

מאת אבינועם דנין

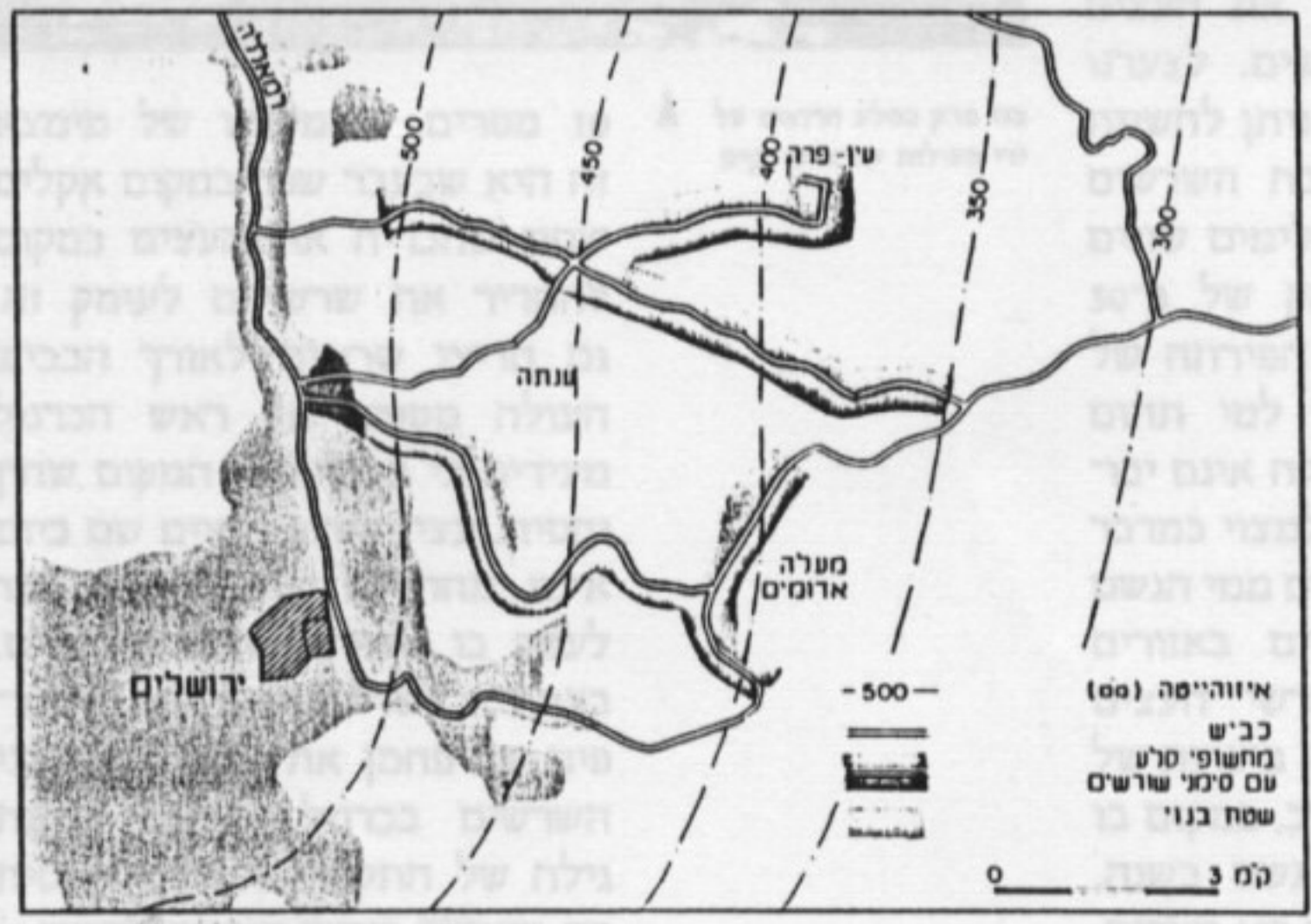
שורשי עצי איתנים בסלע



תעלות שנוצרו מהמסת סלע על ידי שורשים עבים של עצים, לפני 30,000 שנה.

צי החורש הים תיכוני הגדלים בהרי הארץ יר-נקים מים מתוך התשתית הסלעית עליה הם גדלים. מרבית הסלעים לתוכם חודרים שרשי עצים שקעו על קרקעית הים בתקופות גיאור-לוגיות קדומות, ובעת שנחשפו מעל פני היבשה היו החללים שבהם מועטים. המסת הסלעים היא תהליך ממושך ומעורבת בו גם פעילות שרשי עצים ושרשי שיחים. לאחר מות העצים נרקבים שרשיהם ונותרים בסלע חללים בצורת שרשים. לחלק מהחללים חודרים שרשי עצים אחרים, חללים אחרים הנותרים ריקים, מתמלאים בקרקע או בגיר משני ומתאבנים. מציאותם של מאובני-שורש וחרוצי שרשים במדבר יהודה, במקומות בהם לא גדלים כיום עצים מסיעת

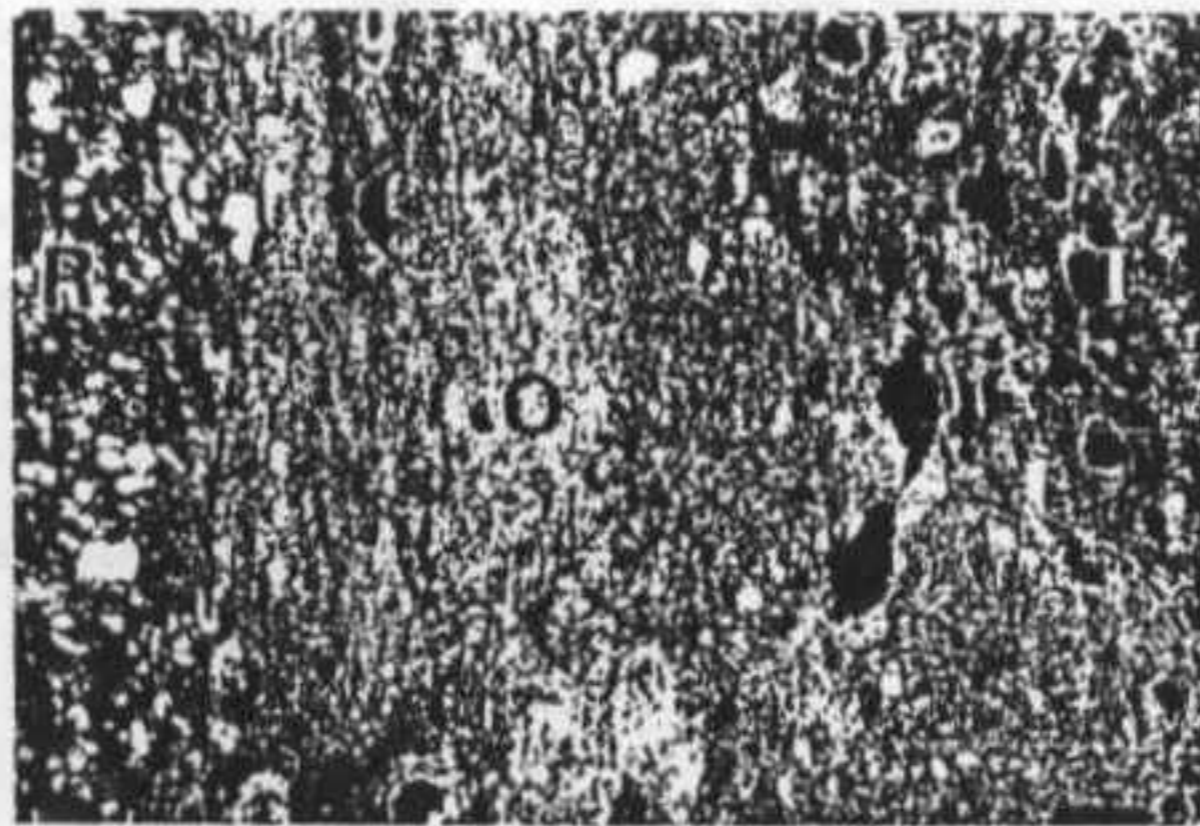
לחקר האקלים ונופה הקדום של הארץ לפני כ-30,000 שנה. ממצאים אלה גם מלמדים כי בחבל הים תיכוני המסת סלעים על ידי שרשי עצים אינה נופלת בחשיבותה מזו של הבקעת סלעים בתהליכי בליה. לאורך הדרכים היורדות מירוש-לים מזרחה יש כיום מחשופי סלע



ד"ר אבינועם דנין הוא מרצה בכיר במחלקה לבוטניקה באוניברסיטה העברית בירושלים

תמונה 1: מסת מדבר יהודה בה מסומנים מחשופי סלע עם שרידים של פעילות שורשים. הקווים המסומנים 300, 400 הם קווים שווים גשם (איוהייטה). ←

בכרמל (עם 700 מ"מ גשם לשנה) ובאיזור דומה בקליפורניה נמצא כי עצי אלון ירוק עד מחדירים שרשיהם לעומק של כ-8 מטרים. במדבר, בו כמות המשקעים קטנה מ-250 מ"מ גשם לשנה, מי הגשם אינם חודרים לעומק רב ובהתאם לכך גם שרשים אינם חודרים לעומק העולה על 2 מטרים (בסלעי גיר סדוקים). מממצאים אלה נובע כי בעבר ירדו במדבר יהודה, בשטח שחקרנו, (המסומן במפה 1) כ-100 מ"מ יותר גשמים מאשר כיום בכל אתר ואתר.



▲ צילום מיקרוסקופי של חתך בשורש מאובן: R – הסלע שלחוכו חדר השורש; O ו' הם חלקים שונים בשורש המאובן; כחמים כהים – חללים שנוצרו בחוצאה מהרקבות חומר אורגני.

מאובני השרשים או חללים שיצרו השרשים בסלע יכולים לסייע במחקר אקלים העבר. אוון ירושלים הגדל בר בכרמל מחדיר שרשיו לתוך סלעי קירטון חווארי לעומק של 2-3 מטרים. במחצבות שליד אוניברסיטת חיפה נמצאו חריצי שרשים בעומק העולה על

אובני השורש אישרה את ההנחה שהגיר נוצר תוך הרקבותו של חומר אורגני. בדיקת איווטופים של פחמן הראתה כי גילם של המאובנים הוא כ-30,000 שנה. על פי מידע גיאולוגי השתרע אגם הלשון מחצבה ועד הכנרת. קיומו של האגם מעיד על כך שכמות המשקעים אז היתה גבוהה באופן ניכר מכמות המשקעים הנוכחית. מאובני השרשים שנמצאו במדבר יהודה הם עדות מוחשית לתנאים הלחים ששררו אז. התייבשותו של אגם הלשון לפני כ-18,000 שנה היתה כרוכה בהשתנות האקלים. לא ברור עדיין אם מות העצים והתייבשות אגם הלשון הם תוצאה של אותו אירוע אקלימי.

אחת השאלות הראשונות הנשאלות בקשר למהותו של החורש או היער שכיסו את מורדות מדבר יהודה היא אם ניתן לזהות את העצים על פי מאובני השרשים. לצערנו התשובה שלילית. אך ניתן להשוות את עומקה של מערכת השרשים למערכות ידועות באקלימים שונים בעולם. שרשים בעומק של כ-30 מטר שנמצאו במהלך חפירתה של תעלת סואץ קשורים למי תהום גבוהים. אולם עצים אלה אינם יכרו לים לשמש כהשוואה למצוי במדבר יהודה – שם חיו העצים ממי הגשם בלבד. ביערות טרופיים באזורים מרובי גשם עומק שרשי העצים אינו עולה על 2 מטרים. ביערות של אזורים ממוזגים בארה"ב, במקום בו יורדים כ-2,000 מ"מ גשם בשנה, עומק בית השרשים הוא כ-6 מטרים.

רבים בהם ניתן להבחין בסימני שורשים. כמות המשקעים השנתית הממוצעת בשטח שנסקר ומציאות מחשופי סלע בעלי סימני שרשים לאורך הכבישים מובאים בתמונה 1. כיום מרובים בשטח שנסקר בני שיח וצמחים חד-שנתיים אך שרשיהם אינם מעמיקים ולרוב אינם מצויים אלא בקרקע שמעל לסלעים.

חריצי שרשים ומאובניהם אחד האתרים המרשימים ביותר בו נמצאו מאובני שרשים הוא צומת הכפר ענתא על כביש מיספר 437 המוליך ממישור אדומים אל דרך ירושלים-רמאלה. קירות סלע הגיר שנחשף מנוקבים בחריצי שרשים שעוביים מחלקי מילימטר עד מיספר סנטימטרים. ליד הכביש ממעלה אדומים להר הצופים יש חללי שרשים המגיעים לעומק העולה על 20 מטר מתחת לפני הקרקע. השרשים חדרו אל מישקים (סדקים) אטומים בסלע המלאים בחומר סלעי שמהותו שונה מזו של הסלע שבתוכו הם מצויים). נדירים הם שורשים החודרים לתוך קטע סלע בו אין מישק או נקודת תורפה אחרת. בקצות השרשים מצויה כיפת השורש ממנה מופרשים חומרים חומציים. לכן, המסה ראשונית של הסלע עשויה להתרחש בסביבת קצה השורש; בקטעי השורש שהי תעבו אין הפרשה של חומרים כאלה והמסת הסלע מתרחשת בהשפעת פחמן דו-חמצני שנפלט מהשורש הנושם ואשר מומס במי הגשמים כך שבקרבת פני השורש נוצרת סביבה חומצית המביאה להמסת הסלע ולהגדלת נפח החלל. עם גידול השורש גדל החלל בסלע ומאפשר לשורש להמשיך להתעבות. במות העץ נרקבים שורשיו. חלל השורש מתמלא בגיר שמבנהו והרכבו שונים מאלה של הסלע לתוכו חדר השורש. בדיקת המיבנה המיקרוסקופי של מאובני השורש אישרה את ההנחות על השפעת השורש בהמסת הסלע ויצירת המאובנים.

מאובני שרשים והאקלים בדיקת איווטופים של פחמן וחמצן המרכיבים את הגיר שבמ-



▲ מני סדק בסלע חרוצים על ידי פעילות שורשים דקים

10 מטרים. משמעותו של מימצא זה היא שבעבר שרר במקום אקלים שחון שהכריח את העצים במקום להחדיר את שרשיהם לעומק זה. גם חריצי שרשים לאורך הכביש העולה מטירה אל ראש הכרמל מעידים כי בעבר היה המקום שחון יחסית. עצי החרוב החיים שם כיום אינם מחדירים את שרשיהם עד לעמק בו מצויים חריצי השרשים. בעתיד, כאשר יחקרו בעזרת איווטרפים של פחמן את הגיר שבמאובני השרשים בכרמל, תיתכן קביעת גילה של התקופה השחונה יחסית בה העמיקו שרשי העצים לחדור.