי זכוכית רגילים. במקרה של מימן, נדרש לוודא כי החומר המיכל מתאים לסביבה מימנית.
- 5.1.8. יש לבדוק את הציוד בכלל ואת שסתומי הפריקה כנדרש בסעיף 5.10, בדיקות תקופתיות.
- 5.1.9. מיכל אשר מצטבר עליו קרח בנקודות מסוימות חשוד שאינו תקין ויש לבדוק את תקינותו.
- 5.1.10. אין לגעת בנוזל הקר או בקרח יבש. קרח יבש יש להחזיק באמצעות מלקחיים בלבד.
- 5.1.11. כלי קיבול אותו מעוניינים לקרר חייבים לטבול באיטיות באמבט הקירור. אין להכניס כלי קיבול חם לתוך נוזל קריאוגני, מחשש לרתיחה ספונטנית של נוזל הקירור והתזתו על העובד.

<p>מספר הנוהל: 07-0157  בתוקף מתאריך: 21.11.12  מהדורה: 2  תאריך עדכון אחרון: 17.1.16  עמוד 4 מתוך 9</p>	<p><b>הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל</b>  נהלים</p>	
<p><b>בטיחות בעבודה בחומרים קריאוגניים  במעבדות וביחידות הטכניון</b></p>		

5.2. סיכונים עיקריים בעבודה בחומרים קריאוגניים

- 5.2.1. בעבודה עם חומרים או נוזלים קריאוגניים קיימים מספר סיכונים עיקריים:
- 5.2.1.1. סכנת כוויות קור במגע כתוצאה מעבודה בטמפרטורה מאוד נמוכה.
  - 5.2.1.2. סכנת חנק במקומות לא מאווררים מספיק כתוצאה מדחיקת האוויר/חמצן בעת הפיכת הנוזל לגז והתפשטו פי מאות מנפחו הנוזל.
  - 5.2.1.3. פיצוץ כתוצאה מעליית לחץ הנובע מהתפשטות והפיכה לגז באזור סגור.
  - 5.2.1.4. סכנת שריפה/פיצוץ כתוצאה אפשרות היווצרות כיסים מקומיים מועשרי חמצן.
- 5.3. כניסה למעבדות והתחלת עבודה
- 5.3.1. הכניסה למעבדות מותרת אך ורק באישור מנהל המעבדה, קיום הוראות נוהל זה ונקיטת כל הצעדים הר"מ.
  - 5.3.2. לקראת הפעם הראשונה שמתכוונים להשתמש בחומר קריאוגני במעבדה נדרש לבצע סקר סיכונים מיוחד על-ידי יחידת הבטיחות על מנת לוודא כי המקום בו מתוכננת עבודה בנוזל קריאוגני מותאם לעבודה זו וכי רמת הסיכון קבילה. בהמשך יבוצע סקר שוטף כמקובל.
  - 5.3.3. עבודה בנוזלים קריאוגניים תיעשה אך ורק במקומות מאווררים היטב. במקומות סגורים בהם נדרשת עבודה עם חומרים/נוזלים קריאוגניים יותקן גלאי ריכוז חמצן. הגלאי יתריע בצורה קולית וויזואלית בתוך המעבדה ובכניסה אליה. בנוסף יש להתקין מאוורר ("וונטה"), שתופעל אוטומטית לפינוי החלל בעת חריגה בריכוז החמצן.
  - 5.3.4. באחריות מנהל המעבדה לוודא כי הגלאי תקין וכי ריכוז החמצן הוא בתחום של 19.5-20.9 אחוז לפני תחילת העבודה.
  - 5.3.5. באחריות מנהל המעבדה לבצע בדיקה תקופתית של הגלאי בהתאם להוראות היצרן.
  - 5.3.6. השתדל לקצר את זמן החשיפה.
  - 5.3.7. בעת שימוש בנוזל/חומר קריאוגני, קיימת חובה להימצאותם של שני אנשים לפחות במעבדה.
  - 5.3.8. ידע את הסובבים אותך על עבודתך עם נוזל קריאוגני. וודא כי אינם נמצאים במסלולך או עלולים לגרום לך לשפוך את החומר/נוזל שלא כמתוכנן.
  - 5.3.9. שים לב: חומרים משנים את תכונותיהם בטמפרטורות נמוכות מאוד ולרוב הופכים לקשים ופריכים ולכן הם נשברים בקלות. בחר כלי עבודתה המתאימים לטמפרטורות נמוכות.
  - 5.3.10. העננה הנוצרת אינה הגז המתאייד אלא התעבות של המים באוויר מסביב.
- 5.4. ציוד מגן אישי בעבודה עם חומרים או נוזלים קריאוגניים
- 5.4.1. בעת עבודה עם חומרים או נוזלים קריאוגניים חובה לנעול נעלי בטיחות או לפחות נעליים סגורות מעור, יש ללבוש מכנסיים ללא מכפלת תחתונה, חלוק ארוך רכוס עם שרוולים ארוכים, משקפי מגן (רגילות או אופטיות) וכפפות קריאוגניות - חשוב שהכפפות יהיו רפויות במידה שתאפשר להסיר אותן בהנפת היד (למקרה שנוזל חדר לתוך הכפפה ונוגע בעור). מומלץ להשתמש בבגדים רפויים.
  - 5.4.2. יש לוודא כי המכנסיים מעל לנעליים והחלוק מעל לכפפות על מנת למנוע אפשרות של זרימת נוזל אל תוך הביגוד ולאפשר הסרה מהירה.

<p>מספר הנוהל: 07-0157  בתוקף מתאריך: 21.11.12  מהדורה: 2  תאריך עדכון אחרון: 17.1.16  עמוד 5 מתוך 9</p>	<p><b>הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל</b>  נהלים</p>	
<p><b>בטיחות בעבודה בחומרים קריאוגניים  במעבדות וביחידות הטכניון</b></p>		

- 5.4.3 בעת ביצוע הובלה של מיכלים בלחץ או מיכלים בלחץ אטמוספרי (Dewar) יש ללבוש נעליי בטיחות מלבד ציוד המגן האישי (חלוק ומשקפים). אין להוביל מיכל בתא הנוסעים של הרכב! הובלה ברכב תעשה אך ורק לפי סעיף 5.6 להלן.
- 5.4.4 בעת ביצוע מילוי או ריקון של חומרים או נוזלים קריאוגניים בהן יש סיכון של התזה יש להשתמש בסינר קריאוגני ובמגן פנים שלם בנוסף למשקפים.
- 5.4.5 המנע מענידת תכשיטים, טבעות או שעונים. מתכת עלולה להדבק אל העור במקרה של טמפרטורת נמוכות.
- 5.4.6 על צינור המילוי יורכב מפריד פאזה למניעת התזה.
- 5.5 כללי התנהגות
- 5.6 הובלה
- 5.6.1 הובלת חומרים/נוזלים קריאוגניים בכלי רכב תיעשה אך ורק על ידי מוביל מורשה על פי החוק והתקנות ובכלי רכב או אמצעי נשיאה שאושרו על ידי יחידת הבטיחות וקצין הרכב של הטכניון.
- 5.6.2 בעת ההובלה יש להשתמש בציוד המגן שהוגדר לפעילות שתבצע (סעיף 5.3 - ציוד מגן אישי בעבודה עם חומרים או נוזלים קריאוגניים).
- 5.6.3 בעת הובלה רגלית, תכנן את מסלול ההובלה מראש. וודא כי מסלול ההובלה מוכר למוביל וכי אין בו מכשולים.
- 5.6.4 אין לטלטל מיכלים פתוחים. וודא כי למיכל יש מכסה מתאים.
- 5.6.5 אין לשאת את המיכל מעבר לגובה הנדרש להובלה.
- 5.6.6 אסור להוביל חומרים/נוזלים קריאוגניים במעלית ביחד עם אנשים כולל המוביל.
- 5.6.7 קיימת עדיפות עליונה לכך שההובלה תבצע במסלול פתוח ומאוורר כל עוד ניתן הדבר מבחינת המסלול או נפח ומשקל המיכל.
- 5.6.8 במידת ההכרח, הובלה במעלית תעשה אך ורק במעלית שרות או במעלית ללא ליווי (בתוך המעלית לא ימצא אדם). במקרה זה, יש לוודא כי במהלך ההובלה כניסות המעלית, בכל הקומות, יהיו חסומות כך, שלא תהיה אפשרות למשתמשים במעלית להצטרף למיכל המשונע. עם הגעת המעלית לקומה הדרושה יש לאוורר תחילה את המעלית לפני הכניסה לצורך הוצאת המיכל. בקומת היעד יחכה מוביל בהמתנה לפני שיגור המעלית.
- 5.6.9 במקרה של איבוד שיווי משקל או שמיטת המיכל אל תנסה לבצע כל פעילות מנע. תן לכלי הקיבול ליפול. התרחק והזהר את האנשים סביב ופעל בהתאם לנוהל החרום (סעיף 5.11).
- 5.7 מילוי
- 5.7.1 מילוי יתבצע תמיד מכלי קיבול גדול או כלי תחת לחץ אל כלי קטן יותר או כלי בלחץ אטמוספרי.
- 5.7.2 המילוי יתבצע על ידי אדם שהוסמך לכך.
- 5.7.2.1 מיכלי צובר גדולים ימולאו על ידי הספק בלבד לאחר תאום עם האחראי במקום. כחצי שעה לאחר סיום המילוי יש לוודא כי אין נזילות מהברזים או חיבורי הצנרת.
- 5.7.2.2 מיכלי לחץ או טרמוסים ימולאו על ידי עובד שהוסמך לבצע את המטלה כאמור בסעיף 5.1.4.

<p>מספר הנוהל: 07-0157  בתוקף מתאריך: 21.11.12  מהדורה: 2  תאריך עדכון אחרון: 17.1.16  עמוד 6 מתוך 9</p>	<p><b>הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל</b>  נהלים</p>	
<p><b>בטיחות בעבודה בחומרים קריאוגניים  במעבדות וביחידות הטכניון</b></p>		

- 5.7.2.3. טרמוסים או כלי קיבול קטנים במעבדה ימלאו על ידי עובד או סטודנט שהוסמך לבצע את המטלה.
- 5.7.3. וודא כי המיכל נראה תקין, שאין קרעים במעטפת וכל חלקיו נמצאים.
- 5.7.4. וודא כי מחברי הצינורות מתאימים.
- 5.7.5. חבר את הצינור אל המיכל או הכנס את צינור המילוי אל המיכל.
- 5.7.6. אל תמלא מעבר לקיבולת המיכל.
- 5.7.7. עבוד לאט, למניעת התזה והלם תרמי של החומרים.
- 5.7.8. אל תעמוד/תעבור בתוך מסלול ההתאדות של הנוזל.
- 5.7.9. עם סיום הפעולה, סגור את הברזים על המיכל ונתק את הצינור.
- 5.7.10. החזר את הציוד למקומו והשאר את העמדה מסודרת.
- 5.7.11. סגור במכסה/פקק את המיכל לפני השינוע.
- 5.8. ריקון**
- 5.8.1. אין לשפוך חומרים/נוזלים קריאוגניים.
- 5.8.2. הוצא את שאריות לאזור מאוורר ותן לחומר/נוזל להתאדות.
- 5.8.3. השאר לחץ מינימאלי במיכל, על פי דרישות יצרן המיכל.
- 5.9. אחסון**
- 5.9.1. מכלי נוזלים יש לאחסן מחוץ למבנה או באזורים המאווררים היטב.
- 5.9.2. האחסון יעשה באזור מוגדר ומאוורר ולא במעברים.
- 5.9.3. במקום האחסון יוצב שילוט המורה על סוג החומר וקוד החרום.
- 5.9.4. אחסון נוזל/חומר קריאוגני בתוך מעבדות יעשה:
- 5.9.4.1. במקום בו מותקנת דלת המאפשרת גישה למורשים בלבד.
- 5.9.4.2. במקום מותקן גלאי ריכוז חמצן. הגלאי יתריע בצורה קולית וויזואלית בתוך המעבדה ובכניסה אליה.
- 5.9.4.3. המעבדה בעלת אוורור המאולץ ויחידת האוורור מחוברת ל"חשמל חרום".
- 5.9.4.4. מותקנות הנחיות בטיחות בעבודה עם חומרים חומרים/נוזלים קריאוגניים.
- 5.9.4.5. קיים ציוד מגן אישי לעבודה עם חומרים/נוזלים קריאוגניים.
- 5.10. בדיקות תקופתיות**
- בדיקות תקופתיות יתבצעו בהתאם לסוג הציוד:
- 5.10.1. צוברים – באחריות הספק על פי הסכם. אחת לשנה תתבצע בדיקה על ידי טכנאי מאושר ומסמך. תיעוד הבדיקה יימסר ליחידת הבטיחות.
- 5.10.2. מיכלי לחץ - על פי הנחיות היצרן. בנוסף, בדיקה חזותית לפני השימוש. אחת לחמש שנים תתבצע בדיקה של שסתום הפריקה על ידי טכנאי מאושר ומסמך.
- 5.10.3. טרמוסים וכלי מעבדה ייעודיים – בדיקה חזותית לפני השימוש.
- 5.11. טיפול בחומרים או נוזלים קריאוגניים למעט חמצן נוזלי**
- 5.11.1. אל תיגע בנוזל קריאוגני או בכלי המכיל חומר או נוזל קריאוגני ללא הגנה.
- 5.11.2. השתמש בציוד מגן כפי שהוגדר.
- 5.11.3. אוורר את אזור העבודה.

<p>מספר הנוהל: 07-0157  בתוקף מתאריך: 21.11.12  מהדורה: 2  תאריך עדכון אחרון: 17.1.16  עמוד 7 מתוך 9</p>	<p><b>הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל</b>  נהלים</p>	
<p><b>בטיחות בעבודה בחומרים קריאוגניים  במעבדות וביחידות הטכניון</b></p>		

- 5.11.4. אל תעמוד מול פתח ממנו יוצא הנוזל אלא מאחוריו או לצידו.
- 5.11.5. טפל בנוזלים בצורה שתמנע נזילה או התזה.
- 5.11.6. טפל בנוזל כך שתימנע שפיכתו שלא לכלי קיבול.
- 5.11.7. במידה ונדרש להוציא משהו מתוך הנוזל/חומר קריאוגני, השתמש במלקחים או כלי אחר שהותאם לעבודה.
- 5.11.8. במידה והמיכל מזין מערכת דרך צנרת, ודא כי המערכת מותאמת ללחצי העבודה המצוינים על גבי המיכל ותנאי הטמפרטורה, וכי קיימים האמצעים הנדרשים לוויסות הלחץ בנקודות העבודה לאורך קווי העבודה.
- 5.12. טיפול בחמצן נוזלי
- 5.12.1. כללי
- 5.12.1.1. חמצן הינו גז חסר צבע, ריח או טעם אשר ניתן לדחסו לנוזל בטמפרטורה הנמוכה של  $-183^{\circ}\text{C}$  בלחץ אטמוספרי נורמאלי. חמצן מהווה כחמישית מהאוויר הרגיל. בצורתו הנוזלית, יש לחמצן גוון תכלת קל.
- 5.12.1.2. חמצן הינו בלתי דליק אך, הוא מזרז באופן נמרץ את בעירתם של חומרים דליקים.
- 5.12.1.3. במידה והמיכל מזין מערכת דרך צנרת, ודא כי המערכת מותאמת ללחצי העבודה המצוינים על גבי המיכל ותנאי הטמפרטורה, וכי קיימים האמצעים הנדרשים לוויסות הלחץ בנקודות העבודה לאורך קווי העבודה.
- 5.12.1.4. צנרת הגז חייבת להתאים לשימוש בחמצן.
- 5.12.1.5. החזק חומרים דליקים הרחק מחמצן וסלק מקורות הצתה. חומרים רבים אשר, בדרך כלל, בוערים באוויר, זקוקים רק לניצוץ קל או לחום מתון כדי להתלקח בנוכחות חמצן "מרוכז". חומרים אחרים, הבעירים באוויר במידה מתונה בלבד, מסוגלים לבעור בעירה נמרצת בנוכחות חמצן באחוז גבוה.
- 5.12.1.6. אין לעשן או להחזיק להבה פתוחה באזור אחסון, טיפול או שימוש בחמצן נוזלי.
- 5.12.1.7. יש להחזיק חומרים אורגאניים וחומרים דליקים אחרים הרחק ממגע עם חמצן נוזלי. בין החומרים המסוגלים להגיב, נמרצות, עם חמצן: שמן, שמן סיכה, גריז, דלקים למיניהם, בדים, עץ, צבעים, לכלוך המכיל שמן או גריז. בתנאים מסוימים, חומרים דליקים אשר ספגו חמצן נוזלי, הופכים לרגישים להלם ועלולים להתפוצץ כתוצאה מהלם מכני.
- 5.12.1.8. שמור על ניקיון האזור וסביבתו כדי למנוע הצתה מאחר ופיח ולכלוך תעשייתי מהווים סיכון אש, יש לשמור על ניקיון הציוד על כל משטחיו. אסור להניח ציוד חמצן על משטחי אספלט. כמו-כן, אין להשאיר גריז או שמן על שולחנות העבודה או על משטחי בטון בקרבת ציוד חמצן. יש להשתמש בחומרי ניקוי המאושרים לשימוש בחמצן. הטיפול בציוד המיועד להימצא במגע עם חמצן נוזל יעשה, אך ורק, עם כפפות נקיות או בידיים אשר נרחצו היטב להסרת שרידי שמן.
- 5.12.1.9. דאג לאוורור מתאים שטחים סגורים המכילים ציוד חמצן זקוקים לאוורור כדי למנוע הצטברות חמצן ובכך, למזער את סיכוני השריפה.

<p>מספר הנוהל: 07-0157  בתוקף מתאריך: 21.11.12  מהדורה: 2  תאריך עדכון אחרון: 17.1.16  עמוד 8 מתוך 9</p>	<p><b>הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל</b>  נהלים</p>	
<p><b>בטיחות בעבודה בחומרים קריאוגניים  במעבדות וביחידות הטכניון</b></p>		

- 5.12.1.10 בעת הטיפול בחמצן נוזלי יש להשתמש בכפפות נקיות ומבודדות אשר ניתן להסירן בנקל וכמו-כן, בשרוולים ארוכים להגנה על הזרועות. יש ללבוש מכנסיים ללא מכפלת תחתונה מעל לנעליים כדי לאפשר סילוק נוזלים שניתזו.
- 5.12.1.11 בעת הטיפול בחמצן נוזלי חובה לנעול נעלי בטיחות.
- 5.12.1.12 **רכיבים וחלפים חייבים להתאים לשימוש עם חמצן:**
- 5.12.1.12.1 וודא ששעונים, ווסתים, אטמים צנרת ואביזרים המיועדים לשימוש בחמצן עברו ניקוי המיועד ליישומי חמצן.
- 5.12.1.12.2 כיוול של שעונים ווסתים המיועדים לשימוש בחמצן חייב להיעשות בציד המיועד לכיוול פריטים המשמשים לחמצן.
- 5.12.1.12.3 אין לאפשר לשמן, גריז, או חומר דליק אחר, לבוא במגע עם ברזים או גלילים המכילים חמצן.
- 5.13 טיפול במקרי חרום במעבדה
- 5.13.1 התראת חוסר חמצן
- 5.13.1.1 במידה וגלאי ריכוז החמצן מצפצף עזוב את מקום העבודה מייד תוך פינוי כל הסובבים לאזור מאוורר.
- 5.13.1.2 **הודע על המקרה בטלפון החירום 2222.**
- 5.13.1.3 הודע למנהל המעבדה, לראש מינהל פקולטה וליחידת הבטיחות.
- 5.13.1.4 אין לחזור לאזור עד לקבלת אישור מיחידת הבטיחות וגהות.
- 5.13.1.5 הטיפול באירוע יעשה ע"י צוות המיומן לטיפול.
- 5.13.2 טיפול בנפגע
- 5.13.2.1 במידת הצורך, התמגן בכפפות, פנה את הנפגע לאוויר הצח וסייע לו בחמצן/הנשמה לפי הצורך.
- 5.13.2.2 **הודע על המקרה בטלפון החירום 2222.**
- 5.13.2.3 הודע למנהל המעבדה, לראש מינהל פקולטה וליחידת הבטיחות.
- 5.13.2.4 פנה את הנפגע לטיפול רפואי בבית החולים.
- 5.13.3 שפך נוזל קריאוגני
- 5.13.3.1 במידה ונשפך נוזל קריאוגני, אל תגע בידיים חשופות.
- 5.13.3.2 במידה והינך עומד בתוך השפך, צא בזהירות מהשפך, עזוב את מקום העבודה מייד תוך פינוי כל הסובבים לאזור מאוורר.
- 5.13.3.3 הסר מיידית בגדים ונעליים אלא אם נדבק לעור.
- 5.13.3.4 **הזעק עזרה** ושטוף בכמויות מים גדולות **לא חמים** לפחות 10 דקות.
- 5.13.3.5 **הודע על המקרה בטלפון החירום 2222.**
- 5.13.3.6 הודע למנהל המעבדה, לראש מינהל פקולטה וליחידת הבטיחות.
- 5.13.3.7 אין לחזור לאזור עד לקבלת אישור מיחידת הבטיחות וגהות.
- 5.13.3.8 הטיפול באירוע יעשה ע"י צוות המיומן לטיפול.
- 5.13.4 שפך או התזה של חמצן נוזלי
- 5.13.4.1 במידה ונשפך חמצן נוזלי, אל תגע בידיים חשופות.



<p>מספר הנוהל: 07-0157  בתוקף מתאריך: 21.11.12  מהדורה: 2  תאריך עדכון אחרון: 17.1.16  עמוד 9 מתוך 9</p>	<p><b>הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל</b>  נהלים</p>	
<p><b>בטיחות בעבודה בחומרים קריאוגניים  במעבדות וביחידות הטכניון</b></p>		

- 5.13.4.2. במידה והינך עומד בתוך השפך, צא בזהירות מהשפך, עזוב את מקום העבודה מייד תוך פינוי כל הסובבים לאזור מאוורר.
- 5.13.4.3. הסר מיידית בגדים ונעליים אלא אם נדבקו לעור. אוורר, ללא דיחוי. ביגוד זה עשוי להיות דליק מאוד ורגיש לניצוץ. כל עוד נשאר בו חמצן "מרוכז", יש לראות בו פריט "מסוכן" למשך 30 דקות לפחות.
- 5.13.4.4. **נתק את הזרם החשמל במעבדה. הרחק כל מקור הצתה אפשרי.**
- 5.13.4.5. **הזעק עזרה** ושטוף בכמויות מים פושרים גדולות לפחות 10 דקות.
- 5.13.4.6. **הודע על המקרה בטלפון החירום 2222.**
- 5.13.4.7. הודע למנהל המעבדה, לראש מינהל פקולטה וליחידת הבטיחות.
- 5.13.4.8. אין לחזור לאזור עד לקבלת אישור מיחידת הבטיחות וגהות.
- 5.13.4.9. הטיפול באירוע יעשה ע"י צוות המיומן לטיפול.
- 5.13.5. דיווח אירועי חרום במעבדה  
בכל אירוע של פגיעה, חירום או שפך יש לדווח מיידית בטלפון החרום:  
**במקרי חירום בטכניון רבתי חייג 2222**  
**בפקולטה לרפואה יש לחייג 5222**  
כמו כן יש לדווח למנהל המעבדה, לראש מינהל פקולטה וליחידת הבטיחות (2146/2147).

#### 6. תחולה ותוקף

- 6.1. נוהל זה חל על כל יחידות הטכניון רבתי. נוהל זה בא להוסיף על כל נוהל אחר ואין בו כדי לגרוע מהוראות כל נוהל, אלא אם צוין אחרת במפורש.
- 6.2. בכל מקרה של שאלה או אי בהירות בנוגע לנוהל זה יש לפנות ליחידת הבטיחות.
- 6.3. תוקף נוהל זה מיום פרסומו.

#### 7. הפניות ואזכורים

- 7.1. פקודת הבטיחות בעבודה, נוסח חדש התש"ל 1970 (מהדורת ספטמבר 1999) ותקנותיה.
- 7.2. תקנות הבטיחות בעבודה, (בטיחות וגהות בעבודה עם גורמים מסוכנים במעבדות כימיות וביולוגיות) התשס"א 2001.
- 7.3. חוק ארגון הפיקוח על העבודה, התש"ד 1954 (עדכון מיולי 1996) ותקנותיו.
- 7.4. תקנות הפיקוח על העבודה (מסירת מידע והדרכת עובדים), התשנ"ט-1999

*אריאל זרבי*

זרבי לניאדו  
סמנכ"ל תפעול