



פרוטוקול לניטור ומעקב אחרי שריפה בפארק הטבע

יעל נבון וליאת הדר



צילמה: ליאת הדר

יולי 2012

תוכן עניינים

3.....	הקדמה
3	מטרות ספציפיות לניטור אחרי שריפה
3.....	מבוא – ממשק ושריפות
4	שריפה מבוקרת ככלי ממשק
4.....	א. רקע מדעי
6.....	ב. יתרונות וחסרונות
7.....	ג. שיקולים (במה יש להתחשב כאשר מחליטים לבצע שריפה מבוקרת)
9.....	ביצוע שריפה מבוקרת ברמת הנדיב
9.....	מטרות:
	המלצות מעשיות:
9.....	בחירת האזור המתאים ברמת הנדיב לביצוע שריפה מבוקרת
10	היערכות ולוגיסטיקה - מדדים שנועדו לבדוק האם התנאים מתאימים לביצוע השריפה
10	קביעת מדיניות שיקום אזור שנשרף לאחר השריפה
10.....	המלצות לממשק משקם לאחר השריפה
11	פרוטוקול בסיסי לניטור
12.....	רשימת ספרות
14	טבלת מדדי הניטור ומועדי הניטור ביחס למועד השריפה
15	טופס מספר 1 - נתוני בסיס במהלך שריפה
17	טופס מספר 2 - ניטור צומח עשבוני
19	טופס מספר 3א' - ניטור צומח מעוצה
21.....	טופס מס' 3ב' - ניטור אורנים
23	טופס מספר 4 - ניטור נשר צומח
25	טופס מספר 5 - ניטור בעלי חיים
27.....	טופס מספר 6 - ניטור קרקע

הקדמה

מטרתו של הדו"ח שלהלן היא להציג את חשיבות המעקב לפני ואחרי שריפה על מנת ללמוד את תגובת המערכת האקולוגית ברמות השונות ואת האפשרויות הממשקיות השונות, על היתרונות והחסרונות הגלומים בהן. הדו"ח מציע פרוטוקול עבודה מפורט לניטור משתנים שונים לפני, במהלך ואחרי שריפה. **הפרוטוקול ישמש כ"תכנית מגירה" שניתן יהיה ליישמה במידה ותפרוץ שריפה ספונטאנית, או במידה שיוחלט לבצע שריפה מבוקרת (יזומה) של שטח מסוים בפארק הטבע.** ביצוע שריפה מבוקרת יכול לשמש כלי חשוב בהערכת התגובה של המערכת המקומית שלנו, על מאפייניה הייחודיים, לתרחיש אפשרי של שריפה.

מטרות ספציפיות לניטור אחרי שריפה

בטוח המידי:

- אומדן נזקי השריפה
- אפיון חומרת השריפה
- איתור ותיעוד נפילות עצי אורן (או אחרים) בשטח

בטוח התהליכי:

- אפיון מידת השתקמות הצומח והקרקע
- איתור תופעות נוספות בשטח כגון: היעלמות מינים נדירים, הופעת מינים פולשים, שינוי באוכלוסיות בע"ח.

מבוא – ממשק ושריפות

במאה העשרים, ובפרט בעשור האחרון, ניכרת עלייה משמעותית בשכיחות השריפות ובחומרתן באזורים פתוחים וביערות בארץ ובעולם. השריפות בישראל (ובאגן הים התיכון בכלל) נגרמות בעיקרן כתוצאה מהגורם האנושי, מהוות סכנה לנפש ומובילות לפגיעה ברכוש, בטבע ובנוף (טסלר וחובי, 2010; יקיר וברנד, 2011). נראה כי אין אפשרות למנוע את פרוץ השריפה, אך יש לנקוט בכל האמצעים שיסייעו לעצור אותה ולהפחית את הנזק הצפוי להיגרם בעקבותיה. היערכות מוקדמת לכיבוי שריפות והכנת ציוד ותשתית מתאימים להקלה על פעילות הכיבוי הינן בגדר חובה בסיסית, והן כוללות: הקמה ותחזוקה שוטפת של אזורי חיץ, קווי מים, דרכי גישה לכלי רכב, נהלי עבודה ברורים ותרגול שוטף של צוות העובדים (**P: אתיק שריפות/נספחים/מפת היערכות לשריפות ברמת הנדיב**).

למרות שישנן גישות ודעות שונות לגבי הממשק היעיל ביותר לצמצום נזקי שריפות באזורים טבעיים המנוהלים ע"י האדם, לשיטות ממשק שונות יש מטרה משותפת אחת - הורדת פוטנציאל הדליקות ע"י הפחתת כיסוי הצומח העשבוני והמעוצה והפחתת חומר הדלק המצטבר בשטח. זאת ניתן להשיג באמצעות רעייה (עיזים ובקר), כריתה וגיזום (מכאניים וידניים), ניהול אזורי חיץ ושריפות מבוקרות. בפארק הטבע רמת הנדיב ובישראל בכלל, מקובל ומיושם השימוש בכריתה, גיזום ורעייה ובאזורי חיץ. במהלך השנים נצברו ידע וניסיון מעשי, ונערכו עשרות מחקרים אשר בחנו את יעילותן של פעולות ממשק שונות למניעת שריפות והשפעתן על המערכת האקולוגית ופורסמה ספרות ענפה (P: **ותיק שריפות ונספחים** מאגר מידע מאגר מידע שריפות בכרמל). לגבי שריפה מבוקרת, לעומת זאת, הניסיון והידע בארץ מעטים, למרות היותה של שיטה זו חלופה ממשקית מקובלת המיושמת באזורים רבים בעולם (אגן היס התיכון, דר' אפריקה). קק"ל ביצעה בעבר מספר שריפות יזומות ביערות אורן נטועים למטרות מחקר (יחיאל זוהר, דו"חות; יעל נבון, עבודת מוסמך 1996), אולם כיום, בהתאם לתקנות המשרד להגנת הסביבה, לא ניתן לבצע שריפות יזומות (חנוך צורף, קק"ל, מידע בע"פ), בעיקר בשל החשש מיציאת השריפה מכלל שליטה.

על מנת לדון באפשרות ליישם ברמת הנדיב שרפה מבוקרת כשיטת ממשק, יש צורך לבנות פרוטוקול עבודה המבוסס על ידע וניסיון, מתאים למערכת האקולוגית המקומית ועונה על מטרות ויעדי הפארק (בהתאם לתכנית האב האסטרטגית של רמת הנדיב).

שריפה מבוקרת ככלי ממשק

א. רקע מדעי

שריפה היא תהליך אקולוגי חשוב המניע מערכות אקולוגיות רבות בעולם, דרך הסרת חלק ניכר מהביומסה העל-אדמתית. למערכות האקולוגיות היס תיכוניות הטיפוסיות מספר מאפיינים דומים, בעלי משמעות מהיבט השריפות - הקיץ חם ויבש, והצמחייה – המותאמת רובה ככולה לשריפות – ניתנת לשריפה בקלות. בשל ההתאמה רבת השנים של המערכות האקולוגיות היס-תיכוניות למשטר שריפות, יוצרת האש מכלול של תנאים החיוניים להתחדשות ולקיום משותף של חברות הצומח במערכות אלה. השילוב של עונת השריפה, התדירות, ההיקף והעוצמה יוצר את משטר השריפות האופייני לכל מערכת. האורגניזמים החיים בכל מערכת מותאמים, ולעיתים אף תלויים, במשטר השריפות המסוים ובתנאים הייחודיים המתפתחים בה (פרבולוצקי וחוב', 1992; de Klerk et al., 2004; van Wilgen et al., 2010).

כתוצאה מפיתוח מואץ וקיטוע של אזורים טבעיים רבים, הפכו השריפות לגורם סכנה משמעותי עבור האדם, משק האדם וסביבתו. לפיכך, ניתן לטעון כי האתגר והחובה הניצבים בפני מנהלי הממשק הם הפחתת האיום והנזק שעלולות לגרום שריפות פראיות, בד בבד עם הבטחת המשך תפקודה של האש כחלק בלתי נפרד מהמערכת האקולוגית באזורים שהיו נתונים מזה אלפי שנים למשטר שריפות, ואשר עבורם האש חיונית לקיום בריא ושוטף של המערכת.

שריפות מבוקרות תופסות בעשורים האחרונים מקום חשוב בממשק יערות ומערכות אקולוגיות נוספות המנוהלות ע"י האדם בארצות רבות, ביניהן ארה"ב, קנדה, אוסטרליה ודרום אפריקה. השימוש בשריפות מבוקרות יושם בהצלחה גם באזור הים התיכון (Zohar et al., 1992).

המטרה העיקרית של פעולה זו היא דילול הצמחייה והפחתת חומר הדלק המצטבר לאורך זמן, בכדי להפחית את רמת הדליקות והסכנה לשריפה בקנה מידה גדול. שריפות מבוקרות מפחיתות את הסכנה לשריפות פראיות ע"י כך שהן מפחיתות את כמות הדלק הזמין ומסירות את העצים הקטנים והשיחים הפועלים כ"סולמות" הנושאים את האש אל צמרות העצים. השריפה מבוצעת בעוצמה נמוכה ותחת תנאים מבוקרים, המבטיחים שריפה יעילה של חומר הדלק המצטבר, תוך ניצול ההשפעות המיטיבות שיש לאש על המערכת (Zohar et al., 1992; Carter & Foster, 2004; van Wilgen et al., 2010).

לאש יש מגוון השפעות על כל מרכיבי המערכת האקולוגית, התלויות בעוצמת השריפה, סוג הדלק, הקרקע, האקלים וכד'. כך שהיא יכולה להיות "טובה" או "רעה", בהתאם למטרות, המועד ואופן השימוש בה (פרבולוצקי וחובי, 1992). בשימוש מושכל, שריפה מבוקרת יכולה להיות בעלת יתרונות ולשמש ככלי ממשקי להשגת מטרות מוגדרות. השריפה המבוקרת יכולה לשפר את בית הגידול עבור חיות הבר והמרעה ולעזור בבקרת חרקים מזיקים. היא תורמת להעלאת הגיוון של בית הגידול ומפחיתה את התחרות על משאבים. ניתן להשתמש בשריפה לדילול מכוון של צמחים לא רצויים ולעיבוד צמיחה של אחרים. השריפה יכולה לשפר דרכי גישה ונוף למטיילים, להסיר עצים מתים ולדלל יערות צפופים. שריפה בעוצמה מתונה מחזירה את הנוטריינטים מהחומר שנשרף אל הקרקע ומעודדת את הצימוח של הצמחים שלא נשרפו, מבלי שהיא גורמת, בד"כ, נזק לשכבת החומר האורגני ולקרקע. שריפה מבוקרת יכולה לשפר את תכונות הקרקע ע"י העלאת כמות הסידן והחנקן הזמינים בקרקע והפחתת החומציות (Carter & Foster, 2004).

בתכנון שריפה מבוקרת יש לקחת גורמים רבים בחשבון, וביניהם: הדינאמיקה של האש, כמות החומר הדליק, איכותו ותכולת המים שבו, תנאי מזג האוויר והרוח, הטופוגרפיה, הרכב הצומח ואופי המערכת. חיזוי ובקרה של המרכיבים העיקריים בהתנהגות האש, במקביל למעקב אחר כמויות הדלק שנשרפו ותגובת המערכת האקולוגית לשריפה, יקבעו את יעילות השריפה המבוקרת בהשגת היעדים שהוצבו מראש. התנהגות האש מוגדרת ע"פ עוצמת האש, מהירות התפשטותה, גובה ואורך הלהבות. כמות החומר הדליק ורמת דליקותו משפיעים על עוצמת השריפה וטמפרטורת האש. שיעור התפשטות האש מושפע הן מהטופוגרפיה (שיפוע המדרון) והן מתנאי מזג האוויר, במיוחד ממהירות הרוח וכיוונה. מהירות התפשטות האש קובעת את משך החשיפה של הצומח לטמפרטורות גבוהות, גורם קריטי עבור צמחים הרגישים לאש (Zohar et al., 1992; de Klerk et al., 2004).

השימוש בשריפה המבוקרת דורש התאמה לתנאים המקומיים, הביזויים והא-ביזויים המיוחדים לכל אזור ואזור. מציאת הממשק הנכון של ביצוע שריפה מבוקרת באזור נתון היא משימה מורכבת ביותר. בד"כ מבוצעת השריפה בחלקה מוגדרת, בעונה מסוימת, לעיתים עם חזרה על הליך זה כל פרק זמן מתאים. אולם, התגובה של המערכת האקולוגית הקיימת אינה רק לשריפה הנוכחית שבוצעה, אלא להיסטוריה של שריפות קודמות שהתרחשו באזור הנתון. כלומר, הממשק המתוכנן צריך להתחשב לא רק בתגובת המערכת לאירוע שריפה יחיד, אלא להתפתח

בכיוון של ניהול משטר שריפות, הדורש, למעשה, הבנה עמוקה ביותר של תגובת המערכת האקולוגית. הבנה כזו יכולה להיות מבוססת רק על מחקר ארוך טווח, תוך ניתוח ופרשנות נכונים של הנתונים שייאספו.

ב. יתרונות וחסרונות

יתרונות

- מניעת שריפות דרך צמצום כמות הצומח ביחידת שטח ודילול סבך הצומח.
- פתיחת החורש, ויצירת כתמים פתוחים לטובת עיצוב הנוף ולהעלאת המגוון הביולוגי.
- יצירת אזורי חיץ בין אזורי יער שונים.
- עלות כלכלית נמוכה ליחידת שטח בהשוואה לדילול מכני/ידני.
- לימוד המערכת המקומית ותגובתה לשריפה כהכנה לשריפה 'פראית' בקנ"מ גדול יותר.
- תרומה חיונית לתפקוד המערכת האקולוגית עקב התאמת הצומח באזור היס-תיכוני לשריפות מחזוריות.
- שימור תהליכים, מחזור נוטריינטים, העשרת הקרקע, חידוש תהליכים אקולוגיים

חסרונות

- שריפה מבוקרת דורשת ביצוע מדויק, בהתאם ל"פרוטוקול" מוגדר, שחייב להתאים לזמן ולמקום. על הפרוטוקול להיות מבוסס על הערכות, מדידות וניסויים בשטח. דורש ידע וציוד מקצועיים ומומחיות רבה ביותר.
- סמיכות לאזורי מגורים ותיירות של האזור המיועד לשריפה מסכנת חיים ורכוש, במידה והשריפה יוצאת משליטה. בנוסף, ביצוע השריפה היזומה יגרום למטרדי עשן. השריפות פולטות לאטמוספירה פחמן דו חמצני, המגדיל את אפקט החממה. מצד שני, העשן מגיע בכמויות קטנות יותר ובהדרגה משריפות מבוקרות הנערכות מפעם לפעם, לעומת עשן שמגיע בכמויות גדולות ובבת אחת כתוצאה משריפה פראית בעוצמה גבוהה.
- לסיכום, יש "חלון" צר מאוד של תנאים מתאימים לביצוע השריפה מבחינת המועד המתאים בעונה, בטיחות התושבים והרכוש, אמצעי מימון, אפשרות מבחינה חוקית והידע – המקצועי והאקולוגי- הנדרש לביצוע נכון.
- למרות הני"ל, תמיד קיים סיכוי קטן לשינוי תנאים ויציאת האש משליטה ולכן מצריך גישה של "ניהול סיכונים".

ג. שיקולים (במה יש להתחשב כאשר מחליטים לבצע שריפה מבוקרת)

1. תדירות השריפה/שריפות חוזרות/אינטרוולים:

קביעת טווח מינימום-מקסימום בהתאם לתכונות ההתאוששות של המערכת. למשל, מינימום הזמן הדרוש למינים שאינם resprouters לפרוח לפחות פעם אחת לאחר שריפה (יש לבחור מינים אינדיקטורים לתגובת המערכת). בבחירת משך הזמן שיעבור בין מועדי ביצוע השריפה המבוקרת צריך להתחשב בכמה גורמים – כמות חומר הדלק המצטברת במהלך הזמן, תגובת המינים העיקריים לשריפה ומשך הזמן הדרוש להם כדי להתאושש מהשריפה. השריפה צריכה להתאים ולהיטיב ככל האפשר עם רוב המינים העיקריים במערכת. לשם כך, יש להכיר היטב את הביולוגיה ואופן הרבייה של מינים אלה. למשל – לגבי צומח – היכולת להתחדש לאחר שריפה, גיל הגעה לבגרות ויכולת פיזור זרעים. מרווח הזמן צריך לאפשר לפחות לחמישים אחוז מהפרטים באוכלוסייה שזמן ההגעה שלה לבגרות הוא האיטי ביותר, להגיע למצב של פריחה וייצור זרעים למשך שלוש עונות רצופות לפחות. במערכות הצומח הים-תיכוניות, יישום כלל זה דורש פרק זמן של בין 12 ל-15 שנים בין שריפה אחת לשנייה. שריפה בתדירות גבוהה יותר עשויה לצמצם מאוד את ההתפתחות של שיחים רבים, ולגרום לעלייה בשכיחותם של מינים בעלי יכולת התחדשות מאברים תת-קרקעיים, על חשבון מינים שאינם מתחדשים באופן כזה. ככלל, מומלץ לשרוף רק כאשר הצמחייה מגיעה לבגרות, כך שלעיתים מדובר בפרקי זמן ארוכים יותר בין מועדי השריפות (de Klerk et al., 2004). ייתכן מצב שיחלוף זמן רב מדי בין מועדי ביצוע השריפה, ותצטבר כמות רבה של חומר דלק. אולם, למרות הסכנה להתרחשות שריפה פראית, נראה כי השריפה תלויה יותר בתנאי מזג האוויר ובגורם השריפה מאשר בחומר הדלק שהצטבר.

היות שתגובת הצמחייה לשריפה תלויה גם בהרכבה ובתכונות חומר הדלק, שינוי בהרכב ומגוון הצומח עשוי להשפיע על השריפה הבאה, מבחינת המדדים הקובעים את התנהגות האש, היקפה ועוצמתה. שינוי יכול להיגרם גם עם כניסת מינים פולשים לשטח לאחר השריפה ו/או עם שינוי ביחס הצומח העשבוני לעומת הצומח המעוצה ובקצב ההתחדשות והצימוח שלהם. השינוי בהרכב הצומח חשוב לא רק בהקשר של השפעה על אופי השריפה הבאה, אלא גם, וזה אולי חשוב יותר, בהקשר של שינוי אופי המערכת בעקבות השריפה, שיש לבדוק אם אינו סותר מטרות אחרות של ממשק השטח (שמירה על מגוון המינים הקיים/שמירה על מינים נדירים/מניעת כניסה של מינים פולשים/מניעת התפשטות אורנים/עידוד מינים "אוהבי שריפה" כדוגמת קידה שעירה ולוטם וכד').

2. העונה המתאימה לביצוע השריפה (מבחינת הצומח/שליטה במהלך השריפה):

בישראל מומלץ לבצע את השריפה המבוקרת בחורף המוקדם, כמה ימים לאחר גשם, כאשר שכבת החומר האורגני רוויה במי גשם ומספקת בידוד טוב לקרקע שמתחתיה, כך ששכבה זו עצמה וכן בעלי חיים, זרעים וחלקים תת-אדמתיים של צמחים נפגעים במידה מעטה מהאש (Zohar et al., 1992). המטרה היא ליצור שריפה מתונה בעלת גובה להבות נמוך, כדי לצמצם את הפגיעה בעלווה ובקמביום של הצמחים. מעבר לצורך להתחשב

במידת הפגיעה בצומח ובבע"ח וביכולתם להתאושש ולהשתקם לאחר השריפה, ביצוע השריפה המבוקרת במזג אוויר יבש, כאשר חומר הדלק ושכבת הנשר יבשים, עלול להיות מסוכן ולהקשות על יכולת החיזוי והשליטה באש במידה ויוצאת מכלל שליטה. עוצמות אש גבוהות, להבות גבוהות ומהירות התפשטות גבוהה הם בדיוק ההבדל בין שריפה מבוקרת, מכוונת ומוגדרת, שניתן לשלוט בה בהתאם ליעדים שלשמים בוצעה, ובין שריפה פראית שהנוק ממנה עולה על התועלת עבור המערכת האקולוגית והיא מהווה איום וסכנה לנפש ורכוש.

3. עוצמת השריפה (מבחינת הצומח/שליטה במהלך השריפה):
עוצמת האש ומהירות ההתפשטות שלה משפיעות על משך החשיפה של הצומח לטמפרטורות גבוהות. גובה הלהבות משפיע על גובה צריבת הצומח. אסור לבצע את השריפה המבוקרת אם לא מתקיים מכלול תנאים המבטיחים ביצוע שריפה בהתאם למתוכנן, תוך הבטחת אפשרות שליטה ובקרה בעוצמת השריפה.
4. גודל ואופי יחידת השטח המיועד לשריפה והשפעה על המבנה המרחבי של נוף הצומח:
באופן כללי – רצוי לבצע את השריפה ביחידות שטח קטנות, המוקפות ביחידות שטח דומות שלא תבוצע בהן שריפה, כדי לאפשר הגירה וחזרה של בע"ח ויחידות הפצה של צמחים מהשטח שלא נשרף לאזור השרוף. כמו-כן, כדי לאפשר שליטה טובה יותר במהלך השריפה ובאמצעי השליטה בה וההגנה על האזור שמסביב. גודל היחידות ישנה את קנה המידה של הפסיפס הנופי ואת דגם הכתמיות של השטח. דורש חשיבה וקבלת החלטות על סקאלה, ומי ירוויח/יפסיד בכל החלטה.
5. השפעת השריפה על המערכת האקולוגית: תגובת מיני הצומח ובעלי החיים (מגוון המרכיבים; עידוד/דיכוי; מינים פולשים, מינים נדירים); סוגיית האורנים – ב-1980 לא היו אורני ירושלים בשטח. היום – אורן ירושלים התנחל באזורים נרחבים ונוצרו צירופים חדשים של נופי והרכבי צומח. אנו צופים שהתגובה לשריפה תתרחש במסלול שונה מהקודם, מעין נתיב סוקצסיוני "חדש" שאיננו יודעים את כיוונו...
6. יש ללוות כל פעולה ממשקית כזו בתכנית ניטור מובנית בטווחי זמן שונים – טווח מידי, טווח קצר וטווח ארוך. יש להגדיר בפירוט ולאחר חשיבה מדוקדקת את המדדים לניטור.

ביצוע שריפה מבוקרת ברמת הנדיב

מטרות:

- 1) הכנה לתרחיש של שריפה ספונטאנית, לימוד המערכת המקומית ותגובתה; בחינת היתכנות תכנית ניטור מבחינת עלות/תועלת, יכולת להתחייב לפרוטוקול מבחינת זמן, כוח אדם, איכות הנתונים המתקבלים ושימושים, בחינת חלופות ממשקיות – יעילותן והשפעתן על המערכת האקולוגית (למשל: טיפול/אי-טיפול בגזעים השרופים);
- 2) ככלי ממשקי לפתיחת שטח ולוויסות כיסוי הצומח המעוצה (בשלב זה לא על הפרק);
- 3) ככלי מחקר (מתוכנן מחקר ל-2013 עם החוקרים חגי שמש, יוחאי כרמל, ז'וזה גרינצוויג, ונוספים).

המלצות מעשיות:

בחירת האזור המתאים ברמת הנדיב לביצוע שריפה מבוקרת:

קשה לצפות היכן תפרוץ השריפה, אם וכאשר תפרוץ. רמת הנדיב מאופיינת בנוף כתמי והטרונגי. כל "כתם" מהווה מכלול תנאים שונה מאחר, וההתייחסות צריכה להיות לגופו של כל אזור, הן מבחינת מהלך השריפה (הצפוי, ולמעשה) והן מבחינת תגובת המערכת האקולוגית לממשק השריפה.

שיקולים עקרוניים אליהם יש להתייחס בבחירת יחידת השטח המתאימה:

- בחירת טיפוס היחידה – האם יחידת שטח בעלת עניין נופי/מחקרי/ממשקי מסוים לעומת יחידה אופיינית או מייצגת? בעלת שכיחות גבוהה של יחידות שטח בעלות אופי דומה?
- אנו מציעות בחירת שטח המייצג את הרמה המרכזית – גריגת בר זית פתוחה (Medium sparse garrigue), בעלת קרקע אופיינית (טרה רוסה על גיר קשה תצורת שונה), אזור טופוגרפי מתון, ללא מפנה ושיפוע ("רמה").
- מיקום האזור הנבחר, בהתאם לשיקולים לוגיסטיים וממשקיים, נגישות להידרנטים, נגישות לדרכי רכב, האם יש עניין לחשוף את היחידה לקהל/תלמידים? לשלט את החלקה? (לעומת בחירה ביחידת שטח מבודדת, קלה לביצוע ושליטה, רחוקה ממוקדי תיירות חשובים).
- מותנה בקיום בדיקה שהשטח המוצע אינו מתנגש עם יעדים נוספים: חלקות מחקר, נוף, שבילי טיול, מינים נדירים, קינון דורסים (לרמת הנדיב שכבות מידע ממי"גי רבות – יש להתייחס אליהן בקבלת ההחלטה (P: אתיק שריפות נוספים) ושכבות ממג של רמת הנדיב).
- נוכחות אורנים ביחידה - א. ירושלים מצוי בתהליך התנחלות דינאמי בגריגה. העץ מפיץ זרעים בתגובה לחום ויובש. ברור כי צפיפות האורנים המפיצים בשטח המיועד לשריפה מבוקרת תשפיע באופן חזק הן על מהלך השריפה (טמפי, משך...), והן על מהלך

הסוקצסיה בעקבותיה. לעומת זאת, בחירת שטח ללא אורנים עלולה לא לייצג את התרחיש העתידי בשטח ניכר של הפארק. מוצע לבחור חלקה עם מיעוט אורנים (או, אם ניתן, לשרוף שתי חלקות שונות להשוואה).

- מוצע להשוות שטח שעבר רעייה (עיזים?) לשטח ללא רעייה.

היערכות ולוגיסטיקה - מדדים שנועדו לבדוק האם התנאים מתאימים לביצוע השריפה

1. מדדים הקשורים לאש והתנהלות צפויה של השריפה – תנאי השטח, הטופוגרפיה של השטח, שיפוע, עוצמת הרוח החזויה ותחזית הרוחות המדויקת (קיימת סכנה לכך שהרוח תשנה בפתאומיות את כיוונה והשריפה תצא מכלל שליטה), טמפרטורה, רמת הלחות והרטיבות בצמחייה המיועדת לשריפה, לחות הקרקע. בהתאם לכך, בחירת העונה המתאימה לביצוע, בחירת יום מסוים.
2. מדדים ביוטיים - אופי והרכב הצומח ושכבת נשר הצומח.
3. מוכנות צוות וציוד כיבוי, כח אדם, נהלים.

קביעת מדיניות שיקום אזור שנשרף לאחר השריפה

נושאים לברור ודיון/למחקר נוסף (חיצוני?): פינוי צומח מעוצה שניזוק/גיזום ודילול ידניים או מכאניים/השאת או הוצאת החומר שנגזם/התחדשות עצמית/בחינת השפעת הממשק על השטח/האם פינוי מפריע לפירוק ומחזור טבעי של החומר האורגני לאחר השריפה/קצב הפירוק/מחזור הנוטריינטים/מאגרי זרעים בקרקע.

המלצות לממשק משקם לאחר השריפה

- יש להימנע מהכנסת ציוד מכני כל עוד לא החל להתפתח צומח באזור השרוף. חשוב במיוחד בעונת הגשמים הראשונה שלאחר השריפה, כל עוד הפגיעה בקרקע מגבירה את תהליכי הסחיפה.
- כדאי להשאיר חלק מהגזם בשטח השרוף, דבר התורם להגנה מפני התפתחות ערוצים ומאפשר עצירה מקומית של הסחף.
- מומלץ להימנע מרעייה למשך תקופה של שנה-שנתיים לאחר השריפה. הרעייה מעכבת את התפתחות הצומח ומקטינה באופן משמעותי את קצב השיקום של השטח לאחר השריפה.

פרוטוקול בסיסי לניטור

להלן מוצע פרוטוקול בסיסי וטפסים מובנים למעקב המציעים היערכות לביצוע ומדדים מתאימים לניטור לפני, במהלך ואחרי שריפה מבוקרת או פראית (ישמש כ"תכנית מגרה" לעת הצורך):

I. מדידות במהלך השריפה (טופס מספר 1):

• **התנהגות האש:** טמפרטורת הקרקע והאוויר, לחות הקרקע והאוויר, עוצמת הרוח וכיוונה, מהירות התפשטות האש (מדידת התקדמות ממוצעת של חזית האש לאורך החלקה), גובה הלהבות, עוצמת האש (טמפרטורה), הגדרת/הערכת עוצמת השריפה (לפי קטגוריות – נמוכה/בינונית/גבוהה/חמורה), תיעוד וצילום (צילום אווירי או באמצעות בלון, צילום וידאו, בשריפה מבוקרת בלבד).

II. מדידות לאחר השריפה (בטווחי זמן שונים ממועד השריפה): המדידות יבוצעו שבוע לאחר השריפה (=טווח מידי), בתום עונת הגשמים הראשונה (=טווח קצר) לאחר השריפה ובהמשך אחת לשנה (=טווח ארוך), בשיא עונת הצימוח), כמפורט להלן.

III. במידה ומדובר בשריפה מבוקרת, יש לבצע גם בדיקות ומדידות קדם-שריפה (= "זמן אפס") (פרוטוקולים מפורטים יפותחו בהתאם למטרות/משאבים לפני ביצוע השריפה).

1. צומח

• **צומח עשבוני (טופס מספר 2):** ביצוע חתכי צומח לעושר והרכב החברה העשבונית בעונת הצימוח הקודמת לשריפה, אומדני כיסוי, ריבועי דגימה לביומסה. חתכי הצומח יבוצעו בשיא עונת הצימוח שלאחר השריפה, בהתאם לפרוטוקול נפרד לניטור צומח עשבוני LTER של רמת הנדיב. במקביל להערכות הביומסה העשבונית, באותם ריבועי דגימה, יבוצעו מדידות לאפיון שכבת נשר הצומח (טופס מספר 4, סעיף 2 להלן).

• צומח מעוצה:

i. צומח מעוצה מחטני **(טופס מספר 3.א.)** – מדידה של צפיפות העצים, גיל, קוטר הגזע, קוטר החופה (green crown ratio), אומדן לכמות אצטרובלים, עובי הקליפה.

ii. צומח מעוצה שיחי **(טופס מספר 3.ב.)** - הרכב המינים X גדלים (גובה, קוטר השיח/כתם, שרטוט פרופיל מבני (מדידה בשטח), אפיון פנולוגי, אחוז כיסוי ומבנה מרחבי של הנוף (מעיבוד אורתופוטו עדכני ב-ERDAS). חתכי צומח ופרופילים מבניים יבוצעו בסתיו העוקב שלאחר השריפה, בהתאם לפרוטוקול נפרד לניטור צומח מעוצה LTER של רמת הנדיב.

2. **אפיון שכבת נשר הצומח (טופס מספר 4):** עומק שכבת הנשר, אופי ופיזור מרכיבי הגזם/הנשר על האדמה (הרכב – ענפים/עלים/מחטים, גודל, צפיפות), לחות ומשקל.

3. **בעלי חיים (טופס מספר 5):** סקר מצאי לסימני בע"ח - מחילות, קינונים, גללים וכד', סקרי זוחלים, יונקים, פרוקי רגליים וציפורי שיר יתבצעו בהתאם לדיון והחלטה קדם שריפה ולסקאלה.

4. **קרקע (טופס מספר 6):** תיאור ואפיון סוג ותכונות הקרקע, תכולת חומר אורגני ונוטריינטים, מידת סלעיות ובחינת השפעת השריפה על תכונות הקרקע – התפתחות אופק הידרופובי, קרומים ביולוגיים ופיסיקליים (מורכבים מכתמי אפר המתפתחים כמה חודשים לאחר שריפה, ומפחיתים באופן משמעותי את חידור המים לקרקע - כתלות בעוצמת השריפה ובמשך הזמן שעבר מאז השריפה). אופן הדיגום ובחירת המדדים לניטור יתבצעו בהתאם לדיון והחלטה קדם שריפה ולסקאלה.

לפרוטוקול זה יש להוסיף הערכה של המשאבים הנדרשים מבחינת ביצוע: ציוד, כח אדם/ימי עבודה, ידע מקצועי/סקרי צומח ובע"ח.

רשימת ספרות

טסלר, נ., מלקינסון, ד., ויטנברג, ל. וגרינבאום, נ. (2010) שרפות יער וחורש בכרמל ובהרי ירושלים – תיעוד וניתוח דגמים עיתיים. אופקים בגיאוגרפיה 76 : 157-165

יקיר, ד. ודוד, ב. (2011) שרפות יער ושינויי אקלים. אקולוגיה וסביבה 1 : 7-8

נבון, י. (1996) השפעות אקולוגיות של שריפה מבוקרת ביערות אורן נטועים בישראל. חיבור לצורך קבלת תואר מוסמך, המחלקה לבוטניקה, אוניברסיטת תל-אביב

פרבולוצקי, א., פולק, ג. ולחמן, א. (1992) השפעת האדם על הצומח היס-תיכוני : חלק ב'. החורש היס תיכוני : רקע כללי - סיכום ספרות. הוצאת יד הנדיב; החברה להגנת הטבע.

Carter, M.C. & Foster, C.D. (2004) Prescribed burning and productivity in southern pine forests: a review. *Forest Ecology and Management* 191: 93-109

Van Wilgen, B.W., Forsyth, G.G., de Klerk, H., Das, s., Khuluse, S. & Schmitz, P. (2010) Fire management in Mediterranean-climate shrublands: a case study from the Cape fynbos, South Africa. *Journal of Applied Ecology* 47: 631-638

de Klerk, H., Vlok, A.L.S., Vlok, J., Shaw, K., Palmer, G., Martens, C., Vilijoen, P., Marshall, T., van Ross, G., Forsyth, T., Wessels, N., Geldenhuys, D., Wolfaardt, A., Kirkwood, D., Forsyth, G. & le Maitre, D. (2006) Ecological Fire Management Monitoring (internal report, Dr. Ernst Baard, SA)

לדו"ח זה מצורפים (תיק שריפות בכונן P):

א. פרוטוקול הניטור, טפסי הניטור וטבלת המדדים לניטור

ב. נספחים -

1. רשימת שכבות GIS קיימות **בדמת הנדיב**
2. מפת היערכות לשריפות **בדמת הנדיב**
3. ארונות כיבוי אש והידרנטים **בדמת הנדיב**
4. סקר **כדמל** לאחר שריפה – רטינג (+תכנית ממשק ופרוטוקולים לניטור)
5. **זרום אפריקה** (ארץ הכף) **ואוסטרליה** - דו"ח ופרוטוקולים לניטור
6. מאגר תמונות שריפה מבוקרת **ביער בן שמן**, 1994
7. מאגר מידע