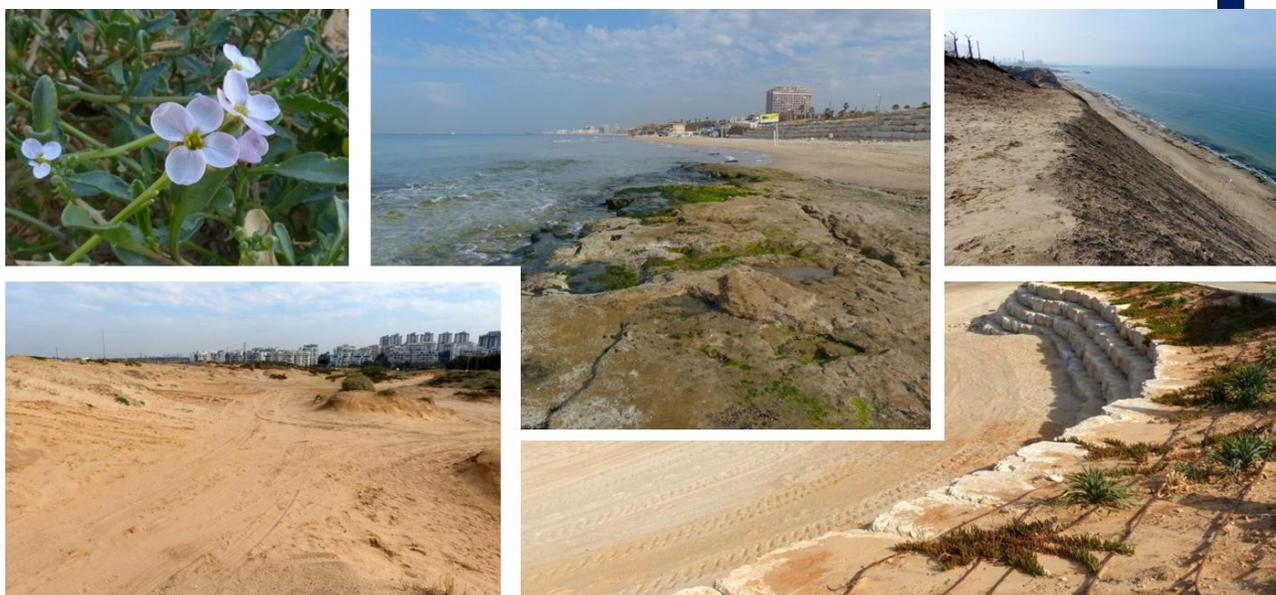


סקר פארק החוף תא/3700

דוח מסכם



דצמבר 2014

דני עמיר – תכנון סביבתי

ד"ר רון פרומקין – ייעוץ אקולוגי וסביבתי

SeArc – Ecological Marine Consulting LTD – ד"ר עדו סלע

ד"ר דב צביאלי – תהליכים חופיים וימיים בע"מ

אינג' רון בנארי – מהנדס קרקע וביסוס

דוח זה מוקדש בהערכה ובגעגועים לעמית שפירא, שהיה חלק מצוות הסקר ונפטר במהלך הכנת העבודה.



מותו של פרדסן/ יהודה עמיחי

לפנות ערב ליד הפרדס
אשר נושא את פירותיו כמו תקווה,
אני זוכר את האיש ששתל אותו,
אשר נשא את תקוותו הגדולה, כמו פירות.

הברושים האפלים עדיין עומדים שם
זקופי קומה
בפרדס נגד הרוח
ובבית הקברות נגד השכחה.

עכשיו האיש הזה אשר שתל,
הולך למקומות שבהם הברושים לבנים
והעלים לבנים והפירות לבנים
ומלאי ויתור ושלווה.

אבל התקווה הגדולה נשארה לנו
ירוקה כעלים וכתומה כתפוזים
וחזקה כאיש אשר שתל.

תוכן העניינים

8	תקציר.....
20	התובנות המשולבות העולות מתוך הסקר האקולוגי.....
30	אקולוגיה יבשתית.....
57	אקולוגיה ימית.....
93	התהליכים הפיסיים המתרחשים בים ובחוף.....
107	המצוק החופי.....
137	משאב החול.....
140	מקורות ונספחים.....

רשימת מפות

28	מפה 1 : רגישות משולבת – אקולוגיה יבשתית וימית
29	מפה 2 : רגישות משולבת – אקולוגיה יבשתית וימית על רקע המצב המוצע בתכנית תא/3700
42	מפה 3 : צמחים רגישים לפיתוח
44	מפה 4 : צמחים פולשים וגרים
48	מפה 5 : תצפיות בעלי חיים
50	מפה 6 : רגישות אקולוגית לפיתוח
51	מפה 7 : צמחים מוגנים על רקע רגישות אקולוגית לפיתוח
52	מפה 8 : צמחים פולשים וגרים על רקע רגישות אקולוגית לפיתוח
53	מפה 9 : בעלי חיים על רקע רגישות אקולוגית לפיתוח

רשימת איורים

11	איור 1 : רגישות אקולוגית יבשתית
12	איור 2 : רגישות אקולוגית ימית
14	איור 3 : רגישות משולבת, אקולוגית וימית, על רקע תצ"א
15	איור 4 : רגישות משולבת, אקולוגית וימית, על רקע תשריט מצב מוצע תא/3700
19	איור 5 : תכנית תא/3700 – תשריט מצב מוצע
33	איור 6 : מתוך כהן 2012
34	איור 7 : מפת בתי גידול
61	איור 8 : חלוקת אזור התכנית לשתי רצועות
61	איור 9 : תצפית צפונה
56	איור 10 : תצפית מערבה, מרכז הגזרה. [1] רצועת החול; [2] סלעי החוף; [3] סלעי חוף שקועים
62	איור 11 : תצפית דרומה, דרום הגזרה. ניתן להבחין בשובר הגלים בתל ברוך ודרומה לו ברדינג
64	איור 12 : מיקום נקודות הדיגום לאורך שטח התכנית
64	איור 13 : סלעי חוף בשטח התכנית, תחנת ניטור קבועה
65	איור 14 : מבט על, תצפית צפונה
66	איור 15 : מבט על, תצפית מערבה, מרכז הגזרה
66	איור 16 : מבט על, תצפית דרומה
67	איור 17 : מבט צפונה
67	איור 18 : מבט מערבה
68	איור 19 : מבט דרומה
68	איור 20 : דיגום אביב. שרטון החול שהצטבר על גבי סלעי החוף השקועים
69	איור 21 : דיגום אביב. תנועה מערבה מסלעי החוף הרדודים, דרך התעלה העמוקה ועלייה על שרטון החול
71	איור 22 : סרטן ירוד מסוג נתרן
71	איור 23 : סרטן מעשיר-רגליים חולון החוף
72	איור 24 : מחילות פעילות של הסרטן חולון החוף
72	איור 25 : פלט ים טיפוסי הכולל אצות, שלדי דיונונים וקונכיית של רכיכות
73	איור 26 : סינון חול בחוף הצוק
73	איור 27 : תסנין חול אופייני לאזורי החול הטבול הרדודים בקרבת קו המשברים
74	איור 28 : הצדפה סירה קטומה
74	איור 29 : חוף הצוק צפון באזור הדיגום של חברת החי בחול
77	איור 30 : [1] הצדפה בוצית מגוונת; [2] צלחיות; [3] השושנה פנינית הסדקים
77	איור 31 : [1] בלוטונים; [2] החילזון חד-שן משובץ; [3] אצות – חסנית ופרשדונית חסתית
78	איור 32 : נקודת דיגום BR1 סלעי החוף
79	איור 33 : נקודת דיגום BR2 סלעי החוף
80	איור 34 : נקודת דיגום BR3 סלעי החוף
81	איור 35 : נקודת דיגום BR4 סלעי החוף
83	איור 36 : סלעי חוף שקועים אשר נחשפו מתחת לחול בדיגום הסתיו בעומק 2 מ'

85	איור 37. גרף MDS מציג את דמיון החברות שנדגמו על סלעי החוף.
85	איור 38. גרף MDS מציג את דמיון החברות שנדגמו על סלעי החוף ועל הריף הסלעי השקוע.
88	איור 39. למעלה – דג שוכן קרקעית מהסוג קברנון ענק; למטה – מדוזה מהסוג מסרקנית ליידי.
92	איור 40. מפת רגישויות באזור התכנית בהתבסס על נתוני חורף-אביב 2014.
98	איור 41: רצועת החוף לרגלי המסעדה בצפון חוף הצוק בחודשים מאי-אוגוסט 2013.
99	איור 42: רצועת החוף לרגלי המסעדה בצפון חוף הצוק בחודשים ספטמבר-דצמבר 2013.
100	איור 43: רצועת החוף לרגלי המסעדה בצפון חוף הצוק בחודשים ינואר-אפריל 2014.
101	איור 44: רצועת החוף לרגלי המסעדה בצפון חוף הצוק בחודשים אפריל-יולי 2014.
101	איור 45: רצועת החוף לרגלי המסעדה בצפון חוף הצוק בחודשים אוגוסט-נובמבר 2014.
102	איור 46: גובה הגלי המשמעותי שנמדד בחיפה ואשדוד בשנים 1992-2011.
103	איור 47: שכיחות (בשעות) של גובה הגל המשמעותי שנמדד בחיפה בשנים 1994-2004.
105	איור 48: הזנת החול הראשונה שבוצעה בישראל.
106	איור 49: הדמיית שובר גלים מטובע בחוף קאן (דרום צרפת).
110	איור 50: מצאי המצוק, חלוקה למקטעים.
112	איור 51: חלוקת המצוק למקטעים וחתכים סכמטיים.
113	איור 52: שיעור וקצב נסיגת המצוק, חלק דרומי.
114	איור 53: שיעור וקצב נסיגת המצוק, חלק דרומי.
118	איור 54: מפת דרגות הסיכון המצוק לפי ניתוח פרמטרים של גובה, תלילות ומרחק מקו המים.
121	איור 55: חתך טיפוסי של מצוק החוף.

רשימת טבלאות

70	טבלה 1: מיני חסרי חוליות שנצפו בבתי גידול חוליים.
75	טבלה 2: מיני חסרי חוליות ואצות שנצפו בסלעי החוף בתוך ומחוץ לקוודרטים.
82	טבלה 3: השוואת ממוצעי נקודות הדיגום השונות בין העונות.
84	טבלה 4: טבלת PERMANOVA – ערכים מובהקים באדום.
84	טבלה 5: טבלת Pairwise.
86	טבלה 6: טבלת דמיון.
87	טבלה 7: נוכחות צבי ים בתחום התכנית.
89	טבלה 8: חלוקה של סוגי התשתיות לפי שימוש והיחס שלהן מכלל התשתיות.
110	טבלה 9: חלוקת המצוק למקטעים – גובה, אורך ומידת שימור.
116	טבלה 10: קצב נסיגת המצוק באזור תל אביב.
117	טבלה 11: מיון מקטעי המצוק החופי לפי עדויות שדה לתופעות יציבות ואי יציבות.
119	טבלה 12: שמות יחידות הסלע הנחשפות במצוק השרון.
122	טבלה 13: הפרמטרים הגאוטכניים האופייניים.
122	טבלה 14: הפרמטרים הגאוטכניים האופייניים.
123	טבלה 15: קיטוע של חוף הים (בגבולות התכנית) לפי אופי המצוק החופי.

רשימת תמונות

39	תמונה 1: צלבית החוף. צמח בסכנת הכחדה בישראל, גדל רק ברצועת החוף על כורכר וחמרה גירנית.
39	תמונה 2: גומא שרוני. צמח בסכנת הכחדה בישראל, גדל רק ברצועת החוף על קרקע חולית.
40	תמונה 3: עדעד רותמי. צמח מוגן של כורכר חופי.
41	תמונה 4: ריכוז צמחים אנדמיים לחולות מישור החוף: קחוון החוף, תלתן ארץ-ישראלי וחבלבל החוף.
45	תמונה 5: לבנית קטנה ומאינה מצויה.
46	תמונה 6: שרקק מצוי עם חרק בפיו לקראת האכלת גוזלים בקן.
46	תמונה 7: מצוק עם חורי קינון של שרקק מצוי בתל רקית.
47	תמונה 8: שועל מצוי במרזבה.
47	תמונה 9: שועל מצוי במרזבה.
115	תמונה 10: גלישה ישרת חזית בחוף תל ברוך.

115	תמונה 11 : הקטע העליון של המצוק של גבעת האלחוט
129	תמונה 12 : המדרון הדרומי
129	תמונה 13 : אגן הארוזיה הדרומי
130	תמונה 14 : מדרון גבעת האלחוט
131	תמונה 15 : אגן הארוזיה הצפוני
131	תמונה 16 : המדרון הצפוני
132	תמונה 17 : גלישה רדודה
133	תמונה 18 : נזקי נגר
134	תמונה 19 : התפתחות עירוץ בראש המדרון

צוות עורכי הסקר

דני עמיר	ריכוז עבודת הסקר ועריכת המסמכים האינטגרטיביים
ד"ר רון פרומקין	אקולוגיה יבשתית
ד"ר שמרית פרקול-פינקל	אקולוגיה ימית
ד"ר עדו סלע	
ד"ר דב צביאלי	תהליכים חופיים וימיים
אינג' רון בנארי	טיפול והגנה על מצוק הכורכר
אדר' צאלה קרניאל	עריכת המסמכים, מיפוי, GIS

צוות צפון, עיריית תל אביב

ראש צוות, מח' תכנון צפון	פרנסין דוידי
מתכנן עיר בכיר, מח' תכנון צפון, מנחה העבודה	ערן וקסלר
צוות מח' תכנון צפון	מאיר אלואיל
רכז מצוקים	איליה רובינוב
אגף שפייע	אבי לוי
מתאמת צוות תכנון צפון	איריס מושייב

תקציר

תכנית תא/3700 היא תכנית להקמת רובע חדש בתל-אביב יפו לאורך קו החוף. התכנית משתרעת על שטח של כ-1,900 דונם, משדה דב בדרום ועד לגבולה של הרצלייה בצפון. התכנית מייעדת את השטח למגורים בהיקף של 10,880 עד 12,380 יח"ד, כ-50 אלף מ"ר למלונאות, כ-150,000 מ"ר לתעסוקה וכ-70 אלף מ"ר למסחר. זו תכנית מתארית הקובעת את ייעודי הקרקע וזכויות הבנייה, ומתנה את הוצאת היתרי הבנייה בעריכתן של 5 תכניות מפורטות עפ"י 5 מתחמי תכנון.

500 דונם משטח התכנית מיועדים לפארק חופי ולרצועת חול. התכנית קובעת הוראות לפיתוח סביבת חוף הים כשטח פתוח לציבור, פיתוח פארק חופי רחב וטיילת, תוך שילוב של 3 מוקדי פיתוח בעורף החוף, 4 מוקדים לשירותי חוף וחניונים ציבוריים תת-קרקעיים, תוך הגדרת חשיבות השמירה על הסביבה החופית ושימור ערכי הטבע המאפיינים את מצוק הכורכר, וקביעת תנאים לביצועם מתוקף תכנית זו.

התכנית הנה תכנית ברמה מפורטת לעניין פיתוח ובנייה בשטח פארק החוף. ניתן להוציא היתרי בנייה ופיתוח מכוחה, בתנאי שאושרה תכנית פיתוח כוללת לפארק החוף ע"י הוועדה המקומית, הוועדה המחוזית, והוועדה לשמירה על הסביבה החופית (ולחו"ף). התכנית קובעת כי טרם הכנת תכנית הפיתוח לפארק, יוכן מסמך פיתוח נופי עירוני שיובא להתייחסות מהנדס העיר ומתכנן המחוז, ויוכן ע"י הוועדה המקומית סקר אקולוגי באזור הפארק החופי במסגרת תכנית הפיתוח לפארק.

בהתאם לכך, עיריית תל אביב-יפו יצאה במהלך תכנוני חדשני מקדים לתכנון פארק החוף – הזמנת סקר מקדים לתכנון שמטרתו להניח בפני מתכנני הפארק תשתית ידע מוצקה של המערכת האקולוגית הקיימת בים וביבשה, תוך זיהוי ההיבטים התכנוניים המרכזיים בנושאי המצוק והסעת החול לאורך החוף.

סקר פארק החוף הנו סקר המתמקד בארבעה תחומים: גאולוגיה (מצוק החוף), אקולוגיה (ימית ויבשתית) ותהליכים פיסיים של החוף (בעיקר סדימנטולוגיה). הסקר נועד לספק תשתית ידע לתכנון פארק חוף צפון-מערב תל-אביב-יפו (תכנית תא/3700), על הסוגיות והשאלות התכנוניות הקשורות בתכנון פארק חוף שבעורפו עיר. הסקר בוחן את הסביבה החופית בראייה כוללת, על מרכיביה המרכזיים - בתי הגידול הימיים, החופיים והיבשתיים, תהליכים פיזיים חופיים וימיים והתהליכים הקשורים במתלול המצוק החופי. עם זאת, איסוף הנתונים הפיסיים והאקולוגיים ועיבודם בוצעו באופן שיתן מענה לסוגיות ולדילמות תכנוניות, ולפיכך, מסקנות הסקר והמלצותיו הן מוכוונות תכנון.

מטרות ויעדים לעבודת הסקר

- א. מיפוי ואפיון מרכיבי התשתית האקולוגית-גאומורפולוגית-סביבתית של פארק החוף והסביבה החופית, כבסיס לשימור, לטיפוח ולניהול אתר טבע עירוני בפארק החוף של צפון תל אביב. זיהוי אזורים לשימור, לפיתוח ולשיקום, ופריסת תמונת הערכיות האקולוגית במרחב הפארק כבסיס לתכנון.
- ב. בחינת שאלת אופיו של פארק החולות במנעד בין טבע עירוני ופארק ציבורי.
- ג. גיבוש תובנות, המלצות והנחיות לתכנון הפארק החופי בהתמקדות בהיבטים שלהלן:
 - זיהוי הערכים הטבעיים הקיימים הראויים לשימור, אפשרות שימורם בהתייחס לפיתוח העתידי המוצע בתכנית, הערכת השינויים הצפויים בבתי הגידול ובמגוון הביולוגי וגיבוש המלצות מתאימות לתכנון הפארק.
 - המלצות לרמות פיתוח, התערבות נופית ופעילות אנושית בפארק במצוק ובחוף, וקביעת גבולות ואזורי חיץ בין מרחבי פעילות שונים.

- בחינת האפשרות לשקם, לטפח ולשדרג במסגרת הפארק ערכי טבע פגועים או ערכי טבע שהיו קיימים באזור החוף ונעלמו ממנו.
 - גיבוש המלצות לממשק העתידי של הפארק והמערכת האקולוגית עם פעילות הציבור בים, בחוף ובעורף המצוק.
 - גיבוש מערכת המלצות לממשק ראוי עם הפיתוח העירוני המוצע בתא/3700 – בינוי, תשתיות, דרכים וחניה, בחינת ערכי טבע בעלי חשיבות בעורף הפארק המיועד לפיתוח ובינוי, וזיהוי ערכי טבע בעלי חשיבות להעתקה לתוך שטח פארק החוף.
 - מיפוי אזורי סיכון במצוק וגיבוש המלצות תכנוניות למניעת סיכון לחיי אדם, כגון: תוואי טיילות ושבילים ביחס לקו המצוק וכד'.
 - זיהוי תהליכים ומגמות קיימים הפוגעים בבתי גידול ומגוון מינים והמלצות לנקיטת פעולות דחופות לצמצום פגיעה או למניעתה.
 - המלצות למניעת פגיעה במערכת האקולוגית בעת עבודות הפיתוח (בינוי ותשתיות) בתכנית.
 - בחינה ואפיון של הקשרים עם מערכות טבעיות ושטחים פתוחים.
- ד. מסמך הנחיות והמלצות לשימור, לשיקום, לממשק ולתכנון הפארק החופי בכלל, והמערכות הטבעיות שבתוכו בפרט, באופן שיבטיח את מימוש החזון של אתר טבע עירוני באזור זה.
- ה. השלכות עקרוניות של סוגיות פיתוח החוף: חופי רחצה, אופי ואינטנסיביות הפעילות העתידית בחוף, סלעי חוף, הגנות והרחבות חוף.
- ו. הבנת עקרונות מרחב האפשרויות להרחבת חופים, פיתוח חופים ומתקנים, הגנה על המצוק וסוגי פתרונות לבחינה.
- ז. זיהוי קטעי מצוק לשימור/שיקום/פיתוח והמלצות לתכנון הנדסי מפורט.

מתודולוגיה לעריכת הסקר

הסקר האקולוגי נערך במרחב היבשתי והימי של התכנית על-פני 4 עונות השנה על מנת לאתר תופעות טבע עונתיות. בתום כל עונה סוכמו הנתונים והמגמות בדוח ביניים.

בוצע מיפוי של יחידות אקולוגיות-נופיות בדגש על רצועות האורך המאפיינות את האזור, בים וביבשה. בכל יחידה בוצעו סקרים ויזואליים איכותיים ומדידות כמותיות כגון תרשימי צמחייה ותצפיות בבעלי-חיים. בסקר ניתן דגש על המינים המייחדים והמאפיינים את האזור, לרבות מינים נדירים או אנדמיים. כמו כן בוצע מיפוי של מפגעים אקולוגיים ואותרו בעיות גאו-הנדסיות נקודתיות/מקומיות.

קטעי המצוק ותאי הניקוז נבחנו באמצעות סיורי שטח וניתוח נתונים מתוך עבודות קיימות במטרה לזהות את מגמות השינוי, יציבות קטעי המצוק ונקודות הנמצאות בסיכון.

השינויים המורפולוגיים ברוחב חוף הצוק תועדו במטרה ללמוד על משרעת התנודות של קו החוף בתנאי-ים שונים ובמשטר גלים שונה. במהלך התקופה, קו החוף צולם כמעט מדי שבוע מאותה מקודה בזווית קבועה על מנת לבחון את הדינמיקה של החוף, ונמדד רוחבה של רצועת החוף בחזית המסעדה (קיר הים) בחוף הצוק הצפוני. צילום עונתי של קו החוף נערך גם מדרום לחוף הצוק, בדגש על כיסוי/חשיפת בתי גידול סלעיים.

בנוסף על סקר שדה מפורט, בוצע ריכוז של מידע קיים ממאגרי מידע ממוחשבים בהתאם לזמינותם (רט"ג, רת"ס, biogis, החלה"ט) ומעבודות אקולוגיות שבוצעו במרחב התכנית ובקרבתו בעבר. כמו כן בוצע סקר שדה כללי יותר בשטחים היבשתיים הגובלים במרחב התכנית על מנת להבין את מהות הקשרים ביניהם לבין תא

השטח הנדון. מידע זה מאפשר לקבל פרספקטיבה רחבה יותר על האזור, לרבות זיהוי שינויים שחלו בו במהלך השנים.

ממצאים

הדוח המוצג להלן כולל סיכום של הנתונים שנאספו בתצפיות שונות לאורך החוף במהלך החודשים ינואר 2014 - נובמבר 2014, ומייצג את כל עונות השנה. על בסיס הנתונים והתצפיות השונות, נערך מיפוי של אזורים בעלי רגישות אקולוגית, בהתאם לממצאים שעלו מן התצפיות והנתונים, ברצועת המים הרדודים, ברצועת החוף וביבשה.

הממצאים מצביעים על קיומם של ערכי טבע רבים בתחום הסקר, ועל חפיפה והשלמה בין המערכות הטבעיות השונות שנבחנו.

בהיבטי האקולוגיה היבשתית ניתן לראות כי עושר המינים הגבוה ביותר נמצא בגב הרכס ובמרזבה החולית, שמוגנים למדי מהרוחות ורסס הים. ריכוזים של מיני צמחים בסכנת הכחדה תועדו הן במצוק החופי והן במרזבה. רכס הכורכר בין חוף הצוק לחוף תל ברוך, כמו גם רצועת חוף הים החולית שממערב לו, וכן ריכוז צומח חולות עשיר במינים נדירים ובצמחיית חולות אופיינית במרזבה שממזרח לתל רקית, סומנו כבעלי רגישות אקולוגית גבוהה מאוד. אזור המרזבה, בו תועד עושר המינים הגדול ביותר, הוא גם המאויס ביותר בשל השפעת האדם, בעיקר עקב פעילות רכבי שטח. שטחים שעברו הפרה ניכרת ע"י פעילות רכבי שטח במרזבה ובקרבת הכביש, וחופי הרחצה הפעילים, סומנו כבעלי רגישות בינונית. מבחינת נוכחות ערכי טבע, שטחים אלה דלים מאוד והם חשופים מצומח, ולפיכך ערכם האקולוגי הנוכחי נמוך למדי. עם זאת, בתי גידול חוליים מסוגלים להשתקם במהירות גבוהה למדי אם גורם ההפרה יוסר. שיקום השטחים המופרים ע"י רכבי שטח צפוי להעלות את ערכותם האקולוגית במידה ניכרת. מיני צמחים מוגנים או נדירים תועדו גם ממזרח לגבול פארק החוף (בתחום המיועד לבינוי). את חלקם ניתן יהיה להעתיק בבוא העת, כמו גם אדמת חישוף המכילה מאגר זרעים המתאימים לשיקום אקולוגי ונופי של שטחים פגועים כיום.

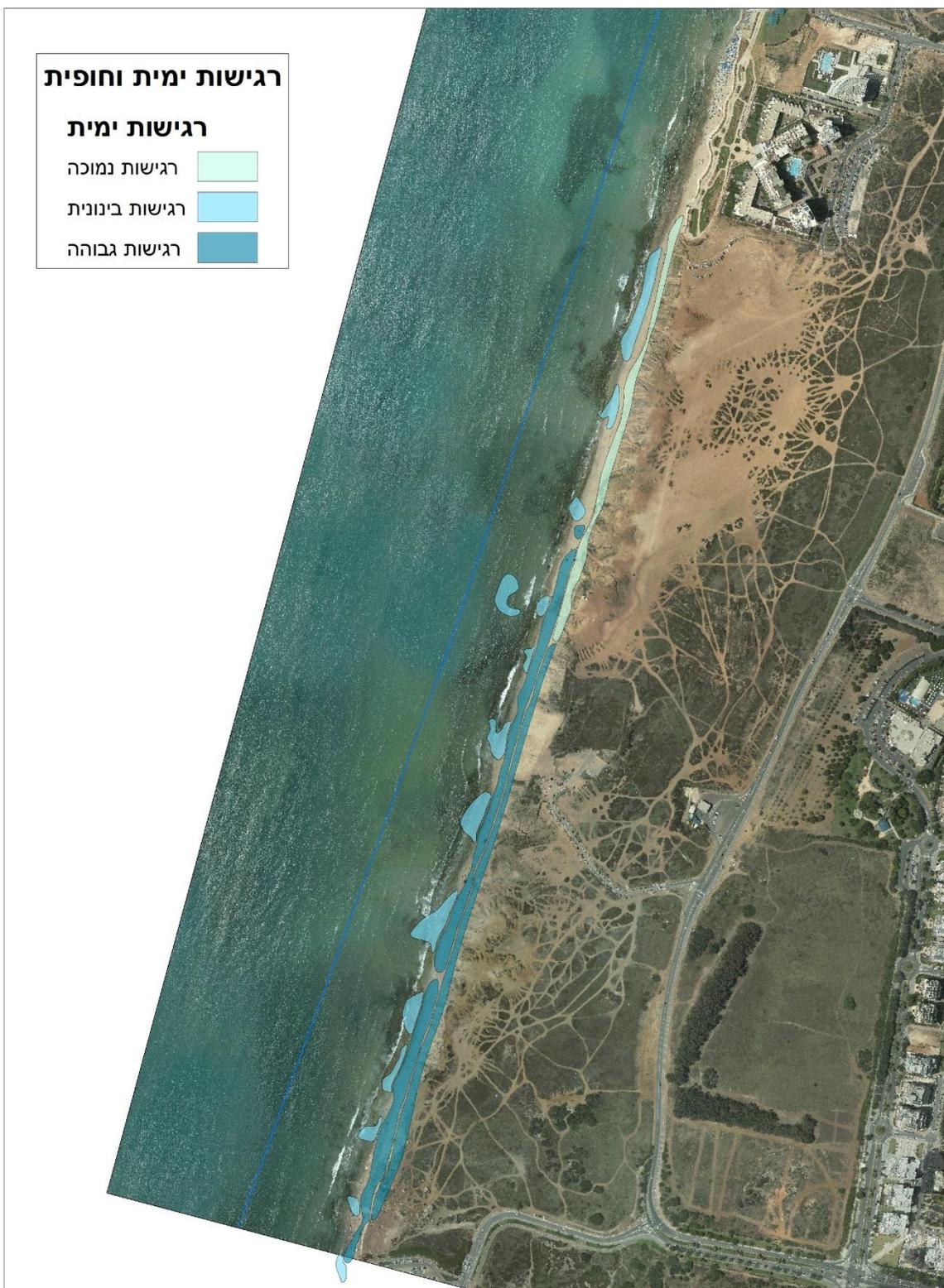
בהיבטי האקולוגיה הימית, מבחינת בתי גידול, אזור התכנית מאופיין בעיקר במצע חולי, הכולל רצועת סלעי חוף מרשימה באזור הכרית-תת-כרית וסלעים שקועים אשר שכיחותם אינה אחידה לאורך חוף התכנית.

ניתן לראות כי עושר המינים הגבוה ביותר נמצא ברצועה המרכזית-דרומית - מדרום לסי-אנד-סאן (Sea & Sun) ועד חוף תל ברוך – הכוללת רצועת סלעי חוף רחבה עם פרצות מעטות. רצועה זו לא כוללת חופי רחצה מוכרזים והנה בעלת נגישות מוגבלת, לכן סובלת מלחץ משתמשים נמוך-בינוני הכולל שילוט, גידור, ניקוי החול ותנועת רכבי שירות. האזור הרגיש ביותר מבחינה ביולוגית ואקולוגית בתחום התכנית מסתמן כאזור החוף הסלעי (beach rock belt) ואזור החול הנמצא בינו ובין בוחן המצוק, אזור זה מכיל את מגוון המינים הגבוה ביותר בתחום התכנית. לאזור החוף הסלעי חשיבות רבה גם בהיבט של שמירה על יציבות המצוק.

בהסתכלות רוחבית ביחס לחופים סלעיים אחרים בישראל, ניתן לציין שאמנם חגורת ה-beach rock באזור התכנית אינה בעלת מגוון עשיר כמו טבלאות גידוד או ריף סלעי שקוע כמו אלו המצויים בחופים כמו אכזיב או מכמורת. עם זאת, מאחר שלא קיימות רצועות חוף רבות באזור מרכז הארץ עם beach rock רציף וציב כמו באזור התכנית, יש חשיבות אקולוגית לבית הגידול הנ"ל.



איור 1 : רגישות אקולוגית יבשתית



איור 2 : רגישות אקולוגית ימית

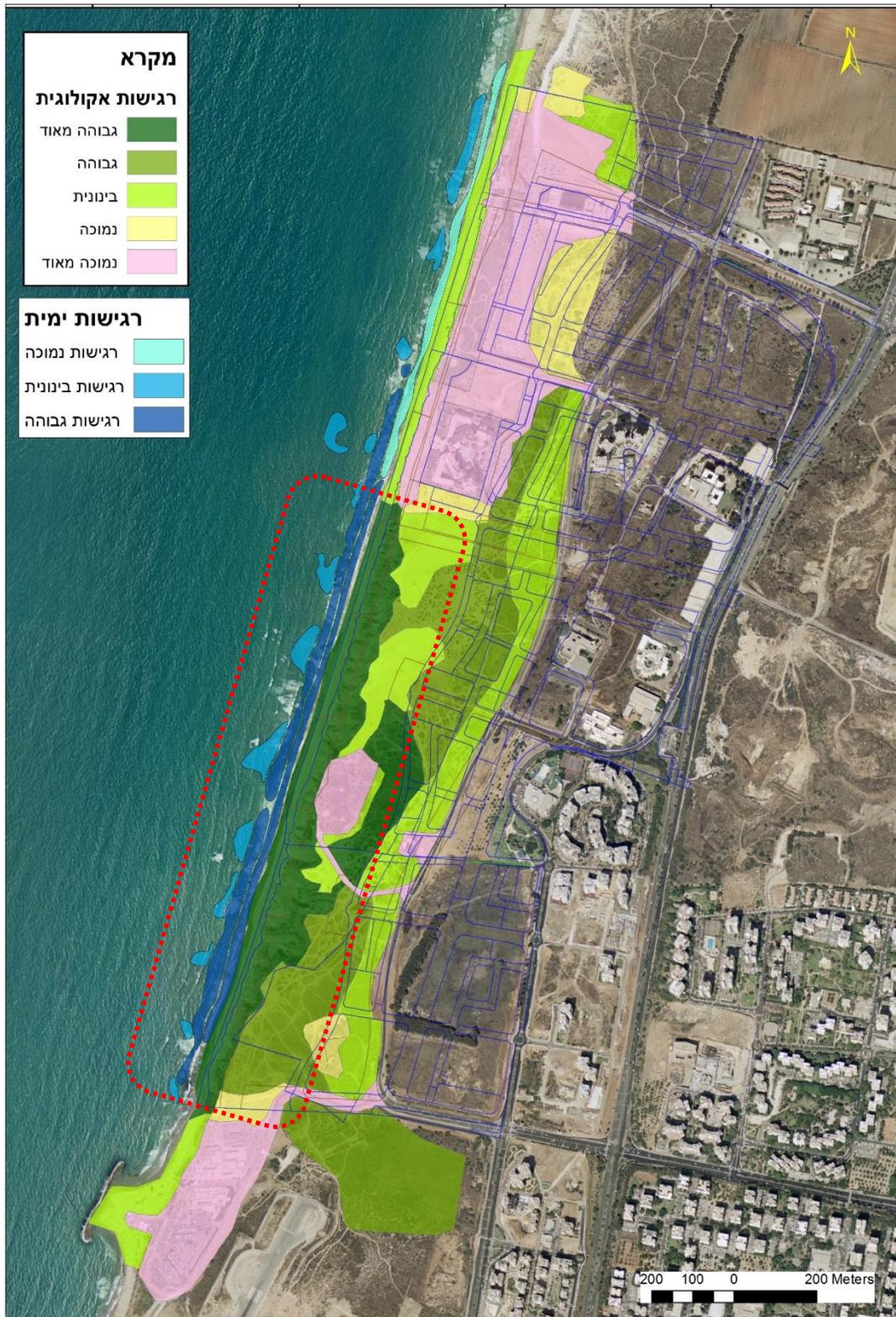
בהיבטים הקשורים למצוק החופי, לא אובחנו אזורים המחייבים התערבות הנדסית מיידית לייצוב מדרונות. עפ"י הנתונים הקיימים, המדרון נמצא בנסיגה מבוקרת ע"י תהליכים טבעיים בעיקרם. הנסיגה הממופה של גג המצוק מאז 1945 בחלקו הצפוני של מקטע תל אביב מגיעה לפחות מ-10 מ', והקצב הממוצע הוא 0.08 מ' בשנה. בשיפועי המדרון הקיימים והרכב המדרון, לא צפויות גלישות מסה משמעותיות (מישור גלישה עמוק, נפח גלישה גדול), אלא רק גלישות רדודות הקרובות לפני השטח. המדרונות מתייצבים בעצמם בזווית שיפוע טבעית. לחגורת ה-beach rock תפקיד משמעותי בשמירת יציבות המצוק. הפרות שטח בראש המצוק גרמו לשינוי משטר הניקוז. הארוזיה של המצוק הנובעת מזרימת מי נגר הינה משמעותית יותר מזו שנובעת מגלי היס.

בהיבטים הקשורים למורפולוגיה של רצועת החוף נמצא כי לחגורת ה-beach rock תפקיד מכריע בשמירת רוחב החוף. קטע החוף הצפוני, בו הוצאו סלעי החוף לצורך הקמת חופי הרחצה, דינאמיקה רבה והוא נתון לשינויים מורפולוגיים כתוצאה מהשפעת משטר הגלים העונתי על הרבדת החול. התייעוד שבוצע בחוף הצוק במהלך 12 החודשים האחרונים, ממחיש את השינוי של רצועת החוף החולית. בחודשי האביב (אפריל-מאי 2014), שרר חוף הצוק בתנאי אנרגיה נמוכה, בשל מזג אוויר האופייני לעונת מעבר. במשטר אנרגטי מתון זה, מתאפיין החוף בתהליכי בנייה אטיים והסעת החול בו היא בכיוון היבשה. עם בוא הקיץ, השתנה אקלים הגלים במזרח היס התיכון. בחודשי יוני-יולי 2014, פקדו את חופינו גלים שגובהם המשמעותי לעתים מעל 1.5 מ'. במשטר אנרגטי זה, מתאפיין החוף בתהליכי הרס ובנייה לסירוגין, בתלות גובה של גלי הגיבוע הפוקדים את החוף. כתוצאה מכך, הצטמצם רוחבה של רצועת החוף החולית היבשה, תוך כחודשיים. יתר על כן, גם מדרום ומצפון לחוף הצוק הצפוני חלה הצרה ברוחב רצועת החוף היבשה וכמויות חול גדולות שכיסו במשך חודשים רבים את סלעי החוף בקו המים, הוסרו בחלקם וסולקו הימה. בשיאם של גלי הגיבוע בהמשך הקיץ הנוכחי, הצטמצם רוחבו של החוף מול קיר המסעדה ל-10 מ' לערך. רוחב זה צר לפחות ב-15 מ' ביחס לרוחב החוף בסתיו והאביב האחרונים, אולם רחב יותר במטרים אחדים בהשוואה למצב ביוני 2013. בהמשך השנה, בסתיו 2014, דעך האפיק האזורי, והתרחב שוב החוף מול המסעדה למעל 15 מ'.

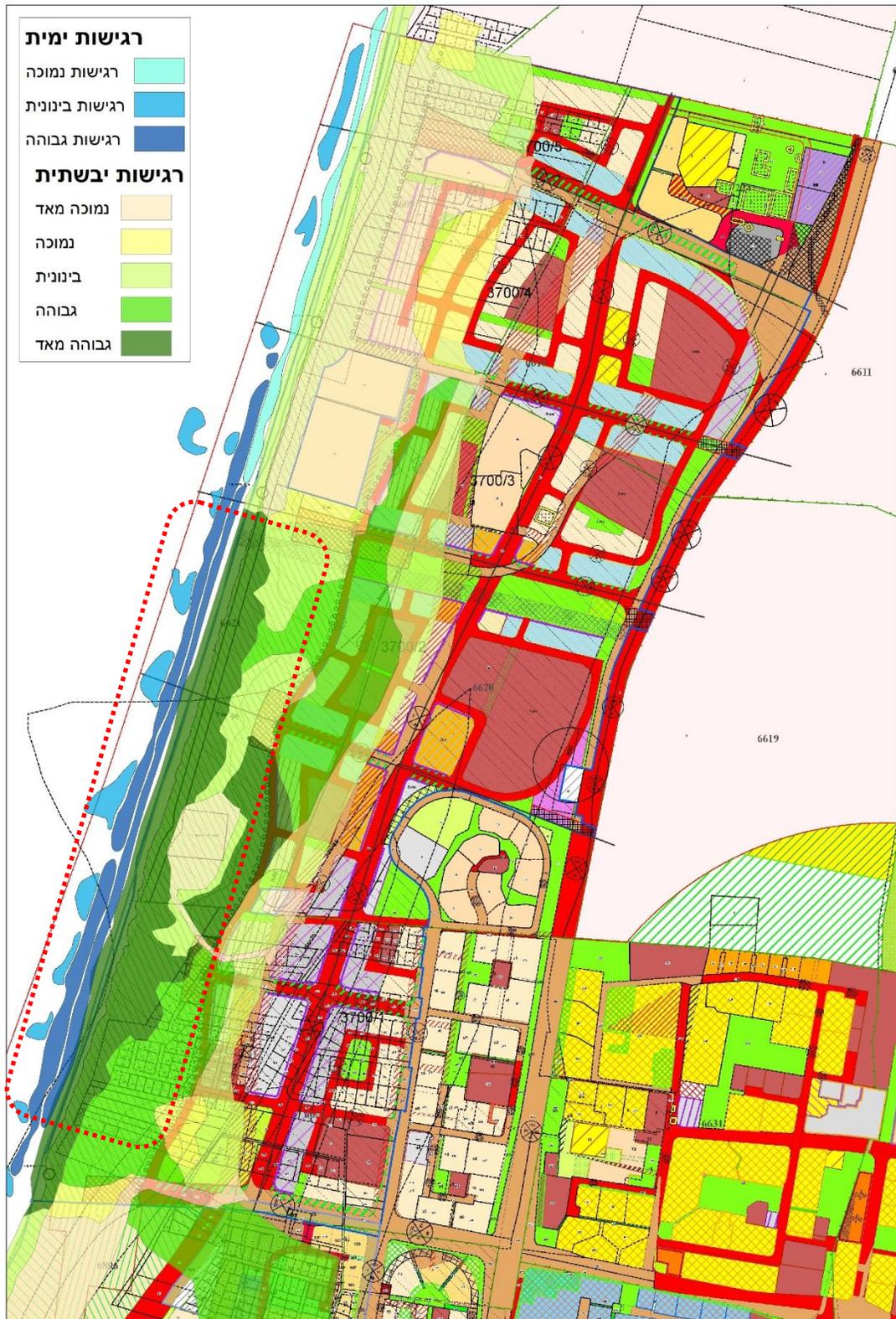
בחינה משולבת של כלל ההיבטים מצביעה על קיומו של מתאם ערכיות אקולוגית מרחבית מלאה בין כל תחומי הסקר. התמונה המצטברת מניתוח הערכיות האקולוגית של כל רצועות האורך: ים - סלעי חוף, חוף חולי, מדרון המצוק, רכס הכורכר והמרזבה, מבטאת מתאם מלא המזהה בבירור את החשיבות האקולוגית הגבוהה של כל רצועות האורך בתחום היחידה המרחבית הרציפה שמדרום לסי אנד סאן.

ערכיות המכלול - חשיבות היחידה הדרומית על כל רצועות האורך המרכיבות אותה - נובעת בעיקר מהערכים המצטברים של כלל הרצועות ליחידה אחת רציפה, הכוללת בתי גידול מגוונים ועושר מינים גדול.

תמונה זו מבטאת מתאם חשיבות אקולוגי ומורפולוגי - התמונה המתקבלת מניתוח ההיבטים הפיזיים של יציבות רוחב החוף והמצוק, היא בעלת מתאם מרחבי מלא לניתוח האקולוגי ומדגישה את חשיבות שימור רצועת סלעי החוף, ככלי להשגת האיזון ההכרחי ליציבות המערכת החולית ושל המצוק.



איור 2: רגישות משולבת, אקולוגית וימית, על רקע תצ"א



איור 3 : רגישות משולבת, אקולוגית וימית, על רקע תשריט מצב מוצע תא/3700

סוגיות ותובנות לתכנון

עבודת הסקר מכוונת ליצירת תכנון מיטבי של פארק טבע עירוני-חופי, שיהווה דוגמא לשימור, טיפוח וניהול של ערכי טבע בעיר מחד, ומאידך יתפקד בממשק מיטבי עם העיר והאדם. הסקר מתחילתו מכוון להשגת יעדים תכנוניים, ומבוצע מראשיתו באוריינטציה תכנונית המתאימה לאתר טבע עירוני. שיטת העבודה מכוונת לאינטגרציה ולקשר משותף בין אנשי המקצוע לכל אורך התהליך, בביצוע סיורים ושיבות עדכון שוטפות ובאמצעות העברה הדדית של תוצרים ומידע ולבסוף בניסוח אינטגרטיבי של המסמך המסכם, המלצות והנחיות לתכנון האקולוגי של הפארק. תוצרי הסקר נערכו כך שיוכלו להביא בפני מתכנני תכנית הפיתוח לפארק את תשתית הידע בהיבטים האקולוגיים והפיזיים שיאפשרו תכנון מיטבי לפארק החוף.

פיתוח שטחי המגורים סביב הפארק החופי ישנה את אופיו הנוכחי של השטח הנותר במידה ניכרת, לטוב או לרע.

מצד אחד, פיתוח אורבני, עם אלפי יחידות דיור בסמוך לשטח הפתוח מקרין השפעות שליליות רבות על ערכי טבע המצויים בשטח הטבעי. רעש, תאורה, חיות מחמד, מינים מלווי אדם, תנועת כלי רכב, אופניים והולכי-רגל, מיני צמחים ובעלי חיים פולשים, פסולת, מדורות ועוד - כל אלה פוגעים קשות במערכות אקולוגיות טבעיות. הפיתוח מצמצם את השטח הטבעי הפתוח ויוצר חיץ בינו לבין שטחים טבעיים סמוכים. התוצאה הבלתי נמנעת היא אבדן מינים המאפיינים את המערכת האקולוגית הטבעית.

מצד שני, התכנית יכולה להוות הזדמנות לשיקום שטחים פגועים לאחר שנים של פעילות רכבי שטח שחרצה עמוקות את רכס הכורכר ומנעה את התחדשות הצומח הטבעי. שיקום השטחים הפגועים יכול להשיב לשטח את הצמחים המאפיינים והמייחדים את בתי הגידול החוליים והכורכריים של מישור החוף. בתי גידול חוליים משתקמים מהר למדי (3-10 שנים), ובתכנון נכון ניתן להאיץ את התהליך.

מתעוררות, אם כן, מספר סוגיות תכנוניות עיקריות, שיש לתת עליהן את הדעת בטרם ניתן לקבוע המלצות תכנוניות לפיתוח פארק החוף:

- שאלת אופיו של פארק החולות במנעד בין טבע עירוני ופארק ציבורי - מהי נקודת האיזון במנעד בין פארק טבע עירוני ופארק לפעילות אינטנסיבית של הציבור?
- שאלת המצוק החופי - האם יש צורך בהגנות מצוק והיכן? האם נדרשת הרחבת/הגנת חופים ובאילו אמצעים כדאי לבצעה?
- שאלת פיתוח חופי רחצה - מהי נקודת האיזון הנכונה בין שימור טבע ופיתוח לפעילות פנאי ונופש לציבור הרחב? האם נדרשת תוספת חופי רחצה? במידה והתשובה חיובית, היכן נדרשת תוספת זו? מה יהיה אופי פיתוח טיילת החוף?
- שאלת היתכנות הקמת אתר טבע עירוני בחזית עיר - על מה ניתן יהיה לשמור והאם שמירה זו מצדיקה את המאמץ? מהם התנאים הנדרשים לקיומו של אתר טבע עירוני המשמר בתי גידול ומגוון מינים גדול?
- שאלת הממשק עם העיר - כיצד יש לבצע את עבודות ההקמה? מהו הממשק השוטף הרצוי?

בחינת התובנות העולות מהסקרים וממפוי הרגישות שנערך בהיבטי האקולוגיה היבשתית והימית, המורפולוגיה החופית והמצוק מצביעים על ממשק ותובנות דומות בין ארבעת תחומי הסקר. **המשמעות המצטברת של המתאם בין הניתוח האקולוגי ביבשה ובים והניתוח המורפולוגי, היא כי יש הזדמנות וחיוביות רבה לשימור היחידה הדרומית כאתר טבע עירוני המייצג מגוון בתי גידול, עושר מינים ואיכויות נופיות, ותוך כדי כך לשמור על יציבות ואיזון החוף והמצוק. היחידה הצפונית מתאימה יותר לפיתוח שטח פתוח אינטנסיבי המאפיין פעילות של פארק עירוני.**

המלצות ראשוניות לכיווני פעולה נדרשים

אקולוגיה יבשתית - ערכים אקולוגיים חשובים נמצאים בתחום המיועד לפיתוח, ויחייבו **הכנת תכנית פעולה** שתתייחס לשמירת ערכי טבע (בעיקר צומח) בתוך המרקם הבנוי, להעתקת מינים טרם תחילת פעולות הפיתוח ושמירת מגוון המינים הטמון בשכבת הקרקע העליונה באזורים הרגישים המיועדים לפיתוח ושילובם בפיתוח פארק החוף, באזורים המיועדים לשימור.

מצוק החוף - נדרשת רמת מיגון מינימאלית, בהתאם להמלצות תמ"א 13 למצוקים – טיפול בנגר, גידור ושילוט, הערכת סיכונים נקודתית וטיפול נקודתי. עם זאת, ההפרות הקיימות בשטח הפארק גורמות לזרימת מי נגר בשטח, היוצרת השפעה משמעותית וגדולה על הארוזיה של המצוק. לפיכך, תחום ניהול הנגר ואגני הניקוז בתכנון הפארק הנו אחד מתחומי הליבה בתכנון. יש לשים דגש בתכנון פארק החוף על בחינה יסודית של הנושא בהיבטים הנופיים, האקולוגיים וההנדסיים ולבצע מספר מבחני פיילוט לבחירת אופן הטיפול המועדף.

הגנות ימיות - הכיוון המסתמן לטיפול בחוסר יציבות רוחב רצועת החוף ביחידה הצפונית הוא ביצוע פיילוט של גאו-טיוב מטובע בעומק 2.5-3 מ' באזור שאינו כולל סלעי חוף, אורך החיים של הפתרון הוא 5-7 שנים. העקרונות הבסיסיים לפיהם יוגדר הפתרון הנבחר הם האפשרות להתחלת הביצוע כפרויקט פיילוט שיכלול תוכנית ניטור ממושכת, והפיכות הפתרון הנבחר.

פיתוח חופים – קיימת חשיבות רבה לשמירה על מכלול חוף רציף. היחידה הדרומית היא בעלת רציפות מלאה וערכיות אקולוגית גבוהה ולכן מתאימה לשימור במצבה הטבעי. מומלץ לא לפתח חופי רחצה חדשים דרומית לסי אנד סאן. פיתוח כזה, כולל אמנם תועלת ציבורית משמעותית, אך יחייב הוצאת סלעי החוף, קטיעת רציפותם, פגיעה קשה בערכים האקולוגיים הימיים והחופיים וערעור האיזון המורפולוגי של רצועת החוף ויציבות המצוק. פיתוח חופי רחצה כולל בניו, גישות לרכב, פעולות תחזוקה וטיילות שאינם מאפשרים את המשך קיומו של בית הגידול. לפיכך, החופים המתאימים לפיתוח הם ביחידה הצפונית, מצפון לסי אנד סאן. עם זאת, ככל שיעלה צורך בתוספת חופים מול סי אנד סאן, ניתן יהיה להקריב את החלק הצפוני של רצועת סלעי החוף במקום. חשיבות הסלעים בקטע זה קטנה יותר בשל העובדה שבעורפה קיים בניו. כמו כן, מומלץ להימנע מפיתוח טיילת חוף בנויה שעלולה לפגוע באיזון של החוף ובערכיותו האקולוגית.

פיתוח פארק החוף ביבשה – ממצאי הסקר מצביעים על פוטנציאל ייחודי של מימוש פארק טבע עירוני איכותי ועשיר ליעד את היחידה הדרומית כולה לאתר טבע עירוני. הצלחת קיומו של אתר טבע עירוני ועשיר הכולל מוקד פיתוח (בבסיס הצבאי שהתפנה) בלב אתר הטבע העירוני. המוקד יוכל לתפקד כאתר תצפית בלב השטח, גן בוטאני ומשתלה של צמחיית בתי הגידול האופייניים לפארק, מרכז לחינוך סביבתי וטיפול בשימור מצוקי קינון שרקרקים המצויים בסביבתו כחלק ממכלול הפעילות באתר. מימוש פארק טבע איכותי ומגוון תלוי בשמירת המכלול הפתוח מדרום לסי אנד סאן והרצף מזרח מערב (ים, סלעי חוף, חול, מצוק ומרזבה). שמירת הערכים הטבעיים תלויה גם בממשק של המשתמשים עם קו הפיתוח העירוני וכן בניהול זהיר ושמירת המערכת הטבעית בשלב עבודות ההקמה. נדרשת פעולה מיידית לסגירת האזור לנסיעת רכבי שטח. המלצת צוות התכנון היא לנצל באופן מושכל את הפוטנציאל הטבעי של המקום לטובת תושבי העיר ולממש פארק טבע עירוני רציף בשטח המיועד לפארק מדרום לסי אנד סאן.

מומלץ למקד ביחידה הצפונית את עיקר הפיתוח של שטחים ציבוריים פתוחים לפעילות פנאי ונופש אינטנסיבי, תוך מתן רמת שירות גבוהה להיקפים גדולים של משתמשים. מומלץ למקד את פיתוח חופי הרחצה ביחידה זו ולמקם בה גם את הפארקים הפעילים והאינטנסיביים.

תכנון ממשק הפעילות של הציבור באתר הטבע העירוני ובדופן העירונית שלו צריך להיות מתוצרי תכנית הפארק. הממשק, כלי הניהול, הבקרה והניטור צריכים להיקבע באופן שיאפשר אתאת קיומו של אתר טבע עירוני עשיר ומגוון. מומלץ לשתף את הציבור בתכנון הפארק החופי.

טיילת חוף עירונית - מומלץ להצמיד את טיילת החוף העירונית והאינטנסיבית, הכוללת שבילי אופניים, לכביש הגובל במזרחו של הפארק. לאורך הטיילת מומלץ ליצור עיבוי במספר מוקדים שבהם יוקמו גני

משחקים ומתקני ספורט (תוך שימוש בצמחייה מקומית בלבד). בשאר השטח מומלץ על פיתוח מוכוון שימור טבע, בנוסף למוקד הפיתוח בבסיס הצבאי.

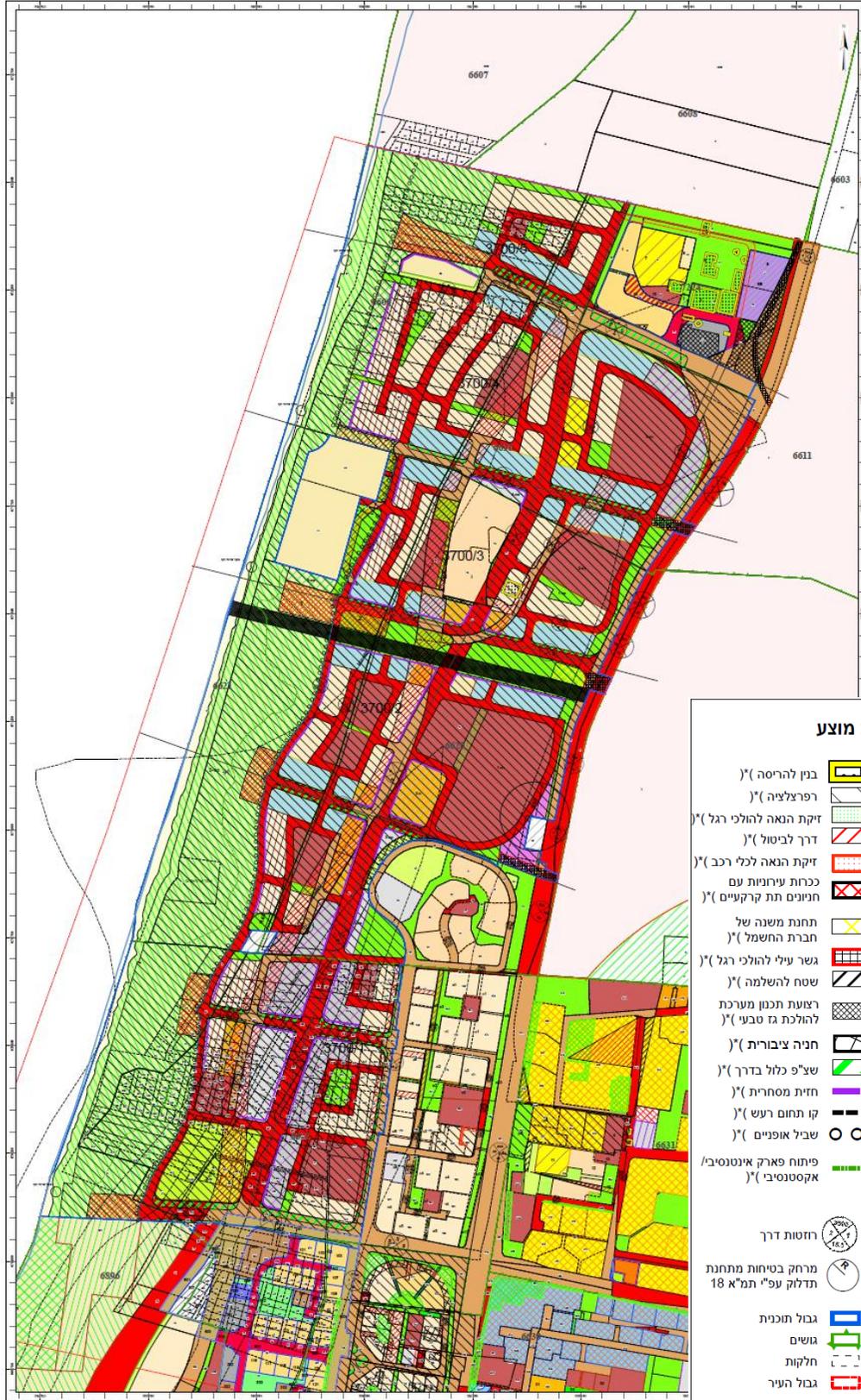
חניה – ככל שהיחידה הדרומית תישמר כאתר טבע ולא יפותחו חופי רחצה נוספים מדרום לסי אנד סאן, מומלץ לבחון מחדש את צרכי החניה. מיקומם של שני החניונים התת קרקעיים הקיצוניים בתכנית תואם את הרגישות האקולוגית הנמוכה יחסית וכך גם החניון שמדרום לסי אנד סאן. החניון המרכזי ממוקם באזור בעל ערכיות גבוהה ומומלץ, ככל הניתן, לבטלו. את החניון שליד הבסיס הצבאי מומלץ להתאים לשירות מרכז המבקרים שיוקם. ניתן לשקול הקמת שרוול תת-קרקעי שיחבר את החניון לחוף בתוואי העובר באגני הארוזיה והמצוק הפגוע.

משאב החול החופי – נראה כי באזורים המיועדים לפיתוח בתכנית 3700 מצויים משאבי חול משמעותיים. משאבי חול אלו, שמחירם גבוה מאוד יכולים לשמש להרחבת חופים ולשיקום אזורים פגועים בפארק החוף. משאב זה יכול לחסוך את העלות היקרה של יבוא חול להזנת חופים ושיקום הפארק. נדרשת תכנית לניהול משאב החול ונדרשת התייחסות לתכנון משאב החול במסגרת פעולות פיתוח התשתיות (דרכים, צנרות) ומגרשי הבינוי. ולשיקום המתאר התכנוניהראשוני לשמירת משאב החול כולל מדידות וניתוח פוטנציאל היקפים ואיכות, ביצוע סקר אקולוגי לזיהוי אזורים בעלי ערכיות אקולוגית של צומח באזורים המיועדים לפיתוח ומיפויים המדויק, תכנון אזורי עירום זמני ואחסון חול וגיבוש מנגנונים להבטחת שמירת המשאב בעת עבודות הפיתוח.

לסיכום, האזור המיועד להקמת הפארק החופי בתכנית תא/3700 עשיר בערכי טבע רבים. התמונה המצטברת מניתוח הערכיות האקולוגית של כל רצועות האורך: ים - סלעי חוף, חוף חולי, מדרון המצוק, רכס הכורכר והמרזבה, מבטאת חשיבות אקולוגית גבוהה של כל רצועות האורך בתחום היחידה המרחבית הרציפה שמדרום לסי אנד סאן, הנובעת בעיקר מהערכים המצטברים של כלל הרצועות ליחידה אחת רציפה, הכוללת בתי גידול מגוונים ועושר מינים גדול.

תמונה זו מבטאת מתאם חשיבות אקולוגי ומורפולוגי - התמונה המתקבלת מניתוח ההיבטים הפיזיים של יציבות רוחב החוף והמצוק, היא בעלת מתאם מרחבי מלא לניתוח האקולוגי ומדגישה את חשיבות שימור רצועת סלעי החוף ככלי להשגת האיזון ההכרחי לפעילות המערכת וליציובה.

פארקים מפותחים עם מדשאות ואגמים יש לא מעט ולא רחוק (גני יהושע, לאורך הירקון וכו'), אך אתרי טבע עירוני, עשיר ומגוון, בגודל והיקף משמעותי אין עדיין. תא שטח זה הוא שריד לבתי הגידול הייחודיים שהולכים ונעלמים במהירות בשל פיתוח מואץ, ואין עוד כמותו בתחומי העיר תל אביב-יפו והמחוז. שיקום השטח יכול לייצר אתר נופש בחיק הטבע לעשרות אלפי תושבי האזור, במרחק הליכה מביתם. בשולי השטחים הערכיים ניתן יהיה למקם פינות משחק ומתקני ספורט, כמו גם טיילת ופינות ישיבה. כך, בתכנון מושכל, ניתן יהיה לשמר ערכי טבע משמעותיים שנותרו בתל-אביב ולקרב אליהם את הציבור הרחב.



איור 4 : תכנית תא/3700 – תשריט מצב מוצע

מקרא מצב מוצע

<ul style="list-style-type: none"> בנין קיימת (*) רפרצלציה (*) זיקת הגאה להולכי רגל (*) דרך לביטול (*) זיקת הגאה לכלי רכב (*) נכרות עירוניות עם חניונים תת קרקעיים (*) תחנת משנה של חברת החשמל (*) גשר עילי להולכי רגל (*) שטח להשלמה (*) רצועת תכנון מערכת להולכת גז טבעי (*) חניה ציבורית (*) שצ"פ כלול בדרך (*) חזית מסחרית (*) קו תחום רעש (*) שביל אופניים (*) פיתוח פארק אינטנסיבי/אקסטנסיבי (*) רוחטות דרך מרחק בטיחות מתחנת תדלוק עפ"י תמ"א 18 גבול תוכנית גושים חלקות גבול העיר (*) לא על פי מבאת 	<ul style="list-style-type: none"> דרך קיימת (*) דרך מוצעת (*) מגורים מיוחד ב (*) מגורים מיוחד ד (*) שטח ציבורי פתוח (*) שטח פרטי פתוח (*) בנייני ציבור (*) פארק החוף (*) אזור מסחרי (*) מלונאות ונופש (*) אזור מגורים משולב במסחר ותעסוקה (*) שטח לספורט (*) רצועת החול (*) מגרש מיוחד בעל אופי צבורי לדזור בר-השגה עירוני (*) שטח למתקני הנדסה (*) מגורים (*) מוקדי פיתוח (*) אזור מגורים מיוחד משולב מלונאות ונופש (*) אזור תעסוקה (*) שצ"פ עם אופציה לדרך (*) ייעודים שאינם כלולים בשטח התוכנית אזור מגורים א מגורים מיוחד ג שביל להולכי רגל מגורים רב קומות בית קברות שטח חקלאי חניה צבורית שי"ך לרשות אחרת משרדים דרך משולבת מוצעת מסחר תוספת בניה מוצעת
---	--

**התובנות המשולבות העולות מתוך הסקר האקולוגי
אקולוגיה יבשתית וימית, המצוק, מורפולוגיה חופית**

1. כללי

סקר פארק החוף הנו סקר גאולוגי, אקולוגי, ימי ויבשתי, שנועד להוות תשתית ידע לתכנון פארק חוף צפון-מערב תל אביב (תכנית תא/3700), על הסוגיות והשאלות התכנוניות הקשורות בתכנון פארק חוף שבעורפו עיר. הסקר בוחן את הסביבה החופית בראייה כוללת, על מרכיביה המרכזיים - בתי הגידול הימיים, החופיים והיבשתיים, תהליכים פיזיים חופיים וימיים והתהליכים הקשורים במתלול המצוק החופי.

500 דונם משטח התכנית מיועדים לפארק חופי ולרצועת חול. התכנית קובעת הוראות לפיתוח סביבת חוף הים כשטח פתוח לציבור, פיתוח פארק חופי רחב וטיילת, תוך שילוב של 3 מוקדי פיתוח בעורף החוף, 4 מוקדים לשירותי חוף, וחניונים ציבוריים תת-קרקעיים, תוך שמירה על הסביבה החופית ושימור ערכי הטבע המאפיינים את מצוק הכורכר, וקביעת תנאים לביצועם מתוקף תכנית זו. תוצרי הסקר נועדו להביא בפני מתכנני תכנית הפיתוח לפארק את תשתית הידע בהיבטים האקולוגיים והפיזיים שיאפשרו תכנון מיטבי לפארק החוף.

מטרת הסקר הייתה מיפוי ואפיון מרכיבי התשתית האקולוגית-גאומורפולוגית-סביבתית של פארק החוף והסביבה החופית, כבסיס לשימור, טיפוח וניהול אתר טבע עירוני בפארק החוף של צפון תל אביב, זיהוי אזורים לשימור/לפיתוח/לשיקום ופריסת תמונת הערכיות האקולוגית במרחב הפארק כבסיס לתכנון. עבודת הסקר כוונה ליצירת תכנון מיטבי של פארק טבע עירוני-חופי, שיהווה דוגמה לשימור, טיפוח וניהול של ערכי טבע בעיר לצד תפקודו בממשק מיטבי עם העיר והאדם. הסקר מתחילתו כוון להשגת יעדים תכנוניים, ובוצע מראשיתו באוריינטציה תכנונית המתאימה לאתר טבע עירוני. התובנות וההמלצות המוצגות להלן מבוססות על אינטגרציה וקשר משותף בין אנשי המקצוע לכל אורך התהליך בניסוח אינטגרטיבי של המלצות והנחיות לתכנון הפארק.

2. סוגיות תכנוניות

מתוך ממצאי הסקר שנאספו ונערכו במהלך השנה, עלו באופן ברור סוגיות תכנוניות עיקריות, שיש לתת עליהן את הדעת בטרם ניתן לקבוע המלצות תכנוניות לפיתוח פארק החוף:

- שאלת אופיו של פארק החולות במנעד בין טבע עירוני ופארק ציבורי - מהי נקודת האיזון במנעד בין פארק טבע עירוני ופארק לפעילות אינטנסיבית?
- שאלת המצוק החופי - האם יש צורך בהגנה על המצוק והיכן?
- הרחבת חופים - האם נדרשת הרחבת חופים, ובאלו אמצעים כדאי לבצעה?
- שאלת פיתוח חופי רחצה - מהי נקודת האיזון הנכונה בין שימור טבע ופיתוח לפעילות פנאי ונופש לציבור הרחב? האם נדרשת תוספת חופי רחצה? במידה שהתשובה חיובית, היכן נדרשת תוספת זו? מה יהיה אופי פיתוח טיילת החוף?
- שאלת היתכנות הקמת אתר טבע עירוני בחזית עיר - על מה ניתן יהיה לשמור, והאם שמירה זו מצדיקה את המאמץ? מהם התנאים הנדרשים לקיומו של אתר טבע עירוני המשמר בתי גידול ומגוון מינים גדול?
- שאלת הממשק עם העיר - כיצד יש לבצע את עבודות ההקמה? מהו הממשק השוטף הרצוי בין העיר והפארק?

3. תובנות תכנוניות מרכזיות

ביחס לסוגיות התכנוניות שזוהו ובהסתמך על ממצאי הסקר, זוהו תובנות הרלוונטיות לתכנון הפארק החופי בהתמקדות בהיבטים שלהלן:

- זיהוי הערכים הטבעיים הקיימים הראויים לשימור, אפשרות שימורם בהתייחס לפיתוח העתידי המוצע בתכנית, הערכת השינויים הצפויים בבתי הגידול ובמגוון הביולוגי וגיבוש המלצות מתאימות לתכנון הפארק.
- בחינת האפשרות לשקם, לטפח ולשדרג במסגרת הפארק ערכי טבע פגועים או ערכי טבע ומינים נדירים שהיו קיימים באזור החוף ונעלמו ממנו.

ניתוח הרגישות שנערך בתחומי האקולוגיה הימית, המורפולוגיה החופית והמצוק החופי מצביע על קיומן של שתי יחידות ברצועת החוף. היחידה הצפונית, בה הוסרו סלעי החוף, משמשת כחוף רחצה פעיל, כוללת מעט ערכים אקולוגיים (אולם ניתן לשקמה מבחינה זו בקלות יחסית), ללא מצוק בעורפה ונתונה לדינמיות ושינויים משמעותיים ברוחבה. היחידה הדרומית, בה נשמרו סלעי החוף, אינה משמשת כחוף רחצה פעיל וכוללת ערכים אקולוגיים רבים ומשמעותיים. רוחב רצועת החוף יציב וקבוע והמצוק שבעורפה יציב אף הוא (מלבד הפרות מקומיות). יציבות רצועת החוף, המצוק וריבוי הערכים האקולוגיים הם פועל ישיר של קיומם של רצועת סלעי החוף במים הרדודים.

בחינת התובנות העולות מהסקרים וממיפוי הרגישות שנערך בהיבטי האקולוגיה היבשתית והימית, המורפולוגיה החופית והמצוק מצביעים על ממשק ותובנות דומות בין ארבעת תחומי הסקר. הן הסקר היבשתי והן הסקר הימי מזהים את יחידה הדרומית (מסי-אנד-סאן עד תל ברוך) כיחידה בה מתרכזים הערכים האקולוגיים המשמעותיים והרגישה ביותר לפיתוח (זאת, יש לציין, גם בהתאמה לקו המנחה שנקבע בתכנית תא/3700). בהתאמה לכך, גם הניתוח של המורפולוגיה החופית מצביע על יציבות היחידה הדרומית – רוחב החוף והמצוק, יציבות המיוחסת לסלעי החוף.

מרכיב הרציפות הוא אחד המרכיבים החשובים העולים מתוך הסקרים (הימי והיבשתי), המזהים את רציפות רצועת סלעי החוף, רציפות החוף החולי ורציפות השטח היבשתי הפתוח בעורף החוף כאחד מהגורמים המשפיעים על ערכיות השטח. חשיבות רציפות סלעי החוף, תואמת את החשיבות האקולוגית והיא גם הגורם המרכזי ליציבות רוחב החוף והמצוק.

בהיבט המורפולוגיה החופית ניתן לזהות בבירור כי רצועת החוף החולית דינאמית מאוד והיא נתונה לשינויים מורפולוגיים כתוצאה מהשפעת משטר הגלים העונתי על הרבדת החול. התייעוד שבוצע בחוף הצוק במהלך השנה, ממחיש את השינויים העונתיים ברצועת החוף החולית. לשינויים אלו השפעה משמעותית על האקולוגיה הימית ברצועת סלעי החוף.

לתובנות אלו השלכה על הפתרונות הנבחרים ע"י עיריית תל אביב ומדינת ישראל לייצוב והרחבת רצועת החוף באמצעות פתרונות קשיחים לטווח ארוך (שוברי גלים) ולחילופין באמצעות פתרונות רכים לטווח ביניים (גאו-טיוב). מן הסקרים עולה כי הקמת מערכת שוברי גלים לאורך החוף תביא לכיסוי רצועת סלעי החוף והסלעים השקועים ולאובדן בית הגידול. מערכת שוברי הגלים צפויה אומנם להגן טוב יותר על המצוק ולייצב את רוחב החוף ברוחב קבוע הניתן לתכנון לפי הצרכים, אולם, עם הקמת שוברי הגלים תחדל מערכת אקולוגית זו מלהתקיים וייוותר קו חוף חסר כמעט ערכים אקולוגיים. התיישבות מינים שונים על שוברי הגלים צפויה לקיים מערכת אקולוגית (שאינה קיימת כיום), שתתבסס גם על מינים פולשים.

מכאן, נראה כי קיימת עדיפות לקידום פתרון רך לטווח הביניים בתחום היחידה הצפונית, בעוד שבתחום היחידה הדרומית אין צורך בקידום של אמצעי כלשהו, וניתן להשאיר את המצב הטבעי הקיים היום.

להלן פירוט התובנות העיקריות בחלוקה לפי תחומים :

א. סדימנטולוגיה - ממצאי ניטור חוף הצור והסקר מראים כי החוף החולי שבחזיתו רצועת סלעי החוף, הוא חוף יציב. חופי הרחצה (הצוק דרום וצפון) מהם נעקרו סלעי החוף סובלים מדינאמיות של רוחב רצועת החול ומושפעים יותר מתנאי הים. לדינמיות זו השפעה שלילית על מימוש פוטנציאל פעילות הנופש בחוף ומכאן עולה חשיבותה הגדולה של רצועת סלעי החוף ליציבות החוף.

חופי הרחצה בחזית התכנית עתידים לשרת קהל משתמשים נרחב מכל רחבי המטרופולין. לפיכך, נדרשת בחינת פתרון לייצוב רוחב חופי הרחצה כשימוש פנאי בעל חשיבות ציבורית רבה.

ב. רצועת סלעי החוף - הערכיות האקולוגית של רצועת סלעי החוף נובעת ממספר סיבות, בראשן רציפותה ושלמותה של הרצועה לאורך של כ- 1.7 ק"מ. רציפות משמעותית זו תורמת לערך הנדירות של המערכת, שלא ניתן למצוא כדוגמתה בחופי מרכז הארץ. ידוע כי עמידותן של מערכות ימיות שנקטעות קטנה, סיבה המשפיעה אף היא על הצורך שבמירת המערכת כמערכת רציפה. בנוסף, לרצועת סלעי החוף ערכיות טבעית גבוהה, זהו בית הגידול הנושא את מגוון המינים העשיר ביותר שנמצא בסקר. כמו כן, למערכת זו ערכיות נופית גבוהה, חשיבות בהגנת המצוק וחשיבות חינוכית רבה.

מול הערכיות הגבוהה של רצועת סלעי החוף שזוהתה בסקר עומדת העובדה כי הקמת חופי רחצה ביחידה הדרומית שמדרום לסי אנד סאן תחייב עקירת סלעי חוף וקיטוע הרצועה, כמו גם הכשרת גישות לרכב על החוף והשפעות שוליים של בינוי ועומס משתמשים. בנוסף, הרחבת חופים מול רצועת סלעי החוף תביא לכיסויים ולאובדן בית הגידול.

ג. החוף החולי - החוף החולי ביחידה הצפונית, שמצפון לסי אנד סאן, מבטא ערכיות אקולוגית נמוכה בשל מידת ההפרה, פעולות התחזוקה (חריש) ועומס המשתמשים הנרחב. לעומתו, החוף החולי ביחידה הדרומית הוא רציף, בלתי מופר וערכי, מהווה בית גידול לחולנים ואינו סובל מהפרות או מעומס גדול של משתמשים. רציפותו ומיקומו בין שתי יחידות טבעיות (רצועת סלעי החוף והמצוק) מעלים את חשיבותו וערכיותו האקולוגית.

הקמת חופי רחצה בחוף הדרומי, שתלווה בעומס משתמשים גבוה, פעולות תחזוקה, בינוי וטיילת, צפויה לפגוע משמעותית ביחידה זו.

ד. יציבות מצוק החוף - מדרון המצוק פגוע אמנם בקטעים ארוכים מנסיעת כלי רכב, אך הוא עדיין מהווה ערך טבעי ונופי בעל חשיבות רבה.

מתוך ממצאי הסקר עולה כי קיימת התאמה מרחבית בין רצועת המצוק ורצועת סלעי החוף, זאת בשל העובדה כי רצועת סלעי החוף מייצרת שיפוע חוף מתון ותורמת בכך לשמירה על יציבות המצוק. לפיכך, יש חשיבות לשימור רצועת סלעי החוף לצורך שמירה על יציבות המצוק.

בבחינת המצוק החופי עצמו לא אותרו קטעי מצוק המחייבים הגנה, וניכר כי השפעת מי הנגר על הארוזיה של המצוק גדולה מהשפעת הגלים. השפעת הנגר מחייבת נקיטת פעולות לצמצומה.

ה. עורף המצוק והמרזבה - מקטע זה כולל בתי גידול ערכיים וחשובים, עושר גדול של מיני צמחייה ובעלי חיים. עושר המינים הגבוה ביותר מצוי בגב הרכס ובמרזבה החולית, שמוגנים מהרוחות ורסס

הים. האזור מופר קשות בשל נסיעת כלי רכב אולם יכולת ההשתקמות הטבעית של המרחב צפויה להיות טובה ומהירה עם סגירת השטח המיועד לפארק. קו הגבול בין פיתוח ושימור אינו תואם את הערכיות האקולוגית, וערכים אקולוגיים חשובים נמצאים גם בתחום המיועד לפיתוח.

הסקר היבשתי מזהה את הרצועה המרכזית-דרומית (מסי-אנד-סאן ועד תל ברוך) כרצועה בעלת החשיבות הרבה ביותר לקיומו של אתר טבע עירוני והרגישה ביותר לפיתוח. שימור אתר טבע עירוני בקירבה הצפויה לעיר, תחייב גיבוש ממשק ניהול לשטח עצמו וממשק עם הפיתוח (בשלב ההקמה ולאחריו).

לסיכום, בחינה משולבת של כלל ההיבטים מצביעה על קיומו של מתאם ערכיות אקולוגית מרחבית מלאה בין כל תחומי הסקר. התמונה המצטברת מניתוח הערכיות האקולוגית של כל רצועות האורך: ים - סלעי חוף, חוף חולי, מדרון המצוק, רכס הכורכר והמרזבה, מבטאת מתאם מלא המזהה בבירור את החשיבות האקולוגית הגבוהה של כל רצועות האורך בתחום היחידה המרחבית הרציפה שמדרום לסי אנד סאן.

ערכיות המכלול - חשיבות היחידה הדרומית על כל רצועות האורך המרכיבות אותה - נובעת בעיקר מהערכים המצטברים של כלל הרצועות ליחידה אחת רציפה, הכוללת בתי גידול מגוונים ועושר מינים גדול.

תמונה זו מבטאת מתאם חשיבות אקולוגי ומורפולוגי - התמונה המתקבלת מניתוח ההיבטים הפיזיים של יציבות רוחב החוף והמצוק, היא בעלת מתאם מרחבי מלא לניתוח האקולוגי ומדגישה את חשיבות שימור רצועת סלעי החוף, ככלי להשגת האיזון ההכרחי לפעילות ויציבות המערכת.

המשמעות המצטברת של המתאם בין הניתוח האקולוגי ביבשה, בים והניתוח המורפולוגי, היא כי יש הזדמנות וחשיבות רבה לשימור היחידה הדרומית כאתר טבע עירוני המייצג מגוון בתי גידול, עושר מינים ואיכויות נופיות, ותוך כדי כך לשמור על יציבות ואיזון החוף והמצוק. היחידה הצפונית מתאימה יותר לפיתוח של שטח פתוח אינטנסיבי המאפיין פעילות של פארק עירוני.

4. המלצות מרכזיות

פיתוח פארק החוף ביבשה מבוסס על חלוקה לשתי יחידות מרחביות, השונות באופיין:

א. היחידה הדרומית

ההמלצה המרכזית היא ליעד את היחידה הדרומית בשלמותה – סלעי חוף, חוף חולי, מדרון המצוק ורכסי הכורכר - כאתר טבע עירוני. כאמור ליחידה זו רגישות אקולוגית גבוהה יותר, קיומו של אתר טבע עירוני מגוון ועשיר תלוי ברציפות היחידה, בגודלה ובשכנותה ליחידות ערכיות סמוכות. ניתן יהיה לקיים אתר טבע עירוני חופי בעל מגוון מינים גדול ובתי גידול שונים בעל קו מגע ארוך עם אזור עירוני אינטנסיבי. הדבר מותנה במידה רבה בייעוד היחידה הדרומית כולה לאתר טבע עירוני. הצלחת קיומו של אתר הטבע העירוני תלויה בממשק נכון של המשתמשים עם קו הפיתוח העירוני וכן בניהול זהיר ושמירת המערכת הטבעית בשלב עבודות ההקמה.

קיימת חשיבות בהערכת ערכים אקולוגיים (צומח) מהתחום המיועד לבינוי אל תחום הפארק.

חופים - כחלק משימור היחידה הדרומית כמכלול, מומלץ לשמר את רצועת סלעי החוף בשלמותה עד סי אנד סאן ולהימנע מפיתוח חופי רחצה מוסדרים וטיילת חוף בקטע זה. לגבי סלעי החוף מול סי אנד סאן, אלו זהו כבעלי ערכיות פחותה שכן בעורפם קיימת בנייה. ככל שיידרש פיתוח חופי רחצה נוספים, ניתן יהיה לשקול את מיקומם מול סי אנד סאן.

הבסיס הצבאי הנטוש - יכול לשמש כמוקד פיתוח באתר הטבע העירוני. מדובר באתר מופר אשר יכול לתפקד כאתר תצפית בלב השטח, כגן בוטני ומשתלה לצמחיית האזור, כמרכז לחינוך סביבתי ולטיפול בשימור מצוקי קינון שרקרים המצויים בסביבתו כחלק ממכלול הפעילות באתר.

יתרת שטח היחידה הדרומית תפותח באופן אקסטנסיבי הכולל שבילים טבעיים, טיילת מתפתלת המחברת בין מוקדי טבע, שילוט, נקודות תצפית וכד'.

טיילת החוף העירונית - מומלץ להצמיד את טיילת החוף העירונית האינטנסיבית, הכוללת שבילי אופניים, לכביש המערבי. לאורך הטיילת מומלץ ליצור עיבוי במספר מוקדים שבהם יוקמו גני משחקים ומתקני ספורט (תוך שימוש בצמחייה מקומית בלבד) ובאופן זה להימנע ממיקומם בלב השטח השמור.

חניה – ככל שהיחידה הדרומית תישמר כאתר טבע ולא יפותחו חופי רחצה נוספים מדרום לסי אנד סאן, מומלץ לבחון מחדש את צרכי החניה. שני החניונים הקיצוניים בתכנית ממוקמים בהתאמה לרגישות האקולוגית וכך גם החניון שדרומית לסי אנד סאן. החניון המרכזי ממוקם באזור בעל ערכיות גבוהה, ומומלץ, ככל הניתן, לבטלו. את החניון שליד הבסיס הצבאי מומלץ להתאים לשירות מוקד המבקרים שיוקם. ניתן לשקול הקמת שרוול תת-קרקעי שיחבר את החניון לחוף בתוואי העובר באגני הארוזיה והמצוק הפגוע.

נדרשת פעולה מיידית לסגירת האזור לנסיעת רכבי שטח.

ב. היחידה הצפונית

מומלץ למקד ביחידה הצפונית את עיקר הפיתוח של שטחים ציבוריים פתוחים לפעילות פנאי ונופש אינטנסיבי, תוך מתן רמת שירות גבוהה להיקפים גדולים של משתמשים.

מומלץ למקד את פיתוח חופי הרחצה ביחידה זו ולמקם בה גם את הפארקים הפעילים והאינטנסיביים.

5. המלצות לכיווני פעולה נדרשים

בהתאם לממצאים העולים מהסקרים ניתן לזהות מספר תחומים שיש צורך להתייחס אליהם כבר בשלבים הראשוניים של יישום תכנית תא/3700.

א. ערכי טבע ומגוון אקולוגי

ניתוח הרגישות שנערך בתחום האקולוגיה היבשתית מצביע על העובדה שקו הגבול בין האזורים המיועדים בתא/3700 לפיתוח ולשימור אינו תואם את הערכיות האקולוגית כפי שזו זוהתה בשטח. עם זאת, הערכיות הקיימת היא במידה רבה תוצאה של הפריסה המרחבית של הפרות מקומיות שהתקיימו בשטח במהלך השנים, כגון נסיעה ברכבי שטח. בסקר נמצא כי ערכים אקולוגיים חשובים נמצאים בתחום המיועד לפיתוח, ויחייבו הכנת תכנית פעולה, על בסיס סקר אקולוגי, שתתייחס לכלים הבאים:

- שמירת ערכי טבע (בעיקר צומח) בתוך המרקם הבנוי, בעיקר בשצ"פים אך גם במגרשי ציבור במידת האפשר.
- העתקת מינים טרם תחילת פעולות הפיתוח.
- שמירת מאגר הזרעים הטמון בשכבת הקרקע העליונה באזורים הרגישים המיועדים לפיתוח ושילובה בפיתוח פארק החוף, באזורים המיועדים לשימור.

ב. מצוק החוף

ניתוח מצוק החוף מצביע על העובדה כי נדרשת רמת מיגון מינימאלית, בהתאם להמלצות תמ"א 13 למצוקים – טיפול בנגר, גידור ושילוט, הערכת סיכונים נקודתית וטיפול נקודתי. לשמירת רצועת סלעי החוף מיוחסת חשיבות רבה בהיבטת שמירת יציבות המצוק ומומלץ שלא לפגוע בה.

הפרות השטח הקיימות בתחום התכנון גורמות לזרימת מי נגר מזרחה לעבר המצוק ויוצרת השפעה ארוזיבית משמעותית על המצוק. לפיכך, מומלץ להגדיר את הצורך בהכנת תכנית מפורטת לניהול מי נגר כחלק מתכנון הפארק. ניהול הנגר ואגני הניקוז בתכנון הפארק נדרש להוות אחד מתחומי הליבה בתכנון.

מדרון המצוק מחייב שיקום של הפגיעה הקיימת מנסיעת רכבי שטח, מומלץ על בחינת חלופות בנושא בהיבטים הנופיים, האקולוגיים וההנדסיים ולבצע מספר מבחני פיילוט לבחירת אופן הטיפול המועדף.

ג. הגנות הימיות

הכיוון המסתמן לטיפול בחוסר יציבות רוחב רצועת החוף ביחידה הצפונית הוא ביצוע פיילוט של גאו-טיוב מטובע בעומק 2.5-3 מ' באזור שאינו כולל סלעי חוף, שיכלול תוכנית ניטור ממושכת, אורך החיים של הפתרון הוא 5-7 שנים. העקרונות הבסיסיים לפיהם יוגדר הפתרון הנבחר הם האפשרות להתחלת הביצוע כפרויקט פיילוט, והפיכות הפתרון הנבחר.

יש לציין כי פתרון של הזנת חול בלבד הנו יקר וקצר טווח וכי הזנה ממקור ימי כוללת גם השפעות סביבתיות שליליות בעת העבודות בעוד שהזנה ממקור יבשתי הנה בעלת השפעות סביבתיות מוגבלות בעת העבודות. בהתאם לכך, קיימת חשיבות להגדרת מקור חול יבשתי לשמירת רוחב חופי הרחצה, מאחר שלא יינתן היתר לשימוש בהזנת חול ממקור ימי מהמערכת המקומית אלא ממקורות כגון העמקת מרינות ונמלים.

ד. פיתוח חופים

זוהתה חשיבות רבה לשמירה על מכלול חוף רציף. היחידה הדרומית היא בעלת רציפות מלאה, ערכיות אקולוגית גבוהה וממוקמת בין רצועות רציפות של סלעי חוף ומצוק ולכן מומלצת לשימור במצבה הטבעי.

מומלץ לא לפתח חופי רחצה חדשים דרומית לסי אנד סאן. פיתוח כזה, אמנם כולל תועלת ציבורית משמעותית אך יחייב הוצאת סלעי החוף, קטיעת רציפותם, פגיעה קשה בערכים האקולוגיים הימיים והחופיים וערעור האיזון המורפולוגי של רצועת החול ויציבות המצוק. פיתוח חופי רחצה כולל בינוי, גישות לרכב, פעולות תחזוקה וטיילות שאינן מאפשרים את המשך קיומו של בית הגידול. לפיכך, החופים המתאימים לפיתוח הם ביחידה הצפונית, מצפון לסי אנד סאן. עם זאת, ככל שיעלה צורך בתוספת חופים מול סי אנד סאן, ניתן יהיה להקריב את החלק הצפוני של רצועת סלעי החוף במקום. חשיבות הסלעים בקטע זה קטנה יותר בשל העובדה שבעורפה קיים בינוי.

כמו כן, מומלץ להימנע מפיתוח טיילת חוף בנויה שעלולה לפגוע באיזון של החוף ובערכיותו האקולוגית.

ה. ממשק הפעילות פארק – עיר

תכנון ממשק הפעילות של הציבור באתר הטבע העירוני צריך להיות מתוצרי תכנית הפארק. הממשק, כלי הניהול, הבקרה והניטור צריכים להיקבע באופן שיאפשר את קיומו של אתר טבע עירוני עשיר ומגוון.

תכנון ממשק הפעילות בדופן העירונית של אתר הטבע צריך להיות גם הוא מתוצרי התכנון שיוטמעו בתכניות המפורטות המוכנות לפיתוח העירוני. התכנון נדרש להגדיר את הפתרונות לצמצום השפעות השולים של האזור העירוני על אתר הטבע, בנושאים כגון בחירת הצמחיה ועידוד מינים מקומיים במרחב העירוני, תכנון התאורה, פחי האשפה, שילוט וכד'.

תכנון הממשק חייב להתייחס גם לשלב עבודות הפיתוח. שלב זה מהווה סיכון גדול להשגת המטרה של שמירת הערכים הטבעיים לצורך פיתוח פארק טבע עשיר ומגוון. תכנון הכלים לשמירת ערכי הטבע

בתקופת העבודות הינו נושא בעל חשיבות עליונה להצלחתו וקימו של אתר הטבע וצריך לכלול גם אמצעי בקרה, פיקוח וניטור אקולוגי. המלצות נוספות מוצעות בהמשך.

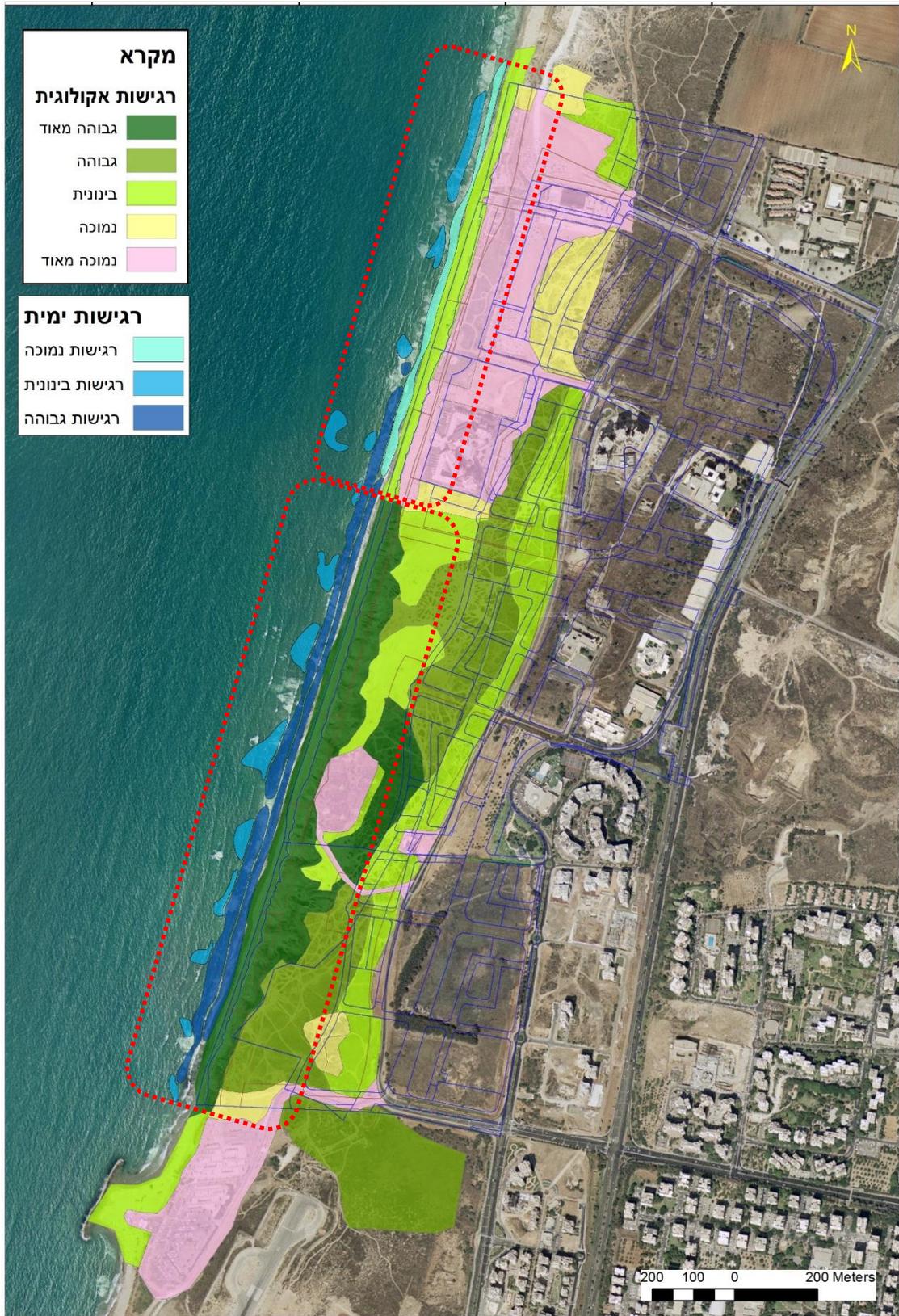
למימוש מכלול ההמלצות בתחום המיועד לפיתוח עירוני מומלץ למנות אקולוג מומחה שילווה וייעץ לצוותי התכנון של התכניות המפורטות ולעיריית ת"א בכל הנוגע להיתרי פיתוח, מבני ציבור ותשתיות. מומלץ לשתף את הציבור בפעילות הניטור והבקרה בתקופת הפיתוח ולאחריה.

1. משאב החול החופי

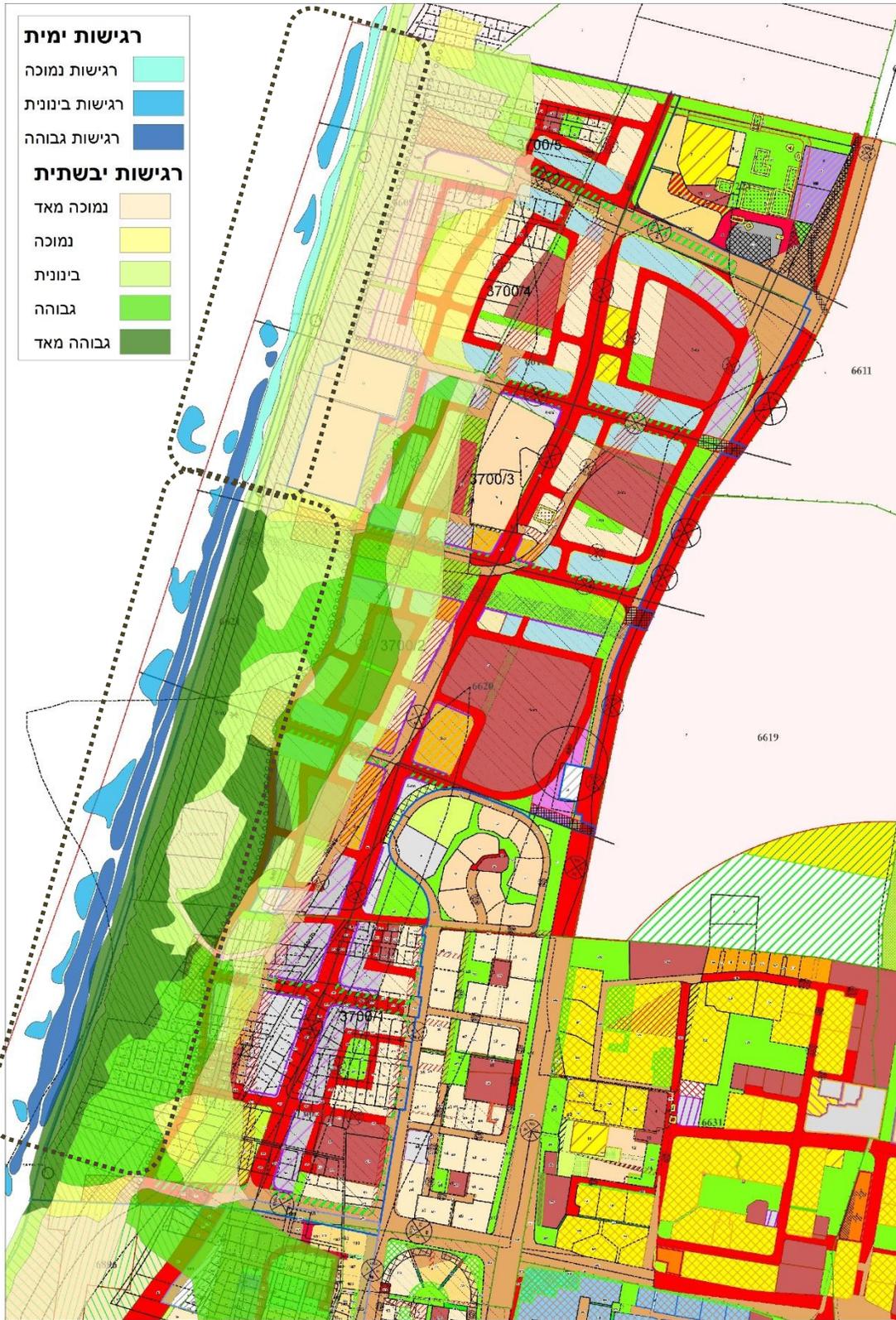
ככל שקיים משאב חול בשטח המיועד לפיתוח, בהיקפים משמעותיים, יש למצות את ניצולו הכלכלי והאקולוגי, שכן הוא אוצר בחובו עושר גנטי רב. למשאב החול מהאזור המיועד לפיתוח שימושים אפשריים להרחבת חופים והגנה על המצוק, למילוי שרוולי חול גאוטכניים לשימוש כשוברי גלים מטובעים, למילוי אזורי מופרים וחפורים ועיצוב טופוגרפיה בפארק החוף ובמדרון המצוק, כחלק מתכנון עתידי של הפארק ולשימור והעצמת המגוון הביולוגי של הצומח החופי בפארק החוף.

בהתאם לכך, נדרשת תכנית לשימור משאב החול ונדרשת התייחסות לתכנון משאב החול במסגרת תכנית הפארק, לשימוש בחול מאזורי הפיתוח לשיקום טופוגרפיה ושיקום בתי גידול.

המתאר התכנוני ראשוני לשמירת משאב החול כולל מדידות וניתוח הפוטנציאל הכלכלי והאקולוגי, ביצוע סקר אקולוגי לזיהוי אזורים בעלי ערכיות אקולוגית של צומח באזורים המיועדים לפיתוח ומיפויים המדויק, תכנון אזורי עירום זמני ואחסון חול וגיבוש מנגנונים להבטחת שמירת המשאב בעת עבודות הפיתוח.



מפה 1: רגישות משולבת – אקולוגיה יבשתית וימית



מפה 2: רגישות משולבת – אקולוגיה יבשתית וימית על רקע המצב המוצע בתכנית תא/3700

אקולוגיה יבשתית

ד"ר רון פרומקין, ייעוץ אקולוגי וסביבתי

1. כללי

רצועת חוף הים התיכון בישראל עשירה בערכי טבע מוגנים, נדירים ואנדמיים ובבתי גידול מגוונים, לרבות מצוקי כורכר. המצוקים, המתנשאים עד גובה של כ-50 מ', מרוכזים בעיקר בחופי פלשת והשרון, ואורכם הכולל כ-70 ק"מ; מרביתם גובלים בשטחים פתוחים כפריים, וחלקם – כ-20 ק"מ – באזורים אורבניים ופרווריים.

ערכי הטבע במצוק הכורכר אינם ייחודיים לבית גידול זה, אך תפוצת רבים מהם צרה מאוד ומוגבלת לרצועה שרוחבה עשרות אחדים עד מאות מטרים בלבד – מקו הגאות, דרך המצוק וגג המצוק, ועד עורף המצוק.

ההשתנות הקיצונית של הגורמים הא-ביוטיים כטופוגרפיה, מסלע, קרקע, רוח, לחות ורסס מלוח על פני מרחק כה קצר, משפיעה על הרכב חברות החי והצומח ברצועה זו, וגורמת להן להסתדר בחגורות אורך צרות למדי בהשוואה לאזורי חוף חסרי מצוק. כתוצאה מכך, פגיעה בשטח קטן יחסית עשויה לגרום לקיטוע משמעותי של רצף בתי הגידול השונים.

מבחינה אקולוגית, המצוק והמדרון מתפקדים כמקום מקלט וכמקור התפשטות של הביוטה המאפיינת ומייחדת את רצועת החוף לעבר אזורים סמוכים, זאת בשל תלילותם הגבוהה, ומכאן נגישותם הנמוכה לבני אדם ולהפרעותיהם.

לאורך רצועת החוף עובר מסדרון אקולוגי שכיוונו מקביל לקו החוף, והוא מקשר בין שטחים פתוחים מצפון ומדרום לו. באזורים האורבניים מצטמצם המסדרון בשל לחצי פיתוח, לעתים עד כדי קיטועו.

התמוטטות המצוק החופי ונסיגת קו המצוק מזרחה הם תהליך טבעי והדרגתי. כל עוד עורף המצוק נותר פתוח ורחב, נשמר תפקודו של המסדרון האקולוגי. עם זאת, בקטעי חוף מצוקי שבהם הפיתוח העורפי מתקרב לשפת המצוק, כל נסיגה של המצוק מצמצמת את רוחב המסדרון הנותר וצפויה לפגוע בשלמות המערכת האקולוגית.

גם לפיתוח בים צפויה להיות השפעה על המערכת האקולוגית בחוף: מבנים ימיים או פגיעה בסלעי החוף עשויים להשפיע על רוחב רצועת החוף החולי ולהגביר את קצב גריעת החול בחוף. צמצום רוחב החוף החולי באזורי הטלה של צבי-ים פוגע ברבייתם ומגביר את הסכנה להכחדתם.

המצוק החופי מקביל לקו חוף הים התיכון, ובאזור התכנית מתנשא לגובה של עד כ-45 מ' מפני הים. מרחק בסיסו מקו המים נע בין מטרים אחדים לבין עשרות מטרים אחדים. המצוק, הבנוי מסלעי כורכר וחמרה חולית, מתמוטט מעת לעת בקטעים שונים בתהליך טבעי הנובע מכרסום בהונותיו על ידי מפץ גלי הים, ובמשך השנים נסוג קו המצוק מזרחה בקצב משתנה בהתאם לגורמים שונים. התמוטטות המצוק צפויה להימשך בעתיד, ואף צפויה האצה בקצב הנסיגה עם עליית מפלס הים ושינויים במשטח הרוחות והגלים (כץ וחובי 2007).

2. הערכים האקולוגיים של רצועת החוף

2.1. הצומח ברצועת החוף

בחוף הים ובקרבתו מתקיימת צמחייה המאפיינת בתי גידול חופיים, שחלקם אינם מצויים בבתי גידול אחרים. ייחודה של רצועת החוף נובע מצירוף של תנאים א-ביוטיים קיצוניים יחסית (ויזל, י' ואגמי, מ'. 1984)¹: רוחות חזקות מכיוון הים, הנושאות עימן רסס מלוח של מי ים ומסיעות גרגרי חול. עצמת הרוחות

¹ תיאור הצומח מבוסס בעיקר על עבודה זו, ומעודכן לפי סקר השדה.

והרסס פוחתת עם ההתרחקות מקו החוף, ומשפיעה על הרכב חברות הצומח, ובעיקר יוצרות חיגור של רצועות צומח אורכיות המקבילות לקו החוף. תחום הגאות והשפל נחשב כחגורה סטרילית מצומח עילאי. עם זאת, רצועה זו עשירה במגוון מיני אצות מיקרוסקופיות, המזינות חסרי חוליות שונים.

החגורות היבשתיות הסמוכות לקו החוף מאופיינות בצומח עמיד בפני רוח ורסס מלוח, וככל שמתרחקים ממנו, מתחלף הרכב המינים בצומח בעל עמידות נמוכה למליחות.

רוחב חגורות הצומח והרכבן מושפעים מהמבנה הטופוגרפי ומהמסלע: הצומח שלמרגלות מצוק שגובהו עשרות אחדות של מטרים, חשוף יותר לרסס בהשוואה לצומח במרחק דומה בראש המצוק או בעורפו; כמו כן, לסוג המסלע – חול, חמרה, כורכר פריך או כורכר מלוכד – יש השפעה רבה על הרכב המינים המתפתחים עליו. כורכר מלוכד מאופיין בשיחים ובבני-שיח ים-תיכוניים, בעוד תשתית חולית, שיכולת אחיזת המים שלה נמוכה, תומכת במינים מדבריים. לחלק מהמינים המדבריים, חופי הארץ מהווים גבול תפוצה צפוני בעולם.

התנאים הא-ביוטיים הקיצוניים הביאו להתפתחות אקוטיפים חופיים – אוכלוסיות של מיני צמחים עם התאמות מורפולוגיות או פיזיולוגיות לתנאי חוף הים, השונות במידה מסוימת מאוכלוסיות של אותם מינים באזורים אחרים המרוחקים מהחוף. מתוכם אפשר לציין מינים כלענה חד-זרעית, חורשף צהוב, מלחית אשלגנית, סירה קוצנית, קצח השדה ועכנאי שרוע.

א. חוף הים

חגורת הצומח הקרובה ביותר לים מאופיינת בצמחים עמידים בפני רסס מלוח, רוח חזקה וחול מוסע. חברת הצומח הנפוצה בחגורה זו בבית גידול חולי, היא **מלחית אשלגנית ולפופית החוף**, אליה נלווים דו-פרק חופי, מד-חול דוקרני, לבנונית ימית, קריתמון ימי, נר-הלילה החופי וחבצלת החוף. רוחבה של חגורת הרסס הנו כ-100 מ' בלבד.

ב. מצוקי החוף

למרגלות מצוק הכורכר, על גבי חוליות הבנויות מחול גס וחצץ כורכרי (תוצר בליה של המצוק עצמו), גדלים צמחים כלוטוס מכסיף, חבצלת החוף וצלבת החוף (מין אדום = בסכנת הכחדה). בבית הגידול הכורכרי שולטת בדרך כלל חברת **מד-חול דוקרני ולוטוס מכסיף**, בלוויית לבנונית ימית, אספסת הים, ציפורנית בשרנית, דק-זנב מכונף, חורשף צהוב, עדעד כחול ועדעד רותמי. במעלה המצוק, על גבי כורכר חולי, גדלים גלדן סמרני ועדעד רותמי. על-פי רוב, המצוק עצמו נכלל בתחום חגורת הרסס ולפיכך מספר המינים שמצליחים להתקיים עליו מצומצם למדי. עם זאת, תלילותו הגבוהה, ומכאן גם נגישותו הנמוכה של המצוק לבני אדם, מאפשרים הגנה טובה יחסית על צמחייתו מפני הפרעות אדם. לפיכך, המצוק החופי מהווה מקלט בטוח לצמחיית החוף, וממנו יכולים מינים אלה להתפשט לרצועות הסמוכות ממזרח וממערב לו.

ג. ראש המצוק ועורפו

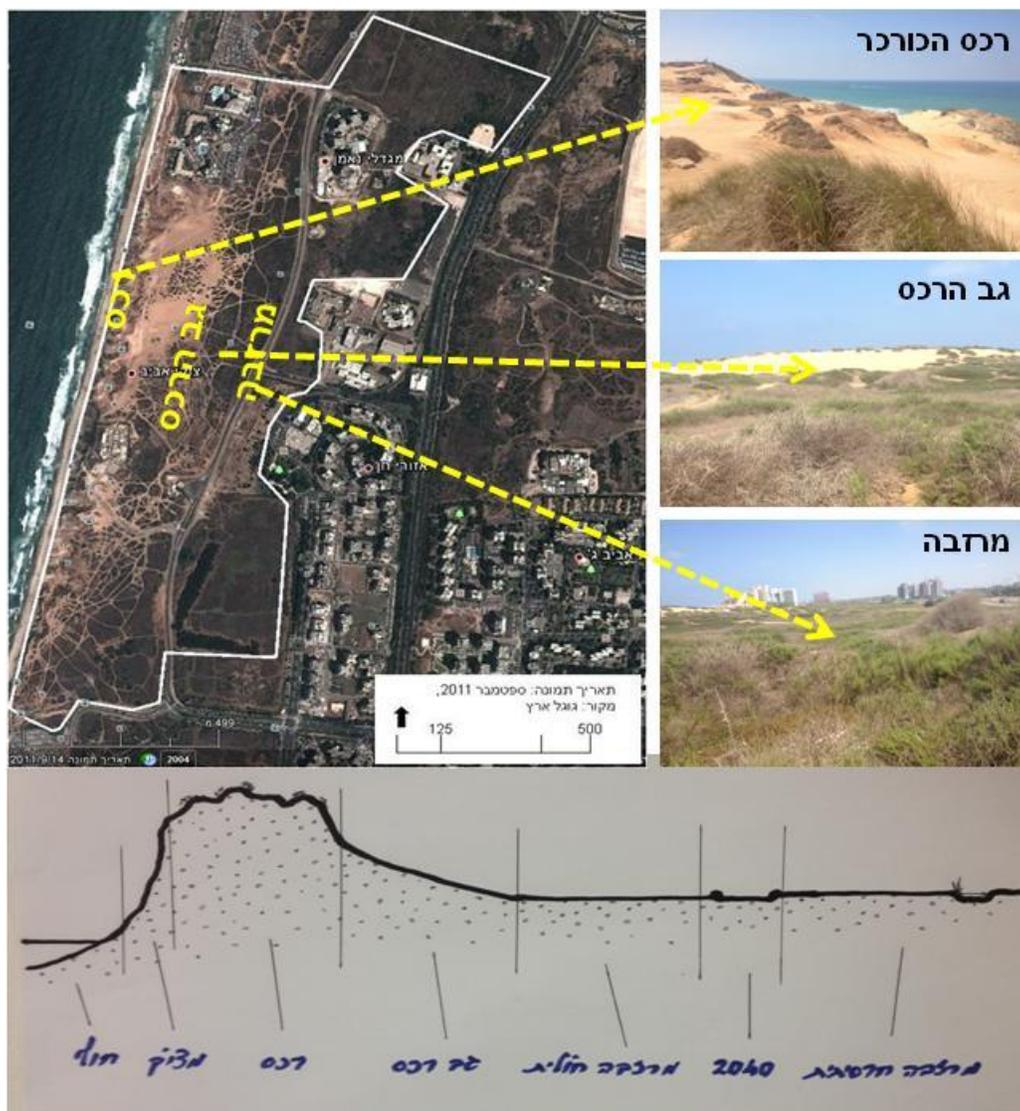
בגג המצוק, שם עצמת הרוח חזקה במיוחד והחול נע בעוצמה גבוהה, הצומח מורכב בעיקר מבני-שיח שרועים. במצוקים הבנויים מכורכר פריך נפוצים קורנית מקורקפת, חורשף צהוב, שמשון סגלגל ומתנן שעיר, ויש מקומות בהם הצמחים הנלווים הם עדעד רותמי ומד-חול דוקרני. בכיסי קרקע חרסיתית התפתחה צמחייה ים-תיכונית כעכנאי שרוע וסירה קוצנית, או צומח הידרופילי (אוהב לחות) כמשיין גליליני וקנה-סוכר מצרי.

עצמת הרוח הנמוכה והירידה בכמות הרסס המלוח בעורף המצוק, מאפשרים התפתחות של עושר מינים גדול יחסית, ביניהם לחך בשרני, עדעד כחול, קחון החוף וקצח השדה.

חוליות עורפיות ממזרח לגג המצוק, הרחק מחגורת הרסס, מאופיינות על-ידי חברת **לענה חד-זרעית**, מלווה ברותם המדבר, גומא שרוני (מין אדום ואנדמי) וארכובית ארץ-ישראלית.

ד. המרזבה

ממזרח לרכס הכורכר משתרעת מרזבה - אזור נמוך ובעל ניקוז גרוע, שבתחתיתו אופקים של חרסית מעורבת בחול ביחס משתנה. באזורים החוליים שולטים **רותם המדבר ולענה חד-זרעית**, ולעתים כתמים של **חילף החולות** או **אלת המסטיק**. בקרקע החרסיתית נשמרת הלחות זמן ממושך, ולפיכך הצומח בה צפוף וגבוה יחסית, ובשקעים או בערוצים ניתן למצוא גם צמחייה של בתי גידול לחים. ריכוז כזה תועד מצפון ומדרום למגדלי נאמן (נספח 1), ובשקעים קטנים נוספים, בהם גדלים מיני צמחים שאינם אופייניים לחולות, ביניהם מינים נדירים כאגמון שרוע, אלטין עקום-זרעים, בוציץ סוככני, דמסון כוכבני, לשישית מקומטת ונענת הכדורים.



איור 5 : מתוך כהן 2012.

למעלה, מערך בתי הגידול (משמאל) וטיפוסי הנוף האופייניים (מימין). **למטה**, חתך אופייני של חמישה בתי הגידול במערכת האקולוגית מקו המים ומזרחה: (א) החוף - החולות למרגלות המערביים של רכס הכורכר; (ב) המצוק- המפנה המערבי התלול של רכס הכורכר; (ג) רכס הכורכר- שיא גובה; (ד) גב הרכס - השיפולים

2.2. צמחייה בעלת חשיבות לשימור

א. צמחים נדירים

בשל רוחבה הצר יחסית של רצועת המצוק והחוף, מיקומה בלב המרחב העירוני הצפוף ביותר במדינה, והיותה נתונה ללחצי פיתוח מתמשכים, בעיקר על בתי הגידול החוליים, נפגע בית גידולם הטבעי של מיני צמחים רבים. כ-20% מכלל מיני הצמחים הייחודיים לבתי גידול חוליים בישראל נמצאים בסכנת הכחדה (פרומקין וחובי 2004). על-פי "הספר האדום: צמחים בסכנת הכחדה בישראל" (שמידע ופולק 2007, שמידע וחובי 2011). ברשימת המינים האדומים נכללים כ-413 מינים, כאשר לחלקם, רצועת החוף מהווה את בית גידולם העיקרי בישראל, ו-6 מתוכם אנדמיים או תת-אנדמיים. מרבית הצמחים האדומים הנם צמחים הגדלים בישראל אך ורק בחגורת הרסס הצרה או בשוליה, במרחק שאינו עולה על 150 מ' מקו המים. לפיכך, שינויים באופי הפיתוח של קו החוף עשויים להקטין במידה ניכרת את גודל אוכלוסיותיהם של המינים האדומים ואת תפוצתם.

ב. צמחים מוגנים

ברצועת החוף ובעורפה גדלים צמחי בר מוגנים, רובם מינים מצויים למדי. בין המינים המוגנים נכללים **חבצלת החוף** (בחגורת הרסס, במצוק ובעורפו ובמרזבה), **עדעד כחול** (רכסי כורכר חופיים בחגורת הרסס), **עדעד רותמי** (רכסי כורכר חופיים בחגורת הרסס), **סחלב קדוש** (קרקע חולית בעורף החוף), **קורנית מקורקפת** (רכסי כורכר), **רותם המדבר** (במרזבה) ו**שיזף מצוי** (במרזבה).

ג. צמחים אנדמיים

יותר מ-30 מיני צמחים אנדמיים גדלים במישור החוף על חולות, חמרה וכורכר (שמידע 1984, פרגמן וחובי 1999), והם מהווים כרבע מכלל המינים האנדמיים בישראל. במרחב התכנית ובסביבתה מופיעים 17 מיני צמחים אנדמיים או תת-אנדמיים, מתוכם אחד בסכנת הכחדה - הגומא השרוני. מינים כאלה יכולים להיפגע בקלות רבה יחסית, מאחר שתפוצתם העולמית מוגבלת למרחב גאוגרפי מצומצם ביותר, וחלקם גדלים באתרים בודדים בלבד, עד שכל פגיעה באוכלוסיותיהם עשויה להביא להכחדתם.

לאור הצטמצמות שטחם של בתי גידול אלה במישור החוף, בעיקר בשל פיתוח חקלאי, בינוי ותשתיות, גם אם כיום אין נשקפת כל סכנה לרובם, אין ביטחון שמצב זה יימשך.

2.3. החי ברצועת החוף (ראה פירוט נוסף בפרק האקולוגיה הימית)

ברצועה הסטרילית מתקיימים מיני סרטנים ותולעים הניזונים מאצות בשכבת החול הרטוב ומחומר אורגניים הנפלטים לחוף על ידי גלי הים. חסרי-חוליות אלה מזינים ציפורי חוף וגדה נודדות, וסרטני חולות החיים בעומק מחילה הנחפרת בחול היבש. שימוש אינטנסיבי בחוף על ידי אדם (נסיעות, רמיסה, כריית חול, עבודות עפר, בנייה וכו') פוגע בבית גידולם של סרטני החולות, ובעיקר בסרטן חולון החוף, שתפוצתו ושיפעתו בחופי הארץ הצטמצמו במידה ניכרת בשנים האחרונות. במקומות שבהם הקמת מבנים ימיים תביא להצרת רצועת החוף צפויה הפרעה נוספת לחולון החוף וצמצום כושר הנשיאה לעופות נודדים הניזונים ברצועת חוף זו.

קינן צבי-ים

לחוף הישראלי של הים התיכון יש חשיבות רבה כאתר הטלה לצבי-ים משני סוגים: צבי-ים ירוק (*Chelonia mydas*) וצבי-ים חום (*Caretta caretta*). שניהם מינים בסכנת הכחדה חמורה באזורנו (דולב ופרבולוצקי 2002). על-פי לוי ומליחי (2007), צבי-ים ירוק הוא הנדיר מביניהם, לעומת צבי-ים חום. לצורך ההטלה דרוש לצבות-הים חוף ים חולי רחב ובלתי מופר, באזור בו החול בפני השטח יחסית יבש. אתרי הקינן פרוסים

לאורך מרבית החוף הישראלי של הים התיכון, בעיקר בחופים שאינם בנויים בעורפס, כדוגמת החוף שבין רדינג לבין הגבול הבנוי של הרצלייה.

אתרי הקינון של צבי-הים נמצאים בסיכון בשל הפרעות שונות, ביניהן הרס החוף על-ידי הקמת מעגנות, מבנים ימיים, מרינות ומתקנים אחרים בחוף הים, תאורה, פעילות אדם בחוף בלילה בשעות ההטלה, רמיסת קינים על ידי כלי רכב הנוסעים בחוף החולי, כריית חול וארוזיה של החוף. הארוזיה בקו החוף מתרחשת בתגובה להקמת מבנים ימיים המשנים את משטר הסעת החול לאורך חוף הים ומשפיעים על מאזן החול בקטעי חוף הנמצאים בסמוך לאותם מבנים ומתקנים ימיים. לפיכך, מבנים ימיים גורמים, או עשויים לגרום, נזק כפול לצבי-ים: מצד אחד, שטח חוף חולי עובר פיתוח אינטנסיבי, ומצד שני, נגרמים תהליכי ארוזיה בחופים סמוכים. בנוסף, מבנים ימיים המוקמים במקביל לקו החוף, עשויים לחסום גישת צבות-ים לעבר החוף עצמו, ולמנוע מהן להטיל באותו קטע חוף. מכאן עולה כי הסכנה לצבי-ים אינה נובעת מהתמוטטות המצוק, אלא מפיתוח פיסה של מבנים בים הגורמים לגריעת חול מרצועות חוף המשמשות את צבות-הים להטלה, ולהגבלת הנגישות לחוף.

3. תפקודים אקולוגיים של רצועת החוף ברצף השטחים הפתוחים

כאמור, מצוקי החוף משתרעים בעיקר בחופי השרון ופלשת, באזורים בעלי צפיפות אוכלוסין גבוהה. מרבית רצועת החוף היבשתית שאינה כלולה בשטחים העירוניים והבנויים הוצעה על ידי רשות הטבע והגנים כמסדרון אקולוגי (שקדי ושדות 2000)². למסדרונות האקולוגיים אין מעמד סטטוטורי, ולעתים חשיבותם האקולוגית נובעת ממיקומם בין שטחים ערכיים מבחינה אקולוגית, ולא דווקא בשל הימצאות ערכי טבע בתוכם. הגורם העיקרי המגביל את תפקוד המסדרון האקולוגי הוא קיטוע רצועת החוף על ידי פיתוח אינטנסיבי באזור החוף ובשטחים הפתוחים שבעורפו הקרוב. התנועה של בעלי חיים, שחלקם גם מפיצים צמחים לאורכו של המסדרון האקולוגי מתרחשת לאורך חוף הים, לאורך המצוק, או לאורך השטח הפתוח בעורף המצוק.

מיני צמחים ובעלי חיים המתקיימים על גבי המצוק החופי אינם ייחודיים לו, והם מצויים גם למרגלותיו או בעורפו, וכן בקטעי חוף סלעיים או חוליים שאינם מצוקיים. עם זאת, המצוק מספק להם הגנה טובה יחסית, וממנו הם יכולים להתפשט הלאה לשטחים סמוכים בכל הכיוונים וכך לחדש אוכלוסיות שנפגעו.

נסיגת המצוק בשטח פתוח אינה צפויה להשפיע באופן מהותי על תפקודו של מסדרון אקולוגי לאורך רצועת החוף. התמוטטות המצוק אינה מתרחשת בעת ובעונה אחת לכל אורכו, ובין מחזור גלישת סלע אחד למשנהו יכולים לחלוף שנים רבות, 10 שנים ואף יותר (אלמגור 2005). בכל קטע מצוק יכולים להימצא מקטעים שישארו בלי שינוי במשך שנים רבות, בעוד מקטעים אחרים יתמוטטו. למיני חי וצומח המתקיימים ברצועה זו יש די זמן כדי להגיב לשינויים בטופוגרפיה ובתשתית ולאכלס בתי גידול חדשים שנוצרים בעקבות התמוטטות מצוק או בשל תהליכי הארוזיה של החול ברצועת החוף. צמחים שאינם עמידים בפני רסס מלוח הגדלים בראש המצוק או בעורפו נחשפים לרוח החזקה ולרסס המלוח בעקבות התמוטטות המצוק והתקרבות הים. צמחים אלה צפויים להיפגע מתנאי הסביבה החדשים וחברת הצומח צפויה להתחלף עם הזמן בחברת צמחים עמידה לרוח ולרסס. בראייה לטווח של 100 שנים קדימה, המצוק ייסוג מזרחה למרחק מטרים אחדים עד עשרות מטרים, אך עם הזמן יוסטו למרחק דומה כל חגורות הצומח, והמערכת האקולוגית יכולה להתארגן ולהמשיך ולתפקד כרגיל.

² מסדרון אקולוגי: תואי שטח פתוח ושומר המשמש בתי גידול למינים שונים, ומקשר בין שטחים טבעיים במרחב התכנית, ובין מרחב התכנית לשטחים טבעיים מחוץ לה, על מנת לאפשר מעבר מינים לאורכו, כדי לתמוך או לשפר את החיוניות ויכולת השרידה של האוכלוסיות המצויות באזורים גדולים יחסית.

המצב בשטחים האורבניים שונה. מאחר שבעורף המצוק יש בנייה או תשתיות, רצועת השטח הפתוח בראש מצוק ובעורפו הנה צרה ביותר, ולפיכך, כל נסיגה מזרחה של גג המצוק מצמצמת רצועה צרה זו למינימום שאינו מאפשר את תפקודה כמסדרון אקולוגי. מדרון המצוק וחוף הים עדיין נותרים בלי שינוי משמעותי מבחינת יכולתם לתפקד כמסדרון, אך יש לזכור כי בשל הקרבה הרבה לשטח אורבני בנוי ומופר, הפרעות שונות בחוף הים כדוגמת חופי רחצה, תנועת כלי רכב ביום ובלילה, חיות מחמד (בעיקר כלבים, חתולים וסוסים), תאורה, רעש ופיתוח של מתקנים שונים) יכולות לפגוע בתפקודו האקולוגיים של חוף ים הצמוד לשטח הבנוי.

במקומות שבהם יש פיתוח בסמוך לגג המצוק באופן שאינו מאפשר נסיגה טבעית של המצוק על רצועותיו השונות, קיים חשש כי בנוסף על הפגיעה במסדרון האקולוגי העובר בגג המצוק ייפגעו גם צמחים נדירים המאפיינים רצועה צרה זו, עד כדי הכחדתם.

4. סקר 2014

4.1 שיטות

- 1) הסקר האקולוגי נערך במרחב היבשתי של התכנית על-פני 4 עונות השנה על מנת לאתר תופעות טבע עונתיות.
- 2) בשלב ראשון בוצע מיפוי של יחידות אקולוגיות-נופיות בדגש על רצועות האורך המאפיינות את האזור (החוף החולי, מצוק רכס הכורכר, ראש המצוק, עורף המצוק, בתי גידול חוליים במרזבה על-פי מידת התייצבותם וכו'). המיפוי יבוצע על רקע של אורתופוטו מעודכן לאחר סקר שדה.
- 3) בכל יחידה בוצעו תרשימי צמחייה ותצפיות בבעלי-חיים, בדגש על חולייתנים. בסקר ניתן דגש על המינים המייחדים והמאפיינים את האזור, לרבות מינים נדירים או אנדמיים.
- 4) כמו כן בוצע מיפוי של מפגעים אקולוגיים כדוגמת בתי גידול מופרים (ריכוזי צמחים פולשים או גרים, ריכוזי פסולת, שטחים פגועים ע"י רכבי שטח, מחפורות וכד'), ושטחים מבונים או מגוננים (כבישים, חוף רחצה מוסדר, מחנה צבאי, מגרשי חניה וכו').
- 5) מוקדים בעלי חשיבות (חיובית או שלילית) מופו בעזרת GPS והמידע הועלה על מפות רקע ואורתופוטו מעודכן בממ"ג (שימוש בתוכנת ArcView, גרסה עדכנית).
- 6) בנוסף על סקר שדה מפורט בוצע ריכוז של מידע קיים ממאגרי מידע ממוחשבים בהתאם לזמינותם (רט"ג, רת"ם, biogis, החלה"ט) ומעבודות אקולוגיות שבוצעו במרחב התכנית ובקרבתה בעבר. כמו כן בוצע סקר שדה כללי יותר בשטחים היבשתיים הגובלים במרחב התכנית על מנת להבין את מהות הקשרים ביניהם לבין תא השטח הנדון. מידע זה מאפשר לקבל פרספקטיבה רחבה יותר על האזור, לרבות זיהוי שינויים שחלו בו במהלך השנים.

4.2 ממצאי הסקר

להלן ממצאי סקר השדה שנערך בחודשים ינואר עד נובמבר 2014, וכולל את כל עונות השנה. במהלך הסקרים נערכו תרשימי צמחייה בבתי הגידול השונים שבמרחב התכנית ובקרבתה, וכן נרשמו תצפיות בבעלי חיים (עופות, יונקים וזוחלים). מיני צמחים בעלי חשיבות - מינים מוגנים, נדירים, אנדמיים או פולשים - מופו בעזרת GPS ברמת דיוק של כ-3 מ'.

נספחים 1-4 כוללים את רשימת מיני הצמחים והחולייתנים (עופות, יונקים, זוחלים ודו-חיים) שתועדו במרחב התכנית ובסביבתה במשך השנים ובמהלך הסקר הנוכחי (2014). ברשימה זו כלולים קרוב ל-300 מיני צמחים (מתוכם כ-160 תועדו בסקר השדה הנוכחי בתחום הפארק החופי), 17 מיני יונקים, 33 מיני זוחלים, 5 מיני דו-חיים ו-80 מיני עופות. חלק ממיני הזוחלים, היונקים והדו-חיים לא תועדו בתחום התכנית, אך התכנית כלולה

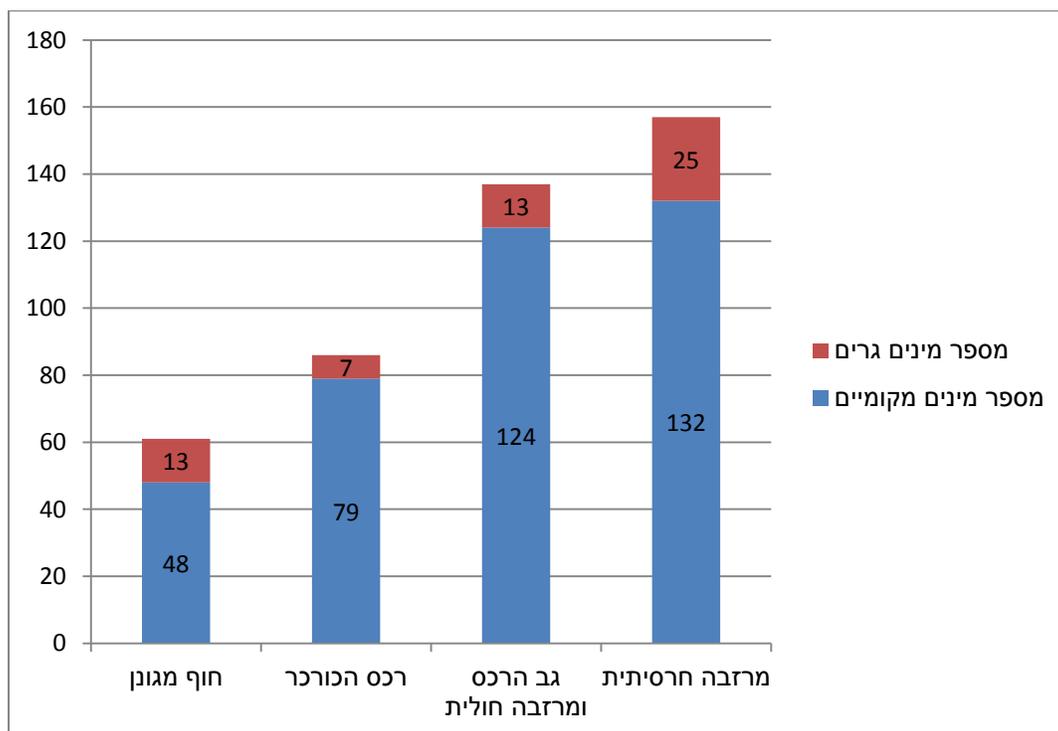
בתחום תפוצתם ההיסטורית וייתכן שחלקם עדיין מתקיים בה. כמו כן, מיני עופות רבים נוספים חולפים באזור זה בנדידה וחלקם שוהה בו לתקופה קצרה. מלבד הסקר הנוכחי, המידע שלהלן לקוח בחלקו מתוך סקרים שונים המפורטים ברשימת המקורות, ובעיקר מסיכומים של ניר מעוז (2012), עודד כהן (2012), דרור מלמד (2011) ורון פרומקין (2008-2014).

4.2.1 הצמחייה

ממצאי הסקרים מוצגים בשתי מפות: מפה 1, כוללת את מיני הצמחים הרגישים לפיתוח - מינים מוגנים, נדירים, ואנדמיים אטרקטיביים, ומפה 2 כוללת מיני צמחים גרים ופולשים.

בסך הכול נרשמו במרחב תכנית 3700 ובקרבתה 296 מיני צמחים. מתוכם, בסקר הנוכחי נמצאו 158 מינים בתחום הפארק החופי. שאר המינים תועדו בסקרים שונים במועדים מוקדמים יותר או מחוץ לשטח הפארק החופי.

ככלל, עושר המינים עולה ממערב למזרח (איור 8), זאת בשל השפעת רסס הים המלוח שמגביל את המינים שמסוגלים להתקיים בתנאי העקה.



איור 7: עושר המינים בבתי הגידול השונים, ממערב למזרח

אזור המרזבה, שבו תועד עושר המינים הגדול ביותר, הוא גם המאויס ביותר בשל השפעת האדם, בעיקר מתנועת רכבי שטח.

א. צמחים בסכנת הכחדה

מיני הצמחים החשובים ביותר לשימור הם המינים האדומים, כלומר, צמחים נדירים מאוד הנמצאים בסכנת הכחדה בישראל (לפי שמידע וחובי 2011) (מפה 1). במרחב התכנית נמצאו בסקר 3 מינים אדומים - צלבית החוף (43 ריכוזים, בעיקר ברכס הכורכר המערבי, במדרון הפונה לים), דק-זנב מכונף (9 ריכוזים, בעיקר בשולי חגורת הרסס) וגומא שרוני, שהוא גם אנדמי לישראל (65 ריכוזים, בעיקר במרזבה ובגב רכס הכורכר).



תמונה 1 : צלבית החוף. צמח בסכנת הכחדה בישראל, גדל רק ברצועת החוף על כורכר וחמרה גירנית



תמונה 2 : גומא שרוני. צמח בסכנת הכחדה בישראל, גדל רק ברצועת החוף על קרקע חולית.

בעבר תועדו באזור מינים אדומים כארכובית החוף, חבלוב שרוע ולוענית יריחו, שלא נמצאו בסקר הנוכחי. ייתכן שנעלמו בשל ההפרה הניכרת שנגרמה מפעילות אדם.

ב. צמחים מוגנים

בתחום הפארק החופי ובמרזבה הצמודה לו תועדו 9 מיני צמחים מוגנים על-פי חוק ערכי טבע מוגנים - שניים מתוכם נטועים או פליטי תרבות - תמר מצוי ואשל הפרקים, והשאר, צמחי בר (טבלה 2). במסגרת הסקר מופו ריכוזים של צמחים מוגנים כחבצלת החוף (146 ריכוזים, חלקם עם עשרות פרטים), עדעד כחול (59) ועדעד רותמי (42). סביר שמספרים אלה חלקיים ויש פרטים נוספים שלא אותרו. עם זאת, ניתן לקבל תמונה עדכנית של תפוצתם במרחב (מפה 1).

מיני צמחים מוגנים או נדירים תועדו גם ממזרח לגבול פארק החוף. את חלקם ניתן יהיה להעתיק בבוא העת, כמו גם אדמת חישוף המכילה מאגר זרעים המתאימים לשיקום אקולוגי ונופי של שטחים פגועים כיום.

טבלה 1: מיני צמחים מוגנים שתועדו במרחב התכנית ובקרבתו

שם עברי	שם מדעי	גינן חוף	רכס הכורכר	גב ומרזבה חולית	הרכס	מרזבה חרסיתית
אשל הפרקים	<i>Tamarix aphylla</i>	+				
חבצלת החוף	<i>Pancretium maritimum</i>	+	+	+	+	+
חצב מצוי	<i>Urginea maritima</i>				+	+
עדעד כחול	<i>Limonium sinuatum</i>	+	+			
עדעד רותמי	<i>Limoium odeifolium</i>	+	+			
קורנית מקורקפת	<i>Coridothymus capitatus</i>		+		?	
רותם המדבר	<i>Retama raetam</i>		+		+	+
שיזף מצוי	<i>Zizipus spina-christi</i>				+	+
תמר מצוי	<i>Reichardia intermedia</i>	+			+	+



תמונה 3: עדעד רותמי. צמח מוגן של כורכר חופי.

ג. צמחים אנדמיים

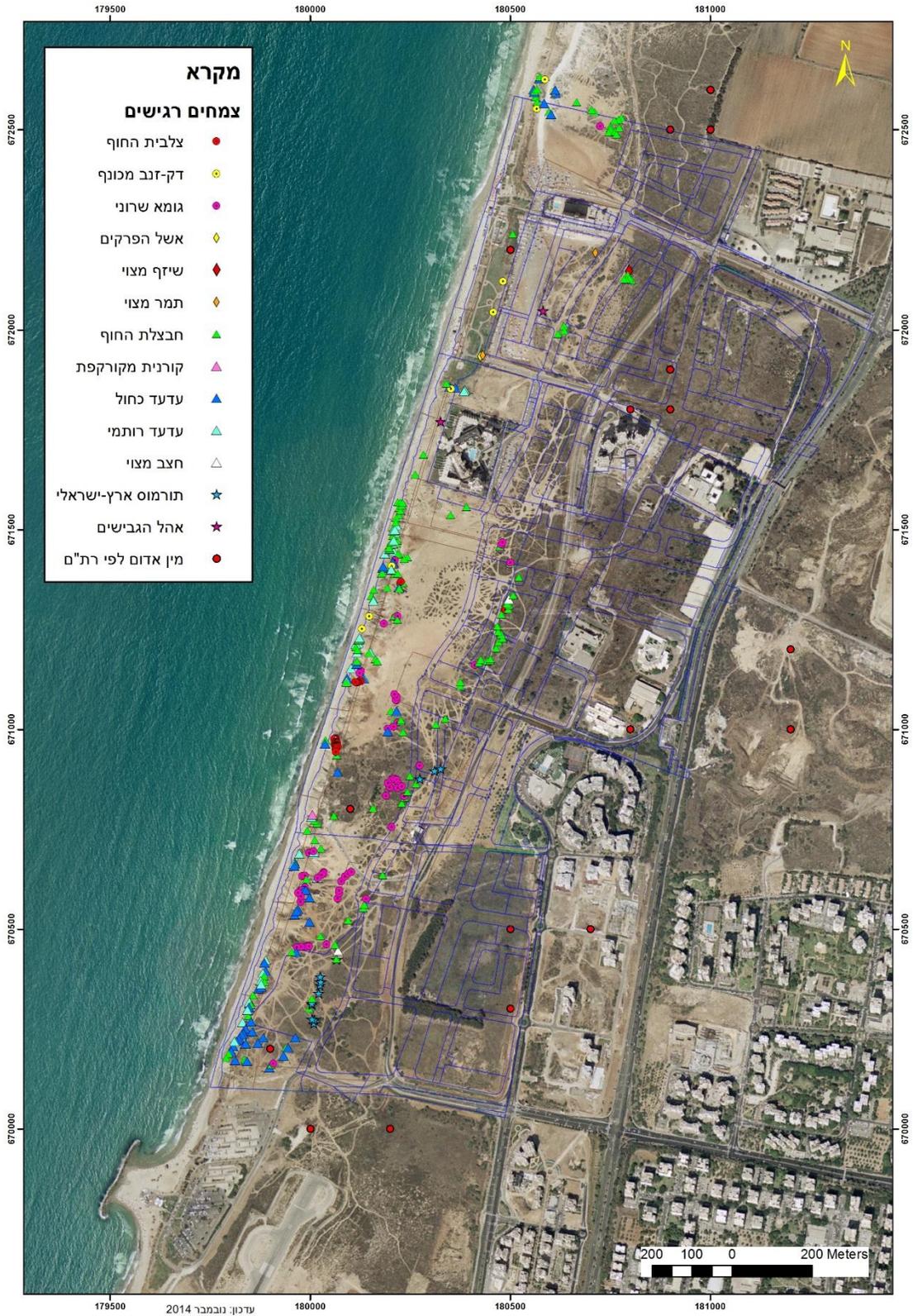
בתחום הפארק החופי ובקרבתו נרשמו 15 מיני צמחים אנדמיים או תת-אנדמיים לישראל, כולם אופייניים לבתי גידול חוליים. מביניהם, מין אחד - גומא שרוני - הנו גם בסכנת הכחדה, ותפוצתו מוגבלת לרצועת החוף. יש להדגיש כי 3 מהמינים האנדמיים המאפיינים בתי גידול חוליים נקראים על שם העיר תל-אביב-יפו - **מקור חסידה תל-אביבי, סביון יפו ופשתנית יפו.**



תמונה 4: ריכוז צמחים אנדמיים לחולות מישור החוף: קחוון החוף, תלתן ארץ-ישראלי וחבלבל החוף.

טבלה 2: רשימת המינים האנדמיים שתועדו בתחום הפארק החופי ובקרבתו

שם עברי	שם מדעי	גינן חוף	רכס הכורכר	גב הרכס ומרזבה חולית	מרזבה חרסיתית
ארכובית ארץ-ישראלית	<i>Polygonum palaestinum</i>			+	
בן-חטיטה שרוני	<i>Aegilops sharonensis</i>			+	
גומא שרוני	<i>Cyperus sharonensis</i>		+	+	
דרדר הקורים	<i>Centaurea procurrans</i>		+	+	+
חבלבל החוף	<i>Convolvulus secundus</i>		+	+	+
מקור-חסידה תל-אביבי	<i>Erodium telavivense</i>				+
מרסיה יפהפיה	<i>Maresia pulchella</i>			+	
ניסנית שיכנית	<i>Crepis aculeata</i>		+	+	+
סביון יפו	<i>Senecio joppensis</i>	+	+	+	
פעמונית גפורה	<i>Campanula sulphurea</i>				+
פשתנית יפו	<i>Linaria joppensis</i>			+	+
קחוון החוף	<i>Anthemis leucanthemifolia</i>		+	+	
שילשון חופי	<i>Trisetaria koelerioides</i>			+	+
תורמוס ארץ-ישראלי	<i>Lupinus Palaestinus</i>			+	+
תלתן ארץ-ישראלי	<i>Trifolium paestinum</i>		+	+	+
סך הכול		1	7	13	9



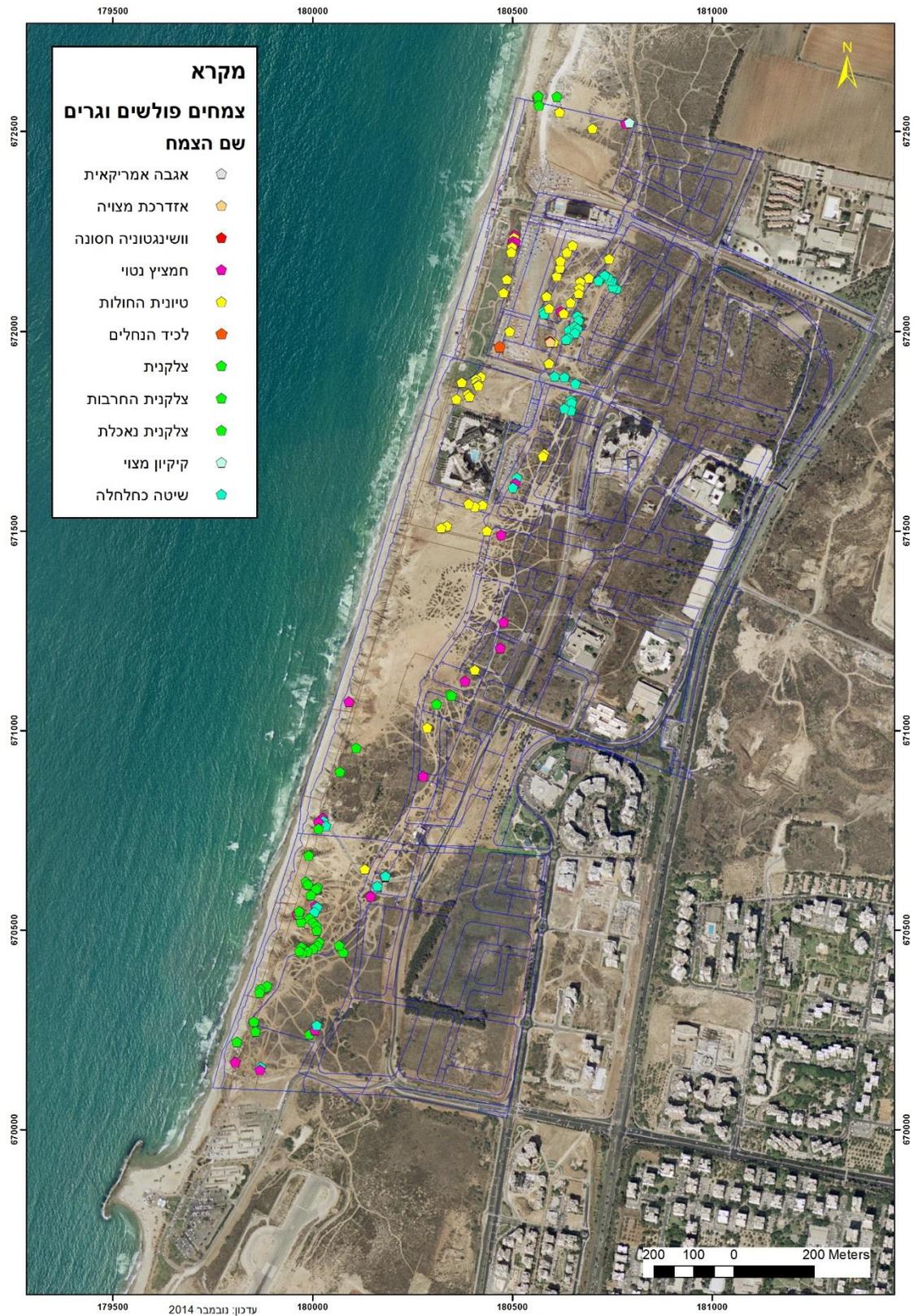
מפה 3 : צמחים רגישים לפיתוח - מינים מוגנים ונדירים

ד. צמחים גרים ופולשים

בתחום הפארק ובקרבתו תועדו יותר מ-20 מיני צמחים גרים, חלקם שתולים או נטועים, ובתוכם 11 מינים הנחשבים כפולשים (מפה 2). מדובר במינים גרים המייצרים זרעים רבים והמתרבים במהירות תוך שהם דוחקים מינים מקומיים, ולפיכך הם מהווים אחד מהאיומים העיקריים על המגוון הביולוגי של ישראל. המינים הפולשים העיקריים הם שיטה כחלחלה, טיונית החולות, צלקנית החרבות, צלקנית נאכלת וחמצץ נטוי. צמחים אלה מתפשטים במהירות רבה יחסית תוך שהם מאיימים לדחוק את הצמחייה המקומית.

טבלה 2: מינים גרים ופולשים בתחום הפארק החופי

שם עברי	שם מדעי	סטטוס	גינון חוף	רכס הכורכר	גב הרכס ומרזבה חולית	מרזבה חרסיתית
אגבה אמריקאית	<i>Agave americana</i>	גר		+		
אזדרכת מצויה	<i>Melia azedarach</i>	גר ופולש			+	+
איקליפטוס המקור	<i>Eucalyptus camadulensis</i>	גר			+	+
אלוי אמיתי	<i>Aloe vera</i>	גר	+			
בוגונילאה נאה	<i>Bougainvillea glabra</i>	גר	+			+
גזניה משתרעת	<i>Gazania uniflora</i>	גר	+			
ושינגטוניה חסונה	<i>Washingtonia robusta</i>	גר	+		+	+
חבלוב זוחל	<i>Euphorbia serpens</i>	גר	+			
חמצץ נטוי	<i>Oxalis pes-caprae</i>	גר ופולש	+	+	+	
טיונית החולות	<i>Heterotheca subaxillaris</i>	גר ופולש	+	+	+	
לכיד הנחלים	<i>Xanthium strumarium</i>	גר ופולש			+	+
נר-הלילה החופי	<i>Oenothera drummondii</i>	גר	+	+	+	+
פיקוס הגומי	<i>Ficus elastica</i>	גר	+			
צלקנית החרבות	<i>Carpobrotus acinaciformis</i>	גר ופולש	+	+	+	+
צלקנית נאכלת	<i>Carpobrotus edulis</i>	גר ופולש	+	+	+	
קייצת מסולסלת	<i>Conyza bonariensis</i>	גר ופולש			+	+
קייצת קנדית	<i>Conyza canadensis</i>	גר ופולש	+			+
קיקיון מצוי	<i>Ricinus communis</i>	פולש			+	+
שיטה חד-קרנית	<i>Acacia karroo</i>	גר ופולש	+			
שיטה כחלחלה	<i>Acacia saligna</i>	גר ופולש		+	+	+
סך הכול			13	7	12	11



מפה 4 : צמחים פולשים וגרים

4.2.2 החי

מפה 3 כוללת את התצפיות בבעלי-החיים היציבים או המקננים שתועדו במרחב הסקר ובסביבתו על-פי סקרים קודמים (בועז שחם 2012 ואחרים) והסקר הנוכחי. במפה זו כלולים מינים בדרגות סיכון גבוהות על-פי הספר האדום של החולייתנים בישראל, ביניהם **שרקרק מצוי** (עוף שעתידו בסכנה, בעיקר בשל הרס בתי גידולו הטבעיים), **גרביל החוף** (גרביל אלנבי) - יונק שעתידו בסכנה האופייני לחולות יציבים למחצה עד יציבים, המכוסים בצומח, **שנונית השפלה** - תת-מין של שנונית הנחלים - לטאה בסכנת הכחדה חמורה, **צב-יבשה מצוי** - זוחל שעתידו בסכנה, ו**קרפדה ירוקה** - דו-חי בסכנת הכחדה.

א. עופות

במהלך הסקרים השונים תועדו במרחב הפארק החופי ובקרבתו לפחות 80 מיני עופות (נספח 4). מינים נוספים בהחלט צפויים להימצא באזור מעת לעת, בעיקר בעונות הנדידה. מתוך כלל המינים, 16 (20%) הם עופות המאפיינים בתי גידול אקוואטיים - גופי מים, בתי גידול לחים, חוף ים וים.

בין המינים כלולים שלושה מינים פולשים - דררה מצויה, דררה אפורת-לחי ומאינה מצויה (תמונה 4). מדובר ככל הנראה בפליטי תרבות שברחו מכלובים או שוחררו לטבע, והם מתפשטים במהירות. רוב העופות תועדו בשטח חוף הרחצה ובקרבת השטח הבנוי (מנדרין, Sea & Sun), שם יש להם שפע מזון בשל הגינון, המים ושיירי האוכל של המבקרים.

בסקר השדה תועדו 7 מוקדים של שרקרק מצוי בהם תועדו קנים חפורים במצוקי החמרה והכורכר. ככל הנראה, מספר הזוגות המקננים בתחום התכנית עולה על 25 זוגות.



תמונה 5 : לבנית קטנה ומאינה מצויה

תמונה 6 : שרקרק מצוי עם חרק בפיו לקראת האכלת גוזלים בקן. 23/6/14

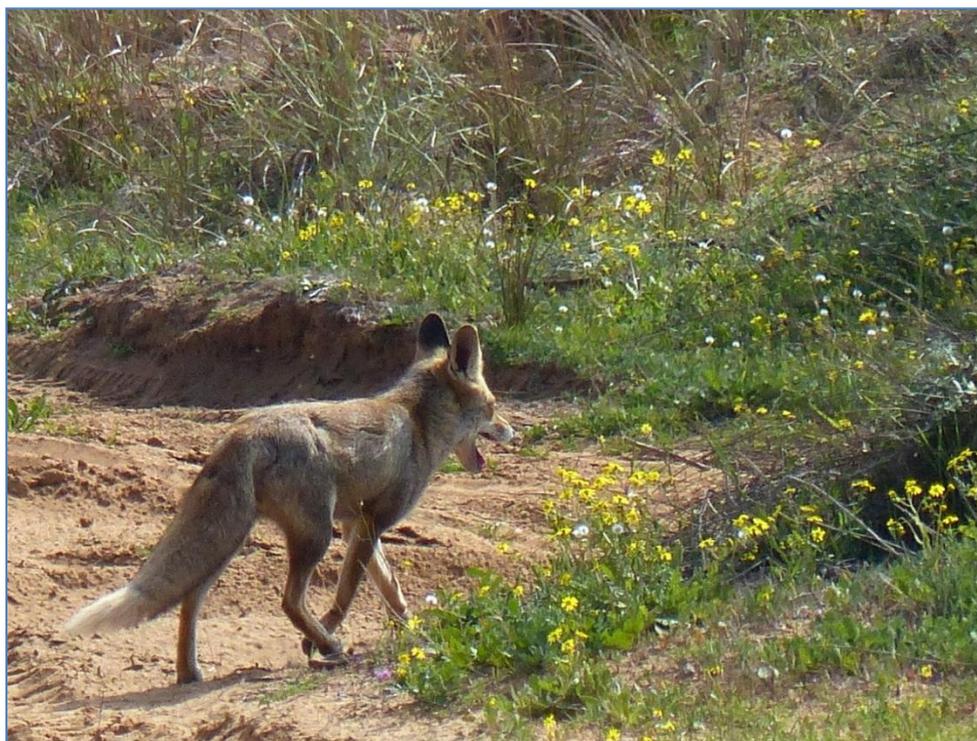


תמונה 7 : מצוק עם חורי קינון של שרקרק מצוי בתל רקית.

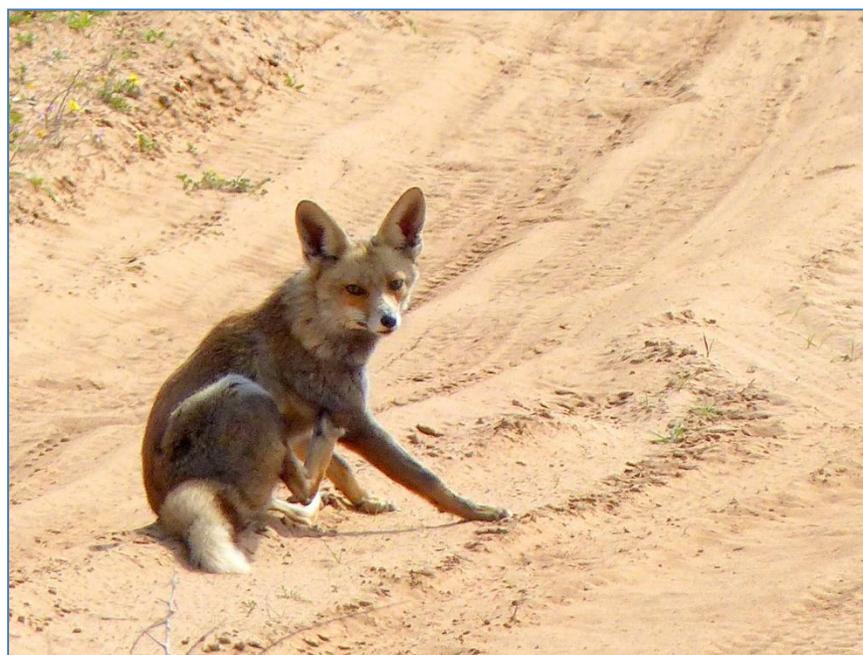


ב. יונקים

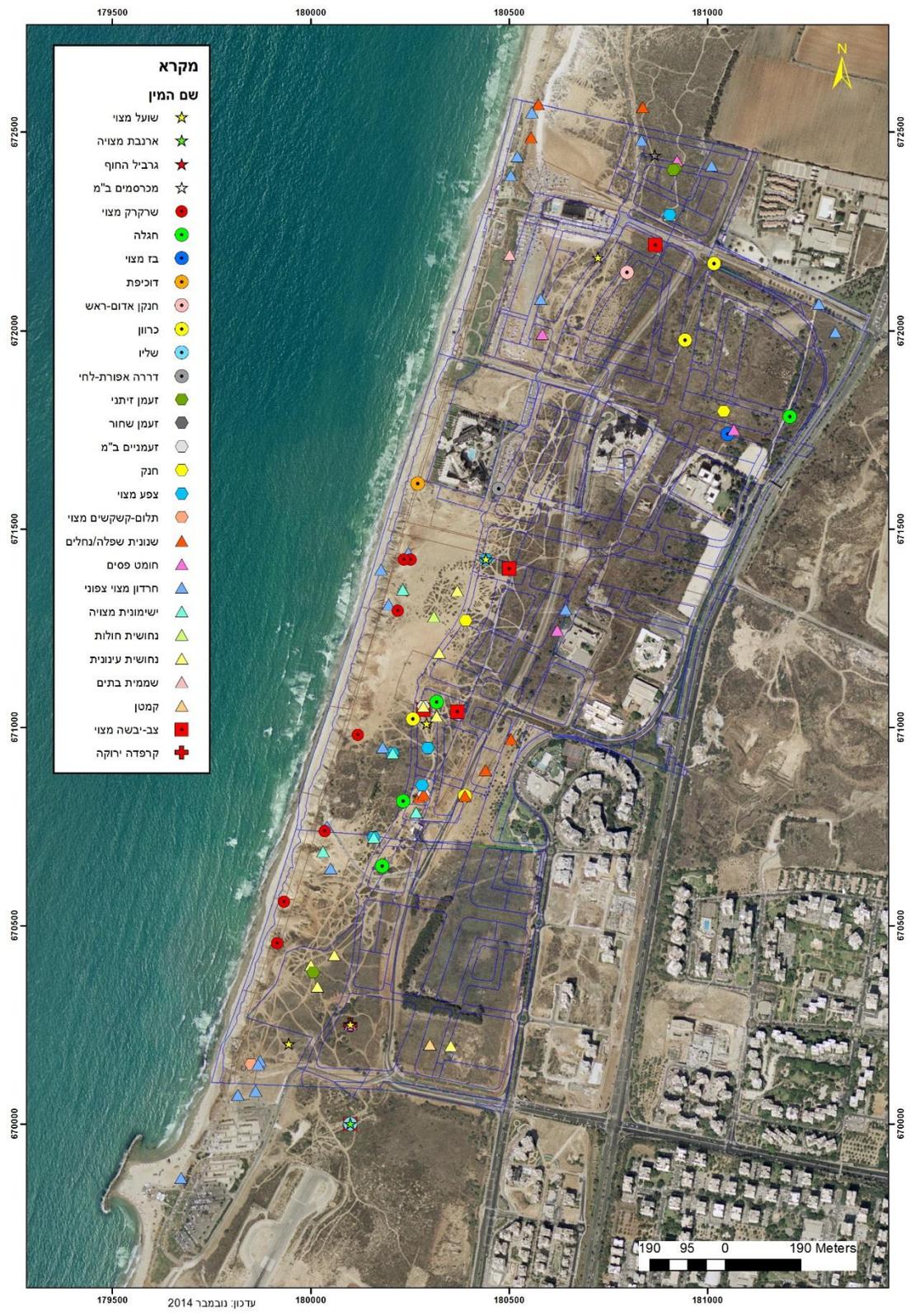
בסקר נצפו שועלים, שחיים במרחב זה במחילות חפורות או בצל שיחים (תמונות 8-9). כמו כן נצפו גללי ארנבת מצויה ותלוליות חולד.



תמונה 8 : שועל מצוי במרזבה, 23/2/14



תמונה 9 : שועל מצוי במרזבה, 23/2/14



מפה 5 : מוקדי תצפיות בבעלי חיים

5. רגישות אקולוגית

על פי ממצאי סקרי השדה ב-2014 וריכוז התצפיות בבעלי החיים (מפות 1-3) הוכנה מפת רגישות אקולוגית לפיתוח בתחום הפארק החופי ובקרבתו (מפה 4).

השטחים הבנויים והמפותחים, לרבות דרכים סלולות ועורף חוף הרחצה המוסדר הנם בעלי רגישות נמוכה מאוד.

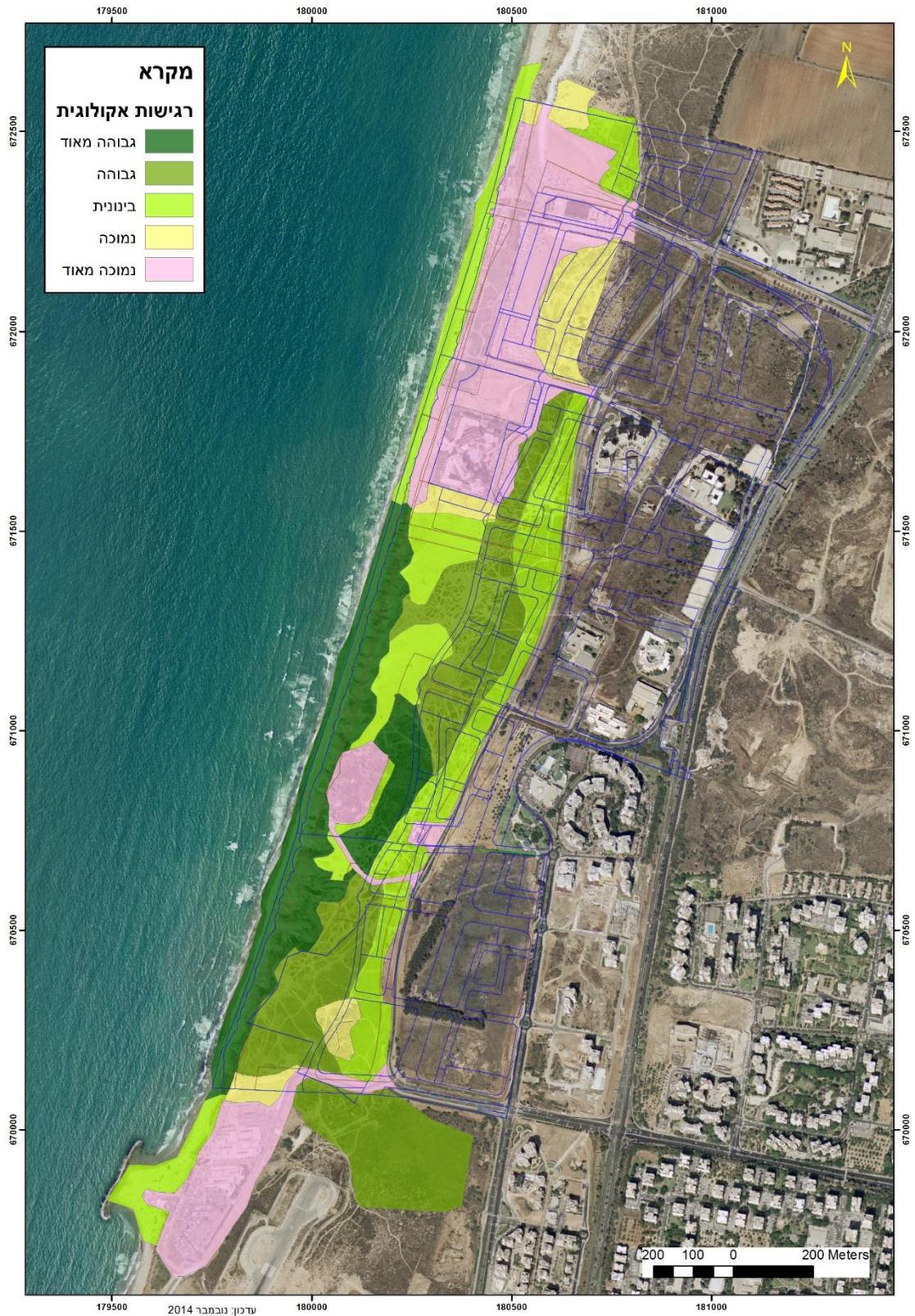
שטחים דלים בערכי טבע ומופריס מאוד בשל עבודות עפר, פסולת וריכוזי צמחים פולשים סומנו כבעלי רגישות נמוכה.

שטחים שעברו הפרה ניכרת ע"י פעילות רכבי שטח במרזבה ובקרבת הכביש סומנו כבעלי רגישות בינונית. מבחינת נוכחות ערכי טבע, שטחים אלה דלים מאוד והם חשופים מצומח, ולפיכך ערכם האקולוגי הנוכחי נמוך למדי. עם זאת, בתי גידול חוליים מסוגלים להשתקם במהירות גבוהה אם גורם ההפרה יוסר. לאור מיקומם בין שטחים רגישים יותר, ופוטנציאל השיקום שלהם, רגישותם סומנה כבינונית. שיקום השטחים המופריס ע"י רכבי שטח צפוי להעלות את ערכיותם האקולוגית באופן משמעותי.

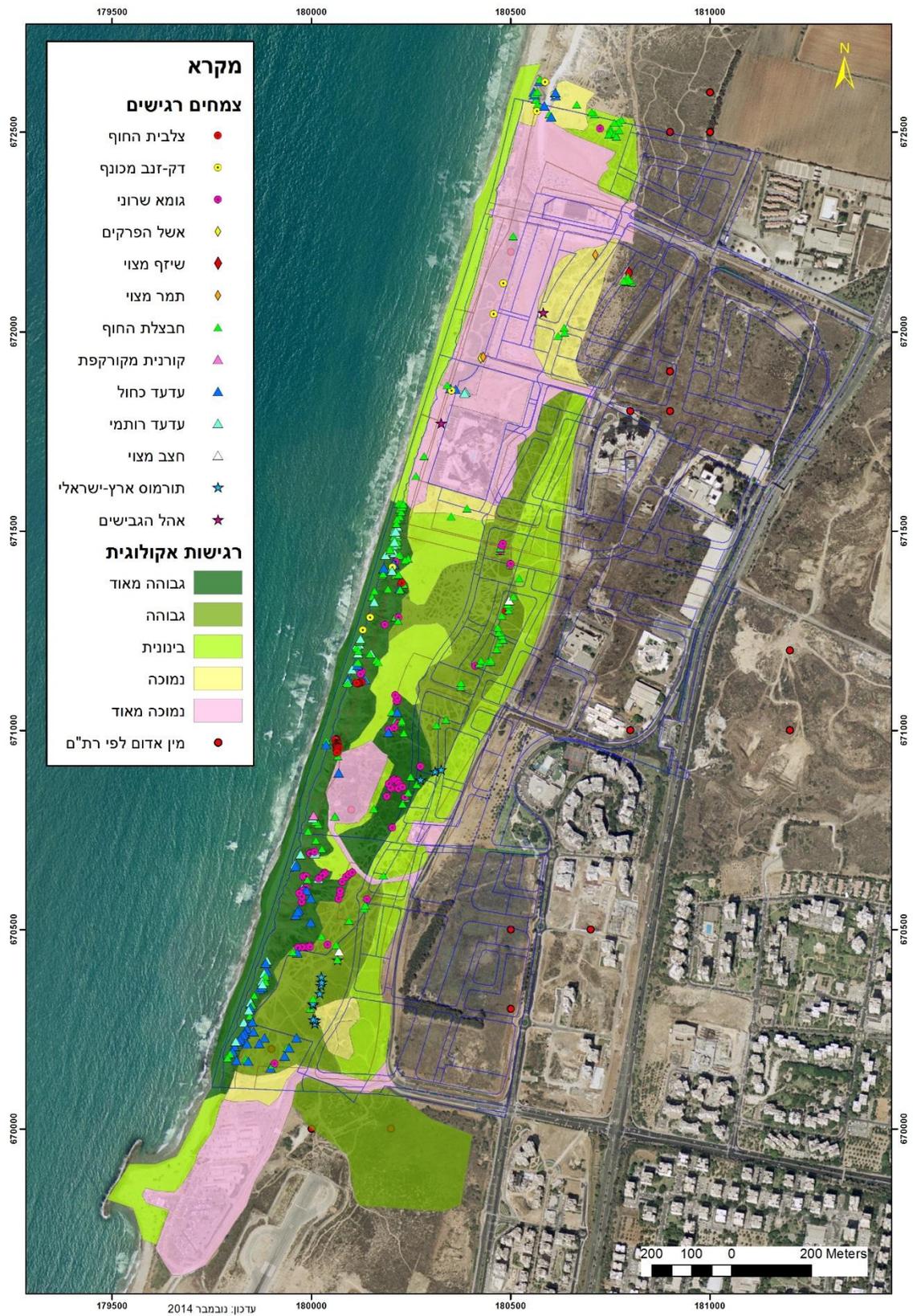
שטחים עתירי צומח במרזבה, הכוללים צמחיית חולות בקרקע מיוצבת למחצה ומיוצבת עם ריכוזי צמחים נדירים ואנדמיים, וכן רצועת חוף הים החולית בחוף הרחצה המוסדר סומנו כבעלי רגישות גבוהה.

רכס הכורכר בין חוף הצוק לחוף תל ברוך, כמו גם רצועת חוף הים החולית שממערב לו, וכן ריכוז צומח חולות עשיר במינים נדירים ובצמחיית חולות אופיינית במרזבה שממזרח לתל רקית סומנו כבעלי רגישות אקולוגית גבוהה מאוד.

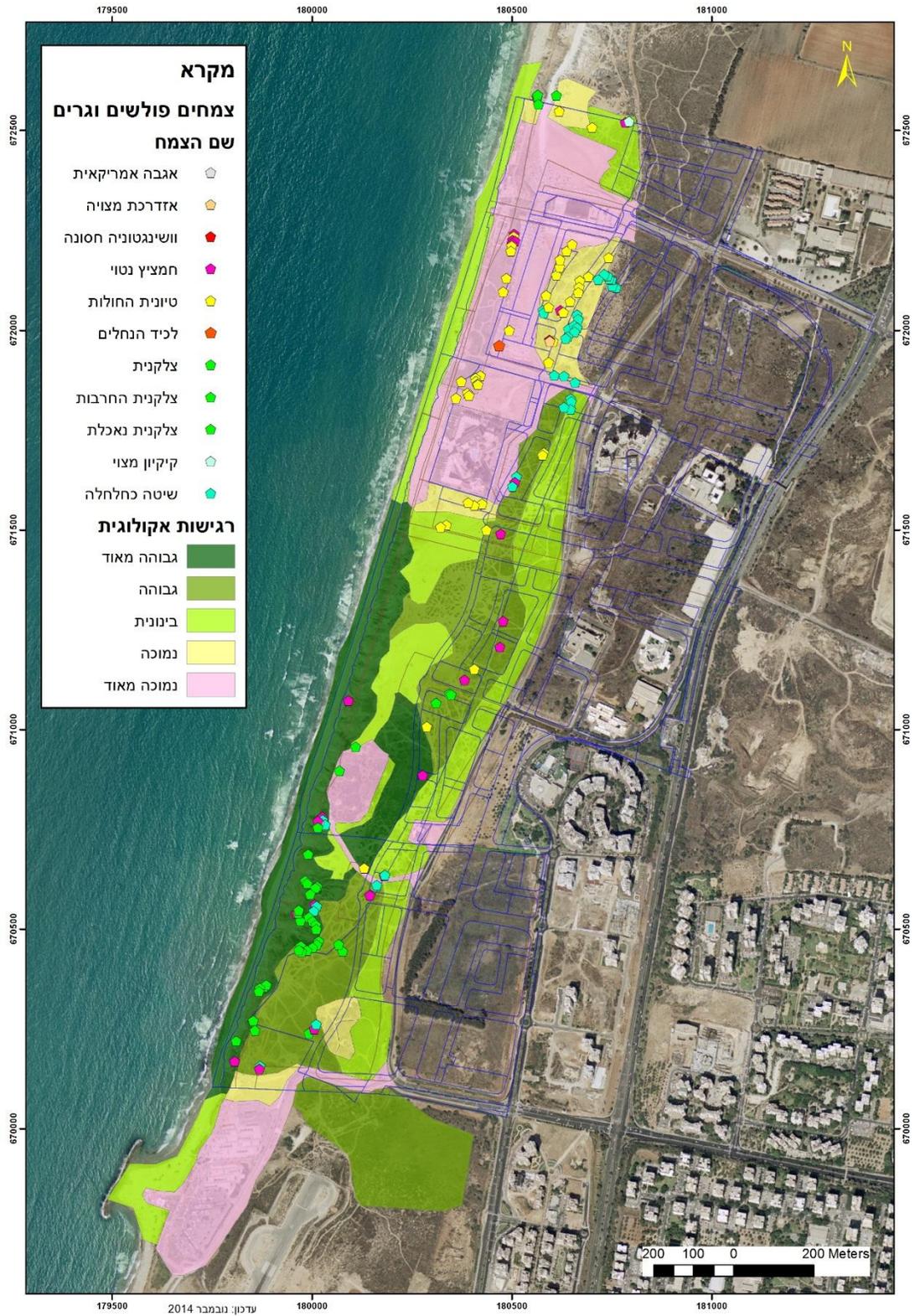
מפות 5-7 מציגות את מוקדי הצמחים הרגישים, ריכוזי הצמחים הפולשים ובעלי החיים היציבים על רקע מפת הרגישות האקולוגית לפיתוח.



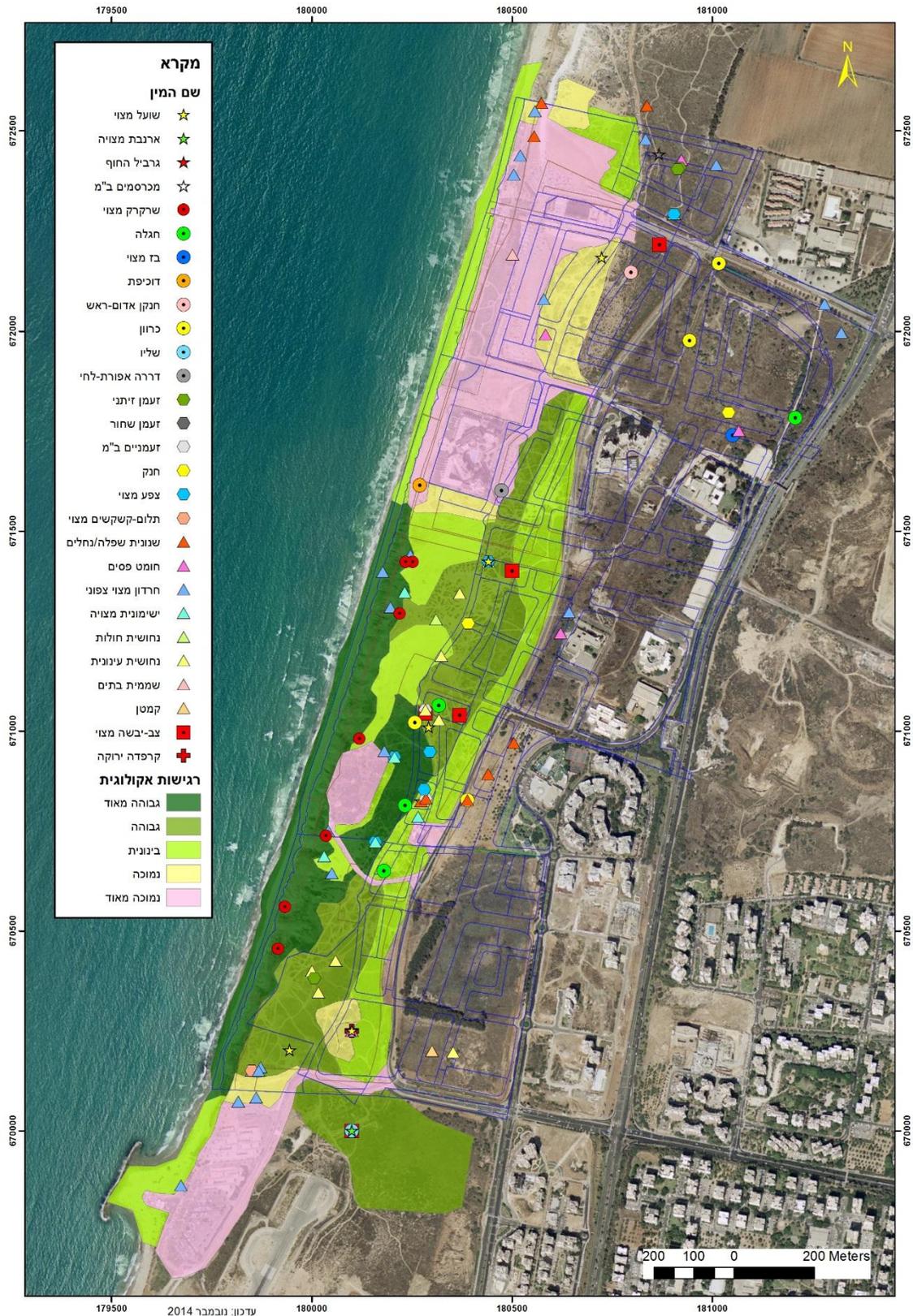
מפה 6 : רגישות אקולוגית לפיתוח



מפה 6 : צמחים מוגנים על רקע רגישות אקולוגית לפיתוח



מפה 7 : צמחים פולשים וגרים על רקע רגישות אקולוגית לפיתוח



מפה 8 : מוקדי פעילות בעלי חיים על רקע רגישות אקולוגית לפיתוח

6. תמונת העתיד

פיתוח שטחי המגורים סביב הפארק החופי ישנה את אופיו הנוכחי של השטח הנותר במידה ניכרת, לטוב או לרע.

מצד אחד, פיתוח אורבני, עם אלפי יחידות דיור בסמוך לשטח הפתוח מקרין השפעות שליליות רבות על ערכי טבע המצויים בשטח הטבעי. רעש, תאורה, חיות מחמד (במיוחד חתולים), מינים מלווי אדם (עכברים, חולדות, עורבים, כלבים וכו'), תנועת כלי רכב, אופניים והולכי-רגל, מיני צמחים ובעלי חיים פולשים, פסולת, מדורות ועוד - כל אלה פוגעים קשות במערכות אקולוגיות טבעיות. הפיתוח מצמצם את השטח הטבעי הפתוח ויוצר חיץ בינו לבין שטחים טבעיים סמוכים. התוצאה הבלתי נמנעת היא אבדן מינים המאפיינים את המערכת האקולוגית הטבעית, ובראש ובראשונה ייפגעו מיני יונקים וזוחלים. המינים אוהבי-החולות כגרביל חוף, גרביל חולות, קיפוד חולות ונחושית חולות צפויים להיחחק לשטחים שוליים עד להכחדתם מתא שטח זה. גם מיני עופות דוגרי קרקע כחגלה וכוון צפויים להיעלם עם הזמן.

מצד שני, התכנית יכולה להוות הזדמנות לשיקום שטחים פגועים לאחר שנים של פעילות רכבי שטח שחרצה עמוקות את רכס הכורכר ומנעה את התחדשות הצומח הטבעי שנהרס ע"י רכבי השטח. שיקום השטחים הפגועים יכול להשיב לשטח את הצמחים המאפיינים והמייחדים את בתי הגידול החוליים והכורכריים של מישור החוף. בתי גידול חוליים משתקמים מהר למדי (3-10 שנים), ובתכנון נכון ניתן להאיץ את התהליך.

שיתוף הציבור בשיקום שטח הפארק החופי ובהפיכתו לאתר טבע עירוני הנו אתגר לא קל, אך ראוי. פארקים מפותחים עם מדשאות ואגמים יש לא מעט ולא רחוק (גני יהושע, לאורך הירקון וכו'), אך אתרי טבע עירוני בגודל משמעותי אין עדיין. תא שטח זה הוא השריד האחרון לבתי הגידול הייחודיים שהולכים ונעלמים במהירות בשל פיתוח מואץ, ואין עוד כמותו בתחומי העיר תל אביב-יפו. שיקום השטח יכול להוות אתר לנופש בחיק הטבע לעשרות אלפי תושבי האזור, במרחק הליכה מבייתם.

בין הפעולות המוצעות לשיקום הפארק אפשר לציין חסימת גישה לרכבי שטח, הסדרת שבילי טיול על מצע טבעי או על גבי גשרים (עם שלטי הסברה על המערכות האקולוגיות המקומיות), הקמת מרכז לימודי טובת הציבור בכלל ומערכת החינוך בפרט (רצוי בשטח מופר כדוגמת הבסיס הצבאי הנטוש), הקמת גן בוטני עם צמחיית האזור, משתלה למיני צמחים בסכנת הכחדה, הכשרת מוקדי תצפית בעופות בכלל, ובקינן שרקקים בפרט, שיקום שטחים פגועים ע"י קרקעות חישוף משטחי פיתוח, העתקת גאופיטים מוגנים משטחי בינוי, הדברת מיני צמחים פולשים ועוד. בשולי השטחים הערכיים ניתן יהיה למקם פינות משחק ומתקני ספורט, כמו גם טיילת ופינות ישיבה. כך, בתכנון מושכל, ניתן יהיה לשמר את מעט הטבע שנותר בתל-אביב ולקרב אליו את הציבור הרחב, ובעזרתו.

7. רגישות וכיוונים לתכנון – אקולוגיה יבשתית

7.1. חלוקה לאזורי תכנון בהתאם לרגישות אקולוגית לפיתוח

השטחים שרגישותם האקולוגית לפיתוח מרבית כוללים את חוף הים מדרום ל-Sea & Sun עד תל ברוך, ראש רכס הכורכר, מצוקיו ומדרונותיו המערביים.

המרזבה החולית הנה בעלת רגישות אקולוגית משתנה בהתאם למידת ההפרה של פני השטח - ונעה בין רגישות גבוהה מאוד בשטחים שרמת ההפרה בהם גבוהה, לבינונית בשטחים מופרים.

חוף הרחצה המוכרז ועורפו, לרבות מגרשי החניה והשטחים הבנויים והמגוננים, הנם בעלי רגישות אקולוגית נמוכה לאור רמת הפיתוח הנוכחית בשטחים אלה.

7.2. עקרונות תכנון לבחינה

כללי

1. שמירה על רצף של שטח טבעי פתוח ורחב ככל האפשר
2. שמירה על מינים נדירים בבית גידולם הטבעי
3. העדפת פיתוח בשטחים מופרים באופן קשה לשיקום
4. הצמדת פיתוח לפיתוח קיים
5. שיקום שטחים בעלי ערכיות גבוהה ובעלי פוטנציאל שיקום מהיר
6. טיפול להדברת מינים פולשים בשטחים הרגישים

א. חוף הרחצה המוכרז

7. המשך פעילות קיימת ;
8. עקירה והדברה של מיני צמחים פולשים ;
9. תכנון הצמחייה שתילה יכלול צמחיית בר מקומית המתאימה למאפיינים הא-ביוטיים של רצועת החוף (עמידות גבוהה לרוח חזקה, לרסס מלוח ולקרקע חולית) ;
10. שתילת מיני צמחים שאינם מקומיים ותאפשר מתוך רשימה שתאושר ע"י אקולוג/אגרונום כך שלא תכיל מינים פולשים או שאינם מותאמים לתנאי המיקרו-אקלים המקומי ;

ב. החוף הסלעי (מדרום ל-Sea & Sun)

- ראו סעיפים 1-3 ו-8-11 בפרק האקולוגיה הימית. בנוסף :
11. הימנעות מפיתוח של טיילת חוף למרגלות מדרון הכורכר ;

ג. רכס הכורכר

12. רכס הכורכר ראוי לשימור ולשיקום אקולוגי. זוהתה חשיבות לערכיו הטבעיים, צמצום הפגיעה בערכי טבע מוגנים ובמיני צמחים נדירים ;
13. במסגרת פעולות שיקום ותאפשר שתילה של צמחייה מקומית בלבד מתוך רשימת צמחי הבר המאפיינים את האזור ;
14. יש לפעול לשיקום אקולוגי של שטחים שנפגעו בשל פעילות רכבי שטח ולמניעת תנועת רכבים בעתיד ;
15. הגנה על מצוקי קינון שרקקים והסדרת מוקדי תצפית ;
16. עקירה והדברה של מיני צמחים פולשים ;

ד. עורף רכס הכורכר והמרזבה

17. ככלל, השטחים בהם אין כיום פיתוח לסוגיו ראויים לשימור ולשיקום אקולוגי. לפיכך, כל פיתוח בהם יתחשב בערכי הטבע הקיימים תוך צמצום הפגיעה במינים מוגנים או נדירים ;
18. שיקום אקולוגי של שטחים שנפגעו בשל פעילות רכבי שטח ולמניעת תנועת רכבים בעתיד ;
19. מיקוד וריכוז פעולות הפיתוח ההכרחיות בשטחים שרמת ההפרה בהם גבוהה ;

20. במסגרת פעולות שיקום תתאפשר שתילה של צמחייה מקומית בלבד מתוך רשימת צמחי הבר המאפיינים את האזור, לרבות העתקת גאופיטים והעברת זרעים של צמחי בר אטרקטיביים משטחים סמוכים המיועדים לפיתוח;
21. עקירה והדברה של מיני צמחים פולשים;
22. לשיקום אקולוגי של שטחים פגועים ניתן להשתמש בחול ובקרקעות חישוף משטחים סמוכים המיועדים לפיתוח בתחום תכנית תא/3700. קרקעות החישוף יילקחו משטחים דלים במיני צמחים פולשים או גרים.

אקולוגיה ימית

ד"ר שמרית פרקול-פינקל וד"ר עדו סלע

SeArc – Ecological Marine Consulting LTD

1 מבוא

בפרק זה נערכת סקירה ספרותית ואיסוף מידע קיים על אזור החוף הים תיכוני בכלל ואזור חופי תל אביב הדרומיים בפרט. דליית המידע נעשית ממקורות שונים כולל מאמרים, דוחות, עבודות קודמות, גופים ירוקים וציבוריים, ותכניות עירוניות.

1.1 רקע – חופי ישראל

ייחודו של החוף הישראלי הוא בעושר ובמורכבות של החי והצומח המצויים בו. החוף הישראלי נחלק לשתי סביבות חיים עיקריות: חוף סלעי וחוף חולי, השונים זה מזה בתנאי בית הגידול שהם מציעים ובהתאם לכך גם שונים מהותית מבחינת אופי חברת החי והצומח המאפיינת אותם. רוב החוף הים תיכוני של ישראל הנו חולי ומגוון המינים בו נמוך יחסית, כאשר לעתים יש מובלעות של מסלע בהן מגוון המינים גבוה יותר. רק בחופי הארץ הצפוניים, באזור אכזיב ושקמונה מוצאים מסלע רציף הנמשך מקו הגאות הימה (גליל 2001). קו חוף דומה ניתן למצוא גם באזור שמורת ים מכמורת הממוקמת בקצה הדרומי של רכס הכורכר החופי, המשתרע באופן כמעט רציף מחוף הכרמל ועד מכמורת (בן-דוד-זסלו 2006). דרומה יותר מצויים מספר אתרים מקוטעים של רכסי כורכר מצומצמים באורכם. החוף הסלעי בנוי בעיקרו מסלע חוף שבאזורנו מורכב על פי רוב חול-כורכר (עורך: פישלזון 1983; אלמגור 2005).

רוב בתי הגידול בשטח הימי הרדוד (עד כ-30 מטר עומק קרקעית) לאורך החוף הישראלי, מתאפיינים בתשתית של חול נודד (נפוצים יותר ככל שמדרימים לאורך החוף). מרבית החול הוא תערובת של חול קוורצי, שמקורו בהרי אתיופיה, זורם לים התיכון דרך נהר הנילוס, מצטבר בדלתת הנילוס ומשם מוסע צפונה בעזרת זרמי הים. עם ההסעה צפונה פוחתת תרומתה של דלתת הנילוס כמקור לחולות ועולה חלקם של החולות הביולוגיים שמקורם ברסק שלדים של בעלי חיים ואצות מהמים החופיים. גם גודל גרגרי הקוורץ יורד עם העלייה צפונה. באזורי גידוד כמו בצוקי אשקלון והשרון מוצאים גם את רכיבי הפירוק של הכורכר – חול קוורץ וקרבונט בכמות נמוכה (אלמגור 2005). בית גידול זה מאופיין בתשתית נודדת ולא יציבה ובמחסור במצע התיישבות המהווה גורם מגביל להתבססותם של מינים ישיבים (יהל ואנגרט 2012).

1.2 גורמים המשפיעים על אופי חברת החי והצומח בסביבת החוף

בתי גידול חופיים מהווים סביבה מורכבת ודינאמית מבחינת תנאים פיזיקליים וביולוגיים. מרבית המורכבות נגרמת בעקבות השינויים הגדולים אליהם חשופים בתי גידול אלו, הן בטווחי זמן קצרים (יום-לילה) והן בטווחי זמן ארוכים (שינויים עונתיים ותנדודות רב שנתיות). הדינמיקה של בתי גידול חופיים, הן בקו החוף, הן באזור המשברים והן באזורי המים הרדודים, חשופה לתנדודות משמעותיות של פרמטרים כמו טמפרטורה, מליחות וריכוזי חמצן, המעצבים את הרכב החי והצומח הימי.

בין הגורמים העיקריים ניתן למנות:

1. מפנה (צפון, דרום, מזרח, מערב). המפנים השונים נבדלים בעצמת מכות הגלים, זרמים ותאורה.
2. מידת חשיפה לאור השמש (חשיפה מוגברת תגרום לדומיננטיות של אצות, חשיפה מועטת תגרום לנוכחות של חסרי חוליות כמו ספוגים, תולעים, צורבים וכו').
3. מורכבות המצע (משטחים חלקים לעומת משטחים עם בליטות וסדקים).
4. מידת חשיפה לאוויר (אזור כרית, אזור תת-כרית, בורות שפל על הטבלה).
5. משרעת טמפרטורה (הבדלים בין יום ולילה ובין עונות השנה). כאשר ככלל, באזורי הכרית, המשרעת רחבה משמעותית ביחס לזו הקיימת בסביבות תת כרית הטבולות באופן קבוע.

הבדלי מליחות, דומיננטיים בעיקר בסביבות עם כיסוי מים משתנה כמו אזור הכרית העליון ובריכות סלע, בהן תיתכן מליחות גבוהה בקיץ עקב איזוי ומליחות נמוכה בחורף עקב מיהול של מי גשם. ככלל, בתי גידול סלעיים המקנים מצע יציב ומגוון, תומכים במגוון ומספר מינים גבוה יותר ביחס לבתי גידול חוליים, להם יציבות ומורכבות נמוכה. באופן דומה, אזורי חופיים החשופים למשרעת רחבה של תנאים פיזיקליים, כמו אזור המשברים, יתמכו במגוון מינים נמוך ביחס לאזוריים עם תנאים נוחים ויציבים יותר, כמו אזוריים הטבולים באופן מלא. הבדלים אלו, בשילוב עם יחסי גומלין ביולוגיים, מניעים את תופעת החיגור בחוף.

1.3 תופעת החיגור בחופי ישראל

תופעת החיגור מאפיינת את כל בתי הגידול החופיים לאורך חופי ישראל – הסלעי, החולי והמלאכותי, כאשר מקובל לחלק לחגורות את סביבת החיים בחוף, מקו המים ומזרחה. כאמור, תופעת החיגור בחוף נוצרת בשל השינויים בתנאי החיים בין האזורים המוצפים באופן קבוע על ידי מי הים לבין האזורים המוצפים רק בחלק מהזמן, או אלו היבשים רוב הזמן. האורגניזמים החיים בחוף מצויים ברצועות השונות בהתאם ליכולת העמידות שלהם ליובש ועל פי מידת הצורך שלהם בכיסוי מים, הנחוצים כדי למצוא מזון או כדי להתרבות. הבדלים בין יכולות אלו של בעלי החיים השונים המאכלסים את אזור הליטורל (בית הגידול החופי - Littoral), יוצרים קווי גבול ברורים, במקרים מסוימים, בין אזורי התפוצה של מין ומין. דבר זה בא לידי ביטוי ביצירת חגורה של מין מסוים, שאינה מתערבבת בחגורה הסמוכה של מין אחר, אשר עמידותו בפני תנאי בית הגידול הסמוך שונה משל המין הראשון.

את אזור הליטורל נהוג לחלק לשלוש רצועות עיקריות, עפ"י תנודות הגאות והשפל:

1. **אזור העל-כרית – Superlittoral**: אזור זה נמצא מעל הקו העליון של הגאות, נשטף בתדירות על ידי הגלים ומקבל רסס ים, אך אינו מכוסה על ידי הגאות. האורגניזמים הבולטים באזור זה הינם אצות אנדוליטיות ירוקיות, מיני חלזונות ממשפחת החופיתיים (Littorinidae) והאיזופוד *Ligia italica*. השליש התחתון של אזור העל-כרית מהווה חיגור בנפרד, אשר לפעמים קשה להגדיר את גבולותיו ומאופיין בהתיישבות של בלוטי ים, בנוכחות של הסרטן קצר-הבטן שישן (*Pachygrapsus transversus*) והחילוון חד-שן משובץ (*Monodonta turbinata*).

2. **אזור הכרית - Midlittoral**: באזור זה לגאות ושפל תפקיד חשוב בעיצוב החברה שכן החי והצומח מוצפים ומתייבשים לחילופין. ניתן לחלק אזור זה לתת-אזורים (upper/mid/lower midlittoral), בהתאם למידת השטיפה של הגאות והגלים, המתבטאת גם בתופעת החיגור המאפיינת אזור זה בצורה בולטת. המקטע העליון כולל את חגורת בלוטי הים, מתחת לה חגורת האצות הירוקיות, הכוללת גם מינים ניידים כמו צלחית מכחילה (*Patella caerulea*) ואחריה, חגורת הוורמטידים הכוללת במשטחי סלע היוצרים טבלאות גידוד, והחלזונות בוני השונית - שלשולן משולש (*Vermetus rugulosus*) וצינורן בונה (*Dendropoma petraeum*).

3. **אזור התת-כרית – Infralittoral**: מוצף בקביעות על ידי מי הים, נחשף רק לעתים נדירות וגם אז רק לפרקי זמן קצרים. במישורים שאינם נחשפים במיוחד, אזור שולי התת-כרית כולל כיסוי צפוף של אוכלוסיית אצות הכוללת באזור התחתון מאצות גירניות, שביחד עם תולעים רב-זיפיות המשקיעות שלד גירני (סרפולידים), יוצרות שכבה ביוגנית המהווה את בסיס ההתיישבות לאוכלוסיות אחרות המאכלסות אזור זה. הרכב האוכלוסייה משתנה בהתאם לעונות השנה ולתצורת השטח והמינים הדומיננטיים כוללים, סרטני נזיר (*Clibanarius erythropus*), חי-טחביים (Bryozoans), שושנת-ים אדומה (*Anemonia sulcat*) והתולעת נרתיקנית שכיחה (*Dasychona lucullana*). אזור זה שבו תנאים פיזיקליים יציבים ביחס לחגורות העליונות מכיל את עושר המינים הגבוה מבין השלושה.

1.4 חופי תל אביב ותחום התכנית

רצועת החוף של תל אביב משתרעת לאורך של כ-15 ק"מ ומאופיינת היסטורית בחופים חוליים ואזורים סלעיים המהווים סביבת חיים למגוון בעלי חיים וצמחים ימים. העלייה המתמדת בצפיפות האוכלוסייה לכל אורך חופי ישראל במהלך 100 השנים האחרונות ותהליכי עיור אינטנסיביים, שילבו מבנים ימיים כדוגמת נמלים, שוברי גלים, מרינות ומתקני תשתית לאורך חופי העיר אשר גרמו לשינוי או הרס של בתי הגידול הטבעיים ואף לבלייה חופית.

למרות היות העיר תל אביב, מרכז כלכלי ותרבותי בישראל המאכלס נתח משמעותי של אוכלוסיית הארץ, קיים מעט מאד מידע כתוב/תיעוד של בתי הגידול החופיים באזור. ייתכן שדבר זה נובע מכך שרוב בתי הגידול באזור מופרעים ונחשבים כסביבה עירונית. בהקשר זה יש לציין שדוח הניטור הלאומי (Herut 2014) שכולל תחנות דיגום רבות לאורך חופי הארץ לא כולל את חופי תל אביב (אם כי ישנה בדוח התייחסות להרצלייה ובת ים ומעט לשפך הירקון מבחינת פרמטרים של מים).

אזור התכנית

אזור התכנית המוצע (איור 8 9) גובל מצפון בגבול המוניציפלי של הרצלייה ומדרום בחוף תל ברוך וניתן לחלקו לשתי רצועות מורפולוגיות:

1. **רצועה צפונית** מגבול הרצלייה עד לדרום מתחם סי-אנד-סאן – בשטחה נמצאים חופי הרחצה המוכרזים, סובלת מלחץ משתמשים גבוה הכולל תשתיות כבדות, גינון, השקיה וגירוף החול. ברצועה זו הוסרו סלעי החוף והחוף חולי ברובו.

2. **רצועה מרכזית דרומית:** מדרום סי-אנד-סאן ועד תל ברוך – כוללת רצועת סלעי חוף רחבה עם פרצות מעטות. רצועה זו לא כוללת חופי רחצה מוכרזים והינה בעלת גישה מוגבלת, לכן סובלת מלחץ משתמשים נמוך עד בינוני הכולל שילוט, גידור, ניקוי החול ותנועת רכבי שירות.

מבחינת בתי גידול אזור התכנית מאופיין בעיקר במצע חולי, הכולל רצועת סלעי חוף מרשימה באזור הכרית - תת-כרית וסלעים שקועים אשר שכיחותם אינה אחידה לאורך חוף התכנית. ניתן לחלקו לשלוש קטגוריות מרכזיות של בתי גידול:

- חוף חולי אחיד מתת-כרית לעל-כרית – אזורים בהם הוסר סלע החוף, חופי רחצה מוכרזים.
- חוף סלעי – חגורת סלעי חוף.
- ריף סלעי רדוד – סלעי חוף שקועים.

החלוקה לבתי גידול אלו תואמת למצאי בתי הגידול הרדודים האופייניים לחופי הארץ (Galil, Gertman *et al.* 2013; שיינין 2013). תפוצתן של קטגוריות אלו בתחומי התכנית מוצגת באיורים 2-4 (צילום מני"צ ITM 105707 - 656993, גדר הבסיס הצבאי הנטוש) כאשר ערכי הטבע המאפיינים קטגוריות אלו מפורטים בהמשך.



איור 8: חלוקת אזור התכנית לשתי רצועות. נקודת צילום קו החוף (ני"צ 105707 - 656993, גדר הבסיס הנטוש) מסומנת בכוכב אדום.



איור 9: תצפית צפונה. ניתן לראות את החוף החולי באזור חוף הצוק (מסומן בין שני חצים) ורצועות סלעי החוף ממנו ודרומה. בצפון ניתן להבחין במרינה הרצלייה.



איור 10 : תצפית מערבה, מרכז הגזרה. [1] רצועת החול; [2] סלעי החוף; [3] סלעי חוף שקועים.



איור 11 : תצפית דרומה, דרום הגזרה. ניתן להבחין בשובר הגלים בתל ברוך ודרומה לו ברידינג.

2 שיטות עבודה

צילום עונתי של קו החוף - בכל אירוע דיגום נערך צילום של קו החוף מני"צ 105707 – 656993 (גדר הבסיס הצבאי הנטוש) על מנת לזהות שינויים עונתיים בקו חוף התכנית.

1. אפיון בתי הגידול הימיים והחופיים לאורך קו החוף של התכנית בוצע באמצעות סקרי ים וחוף. הסקר נערך לאורך תחומי התכנית: בדרום – חוף תל ברוך; בצפון – גבול ת"א - הרצלייה (חוף הצוק צפון); במערב – קו עומק 2 מטרים. נערכו סקרים ויזואליים איכותיים ומדידות כמותיות. בוצע מיפוי של יחידות אקולוגיות-נופיות המאפיינות את האזור (טבלאות סלע חוף באזור הגאות והשפל, חוף חולי, סלעי חוף שקועים וכדומה). בוצעו סקרי חוף בקו הכרית וצלילות בבתי הגידול השונים.

על מנת לבחון את הרכיב העונתי הסקר כלל:

2. אפיון החי בחול באמצעות סינון חסרי חוליות בעזרת נפות באזורים בהם הוסר סלע החוף (חופי הרחצה).

3. התקנה וניטור של קוודרטים קבועים (Quadrat Sampling) בבתי הגידול השונים (איור 13) שמופו בהתבסס על תוצאות המיפוי שלהלן. בכל בית גידול סומנו ארבעה קוודרטים קבועים בגודל 30X30 ס"מ לצורך לאפיון עונתי של עושר המינים בבית הגידול ומאפייני חברה. לשם כך נבחרו ארבעה אתרים לאורך התכנית ובכל אתר, על ציר מזרח-מערב, הותקן קוודרט אחד על סלעי החוף וקוודרט אחד על הסלעים השקועים (איור 12). הדיגום העונתי לווה בצילום הקוודרטים בבתי הגידול השונים, הערכת מרכיבי החי והצומח שבהם ודיגום חסרי חוליות לזיהוי במעבדה במידת הצורך. אצות ירוקיות מהסוג חסנית (*Ulva* sp.) הוגדרו בדוח זה כפרשדונית חסנית (*Enteromorpha compressa*) כאשר צורתן הייתה חוטית, וכחסנית (*Ulva* sp.), כאשר תצורת העלה הייתה רחבה ושטוחה.

4. בנוסף לצילום הקוודרטים בוצע צילום עונתי של קו החוף בנקודה וזווית קבועה על מנת לבחון את הדינאמיקה של החוף, בדגש על כיסוי/חשיפת בתי גידול סלעיים.

5. במהלך איסוף הנתונים בוצע מיפוי של מפגעים אקולוגיים כדוגמת בתי גידול מופרים (אזורי חול העוברים גריפה, ריכוזי מינים פולשים על תשתיות, ריכוזי פסולת, מוקדי זיהום ים וכדומה).

6. נתוני הסקרים מכל העונות שבוצעו הוצלבו אחד עם השני, ועם ידע קיים על בתי גידול אלו מהספרות וממאגרי מידע ממוחשבים בהתאם לזמינותם (מאמרים, דוחות, עבודות קודמות, גופים ירוקים וציבוריים, תכניות עירוניות), על מנת לבחון את המצב באזור כיום ביחס לנתוני עבר, לרבות זיהוי שינויים שחלו בו במהלך השנים.

7. כלל חברת החי והצומח שנמצאה נבחנה סטטיסטית באנליזה לא פרמטרית בתוכנת PRIMER (Clarke and Gorley 2006) על raw data. היות ומדובר בנתוני חברה לא פרמטריים, האנליזות בוצעו על מטריצת דמיון Bray Curtis. מגמות דמיון הוצגו בעזרת MDS דו-ממדי. בחינת השוני בין העונות השונות נעשתה באמצעות PERMANOVA (Anderson, Gorley et al. 2008) כולל מבחנים אפוסטריורים (Post Hoc – pair wise analysis).



איור 12. מיקום נקודות הדיגום לאורך שטח התכנית. [BR] סלעי החוף; [RR] ריף סלעי שקוע. (תצא 144)



איור 13. סלעי חוף בשטח התכנית, תחנת ניטור קבועה. סימון מיקום הקוורטאט ע"י יתדות מאפשר חזרה לאותו מקום בדיוק בכל עונות הניטור.

3 תוצאות

דוח זה מציג את תוצאות ניטור ארבעת העונות (חורף, אביב, סתיו וקיץ) וכולל השוואה בין העונות.

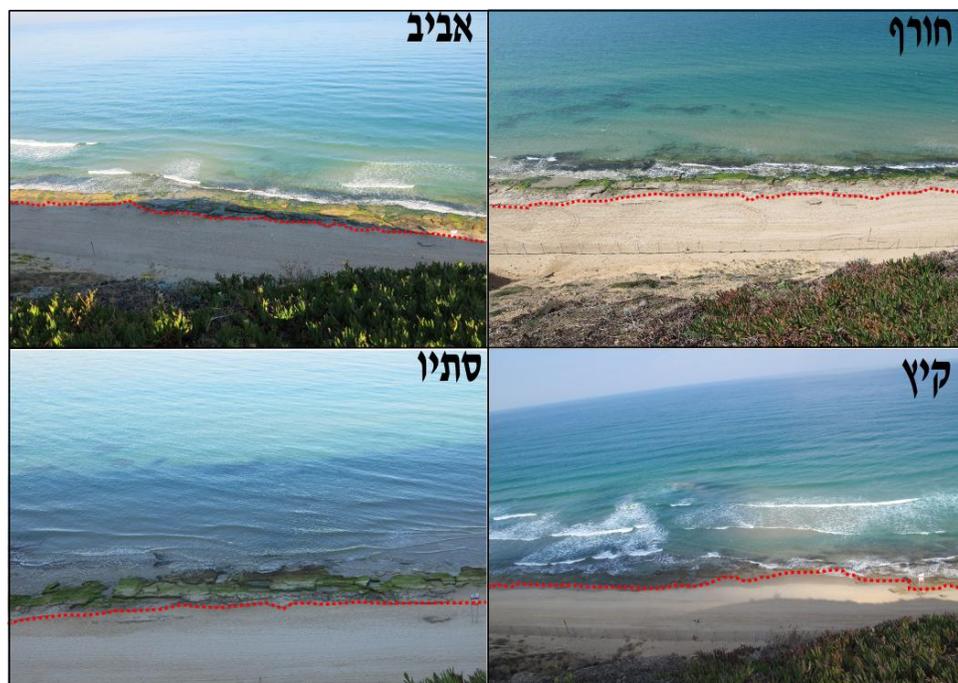
3.1 קו החוף

קיים הבדל ניכר בתצורת קו החוף בעונות השונות כפי שעולה מהדיגומים השונים (איורים 7-12). רצועת סלעי החוף בשלושת הגזרות (צפונית, מרכזית, ודרומית) אשר הייתה חשופה במהלך החורף, הלכה והתכסתה חול במהלך האביב, עד אשר בקיץ כוסו הסלעים כמעט לחלוטין, ולמעשה רק בדיגום הסתיו החלו הסלעים להיחשף מחדש (רוחב רצועת החוף מודגש בתמונות ע"י מיקום חגורת סלעי החוף החשופים ביחס לקו אדום המסמל את הגבול המזרחי של סלעי החוף). פרט לשינויים בכיסוי החול על סלעי החוף, תנועת החול גרמה גם לכיסוי מדורג של הריף הסלעי השקוע. כיסוי החול שהחל באביב גרם להיווצרות שרטון חול המופרד בתעלה עמוקה מהחוף (Long shore bar) (איורים 13-14). השרטון התחבר לחוף במהלך הקיץ וכיסה את התעלה שנוצרה באביב וייצר רצועת חול רחבה עד עומק של 2 מטרים.

תנודות חול מהעומק לאזור החוף וחזרה אופייניות לחופי הארץ, אם כי פרופיל החוף שנדגם באביב היה אופייני לסוף הסתיו – כיסוי חול רחב יחסית – וזאת עקב העדר סערות חורף משמעותיות בחורף 2014. כלומר, במידה והיו סערות משמעותיות במהלך החורף, כיסוי החול היה יורד ומשפיע לטובה על בית הגידול הסלעי (התייחסות מעמיקה יותר לנושא ניתן למצוא בסיכום ניטור האביב (אפריל-יולי 2014) של ד"ר דב צביאלי).



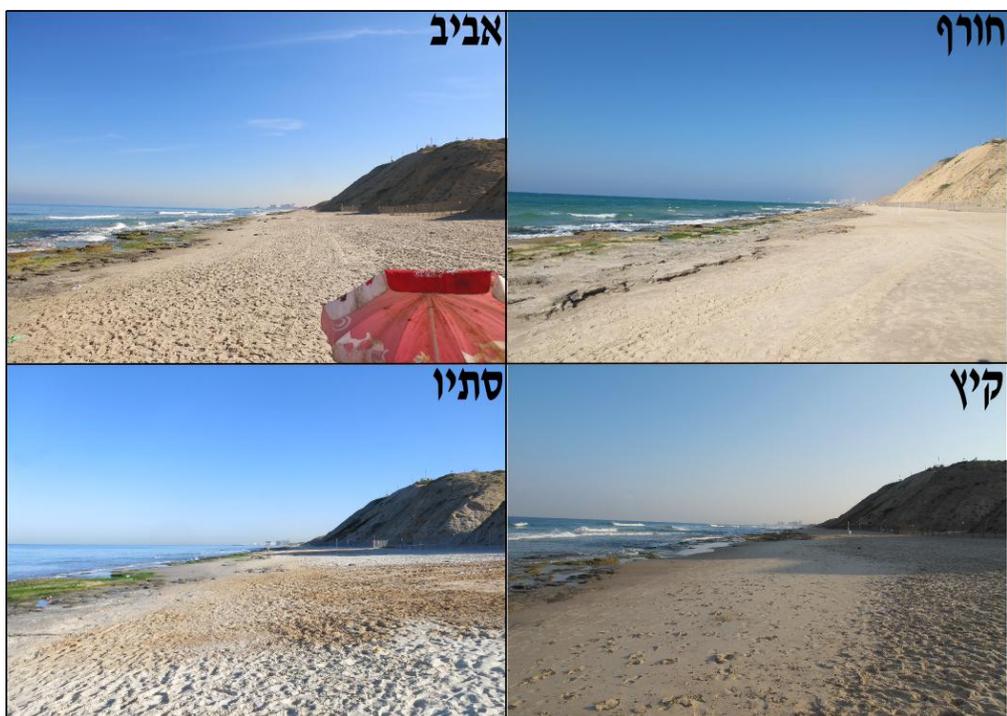
איור 15. מבט על, תצפית צפונה. דיגום חורף, סלעי החוף המזרחיים ביותר חשופים לחלוטין; דיגום אביב, רצועת סלעי החוף חשופה לחלוטין ומכוסה באצות ירוקות; דיגום קיץ, כיסוי חול נרחב על רצועת סלעי החוף. דיגום סתיו, חשיפה מחודשת של סלעי החוף. (הקו האדום מסמן את הגבול המזרחי ביותר של סלעי החוף).



איור 16. מבט על, תצפית מערבה, מרכז הגזרה. דיגום חורף, סלעי החוף המזרחיים ביותר חשופים לחלוטין; דיגום אביב, רצועת סלעי החוף חשופה לחלוטין ומכוסה באצות ירוקות; דיגום קיץ, כיסוי חול נרחב על רצועת סלעי החוף. דיגום סתיו, חשיפה מחודשת של סלעי החוף. (הקו האדום מסמן את הגבול המזרחי ביותר של סלעי החוף).



איור 17. מבט על, תצפית דרומה. דיגום חורף, סלעי החוף המזרחיים ביותר חשופים לחלוטין; דיגום אביב, רצועת סלעי החוף חשופה לחלוטין ומכוסה באצות ירוקות; דיגום קיץ, כיסוי חול נרחב על רצועת סלעי החוף. דיגום סתיו, חשיפה מחודשת של סלעי החוף. (הקו האדום מסמן את הגבול המזרחי ביותר של סלעי החוף).



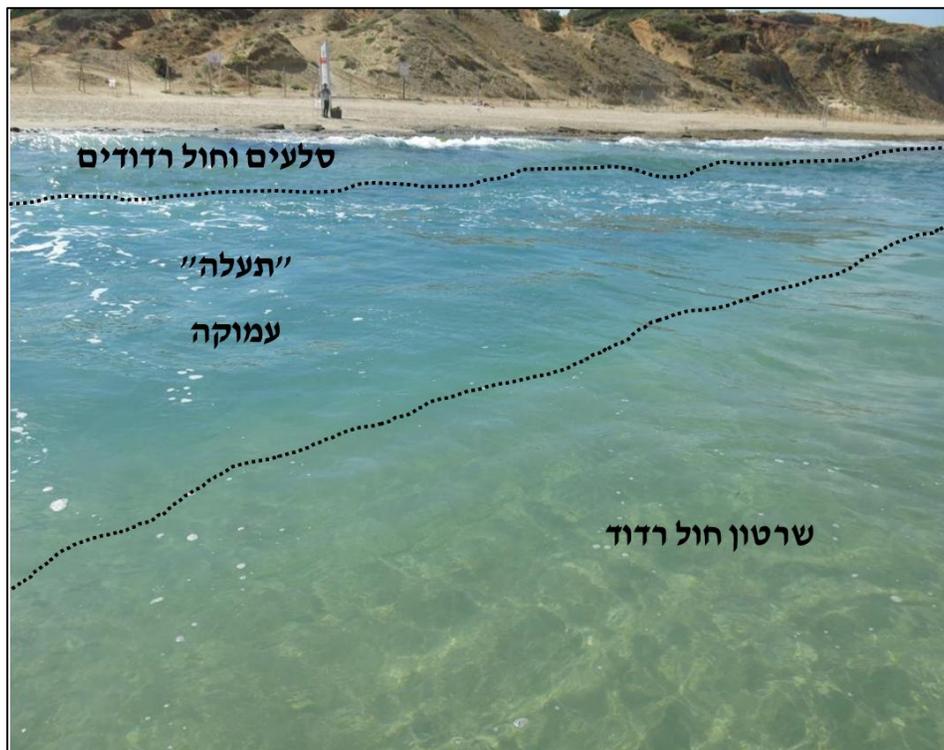
איור 18. מבט צפונה. דיגום חורף, סלעי החוף המזרחיים ביותר חשופים לחלוטין; דיגום אביב, רצועת סלעי החוף חשופה לחלוטין ומכוסה באצות ירוקות; דיגום קיץ, כיסוי חול נרחב על רצועת סלעי החוף. דיגום סתיו, חשיפה מחודשת של סלעי החוף. רצועת החול רחבה ביותר בקיץ וצרה ביותר בחורף.



איור 19. מבט מערבה. דיגום חורף, סלעי החוף המזרחיים ביותר חשופים לחלוטין; דיגום אביב, רצועת סלעי החוף חשופה לחלוטין ומכוסה באצות ירוקות; דיגום קיץ, כיסוי חול נרחב על רצועת סלעי החוף. דיגום סתיו, חשיפה מחודשת של סלעי החוף. רצועת החול רחבה ביותר בקיץ וצרה ביותר בחורף.



איור 20. מבט דרומה. דיגום חורף, סלעי החוף המזרחיים ביותר חשופים לחלוטין; דיגום אביב, רצועת סלעי החוף חשופה לחלוטין ומכוסה באצות ירוקות; דיגום קיץ, כיסוי חול נרחב על רצועת סלעי החוף. דיגום סתיו, חשיפה מחודשת של סלעי החוף. רצועת החול רחבה ביותר בקיץ וצרה ביותר בחורף.



איור 14. דיגום אביב. שרטון החול שהצטבר על גבי סלעי החוף השקועים.



איור 22. דיגום אביב. תנועה מערבה מסלעי החוף הרדודים, דרך התעלה העמוקה ועלייה על שרטון החול. הדמות בתמונה מדגימה את השינויים בעומק המים.

3.2 אפיון בתי הגידול החופיים בשטח התכנית

3.2.1 חוף חולי

בית גידול זה נמצא לכל אורך שטח התכנית, אך עם הבדלים ברציפות בין רצועות החיגור השונות. ברצועה הצפונית, בשל הוצאת סלעי החוף, משתרע החוף החולי מהעל כרית ועד התת כרית בצורה רציפה, לעומת שאר חופי התכנית, שם נקטע רצף החוף החולי ברוב עונות השנה על ידי רצועת סלעי חוף בכרית.

המינים שנמצאו בחופים שנסקרו אופייניים לבית גידול חולי (טבלה 4) וזאת בהשוואה לבתי גידול דומים. בעלי החיים הבולטים ביותר שנמצאו היו הסרטן הירוד מסוג נתון *Galil et al., 2013* בחופי הארץ (איור 15), כמו כן נמצא פלט ים (*Ocypode cursor*, איור) והסרטן מעשיר-הרגלים חולון החוף (*Talitrus*). (*Janthina*) והחילוץ הפאליגי סגלית (*Lepas*) (איור) הכולל קונכיות צדפים ממינים שונים, אצות, ברווזוני ים) חברת החי בחול, כפי שאופיינה על ידי סינון חול באזורים טבולים בקרבת קו המשברים (איור), נמצאה דלה , איור *Donax trunculus* ביותר וכללה בדיגום החורף פרטים קטנים (>5 מ"מ) של הצדפה "סירה קטומה" . בדיגומי האביב והקיץ (*Spionidae* ו-*Sigalionidae* 17) ובמהלך דיגום הסתיו, תולעים רב-זיפיות מהמשפחות לא נמצאו פרטים חיים בחול הטבול, למרות שמאמץ הדיגום היה זהה בכל העונות. בדיגום החורף והאביב לא נמצאו מחילות או פרטים של הסרטן חולון החוף בכל שטח התכנית. בדיגום הקיץ, נמצאו לראשונה, בין תחנות הדיגום שברצועה הדרומית והמרכזית של התכנית, כ- 70 מחילות של חולון החוף (



איור 16. בדיגום הבא, בסתיו, נצפתה ירידה במספר מחילות החולונים ונמצאו רק 5 מחילות חולונים לאורך רצועת החוף הסלעי. יש לציין כי בחוף החולי שברצועה הצפונית (חוף הצוק הצפוני), לא נמצאו מחילות כלל לאורך כל שנת הדיגום, כנראה עקב לחץ משתמשים גבוה.

טבלה 4. מיני חסרי חוליות שנצפו בבתי גידול חוליים.

		Mollusca	רכיכות
<i>trunculus Donax</i>	סירה קטומה	Bivalvia	צדפות
		Arthropoda	פרוקי רגליים
<i>Talitrus sp.</i>	נתרן	Amphipoda	אמפיפודים
<i>Ocypode cursor</i>	חולון החוף	Decapoda	מעשירי רגליים
		Annelida	תולעים טבעתיות
Sigalionidae	תולעי קשקש	Polychaeta	רב-זיפיות
Spionidae	ספיוניתיים	Polychaeta	רב-זיפיות



איור 23. סרטן ירוד מסוג נתרן (*Talitrus sp.*). (צילום אמיר גור)



איור 15. סרטן מעשיר-רגליים חולון החוף (*Ocypode cursor*).



איור 16. מחילות פעילות של הסרטן חולון החוף (*Ocypode cursor*) באזור החוף הסלעי כפי שצולמו בדיגום הקיץ.



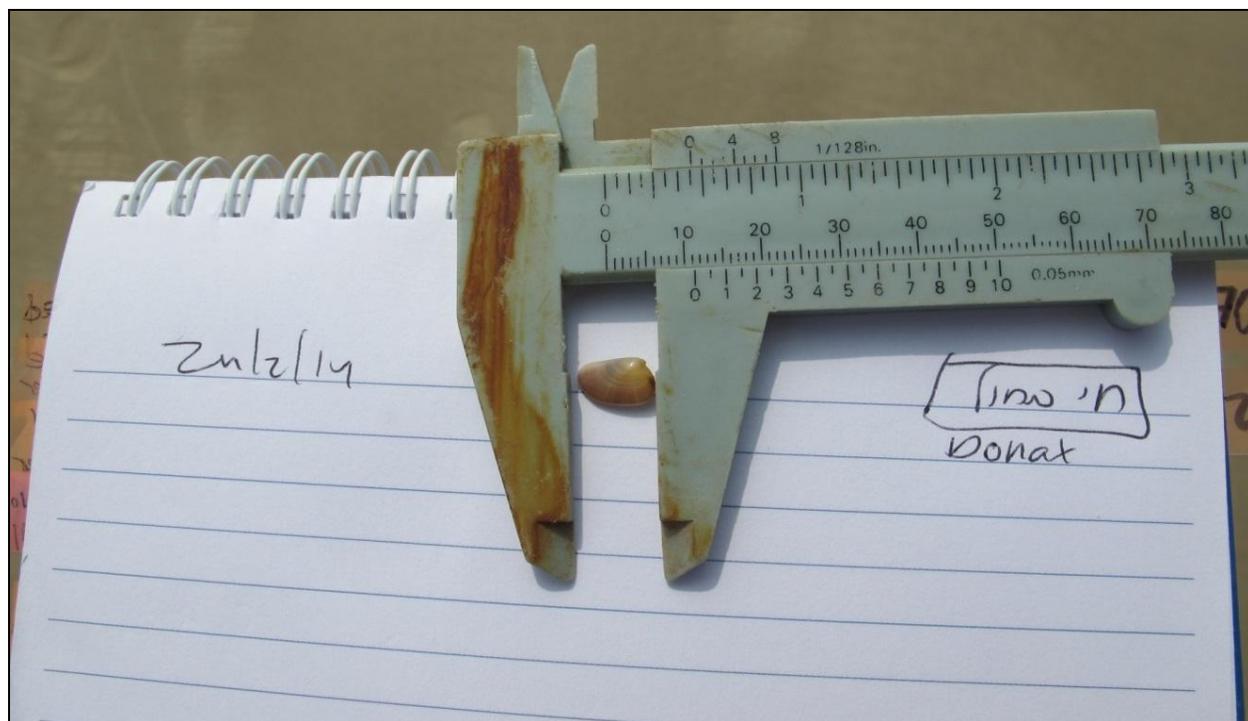
איור 26. פלטיים טיפוסי הכולל אצות, שלדי דיונונים וקונכיות של רכיכות שמקושרת למצע קשה ורך שנשטפו מהים.



איור 27. סינון חול בחוף הצוק.



איור 28. תסנין חול אופייני לאזורי החול הטבול הרדודים בקרבת קו המשברים.



איור 17. הצדפה "סירה קטומה" (*Donax trunculus*).



איור 30. חוף הצוק צפון באזור הדיגום של חברת החי בחול.

3.2.2 סלעי החוף

סלעי החוף יוצרים רצועה אחידה יחסית בחלקה הדרומי והמרכזי של התכנית, כאשר בכמה מקומות פרצות ברצועה הסלעית מאפשרות רצף חולי לתוך התת כרית. תוצאות הניטור השנתי מצביעות על קו חוף דינמי ושינויים עונתיים בכמות החול שמצטבר על סלעי החוף ולכן החיבור של רצועת החול לגוף המים משתנה לאורך השנה (איורים 7-12).

בית הגידול הסלעי בתחום הסקר נמצא באזור חולי ועובר בלייה על ידי תנועת החול והמים ולכן מציג מורכבות נמוכה ופני שטח חלקים יחסית. רצועת סלעי החוף נקברת ונחשפת כתוצאה מתנועת החול ומסערות חורף ונראה כי משתנים פיסיקאליים אלו משפיעים על עושר המינים במקום, שמציג ערכים נמוכים יחסית. חברת החי על המצע הסלעי בתחומי התכנית הראתה מגוון ושפע מינים דומה לידוע מן הספרות לגבי תא שטח זה (בניהו וחובי 2003). בית גידול זה נשלט בעיקרו על ידי אצות משטח ואצות ירוקות שונות וחברת החי על גבי סלעי החוף באזור הכרית, כוללת מספר של מיני חסרי חוליות כדוגמת, שושנת היס פנינית הסדקים, נוצית לבנה, תולעים כדוגמת הסלילנית, הצדפה בוצית מגוונת, החלזונות צלחיות (איור 4), חופיות, חד-שן משובץ (איור 5), וסרטנים כבלוטונים ושישן דו-שן (טבלה 5). כמו כן נמצאו בבית גידול זה מיני אצות חומיות, ירוקות ואדומיות (טבלה 2).

טבלה 5. מיני חסרי חוליות ואצות שנצפו בסלעי החוף בתוך ומחוץ לקוודרטים.

חסרי חוליות		Cnidaria	צורבים
<i>Bunodactis (Cribrina) gemmacea</i>	פנינית הסדקים	Anthozoa	אלמוגים
<i>Agleopenia pluma</i>	נוצית לבנה		
		Annelida	תולעים טבעתיות
<i>Spirorbis</i> sp.	סלילנית	Polychaeta	רב זיפיות
<i>Serpula vermicularis</i>	צינורית משוכה		
		Mollusca	רכיכות
<i>Brachiodontes pharaonis</i>	בוצית מגוונת	Bivalvia	צדפות
<i>Donax trunculus</i>	סירה קטומה		
<i>Patella caerulea</i>	צלחית מקומית	Gastropoda	חלזונות
<i>Cellena rota</i>	צלחית מהגרת		
<i>Echinolittorina punctata</i>	חופית מנוקדת		
<i>Melarhappe neritoidesitoides</i>	חופית חיוורת		
<i>Monodonta turbinata</i>	חד-שן משובץ		
<i>Cerithium</i> sp.	מגדלון		
<i>Conomurex persicus</i>	סטרומבוס		
		Arthropoda	פרוקי רגליים
<i>Chthamalus stellatus</i>	בלוטון מצוי	Cirripedia	זיפרגליים
<i>Pachygrapsus transversus</i>	שישן דו-שן	Malacostraca	סרטנים עילאיים
<i>Clibanarius erythropus</i>	נירון אדום-רגל		
<i>Ligia oceanica</i>	טחבנית מתחמקת		

חסרי חוליות			
<i>Isopod</i> sp.	איזופוד		
		Chordata	מיתרניים
<i>Didemnum</i> sp.	קרומית	Tunicata	אצטלנים
<i>Butryllus schlosseri</i>	בוטריל פרחוני		
		Bryozoa	חי-טחביים
<i>Schizoporella</i> sp.	נקצולית		
אצות Algae			
		Green Algae	אצות ירוקות
<i>Ulva</i> sp.	חסנית		
<i>Enteromorpha compressa</i>	פרשדונית חסתית		
<i>Codium</i> sp.	קודיון		
<i>Cladophora</i> sp.	קלדופורה		
		Red Algae	אצות אדומיות
<i>Hypnea musciformis</i>	ענפית האנקולים		
<i>Jania rubens</i>	גנית מאדימה		
<i>Corallina elongata</i>	אלמוגנית מצויה/ים-תיכונית		
		Brown Algae	אצות חומיות
<i>Padina pavonia</i>	אזנית מצויה		
<i>Ectocarpus</i> sp.	חוצפרי		
<i>Halopteris scoparia</i>	נוצית מצויה		

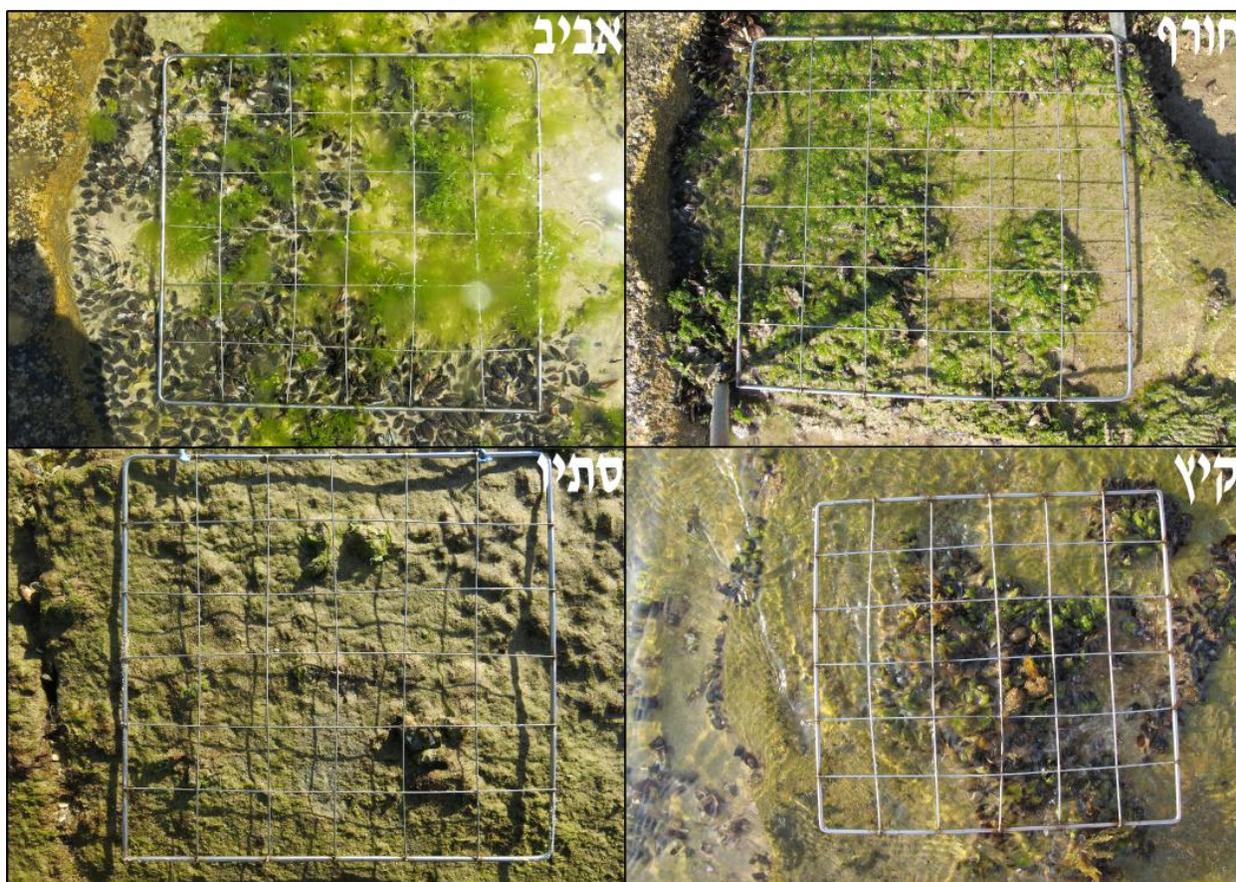


איור 31. [1] הצדפה בוצית מגוונת (*Brachiodontes pharaonis*); [2] צלחיות; [3] השושנה פנינית הסדקים.



איור 32. [1] בלוטונים; [2] החילזון חד-שן משובץ; [3] אצות – חסנית ופרשדונית חסתית.

ניטור הקוודרטים בבתי הגידול הסלעיים לאורך עונות השנה הצביע על תהליכים דינמיים של תכסית חול, שהשפיעו (אם כי לא במידה דרמתית) על חברת החי צמודת המצע. להלן תוצאות הניטור השנתי עבור ארבע נקודות הדיגום של סלעי החוף.



איור 33. נקודת דיגום BR1 סלעי החוף.

נקודה BR1 – מבחינת כיסוי חי כולל, בחורף ובסתיו נצפה כיסוי חי מלא (100%) עם ירידה קלה באביב (95%), כאשר בקיץ נרשמה הירידה המשמעותית ביותר (50%). המין היחיד ממשפחת חסרי החוליות שנצפה בנקודה זו היה הצדפה בוצית מגוונת (*Brachiodontes pharaonis*), כאשר בחורף מספר הפרטים היה הרב ביותר (552), באביב ירידה ל – 324, ובקיץ ובסתיו ירידה נוספת לכ – 220 פרטים.



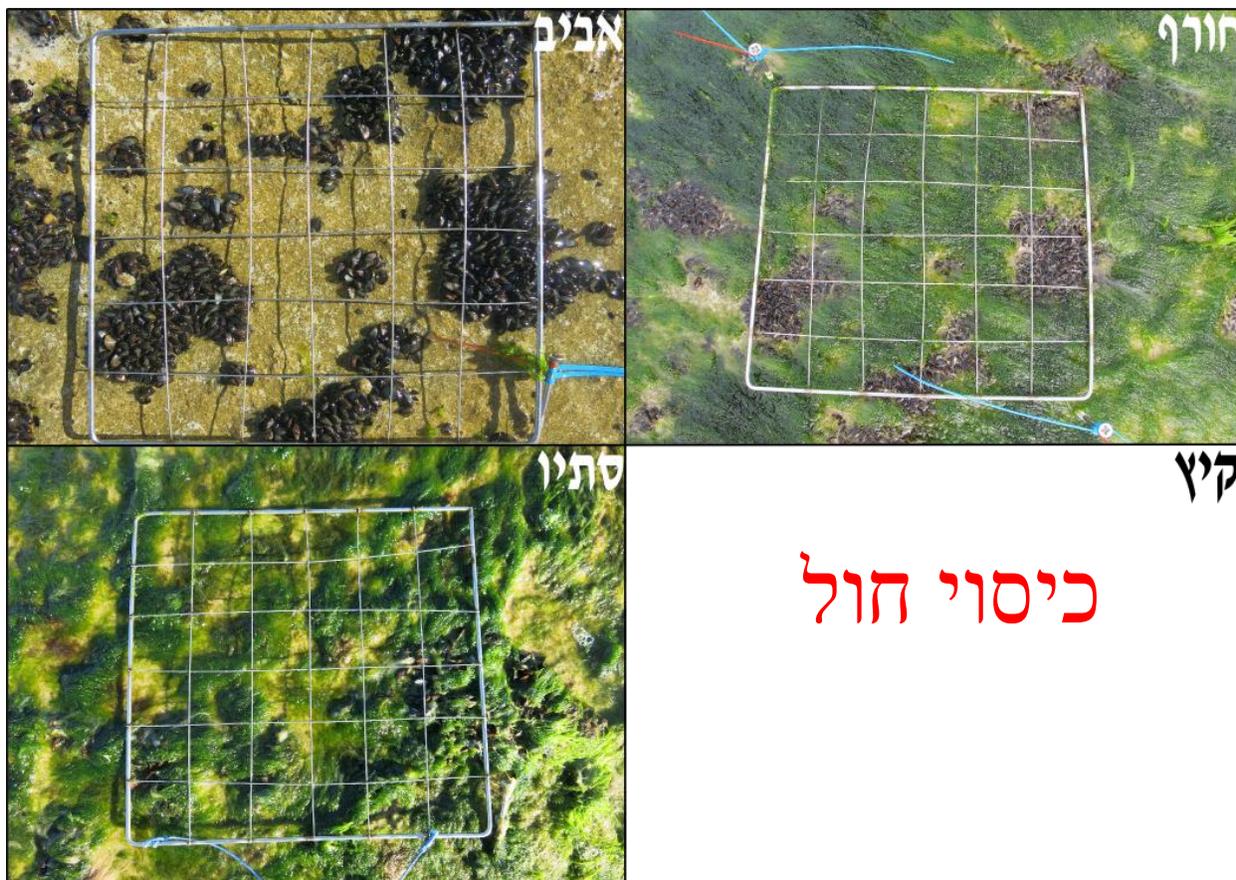
איור 34. נקודת דיגום BR2 סלעי החוף. בדיגומי קיץ וסתיו, נקודה זו הייתה מכוסה בחול לכן לא ניתן היה לדגום אותה.

נקודה BR2 – מפאת כיסוי החול שהצטבר במהלך הקיץ (איורים 5-11), לא ניתן היה לדגום את נקודה זו בעונות הקיץ והסתיו, אם כי רק בחורף ובאביב. מבחינת כיסוי חי כולל, נצפה כיסוי דומה בחורף ובאביב (~70%). בנקודה נצפו מיני חסרי חוליות רבים יותר מאשר בשאר הנקודות וכללו – בוצית מגוונת (175 פרטים בחורף, 200 באביב), צלחית מהגרת (11 פרטים בחורף, 3 באביב), צלחית מקומית (5 פרטים בחורף, 9 באביב), חלזון חד-שן (1 בחורף, 1 באביב), מגדלון (1 בחורף, 0 באביב) והמין אשר נצפה בכמות הרבה ביותר היה הבלוטון המצוי (*Chthamalus stellatus*) (345 פרטים בחורף, 420 באביב).



איור 35. נקודת דיגום BR3 סלעי החוף. בדיגום הקיץ נקודה זו הייתה מכוסה בחול לכן לא ניתן היה לדגום אותה.

נקודה BR3 - מפאת כיסוי החול שהצטבר במהלך הקיץ (איורים 5-11), לא ניתן היה לדגום את נקודה זו בעונת הקיץ, אם כי רק בחורף באביב ובסתיו. מבחינת כיסוי חי כולל, נצפה כיסוי דומה בחורף ובסתיו (95% בממוצע), לעומת האביב אשר הציג כיסוי נמוך יותר (70%). מתוך משפחת חסרי החוליות, נצפו בנקודה זו, הצדפה בוצית מגוונת (*Brachiodontes pharaonis*), כאשר בחורף מספר הפרטים היה הרב ביותר (888), באביב ירידה ל- 275, ובסתיו ירידה נוספת ל-3 פרטים. בנוסף נצפו גם 2 פרטים של החילזון חד-שן בדיגום האביב בלבד.



איור 36. נקודת דיגום BR4 סלעי החוף. בדיגום הקיץ נקודה זו הייתה מכוסה בחול לכן לא ניתן היה לדגום אותה.

נקודה BR4 – מפאת כיסוי החול שהצטבר במהלך הקיץ (איורים 5-11), לא ניתן היה לדגום את נקודה זו בעונת הקיץ, אם כי רק בחורף באביב ובסתיו. מבחינת כיסוי חי כולל, נצפה כיסוי דומה בחורף ובסתיו (95% בממוצע), לעומת האביב אשר הציג כיסוי נמוך יותר (60%). מתוך משפחת חסרי החוליות, נצפו בנקודה זו, הצדפה בוצית מגוונת (*Brachiodontes pharaonis*), כאשר בחורף מספר הפרטים היה הרב ביותר (286), באביב ירידה ל – 210, ובסתיו ירידה נוספת ל – 144 פרטים. בנוסף נצפו גם 2 פרטים של החילוון חד-שן ו-9 פרטים של צלחית מקומית (*Patella caerulea*) בדיגום האביב בלבד.

טבלה 6. השוואת ממוצעי נקודות הדיגום השונות בין העונות. מספר פרטים [#] ואחוזי כיסוי [%]. בדיגום סלעי החוף נדגמו בחורף באביב 4 נקודות, בקיץ נקודה אחת בלבד (השאר היו תחת חול) ובדיגום הסתיו נדגמו 3 נקודות (אחת תחת חול לא נדגמה); בדיגום הריף הסלעי השקוע נדגמו בחורף 4 נקודות, באביב, בקיץ ובסתיו לא ניתן היה לדגום עקב כיסוי חול מלא.

סתיו		קיץ				אביב				חורף						
ריף סלעי שקוע		סלעי החוף		ריף סלעי שקוע		סלעי החוף		ריף סלעי שקוע		סלעי החוף		ריף סלעי שקוע			סלעי החוף	
שגיאת תקן	ממוצע (n=0)	שגיאת תקן	ממוצע (n=3)	שגיאת תקן	ממוצע (n=0)	שגיאת תקן	ממוצע (n=1)	שגיאת תקן	ממוצע (n=0)	שגיאת תקן	ממוצע (n=4)	שגיאת תקן	ממוצע (n=4)	שגיאת תקן	ממוצע (n=4)	
-	-	0.00	100.00	-	-	0.00	50.00	-	-	7.47	73.75	0.00	100.00	6.29	87.50	כיסוי חי כולל (%)
-	-	66.17	125.67	-	-	0.00	220.00	-	-	29.13	252.25	4.00	4.00	158.70	475.25	<i>Brachiodontes pharaonis</i> בוצית מגוונת (#)
-	-	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	-	-	0.75	0.75	0.00	0.00	2.75	2.75	<i>Cellena rota</i> צלחית מהגרת (#)
-	-	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	-	-	2.60	4.50	0.00	0.00	1.25	1.25	<i>Patella caerulea</i> צלחית מקומית (#)
-	-	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	-	-	0.48	1.25	0.00	0.00	0.25	0.25	<i>Monodonta turbinata</i> חילזון חד-שן (#)
-	-	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.25	0.25	0.25	0.25	<i>Cerithium sp.</i> מגדלון (#)
-	-	0.00	0.00	-	-	0.00	2.00	-	-	105.00	105.00	4.00	4.00	172.50	86.25	<i>Chthamalus stellatus</i> בלוטון מצוי (#)
-	-	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.25	0.25	0.00	0.00	<i>Serpula vermicularis</i> צינורית משוכה (#)
-	-	1.00	2.00	-	-	0.00	3.00	-	-	1.25	1.25	0.00	0.00	15.00	15.00	<i>Ulva sp.</i> חסנית (%)
-	-	2.67	94.67	-	-	0.00	3.00	-	-	5.55	21.50	0.00	0.00	15.34	37.50	<i>Enteromorpha compressa</i> פרשדונית חסתית (%)
-	-	1.83	1.83	-	-	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<i>Padina sp.</i> אוזנית (%)
-	-	0.00	0.00	-	-	0.00	94.00	-	-	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	<i>Turf Algae</i> אצות משטח (%)

בדיגום האביב בחוף הסלעי אותרה מגמת ירידה בכיסוי החי (טבלה). השינוי התבטא בעיקר בירידה במספר הפרטים של הצדפה בוצית מגוונת (*Brachiodontes pharaonis*) וירידה קלה באחוזי כיסוי האצות הירוקות פרשדונית חסתית (*Enteromorpha compressa*) וחסינית (*Ulva sp.*). למרות הירידה באחוזי הכיסוי של האצות, המגמה אינה חד משמעית בשל השונות הרבה בין החזרות. כמו כן נראית התעבות של אצות אלו (בהשוואה לחורף) באתו השטח שאותו כיסו, כך שגם במידה ואחוזי הכיסוי של האצות ירדו, לעתים הכיסוי היה צפוף עם עלווה עשירה יותר. בנוסף, הירידה בכיסוי הצדפה בוצית מגוונת, שעליה מצביעים המספרים (טבלה) נגרמה בעיקר בשל השונות בנקודת דיגום בודדת בה חלק מהקוודרט כוסה בחול (איור). מספר המינים בשני הדיגומים נותר דומה.

בקיץ, עקב כיסוי סלעי החוף בחול, אמנם לא ניתן היה לדגום את סלעי החוף עצמם (פרט לנקודה 1 – איור), אך נוצר רצף חולי אשר מושפע ממי הים בגאות ושפל, כך שנוצר בית גידול מתאים לסרטן חולון החוף (*Ocypode cursor*). (3.2.1).

בדיגום הסתיו נצפתה עלייה בכיסוי החי הכולל ומספר פרטי הבוצית המגוונת (אך עדיין ערכים נמוכים מאלו שנמצאו בדיגום החורף) דבר המצביע על מחזוריות בית הגידול. על סמך תוצאות דיגום חורף 2014 ניתן לשער כי בית גידול זה מגיע לשיא בכיסוי חי בתקופת החורף ומציג את הערכים הנמוכים ביותר בקיץ בשל שינויים בכיסוי האצות והצדפה בוצית מגוונת.

3.2.3 סלעי החוף השקועים

בתי הגידול הראו שינוי דינמי, כאשר אזור הריף הסלעי השקוע שהיה חשוף בדיגום החורף נקבר מתחת לשרטון חול בדיגומים הבאים (איורים 13-14). כתוצאה מכך, לא ניתן היה לדגום את סלעי החוף השקועים כיוון שכוסו לחלוטין בחול. יש לציין כי בדיגום הסתיו, סלעים בעומק גדול יותר מזה שנדגם בעונות הקודמות (כ-2 מ') החלו להיחשף (איור), דבר המצביע על דינמיות רבה גם בעומקים מחוץ לגבולות התכנית.

בנוסף, יש לציין כי עקב היעדר סערות חורף משמעותיות בחורף 2014, כיסוי החול שנצפה במהלך הדיגום היה רחב יחסית, לכן ייתכן שעם סערות, כיסוי החול יירד וייחשף שטח רחב יותר של בית הגידול הסלעי (חוף סלעי וסלעי החוף השקועים כאחד). לפיכך, ייתכן כי דיגום זה למעשה מציג מצב "מינימום" מבחינת כיסוי חי ועושר מינים.



איור 37. סלעי חוף שקועים אשר נחשפו מתחת לחול בדיגום הסתיו בעומק 2 מ'. סלעים אלה עמוקים יותר משטח התכנית, לכן לא נדגמו.

3.3 השוואה בין בתי הגידול השונים

השוואת חברת החי והצומח על סלעי החוף לאורך השנה הצביעה על הבדל מובהק בין העונות השונות (PERMANOVA, P = 0.013) (טבלה 3) כאשר מבחינת אפוסטריורית השוני הגדול ביותר היה בין האביב לסתיו, כאשר ההבדל בין חורף לאביב היה פחות בולט, וכלל לא מובהק בין חורף לאביב (Pair-Wise Comparison, טבלה 3). יש לציין כי עונת הקיץ לא נכללה באנליזה הסטטיסטית עקב כיסוי חול מלא על 3 מתוך 4 נקודות הדיגום, מה שלא אפשר אנליזה של נתוני הקיץ.

טבלה 7. טבלת PERMANOVA – ערכים מובהקים באדום.

PERMANOVA table of results

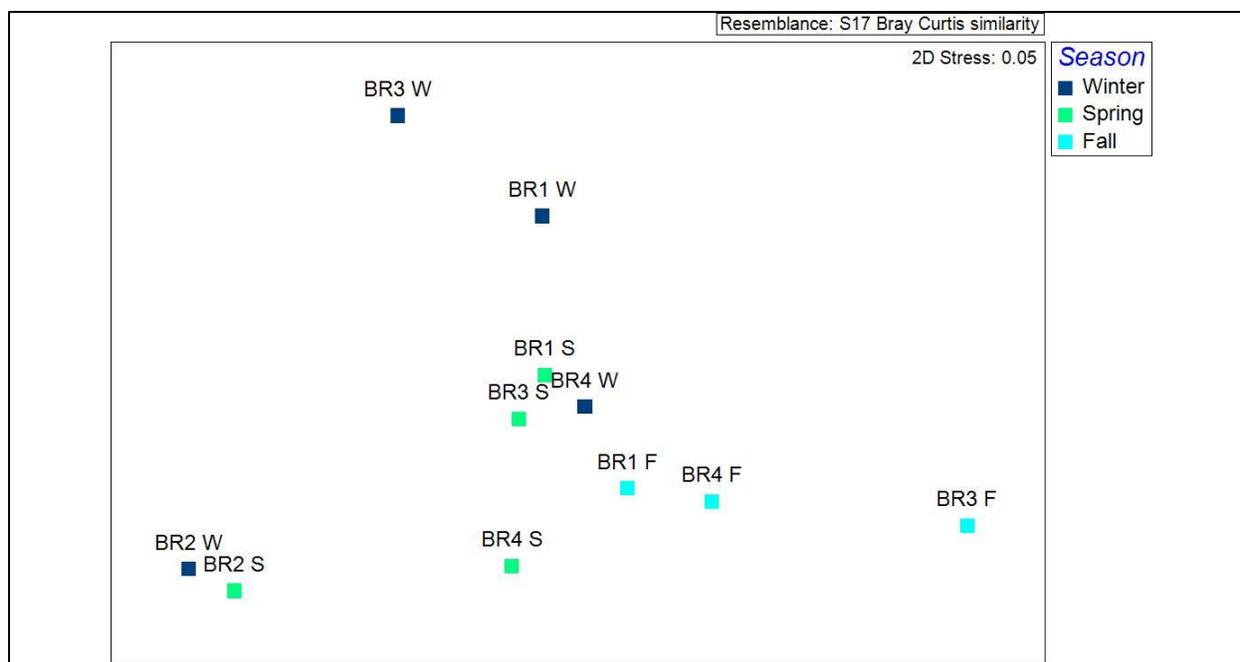
Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Season	2	4444.2	2222.1	2.7278	0.013	920
Residual	8	6516.9	814.61			
Total	10	10961				

טבלה 3. טבלת Pairwise

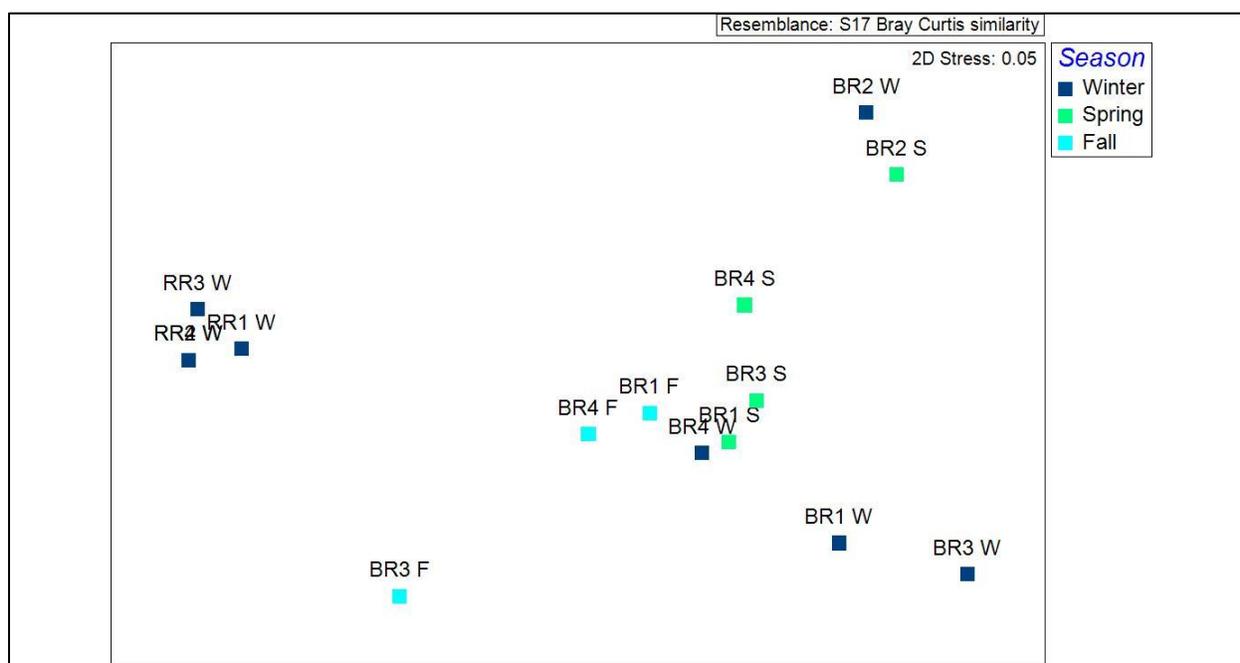
Pair-wise tests

Groups	T	P (MC)	Unique perms
Spring, Winter	0.94729	0.459	35
Spring, Fall	2.3125	0.039	35
Winter, Fall	1.8418	0.077	35

הצגה גרפית של נתוני החברה ב MDS (איורים 31-32) תמכה בנתוני המבחן הסטטיסטי, כאשר ניתן לראות הפרדה ברורה בין שלושת עונות הדיגום, עם חפיפה קלה של חלק מנקודות החורף והאביב. באיור 19 אף ניתן לראות שדגימות הסלע השקוע (Rocky Reef –RR) התקבצו בנפרד מדגימות החוף הסלעי (Beach –BR). כאמור, פרט לדיגום החורף בו דגימות הסלע השקוע היו חשופות, לא נאספו נתונים מקוודרטים אלו.



איור 18. גרף MDS מציג את דמיון החברות שנדגמו על סלעי החוף.



איור 19. גרף MDS מציג את דמיון החברות שנדגמו על סלעי החוף ועל הריף הסלעי השקוע.

האנליזה הסטטיסטית הצביעה על כך שרמת הדמיון בין ארבעת נקודות הדיגום (4BR 3BR 2BR 1BR) הייתה גבוהה יחסית בעונות האביב והסתיו (67.75% ו 74.32% בהתאמה) ופחות בעונת החורף (52.44%) (טבל). ההבדלים ברמת הדמיון בתוך קבוצת הקוודרטים החופיים לאורך עונות השנה מצביעים על השונות הגבוהה בבית גידול דינמי זה.

טבלה 9 : טבלת דמיון.

	Average Similarity between/within groups		
	Spring	Winter	Fall
Spring	67.754		
Winter	60.563	52.44	
Fall	55.024	48.835	74.32

3.4 נוכחות צבי-ים באזור התכנית

במהלך סקרי החורף והאביב לא נצפו על ידי צוות הדיגום עדויות לנוכחות צבי ים בתחום התכנית (ראה בנוסף בפרק העוסק באקולוגיה היבשתית).

מנתונים שהתקבלו מרטייג (טבלה 4) נמצא כי מ-1987 עד 2013 נצפו בתחום התכנית 5 פרטים פצועים או מתים של צב הים החום, כאשר ארבעה מתוכם נצפו בין 2009-2013. על פי נתוני רטייג לא נצפו בשנים האחרונות (מאז 1987) הטלות באזור התכנית.

טבלה 4. נוכחות צבי ים בתחום התכנית.

מחוז פיקוח	משתמש	Date	Time	Long	Lat	ראשי	בעלי-חיים	מין	NPA Species Code	בוגר זויג לא ידוע	בע"ח צעירים	הערות
מרכז	מאור פרנטה	19/07/2013	23:57	1799	6704	בע"ח פצועים/מתים	זוחלים	צב-ים חום	8070	1		
מרכז	אורי שפירא	20/07/2011	17:57	1804	6723	בע"ח פצועים/מתים	זוחלים	צב-ים חום	8070	1		
מרכז	אורי שפירא	16/06/2011	01:39	1804	6723	ספירות וסקרים		צב-ים חום	8070			
מרכז	יוסי בן-ארי	30/10/2010	15:14	1804	6721	בע"ח פצועים/מתים	זוחלים	צב-ים חום	8070		1	הועבר מיוסי חוף הצוק
מרכז	אורי קייזר	17/01/2009	15:10	1803	6718	בע"ח פצועים/מתים	זוחלים	צב-ים חום	8070	1		נלקחה דגימה-גן לאומי חוף השרון-הספינה.

3.5 דגים

הסקר הנוכחי התמקד בחברות חי בנטוניות צמודות מצע. עם זאת, נצפו במהלך דיגומי הריף הסלעי השקוע מיני דגים אחדים ומדוזות מסרקניות. למרות שחברת הדגה באזור הדיגום לא היתה דומיננטית, ניתן לומר כי חלק מהפוטנציאל של בתי הגידול הסלעיים השקועים הוא במתן מחסה למיני דגים החיים קרוב למצע (משפחות ה Blenniidae, Gobiidae).



איור 20. למעלה – דג שוכן קרקעית מהסוג קברנון ענק (*Gobius cobitis*); למטה – מדוזה מהסוג מסרקנית לידי (*Mnemiopsis leidyi*).

4 מסקנות והמלצות

השוואה של דיגומי העונות השונות מראה ירידה בכיסוי החי לאורך השנה, כאשר הכיסוי החי הגבוה ביותר נצפה בחורף והנמוך ביותר בקיץ. מגמה זו נראתה בברור באחוזי הכיסוי ומספר הפרטים באזור החוף הסלעי אך לא במגוון המינים. בחוף החולי אותרו מינים בודדים החיים בחול, וגם אלו נמצאו רק בדיגום החורף ורק בחלק מדיגומות החול. אזור הסלעים השקועים לא אפשר השוואה של אחוזי הכיסוי החי ומספר הפרטים בשל כיסוי אזור הדיגום בחול לאחר עונת החורף. בדיגום הסתיו החלה מגמה של חשיפת הסלעים השקועים, ויש לשער כי מגמה זו תימשך לתוך החורף.

האזור הרגיש ביותר מבחינה ביולוגית ואקולוגית בתחום התכנית מסתמן כאזור החוף הסלעי (beach rock belt) ואזור החול הנמצא בינו ובין בוהן המצוק, אזור זה מכיל את מגוון המינים הגבוה ביותר בתחום התכנית.

בהסתכלות רוחבית ביחס לחופים סלעיים אחרים בישראל חגורת ה-beach rock באזור התכנית אינה בעלת מגוון עשיר כמו טבלאות גידוד או ריף סלעי שקוע, כמו אלו המצויים בחופים כמו אכזיב או מכמורת. עם זאת, האחוז הנמוך (0.4%) של בתי גידול סלעים בקרבת החוף בתחומי המים הטריטוריאליים של ישראל (יחידת המידע הגאוגרפי, רשות הטבע והגנים) (שיינין ואח' 2013) והיות שלא קיימות רצועות חוף רבות באזור מרכז הארץ עם beach rock רציף ויציב כמו באזור התכנית, יש חשיבות אקולוגית לשימור בית הגידול הנ"ל.

4.1 רגישות אקולוגית

אזור מטרופולין תל אביב, שהינו האזור העירוני המפותח ביותר בישראל, נוכחות התשתיות החופיות מורגשת במיוחד. מבחינה של קווי החוף, שנערכה באמצעות תצלומי לוויין (Google Earth) ותצלומי אוויר, נמצא ששטח הפנים ה"תפוס" בחופי תל אביב ע"י תשתיות (כולל מזחים, קירות ים, מרינות ונמלים, מתקני חברת חשמל וכדומה) מגיע לכ-10 ק"מ, וזאת ע"ג אורך קו חוף אווירי של פחות מ-15 ק"מ (פרקול-פינקל וסלע, מידע שלא פורסם)

טבלה 5-9 מציגות את היחס הגבוה בין תשתיות החוף לבין קו החוף הטבעי הפנוי. המשמעות הנה שבתל אביב היחס בין קו החוף המלאכותי שנוצר ע"י תשתיות מעשה ידי אדם לקו החוף המקורי הנו גבוה מאוד (כ 70% מהחוף הנו תשתיות), מה שמצביע על תהליכי עיור חופיים מאסיביים. לפיכך יש לקחת בחשבון שמרבית החופים באזור מושפעים רבות מתהליכי עיור ומלחצים אנתרופוגניים הכוללים לחץ מבקרים גדול, גירוף חופי רחצה, כלי שיט ימיים, וכן זיהום הן ממקור ימי (מרינות וכלי שיט) והן ממקורות יבשתיים. לאור האמור לעיל, אזורים חופיים בתחומי העיר תל אביב-יפו שאינם מפותחים ואינם כוללים כיום מערכות ביסוס והגנה חופית (כמו שוברי גלים, קירות ים וכדומה), הנם נכס שראוי לשמרו.

טבלה 5. [למעלה] חלוקה של סוגי התשתיות לפי שימוש והיחס שלהן מכלל התשתיות.
טבלה 9. [למטה] שטח פני קו החוף של תל אביב וחלק היחסי שלו ה"תפוס" על ידי תשתיות.

מטרת התשתית	אורך [מ']	חלק יחסי מהתשתית [%]
תעשייה	1,980	20
פנאי	4,816	48
תעבורה	3,234	32
סה"כ	10,030	100

14,470	קו החוף בתל אביב [מ']
10,030	קו חוף המוקצה לתשתיות בתל אביב [מ']
0.693	יחס תשתיות לקו חוף טבעי

על פי ממצאי סקרי השדה והתצפיות שנערכו לאורך עונות השנה, הוכנה מפת רגישות אקולוגית (איור 21). מפת הרגישויות מתייחסת למרכיבי החי, הצומח והנוף הפיזי בבתי הגידול החופיים והימיים השונים שבתחום התכנית. במתן ההגדרה ניתנה התייחסות לעושר (מספר) המינים בכל בית גידול, אופי המינים (מינים שכיחים, נדירים, מקומיים וכדומה), אופי ושכיחות בתי הגידול השונים וכן למידת הרגישות שלהם לשינויים כמו פיתוח, אירועי הזנת חול בתאי השטח, יכולת שיקום עצמי וכדומה. נערכה חלוקה לשלוש רמות רגישות, כאשר רמה 1 מייצגת תאי שטח בעלי הרגישות לפיתוח או החשיבות לשימור הנמוכה ביותר וקבוצה 3 מייצגת תאי שטח עם רגישות והחשיבות הגבוהים ביותר. להלן ההגדרות העקרוניות לרגישויות בתי הגידול החופיים והימיים:

1. תאי שטח בעלי רגישות נמוכה: מאופיינים בעושר מינים נמוך, מיעוט נישות אקולוגיות ייחודיות, על פי רוב אזורים חוליים המופיעים בשכיחות גבוהה בתחום התכנית ובכלל ולפיכך פחות רגישים לפגיעה נקודתית. בתי הגידול בתאי שטח בעלי רגישות זו מספקים באופן כללי מעט שירותי מערכת אקולוגית (אתרי רבייה, מזון, מחסה פוטוסינתזה).

תאי השטח הנכללים ברגישות זו כללו את אזורי החוף המורשים לרחצה וחול שקוע.

2. תאי שטח בעלי רגישות בינונית: מתאפיינים בעושר מינים בינוני, נוכחות מוגבלת של נישות אקולוגיות שונות, הפרעה אנתרופוגנית בינונית.

תאי השטח הנכללים ברגישות זו כללו את הסלעים השקועים שבדיגום האביב הקיץ והסתיו נקברו בחול ומראים דינמיקה רבה ומגוון מינים נמוך יחסית.

3. תאי שטח בעלי רגישות גבוהה: אלו התאפיינו בעושר מינים גבוה, נוכחות של מינים ייחודיים, בתי גידול המספקים שרותי מערכת חשובים.

תאי השטח הנכללים ברגישות זו כללו את סלעי החוף ורצועת החול שבין המצוק והסלעים שהראו יציבות סביבתית, מגוון גבוה יחסית ושינויים עונתיים בהרכב החברה.

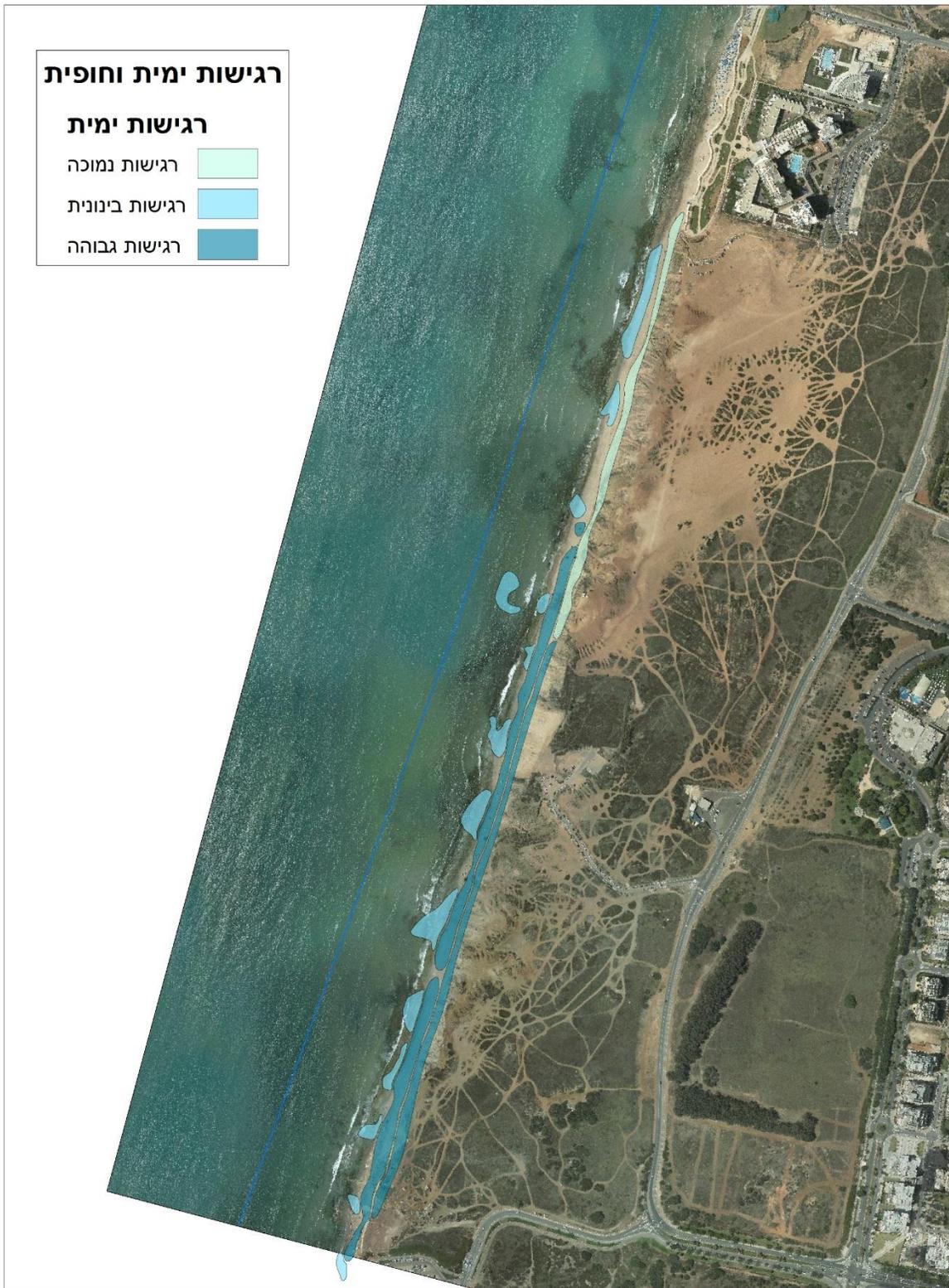
מעבר לרמת הרגישויות היחסית של בתי הגידול השונים בתחום התכנית, חשוב גם לבחון את רגישות בתי הגידול שבחוף התכנית בהשוואה לאזורי חוף אחרים בישראל. בהקשר זה, רצועת החוף הנופלת בתחום התכנית המדוברת אינה כוללת בתי גידול עשירים במיוחד המאפיינים חופים עם טבלאות גידוד וריף שקוע נרחב כמו בתי הגידול המייחדים חופים כמו אכזיב, דור, מכמורת וכדומה. עם זאת, חגורת ה-beach rock הרציפה בחוף מהווה בית גידול ייחודי. במרבית החופים באזור המרכז שבהם קיים beach rock, כמו חופי בת ים, חופי מרכז ודרום תל אביב, וחופי הרצליה, המסלע הנו קטוע וכתמי. לא קיימים אזורים רבים בהם קיימת חגורה חופית סלעית רציפה בחופי הארץ המרכזיים בדומה לזו שבתחום התכנית, ומכאן חשיבותה. רצועת החול שנמצאת בין סלעי החוף ובוהן המצוק משתנה במהלך עונות השנה עקב שינוי פרופיל החוף, ומציגה מגוון מינים משתנה עם הופעה עונתית של סרטנים אשר נעלמו מרוב חופי תל אביב. מעבר לכך, יש להתייחס לחשיבותה התפקודית של רצועה זו (מסלע חופי + חול) בייצוב המצוק (כפי שמפורט בפרקו של אינג' רון בנארי).

בנוסף, במידה ויוחלט על הארכת חוף הרחצה באזור הצפוני של התכנית (חוף סי אנד סאן), ע"י הוצאת סלעי החוף או פיתוח הגנות קשות, גם אם זמני כמו Geotube, יש לדאוג לתכנית ניטור מדעית, הכוללת סקרים אקולוגיים, ביולוגיים ופיזיקליים באזור לפני תחילת העבודות, במהלך ולאחר סיומן.

4.2 עקרונות תכנון לבחינה

א. כללי:

1. על מנת לעודד חברת חי חופית (הכוללת למשל סרטני חולות וצבי-ים מזדמנים) יש לשמור על קישוריות מרחבית לאור קו החוף (להימנע מייצור מחסומים אנכיים לקו החוף).
 2. ככלל, יש להימנע מתאורת לילה באזור החוף שעלולה להפריע לבעלי חיים בכלל ולצבי-ים בפרט. במידה שיעלה הצורך בתאורה קבועה בחוף הרחצה המוסדר, יש לדאוג שלא יהיה מקור אור ישיר המכוון לים ולשאוף לתאורה באור הנוטה לצהוב, כדוגמת נורות סודיום (נתרן) שלהן השפעה סביבתית פחותה.
 3. יש להימנע מסריקה מכאנית של החוף על ידי כלי רכב ממונעים. יש לעודד איסוף ידני של פסולת.
 4. בהליך התכנון, מומלץ לבחון ולהתחשב במשטר הזרמים והחול הטבעיים המאפיינים את האזור על מנת למנוע שינויים בתנאי השטח שעלולים להשפיע על חברה החי והצומח באזור.
 5. במידה שיעלה הצורך בהקמה של מבני הגנה חופית/ביסוס מומלץ לשלב עקרונות של הנדסה אקולוגית בהליך התכנון ולשאוף למזעור טביעת הרגל האקולוגית של המבנה.
- ב. אזור חוף רחצה חולי (צפונית לסי-אנד-סאן):**
6. היות ורצועה זו כוללת כיום חופי רחצה מוכרזים, וסובלת מלחץ משתמשים גבוה הכולל תשתיות כבדות, גינון מושקה וסירוק החול, ניתן להמשיך ולפתח במקטע זה חופי רחצה.
 7. מאחר שברצועה זו כבר הוסרו לפני שנים רבות סלעי החוף, והרצועה חולית ברובה, ניתן אף לשקול הרחבה של החוף במידת הצורך.
- ג. אזור חוף סלעי (מדרום סי-אנד-סאן ועד תל ברוך):**
8. לשימור רצועת הסלעים הזקורים והשקועים (beach rock) כולל חברת החי והצומח הקיימת עליהם הינה בעלת ערך.
 9. הקמת תשתיות חופיות (כגון: שוברי גלים מנותקים) עלולות לשנות את משטר החול באזור ולגרור לכיסוי המסלע הקיים ולקבירתו, תוך אובדן בית גידול רגיש זה.
 10. במידה שהתכנון החדש פותח גישה ישירה לאזורי החוף הסלעיים שהגישה אליהם כיום מוגבלת (נדרשת הליכה מרובה מחופי הרחצה המוכרזים) יש לדאוג לשילוט הסברתי ולמאמצי הסברה לציבור המשתמשים המקנים מידע על חשיבות בתי הגידול הללו, הערך הביולוגי/אקולוגי של חברת החי והצומח שבהם, ועל הצורך לשמור על החופים נקיים מפסולת.
 11. במידה שיש צורך לפתוח גישה למתרחצים באזור שבו ישנם סלעי חוף יש לדאוג למזעור הנזק לבתי הגידול.



איור 21. מפת רגישויות באזור התכנית בהתבסס על נתוני חורף-אביב 2014.

**התהליכים הפיסיים המתרחשים בים ובחוף לאורך
תכנית תא/3700 ופתרונות אפשריים להרחבת רצועת
החוף החולית**

ד"ר דב צביאלי - תהליכים חופיים וימיים בע"מ

1. סיכום הידע וסקירת ספרות

1.1. מאפיינים סדימנטולוגיים

חופי צפון תל אביב, שייכים מבחינה סדימנטולוגית לתא חופי מהגדולים בעולם, המכונה "התא הליטורלי של הנילוס" (Inman and Jenkins, 1984, Zviely *et al.*, 2007).

הסדימנט הדומיננטי הרבוד בחופים אלה, הוא חול קוורץ עדין-גרגר שהובל על-ידי הנילוס אל הים התיכון ונסחף מזרחה אל חופי צפון סיני ומשם צפונה לעבר ישראל (ניר, 1989; אלמגור ופרת, 2012; צביאלי, 2006; והפניות רבות לנושא זה בפרסומים אלה), על-ידי זרמים מושרי גלים ורוחות, הנעים לאורך החוף (Kit and Sladkevich, 2001) (waves and winds induced longshore currents).

מבחינה מינרלוגית, אחוז הגיר המצוי לאורך קטע החוף שבין חוף זיקים (בדרום ישראל) וחופי השרון (במרכז ישראל), נמוך ביותר (8% בממוצע) ומקורו ביוגני מקומי (ניר, 1989).

1.2. מאפיינים מורפולוגיים

ככלל, קו החוף מצפון לחוף תל-ברוך ועד לצפון חוף הצוק, ישר ונוטה בזווית של כ-17° ביחס לצפון. מבחינה מורפולוגית ניתן לחלק קו חוף זה לשני קטעים עיקריים:

הקטע הדרומי - מצפון לחוף תל ברוך ועד חוף Sea & Sun: קו חוף ישר המורכב בעיקר מסלעי חוף (beachrock) נמוכים ושטוחים, הנוטים קלות מערבה אל הים.

הקטע צפוני - מחוף Sea & Sun ועד צפון חוף הצוק (כולל): קו חוף חולי, שצורתו משתנה חליפות (סהרונים) בהתאם לתנאי הים העכשוויים ומשטר הגלים העונתי.

רצועת החוף החולית המשתרעת בין קו החוף ובסיס המצוק הנה הומוגנית; רוחבה ברוב המקומות צר מ-30 מ' (בתנאי ים שקט) ושיפועה מתון מ-1:9 (גובה של 2.7 מ' מעל "אפס איזון ארצי" בבסיס המצוק או המסלעה בעורף החוף). ראוי לציין כי בצפון חוף הצוק, במיוחד מול חזית המסעדה, רוחב רצועת החוף היה מטרים אחדים בקיץ 2013, ובימים מעטים הרצועה אף הוצפה לחלוטין.

מקו החוף ועד כ-300 מ' מערבה, פרושים לאורך החוף שרטונות סלעיים תת-ימיים אחדים, הבולטים עד כ-1 מ' מעל פני הקרקעית החולית. שרטונות אלה הם שרידיו של מצוק הכורכר הנוכחי, שהתבלה ונסוג מזרחה במהלך אלפי השנים האחרונות, ונמצא כיום בעורף רצועת החוף החולית.

סלעי כורכר טבועים אלה וסלעי החוף בחזיתם, מהווים מערכת הגנה קדמית על רצועת החוף החולית ועל בסיס מצוק החוף שבעורפה, בפני מפץ הגלים והזרמים החזקים הפועלים על החוף בזמן סערה.

1.3. כוחות הידרודינמיים

לאורך חופי הים התיכון של ישראל פועלים רוחות, גלים וזרמים, המעצבים בנפרד ובמשולב את צורת החופים ואת מדף היבשת הרדוד הסמוך אליהם.

א. רוחות

בעונת החורף (דצמבר-פברואר), נעים שקעים ציקלונים לאורך הים התיכון, ממערב למזרח, הגורמים למצבים סינופטיים בלתי יציבים. מעבר שקעים אלה באגן המזרחי של הים התיכון מעורר רוחות חזקות שכיוונן מדרום-מערב עד צפון-מערב. רוחות אלה, שמהירותן לעתים מעל 12.5 מ'/שנייה (25

קשר), מפתחות גלי גיבוע גבוהים (swell) הנעים לעבר חוף ישראל. בעונות האביב (מרץ-מאי) והסתיו (אוקטובר-נובמבר), נושבות בישראל רוחות מזרחיות הנוצרות בעיקר משקעים שרביים הנעים לאזורנו מצפון מדבר סהרה. לעתים, סוטה מסלול השקע השרבי מהיבשה לים, ואז מתפתחים לאורך חופי מרכז וצפון ישראל גלים מכיוון דרום-מערב ומערב. תופעת מזג אוויר נוספת האופיינית לעונות המעבר, היא התפתחות "אפיק ים סוף", הנוצר באזורנו כתוצאה ממערכת לחץ נמוך באזור סעודיה. אפיק זה גורם אף הוא להתפתחות רוחות מזרחיות וצפוניות חזקות. למרות שעצמת הרוחות בעונות המעבר הנה לעתים חזקה מאוד, הגלים המתפתחים בשל רוחות אלה הם בדרך כלל נמוכים. בעונת הקיץ (יוני-ספטמבר), מושפע משטר הרוחות במזרח הים התיכון משלוחה של שקע ברומטרי (המונסון ההודי) הנוצר מעל ליבשת אסיה, המוכר בשם "האפיק הפרסי". לעתים, חודר אפיק זה מערבה עד לדרום הים האגאי ומעורר רוחות מערביות חזקות היוצרות גלי גיבוע בינוניים בגובהם הנעים לעבר חוף ישראל.

ב. גלים

חופי תל אביב מתאפיינים באביב (אפריל-יוני) ובסתיו (אוקטובר-נובמבר) בגלים נמוכים שגובהם בדרך כלל פחות מ-1 מ' ($H_s < 1$ m). בעונות אלה משתרע אזור המשברים למרחק של עשרות מטרים אחדים מקו החוף. בעונת הקיץ (יולי-ספטמבר) פוקדים את החוף גלי גיבוע (swell) בינוניים שגובהם בדרך כלל עד 2 מ' ($H_s < 2$ m), שמקורם בים האגאי. בעונה זו אזור המשברים מתרחב עד כ-200 מ' מקו החוף (עומק מים של כ-3 מ'). לעומת זאת בחורף, פוקדות את החופים מדי שנה סערות חזקות, בהן גובה הגלים המשמעותי נמוך בדרך כלל מ-5 מ' ($H_s < 5$ m). במהלך סערה כזו מתרחב אזור המשברים עד כ-450 מ' מקו החוף (עומק מים של כ-5 מ'). בסערות חורף חזקות במיוחד, בהן פוקדים את החוף גלים נדירים וקיצוניים בגובהם ($H_s > 6$ m), מתרחב אזור המשברים עד כ-1 ק"מ מקו החוף (עומק של כ-10 מ') (צביאלי, 2006).

ג. זרמים

לאורך חופי תל אביב, מקו החוף ועד עומק מים של כ-30 מ', פועלים זרמי חוף (littoral currents) המונעים על-ידי רוחות וגלים, המשפיעים על כיוונם ומהירותם בזמן ובמרחב. זרמים אלה מסיעים את החול הבונה את החופים.

הזרמים החזקים ביותר פועלים באזור הדכי (surf zone) ונוצרים כתוצאה משבירת הגלים הנעים מהים העמוק אל החוף בזווית אלכסונית. זרמים אלה, מכונים "זרמים מושרי-גלים לאורך החוף". מהירותם של זרמים אלה לא נמדדה עד כה, אולם ניתן להעריך כי היא גבוהה מאוד ויכולה להיות מעל 2 מ'/שנייה במהלך סערות חורף קיצוניות (צביאלי, 2006). ראוי לציין כי השפעתן של רוחות מקומיות, המנשבות במהירויות גבוהות במיוחד (מעל 15 מ'/שנייה) בזמן סערות חורף קיצוניות על היווצרות זרמים באזור הדכי, זניחה ביחס להשפעת הגלים.

מעבר לאזור המשברים ועד עומק מים של עשרות מטרים אחדים דועכת במהירות השפעת הגלים, והזרמים לאורך החוף הפועלים באזור זה מונעים על-ידי מאמצי הגזירה (shear stresses) הנוצרים על-ידי רוחות מקומיות. זרמים אלה מכונים "זרמים מושרי-רוחות". מדידות זרמים, שנעשו מעבר לאזור המשברים, מראות שכיוון הזרם באזור זה הוא ברוב הזמן מדרום לצפון (לפחות 70% מהשנה) והוא נע במקביל לקווי העומק המקומיים. המהירות הממוצעת של הזרם לאורך החוף באזור המושרה-רוחות היא כ-10 ס"מ/שנייה, ובסערות החורף הפוקדות את החוף מכיוון דרום-מערב, יכולה להגיע אף ל-60 ס"מ/שנייה. בשאר הזמן, הזרם נע מצפון לדרום ומהירותו הממוצעת היא כ-10 ס"מ/שנייה (Kunitsa et al. 2005 ;Kit and Sladkevich, 2001).

זרמים אחרים בעלי השפעה משמעותית על עיצוב החוף ותהליכי הסעת החול בו, הם זרמים הנעים בניצב לקו החוף (cross-shore currents) מאזור החוף החיצוני אל תוך אזור הדכי ובכיוון ההפוך (onshore and offshore currents) (Kit and Pelinovsky, 1998).

סוג מיוחד של זרמים, הנעים בדרך כלל בניצב לקו החוף, מכונים זרמי פריצה או נסיגה (rip currents). זרמים אלה, נוצרים כתוצאה מהצטברות נפח גדול של מי ים בסביבת רצועת החוף החולית עקב היערמות הגלים (wave setup), וחוזרים אל מעבר לאזור הדכי (בכיוון הים הפתוח), בצורת זרמים צרים ומרוכזים יחסית, אשר אינם רצופים והן מתחדשים בפרק הזמן שבין גל למשנהו. זרמים אלה גורמים לשיעור ניכר ממקרי הטביעה בחופי ישראל. מהירותם של זרמי הפריצה הנה גבוהה למדי ויכולה להגיע עד ל-1.5 מ"שנייה; מרחק חזרתם מהחוף לכיוון הים הפתוח נמצא בהתאמה לגובה הגלים הנשברים בחוף. מיקומם של זרמים אלה נשלט על-ידי הבתימטריה של אזור המים הרדודים וצורת קו החוף. התפתחותם הטובה ביותר של מערכות זרמי הפריצה, מתרחשת במהלך הופעתם של גלים מתונים בחוף (אופייני לעונת הקיץ בישראל). תחת תנאי סערה, זרמי הפריצה כמעט שאינם מוגדרים; הם נבלעים בערבולם החזק של הגלים ובזרימה המהירה לאורך החוף. ניתן להבחין בזרמי הפריצה גם בעין בלתי מזוינת, על-פי הגוון הירקרק של מימיה ועל-פי עצמים הצפים משפת הים לעבר אזור הדכי.

1.4. תהליכים מורפודינמיים

לאורך חופי תל-אביב, מתקיימים תהליכים מורפודינמיים הנתונים להשפעתם המעצבת של רוחות, גלים וזרמים, המובילים אליהם או מסלקים מהם, חולות וסדימנטים אחרים הזמינים להסעה.

א. הסעת חול לאורך החוף (Longshore Sand Transport)

ככלל, כיוון הסעת החול על-ידי זרמים מושרי-רוחות וגלים לאורך חוף ישראל, הוא מדרום לצפון. הנחה זו, מתייחסת באופן אינטגרלי לסך כמות החול שנעה לאורך שנים רבות, דרך חתך הניצב לקו החוף, הנמשך מקו המים ועד עומק של כ-30 מ' (רצועה שרוחבה כ-3 ק"מ מקו החוף).

החול הנילוטי, המוסע מזרחה מחופי הדלתה של הנילוס אל חופי צפון סיני, ממשיך לכיוון צפון-מזרח אל עבר חופי דרום ישראל, ומשם הלאה בכיוון צפון בקירוב עד חוף הכרמל. משם, בתנאי גלים בעלי מאפיינים מיוחדים, עוקף החול את ראש-כרמל וחודר מזרחה אל תוך מפרץ חיפה, המהווה אזור השקיעה הסופי של החול הנילוטי (Zviely et al., 2007).

בתוך אזור הדכי, כיוון הסעת החול נקבע על-פי הפרש הזווית המתקבלת בין כיוון קו החוף יחסית לצפון (θ_s) וכיוון הגלים באזור המשברים (θ) (Perlin and Kit, 1999). מכאן ברור שככל שכיוון קו חוף (θ_s) נוטה יותר מזרחה, כמו בחופי דרום ישראל, הפרש הזווית לעיל יהיה גדול יותר. מכאן, שבחופים כדוגמת אשקלון ואשדוד, בהם כיוון קו החוף הוא $\theta_s=35^\circ$ ו- $\theta_s=25^\circ$ בהתאמה, כמות הסעת החול תהיה גדולה באופן משמעותי מאשר במרכז ישראל ובצפונה, ובדרך כלל, כיוונה יהיה מדרום לצפון. לעומת זאת, בחופי המרכז (לדוגמה, חוף הצוק $\theta_s=17^\circ$) ובמיוחד בצפון ישראל (חוף הכרמל $\theta_s=4^\circ$), כיוון החוף נוטה יותר לצפון ולכן הפרש הזווית בין כיוון החוף (θ_s) לכיוון הגלים (θ) קטן בדרך כלל. כתוצאה מכך, כמות החול המוסעת לאורך חופים אלה באזור הדכי, קטנה יותר בהשוואה לדרום ישראל, וכיוון הסעת החול יכול להשתנות תכופות, מדרום לצפון ולהיפך (Emery and Neev, 1960; Golik, 2002).

הערכות עדכניות המתבססות על נתוני גלים שנמדדו בישראל ב-20 השנים האחרונות, מראות כי שטף החול הכולל (Gross transport) באזור הדכי לאורך חוף הצוק הוא כ-300 אלף מ"ק בממוצע לשנה,

אולם שטף החול נטו (Net transport) שואף לאפס בממוצע לשנה. המשמעות היא שבטווח של שנים ספורות, אין כיוון דומיננטי להסעת החול באזור המים הרדודים, לאורך חופי תל אביב.

ב. נדידת קו המים

אחד התהליכים המורפודינמיים המוכרים ביותר הוא נדידת מיקום קו המים (waterline), שהנו קו מגע רגעי וברור בין הים ליבשה. קו המים נודד חליפות על-פני רצועת החוף עקב שינויים בגובה פני הים (sea level), הנגרמים כתוצאה מרוחות, גלים, זרמים, מועדי הים (הגאות והשפל האסטרונומי), לחץ אטמוספרי, טמפרטורה, ואחרים (צביאלי, 2000). גורם חשוב המשפיע על מרחק הנדידה של קו המים בפרק זמן מסוים, הוא פרופיל החוף. מאחר שמרבית חופי ישראל חוליים, ופרופיל מצח החוף (shore face) בהם מתון (1:50-1:25), אזי שינוי אנכי של עשרות סנטימטרים בגובה פני הים, היכול להתרחש במהלך היממה, גורם לנדידה אופקית של עשרות מטרים במיקום קו המים.

קו החוף באזור חוף הצוק, הנו חולי, ופרופיל מצח החוף בו דומה ליתר חופי ישראל. מכאן ברור שעלייה של עשרות ס"מ בגובה פני הים בקטע זה, עקב גאות (אסטרונומית) גבוהה, ו/או היערמות גלים המתרחשת בזמן סערה, תציף את רצועת החוף. לעומת זאת, בחלק הדרומי של הפארק החופי המתוכנן, שלאורך קו החוף שלו יש רצועת סלעי חוף המוגבהת עשרות סנטימטרים אחדים מעל פני הים, הסיכוי להצפת רצועת החוף החולית באותם תנאים הידרודינמיים, הוא נמוך יותר. חריגות מכך הן פרצות המצויות במקומות אחדים לאורך רצועת סלעי החוף, המאפשרות למי הים הגואים לחדור מזרחה אל רצועת החוף.

ג. שינויים בפרופיל החוף

תהליך מורפודינמי נוסף המאפיין חופים חוליים, הוא השינוי התמידי בצורת פרופיל החוף, המושפע בעיקר מתהליכי הסעת חול בניצב לקו החוף (on/offshore sand transport). תהליכים אלה פועלים באזור המשתרע מרצועת החוף החולית ביבשה ועד ל"עומק הסגירה" (closure depth), הנמצא מעבר לאזור המשברים (Zviely et al., 2009).

בחופי תל אביב, עבור גל משמעותי שתקופת חזרתו (במים עמוקים) היא כפעם בשנה ($H_s = 5m$) "עומק הסגירה" המוערך הוא כ-8 מ'. לעומת זאת, עבור גל משמעותי קיצוני, שתקופת חזרתו היא כפעם ב-30 שנה ($H_s = 7.3m$) "עומק הסגירה" המוערך הוא כ-11 מ'. עומקי סגירה אלה, מרוחקים מאות רבות של מטרים מקו החוף, ולכן ברור כי קרקעית החול באזור זה, לאורך חוף הפארק החופי המתוכנן, דינמית ומשתנה מאוד.

2. השינויים המורפולוגיים בצפון חוף הצוק בתקופה 5/2013-11/2014

2.1 שיטת הניטור

במהלך התקופה שנמשכה מסוף אביב 2013 ועד סוף סתיו 2014, תועדו השינויים המורפולוגיים ברוחב חוף הצוק, במטרה ללמוד על משרעת התנדודות של קו החוף בתנאי-ים שונים ובמשטר גלים שונה. במהלך התקופה, צולם החוף כמעט מידי שבוע ונמדד רוחבה של רצועת החוף בחזית המסעדה (קיר הים) שבחוף הצוק הצפוני.

2.2. ממצאים

שלהי אביב - קיץ 2013:

במהלך החודשים מאי-יוני 2013, רצועת החוף בחזית המסעדה שבצפון חוף הצוק הייתה מוצפת ותנועת המתרחצים לאורך החוף נעשתה במי אפסיים (איור 41). בתקופה זו הירידה לחוף נחסמה על-ידי העירייה והחוף נסגר לרצחה. בהמשך החודשים יולי-אוגוסט 2013, התרחבה רצועת החוף במטרים אחדים, אולי עדיין הייתה צרה מאוד (איור 41). עם זאת, החוף נפתח למתרחצים והתאפשר מעבר רגלי יבש לאורך קו המים. רצועת החוף המשיכה והתרחבה, ובשלהי הקיץ (ספטמבר 2013) רוחבה הגיע עד כדי 10 מ' (איור 42).



איור 22 : רצועת החוף לרגלי המסעדה בצפון חוף הצוק בחודשים מאי-אוגוסט 2013

(מבט מדרום לצפון, צילם ברוך פרצמן)

סתיו 2013:

תהליך התרחבות החוף, שהתפתח במהלך חודשי הקיץ, הואץ במהלך חודשי הסתיו (אוקטובר-נובמבר 2013) ובשיאו רוחב רצועת החוף היה כ-25 מ' (איור 42). ראוי לציין כי בתקופת הסתיו, נצפה לאורך קו החוף שרטון חולי ורחב עד מרחק של כ-50 מ' מקו המים, שעומק המים מעליו פחות מ-0.5 מ'. לאורך שרטון זה התפתחה מרזבה שעומקה עלה על 1 מ' והורגשו בה זרמים חזקים שנעו לאורך החוף. עמוק יותר, במרחק של יותר מ-100 מ' מקו המים, אותר שרטון חולי רחב נוסף, שעומק המים מעליו היה פחות מ-1.5 מ'.

חורף 2013-2014 :

בתחילת החורף (דצמבר 2013) (איור 42), נסוגה רצועת החוף במטרים אחדים, אך עדיין הייתה רחבה מספיק על מנת לאפשר הנחת כיסאות פלסטיק בחזית המסעדה. בתאריכים 10-14 לדצמבר פקדה את ישראל סערה קיצונית שהתאפיינה במשקעים רבים, קור עז וכמויות שלג חריגות. עם זאת, גובה הגלים שעוררה סערה זו היה שכיח לעונת החורף. בהמשך החורף (ינואר-פברואר 2014) (איור 43), התרחבה שוב רצועת החוף במטרים אחדים, תופעה לא אופיינית לעונה זו עקב מיעוטן של סערות גלים.



איור 23 : רצועת החוף לרגלי המסעדה בצפון חוף הצוק בחודשים ספטמבר-דצמבר 2013

(מבט מדרום לצפון, צילם ברוך פרצמן)

אביב 2014 :

בחודשים מרס-אפריל 2014, התייצב רוחבה של רצועת החוף סביב כ-20 מ' (איור 43) והשינויים היומיים שנצפו במיקום קו המים היו בסדר גודל של מטרים אחדים.

בהמשך האביב (מאי 2014) התרחבה מאוד רצועת החוף בחזית המסעדה ורוחבה היה מעל 25 מ' בדומה למצב בסתיו 2013 (איור 44). לרגלי המסעדה היו שלוש שורות של כסאות וביניהן רווחים גדולים; תנועת המתרחצים לאורך החוף נעשתה במרחק של לפחות 10 מ' משורת הכיסאות המערבית ביותר.



איור 24 : רצועת החוף לרגלי המסעדה בצפון חוף הצוק בחודשים ינואר-אפריל 2014

(מבט מדרום לצפון, צילם ברוך פרצמן)

קיץ 2014 :

עם בוא הקיץ (יוני-יולי), השתנתה המגמה והחלה להתפתח הצרה משמעותית של מעל 10 מ' ברוחב רצועת החוף החולית, לכל אורך החוף (איור 44).

בתחילת אוגוסט 2014, הצטמצם מספר שורות הכיסאות לרגלי המסעדה לשתיים בלבד, וכמעט בלי רווח ביניהן; תנועת המתרחצים לאורך החוף הייתה במרחק קצר מהכיסאות (איור 5), בדומה למצב באוגוסט 2013. בהמשך ספטמבר, התרחב החוף שוב ובסוף החודש היה רוחבו מעל 20 מ' (איור 45).

סתיו 2014 :

תהליך התרחבות החוף שהתפתח בשלהי הקיץ המשיך בראשית הסתיו (אוקטובר 2014), ובשיאו, רוחב רצועת החוף היה מעל 25 מ' (איור 45), בדומה למצב בסתיו 2014. בהמשך הסתיו השתנתה שוב המגמה, ובנובמבר 2014 החלה להתפתח הצרה של מטרים אחדים ברוחב החוף, עקב ים גבה גלי שפקד את אזורנו בחודש זה. ראוי לציין כי במהלך החודש הוצף החוף פעמים מספר, אם כי לאחר שוך הגלים נותרה רצועת חוף יבשה שרוחבה עד כ-20 מ' (איור 45).



איור 25 : רצועת החוף לרגלי המסעדה בצפון חוף הצוק בחודשים אפריל-יולי 2014
(מבט מדרום לצפון, צילם ברוך פרצמן)



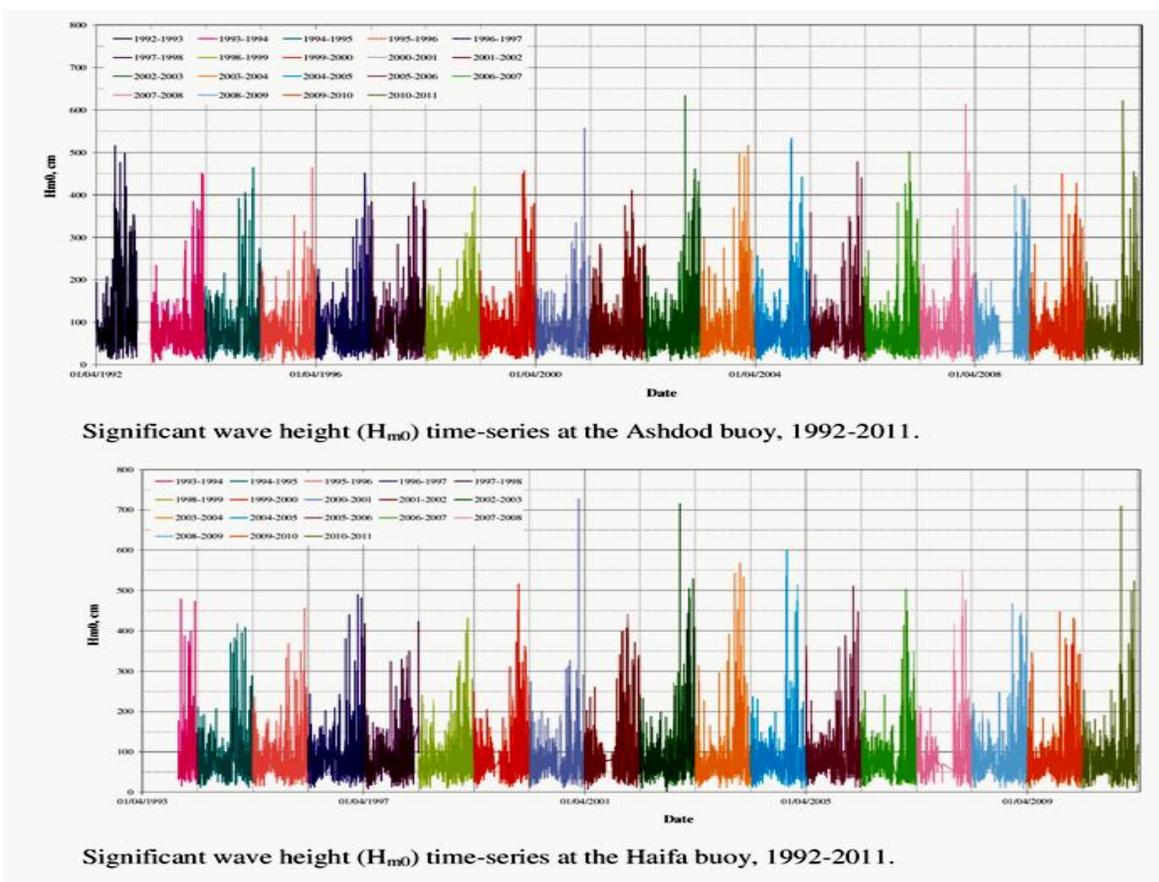
איור 26 : רצועת החוף לרגלי המסעדה בצפון חוף הצוק בחודשים אוגוסט-נובמבר 2014
(מבט מדרום לצפון, צילם ברוך פרצמן)

2.3. ניתוח הממצאים

השינויים המורפולוגיים שהתרחשו בחוף הצוק משלהי אביב 2013 ועד סוף סתיו 2014, ממחישים את הדינמיקה הרבה של רצועת החוף החולי והשפעתם של תנאי הים היום-יומיים ומשטר הגלים העונתי על הרבדת החול בקטע של צפון חוף הצוק.

אביב 2013 - אביב 2014 :

לאורך מרבית תקופת הזמן הנדונה, שררו בחוף תנאי אנרגיה נמוכה, שגרמו לשינויים מתונים בתהליכי ההרבדה של החול ובצורת פרופיל החוף. מצב זה קשור בפעילותם של גלים נמוכים בגובהם (פחות מ-2 מ') ומתונים בתלילות המונעים על-ידי מזג אוויר מקומי, או קשור לפעילותם של גלי גיבוע (Swell) האופייניים לקיץ בישראל. ראוי לציין כי ב-20 השנים האחרונות, היו שנים אחדות בהן בחודשי החורף שררו בחוף ישראל תנאי אנרגיה נמוכה בדומה לתקופה הנדונה (איור 46). בחורפים אלה (לדוגמה -1995-1994, 1998-1997, 1998-1999, 1999-2000), שהיו גם שחונים מבחינת כמות המשקעים, גובה הגל המשמעותי (H_s) בסערות החזקות ביותר, היה נמוך מ-4.5 מ' (איור 47).



איור 27 : גובה הגל המשמעותי שנמדד בחיפה ואשדוד בשנים 1992-2011

(מקור : המכון הישראלי לחקר הנדסה ימית בטכניון)

במשטר אנרגטי מתון זה, מתאפיין החוף בתהליכי בנייה אטיים והסעת החול בו היא בכיוון היבשה. עדות ברורה לתנאי האנרגיה הנמוכה ששררו בחוף הצוק במהלך התקופה הנדונה בכלל ובעונת החורף בפרט, הוא שרטון חול אורכי שהתפתח במקביל לקו החוף. שרטון רחב ורדוד זה התפתח קרוב מאוד למצח החוף (shore face), כתוצאה מתהליך אטי ורצוף של התקדמות השרטון מהחוף הפנימי אל היבשה.

תחום גובה גל משמעותי (מ')	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	ממוצע שעות בשנה	אחוז שעות בשנה (%)
0.5 - 0.0	2286	2151	1794	1968	1758	1854	2394	1944	1656	2169	1997	22.8%	
1.0 - 0.5	4203	4419	4413	4206	4710	4425	4377	4350	4479	4704	4429	50.5%	
1.5 - 1.0	1362	1263	1689	1629	1368	1572	1332	1281	1398	924	1382	15.8%	
2.0 - 1.5	438	540	471	426	519	528	378	474	531	420	473	5.39%	
2.5 - 2.0	222	195	186	240	207	186	135	384	276	237	227	2.59%	
3.0 - 2.5	120	99	75	165	117	96	93	180	171	108	122	1.39%	
3.5 - 3.0	66	90	75	84	54	69	27	99	99	57	72	0.821%	
4.0 - 3.5	54	15	21	27	15	30	6	39	78	57	34	0.390%	
4.5 - 4.0	9	9	21	15	12	15		9	42	57	19	0.216%	
5.0 - 4.5		3	15			6	6		12	27	7	0.079%	
5.5 - 5.0						3			12	21	4	0.041%	
6.0 - 5.5						3				3	0.6	0.007%	
6.5 - 6.0									6		6	0.007%	
7.0 - 6.5							6				0.6	0.007%	
7.5 - 7.0							3				0.3	0.003%	

איור 28: שכיחות (בשעות) של גובה הגל המשמעותי שנמדד בחיפה בשנים 1994-2004, (מקור: צביאלי, 2006)

אביב 2014 - סתיו 2014:

במהלך האביב (אפריל-מאי 2014), שררו בחוף הצוק תנאי אנרגיה נמוכה בדומה לתנאי הים ששררו בסתיו הקודם (אוקטובר-נובמבר 2013). מצב זה קשור לפעילותם של גלים נמוכים בגובהם (פחות מ-1 מ') ומתונים בתלילותם, המונעים על-ידי מזג אוויר האופייני לעונת מעבר.

במשטר אנרגטי מתון זה מתאפיין החוף בתהליכי בנייה אטיים, והסעת החול בו היא בכיוון היבשה. עדות ברורה לתנאי האנרגיה הנמוכה ששררו בחוף הצוק במהלך התקופה הנדונה בכלל ובעונת החורף בפרט, הוא שרטון חול אורכי שהתפתח במקביל לקו החוף. שרטון רחב ורדוד זה, התפתח קרוב מאוד למצח החוף, כתוצאה מתהליך אטי ורצוף של התקדמות השרטון מהחוף הפנימי אל היבשה.

עם בוא הקיץ, השתנה אקלים הגלים במזרח הים התיכון ואפיק עונתי ("אפיק פרסי") גרם להתפתחות רוחות מערביות בים האגאי, שיצרו גלי גיבוע שנעו אל עבר חוף ישראל. גלים אלה אופייניים לעונת הקיץ, וגובהם ותדירותם תלויים בעומקו של ה"אפיק הפרסי" ובעוצמת הרוחות ומשכן.

בחודשים יוני-יולי 2014, ה"אפיק הפרסי" היה פעיל מאוד וימים רבים פקדו את חופינו גלים שגובהם המשמעותי לעתים עלה על 1.5 מ' (ים גבה-גלי). במשטר אנרגטי זה מתאפיין החוף בתהליכי הרס ובנייה לסירוגין, בתלות גובה של גלי הגיבוע הפוקדים את החוף.

עדות ברורה לתנאי האנרגיה הגבוהה יחסית ששרה בחוף הצוק במהלך חודשי הקיץ האחרונים, הוא רוחבה הצר יחסית של רצועת החוף החולית היבשה, שהצטמצמה מאוד תוך כחודשיים. יתר על כן, גם מדרום ומצפון לחוף הצוק הצפוני חלה הצרה ברוחב רצועת החוף היבשה וכמויות חול גדולות שכיסו במשך חודשים רבים את סלעי החוף בקו המים, הוסרו בחלקם וסולקו הימה.

בשיאם של גלי הגיבוע, שהיה בספטמבר 2014, הצטמצם שוב רוחבו של החוף מול קיר המסעדה לפחות מ-10 מ'. רוחב זה צר מאוד ביחס לרוחב החוף בסתיו ובאביב האחרונים, אולם רחב יותר במטרים אחדים בהשוואה למצב ביוני 2013.

בראשית סתיו 2014, דעכה פעילות ה"אפיק הפרסי" ועל אזורנו השתלט "אפיק מים סוף". כתוצאה מכך נחלשו גלי הגיבוע שפקדו את חוף ישראל בקיץ והתפתחו רוחות מזרחיות וצפוניות. בהמשך הסתיו (נובמבר 2014), השתנה שוב מזג האוויר ובחלק מהימים היה הים באזורנו גבה גלי. כתוצאה מכך, הוצף חוף הצוק פעמים אחדות, אם כי לאחר שוך הגלים נותרה רצועת חוף יבשה ורוחבה הגיע עד כ-20 מ'.

3. פתרונות אפשריים להרחבת רצועת החוף החולי, בחוף הצוק הצפוני

3.1. כללי

על מנת להציע פתרונות אפשריים להרחבת רצועת החוף החולי, שנסחפה בקטעים מסוימים לאורך תכנית תא/3700, יש להגדיר תחילה את מטרת ההרחבה מבחינת זמן ומרחב.

באופן כללי, ניתן זמנית להרחיב חוף חולי למשך חודשים ספורים (לדוגמה למשך עונת רחצה) ובמקרים אחרים אף לשנים רבות (מצב קבוע). הדבר תלוי באמצעים הכספיים המוקצים לנושא ובמחירים הסביבתיים והציבוריים שיידרשו במהלך תהליך ההרחבה ולאחר סיומו.

מבחינה סביבתית, ניתן לסווג את סל הפתרונות האפשריים להרחבת רצועת חוף חולית ל"רכים" ו"קשים". פתרונות "רכים" נחשבים "ידידותיים" לסביבה והפיכים בהנחה שישתברר כי הם פוגעים בסביבה. בין פתרונות אלה ניתן לכלול את הזנת החול (beach nourishment) המיושמת שנים רבות בעולם ונוסחה לאחרונה מצפון לנמל אשדוד ובחופי הקריות. לעומתה, הקמת שוברי גלים מנותקים הבנויים מסלעים (כדוגמת אלה בת"א), נחשבת כפתרון "קשה" וכמעט בלתי הפיך מבחינה סביבתית, אולם יעיל מבחינה הנדסית. פתרון זה משיג את מטרתו מחד, אך גובה מחירים סביבתיים גבוהים מהציבור לאחר יישומו. בתווך שבין הזנת חול מחד והקמת שוברי גלים מנותקים מאידך, מצויה קשת של אפשרויות המשלבות טכנולוגיות מעולם הפתרונות ה"רכים" בעילות המתקרבת להישגים המוכחים של הפתרונות ה"קשים".

3.2. פתרונות לטווח זמן קצר

פתרונות המיועדים להרחיב את החוף במהירות (פחות מחודש עבודה) ובעלות נמוכה יחסית. כל זאת, על מנת לאפשר לציבור ליהנות מעונת רחצה ארוכה ככל הניתן במחיר כלכלי וסביבתי נמוך. פתרונות כאלה יכולים להיחשב כתחזוקה שנתית לשיקום החוף ולא כפרויקטים של בינוי ארוכי זמן. בהתאם לכך, ההליכים המנהלתיים שיידרשו לאישור ביצוע הפתרונות הם פשוטים יחסית ומהירים (אישור "הוועדה למתן התרים להטלת פסולת לים").

כאמור לעיל, הזנת חול עומדת בקטגוריה זו, אולם היא דורשת תכנון הנדסי מפורט טרם ביצועה. דברים אלה מקבלים משנה תוקף לאור הניסיון המועט עד כה בהזנת חופים בישראל (איור 48) ופערי הידע אודות התהליכים המורפודינמיים המתקיימים בכל קטע חוף מסוים. דגש מיוחד בתכנון ההזנה יידרש להערכת

כמויות החול המינימליות הנדרשות ליישום הפתרון לטווח הזמן הקצר וכן חשיבה מעמיקה אודות שיטת ההזנה הרצויה ומקורות החול האפשריים.



איור 29 : הזנת החול הראשונה שבוצעה בישראל.

ההזנה בוצעה בקטע החוף הנמצא כ-500 מ' מצפון למוצא מי הקירור של תחנת הכוח "אשכול"

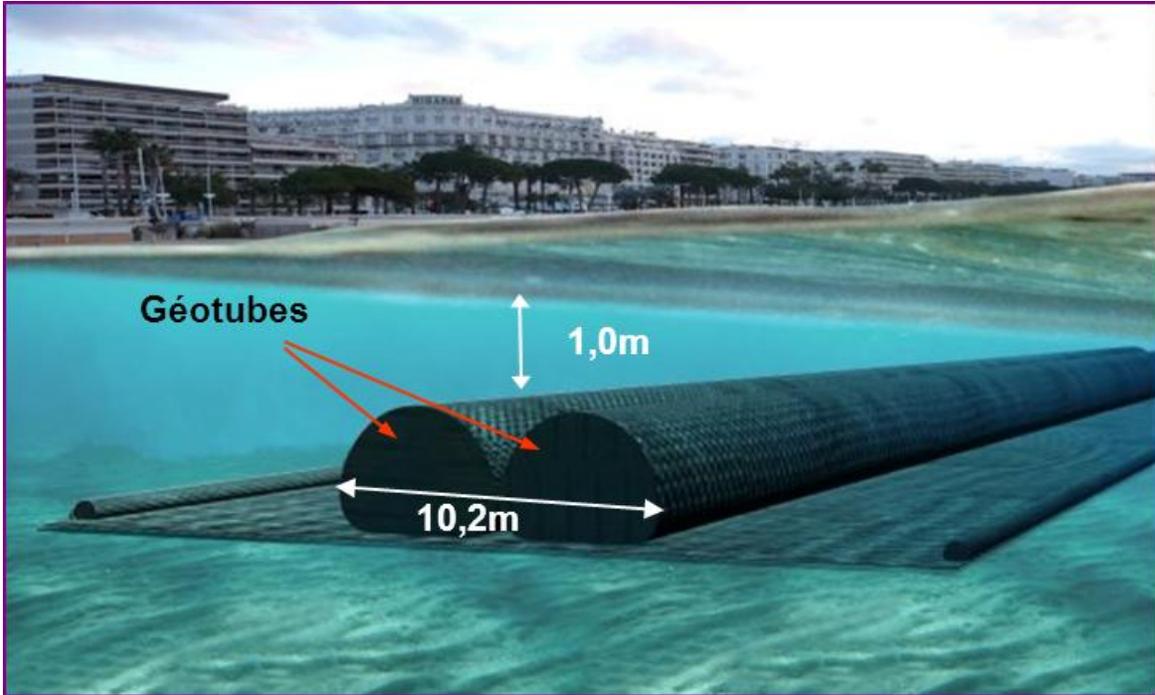
(צולם על-ידי חברת EDT Marine Construction, מאי 2011)

3.3. פתרון לטווח זמן בינוני

פתרונות לטווח זמן בינוני, המיועדים להרחיב את החוף תוך פחות משלושה חודשי עבודה ובעלות נמוכה יחסית בהשוואה לפתרונות לטווח זמן ארוך. פתרונות כאלה, עשויים לתפקד ביעילות במשך שנים מעטות, אולם ראוי ליישם רק כשלב ביניים בדרך לפתרון לזמן ארוך (קבוע). הסיבה לכך נעוצה באי הוודאות לגבי מועד התרחשותן של סערות גלים קיצוניות, במיוחד בסערות שתקופת חזרתן מעל 1:20 שנה, שבמהלכן עלול החוף המורחב להיסחף בנקל.

הקמת שוברי גלים מנותקים העשויים משקי בד גאו-טכני הממולאים בחול ימי (איור 49), בליווי הזנת חול במרחב הימי שבין שוברי הגלים והחוף, עומדת בקטגוריה זו. בנייה מסוג זה לא בוצעה עד כה בישראל, אם כי יושמה בהצלחה בחופים אחדים בים התיכון ובחופים אחרים בעולם. גם כאן יידרש תכנון הנדסי מפורט טרם ההקמה שיכלול, בין היתר, איסוף נתונים מקדים והפעלת מודלים הידרודינמיים וסדימנטולוגיים לחיזוי השינויים המורפולוגיים העתידיים להתפתח בחוף לאחר ההקמה.

פתרונות לטווח זמן בינוני, יכולים להיחשב בקטגוריה של פתרונות דחופים להגנת מצוקים ו/או לשיקום חופים, אולם הדבר יהיה חייב להיות מעוגן בתמ"א מתאימה או מאושר בהליך סטטוטורי מתאים אחר. ראוי לציין כי פתרון זה נבחן היום במסגרת העבודות להכנת תמ"א להגנת מצוקי החוף של ישראל (תמ"א 13/9).



איור 30 : הדמיית שובר גלים מטובע בחוף קאן (דרום צרפת) הבנוי משקים העשויים מבד גאו-טכני ומלאים בחול ימי

3.4. פתרון לטווח ארוך (קבוע)

פתרונות לטווח זמן ארוך, מיועדים להרחיב באופן קבוע קטע חוף ולשנות את ייעודו ואת תפקודו המקורי. פתרון מסוג זה יקר ויכול להגיע לעשרות מיליוני ש"ח לקילומטר חוף ומחייב הכנת תכנית ברמה המחוזית, כולל תסקיר השפעה על הסביבה על כל המשתמע מכך. ביצוע הפתרון יכול להימשך מספר חודשים רב ולעתים אף יותר משנה, ויישמו תלוי במשתנים רבים, בין היתר במצב הים.

למרות הניסיון הרב שנצבר בישראל בהקמת שוברי גלים מנותקים כפתרון קבוע להרחבת חופים, נדרש תכנון הנדסי מפורט טרם ההקמה שיכלול בין היתר, איסוף נתונים מקדים, הפעלת מודלים הידרודינמיים וסדימנטולוגיים לחיזוי השינויים המורפולוגיים העתידיים להתפתח בחוף לאחר ההקמה ובחינת המשמעות האקולוגיות של ההקמה.

3.5. מתודולוגיה לבחינת הפתרונות האפשריים בהקשר לסקר האקולוגי

כלל הפתרונות שהוצגו לעיל הם בגדר רעיונות כלליים הדורשים בחינה פרטנית של המשמעות הסביבתיות שלהם ובדיקה של ישימותם ויעילותם מבחינה מורפולוגית, סדימנטולוגית ומורפודינמית בחופי ישראל בכלל ובחוף הצוק בפרט.

כמו כן, מידע פיסי שנאסף עד כה לאורך חופי צפון תל אביב, עשוי לשמש לניתוח ואפיון סביבת החוף בהיבטים המצוינים לעיל, דבר שיקנה ידע בסיסי ראשוני, החיוני לתכנון ההנדסי ולבחינת חלופות התכנון להרחבת החוף באמצעות חליפת מודלים הידרודינמיים וסדימנטולוגיים שתיקבע בעתיד.

תב"ע תא/3700 - המצוק החופי –
מסקנות גאוטכניות לתכנון
אינג' רון בנארי

1. מבוא

מצוק הכורכר מתנשא לשיא גובה של עד כ-40 מטר מעל פני הים, ולעתים, בחלקו הצפוני, הוא מופר לחלוטין ואינו קיים. נסיגת המצוק החופי באזור זה הנה אטית ונבעה בעבר מפעולות אנושיות של חפירה וכרייה, הקמת שובר הגלים בחוף תל ברוך ופעולות הרסניות שונות ברמת המצוק. על-פי הנתונים הקיימים, המצוק נמצא בנסיגה מבוקרת ע"י תהליכים טבעיים בעיקרם, בקצבים המאפיינים כל קטע מהמצוק בהתאם למאפייניו הגאוטכניים. קיים קושי רב בחיזוי נסיגת המצוק לפי מודלים אנליטיים.

זיהוי וניתוח קטעי המצוק שבסיכון מתבצע באמצעות כלים משולבים אחדים:

- הערכת קצב נסיגת המצוק על-פי תצלומי אוויר;
- זיהוי אזורים בעלי פוטנציאל כשל כפונקציה של החתך הסטרטיגרפי-גאוטכני;
- שמירה על בוחן המצוק;
- ייצוב המצוק למקדם ביטחון הנדסי;
- טיפול הנדסי מנותק מדרון (כדוגמת שוברי גלים מנותקים);
- בחינת השלכות הטיפול במצוק על החוף החולי בבסיס המצוק;
- בחינת עלות-תועלת של פתרונות הנדסיים לטיפול במצוק ובקרתו לעומת טיפול מרוחק;
- טיפול בבעיות נגר הגורם לחריצה של המצוק.

יציבותו של המצוק החופי נבחנה במספר לא מבוטל של עבודות לאורך תקופה הנמשכת כ-40 שנה, משנות השבעים של המאה הקודמת ועד היום. חלק מהעבודות נעשה למטרות מחקריות במסגרות אקדמאיות כגון הטכניון בחיפה ואוניברסיטאות ת"א וחיפה, או במסגרת מכוני מחקר ממשלתיים כגון המכון הגאולוגי. חלק אחר של העבודות נעשה לצרכי תכנון הנדסיים ואדריכליים ע"י יועצים גאולוגיים וגאוטכניים מהשוק החופשי עבור מזמינים פרטיים ורשויות ציבוריות כגון: עיריות וכד'. בעבודות השונות נמסרו אומדנים לקצב הנסיגה של המצוק בקטעים שונים והוצעו רעיונות לטיפול ופתרונות הנדסיים לייצובו.

קטע המצוק הרלוונטי נבחן במסגרת תסקיר ההשפעה על הסביבה שנערך לתכנית תא/3700 (ספטמבר 2006, עדכון יולי 2010) ובמסגרת עבודות שנערכו ע"י המכון הגאולוגי בשנים 2006-2007. מעבר לכך לא אותרו דוחות גאו-הנדסיים שהוכנו במיוחד רק למקטע הנדון (התייחסות למקטע נמצאה רק בעבודות המתייחסות לכלל רצועת החוף ובהם קיימת חלוקה לקטעים). ייתכן שהסיבה לכך נעוצה בעובדת היות המקטע הנדון יציב יחסית לקטעי מצוק אחרים לאורך החוף ובחוסר צורך הנדסי לאורך השנים להתייחסות ספציפית.

יש לציין, כי השימוש במונח "מצוק" בהקשר של המדרונות הקיימים בתחום התכנית הוא במידה מסויימת מטעה ויוצר רושם כאילו מדובר במצוק תלול עד אנכי, ולא כך הדבר. באתר הנדון, השימוש במונח מדרון (גם אם מדובר במדרון עם שיפוע תלול) הוא נכון יותר ומבטא בצורה טובה יותר גם את המצב המורפולוגי וגם את המשמעויות הגאוטכניות-הנדסיות. מכאן ואילך ייעשה במסמך הנדון שימוש במילה המדרון החופי.

במסגרת הסקר נבחנו עיקרי הידע המצטבר עד כה, הוגדרו ואופיינו קטעי המצוק ותאי הניקוז ואותרו בעיות גאו-הנדסיות נקודתיות/מקומיות. החלק הראשון של העבודה כלל סקירה גאוטכנית שבחנה את הידע הקיים ונתוני הרקע לפרויקט. חלקו השני של הסקר נועד לספק בעיקר תובנות ומסקנות גאוטכניות העשויות להשפיע על התכנון האדריכלי-נופי של פארק החוף. לצורך כך נערכו בין היתר סיורים מקיפים באתר שכללו בחינת התופעות המורפולוגיות הקיימות בחזית המדרון החופי, בראש המדרון ובשטח הנמצא בעורפו – השטח בו צפויות עיקר העבודות לפיתוח פארק החוף.

בסיכום הסקר הוצגו שיקולים והמלצות שיש להביא בחשבון במסגרת התכנון האדריכלי של התכנית כאחד מהנדבכים הדרושים לקבלת החלטות והמלצות במסגרת התכנון.

2. סקירת עבודות קודמות

הקטע הרלוונטי של המצוק החופי נבחן במסגרת תסקיר ההשפעה על הסביבה שנערך לתכנית תא/3700 ע"י ד"ר צבי רון, ובעבודות שנערכו ע"י המכון הגאולוגי בשנים 2006, 2007. להלן עיקרי הממצאים של עבודות אלו.

2.1. המצוק החופי – גאומורפולוגיה ושימור המצוק – ד"ר צבי רון, תסקיר השפעה על הסביבה – תכנית חופי צפון מערב תל אביב תא/3700, ספטמבר 2006 (עדכון יולי 2010)

מצוק הכורכר מתנשא לשיא גובה של עד כ-40 מטר מעל פני הים, ובחלקו הצפוני מופר לחלוטין ואינו קיים. נסיגת המצוק החופי באזור זה הינה אטית ונבעה בעבר מפעולות אנושיות של חפירה וכרייה, הקמת שובר הגלים בחוף תל ברוך ופעולות הרסניות שונות ברמת המצוק.

בין הקצה הצפוני של שובר הגלים בחוף תל ברוך ועד לגבול המוניציפאלי עם הרצלייה (באורך של כ-2,700 מ') ניתן לחלק את המצוק לשני מקטעים:

א. המקטע העיקרי – החל מהגבול הצפוני של מגרשי החניה בחוף תל ברוך ועד לקצה הדרומי של חוף "סי אנד סאן" (כ-1,800 מ'). חלקים גדולים ממקטע זה נשמרו במצבם הטבעי.

ב. מקטע צפוני קטן – החל מהקטע הצפוני של "סי אנד סאן" ועד הגבול המוניציפאלי עם הרצלייה (כ-170 מטר). מקטע זה עבר פיתוח מלא הכולל טיילת חופית, מוקד שירותי חוף רחצה, מסעדות וכד'.

את המקטע הדרומי ניתן לחלק למספר תת-מקטעים, השונים במידת שימורם וגובהם (איור 50).



איור 31 : מצאי המצוק, חלוקה למקטעים (מקור : ד"ר צבי רון, תסקיר השפעה על הסביבה תא/3700)

בתסקיר זהו קטעי מצוק אחדים כראויים לשימור :

- מקטע 1ב' – צפון תל ברוך : מצוק כורכר בגובה של עד 30 מ', ללא ואדיות הקוטעים אותו.
- מקטע 1ג' – דרום גבעת האלחוט : מצוק כורכר בגובה של עד 20 מ', נחרץ ע"י שלושה ואדיות גדולים יחסית.
- מקטע 1ד' – גבעת האלחוט : מצוק כורכר בגובה של כ-40 מ', ללא ואדיות, מקטע המצוק הגבוה ביותר בתחום הסקר.
- מקטע 1ה' – צפון גבעת האלחוט : מצוק כורכר בגובה של כ-20-15 מ', לא תלול, חרוץ ע"י שורה של ואדיות וערוצים, חלקם חורצו כתוצאה מנסיעת כלי רכב.

מס' מקטע	גובה במטר	אורך במטר	מידת שימור המצוק
1א' – תל ברוך	10	240	נמוכה
1ב' – צפון תל ברוך	30	380	טובה
1ג' – דרום גבעת האלחוט	25	300	בינונית
1ד' – גבעת האלחוט	35	320	גבוהה
1ה' – צפון גבעת האלחוט	20	340	בינונית
1ו' – דרום Sea & Sun	15	210	נמוכה
2 – חוף הצוק	20	170	טובה
סה"כ אורך מצוק במטר		1,960	

טבלה 6 : חלוקת המצוק למקטעים – גובה, אורך ומידת שימור (מקור : ד"ר צבי רון, תסקיר השפעה על הסביבה תא/3700)

הטופוגרפיה של המצוק

רכס הכורכר משתרע מדרום לצפון, במקביל ובצמוד לחוף. זהו רכס הכורכר המערבי מבין מספר רכסי כורכר מקבילים הנמשכים לאורך מערב מישור החוף. הרכס מתרומם בחוף תל ברוך וממשיך צפונה לאורך חופי הרצלייה.

רכס הכורכר הוא למעשה רצף של גבעות גליות, שהיו דיונות של חול שהתלכדו ע"י צמנט גירני לאבן חול גירית (כורכר), ובנויות מחילופי שכבות של כורכר וחמרה. במקורה, שרשרת הגבעות הייתה רחבה יותר ונמשכה לפחות עוד כ-200 מ' מערבה מהמצוק הנוכחי. במשך אלפי השנים האחרונות, כתוצאה מתהליכים טקטוניים, תהליכי גידוד וגלישות ופעולות של בליה וסחיפה, נהרס החלק המערבי של רכס הכורכר ונסוג מזרחה. תוך כדי נסיגה הפך גבולו המערבי של רכס הכורכר תלול יותר ויותר עד שהפך להיות מצוקי בחלקו. הים התקדם מזרחה אל רצועת הנסיגה. שרידי תחתית החלק המערבי של רכס הכורכר שנסוג, שגודדו לטבלות גידוד, הוצפו עקב התקדמות הים מזרחה.

הגבעה הגבוהה ביותר היא גבעת הבסיס הצבאי ('גבעת האלחוט' / תל רקית), המתנשאת לגובה של 40 מ'. מדרום לגבעת הבסיס הצבאי האזור מתנמד לאוכף שחתורים בו מספר ערוצים המתנקזים לים. שישה מהם התפתחו לגאיות שהתחתרו לאחור, למזרח, וחדרו לתוך במת הרכס. דרומה לאזור האוכף, המבותר ע"י ערוצים אלו, מתנשאת הגבעה הדרומית ביותר ברכס הכורכר לגובה של 31 מ'. מצפון לבסיס הצבאי מתנמד

רכס הכורכר לאוכף נוסף, שגובהו המרבי 20 מ'. גם באוכף זה התחתרו מספר ערוצים תלולים לתוך במת הרכס ומתנקזים מערבה. צפונה לאוכף זה מתרומם רכס הכורכר לרום המרבי של האזור, 28 מ'.

הרכב ומבנה המצוק באזור התכנית

ניתן לחלק את המצוק החופי באזור הסקר ל-10 מקטעים, בהתאם לנתונים הגאולוגיים והגאומורפולוגיים כפי שנסקרו בתסקיר שנערך לתכנית תא/3700. את המקטעים ניתן לחלק לשני סוגים עיקריים, מבנה קמור ומבנה קעור.

א. מבנה קמור – מצוקים שבהם רוב החתך בנוי מכורכר רמת גן. מקטעים אלו מייצגים את השיאים של רכסי הדיונות שבנו את הנוף בזמן השקעת הכורכר. כיום, מבנים אלו יוצרים בשטח את הכיפות הקמורות הגבוהות.

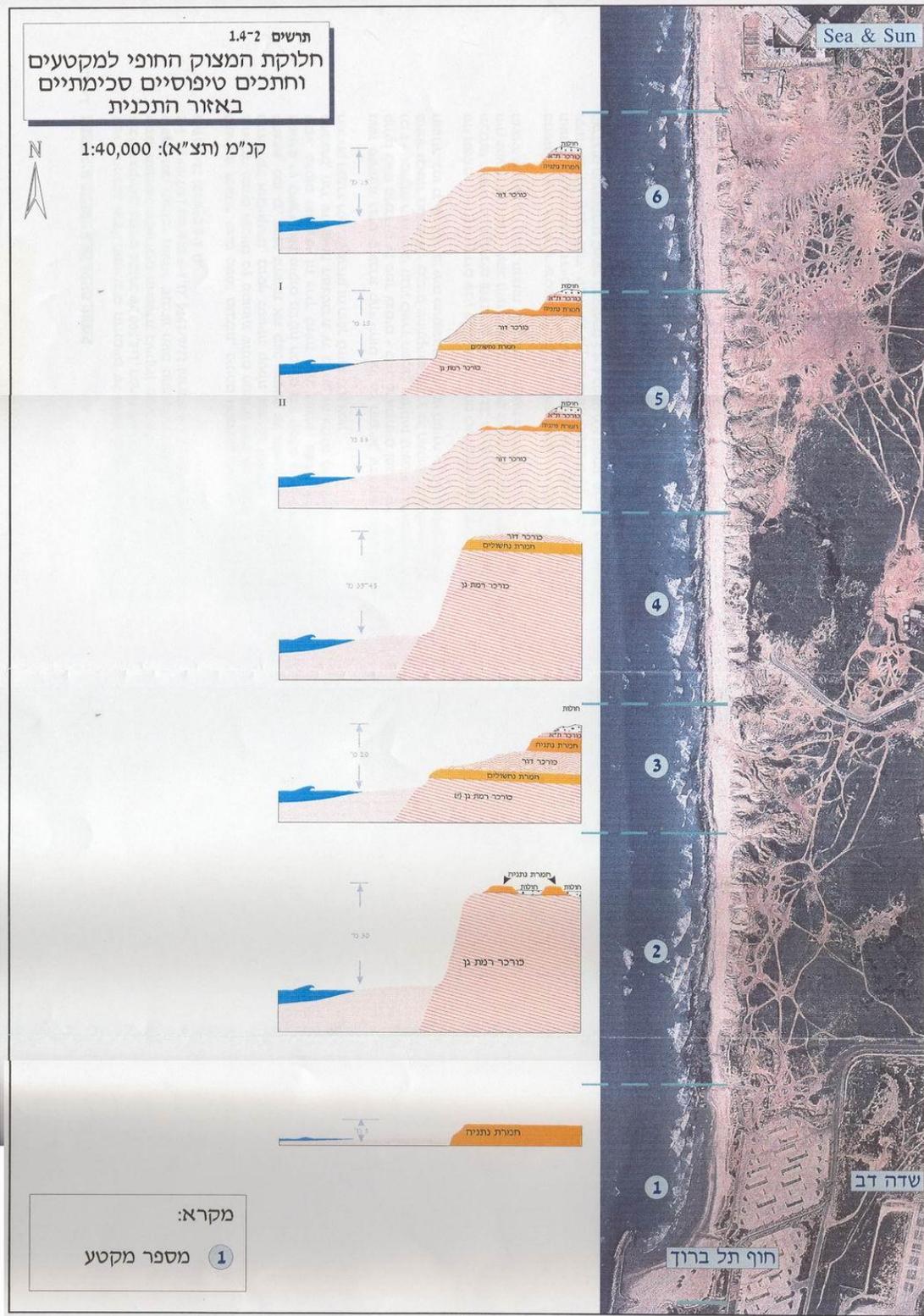
ב. מבנה קעור – במבנים אלו עוביו של כורכר רמת גן מצטמצם ורומו הטופוגרפי יורד. כיום, מבנים אלו יוצרים את האזורים הנמוכים שבין הגבעות הגבוהות, כשלעתים מפותחים באזורים אלו גאיות.

לצורך המעקב אחרי התהליכים הדינמיים של נסיגת המצוק נבחנו חמישה תצלומי אוויר אנכיים בקירוב (קני"מ מקורב 1:2,500). תצלומי האוויר שנבחנו הם מהשנים 1946, 1958, 1974, 1989, 1998.

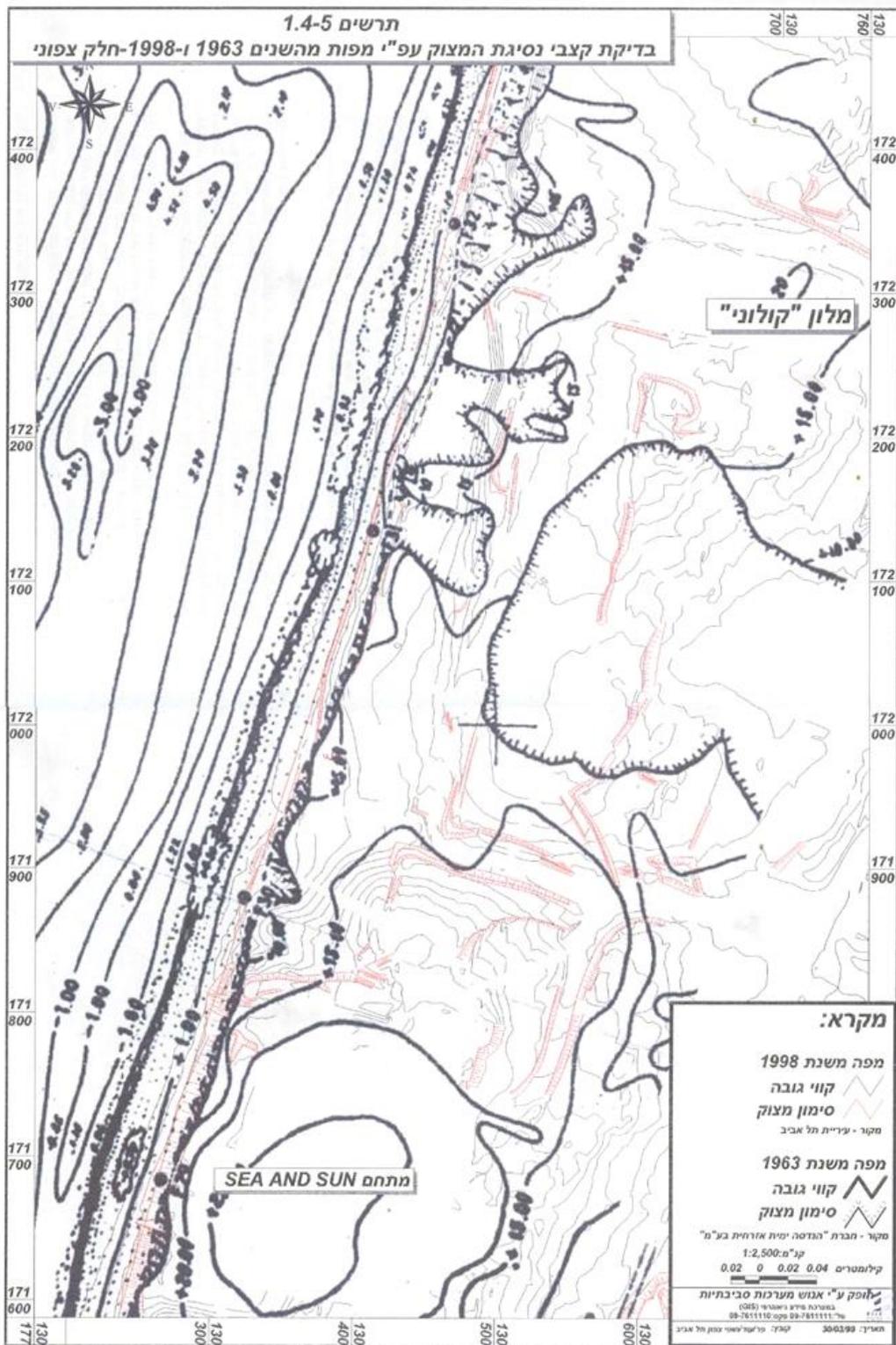
מההשוואה ניתן לראות כי לכל אורך הקטע הנבדק, כמעט שלא חלה נסיגה של גג המצוק. נסיגה לכאורה שניתן לזהות בגג המצוק הנה בעיקר במקטעים 5 ו-6, היכן שנסיגה זו מתבטאת ביצירת ביתרונות המתחתרים לאחור (לא ניתן לדעת האם ביתרונות אלו לא היו קיימים בשנים 1962-1963). לא נצפו שינויים חריפים במיקומו של בסיס המצוק, עובדה המעידה על מגמת יציבותו העקרונית של המצוק.

בשני מקטעים של המצוק יש פוטנציאל של סכנת גלישות ונסיגה של המצוק מזרחה – מקטע 2, מצפון לחוף תל ברוך, ומקטע 4, גבעת האלחוט.

מכיוון שכל קטעי המצוקים והמתלולים מכוסים בדרדרת שלא נסחפה ע"י גידוד הגלים בבסיסה, ניתן להסיק כי קצב הגידוד, ובעקבותיו קצב נסיגת המצוק, אטי יותר מאשר במצוקי החוף שמהם הדרדרת נסחפת תוך זמן קצר יחסית ממרגלות המצוק בדומה לחופי הרצלייה, יפו ונתניה.



איור 32 : חלוקת המצוק למקטעים וחתכים סכמטיים (מקור : ד"ר צבי רון, תסקיר השפעה על הסביבה תא/3700)



איור 34 : שיעור וקצב נסיגת המצוק, חלק דרומי (מקור : ד"ר צבי רון, תסקיר השפעה על הסביבה תא/3700)



צלקת גלישה בעלת חזית ישרה, שנוצרה לאורך מישור גזירה ישר, המקביל לחזית המצוק. הצלקת חשופה בחלקו העליון של מצוק הכורכר, הבנוי מכורכר רמת גן (כורכר גבעת אולגה). חלקה התחתון של הצלקת קבור מאחורי שפייע הבליית, השעון עליו. מרבית הבליית, שהצטברה בקדמות השפיע, נסחפה ע"י גידוד הגלים. זה הקצה הדרומי של רכס הכורכר המסתיים מצפון לשירטום של חוף תל ברוך.

תמונה 10 : גלישה ישרת חזית בחוף תל ברוך (מקור : ד"ר צבי רון, תסקיר השפעה על הסביבה תא/3700)



המצוק בקצה העליון של המצוק הוא צלקת גלישה צעירה למדי. מעל למצוק ומתחת לגדר הרשת נראים שרידי גדר ישנה יותר, שנהרסה עקב הגלישה. החץ האדום מצביע על עמוד ברזל נפול של הגדר הישנה והחצים הכחולים מצביעים על שרידי גדר חלודה נפולה. צולם ב- 6.12.05.

תמונה 11 : הקטע העליון של המצוק של גבעת האלחוט (מקור : ד"ר צבי רון, תסקיר השפעה על הסביבה תא/3700)

2.2. אומדן קצב הנסיגה של המצוק החופי בישראל והערכת מיקום המצוק בשנת 2100, עודד כץ, הגר הכט, גלעד פטרנקר, עדן אלמוג, המכון הגאולוגי, דוח מס' GSI/21/2007. 2007.

המסמך נכתב כבסיס להכנת מסמך המדיניות – "התמוטטות המצוק בחופי ישראל, דרכים להתמודדות והמשמעויות הכלכליות הציבוריות והסביבתיות". במסגרת המסמך חולק המצוק החופי לעשרות קטעים שונים ובעזרת השוואת צילומי אוויר מנקודות זמן שונות בעשרות השנים האחרונות, נקבע קצב הנסיגה של כל קטע מצוק והוערך היקף הנסיגה החזוי לשנת 2100.

מקטע תל אביב – יפו נמשך מהקאנטרי קלאב כלפי דרום עד גבול יפו הדרומי. מקטע כולל גם קטעים לא מצוקיים. אורכו של החלק המצוקי במקטע הוא כ- 4,600 מ'. החלק הצפוני במקטע (TA-1) מהקאנטרי קלאב עד חוף תל ברוך חופף למרחב הבחינה שלנו.

בחלק הצפוני של מקטע תל אביב-יפו, גובה המצוק הנו בד"כ פחות מ- 15 מ' ומגיע עד 40 מ'. היחידות החשופות במצוק הן בעיקר כורכר רמת גן עד כורכר תל אביב. המדרונות מתונים ומכוסים בטאלוס מג המצוק עד בסיסו. בחזית המצוק קיימים ערוצים בצפיפות יחסית גבוהה וכמו כן קיימות מספר גבוה של דרכים היורדות מהמצוק לחוף הים שהתפתחו על בסיס ערוצים. הנסיגה הממופה של גג המצוק מ- 1945 בחלק הצפוני של מקטע תל אביב מגיעה לפחות מ- 10 מ' והקצב הממוצע הוא 0.08 מטרים בשנה.

מקטע	קצה צפוני (רשת ישראל חדשה)	אורך ¹ (מטר)	קצב נסיגה ממוצע ² (מ'/שנה)	הערות ומרחק נסיגה צפוי (L-Future) ³
TA-1	18043/67220	3240	0.08	מדרונות מתונים עם צמחיה; נסיגה של 10 מטר עד 2100.
TA-2	17726/66284	300	אין נתונים	טאלוס (כנראה מלאכותי); נסיגה של 10 מטר עד 2100.
TA-3	17623/66175	1120	אין נתונים	מסלעה מלאכותית בבסיס מצוק

טבלה 7: קצב נסיגת המצוק באזור תל אביב (מקור: המכון הגאולוגי, 2007)

ניתוח גס למיון מקטעי המצוק נערך על בסיס עדויות שדה לגישות. מתוך 35 קטעי המצוק החופי בהם חושב קצב הנסיגה, ב- 12 נמצאו עדויות שדה ליציבות וב- 23 נמצאו עדויות שדה לאי-יציבות. נמצא שבקטעי המצוק היציבים, קצב הנסיגה הוא פחות מ- 0.1 מטר לשנה ובקטעי המצוק הלא יציבים, קצב הנסיגה הממוצע הוא בטווח של 0.05-0.35 מטר לשנה. בטבלה 3 ניתן לראות כי קטע מצוק TA-1 זוהה כיציב (ערך 0 מציין יציבות וערך 1 מציין אי יציבות)

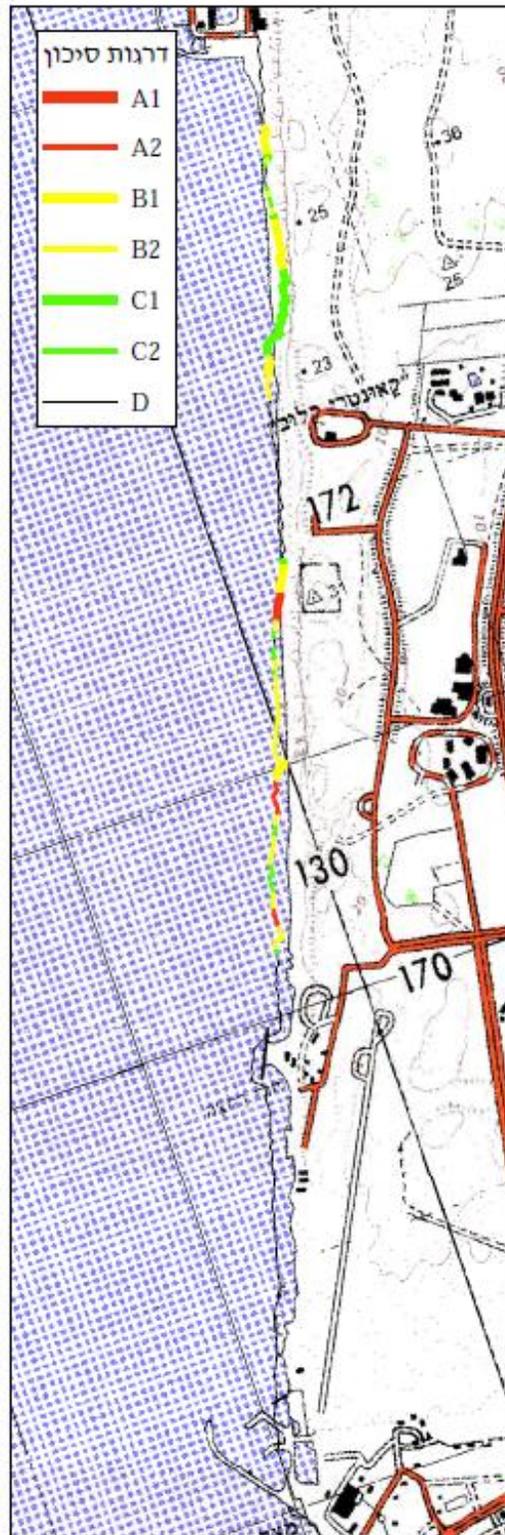
מקטע ¹	אי יציבות ²	מקטע ¹	אי יציבות ²	מקטע ¹	אי יציבות ²
NO-1	-	N-4	1	HR-3	0
NO-2	-	H-1	-	HR-4	1
K-1	0	H-2	1	TA-1	0
K-2	0	H-3	1	TA-2	-
O-1	1	H-4	-	TA-3	-
O-2	1	H-5	1	B-1	1
O-3	1	NT-1	0	B-2	-
M-1	-	NT-2	1	B-3	0
BY-1	0	NT-3	1	P-1	-
BY-2	1	NT-4	-	P-2	-
BY-3	0	NT-5	1	AS-1	-
BY-4	1	PA-1	1	AK-1	-
BY-5	-	PA-2	1	AK-2	1
BY-6	1	PA-3	0	AK-3	0
N-1	-	PA-4	1	AK-4	0
N-2	1	HR-1	0		
N-3	1	HR-2	1		

1. פירוט מימדים וקצבי נסיגה של המקטעים מופיע בטבלה 2 ובטקסט;
2. 0: יציבות של המצוק החופי (הופעה של טאלוס וצמחייה); 1: אי יציבות של המצוק החופי (הופעה של ערוצים תלולים ועדויות לגלישות מדרון); כאשר אין נתונים המאפשרים חישוב של קצב הנסיגה לאורך המקטע מופיע '-/-'.

טבלה 8: מיון מקטעי המצוק החופי לפי עדויות שדה לתופעות יציבות ואי יציבות (מקור: המכון הגאולוגי, 2007)

2.3. דירוג מידת הסיכון לנסיגה מוגברת לאורך צוק החוף הים-תיכוני: יישום באמצעות כלי ממ"ג, רן קלבו, שמעון אילני, עזרא זילברמן, המכון הגאולוגי, דוח מס' GSI/23/2006, 2006

בעבודה נעשה ניסיון לזהות את דרגות הסיכון היחסיות לקטעי המצוק ע"י מידול של תהליכים ב-GIS. הפרמטרים שנלקחו בחשבון היו: גובה המצוק, תלילותו ומרחקו מקו המים. ההנחה בבסיס המחקר הייתה שככל שהמצוק תלול ותר וגבוה יותר, מידת הסיכון לגלישות עולה. וכן, ככל שהמצוק קרוב יותר לקו המים, קצב ההרס שלו יגבר. לפיכך צוק שהוא גבוה, תלול ונמצא בסמוך לקו המים יהיה בעל סיכויי ההרס גבוהים. כל שאר הפרמטרים המאפיינים את הצוק ומשפיעים על יציבותו, כגון: הרכב המסלע, הימצאות סלעי חוף בחזיתו וכד', לא נלקחו בחשבון.



איור 35 : מפת דרגות הסיכון המצוק לפי ניתוח פרמטרים של גובה, תלילות ומרחק מקו המים (מקור : המכון הגאולוגי, 2006)

3. יחידות סלע של המצוק החופי

3.1. סיווג ליחידות סלע גאולוגיות

החתך הסטרטיגרפי של המצוק החופי נחקר ע"י מספר רב של חוקרים. בטבלה 1 מוצגת השוואה בין מספר חלוקות סטרטיגרפיות מקובלות במחקרים שונים (מקור: פרת ואלמגור, 1996)

עבודה זו	Avnimelech, 1962	ויסמן וחיטי, 1971	Bakler, Denekamp & Rohrlich, 1972	ניב ובקלר, 1978	Horowitz, 1979
חול מנושב	שכבות רצנטיות (ופלנדריות בחוף)		חול דיונות	חולות ראשון לציון	תצורת חדרה
חול רבוד				חולות נוף ים	תצורת תערוכה
קלקארניט		V' - פריכה V - קשה אבן חול גירית אורגנית	אבן חול ביוקלסטית	כורכר בית ינאי (פֶּלְטָה)	תצורת תל אביב
חמרה עליונה	חמרת נתניה (הצעירה ביותר)	IV חרסית חולית אדמדמה	חמרה אדומה (חול חרסיתי)	חמרת נתניה	תצורת נתניה
כורכר עליון	כורכר קדם-נתניה עליון	III קורקר	אבן חול קרבונטית פריכה	כורכר וינגייט	תצורת דור
פליאוסול חִינְיָן	חמרה מוסקֶרית "cafe au lait"	II גג	חמרה אפורה (חול סילטי-חרסיתי)	חמרת געש	תצורת נחשולים
כורכר תחתון	כורכר תחתון	II קורקר	אבן חול קרבונטית מלוכדת	כורכר גבעת אולגה	תצורת רמת גן

Gvirtzman et al. (1984) שנסחו את הטרמינולוגיה של יחידות חבורת הכורכר מאמצים את ההגדרות של Horowitz (1979).

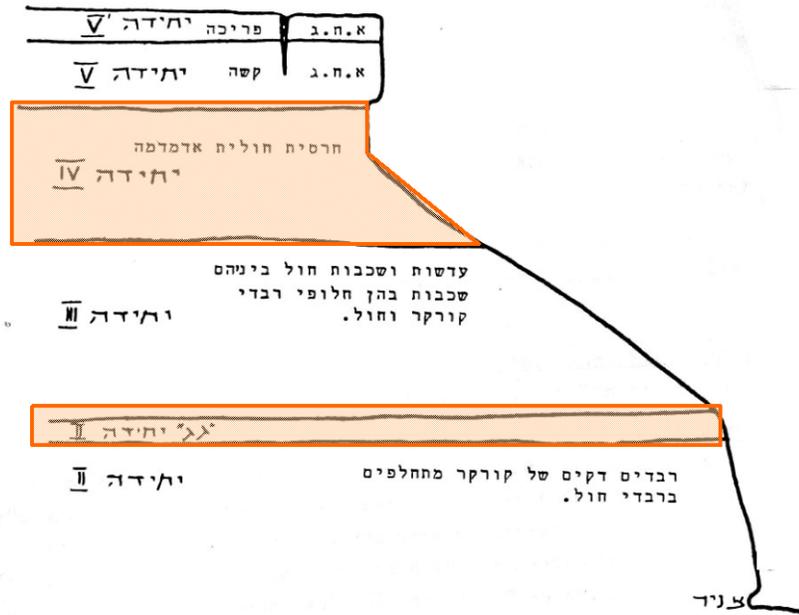
טבלה 9: שמות יחידות הסלע הנחשפות במצוק השרון

ויסמן וחייטי בעבודתם מ- בטבלה 1 לעיל 1971 מחלקים את המצוק ליחידות הגאוטכניות שלהלן:

- **יחידה II** (כורכר תחתון) – יחידה זו מופיעה בבסיס המצוק. בסיס היחידה אינו חשוף ונמצא מתחת לפני חוף הים. עובי היחידה (מעל לפני החוף) משתנה בתחום של 0÷24 מטר. היחידה מורכבת מרבדים דקים וקשים של כורכר חולי עם צמנטציה קרבונטית בעובי של כ- 0.2÷2.0 ס"מ, בחילופים עם עדשות חוליות חסרות ליכוד בעובי של 0.5÷5 ס"מ.
- מבחינה נופית היחידה יוצרת נוף מצוקי של רבדי לוחות כורכר בולטים מעבר לעדשות החול שביניהן. יחידת בסיס המצוק מושפעת מנגיסה של גלי הים – ארוזיה בבסיס המצוק והתפתחות צנירים. רסס מי הים והרוח פוגעים בליכוד העדשות החוליות (המסת קלציט) וסחיפה שלהן בארוזיה איאולית.
- **גג יחידה II** (פליאוסול - "Café au lait") – יחידה זו נמצאת מעל ליחידה II. עובי היחידה משתנה בתחום של 0÷3 מטר (עובי אופייני 1÷1.5 מ'). היחידה מורכבת מחול טיני חרסית בעל אחידות גבוהה (חמרה חומה-אפורה). המרכיב העיקרי של יחידה זו הוא חול קוורץ עם ליכוד של מינרלים חרסיתיים ומעט קרבונט.
- **יחידה III** (כורכר עליון) – יחידה זו נמצאת מעל לגג יחידה II. יחידה של חול כורכרי עד כורכר חולי. עובי היחידה משתנה בתחום של 0÷38 מטר. היחידה בעלת רמת ליכוד משתנה. ממצב של צמנטציה חזקה ועד לחול תחוח עם פלטות כורכריות. בד"כ היחידה מופיעה מעל ליחידה II אולם קיימים אזורים בהם יחידה זו מרכיבה את בסיס המצוק (יחידה II קבורה בתת-קרקע).
- **יחידה IV** (חרסית חולית אדמדמה, חמרה עליונה) – יחידה זו נמצאת מעל ליחידה III. עובי היחידה משתנה בתחום של 0÷10 מטר (עובי אופייני 1÷6 מ'). היחידה מורכבת מחרסית טינית חולית (חמרה חומה-אדמדמה). היחידה ממלאת שקעים ארוזיביים בגג יחידה III. היחידה עשירה בחרסית וטיין וחסרה כמעט באופן מוחלט מרכיב קרבונטי.
- **יחידות V ו-V'** (אבן חול גירית, קלקארניט) – שתי יחידות אלו נמצאות מעל ליחידה IV. לעתים יחידות אלו מונחות ישירות על יחידה III.
- יחידה V – אבן חול גירית קשה. ליכוד קרבונטי, צמנטציה חזקה. עובי משתנה בתחום של 0÷8 מטר.
- יחידה V' – אבן חול גירית פריכה רכה. מונחת מעל ליחידה V הקשה. עובי משתנה בתחום של 0÷1.5 מטר.

באיור להלן מוצג חתך טיפוסי סכמתי של מצוק החוף.

חתך גאוהודסי סכמותי



איור 36 : חתך טיפוסי של מצוק החוף (מעובד עפ"י מקור : ויסמן וחייטי, 1971)

3.2. פרמטרים גאוטכניים של החתך הטיפוסי

במסגרת העבודות השונות נעשה ניסיון לאפיין את הפרמטרים הגאוטכניים של היחידות הסטרטיגרפיות השונות.

חשוב להדגיש שתי נקודות בנושא הדגימה והמדידה הכמותית של פרמטרים גאוטכניים של שכבות הכורכר:

- שכבות הכורכר מגוונות בתכונותיהם וקיים בהן שוני רב. תכונות הכורכר בנקודת דגימה מסויימת אינו משקף בהכרח את התכונות בנקודה אחרת.

- נטילת מדגמים בלתי מופרים בשכבות כורכר חוליות לצורך מדידה של פרמטרים גאוטכניים במעבדה הינה משימה קשה ומורכבת ולמעשה בלתי אפשרית. חשוב להדגיש כי אמצעים שונים שננקטים לצורך שימור המדגם (כגון : הקפאה כו') עשויים לפגום בתכונותיו המקוריות.

תכונות מכאניות של מדגם בודד לא יכולות לאפיין את התנהגות המדרון אלא בעיקר תכונות המסה שלמעשה אינן ניתנות למדידה כמותית.

בהיעדר קוהזיה ו/או צמנטציה של החתך, שיפוע המצוק החופי היה צריך להתייבב בזווית השפיכה הטבעית. העובדה כי בפועל מתקבלים קטעי מצוק משמעותיים בזוויות שיפוע הגבוהות מזווית השפיכה הטבעית מצביעה בהכרח על נוכחותה של קוהזיה/צמנטציה במסת המדרון.

בטבלה להלן מוצגים הפרמטרים הגאוטכניים האופייניים כפי שהוגדרו בעבודות קודמות.

יחידה	מרכיב עיקרי	גובה אופייני [מטר]	שיפוע חזית אופייני [°]	זווית חזית פנימית (ϕ) [°]	קוהזיה [קפ"ס]
V	קלקארניט	1÷10	80÷90	38÷45	170÷600
V'					
IV	חמרה עליונה	1÷6	20÷90	35	עד 10
III	כורכר עליון	0÷38	32÷48	35÷37	
גג II	פליאוסול	1÷1.5	55÷90		
II	כורכר תחתון	0÷24	75÷90 תמיד מעל 55	35÷40	עד 30

טבלה 10 : הפרמטרים הגאוטכניים האופייניים. (המקור : ויסמן וחייטי 1971, פרת ואלמגור 1996)

יחידה	צבע	שכבה (מ')	שיפוע מהמדרונות (טבדק) (%)	מרכיבים					קוהזיה (קילו-מסקל)	זווית חזית פנימית (ϕ) (°)
				חול קוורץ (%)	חול ביוגני (%)	ליכוד קרבונטי (%)	חרסית (%)	מינרלים כבדים (%)		
חול רבד	אמר בהיר עד כהה	0-5		80 - 95	0-20	-	כמויות וניחות	כמויות וניחות	0	30 - 32
קלקארניט	צהוב לבן	0-10 בד"כ 1-5	90	10 - 40	60-90	20	1 - 3	0.5	170-600	38 - 45
חמרה עליונה	אדום, מעבר לזה	0-10 בד"כ 1-6	20-90 52% - 20-45 10% - 79-89	65 - 95	1-3	-	10 - 40	0 - 1.5	10	35
כורכר עליון	צהוב עד לבן-אמר	0-38	32-48 2% - <30 85% - 30-48 (16% - >48	30 - 90	5-10	5 - 10	1 - 2	0 - 2	0	35 - 37
פליאוסול	חיננין נחם-אמר	0-5 בד"כ 1-3	55-90	50 - 90	10-30	-	10 - 20	0.5 - 5		55 - 90
כורכר תחתון	צהוב עד לבן-אמר	0-38 נתבסס איט (חשוף)	55-90 37% = 90 35% - 75-89 14% - 55-75 (3-4% - 43-55	40 - 60	0-10	20 - 60	1 - 2	1	30	33 - 43

טבלה 11 : הפרמטרים הגאוטכניים האופייניים. (המקור : ויסמן וחייטי 1971, פרת ואלמגור 1996)

4. חלוקת רצועת החוף באזור תל אביב

להלן תיאור קטעי החוף והמצוק בתחום תל אביב: תיאור כללי, גובה, שיפוע ותצפיות מיוחדות ועדכניות (עפ"י חלוקה של עודד כץ).

מס"ד	קטע	גבול דרומי (ישראל חדשה)	אורך (ק"מ)	מורפולוגיה ¹	התערבות הנדסית ביציבות המצוק
1	תל-אביב	66402	4.7	קטע מצוק חופי בגובה 10 מ' באזור הילטון	שוברי גלים מנותקים וייצוב מצוק
2	תל-ברוך	66850	1.6	אין מצוק חופי	שובר גלים מנותק
3	צפון תל-אביב	67000	2.0	מצוק חופי רציף בגובה מעל 30 מ' בחלקו הדרומי ומספר מטרים בחלקו הצפוני. שיפועים בינוניים.	
4	חוף הצוק	67193	0.5	מצוק מקוטע בגובה עד 13 מ', שיפועים בינוניים.	
5	הרצלייה, דרום למרינה	67236	1.5	מצוק רציף בגובה עד 17 מ', שיפועים נמוכים-בינוניים.	שיפועים מצוק נמוכים קרוב למרינה ותלולים יותר דרומה

טבלה 12: קיטוע של חוף הים (בגבולות התכנית) לפי אופי המצוק החופי

* זוויות שיפועים נמוכות, בינוניות, תלולות ותלולות מאוד: $>10^{\circ}$, $10^{\circ} - 30^{\circ}$, $30^{\circ} - 40^{\circ}$ ו- $>40^{\circ}$, בהתאמה

בתחום התכנית נחשפות במצוק יחידת הכורכר העליון (יחידה III - כורכר דור) והיחידות שמעליה.

5. מודל ההרס של המצוק החופי -- גלישות ומפולות

5.1. אפשרויות חיזוי

בחלק מהעבודות שנערכו בנושא המצוק החופי נעשה ניסיון לחזות את הרס המצוק במונחים של גלישות קרקע קלאסיות כגון: גלישות לאורך מישור מעגלי (רוטציה) וכו'. גלישות כאלו ניתנות בד"כ לחישוב (וחיזוי) באמצעות מודלים הנדסיים אנליטיים והן פונקציה של גאומטריית המדרון (גובה ושיפוע חזית) והתכונות הגאוטכניות של המסה הנבדקת (זווית חיכוך פנימית וקוהזיה).

זווית החיכוך הפנימית של קרקעות חוליות היא תכונה מוכרת וידועה. גרגרי חול הם חסרי קוהזיה לחלוטין וזווית החיכוך הפנימית האופיינית להם (זווית השפיקה הטבעית) נמצאת בתחום של כ-

30° - 40° (זאת עפ"י הידוע, המוכר והמקובל בספרות המקצועית). כל קביעה של זווית חיכוך פנימית של קרקע חולית בערכים החורגים משמעותית מהתחום הנ"ל אינו נכון ובהכרח "מחביא" בתוכו פרמטר חוזק נוסף.

לעומת זווית החיכוך הניתנת להערכה בקירוב טוב, הקוהזיה (צמנטציה) היא פרמטר שלמעשה אינו ניתן לדיגום ולהערכה. במקרה של שכבות כורכריות מדובר בחוזק החומר המלכד את גרגרי החול, צמנטציה בעיקר ע"י קרבונט. במקרה של שכבות חרסיתיות הקוהזיה היא חלק מתכונות המרכיבים החרסיתיים.

לחישוב יציבות מדרונות עפ"י מודל הנדסי אנליטי דרושה קביעה של שני הפרמטרים האלו. בלעדיהם אין חישוב. ניתן להראות בחישוב שרגישות התוצאות היא בד"כ גבוהה יותר לשינויים קלים בערך הקוהזיה. לעומת זאת שינויים קלים בזווית החיכוך כמעט ואינם משפיעים על התוצאות.

פועל יוצא מהנאמר לעיל, שלמעשה בהיעדר יכולת למדוד באופן מדויק את הקוהזיה/צמנטציה, האיכות של חישובים אנליטיים המנסים לכמת ולחזות את יציבות המדרונות באמצעות מודלים הנדסיים אנליטיים היא מוגבלת.

לעניין זה חשוב לציין כי מספר חוקרים הצביעו על העובדה כי בהנחה שקיימת אחידות בפרמטרים הגאוטכניים בתוך המסה הכללית של המצוק, לפי חישובים במודלים הנדסיים קלסיים, ניתן היה לצפות להתפתחות גלישות עמוקות יותר מאלו הנצפות. העובדה כי רוב הגלישות רדודות בעומקן נמצאת בסתירה לחיזוי עפ"י החישובים ומחייבת בהכרח שינוי בהנחה לאחידות הפרמטרים הגאוטכניים במסה הכללית של המצוק. ככל הנראה, מאפייני חוזק מסת המצוק הכורכרי עולה עם העומק והמרחק מפני השטח החיצוניים. נתון זה אינו מפתיע וניתן לייחס אותו להמסת המרכיבים הקרבונטיים והירידה בצמנטציה בקרבה לפני השטח של המצוק (לעומת מסת הסלע/קרקע העמוקה יותר), המסה הנגרמת ע"י הרסס של מי הים וחדירה של מי גשמים ונגר עילי בקרבה לפני השטח של מסת הסלע.

בתנאים של גאומטריית כשל ידועה (לדוגמא: צלקת של גלישה) ניתן בחישוב לאחור (back calculation) לשחזר את הפרמטרים הגאוטכניים הממוצעים של הגלישה אולם זה כלל לא ברור (טריוויאל) ליחס את הפרמטרים הנ"ל לקטעי מצוק אחרים.

יתרה מזאת, חשוב לזכור שבמקרה של מצוק החוף מדובר במדרון הנמצא במצב של שיווי משקל דינמי (שיווי משקל רופף). לאורך רוב קטעיו, המצוק נמצא בקירוב במקדם ביטחון 1 הנתון באופן מתמיד לשינויים עקב החשיפה לכוחות וגורמים חיצוניים המשפיעים עליו. שינוי באחד הגורמים (ולו שינוי קל) מעביר קטע נתון ממצב יציב למצב לא יציב (הרס) ובעקבות כך נוצרת גלישה מקומית והתייצבות זמנית עד להתפתחות שינויים מורפולוגיים מחדש.

ברור לחלוטין כי לו ניתן היה לקבע את בוהן המצוק, היה המצוק ממשיך בתהליך התאמת הגאומטריה שלו ע"י גלישות מקומיות ושינויים נוספים עד להתייצבות השיפוע בתחום היציב. הרחקה אופקית של ראש המצוק מזרחה עד לקבלת השיפוע היציב.

היכולת לחזות כשל על בסיס פרמטרים שחושבו בחישוב לאחור מוגבלת. כן ניתן, במגבלות הבנת שלביות הכשל (כפי שתואר בהמשך) להצביע על:

- קטעים בהם קיימת סבירות גבוהה יותר או נמוכה פחות להתפתחות כשלים וזאת כפונקציה של גובה המצוק, שיפועו, החתך הסטרטיגרפי והמרחק מהים (כפי שבא לידי ביטוי במודל שהוכן ע"י עודד כץ).
- הערכת נפחי גלישה על בסיס תצפיתי בקטעים שונים.
- הערכת קצבי נסיגה על בסיס ניתוח לאחור של תצלומי אוויר בקטעים השונים.

5.2. מודל הכשל הטיפוסי – על בסיס התצפית

בתחום התכנית צפויים כשלי יציבות כדלקמן:

גלישות רדודות ביחידה III – היחידה החולית כורכרית מאופיינת בשטח בד"כ במורפולוגיה משופעת הנמצאת בקירוב בזווית השפיכה ואולי מעט תלולה יותר עקב המצאות מרכיבים קוהזיביים. בקטעי חוף אחרים מיקום בסיס השיפוע נקבע בדרך כלל ע"י מיקום חזית שכבת ה"קפה או-לה". נסיגה בשכבת ה"קפה או-לה" גורמת כמעט באופן מיידי לגלישה רדודה ביחידה III עד להתייצבות לפי זווית השפיכה.

בתחום התכנית יחידת ה"קפה או-לה" (יחידה II) אינה חשופה ולכן שיפוע המדרון נקבע בעיקרו ע"י התכונות המפורטות בסעיף 2.3 ונמצא במצב של שוו"מ דינמי המוכתב בעיקרו ע"י ארוזיה של בוחן המדרון (למשל ע"י תקיפה משמעותית של גלי הים, חפירה בבסיס המדרון בסמוך לגדר וכו')

ארוזיה ובליה ביחידה IV – מעל ליחידה III נמצאת לעתים יחידה IV המאופיינת במרכיב קוהזיבי משמעותי. ביחידה זו המרכיב העיקרי לנסיגה זו ארוזיה באמצעות נגר עילי וכמובן שינויים ביחידה III שמתחתיה. בגלל הרכבה, השכבה מאופיינת בשינויים משמעותיים בזווית שיפוע החזית ממצבים תת-אנכיים ועד לשיפויים מתונים של מצב שפיכה טבעית ואף נמוך מכך.

5.3. גורמי כשל

להלן ריכוז הגורמים המשפיעים על נסיגת המצוק לפי מידת השפעתם.

גלי הים – הגורם המשמעותי ביותר המכתיב את התפתחות נסיגת המצוק היא הארוזיה הנגרמת ע"י גלי הים. בשלב הראשון נגיסה בבסיס המצוק ובהמשך בעקבות מפולת הצוברת חומר על החוף, סילוק ערימות השפך וחזרה על תהליך הנגיסה בבסיס המצוק מחדש. עיקר הפעולה מתרחש במהלך סערות המאפשרות לאנרגית הגלים להכות בחוף המרוחק מקו המים ובבסיס המצוק. חשוב לציין שברוב המחקרים שפורסמו בנושא יציבות המצוק החופי, מצויינת השפעת גלי הים כגורם המשמעותי ביותר בפעולת הארוזיה ושינוי פני המצוק.

ארוזיית נגר עילי ועירוץ – גורם משמעותי נוסף לנזקים במצוק החופי הוא נגר עילי המגיע מהאזורים שממזרח למצוק. עירוץ ומיחתור לאחור יוצרים נזקים ישירים במעלה אגן הניקוז ללא קשר ותלות בשינויים של חזית המצוק החופי.

מאחר וכיוון הניקוז הכללי הוא ממזרח למערב, קיימים מספר אגני ניקוז שלאורך השנים חרצו את המצוק ממזרח למערב בצורה משמעותית תוך כדי גרימת נזקים לתשתיות הנמצאות בשטחים שמאחורי מעלה המצוק, לדוגמא: באזור קיבוץ געש, במגרש הפעילויות ועוד. פתרונות הנדסיים מקומיים להגנה מפני ארוזיה וטיפול בנזקים שכבר נגרמו, הוכחו כלא מספקים ומהווים בדרך כלל פתרונות זמניים הנעקפים כעבור זמן מסויים ע"י חירוץ נוסף המתפתח בצד.

בעיות הנגר העילי ניתנות למיפוי נקודתי מבחינת גודל אגן הניקוז והיקף הבעיה.

ייבוש והרטבה של פני המצוק – לגורם זה קיימת משמעות מסויימת בפגיעה בצמנטציה/ליכוד של מסת הסלע ובערעור המרקם הרציף. אחד הסימנים להשפעת גורם זה הן דווקא הגלישות הרדודות ולא עמוקות המצביעות על פרמטרי חוזק נמוכים יותר בסמיכות לחזית המצוק לעומת החלקים העמוקים שאינם נחשפים לתהליכים אלו בצורה משמעותית.

חלחול במצוק – בעבודות ספורות עלה נושא חלחול מים מהחלקים העליונים שבגב המצוק כגורם שעשוי להשפיע ולזרז ארוזיה של המצוק החופי. ככל שניתן לבדוק נושא זה, לא נמצאו סימנים המצביעים על היות גורם זה משמעותי בשינויים החלים בחזית המצוק.

5.4. גלישות מזרון – אנליזה לעומת תצפית

כפי שנאמר כבר קודם, קיים קושי רב בחיזוי נסיגת המצוק לפי מודלים אנליטיים.

למרות שבמספר עבודות הוצגו דוגמאות שבאו לאשש כביכול את יכולת החיזוי באמצעות מודלים אנליטיים (כשלים שאירעו במקומות בהם הצביעו על סיכון גבוה למפולת), הגדרת סיכון באמצעות כלים הנדסיים אנליטיים היא מוגבלת ביותר ועלולה להוביל לשמרנות יתר בקביעת אזורי הסיכון וכנגזרת מכך, קבלת החלטות שגויות ברמת המדיניות.

לבעיות המורכבות בהערכת הפרמטרים הגאוטכניים של מסת המצוק יש להוסיף את חוסר היכולת לדגום את הפרמטרים בעומק המסה (שבודאי שונים באופן משמעותי מהפרמטרים בחלקים הסמוכים לפני השטח), שינויים בשיפוע ועובי שכבות (האם בכלל לשיפוע השכבות יש במקרה הנדון משמעות. כלל לא ודאי. אולי כן ואולי לא).

למעשה ברמה אזורית, לא קיימים כלים אנליטיים מתאימים לחיזוי אזורי סיכון לכן קביעת רמת הסיכון צריכה להיעשות באמצעות כלים אחרים כאשר הכלי המרכזי הוא "העבר - מפתח לעתיד" תוך שקלול השינויים המורפולוגיים והאורבניים שאירעו במהלך השנים, שינויים מהמצב הטבעי עד למצב המבונה בראש המצוק.

6. חיזוי וטיפול בכשל – שיקולים שונים

על-פי הנתונים הקיימים, המצוק נמצא בנסיגה מבוקרת ע"י תהליכים טבעיים בעיקרם, בקצבים המאפיינים כל קטע מהמצוק בהתאם למאפייניו הגאוטכניים והם נאמדים בתחום שבין סנטימטרים בודדים לכ-20-50 ס"מ בשנה. כפי שנאמר כבר קודם, קיים קושי רב בחיזוי נסיגת המצוק לפי מודלים אנליטיים.

למרות שבמספר עבודות הוצגו דוגמאות שבאו לאשש כביכול את יכולת החיזוי באמצעות מודלים אנליטיים (הצביעו על כשלים שאירעו במקומות בהם המודלים האנליטיים צפו פוטנציאל גבוה למפולת), הרי שלדעת כותב פרק זה היכולת להצביע לכאורה על סיכון באמצעות כלים הנדסיים אנליטיים היא מוגבלת ביותר ועלולה להוביל לשמרנות יתר בקביעת אזורי הסיכון וכנגזרת מכך, קבלת החלטות שגויות ברמת המדיניות.

למורכבות ולבעייתיות שבהערכת הפרמטרים הגאוטכניים של מסת המצוק יש להוסיף את חוסר היכולת לדגום את הפרמטרים בעומק המסה (שבודאי שונים באופן משמעותי מהפרמטרים בחלקים הסמוכים לפני השטח), שינויים בשיפוע הנטייה של שכבות הקרקע ועוביין (האם בכלל לשיפוע השכבות יש במקרה הנדון משמעות. כלל לא ודאי. אולי כן ואולי לא).

ניתוח בעיות אזוריות המושפעות מנתונים מקומיים נקודתיים אינו צריך להיעשות באמצעות אנליזות חישוב יציבות מדרונות, וכנגד זה יש להשתמש בכלים אחרים.

הערכת קצב נסיגת המצוק מתצלומי אוויר – "העבר - מפתח לעתיד" הנו כלי חשוב ומרכזי. חשוב להדגיש בנקודה זו שבהיעדר טיפול הנדסי – ברמה המיידית, ייצוב בוחן המצוק – הקצב שהיה הוא בקירוב הקצב שיהיה ואנו צפויים לאורך זמן להמשך נסיגת המצוק בכל המקטעים.

זיהוי אזורים בעלי פוטנציאל כשל כפונקציה של החתך הסטרטיגרפי-גאוטכני – בנתונים הקיימים, ניתן לזהות אזורים בעייתיים כפונקציה של גובה המצוק, שיפוע ממוצע, הרכב יחידות גאוטכניות ומרחק מהים.

שמירה על בוחן המצוק – עפ"י התרשמות ראשונית לא קיימים בתחום התכנית אזורים בהם בוחן המדרון מותקפת בצורה משמעותית ע"י הים. הגורם העיקרי לכך הם סלעי החוף הנמצאים במרחק של כ-20 מ' מערבה ומכתיבים את גובה ושיפוע החוף כך שלא מתרחשת חתירה מתמדת בבוחן המצוק. שימור סלעי החוף בקטע הנ"ל הינו קריטי לשמירה על מצב של steady state יחסי של המצוק.

יש להביא בחשבון שגם במצב של ייצוב בוחן המצוק, עדיין צפויה נסיגה מסויימת בחלקים העליונים של המדרון עד להתייצבות שיפוע בעל מקדם ביטחון יציב. בנקודה זו, ניתן לנתח כל מקטע בהתאם למבנה המצוק ולהעריך מה יהיה קו הנסיגה האחורי (של החלק העליון של המצוק) שמעבר לו תישמר יציבות לאורך זמן ולא צפויים סיכונים משמעותיים לשינויי במבנה השטח.

ייצוב המצוק למקדם ביטחון הנדסי – מצוקים טבעיים נמצאים במקדם ביטחון הגדול במקצת מ-1. במצב זה הם נשמרים יציבים לאורך זמן אם לא מתרחשות הפרעות כגון: ארוזיה, רעידת אדמה וכד'. ככל שהזמן עובר ופגעי טבע חמורים יותר מתרחשים, המצוק משתנה ובד"כ מתייצב במקדם ביטחון מעט גבוה יותר, אולם בפירוש לא מקדם ביטחון הנדרש עפ"י כלים הנדסיים.

יש להביא בחשבון שבמקומות בהם קיימת דרישה שהמצוק יענה לקריטריונים הנדסיים מלאים (חתומת מהנדס המאשרת את יציבותו המלאה של המצוק מעתה ועד עולם), ברוב המקרים תוביל דרישה כנ"ל לצורך בטיפול הנדסי מחמיר בעלות הנדסית גבוהה.

לדעת הח"מ, הגישה הנכונה לטיפול צריכה להיות שמירה על מרווחי בטיחות תקינים בבסיס וראש המצוק לשמירה על בטיחות הציבור ונגיעה מינימלית בתהליכים הטבעיים, נגיעה הנדסית רק בנקודות המתחייבות משיקולי שימור טופוגרפיה ושטחי תכנית.

טיפול הנדסי מנותק מדרון (כדוגמת שוברי גלים מנותקים) – פתרונות כאלה צפויים להשפיע בשלב הראשון על ייצוב חדש של מורפולוגיית החוף וע"י כך הרחקה של אנרגיית הגלים מבוהן המצוק. מדובר בתהליך ארוך זמן והוא חסר השפעה מיידית על המצוק. בהיעדר טיפול ישיר בבוהן המצוק, יש להביא בחשבון שגם אם תורחב רצועת החוף, עדיין צפויים שינויים בבוהן המצוק עד להתייצבותה מול תנאי החוף החדש.

החוף החולי בבסיס המצוק נמצא במצב שיווי משקל דינמי – בפתרונות הנדסיים המטפלים במצוק בלבד יש לשים לב כי הקרקע הנמוכה בסמיכות לבסיס המצוק נמצאת במצב שיווי משקל דינמי. שיפוע פני החוף הוא תוצאה (זמנית) הנקבעת ע"י המאזן שבין תהליכי אספקת החול לחוף (חלקם מהמצוק) לתהליכי הסחיפה וסילוק (בעיקר ע"י הים).

מניעת ארוזיה מהמצוק (מטרה חשובה בפני עצמה) באמצעות מחסום מלאכותי (לדוגמה קיר) גורמת לשינוי במאזן שבין המקורות לכוחות הסילוק.

הפחתה במקורות גורמת לירידה בשיפוע החוף החולי וכתוצאה מכך להנמכת פני החוף בסמיכות לבסיס המחסום המלאכותי – ראו מצב הקיר בחוף שמתחת למלון גני הים התיכון בנתניה.

מסקנה: בתכנון מבנים תומכים צריך לשקול לא רק את תרומת המבנה התומך ליציבות המצוק במעלה אלא גם להשלכותיו לגבי החוף במורד.

פתרונות הנדסיים לטיפול במצוק ובקרבתו לעומת טיפול מרוחק – טיפול קרוב מנסה לבחון את הבעיה ההנדסית ולחסום אותה במקום התהוותה. אין הרחקה של גורמי נזק אלא התמודדות הנדסית ישירה אתם בסמיכות למצוק (טיפול בסימפטומים ולא בגורמים). לדוגמה, פתרונות תימוך כאלה או אחרים בבסיס המצוק, או קיר מגן לגלים.

טיפול רחוק מנסה לבחון את הבעיה ההנדסית בצורה שונה ולהרחיק את גורמי הנזק מהמצוק ומהחוף שבבסיסו. לדוגמה, דורבן לשבירת גלים בתוך הים.

צריכה להיבחן העלות של כל אחד מהפתרונות, צריכה להיות העדפה לפתרונות של "שגר ושכח" לעומת פתרונות המחייבים תחזוקה תקופתית.

טיפול בבעיות נגר הגורם לחריצה של המצוק – מומלץ לטפל בגורמים תוך הכוונה מסודרת של נגר.

7. עקרונות לטיפול

- א. קיבוע בוחן המצוק באמצעות אלמנט הנדסי כל שהוא להגנה מאנרגיית הגלים – קיר מגן, שקים וכד'. החסרון המרכזי של פתרון זה הוא בתפיסת רצועת חוף וביצירת מגבלה ארכיטקטונית-פונקציונלית לרצף חופי בין המצוק לקו המים.
- ב. הורדת האנרגיות של הים מבסיס המצוק. האלמנט ההנדסי שישמור על הבוהן - יהיה אשר יהיה - לא יתפקד ולא ישרוד לאורך זמן, ויחייב תחזוקה ברמה גבוהה אלא רק אם תבוצע במקביל הגנה חופית שתבטיח הרחבת החוף החולי והורדת האנרגיה של הים בעת סערות == < פתרון שוברי הגלים למיניהם.
- ג. אין הכרח בפינוי הטאלוסים שיווצרו בבסיס הבוהן (אלא רק אם הם מהווים הפרעה כלשהי). דווקא הצטברות טאלוסים שיתייצבו לאורך זמן תבטיח יותר את הבוהן. טאלוסים בד"כ מתייצבים במצב שהוא כבר שיווי משקל ולכן הסרתם עלולה לגרום להמשך תהליכים ארוזיביים. תהליך התייצבות הטאלוסים יכול להיות מלווה בתכנון אדריכלי נופי מתאים.
- ד. יש לנטר את תהליכי נגר וארוזיה ממזרח למערב. כולל מתקנים הנדסיים כמו מגלשים וכו' שמכוונים נגר באופן מבוקר.

8. חלוקת המדרון למקטעים (מדרום לצפון)

באופן גס ניתן לחלק את רצועת המדרון שבתחום התכנית לחמישה מקטעים כדלקמן:

8.1. המדרון הדרומי

מצפון לחוף תל ברוך (בקירוב קו רוחב 670160) ועד אגן הארוזיה הדרומי (שמדרום לגבעת האלחוט, בקירוב קו רוחב 670530).

בקטע הנדון גובה המדרון נמצא בתחום של כ-13-23 מטר מעל לחוף. שיפוע אופייני כללי של כל גובה המדרון כ-35°-40° (מקסימום 45°). מקומית, בתחום החלק העליון של המדרון קיימות צלקות גלישה בגובה של עד כ-3-5 מטר בשיפוע של עד כ-55°.

במקטע זה לא קיימים ערוצי ניקוז היורדים מגב האתר מערבה ועיקר הארוזיה במדרון היא כתוצאה מנגר ישיר על המדרון או מאגני ניקוז קטנים הקיימים בסמיכות לראש המדרון.



תמונה 12 : המדרון הדרומי

8.2. אגן הארוזיה הדרומי

בין המדרון הדרומי לגבעת האלחוט (בקירוב בין קו רוחב 670530 ל- 670680).

בקטע הנדון קיימת מערכת ערוצים חלקם טבעיים וחלקם מלאכותיים (פריצות דרכי רכב) היורדים עד לחוף. המורפולוגיה הנופית גבעית. בקטע הנדון מול החוף אין מדרון.



תמונה 13 : אגן הארוזיה הדרומי

8.3. מדרון גבעת האלחוט

מצפון למפעל הארוזיה הדרומי (בקירוב קו רוחב 670680) ועד אגן הארוזיה שמצפון (בקירוב קו רוחב 670960).

המדרון בקטע הנדון הוא הגבוה ביותר בתחום האתר ומתנשא לגובה של עד כ- 37 מטר מעל פני הים. שיפוע אופייני כללי של כל גובה המדרון כ- 45° - 40° . מקומית, בתחום החלק העליון של המדרון קיימות צלקות גלישה בגובה של עד כ- 6-8 מטר בשיפוע של עד כ- 55° .

במקטע זה לא קיימים ערוצי ניקוז היורדים מגב האתר מערבה ועיקר הארוזיה במדרון היא כתוצאה מנגר ישיר על המדרון. בחלק הדרומי קיים אגן ניקוז מקומי היוצר ערוץ.



תמונה 14 : מדרון גבעת האלחוט

8.4. אגן הארוזיה הצפוני

מצפון לגבעת האלחוט (בקירוב בין קו רוחב 670960 ל- 671240)

בקטע הנדון קיימת סדרה של כ-6-7 ערוצים נפרדים הקולטים את מי הנגר משטח "האופנועים" שממזרח. הערוצים בעיקרם טבעיים אולם גם כאן הם משמשים בחלקם כנתיב ירידה לחוף לכלי רכב 4X4.

בקטע הנדון גובה המדרון נמצא בתחום של כ- 10-15 מטר מעל לחוף. שיפוע אופייני כללי של כל גובה המדרון מתון כ- 35° - 40° (מקסימום 45°).

מערכת ערוצים חלקם טבעיים וחלקם מלאכותיים (פריצות דרכי רכב) היורדים עד לחוף. המורפולוגיה הנופית גבעית. בקטע הנדון מול החוף אין מדרון.



תמונה 15 : אגן הארוזיה הצפוני

8.5. המדרון הצפוני

מצפון לחוף תל ברוך (בקירוב קו רוחב 671240) ועד מפער הארוזיה הדרומי (שמדרום לגבעת האלחוט, בקירוב קו רוחב 670530).

בקטע הנדון גובה המדרון נמצא בתחום של כ-13-23 מ' מעל לחוף. שיפוע אופייני כללי של כל גובה המדרון כ- 35° - 40° (מקסימום 45°). מקומית, בתחום החלק העליון של המדרון קיימות צלקות גלישה בגובה של עד כ-3-5 מ' בשיפוע של עד כ- 55° . במקטע זה לא קיימים ערוצי ניקוז היורדים מגב האתר מערבה ועיקר הארוזיה במדרון היא כתוצאה מנגר ישיר על המדרון או מאגני ניקוז קטנים הקיימים בסמיכות לראש המדרון.



תמונה 16 : המדרון הצפוני

9. שיפועי המדרונות

- זווית השיפוע האופיינית של המדרונות היא בתחום של כ- 35-45 מעלות.
- המדרונות מתייצבים בעצמם בזווית שיפוע טבעית. במונחים הנדסיים המשמעות היא שמקדם הביטחון של המדרונות גדול ולו במעט מ-1 (בהנדסה, יציבות = מקדם ביטחון גדול מ-1. מקדם ביטחון קטן מ-1 משמעותו מצב לא יציב).
- זווית השיפוע המפורטות לעיל מצביעות על כך שמסת הקרקע/סלע המרכיבה את המדרונות מכילה מרכיב התורם לחוזק מסת הקרקע/סלע = קוהזיה/חומר מלכד (זאת בנוסף לזווית החיכוך הפנימית). מרכיב זה מאפשר למדרונות להתייצב בזוויות תלולות מזווית השפיקה הטבעית של הגרגרים בלבד (זווית שפיקה של חול נקי היא בסביבות 30°).
- פגיעה במרכיב הקוהזיה/החומר המלכד (למשל ע"י הרטבה משמעותית או תהליכי ייבוש והרטבה מחזוריים) מחלישה את החוזק הכללי של מסת הקרקע וצפויה להתבטא בגלישות מדרון רדודות. על תהליך זה אין לנו שליטה ויכולת להשפיע.
- באופן אחר, כל הסרה של חומר בבסיס המדרון מגדילה את זווית השיפוע של המדרון (= מורידה את מקדם הביטחון מתחת ל-1). התהליך הטבעי כדי לחזור ולהתייצב במקדם ביטחון גדול מ-1 הוא באמצעות גלישות רדודות חדשות הממתנות את זווית השיפוע למצבה הקודם. התערבות הנדסית יכולה להשפיע במידה מסויימת על תהליך זה.
- למעשה, המדרונות נמצאים במצב של שיווי משקל עדין (דינמי). כל ירידה במקדם הביטחון מובילה לפגיעה בשיווי המשקל ולהתפתחות גלישות רדודות מקומיות עד להתייצבות טבעית חדשה במקדם הביטחון היציב.
- מדובר בתהליך טבעי שההתערבות בו צריכה להיות מאד שקולה וזהירה, במיוחד כאשר יש כוונה לשמר נוף טבעי ככל הניתן.



תמונה 17 : גלישה רדודה

10. ארוזיה ובליה

- הגאוגרפיה והטופוגרפיה האזורית מכתיבים שכיוון הנגר הכללי באזור הוא ממזרח למערב. הנגר גורם לחירוף ועירוף של המדרונות.
- עירוף ומחתור (Piping) לאחור יוצרים נזקים ישירים במעלה אגן הניקוז ללא קשר ותלות בשינויים של חזית המדרון החופי. תופעות המחתור אופייניות במיוחד לקרקעות כדוגמת חמרה וכו'.
- בתחום התכנית קיימים שני אגנים מרכזיים (שתוארו לעיל) הנמצאים ממזרח לקו המדרון החופי וחוצים אותו. אגנים אלו הנם תוצר של ארוזיה ארוכת שנים, ייתכן שחלקה כתוצאה מכרייה לא מבוקרת של חול וכורכר בשוליים האחוריים של המדרון החופי (השוליים המערביים של המרזבה).
- העירוף של אגנים אלו גרם לסחיפה וארוזיה משמעותיים של קרקע עד כדי מחיקת המדרון באזור בו הערוצים נפתחים לחוף הים. ביטוי לכמויות הסחף ניתן לראות על החוף וגם בעירום הנוצר כנגד גדר הביטחון שלאורך החוף.
- חלחול במדרון – במספר עבודות עלה נושא חלחול מים מהחלקים העליונים שבגב המדרון כגורם שעשוי להשפיע ולזרז ארוזיה של המדרון החופי. ככל שניתן לבדוק נושא זה, לא נמצאו סימנים המצביעים על היות גורם זה משמעותי בשינויים החלים בחזית המדרון. בתחום האתר לא אובחנו סימני נביעות העשויים להצביע על תהליך כנייל.



תמונה 18 : נזקי נגר



תמונה 19 : התפתחות עירוץ בראש המדרון

11. בסיס המדרון

- על-פי תכניות המדידה, גובה בסיס המדרון נמצא בקירוב ברום +2. שיפוע החוף נמצא באופן קבוע בתחום של כ- 1 אנכי ל- 10-15 אופקי.
- הנושא המרכזי בחשיבותו בעניין המדרון הוא בראש ובראשונה שמירה על בסיס המדרון ("הבוהן") – ה"אויב" מספר אחד בהקשר זה הם גלי הים ואנרגיית גלים המגיעה בסערות עד לבסיס המדרון וסוחפת ומסירה חומר בלית מבסיס המדרון.
- חשוב לציין שברוב המחקרים שפורסמו בנושא יציבות המדרון החופי מצויינת השפעת גלי הים כגורם המשמעותי ביותר בפעולת הארוזיה ושינוי פני המדרון.
- הסרת חומר מבסיס המדרון מאיצה ומחדשת את תהליך הארוזיה בחלקים שמעל.
- תרומה חשובה מאד קיימת לטבלאות הגידוד (Beach rock) הנמצאים במרחק של כ-20 מטר מערבה, לאורך קו הגאות והשפל. טבלאות הגידוד מבטיחות שמירה על שיפוע קבוע בין קו המים לבסיס המדרון ושבשום מקרה לא יהיו שינויים משמעותיים במפלס החול בחוף. ליציבות מפלסי החוף יש תרומה משמעותית בשמירה על יציבות בסיס המדרון.

12. ראש המדרון

- הנסיגה של ראש המדרון מוכתבת ע"י תהליכי נגר של ניקוז מערבה וע"י גלישות רדודות שהן תולדה של הסרת חומר מבסיס המדרון.
- יש להביא בחשבון שגם במצב של ייצוב בסיס המדרון, עדיין צפויה נסיגה מסויימת בחלקים העליונים של המדרון עד להתייצבות שיפוע בעל מקדם ביטחון יציב.

13. מסקנות, המלצות ראשוניות ועקרונות לתכנון

לא אובחנו אזורים המחייבים התערבות הנדסית מיידית לייצוב מדרונות. עפ"י הנתונים הקיימים, המדרון נמצא בנסיגה מבוקרת ע"י תהליכים טבעיים בעיקרם. הנסיגה הממופה של גג המצוק מאז 1945 בחלקו הצפוני של מקטע תל אביב מגיעה לפחות מ-10 מ', והקצב הממוצע הוא 0.08 מ' בשנה. בשיפועי המדרון הקיימים והרכב המדרון, לא צפויות גלישות מסה משמעותיות (מישור גלישה עמוק, נפח גלישה גדול), אלא רק גלישות רדודות הקרובות לפני השטח. המדרונות מתייצבים בעצמם בזווית שיפוע טבעית.

- מומלץ להימנע מהסרת חומר בלית מבסיס המדרונות.
- מומלץ להימנע מהסרה מלאכותית של ערימות חומר בלית שגלש במורד. ככלל, יש להביא בחשבון שכל התערבות הנדסית צריכה להיות שקולה וזהירה, במיוחד כאשר יש כוונה לשמר נוף טבעי (למשל: הניסיון מלמד שבמקרים רבים בנייה של מבנים תומכים בבסיס המדרון לא בהכרח פותרת את בעיית ייצוב המדרון).
- חשיבות רבה יש לשימור הסלע החופי המבטיח שימור זווית שיפוע קבועה של החוף החולי בין בסיס המדרון לקו המים.
- בהיעדר הגנה חופית מכיוון הים לריסון גלי סערה, יש להביא בחשבון שבעת סערות חומר בלית מדרונות שהצטבר בבסיס המדרון יוסר, ובעקבות כך צפויות גלישות רדודות במדרון.
- במסגרת תכנית השצ"פ מומלץ לנתב את הנגר/הניקוז העילי לתחום אגני הניקוז הקיימים ולמנוע התפתחות אגני ניקוז חדשים שיביאו לחתירה ופגיעה במדרון.
- באזורי נגר צפוי להימשך עירוף ויש לנקוט באמצעים הנדסיים לצמצום הנזקים.
- נושאי בטיחות יטופלו נקודתית עפ"י התקדמות התכנון ומיקום שבילים ושטחים למעבר אנשים.
- יש לטפל בבעיות נגר הגורם לחריצה של החלק העליון של המדרון ע"י שינוי כיווני זרימה. מומלץ לטפל בגורמים תוך הכוונה מסודרת של נגר.

13.1 קווים מנחים לתכנון

הנושא המרכזי בחשיבותו בעניין המדרון הוא בראש ובראשונה שמירה על בסיס המדרון ("הבוהן") – ה"אויב" מספר אחד בהקשר זה הם גלי הים ואנרגיית גלים המגיעה בסערות עד לבסיס המדרון וסוחפת ומסירה חומר בלית מבסיס המדרון. לקיבוע בוהן המצוק באמצעות אלמנט הנדסי כל שהוא להגנה מאנרגיית הגלים (קיר מגן, שקים וכדו'), חסרון משמעותי בשל תפיסת רצועת חוף ויצירת מגבלה ארכיטקטונית-פונקציונלית לרצף חופי בין המצוק לקו המים.

שמירה על בסיס המדרון חייבת להיות מלווה בהורדת האנרגיות של הים מבסיס המצוק. האלמנט ההנדסי שישמור על הבוהן לא יתפקד וישרוד לאורך זמן ויחייב תחזוקה ברמה גבוהה, אם לא תבוצע במקביל הגנה

חופית שתבטיח הרחבת החוף החולי והורדת האנרגיה של הים בעת סערות (שוברי גלים). בהיעדר הגנה חופית מכיוון הים לריסון גלי סערה, יש להביא בחשבון שבעת סערות חומר בלית מדרונות שהצטבר בבסיס המדרון יוסר, ובעקבות כך צפויות גלישות רדודות במדרון.

המדרונות נמצאים במצב של שיווי משקל עדין (דינמי). כל ירידה במקדם הביטחון מובילה לפגיעה בשיווי המשקל ולהתפתחות גלישות רדודות מקומיות עד להתייצבות טבעית חדשה במקדם הביטחון היציב. מדובר בתהליך טבעי שההתערבות בו צריכה להיות מאד שקולה וזהירה, במיוחד כאשר יש כוונה לשמר נוף טבעי ככל הניתן. אין הכרח בפינוי הטאלוסים שיווצרו בבסיס הבהון. להיפך, הצטברות טאלוסים שיתייצבו לאורך זמן תבטיח את יציבות הבהון והמדרון. תהליך התייצבות הטאלוסים יכול להיות מלווה בתכנון אדריכלי נופי מתאים. מומלץ להימנע מהסרת חומר בלית מבסיס המדרונות ולהימנע מהסרה מלאכותית של ערימות חומר בלית שגלש במורד. ככלל, יש להביא בחשבון שכל התערבות הנדסית צריכה להיות שקולה וזהירה, במיוחד כאשר יש כוונה לשמר נוף טבעי.

הגאוגרפיה והטופוגרפיה האזוריים מכתבים שכיוון הנגר הכללי באזור הוא ממזרח למערב. הנגר גורם לחירוף ועירוף של המדרונות. בתחום התכנית קיימים שני אגנים מרכזיים (שתוארו לעיל) הנמצאים ממזרח לקו המדרון החופי וחוצים אותו. אגנים אלו הנם תוצר של ארוזיה ארוכת שנים, ייתכן שחלקה כתוצאה מכרייה לא מבוקרת של חול וכורכר בשוליים האחוריים של המדרון החופי (השוליים המערביים של המרזבה). העירוף של אגנים אלו גרם לסחיפה וארוזיה משמעותיים של קרקע עד כדי מחיקת המדרון באזור בו הערוצים נפתחים לחוף הים. ביטוי לכמויות הסחף ניתן לראות על החוף וגם בעירום הנוצר כנגד גדר הביטחון שלאורך החוף. יש לנטר את תהליכי נגר וארוזיה ממזרח למערב. כולל מתקנים הנדסיים כמו מגלשים וכו' שמכוונים נגר באופן מבוקר. במסגרת תכנית השצ"פ מומלץ לנתב את הנגר/הניקוז העילי לתחום אגני הניקוז הקיימים ולמנוע התפתחות אגני ניקוז חדשים שיביאו לחתירה ופגיעה במדרון. באזורי נגר צפוי להימשך עירוף ויש לנקוט באמצעים הנדסיים לצמצום הנזקים. יש לטפל בבעיות נגר הגורם לחריצה של החלק העליון של המדרון ע"י שינויי כיוני זרימה. מומלץ לטפל בגורמים תוך הכוונה מסודרת של נגר.

קיימת תרומה חשובה מאד לסלעי החוף (Beach rock) הנמצאות במרחק של כ-20 מ' מערבה מבסיס המצוק, לאורך קו הגאות והשפל. סלעי החוף מבטיחים שמירה על שיפוע קבוע בין קו המים לבסיס המדרון ושבושם מקרה לא יהיו שינויים משמעותיים במפלס החול בחוף. ליציבות מפלסי החוף יש תרומה משמעותית בשמירה על יציבות בסיס המדרון. חשיבות רבה יש לשימור הסלע החופי המבטיח שימור זווית שיפוע קבועה של החוף החולי בין בסיס המדרון לקו המים.

נושאי בטיחות יטופלו נקודתית עפ"י התקדמות התכנון ומיקום שבילים ושטחים למעבר אנשים.

שמירת משאב החול והמגוון הביולוגי
דני עמיר – תכנון סביבתי

1. כללי

החול הטבעי באזור החוף הוגדר כבר לפני שנים כמשאב במחסור וכרייתו הופסקה. הפסקת הכרייה והסטת השימוש לחול מחצבה ייקרה מאוד את העלות הכלכלית של החול. עלות זו עומדת כיום על כ- 50 ₪ לטון חול דיונה. הבנייה המתוכננת בצפון-מערב תל אביב (תא/3700) תתבצע באזור חולי. חפירת מרתפי חניה, פיתוח שטחים ציבוריים ועבודות פילוס והסדרת ניקוז צפויים ליצור עודפי חפירה גדולים של חול יקר.

אגירת עודפי החול נדרשת למימוש המטרות הבאות:

1. שימוש עתידי אפשרי במשאב החול להרחבת חופים והגנה על המצוק.
2. שימוש עתידי אפשרי למילוי שרולי חול גאוטכניים לשימוש כשוברי גלים מטובעים.
3. שימוש בחול למילוי אזורים מופרים וחפורים בפארק החוף ובמדרון המצוק, כחלק מתכנון עתידי של הפארק.
4. שימור והעצמת המגוון הביולוגי של הצומח החופי בפארק החוף.

התועלות המרכזיות מהקמת מאגרי חול מעבודות הפיתוח:

1. **מגוון ביולוגי** - איסוף ושמירת שכבת החול העליונה מאזורים המיועדים לבינוי שהם בעלי ערכיות טבעית גבוהה מבחינת הצומח. שכבת חול זו המכילה את זרעי המינים האופייניים לאזור תפוזר בפארק החוף באזורים מופרים המיועדים לשיקום.
2. **חומר להרחבת חופים** - הרחבת חופים באמצעות שוברי גלים מסוגים שונים לצורך הגנה על החופים והגנה על מצוק החוף הנה אחת החלופות בתכנון העתידי של חופי צפון ת"א. הרחבת חופים תחייב מילוי חול ממקור יבשתי. במידה שתיבחר חלופה של הרחבת חופים, משאב עודפי החול שיווצר בתהליך פיתוח תכנית תא/3700 חייב להישמר ברשות העירייה, שאם לא, ייאלץ הציבור לשאת בהוצאות כבדות של ייבוא חול ממקורות ימיים או יבשתיים אחרים, תוך פגיעה נוספת בסביבה.
3. **שוברי גלים זמניים** - אחת החלופות שתישקל בהיבט ההגנה על חופי צפון ת"א ומצוק החוף היא הגנה זמנית באמצעות מילוי שרולי גאו-טיוב בחול. גם כאן, מקור חול זמין יוזיל את עלות הפרויקט לציבור באופן משמעותי.
4. **פיתוח פארק החוף** - בשטח המיועד לפארק החוף קיימים אזורים חפורים או כאלה הסובלים מארוזיה קשה. מערכות של ערוצים עמוקים ומפותחים יקשו על מתכנני הפארק ליצור רציפות, צפון-דרום, לתנועת מטיילים בקרבה לשפת המצוק. קיומו של מאגר חול למילוי ויצירת טופוגרפיה מתאימה יפתח אפשרויות חדשות ליצירת פארק איכותי ומושך. שיקום אפשרי של מדרון המצוק הפגוע באמצעות כורכר שייחפר במסגרת עבודות הפיתוח והבינוי, צריך להיבחן גם הוא.

2. מתאר תכנוני לשמירת משאב החול

א. שלב מדידות וניתוח הפוטנציאל:

- מדידה של מצב קיים וצילום אוויר;
- סקר קרקע על בסיס מידע קיים מקידוחי קרקע;

- ניתוח פוטנציאל וכמויות – ניתוח היקפי הבנייה בתת-קרקע ועודפי חול הצפויים להיווצר כתוצאה מעבודות פיתוח שטח.

ב. שלב הסקר האקולוגי:

- זיהוי אזורים בעלי ערכיות בוטנית באזורים המיועדים לפיתוח ומיפויים המדויק;
- זיהוי אזורים המתאימים לאחסון שכבת החישוף ושמירתה. הן בפארק החוף והן בשטחים המיועדים לפיתוח בשלבים האחרונים.

ג. שלב תכנון אזורי ערום זמני ואחסון חול:

- ניתוח סטטוטורי וניתוח המקרקעין, בהתאם לשלבויות הפיתוח, של האזורים המתאימים לאחסון מערומי החול;
- על בסיס הערכת הפוטנציאל והניתוח הסטטוטורי והמקרקעיני – תכנון אזורי העירום והיקפם;
- תכנון נופי של אזורי עירום לטווח ארוך.

ד. שלב גיבוש מנגנונים להבטחת שמירת המשאב:

- תנאים להיתרי בנייה;
- הנחיות לקבלני פיתוח;
- הנחיות להקמת אתרי העירום;
- הנחיות לפיקוח ואכיפה.

3. קווים מנחים לתכנון

בהיבט רחב של מטרות התכנון העירוניות של מרחב החוף ברור כי קיימת חשיבות עליונה ליצירת מאגר חול עירוני ומניעת מכירתו לקבלנים. עם זאת, חשוב לציין כי השגת התועלות המצוינות לעיל מחייבת תכנון מפורט ומוקפד של שמירת המשאב באופן יעיל וכן מערכת משלימה של התניות בהיתרי בנייה ופיקוח.

בכדי לזהות את הפוטנציאל הקיים ולייעל את השימוש בו יש לקיים סקר קרקע על בסיס מיזע קיים מקידוחי קרקע ולנתח את הפוטנציאל והכמויות של היקפי הבנייה בתת-קרקע ועודפי חול הצפויים להיווצר כתוצאה מעבודות פיתוח השטח.

בשלב הסקר האקולוגי יש לזהות אזורים בעלי ערכיות בוטנית באזורים המיועדים לפיתוח ומיפויים המדויק, ולזהות אזורים המתאימים לאחסון שכבת החישוף ושמירתה. הן בפארק החוף והן בשטחים המיועדים לפיתוח בשלבים האחרונים.

בשלב התכנון יש לקבוע אזורי עירום זמני ואחסון חול על בסיס ניתוח סטטוטורי וניתוח המקרקעין, בהתאם לשלבויות הפיתוח, של האזורים המתאימים לאחסון מערומי החול. על בסיס הערכת הפוטנציאל והניתוח הסטטוטורי והמקרקעיני יש לתכנן את אזורי העירום והיקפם. בנוסף יש לבצע תכנון נופי של אזורי עירום לטווח ארוך.

מקורות ונספחים

אקולוגיה יבשתית

- 1) תסקיר השפעה על הסביבה לתכנית תא/3700 (עדכון 2010) - המידע האקולוגי בתסקיר מועט ביותר ולמעשה זניח.
- 2) סקר טבע עירוני (ניר מעוז, עבור עיריית ת"א-יפו, 2012) - בתחום הפארק החופי הוגדרו 4 אתרי טבע עירוני - תל רקית דרום, תל רקית, הצוק דרום והצוק מנדרין. בכל אחד מהם נעשה מיפוי בתי גידול ונאסף מידע בוטני וזואולוגי (רשימות מינים קיימים ופוטנציאליים), כמו גם מידע על מפגעים והפרות. בסקר נאסף מידע על אתרים נוספים הגובלים בפארק החופי - בתחום השטח המיועד לבינוי עירוני, ממזרח לפארק החופי (רקית מזרח וברכת סמינר לווינסקי), מצפון לחוף הצוק (הצוק צפון) ומדרום לפארק (חוף תל ברוך).
- בתי הגידול שאופיינו במסגרת הסקר בפארק החופי, ממערב למזרח רצועת חוף חולי, מרגלות המצוק, מצוק כורכר חופי, קניוני חמרה במצוק, במת מצוק, מחשוף חמרה, מרזבה (חולות מיוצבים, חולות מיוצבים למחצה, חולות חשופים, שטחי בור), וכן שטחים בנויים, מגוונים ומופרים בשל עבודות עפר או פיתוח.
- 3) סקר טבע עירוני במחוז ת"א (רון פרומקין, 2008) - תצפיות בחי ובצומח שנערכו במסגרת הסקר במרחב התכנית לפארק ובשטח המיועד לבינוי. הדוח טרם פורסם, אך המידע זמין.
- 4) רת"ם (רשת תצפיות ומידע על צמחיית א"י) - מיפוי מיני צמחים נדירים במרחב התכנית ובסביבתה ומידע על מינים אדומים מתוך הספר האדום - צמחים בסכנת הכחדה בישראל.
- 5) תצפיות בצמחיית "נחל נאמן" - בית גידול לח מצפון למגדלי נאמן (דרור מלמד, 2008-2011) ועדכונים.
- 6) סקר מערכות טבעיות ברצועת החוף בין חוף תל ברוך לשפך הירקון (עמיר בלבן ומנחם אדר 2006) - כולל תצפיות בחי ובצמחייה במרחב שמדרום לפארק החופי של תכנית 3700.
- 7) חוות דעת אקולוגית לתכנית מתאר תא/3700 (עודד כהן, 2012) - הוגשה במסגרת התנגדות לתכנית. כוללת רשימת מיני צמחים ובעל-חיים שתועדו במרחב התכנית בסקרים קודמים או שתועדו במסגרת הכנת חוות הדעת.
- 8) תצפיות בבעלי חיים וצמחים מתוך מאגר המידע האקולוגי הממוחשב של רשות הטבע והגנים ומאתר BioGIS - אתר המגוון הביולוגי של ישראל.9) תצפיות חי וצומח בסקר שדה במסגרת הסקר האקולוגי (רון פרומקין 2014).
- 10) תצפיות בבעלי חיים מאזור החוף שהעביר דניאל ברקוביץ, אוני' ת"א.
- 11) סקר זוחלים ויונקים שערך ד"ר בועז שחם עבור עיריית תל-אביב יפו (2012).

אחירון-פרומקין, תמר ופרומקין, רון. 2009, לא פורסם. סקר טבע עירוני במחוז תל-אביב. משרד הפנים.

אלמגור, ג'. 2005. חוף הים התיכון של ישראל. דוח מס' GSI/13/02, המכון הגאולוגי. משרד התשתיות הלאומיות.

בלבן, עמיר. 2006. (עורך). חוף תל ברוך - סקירת משאבי טבע. עיריית תל-אביב-יפו, החלה"ט ובמשרד להגנת הסביבה.

דולב, ע' ופרבולוצקי, א' (עורכים). 2002. הספר האדום של החולייתנים בישראל. רשות הטבע והגנים והחברה להגנת הטבע.

ויזל, י' ואגמי, מ'. 1984. הצומח של מישור החוף. עמ' 194-205 מתוך: אלון, ע' (עורך) 1984. החי והצומח של ארץ-ישראל. כרך 8. משרד הביטחון – ההוצאה לאור והחברה להגנת הטבע.

כהן, ע'. 2012. חוות דעת אקולוגית לתכנית מתאר תא/3700. פורום תושבים למען טבע עירוני ואיכות הסביבה בתל אביב-יפו. כולל מידע שנאסף ממקורות שונים (בועז שחם, נח רוטרי, רגב מנור, דניאל ברקוביץ ואחרים).

כץ, ע', הכט, ה', פטרנקר, ג' ואלמוג, ע'. 2007. אומדן קצב הנסיגה של המצוק החופי בישראל והערכת מיקום המצוק בשנת 2100. דוח מס' GSI/21/2007, המכון הגאולוגי, משרד התשתיות הלאומיות.

לוי, י' ומליחי, י'. 2007. סיכום פעילות לעידוד אוכלוסיות צבי-הים המקננות בחופים הים-תיכוניים של ישראל, קיץ 2006. מחוז מרכז, רשות הטבע והגנים.

מלמד, ד'. 2011. הצומח במתחם "נחל נאמן". סקר צומח בשנים 2008-2011, והשלמות נוספות 2013.

מעוז, נ'. 2012. (עורך). סקר טבע עירוני - תל אביב-יפו. עיריית תל-אביב-יפו.

פרגמן, א', פליטמן, ע', הדר, ד' ושמידע, א'. 1999. רשימת צמחי הבר של ארץ-ישראל וסביבותיה. רת"ם ורשות הטבע והגנים.

פרומקין, ר', שמידע, א', ספיר, י', פרגמן-ספיר, אורי ולוין, נ'. 2004. צמחים נכחדים בישראל. עמ' 41-43 מתוך פרומקין, ר., חנין, ד. ואידלמן, ע. (עורכים). סימני חיים 2003. מרכז השל ומכון ירושלים לחקר ישראל. הוצאת בבל.

רשות הטבע והגנים. 2013. מאגר מידע אקולוגי ממוחשב.

רת"ם. מאגר מידע על מיני צמחים נדירים.

שמידע, א'. 1984. רשימת המינים האנדמיים למישור החוף הגדלים על חולות חמרה וכורכר. רתם 13 : 157.

שמידע, א' ופולק, ג'. 2007. הספר האדום : צמחים בסכנת הכחדה בישראל. כרך א'. רשות הטבע והגנים.

שמידע, א', פולק, ג' ופרגמן-ספיר, א'. 2011. הספר האדום : צמחים בסכנת הכחדה בישראל. כרך ב'. רשות הטבע והגנים.

שקדי, י' ושדות, א'. 2000. מסדרונות אקולוגיים בשטחים הפתוחים : כלי לשמירת טבע. רשות הטבע והגנים.

אקולוגיה ימית

אלמגור ג'. 2005. חוף הים התיכון של ישראל. משרד התשתיות הלאומיות, המכון הגאולוגי, ירושלים. דוח מספר GSI13/02.

בן-דוד-זסלו ר'. 2006. שמורה ימית מכמורת - דוח עבור רשות הטבע והגנים.

בניהו, י', ספיר, א', פולק, ע' ולוי, ש'. 2003. סקר פאונה ישיבה בחוף אפולוניה הרצלייה. אוניברסיטת תל-אביב.

גליל ב', גורן מ' ואורטל ר'. 2001. שיקמונה בין כרמל וים. דפוס אוניברסיטת תל אביב.

יהל, ר' ואנגרט נ'. 2012. מדיניות שמירת הטבע בים תיכון שמורות טבע ימיות. רשות הטבע והגנים.

חרות, ב'. (עורך). 2011. התכנית הלאומית לניטור מימי החופין של ישראל בים התיכון. דוח מדעי לשנת 2011.

פיין, מ'. 1998. אלמוג האבן *Oculina patagonica* מהגר לים-תיכון : אספקטים ביולוגיים ואקולוגיים. עבודת מוסמך, אוניברסיטת תל אביב, עמ' 58.

פישלזון, ל' ואלון, ע'. (עורכים) 1983. החי והצומח של ארץ ישראל, כרך 4: החי במים. הוצאת משרד הביטחון, תל אביב.

פרקול-פינקל, ש' וסלע, ע'. 2013. סקר אקולוגיה ימית בחופי הרצלייה – חלק מתסקיר סביבתי לתכנית הר-2202.

שיינין, א'-פ', צמל, ע', ברנע, א', אדליסט, ד', קלס, ק', גפן-גלזר, ע', היאמס, ל', פרלמן, י', יהל, ר' ואנגרט, נ'. 2013. דוח מצב הטבע בים התיכון 2013. ירושלים: המארג, בחסות האקדמיה הישראלית למדעים. תסקיר השפעה על הסביבה לתכנית 3700 (עדכון 2010).

Coll M, Piroddi C, Steenbeek J, Kaschner K, Ben Rais Lasram F, et al. 2010. The Biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, Patterns, and Threats. PLoS ONE 5(8): e11842. doi: 10.1371/journal.pone.0011842

Edelist, D., Rilov, G., Golani, D., Carlton, J. T. & Spanier, E. 2013. Restructuring the Sea: profound shifts in the world's most invaded marine ecosystem. Diversity and Distributions, 19, 69-77.

Fishelson, L. 2000. Marine animal assemblages along the littoral of the Israeli Mediterranean Seashore: The Red-Mediterranean Seas Communities of species. Italian Journal of Zoology, 67, 393-415.

Galil, B. S. 2000. A Sea Under Siege - Alien Species in the Mediterranean. Biological Invasions, 2, 177-186.

Galil, B.S., Gertman, I. Gordon, N., Herut, B., Alvaro, I., Lubinevsky, H., Rilov, G., Rinkevich, B., Tibor, G. & Tom, M. 2013. Biodiversity monitoring along the Israeli coast of the Mediterranean - IOLR's activities and accumulated data. Haifa, Israel Oceanographic & Limnological Research Ltd.

Galil, B. S. 2007. Loss or gain? Invasive aliens and biodiversity in the Mediterranean Sea. Marine Pollution Bulletin, 55, 314-322.

Galil, B. S. 2008. Alien species in the Mediterranean Sea-which, when, where, why? Hydrobiologia, 606, 105-116.

Galil, B. S. 2009. Taking stock: inventory of alien species in the Mediterranean sea. Biological Invasions, 11, 359-372.

Moshkovitz S. 1963. The Mollusca in the upper part of the "Sakiebeds" (upper Neogene-lower Pleistocene) in the central coastal plain of Israel. Israel J. Earth Sci. 12:97-146.

Moshkovitz S. 1968. The Mollusca in the marine Pliocene and Pleistocene sediments of the south-eastern Mediterranean basin (Cyprus-Israel). Ph.D. thesis, Hebrew University, 153pp.

Por F.D. 1978. Lessepsian migration - the influx of Red Sea biota into the Mediterranean by way of the Suez Canal. Berlin, Springer, VII, 228p.

Por F.D. 1990. Lessepsian migration. An appraisal and new data. Bull. Instit. Oceanogr. Monaco. 7:1-10.

אלמגור, ג. ופרת, א., 2012. חוף הים התיכון של ישראל. המכון הגאולוגי, דוח GSI/28/12, מהדורה שלישית מורחבת, ירושלים, 438 עמ'.

ניר, י., 1989. חופי הים התיכון של ישראל וצפון סיני - היבטים סדימנטולוגיים. המכון הגאולוגי, דוח GSI/39/88, ירושלים, 130 עמ'.

צביאלי, ד., 2006. תהליכים סדימנטולוגיים במפרץ חיפה והקשרם לתא הליטורלי של הנילוס. חיבור לשם קבלת התואר "דוקטור לפילוסופיה", החוג לגאוגרפיה ולימודי סביבה, הפקולטה למדעי החברה, אוניברסיטת חיפה, 211 עמ'.

Emery, K.O., Neev, D., 1960. Mediterranean beaches of Israel. Israel Geol. Survey Bulletin 26, 1-24.

Golik, A., 2002. Pattern of sand transport along the Israeli coastline. Israel Journal of Earth Science 51, 191-202.

Inman, D.L., Jenkins, S.A., 1984. The Nile littoral cell and man's impact on the coastal zone of the southeastern Mediterranean. Scripps Inst. Oceanogr. Ref. Ser., 84-31, 43 pp.

Kit, E., Sladkevich, M., 2001. Structure of offshore currents on sediment Mediterranean coast of Israel. 6th workshop on physical processes in natural waters. Casamitjana, X., (ed.), Girona, Spain, pp. 97-100.

Kit, E., Pelinovsky, E., 1998. Dynamical models for cross-shore transport and equilibrium bottom profiles. Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering. May/June, 138-146.

Kunitsa, D., Rosentraub, D., Stiassnie, M., 2005. Estimates of winter currents on the Israeli continental shelf. Coastal Engineering 52, 93-102.

Perlin, A., Kit, E., 1999. Longshore sediment transport on the Mediterranean coast of Israel. Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering. 125 (2), 80-87.

Zviely, D., Kit, E., Klein, M., 2007. Longshore sand transport estimates along the Mediterranean coast of Israel in the Holocene. Marine Geology 237, 61-73.

Zviely, D., Kit, E., Rosen, B., Galili, E., Klein, M., 2009. Shoreline migrations and beach-nearshore sand balance over the last 200 years in Haifa Bay (SE Mediterranean). Geo-Marine Letters 29 (2), 93-110.

המצוק החופי

ויסמן, ג' וחייטי, ג'. 1971. "לימוד צורות ההרס במצוקים לאורך החוף בקטע בית ינאי – נחל פולג", דוחות התקדמות 1970 – 1971, המעבדה לקרקע ודרכים, מוסד הטכניון למחקר ופיתוח בע"מ, חיפה.

רון, צ'י-י-ד'. 1982. "הרס המתלול החופי בנתניה ונסיגתו", מתוך שמואלי, א' וברוור, מ'. (עורכים), ספר נתניה, הוצאת עם עובד, תל-אביב.

ניר, י'. 1992. "מצוקי הכורכר בחופי הים התיכון של ישראל", המכון הגאולוגי, דוח מס' GSI/28/92.

אלמגור, ג'. 2005. חוף הים התיכון של ישראל. משרד התשתיות הלאומיות, המכון הגאולוגי, ירושלים. דוח מס' GSI/13/02.

פרת, א' ואלמגור, ג'. 1996. סיכונים לאורך מצוק השרון. משרד התשתיות הלאומיות, המכון הגאולוגי, ירושלים. דוח מס' GSI/5/96.

כץ, ע', בנארי, ר' ופטנקר, ג'. 2006. מיפוי מתארי של קטעי המצוק החופי, זיהוי אזורי הצפה נוכח עליית פני הים ותרחיש ראשוני לנסיגת המצוק. מוגש לוועדת ההיגוי לבחינת פתרון קבע – מצוק החוף.

כץ, ע', הכט, ה', פטנקר, ג' ואלמוג, ע'. 2007. אומדן קצב הנסיגה של המצוק החופי בישראל והערכת מיקום המצוק בשנת 2100. משרד התשתיות הלאומיות, המכון הגאולוגי, ירושלים. דוח מס' GSI/21/07.

רון, צ'. (ספטמבר 2006: עדכון יולי 2010). המצוק החופי – גאומורפולוגיה ושימור המצוק – תסקיר השפעה על הסביבה – תכנית חופי צפון מערב תל אביב תא/3700.

כץ, ע', הכט, ה', פטנקר, ג', אלמוג, ע'. 2007. אומדן קצב הנסיגה של המצוק החופי בישראל והערכת מיקום המצוק בשנת 2100, המכון הגאולוגי, דוח מס' GSI/21/2007.

קלבו, ר', אילני, ש' וזילברמן, ז'. 2006. דירוג מידת הסיכון לנסיגה מוגברת לאורך צוק החוף הים-תיכוני: יישום באמצעות כלי מ"ג, המכון הגאולוגי, דוח מס' GSI/23/2006, 2006.

נספח 1: רשימת מיני הצמחים שתועדו במרחב התכנית ובסביבתה

מקורות: ד"מ - דרור מלמד, נ"מ - ניר מעוז 2013, ע"כ - עודד כהן 2012, ר"פ או רון 2014 - רון פרומקין, רת"ם - רשת תצפיות ומידע על צמחיית ישראל.

שם עברי	שם מדעי	סטטוס	גינן חוף	רכס הכורכר	גב הרכס ומרזבה חולית	מרזבה חרסיתית	"נחל נאמן"	מקור	2014
אגבה אמריקאית	<i>Agave americana</i>	גר		+					רון 2014
אגמון ימי	<i>Scirpus maritimus</i>						+	ע"כ	
אגמון שרוע	<i>Scirpus supinus</i>	אדום					+	ע"כ	
אהל הגבישים	<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>	נדיר למדי	+		+	+		ע"כ	רון 2014
אזדרכת מצויה	<i>Melia azedarach</i>	גר ופולש			+	+		ע"כ	רון 2014
אזנב מצוי	<i>Urospermum picroides</i>		+	+		+	+	נ"מ, ר"פ	רון 2014
אטד החוף	<i>Lycium schweinfurthii</i>		+	+	+	+	+	ע"כ	רון 2014
איקליפטוס המקור	<i>Eucalyptus camadulensis</i>	גר			+	+		ע"כ	רון 2014
אלוי אמיתי	<i>Aloe vera</i>	גר	+						רון 2014
אלון מצוי (נבטים)	<i>Quercus calliprinos</i>	מוגן				+		ע"כ	
אלטין עקום-זרעים	<i>Elatine macropoda</i>	נדיר למדי					+	ע"כ	
אלית המפרק	<i>Corynephorus articulatus</i>							נ"מ	
אלמוות הכסף	<i>Paronychia argentea</i>			+	+	+		ע"כ	רון 2014
אלקנת הצבעים	<i>Alkanna tinctoria</i>								רון 2014
אלת המסטיק	<i>Pistacia lentiscus</i>				+			ע"כ	רון 2014
אמיד קוצני	<i>Emex spinosa</i>		+	+	+		+	ר"פ	רון 2014
אספסת הגליל	<i>Medicago granadensis</i>						+	ע"כ	
אספסת החוף	<i>Medicago littoralis</i>		+	+	+	+	+	ע"כ	רון 2014
אספסת הים	<i>Medicago marina</i>			+	+			נ"מ	רון 2014
אספסת מצויה	<i>Medicago polymorpha</i>				+		+	ר"פ	רון 2014
אספסת משוזרת	<i>Medicago ciliaris</i>						+	ע"כ	

שם עברי	שם מדעי	סטטוס	גינן חוף	רכס הכורכר	גב הרכס ומרזבה חולית	מרזבה חרסיתית	"נחל נאמן"	מקור	2014
אספרג ארוך-עלים	<i>Asparagus stipularis</i>				+	+	+	ע"כ, נ"מ, ר"פ	רון 2014
אסתר מרצעני	<i>Aster subulatus</i>						+	ע"כ	
אפזרית בוקון	<i>Spergularia bocconeii</i>	נדיר למדי			+	+		ע"כ	
אפזרית מלוחה	<i>Spergularia salina</i>	נדיר למדי					+	ע"כ	
ארכובית ארץ-ישראלית	<i>Polygonum palaestinum</i>	אנדמי			+			נ"מ	
ארכובית החוף	<i>Polygonum maritimum</i>	אדום		+				רת"ם	
ארכובית שבטבטית	<i>Polygonum epuissetiforme</i>		+	+	+	+		ע"כ	רון 2014
ארנריה מצויה	<i>Arenaria leptoclados</i>				+			ד"מ	רון 2014
אשל היאור	<i>Tamarix nilotica</i>		+	+					רון 2014
אשל הפרקים	<i>Tamarix aphylla</i>	מוגן	+						רון 2014
בוגנווילאה נאה	<i>Bougainvillea glabra</i>	גר, תרבות	+			+		ע"כ	רון 2014
בוצין מפורץ	<i>Verbascum sinuatum</i>				+	+		ע"כ, נ"מ	רון 2014
בוציץ סוככני	<i>Botomus umbellatus</i>	אדום ומוגן					+	ע"כ	
בן-חיטה אריכא	<i>Aegilops longissima</i>				+			ע"כ	
בן-חיטה ביצני	<i>Aegilops geniculata</i>				+	+		ע"כ	
בן-חיטה רב-אנפין	<i>Aegilops peregrina</i>				+	+		ר"פ	רון 2014
בן-חיטה שרוני	<i>Aegilops sharonensis</i>	אנדמי			+			נ"מ, ד"מ	
בן-חרדל מצוי	<i>Eruca sativa</i>						+	ע"כ	
בן-טיון בשרני	<i>Inula crithmoides</i>		+	+					רון 2014
בצעוני מצוי	<i>Eleocharis palustris</i>						+	ע"כ	
בקיה צרפתית	<i>Vicia narbonesis</i>						+	ע"כ	
בקיה שעירה	<i>Vicia villosa</i>						+	ע"כ	
בקיה תרבותית	<i>Vicia sativa</i>				+			ע"כ	רון 2014
ברומית אזמלנית	<i>Bromus lanceolatus</i>				?	?		נ"מ	
ברומית המטאטא	<i>Bromus scoparius</i>					+	+	ע"כ, נ"מ	
ברומית זנב-השועל	<i>Bromus alopecuroides</i>				?	?		נ"מ	

שם עברי	שם מדעי	סטטוס	גינן חוף	רכס הכורכר	גב הרכס ומרזבה חולית	מרזבה חרסיתית	"נחל נאמן"	מקור	2014
ברומית ספרדית	<i>Bromus madritensis</i>					+	+	ע"כ	
ברומית עקרה	<i>Bromus sterilis</i>			+				ני"מ	רון 2014
ברומית קצרת-שיבולית	<i>Bromus brachystachys</i>	נדיר למדי					+	ע"כ, ד"מ	
ברומית שעירה	<i>Bromus rigidus</i>							ני"מ	
ברקן סורי	<i>Notobasis syriaca</i>			+	+	+		ע"כ	
גדילן מצוי	<i>Silybum maranum</i>		+	+	+	+		ע"כ, ני"מ	רון 2014
גומא הפקעים	<i>Cyperus rotundus</i>		+				+	ע"כ	רון 2014
גומא הקרקפת	<i>Cyperus capitatus</i>			+	+			ע"כ, ני"מ	רון 2014
גומא שרוני	<i>Cyperus sharonensis</i>	אדום ואנדמי		+	+			ני"מ	רון 2014
גזיר המפרקים	<i>Torilis nodosa</i>					+		ע"כ	
גזיר מזיק	<i>Torilis arvensis</i>					+	+	ע"כ	
גזניה משתרעת	<i>Gazania uniflora</i>	גר	+						רון 2014
גזר החוף	<i>Daucus litoralis</i>			+	+	+		ע"כ	רון 2014
גזר מצוי	<i>Daucus broteri</i>							ני"מ	
גזר קיפח	<i>Daucus caota</i>			+	+	+		ע"כ, ר"פ	רון 2014
גלדן סמרני	<i>Elytrigia juncea</i>		+	+	+			ע"כ	רון 2014
גרגרנית גלילנית	<i>Trigonella cylindracea</i>			+					רון 2014
גרניון גזור	<i>Geranium dissectum</i>					+	+	ע"כ	
גרניון רך	<i>Geranium molle</i>			+					רון 2014
דבקה זיפנית	<i>Galim aparine</i>			+	+	+		ע"כ	רון 2014
דבשה מחורצת	<i>Melilotus sulcatus</i>		+					ר"פ	רון 2014
דבשה סיצילית	<i>Melilotus messanensis</i>							ר"פ	
דגנה הודית	<i>Eleusine indica</i>	גר						ע"כ	
דגנין מצוי	<i>Rostaria cristata</i>			+	+	+		ע"כ	
דו-פרק חופי	<i>Cakile maritima</i>		+	+	+	+		ע"כ, ני"מ	רון 2014
דוחנית השלחין	<i>Echinochloa colonum</i>							ע"כ	

שם עברי	שם מדעי	סטטוס	גינן חוף	רכס הכורכר	גב הרכס ומרזבה חולית	מרזבה חרסיתית	"נחל נאמן"	מקור	2014
דוחנית התרנגולים	<i>Echinochloa crus-galli</i>						+	ע"כ	
דורה רותמית	<i>Sorghum virgatum</i>	גר					+	ע"כ	
דורנטה זקופה	<i>Duranta erecta</i>	גר				+		ע"כ	
דטורה זקופת-פרי	<i>Datura stramonium</i>	גר				+	+	ע"כ	
דטורה נטוית-פרי	<i>Datura stramonium</i>	גר				+		ע"כ, נ"מ	
דמסון כוכבי	<i>Datura innoxia</i>	נדיר למדי					+	ע"כ	
דק-זנב מכונף	<i>Parapholis marginata</i>	אדום	+	+	+			ר"פ	רון 2014
דק-זנב קשתני	<i>Parapholis incurva</i>							נ"מ	רון 2014
דרדר הקורים	<i>Centaurea procurrans</i>	אנדמי		+	+	+		ע"כ	רון 2014
הגה מצויה	<i>Alhagi maurorum</i>			+	+	+	+	ע"כ, נ"מ	
הרדוף הנחלים	<i>Nerium oleander</i>	פליט תרבות		+					רון 2014
ושינגטוניה חסונה	<i>Washingtonia robusta</i>	גר	+		+			ע"כ	רון 2014
ויתניה משכרת	<i>Witania somnifera</i>				+			ע"כ	
ורוניקה מבריקה	<i>Veronica polita</i>		+						רון 2014
זון אשון	<i>Lolium rigidum</i>			?	+	?	+	נ"מ, ר"פ	רון 2014
זין-נוצה חבוי	<i>Pennisetum clandestinum</i>	גר				+		ע"כ	
זנב-ארנבת ביצני	<i>Lagurus ovatus</i>			+	+	+		ע"כ	רון 2014
זנב-שועל ארוך	<i>Alopecurus myosuroides</i>						+	ע"כ	
זעזועית קטנה	<i>Briza minor</i>						+	ע"כ	
זקן-תיש ארוך	<i>Tragopogon longirostris</i>			+	+			ע"כ	
חבלבל החוף	<i>Convolvulus secundus</i>	אנדמי		+	+	+		נ"מ, ר"פ	רון 2014
חבלבל השדה	<i>Convolvulus arvensis</i>			+					רון 2014
חבלבל כפני	<i>Convolvulus althaeoides</i>					+	+	ע"כ	
חבצלת החוף	<i>Pancratium maritimum</i>	מוגן	+	+	+			ע"כ	רון 2014
חגווית שעירה	<i>Valantia hispida</i>			+	+	+		ע"כ	רון 2014

שם עברי	שם מדעי	סטטוס	גינן חוף	רכס הכורכר	גב הרכס ומרזבה חולית	מרזבה חרסיתית	"נחל נאמן"	מקור	2014
חוח עקוד	<i>Scolymus maculatus</i>			+		+	+	ע"כ	רון 2014
חוטמית זיפנית	<i>Alcea setosa</i>					+	+	ע"כ	
חולית מצרית	<i>Cutandia memphitica</i>						+	ר"פ	
חומעה יפה	<i>Rumex pulcher</i>						+	ע"כ	
חומעה מסולסלת	<i>Rumex crispus</i>	נדיר למדי					+	ע"כ	
חומעת ראש-הסוס	<i>Rumex bucephalophorus</i>				+	+		ע"כ	רון 2014
חורשף צהוב	<i>Atractylis carduus</i>			+	+	+		ע"כ	רון 2014
חילף החולות	<i>Desmostachya bipinnata</i>			+	+	+		ע"כ	רון 2014
חלבלוב החוף	<i>Euphorbia terracina</i>			+	+	+	+	ע"כ	רון 2014
חלבלוב זוחל	<i>Euphorbia serpens</i>	גר	+						רון 2014
חלבלוב מצוי	<i>Euphorbia pepus</i>							ני"מ	
חלבלוב שרוע	<i>Euphorbia pepus</i>	אדום	+					רת"ם	
חלוקה ננסית	<i>Thesium humile</i>			+				ני"מ	רון 2014
חלמית מצויה	<i>Malva nicaeensis</i>								רון 2014
חלמית קטנת-פרחים	<i>Malva parviflora</i>			+					רון 2014
חמצץ נטוי	<i>Oxalis pes-caprae</i>	גר ופולש	+	+	+				רון 2014
חפורית מוזרה	<i>Phalaris paradoxa</i>					+	+	ע"כ	
חפורית קטנה	<i>Phalaris minor</i>					+		ע"כ	
חצב מצוי	<i>Urginea maritima</i>	מוגן		+	+			ע"כ	רון 2014
חרדל לבן	<i>Sinapis alba</i>			+					רון 2014
חרוב מצוי	<i>Ceratonia siliqua</i>	מוגן				+		ע"כ	
חרצית עטורה	<i>Chrysanthemum coronarium</i>		+	+	+	+		ע"כ	רון 2014
טופח גדול	<i>Lathyrus ochrus</i>			+	+	+	+	ע"כ	רון 2014
טופח ירושלים	<i>Lathyrus hierosolymitanus</i>					+	+	ע"כ	
טופח נאה	<i>Lathyrus marmoratus</i>								רון 2014

שם עברי	שם מדעי	סטטוס	גינן חוף	רכס הכורכר	גב הרכס ומרזבה חולית	מרזבה חרסיתית	"נחל נאמן"	מקור	2014
טופח ריסני	<i>Lathyrus blepharicarpus</i>				+				רון 2014
טוריים מצויים	<i>Diplotaxis erucoides</i>					+	+	ע"כ	
טיון דביק	<i>Inula viscosa</i>		+	+	+			ע"כ	רון 2014
טיונית החולות	<i>Heterotheca subaxillaris</i>	גר ופולש	+	+	+			ע"כ	רון 2014
יבלית מצויה	<i>Cynodon dactylon</i>		+	+	+			ע"כ	רון 2014
ינבוט השדה	<i>Prosopis farcta</i>				+	+		ע"כ	
ירוקת החמור	<i>Echium elaterium</i>					+	+	ע"כ	
כליינית מצויה	<i>Hymenocarpus circinnatus</i>		+	+	+	+	+	ע"כ, ר"פ	רון 2014
כנפון זהוב	<i>Verbesina encelioides</i>	גר ופולש				+		ע"כ	
כף-אווז האשפות	<i>Chenopodium murale</i>			+					רון 2014
כף-אווז ריחנית	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	גר					+	ע"כ	
כפתור החולות	<i>Neurada procumbens</i>			+	+	+		ע"כ	רון 2014
כרבולת מצויה	<i>Onobrychis squarrosa</i>		+	+	+			ע"כ	רון 2014
כרוב החוף	<i>Brassica tournefortii</i>		+	+	+	+	+	ע"כ	רון 2014
כשות ב"מ	<i>Cuscuta sp.</i>				+	+		ע"כ	רון 2014
כתרון גלוני	<i>Coronilla repanda</i>							נ"מ	
לבן-עלה שיחני	<i>Leucophyllum frutescenc</i>	גר				+		ע"כ	
לבנונית ימית	<i>Otanthus maritimus</i>			+				ע"כ	רון 2014
לוטוס הביצות	<i>Lotus palustris</i>						+	ע"כ	
לוטוס מכסיף	<i>Lotus creticus</i>		+	+	+			ע"כ	רון 2014
לוטוס מצוי	<i>Lotus peregrinus</i>		+		+			נ"מ	רון 2014
לוטוס שעיר	<i>Lotus halophilus</i>				+			נ"מ	רון 2014
לוענית יריחו	<i>Scrophularia hierochuntina</i>	אדום				+		רת"ם	
לופית מצויה	<i>Arisarum vulgare</i>								רון 2014
לחך אזמלני	<i>Plantago lanceolata</i>					+	+	ע"כ	

שם עברי	שם מדעי	סטטוס	גינן חוף	רכס הכורכר	גב הרכס ומרזבה חולית	מרזבה חרסיתית	"נחל נאמן"	מקור	2014
לחך בלוטי	<i>Plantago afra</i>					+		ע"כ	רון 2014
לחך בשרני	<i>Plantago sarcophylla</i>			+	+			ע"כ	רון 2014
לחך מלבין	<i>Plantago albicans</i>			+	+			ע"כ	רון 2014
לחך מצוי	<i>Plantago lagopus</i>			+	+	+		ע"כ	רון 2014
לחך שסוע	<i>Plantago coronopus</i>					+	+	ע"כ	
לכיד איטלקי	<i>Xanthium italicum</i>	גר					+	ד"מ	
לכיד הנחלים	<i>Xanthium strumarium</i>	גר ופולש			+	+	+	ע"כ	רון 2014
לענה חד-זרעית	<i>Artemisa monosperma</i>			+	+			ע"כ	רון 2014
לפופית החוף	<i>Ipomoea imperati</i>			+	+			נ"מ	רון 2014
לפתית מצויה	<i>Hirschfeldia incana</i>					+		ר"פ	
לשון-שור מגובבת	<i>Hormusakia aggregata</i>			+	+	+	+	ע"כ, נ"מ	רון 2014
לשישית הבוצין	<i>Chrozophora obliqua</i>	נדיר למדי				+		ע"כ	
לשישית מקומטת	<i>Chrozophora plicata</i>	אדום					+	ע"כ	
מדחול דוקרני	<i>Sporobolus pungens</i>			+	+			ע"כ	רון 2014
מיאופורון מחודד	<i>Myoporum laevigatum</i>	גר				+		ע"כ	
מלוח הענבות	<i>Atriplex semibaccata</i>	גר				+	+	ע"כ	
מלוח ממושק	<i>Atriplex prostrata</i>						+	ע"כ	
מלוח קיפח	<i>Atriplex halimus</i>			+				נ"מ	רון 2014
מלוח רגלני	<i>Atriplex portulacoides</i>			+	+				רון 2014
מלחית אשלגנית	<i>Salsola kali</i>			+	+	+	+	ע"כ	רון 2014
מעוג כרתי	<i>Lavatera cretica</i>			+	+	+	+	ע"כ, נ"מ	רון 2014
מעוג מנוקד	<i>Lavatera punctata</i>					+	+	ע"כ	
מצילות מצויצות	<i>Leopoldia comosa</i>							נ"מ	
מצלתיים מצויים	<i>Biscutella didyma</i>			+	+	+	+	ע"כ	רון 2014
מקור-חסידה מפוצל	<i>Erodium laciniatum</i>			+	+		?	נ"מ	רון 2014

שם עברי	שם מדעי	סטטוס	גינן חוף	רכס הכורכר	גב הרכס ומרזבה חולית	מרזבה חרסיתית	"נחל נאמן"	מקור	2014
מקור-חסידה תל-אביבי	<i>Erodium telavivense</i>	אנדמי				+	+	ע"כ	
מרגנית מצויה	<i>Anagallis arvensis</i>		+	+	+	+	+	ע"כ, נ"מ	רון 2014
מרווה צמירה	<i>Salvia lanigera</i>			+				נ"מ	רון 2014
מרור הגינות	<i>Sonchus oleraceus</i>		+					נ"מ	רון 2014
מרסיה יפהפיה	<i>Maresia pulchella</i>	אנדמי			+			ע"כ	רון 2014
מרקולית מצויה	<i>Mercurialis annua</i>				+			נ"מ	רון 2014
מררית החוף	<i>Picris amalecitana</i>	אנדמי						נ"מ	
מררית מצויה	<i>Picris altissima</i>					+	+	ע"כ	
משיין גלילני	<i>Imperata cylindrica</i>				+	+		ע"כ	רון 2014
מתנן שעיר	<i>Thymelea hirsuta</i>			+	+	+		ע"כ	רון 2014
נורית המלל	<i>Ranunculus marginatus</i>					+	+	ע"כ	
נזמית לופתת	<i>Lamium amplexicaule</i>			+		+	+	ע"כ	רון 2014
ניסנית זיפנית	<i>Crepis aspera</i>							נ"מ	
ניסנית שיכנית	<i>Crepis aculeata</i>	אנדמי		+	+	+		ע"כ	רון 2014
נענע הכדורים	<i>Menta pulegium</i>	נדיר למדי					+	ע"כ	
נר-הלילה החופי	<i>Oenothera drummondii</i>	גר	+	+	+	+		ע"כ	רון 2014
נשרן צפוף	<i>Piptatherum thomasi</i>			+	+			ע"כ	
סביון אביבי	<i>Senecio vernalis</i>		+		+			נ"מ	רון 2014
סביון יפו	<i>Senecio joppensis</i>	אנדמי	+	+	+			ע"כ	רון 2014
סולנוס זיתני	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	גר ופולש				+		ע"כ	
סחלב קדוש	<i>Orchis sancta</i>	מוגן ונדיר למדי			?			נ"מ	
סירה קוצנית	<i>Sarcopoterium spinosum</i>			+	+	+		ע"כ	רון 2014
סלק מצוי	<i>Beta vulgaris</i>			+			+	ד"מ, נ"מ	רון 2014
סמר מצוי	<i>Juncus bufonius</i>						+	ע"כ	
עב-קנה שכיח	<i>Arundo donax</i>			+				ע"כ	רון 2014

שם עברי	שם מדעי	סטטוס	גינן חוף	רכס הכורכר	גב הרכס ומרזבה חולית	מרזבה חרסיתית	נחל "נאמן"	מקור	2014
עבדקן מצוי	<i>Polypogon monspeliensis</i>					+	+	ע"כ	
עדעד כחול	<i>Limonium sinuatum</i>	מוגן	+	+	+			ע"כ, נ"מ	רון 2014
עדעד רותמי	<i>Limonium odeifolium</i>	מוגן	+	+				ע"כ	רון 2014
עוקץ-עקרב ריחני	<i>Heliotropium suaveolens</i>					+		ע"כ	
עטיינית פקטורי	<i>Crypsis factorovskyi</i>	נדיר מאוד					+	רת"ס	
עכנאי שרוע	<i>Echium angustifolium</i>			+	+	+		ע"כ	רון 2014
עלוק מצוי	<i>Bellardia trixago</i>			+	+			ר"פ	רון 2014
עלקת חרוקה	<i>Orobanch crenata</i>		+	+	+			ע"כ	רון 2014
עפעפית שרועה	<i>Kickxia elatine</i>	נדיר למדי					+	ע"כ	
ערבו משובל	<i>Centaurium spicatum</i>						+	ע"כ	
ערר כרתי	<i>Cressa cretica</i>						+	ע"כ	
עשן יהודה	<i>Fumaria judaica</i>				+	+	+	ע"כ	רון 2014
עשן קטן	<i>Fumaria pariflora</i>					+	+	ע"כ	רון 2014
פיקוס הגומי	<i>Ficus elastica</i>	גר	+					ר"פ	רון 2014
פיקוס השקמה	<i>Ficus sycomorus</i>	מוגן				+		ע"כ	
פיקוס קדוש	<i>Ficus religiosa</i>	גר				+		ע"כ	
פספלת התאומים	<i>Paspalidium geminatum</i>					+		ע"כ	
פעמונית גפורה	<i>Campanula sulphurea</i>	אנדמי					+	ע"כ	
פרג נחות	<i>Papaver humile</i>				+	+	+	ע"כ	רון 2014
פרסה רבת-תרמילים	<i>Hippocrepis multisiliquosa</i>					+	+	ע"כ	
פרסיון גדול	<i>Prasium majus</i>				+	+	+	ע"כ	רון 2014
פרע קטן-עלים	<i>Hypericum thymifolium</i>					+		ע"כ	
פרעושיית ערבית	<i>Pulicaria arabica</i>						+	ע"כ	
פרקינסוניה שיכנית	<i>Parkinsonia aculeata</i>	גר ופולש					+	ע"כ, ר"פ	
פשתה אשונה	<i>Linum strictum</i>				+			נ"מ	רון 2014
פשתנית יפו	<i>Linaria joppensis</i>	אנדמי			+	+		ע"כ, ד"מ	

שם עברי	שם מדעי	סטטוס	גינן חוף	רכס הכורכר	גב הרכס ומרזבה חולית	מרזבה חרסיתית	"נחל נאמן"	מקור	2014
ציפורנית בשרנית	<i>Silene succulenta</i>			+				נ"מ	רון 2014
ציפורנית מגוונת	<i>Silene colorata</i>				+	+	+	ע"כ, נ"מ	רון 2014
ציפורנית מקופחת	<i>Silene decipiens</i>		+		+			ד"מ	
ציפורנית צרפתית	<i>Silene gallica</i>					+	+	ע"כ	
צלבית החוף	<i>Crucianella maritima</i>	אדום		+	+			ע"כ, נ"מ	רון 2014
צלבית עשבונית	<i>Crucianella aegyptiaca</i>				+	+		ע"כ	רון 2014
צלף קוצני	<i>Capparis spinosa</i>					+		ע"כ	
צלקנית החרבות	<i>Carpobrotus acinaciformis</i>	גר ופולש	+	+	+	+	+	ע"כ	רון 2014
צלקנית נאכלת	<i>Carpobrotus edulis</i>	גר ופולש	+	+	+			נ"מ	רון 2014
צמרנית הסלעים	<i>Phagnalon rupestre</i>			+		+		ע"כ	רון 2014
צנון מצוי	<i>Raphanus raphanistrum</i>			+	+				רון 2014
קדד הטבעות	<i>Astragalus annularis</i>							נ"מ	
קדד ספרדי	<i>Astragalus boeticus</i>					+	+	ע"כ	
קוטב מצוי	<i>Tribulus terrestris</i>		+			+		ע"כ	רון 2014
קורטם דק	<i>Carthamus tenuis</i>			+	+	+	+	ע"כ, נ"מ	
קורנית מקורקפת	<i>Coridothymus capitatus</i>	מוגן		+	?			נ"מ	רון 2014
קחיון החוף	<i>Anthemis leucanthemifolia</i>	אנדמי		+	+			נ"מ	רון 2014
קחונית מצויה	<i>Ormenis mixta</i>			+		+		ע"כ	
קיטה רותמית	<i>Tolpis virgata</i>					+		ע"כ	
קייצת מסולסלת	<i>Conyza bonariensis</i>	גר ופולש			+			ע"כ	
קייצת קנדית	<i>Conyza canadensis</i>	גר ופולש	+					ע"כ	רון 2014
קיקיון מצוי	<i>Ricinus communis</i>	פולש			+	+		ע"כ	רון 2014
קנה-סוכר מצוי	<i>Saccharum spontaneum</i>				+	+			רון 2014
קנה מצוי	<i>Phragmites australis</i>					+	+	ד"מ	רון 2014

שם עברי	שם מדעי	סטטוס	גינן חוף	רכס הכורכר	גב הרכס ומרזבה חולית	מרזבה חרסיתית	"נחל נאמן"	מקור	2014
קצח השדה	<i>nigella arvensis</i>			+	+	+		ע"כ, נ"מ	רון 2014
קרדה מכסיפה	<i>Carduus argentatus</i>					+	+	ע"כ	
קריתמון ימי	<i>Crithmum maritimum</i>		+	+				ע"כ	רון 2014
רב-פרי בשרני	<i>Polycarpon succulentum</i>		+	+				נ"מ	רון 2014
רותם המדבר	<i>Retama raetam</i>	מוגן		+	+	+		ע"כ, נ"מ	רון 2014
רימון מצוי	<i>Punica granatum</i>	תרבות				+		ע"כ	
רכפה מזרחית	<i>Reseda orientalis</i>					+	+	ע"כ	
שברק מלבין	<i>Ononis mitissima</i>					+	+	ע"כ	
שברק משובל	<i>Ononis alopecuroides</i>					+	+	ע"כ	
שברק משונן	<i>Ononis serrata</i>					+		ע"כ	
שום גבוה	<i>Allium ampeloprasum</i>	מוגן				+		ע"כ	
שום קצר	<i>Allium curtum</i>			+	+			ע"כ	
שומר פשוט	<i>Foeniculum vulgare</i>			+	+			ע"כ	
שומרר בואסיה	<i>Bilacunaria boissieri</i>					+		ע"כ	רון 2014
שופרית כרתית	<i>Hedypnois rhagadioloides</i>			+				ר"פ	
שיבולת-שועל מתפרקת	<i>Avena barbata</i>			+				נ"מ	רון 2014
שיבולת-שועל נפוצה	<i>Avena sterilis</i>			+	+	+		ע"כ	רון 2014
שיזף מצוי	<i>Zizipus spina-christi</i>	מוגן		+	+			ע"כ, נ"מ	רון 2014
שיח-אברהם מצוי	<i>Vitex agnus-castus</i>					+		ע"כ	
שיטה חד-קרנית	<i>Acacia karroo</i>	גר ופולש	+						רון 2014
שיטה כחלחלה	<i>Acacia saligna</i>	גר ופולש		+	+	+		ע"כ	רון 2014
שילשון חופי	<i>Trisetaria koelerioides</i>	אנדמי			+	+		ע"כ	רון 2014
שלח ספרדי	<i>Erucaria hispanica</i>			+	+	+	+	ע"כ	רון 2014
שמשון סגלגל	<i>Helianthemum stipulatum</i>			+	+			ע"כ	רון 2014
שנית מתפתלת	<i>Lythrum junceum</i>						+	ע"כ	

שם עברי	שם מדעי	סטטוס	גינן חוף	רכס הכורכר	גב הרכס ומרזבה חולית	מרזבה חרסיתית	"נחל נאמן"	מקור	2014
שנית קטנת-עלים	<i>Lythrum hyssopifolium</i>						+	ע"כ	
שנית שוות-שיניים	<i>Lythrum tribracteatum</i>						+	ע"כ	
שעורת החוף	<i>Hordeum marinum</i>						+	ד"מ	
שעורת העכבר	<i>Hordeum glaucum</i>		+	+	+			נ"מ	רון 2014
שעורת התבור	<i>Hordemum spontaneum</i>			+	+	+		ע"כ	רון 2014
שעלב מקופח	<i>Vulpia fasciculata</i>	נדיר למדי						נ"מ	
שפתן מצוי	<i>Serapias lavantina</i>	מוגן		?				נ"מ	
שרביטן מצוי	<i>Ephedra foeminea</i>				?			נ"מ	
שרביטן ריסני	<i>Ephedra aphylla</i>			+	+	+		ע"כ	רון 2014
תורמוס ארץ-ישראלי	<i>Lupinus Palaestinus</i>	אנדמי		+	+	+	+	ע"כ	רון 2014
תורמוס שער	<i>Lupinus micranthus</i>	מוגן ונדיר למדי						בעבר (נ"מ)	
תות לבן	<i>Morus alba</i>	תרבות				+		ע"כ	
תלתן ארץ-ישראלי	<i>Trifolium paestinum</i>	אנדמי		+	+	+	+	ע"כ, נ"מ, ר"פ	רון 2014
תלתן בירותי	<i>Trifolium berytheum</i>	אנדמי					+	ע"כ	
תלתן דוקרני	<i>Trifolium scabrum</i>			+					רון 2014
תלתן הביצות	<i>Trifolium fragiferum</i>						+	ע"כ	
תלתן הפוך	<i>Trifolium resupinatum</i>					+		ע"כ	
תלתן זוחל	<i>Trifolium repens</i>						+	ע"כ	
תלתן חקלאי	<i>Trifolium campestre</i>							נ"מ	
תלתן לביד	<i>Trifolium omentosum</i>			+	+			ע"כ	רון 2014
תמר מצוי	<i>Reichardia intermedia</i>		+	+				ע"כ	רון 2014
תמר קנרי	<i>Phoenix canariensis</i>	גר נטוע					+	ע"כ	
תמריר מרוקני	<i>Reichardia tingitana</i>			+	+			ע"כ	רון 2014
סך הכול			61	91	137	157	110		158

נספח 2: רשימת מיני היונקים שתועדו באזור או צפויים להימצא בו.

מקורות: ני"מ - ניר מעוז 2013, ע"ב - עמיר בלבן, ע"כ - עודד כהן 2012, ר"פ - רון פרומקין 2014.

שם עברי	שם מדעי	חוף ומצוק	גב הרכס	מרזבה	כללי	הערות	מקור
ארנבת מצויה	<i>Lepus capensis</i>				+	עקבות, גללים	ע"ב, ע"כ, ני"מ
אשף מצוי	<i>Tadarida teniotis</i>				?		ני"מ
גרביל החוף	<i>Gerbillus andersoni allenbyi</i>		+		+		ע"כ, ני"מ
גרביל חולות	<i>Gerbillus pyramidum</i>		+		+		ע"כ, ני"מ
זרבן	<i>Hystrix indica</i>				?		ני"מ
חדף	<i>Crocidura</i>				+	עקבות	ע"כ
חדף זעיר	<i>Crocidura russula</i>				?		ני"מ
חולד	<i>Spalax ehrenbergi</i>	+			+		ני"מ, ר"פ
חולדה מצויה	<i>Rattus rattus</i>				+		ני"מ
חולדת החוף	<i>Rattus norvegicus</i>				+		ני"מ
מריון מצוי	<i>Meriones tristrami</i>			+	+		ע"כ, ני"מ
עטלף פירות	<i>Rousettus aegyptiacus</i>				+		ני"מ
עטלפון לבן-שוליים	<i>Pipistrellus kuhlii</i>				+		ני"מ
עכבר מצוי	<i>Mus musculus</i>			+	+		ע"כ
קיפוד חולות	<i>Hemiechinus auritus</i>				?		ני"מ
קיפוד מצוי	<i>Erinaceus concolor</i>				+		ני"מ
שועל מצוי	<i>Vulpes vulpes</i>			+	+	תצפית	ע"כ, ני"מ, ר"פ

נספח 3: רשימת מיני הזוחלים והדו-חיים שתועדו באזור או צפויים להימצא בו.

מקורות: נ"מ - ניר מעוז, שחם ובלבן - בועז שחם ועמיר בלבן, ע"כ - עודד כהן 2012

שם המין	שם מדעי	סטטוס סיכון	חוף	רכס	גב הרכס	מרזבה	חולות	מקור
דוחיים								
אילנית מצויה	<i>Hyla savignyi</i>	עתידו בסכנה				+		פוטנציאלי
חפרית מצויה	<i>Pelobates syriacus</i>	בסכנת הכחדה חמורה				+		פוטנציאלי
טריטון הפסים	<i>Triturus vittatus</i>	בסכנת הכחדה חמורה				+		פוטנציאלי
צפרדע נחלים	<i>Rana levantina</i>	בסיכון נמוך						פוטנציאלי
קרפדה ירוקה	<i>Bufo viridis</i>	בסכנת הכחדה				+		שחם ובלבן
זוחלים								
ארבע-קו מובהק	<i>Psammophis schokari</i>	לא בסיכון						ע"כ 2012, שחם ובלבן, נ"מ
זיקית ים תיכונית	<i>Chamaeleo chamaeleon</i>	לא בסיכון				+		שחם ובלבן
זעמן זיתני	<i>Coluber rubriceps</i>	לא בסיכון				+		שחם ובלבן
זעמן מטבעות	<i>Coluber nummifer</i>	לא בסיכון						פוטנציאלי
זעמן שחור	<i>Coluber jugularis</i>	לא בסיכון				+		שחם ובלבן
חומט גמד	<i>Ablepharus rueppellii</i>	לא בסיכון						פוטנציאלי
חומט מנומר סורי	<i>Eumeces schneideri pavimentatus</i>	לא בסיכון				+		פוטנציאלי
חומט פסים	<i>Mabuya vittata</i>	לא בסיכון						ע"כ 2012, שחם ובלבן
חנק	<i>Eryx jaculus</i>	לא בסיכון				+		ע"כ 2012, שחם ובלבן
חרדון מצוי צפוני	<i>Laudakia stellio</i>	לא בסיכון		+	+	+		ע"כ 2012, שחם ובלבן
ישימונית מצויה	<i>Stenodactylus sthenodactylus</i>	לא בסיכון			+			ע"כ 2012, שחם ובלבן
לטאה זריזה	<i>Lacerta laevis</i>	לא בסיכון						פוטנציאלי
מחרוזן	<i>Micrelaps muelleri</i>	עתידו בסכנה						פוטנציאלי
מניפנית מצויה	<i>Ptodactylus guttatus</i>	לא בסיכון						פוטנציאלי

שם המין	שם מדעי	סטטוס סיכון	חוף	רכס	גב הרכס	מרזבה	חולות	מקור
נחשית חולות	<i>Sphenops sepsoides</i>	בסיכון נמוך		+		+	+	ע"כ 2012, שחם ובלבן, נ"מ
נחשית נחשונית	<i>Chalcides guentheri</i>	עתידו בסכנה						פוטנציאלי
נחשית עינונית	<i>Chalcides ocellatus</i>	לא בסיכון				+		ע"כ 2012, שחם ובלבן, נ"מ
נחש מים	<i>Natrix tessellate</i>	בסיכון נמוך						פוטנציאלי
נחשיל מצוי	<i>Typhlops vermicularis</i>	לא בסיכון						פוטנציאלי
עין-חתול חברבר	<i>Telescopus fallax syriacus</i>	לא בסיכון						פוטנציאלי
עינחש	<i>Ophisops elegans</i>	לא בסיכון						פוטנציאלי
צב-יבשה מצוי	<i>Testudo graeca</i>	עתידו בסכנה		+	+	+		מאי 2006, נ"מ
צב ביצות	<i>Mauremys caspica</i>	לא בסיכון						פוטנציאלי
צב-ים חום	<i>Caretta caretta</i>	בסכנת הכחדה חמורה	+					נ"מ
צב-ים ירוק	<i>Chelonia mydas</i>	בסכנת הכחדה חמורה	+					נ"מ
צפע מצוי	<i>Vipera palaestinae</i>	תת-אנדמי				+		ע"כ 2012, שחם ובלבן
קמטן	<i>Ophisaurus apodus</i>	בסיכון נמוך		+	+	+		ע"כ 2012, שחם ובלבן, נ"מ
שחור ראש	<i>Rhynchocalamus melanocephalus</i>	לא בסיכון						פוטנציאלי
שלוון טלוא-ראש	<i>Eirenis rothi</i>	לא בסיכון						פוטנציאלי
שממית בתים	<i>Hemidactylus turcicus</i>	לא בסיכון			+			שחם ובלבן, נ"מ
שממית עצים	<i>Cyrtodactylus kotschy</i>	לא בסיכון						פוטנציאלי
שנונית שפלה (נחלים)	<i>Acanthodactylus schreiberi</i>	תת-מין אנדמי, בסכנת הכחדה חמורה		+	+	+		ע"כ 2012, שחם ובלבן
תלום-קשקשים מצוי	<i>Malpolon monpessulanus</i>	לא בסיכון				+		שחם ובלבן, נ"מ

נספח 4: רשימת מיני העופות שתועדו במרחב התכנית ובקרבתו.

מקורות: ב"ג - ברק גרניט 2014, ד"ב - דניאל ברקוביץ 2014, נ"מ - ניר מעוז, אביב 2006 - עמיר בלבן ומנחם אדר, ע"כ - עודד כהן, ר"פ - רון פרומקין 2014.

שם המין	שם מדעי	סטטוס	קינון בארץ	שימוש בשטח	מקור	2014
אדום חזה	<i>Erithacus rubecula</i>	חורף		כן	אביב 2006	
אווז אפור	<i>Anser anser</i>	חולף		לא	ב"ג 2014	נובמבר
אנפה אפורה	<i>Ardea cinerea</i>	חורף		כן	אביב 2006	
אנפית בקר	<i>Bubulcus ibis</i>	יציב	+	כן	אביב 2006, נ"מ	כל השנה
אנפת לילה	<i>Nycticorax nycticorax</i>	יציב	+	כן	אביב 2006	
ארנריה אדמונית	<i>Arenaria interpres</i>	חורף		לא	אביב 2006	
בולבול צהוב-שת	<i>Pynonotus xanthopygos</i>	יציב	+	כן	אביב 2006, נ"מ	כל השנה
בז מצוי	<i>Falco tinnunculus</i>	יציב	+	כן	אביב 2006, נ"מ	כל השנה
בז נודד	<i>Falco peregrinus</i>	חולף וחורף		לא	ד"ב 2014	סתיו
ביצנית לבנת-כנף	<i>Tringa glareola</i>	חורף		לא	ע"כ	
דוחל חום-גרון	<i>Saxicola rubetra</i>	חולף		כן	ע"כ	
דוחל שחור-גרון	<i>Saxicola torquata</i>	חורף		כן	אביב 2006, ר"פ	נובמבר-פבר
דוכיפת	<i>Upupa epops</i>	יציב	+	כן	אביב 2006, נ"מ, ר"פ	כל השנה
דורר בית	<i>Passer domesticus</i>	יציב	+	כן	אביב 2006, נ"מ	כל השנה
דורר ספרדי	<i>Passer hispaniolensis</i>	חורף ומקייץ	+	כן	אביב 2006, ד"ב 2014	ינואר, סתיו
דררה	<i>Psittacula krameri</i>	יציב פולש	+	כן	אביב 2006, נ"מ	כל השנה
דררה אפורת-לחי	<i>Myiopsitta monachus</i>	יציב פולש	+	כן	ר"פ 2014	נובמבר
זרון סוף	<i>Circus aeruginosus</i>	חורף		כן	ע"כ	
זרון תכול	<i>Circus cyaneus</i>	חורף		כן	אביב 2006	
חגלה	<i>Alectoris chukar</i>	יציב	+	כן	אביב 2006, ר"פ	כל השנה
חוחית	<i>Carduelis carduelis</i>	חורף	+	כן	אביב 2006, ד"ב 2014	סתיו

שם המין	שם מדעי	סטטוס	קינון בארץ	שימוש בשטח	מקור	2014
חופמי חוף	<i>Charadrius leschenaultii</i>	חורף		לא	אביב 2006	
חופמי צווארון	<i>Charadrius hiaticula</i>	חורף		לא	ע"כ	
חכלילית סלעים	<i>Phoenicurus ochruros</i>	חורף		כן	ר"פ 2014	נובמבר
חכלילית עצים	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	חולף		כן	אביב 2006	
חנקן אדום-גב	<i>Lanius collurio</i>	מקייץ		כן	ע"כ	קיץ
חנקן אדום-ראש	<i>Lanius senator</i>	חולף	+	כן	ני"מ, ר"פ 2014	נובמבר
חנקן גדול	<i>Lanius meridionalis</i>	יציב	+	כן	ע"כ	ינואר
חנקן נובי	<i>Lanius nubicus</i>	מקייץ	+	כן	ע"כ	
חנקן שחור-מצח	<i>Lanius minor</i>	מקייץ		כן	ע"כ	
יונת סלע/בית	<i>Columba livia</i>	יציב	+	כן	אביב 2006, ר"פ	כל השנה
יסעור מצוי	<i>Puffinus yelouan</i>	חולף	+	לא	אביב 2006	
ירגזי מצוי	<i>Parus major</i>	יציב	+	כן	אביב 2006, ני"מ	כל השנה
ירקון	<i>Carduelis chloris</i>	יציב	+	כן	אביב 2006	
כחול חזה	<i>Luscinia svecica</i>	חורף		כן	אביב 2006, ר"פ	מרץ
כרוון מצוי	<i>Burhinus oedicnemus</i>	יציב	+	כן	אביב 2006, ני"מ, ר"פ	כל השנה
לבנית קטנה	<i>Egretta garzetta</i>	יציב	+	כן	אביב 2006, ר"פ	ינואר, מרץ
מאינה מצויה	<i>Acridotheres tristis</i>	יציב פולש	+	כן	ע"כ, ני"מ, ר"פ	כל השנה
מלכישליו חלודי	<i>Crex crex</i>	חולף		לא	ר"פ 2008	
נחליאלי לבן	<i>Motacilla alba</i>	חורף	+	כן	אביב 2006, ר"פ	נובמבר-מרץ
סבכי אפור	<i>Sylvia borin</i>	חולף		כן	ע"כ	
סבכי טוחנים	<i>Sylvia curruca</i>	מקייץ		כן	אביב 2006	אביב-קיץ
סבכי שחור-כיפה	<i>Sylvia atricapilla</i>	חולף		כן	אביב 2006	
סבכי שחור-ראש	<i>Sylvia melanocephala</i>	יציב למחצה	+	כן	אביב 2006, ני"מ, ד"ב	סתיו
סיס חומות	<i>Apus apus</i>	מקייץ	+	לא	ני"מ	

שם המין	שם מדעי	סטטוס	קינון בארץ	שימוש בשטח	מקור	2014
סיקסק	<i>Vamellus spinosus</i>	יציב	+	כן	אביב 2006	
סלעית אירופית	<i>Oenanthe oenanthe</i>	מקייץ		כן	אביב 2006, ני"מ	
סלעית מדבר	<i>Oenanthe deserti</i>	חולף		לא	ד"ב 2014	סתיו
סלעית ערבות	<i>Oenanthe isabellina</i>	חורף ומקייץ		כן	ע"כ	
סנונית מערות	<i>Hirundo daurica</i>	חולף	+	לא	ני"מ	
סנונית רפתות	<i>Hirundo rustica</i>	יציב למחצה	+	כן	אביב 2006, ני"מ, ר"פ	ינואר, נובמבר
עורב אפור	<i>Corvus cornix</i>	יציב	+	כן	אביב 2006, ר"פ	כל השנה
עורב מזרע	<i>Corvus fuficollis</i>	חורף		כן	אביב 2006	
עלווית אפורה	<i>Physooscopus trochilus</i>	חולף		כן	אביב 2006, ני"מ, ד"ב	סתיו
עלווית חורף	<i>Phyllscopus collybita</i>	חורף		כן	אביב 2006, ר"פ	נובמבר
עפרוני מצויץ	<i>Galerida cristata</i>	יציב	+	כן	אביב 2006, ני"מ	כל השנה
עקב חורף	<i>Buteo buteo</i>	חורף		כן	אביב 2006	
פיפיון שדות	<i>Anthus pratensis</i>	חורף		כן	אביב 2006, ד"ב	סתיו
פרוש מצוי	<i>Fringilla coelebs</i>	חורף		כן	אביב 2006	
פרפור עקוד	<i>Ceryle rudis</i>	יציב	+	לא	אביב 2006	ינואר, מרץ
פשוש	<i>Prinia gracilis</i>	יציב	+	כן	אביב 2006, ני"מ	
צופית	<i>Nectarinia osea</i>	יציב	+	כן	אביב 2006, ני"מ	כל השנה
צוצלת	<i>Streptopelia senegalensis</i>	יציב	+	כן	אביב 2006, ר"פ	כל השנה
קאק	<i>Corvus monedula</i>	יציב	+	כן	אביב 2006, ר"פ	נובמבר-מרץ
קורמורן גדול	<i>Phalacrocorax carbo</i>	חורף		לא	אביב 2006, ר"פ	ינואר, מרץ
קיווית מצויצת	<i>Vanellus gregarius</i>	חורף		כן	אביב 2006	
שחף אגמים	<i>Larus ridibundus</i>	חורף		לא	אביב 2006	
שחף צהוב-רגל	<i>Larus michahellis</i>	חורף	+	לא	אביב 2006, ני"מ	
שחף שחור	<i>Larus fuscus</i>	חורף		לא	אביב 2006	

שם המין	שם מדעי	סטטוס	קינון בארץ	שימוש בשטח	מקור	2014
שחפית ים	<i>Sterna hirundo</i>	יציב למחצה	+	לא	אביב 2006	
שחפית עבת-מקור	<i>Sterna nilotica</i>	חורף		לא	אביב 2006	
שחפית שחורת-מקור	<i>Sterna sandvicensis</i>	חורף		לא	אביב 2006	
שחרור	<i>Turdus merula</i>	יציב	+	כן	אביב 2006	
שיחנית קטנה	<i>Hippoboscus pallida</i>	מקייץ	+	כן	אביב 2006	
שלדג גמדי	<i>Alcedo atthis</i>	חורף		כן	אביב 2006	
שלדג לבן-חזה	<i>Halcyon smyrensis</i>	יציב	+	כן	אביב 2006	
שליו נודד	<i>Coturnix coturnix</i>	חורף ומקייץ	+	כן	ע"כ, נ"מ	פבר-מרץ
שרקק מצוי	<i>Merops apiaster</i>	מקייץ	+	כן	אביב 2006, נ"מ, ר"פ	אביב-קיץ
תור מצוי	<i>Streptopelia turtur</i>	מקייץ	+	כן	אביב 2006, נ"מ	אביב-קיץ
תור הצווארון	<i>Streptopelia decaocto</i>	יציב	+	כן	אביב 2006	