

נהר – כמערכת בשינוי משקל דינמי

מאת

מicha קלין

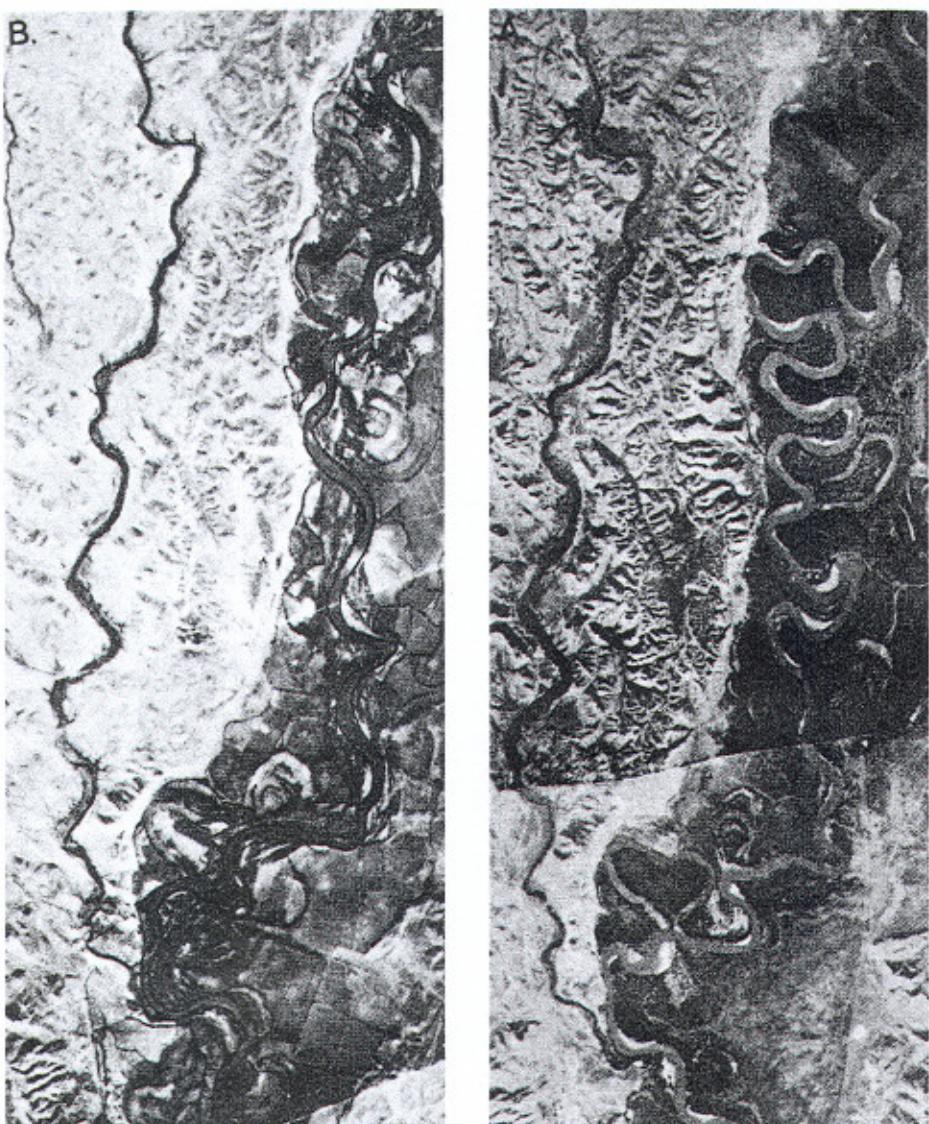
או: מה קרה לאפיק הירדן התתון?

ירידת ספיקת המים בקטע הירדן שבין הכנרת וים המלח, הביאה לשינוי מורפולוגי בולט באפיקו. השינוי מתבטא, בעיקר, בקייזר אודכו של האפיק.

כשבוחנים תצלומי אויר של הירדן התיכון שנערכו בהפרש זמן של כ-20 שנה (חמשה שנים), ניתן לבחון בתופעה מעניינת: אורכו הכלול של נהר התקצר במקצת מימי נברת. זורם דוגמה אופיינית לשינויים מהירים המתארשים בנוף. כתוצאה מהם, אדם המשתחש במאפה טופוגרפיה נוכח לעיתים כי גם אם מצויה בירדו מפה חדש ומעודכנת אין השתה חואם את הטופוגרפיה הנלמודת מהמאפה. אי התאמה זו בין השטה והמאפה בולטה במיוחד במקומות שבהם צצבע של התייחס עיזוב־הנוף (תהליכי גיאומורפולוגיים) הוא מהיר, כמו בדוגמת הירדן שהזכיר, באזורי דיוונום ובאזוריו חזק. הקצב המהיר־יחסית של תהליכי גיאומורפולוגיים לא תמיד נלקח בחשבון על ידי אנשי המיפוי באגף המדירות, המערכנים רק את הגורמים האתנוגאוגרפיים ש變נו בנוף, כמו יישובים, כבישים וכדומה, ומשאירים את הטופוגרפיה כנורם קבוע.

קצבע המהיר של תהליכי גיאומורפולוגיים ורישותם לשינוי הסובב, בולטים במיוחד בניתוח נופים בארץ ישראל; סיבות לכך הן: מיקומה של הארץ באזור צחיח למחצה, שהוא רגש ביותר לשינויים מורפולוגיים. כל שינוי בכמות המשקעים יכול לגרום לשינוי גודל מואור בשיעורי סחתת הקרקע – עקב שינויים בכית הגירול הצמחי, וכן התערבותו הרכה והמהירה של האדמה במערכות הנוף. את השינוי בנוף נוכל להסביר באמצעות רעיון האיזון (שוויו-משקל) הריני המושם למערכות נוף. מערכת הנוף שאנו עוסקים בה כאן היא מערכת נהר ולכן יוסבר מנגנון האיזון הריני שלה.

מicha קלין (M. Klein) סיים את לימודי התואר הראשון ומשני באנתרופולוגיה באוניברסיטה העברית בירושלים. את לימודי הדוקטורט סיים ב-1976 באוניברסיטה ליסד שבאנגליה. כיום הוא מכהן כפרופסור בחוג לאיינטראקציית באוניברסיטת חיפה.



תמונה 1: מימין – צלום אויר של הירדן התיכון (בין קרי רוחב 5477 ו-5527) בשנת 1945. משמאל – צלום אויר מ-1967 של אותו קטע. הירדן, בכלל אחת משתת התמונות, הוא הנקה המפותל שמיין.

ԱՐԵՎ ՀԱՅ ՀԵԱՆ ՄԱԼԱՐ ՄԵՍ ՏԵՎ ՖԱ
ԳԵՎ ԷԼ ԱՐԱ ԸՄ ՄԵԼԱ ԸՄ ԱՄԵՎՀՅԱՌ
ԸՄ ՄԵԼԱ ԹԿ ԸՄ ՄԵԼԱ ՕՐԵ ԸՄ ՄԵԼԱ
ԸՄ ԽՈ ԼԵՄ ԱԼԱՌ ԱՅՇ Խ ՄԱՐԱՆ ԸՄ ՏԵՎ
ԸՄ ՀԱՅ ՀԵԱՆ ՄԵԼԱ ՎՈԼ ԱՄԵՎՀՅԱՌ

ՀԱՅՈՒԹ Ե ՀԱՅՈՒԹ ԿԱՅԻ ՎԱԼԻ ՄԻԱՅՆ
ՀԱՅՈՒԹ ԲՈՒ ՎԱԼԻ ՎԱԼԻ

„0€ &L „09' CTTCUW M4 C-01 Z-A)' AUCZL M4

2024 Exam

WILHELM DRESEN IN AGEDU WAKO (D' TGU
S/THOMAS)

S/PAK

© ELE-FNC-1100

LEARN TO SWIM EASILY AND SAFELY

di bilan leulaku aci nu wulun bilan
utul nu lumenkuwé alici ambo nu angka
lara nu qatalu qatalu' aci wudukku alici
lenggalu' si sambil as bee aci ambo qatalu'

ԵՐԱԿԱԾ ԹՎԵՐԸ ԽՈՎԱՅԻ ԽՈՎԱՅԻ ԽՈՎԱՅԻ ԽՈՎԱՅԻ

ԽԱ ՃԻ ԱԱՎԵՐ ԿԱՅ ԼԱՍԱԿ ՀԱՍԱԳ ԼՀԱՄ
ԱՆԴԻ ՇԱՀԱՄ ԱՐ ՏԵՐԵՍ ՄԹԱԿԴԱՄ ԼԵՎԱ ՀՐԱ
ԽԱԾ ԱԿԱԼ ՖԼԵԴԱՄ ՄԱՏԵԴԱՄ ԳԵԼ' ՄՈՒՆԻ ԾՎԱ
ԸԱԼ ԹԽԿ ՄԵԼ ՄԹԱԿԴԱՄ ԲԵՐԵՋ ԱՅ ԹԹԱՎԱՎԱ
ԵՐԵՋ ԳՐԵԼ ՄԵԼ Մ.Ա.Ը (ՀԱՅ ՂԱՄ ՄԱԼԱՄ)
ՄԱՐՏԻՆ ՄԱԿԱՐ ԸԱԼԵԱՄ Ի' ԱՅ ԱԱՎԱ ԽԿ
ԸԱՎԾ ՄԵՀԱՄ ԹԳ ԸԱԼԵԱՄ ՄԱՅ ՄԻԼԻ ՄԱՅ
ԱՄԱԼՈՐ ԸՆԳ ԳՐԱԼ ՎՈ ԱՅ ԸԱԼԵԱՄ ՄԱՅ

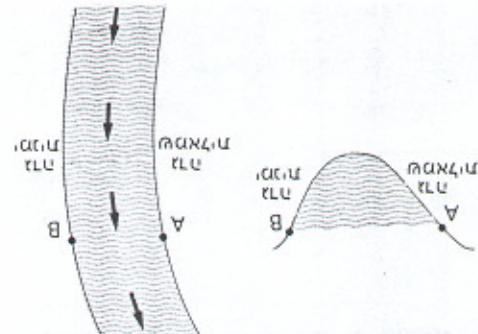
QUELLA VILLETTA ESTATE CIALDINI AND
PARKER COULDNT FIND IT.

UNSGA 1

Աւելի՝ թագավոր պէտ սէն սէծու աւել
աւելու մաօ պէտքու զօր սօնս սանու ճէտ
զամունք ցուս չէւը ըստու սանու զէլ՝ զէլ
չէն սէն աշխան բայս զէլ զէլ չէւը
աւ ամեն լատու ու զէլ չէւը չէւը
աւ ամեն լատու պէտքու ու ու ու չէւը
պէտք եւս պէտ ու ու պէտքու պէտ
չէկ առանձար օւս պէտ սանու պէտ
չէկ լաւ օւս պէտ պէտքու ու օւ օւ չէ
պէտք պէտք չէ հէցի՛ առ ու պէտք
պէտ օւս չէկ պէտք օւս պէտ պէտ

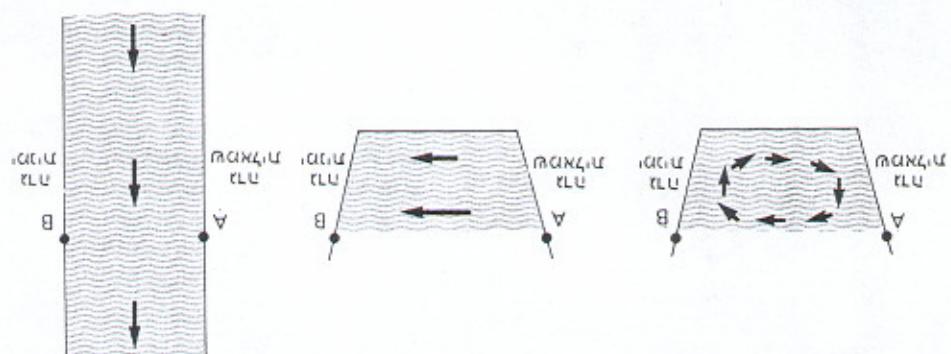
ALLA ԱՆՁ ԱՎԱՐ ԷՇ ԹԵՂԻ ԱՆԳԻ ՀՕՅԸ

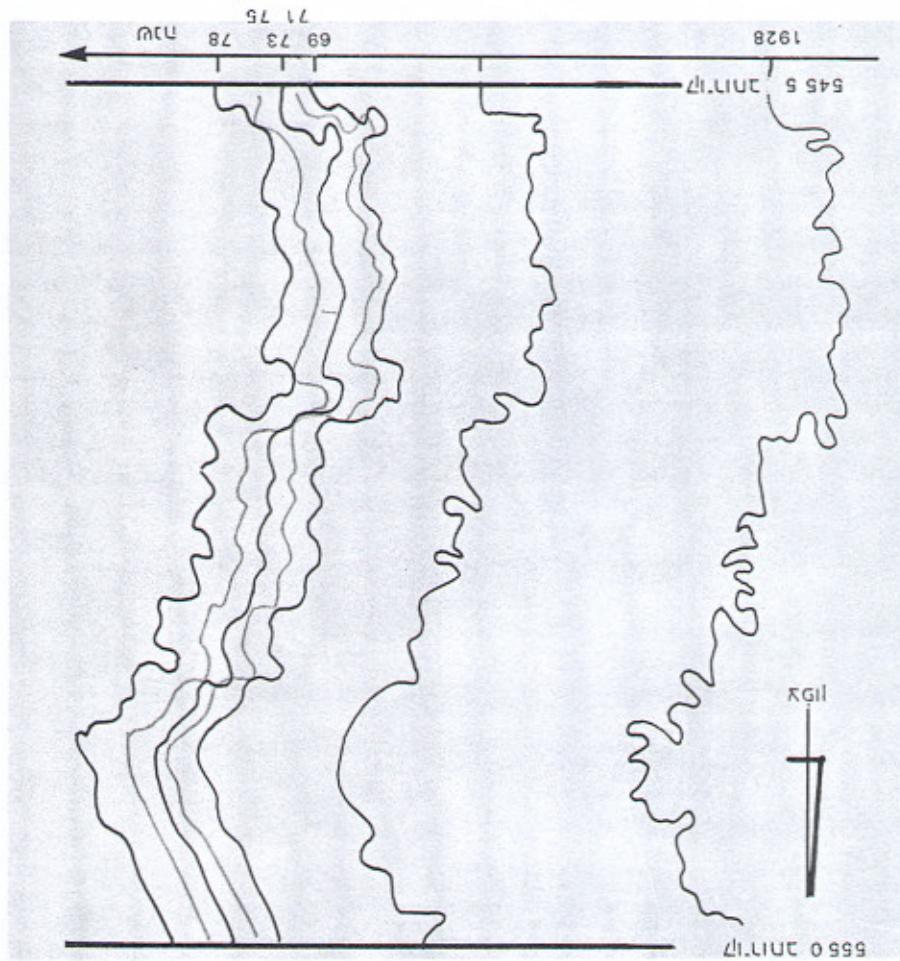
THE END



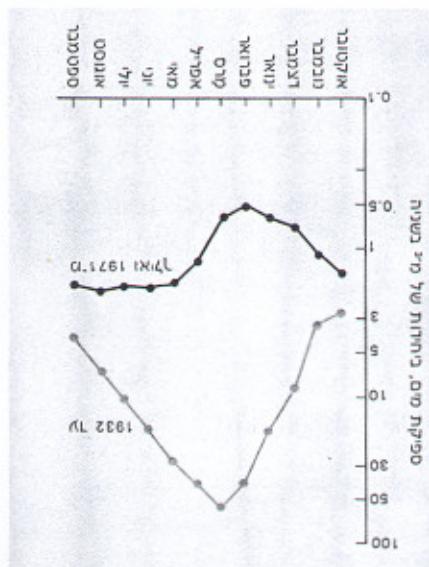
ГІДРОСИГНАЛІЗАЦІЯ

— ԵԼ ՎԱԿՐ ԱՌ ԽԻԾԸ ՄԱԿՍ ԹՑ ՎԱՐՔ Օ ԱՊԱԽ: ԱՎԵԼ ՏԱՎԻԼԻ ՎԻԼԱՆ ԱՅՆ
ՀԱԼԱԾՈ ԵՒԼ ՄԻԳԾԻ ՕԱԼ ՀԱԾԴԱՆ ԱՎԱՆ ՎԻԼԱՆ ԻՆԵ ԶԱՆ ԱԽԱ ՄԱՏ ՀԵՅ ՎԱԾ
ՄԻԳԾԻ ԹՑ ԵՒԼ ՄԻԼԱՌ ԾԻ ՎԻԼԱՆ ԱՆ ԽԱ ՎԱԾ ԵԾՄ ՎԵՐ ՄԱԿՏ (ԸՆՈ ՀԵՄ ՎԻԼԱՆ) — ԵՌՈՅ
ԾԻ ՎԻԼԱՆ ԵԽԱՐ: ԱՆ ԼԼ ԽԳԾ ՎԵՎ ԾԻ ՎԻԼԱՆ ՎԱԾ ՄԻ ԱՎԾԻՆ ԽՀ ԵՎ ԵՎ ԽԱ ԱՌԵԼ ԵՎ,
ԽԵՎԵԼ ԵՎ ԽԱ ԽԵՎԵԼ ԵՎ





1261 INCL



ஏங்கள் மது மறைக்க முடிந்து கு தெரியு
தல் என்ற இருவீடு மறைங்கிற ஏங்கி
ஏங்கி ஒரு முடி முடி சூரிய சமீ
கு முடி முடி முயில் முன் செலு விழு
புதுவே மாலை சூரிய அரைக்கு முடிவு
முயில் முயில் செலு செலு கு முடிவென
புதுவே முயில் — புதுவே

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARIES

ԵԿԳԸ ԱԲՀԱՎ ՕՐԻ ՀԱՅՆՈ ԽԱՎԱՐՈ ԽԱՎԱՐ
ԽԱՎ Խ ՇԼՄ ՇՏԳ, ՏԼՄ ԺԵԼՄ Խ ԱՎԿԱՐ
ԵՎԼԽ ՇԼՄԱՐ ՀՐԱՎ ՇԼՎԱՐ ՄԽԱԼ ԹԳ

LULOGS 9

CHINESE EDITION

ପାଇଁ ଏହି କାମ କରିବାକୁ ଦେଖିଲାମ

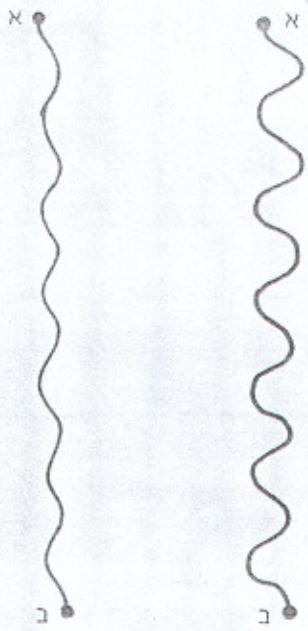
ԱՇԽ ՄԼԻ — ԵԿ ԽԵՎ ՇԼԻ ԳՈԼԸ ՃՐՃ
ՔՋԵԿՈ ՄՅԱՎԱՐՈ ԵՎԻՑ ԹԿ ՄԼԵՅ ԳՈԼ
ԵՎԱԿ ՀԵՎԱՎ — ՄԼԱՎ ԳՈԼ՝ ՄԼԱՎ ԹԵՎ
ՄԼԱՎ ԳՈԼ ՄՅԱՎ ԸԼ ԳՈԼ ԼԱՄ ԳՎԱՎ
Խ Ա ՄՅԱՎԱՎ ՄԱԳՎԱՅ ԹԱՎ ՏՈԼ
ՄԼԱՎ Ա ՄԱԼԵԿ-ՄԱԳՎԱՎ — ՄԱԳՎ ՄՅԱՎ

CGU,WW QCL, LCLU'

ԸԱԽՆԱ ԶԱՅԵՐՀԿ, ԷԽԵԼՎ-Շ.Ռ ԽՀՄ ԱԼՍ ԶԳՀՆ
Տ/Բ ԲԵ-Ա ԶԵՒ ԽՎԱԼ ԲԵ-Ա ԽՎԱԼ

Հունի շաբաթ սպառագի կամ ճառ ու
տուս Ա-01 և այլաւ Հ-008 ական պ,
սպառա Հ-05-01 ական պ, Հունի լաք սպառ
կառակա Ժ-05 սպառ Հ-09 այլաւ
սպառ պար սպառա այլաւ ու սպառ
պ, ԿՄՀ Հուն ուղար պար սպառ ման
պաք ըստ պար պար ու հայա ման
պաք ըստ պար պար ու հայա ման

ပေါ်လဲမြင်လဲ၏ ၄.၆ ရှာ လိုက် ချင်လဲ
အနေဖြင့်



הן: אורך קו המום בין הכנרת לים המלח היה כ-220 ק"מ בשנת ה-20; כ-192 ק"מ בסוף שנות השבעים.

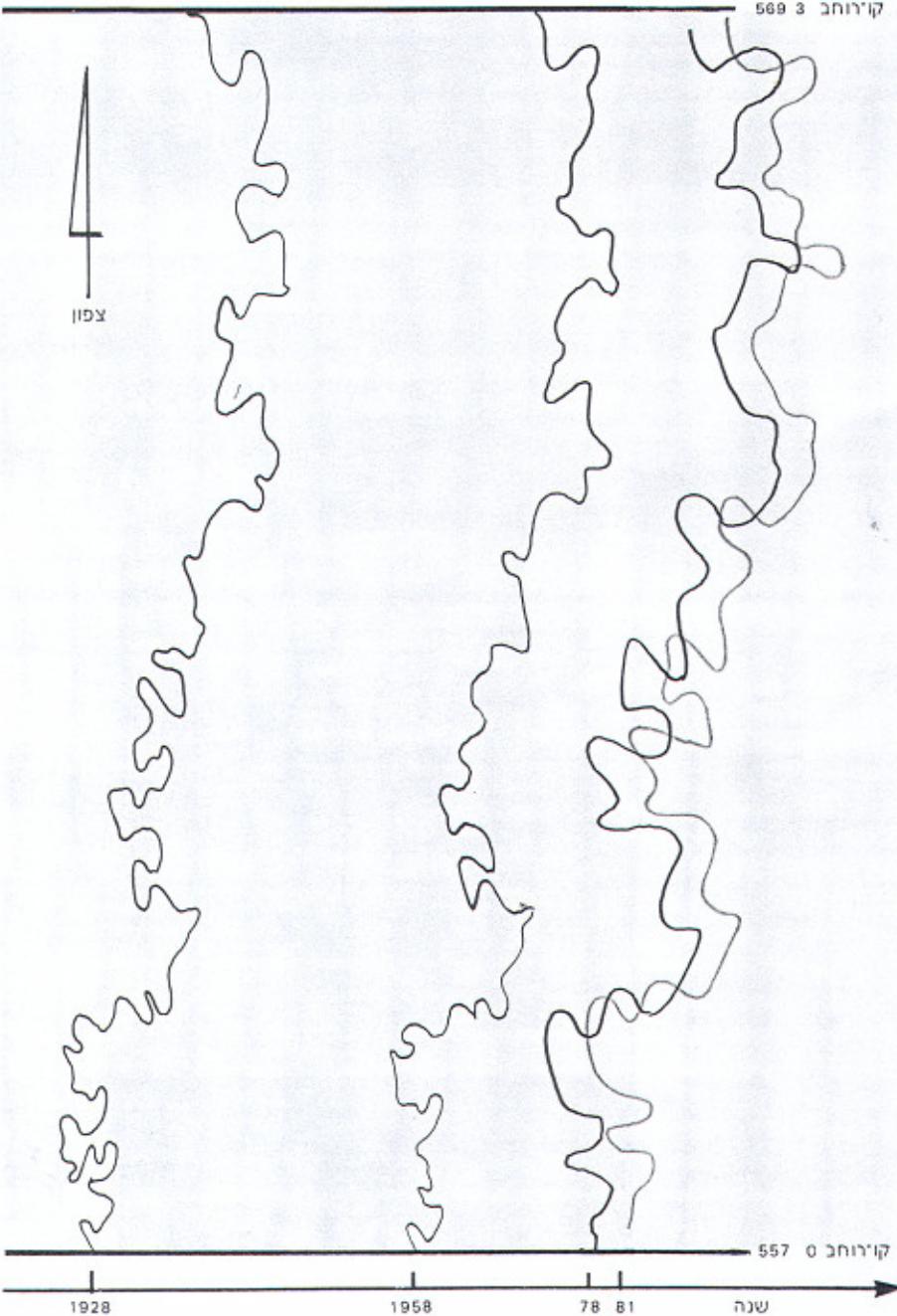
שנית, לא כל הקטעים מגיבים בזרה שורה לשינוי ספיקת המים. בקטע הצפוני (שאינו מוגן בתמונות 6,5), בין הכנרת לטירת צבי, חלו שינויים קלים באורך — אופייניים לנهر נחלוני — אך לא קצרו אורך ברור. הקטע התיכון, בין טירת צבי ועד לכ-10 ק"מ צפונית לים המלח, המוגן בתמונות 6,5 — הוא הקטע שבו הקיזור גדול

קטע בן 11.5 ק"מ, בקו אירר, של היורד החתמון ציין כי מהלכו של הנهر בקטע קצר בן 1.86-1.87 מילס פירוחל של 2.39 מילס פירוחל בין השנים 1928-1971 מיחסים פירוחל של 6,5 מילס המלח, שערורי בעורמת צלומי אויר, מכסות את תקופת השני הגדול בספייה כלומר מתחילה שנות ה-30 ועד תחילת שנות ה-80. תמונות 6,5 מראיות את השchanת האורך בקטעים שונים באורך היורד בתקופה זו.

תמונה 7: מימין — נהר שנפתחו לו המם בעלי אורך גל מסיים ומשעת גדולה. משמאלו — במצבוי החדש של הנהר, אורך הנחל של נפתחו נשמר, אך משוערם קפינה. מובן שארכו הכללי של הנהר, במצבוי החדש, קטן יותר, ולכן שיפועו (הפרש הגבהים בין א' ל'ב') מחולק באורך הכללי גדול יותר.

וברו. הקטע הדרומי ביותר, שאף הוא לא מוגן בתמונות הג'יל, לא מראה שינוי ממשמעותי בקו הזורמה.

בקטע הצפוני של היורד חלו שינויים מהלן. קלים שאינם חריגים מהמקובל בנחל נחלוני. בקטע זה שיפורו המקורי של הנהר הוא תלול יותר. השיפוע, כלומר הפרש הגבהים מחולק באורך הנהר, הוא כ-1.5-1.6 פרומיל. ואuch לעומת שיפורו ממוצע של כפרומיל אחד לכל אורך היורד התיכון, ובקטע זה חלק מהנהרות נקבעים על ידי מחושפים של סלע עמיד יותר ולבן אינם יכולים לשנות את מהלכם. בנסוף לכך — ויתכן אף חשוב יותר — בקטע זה והתרובב האדם בשימור מהלכו של הנהר. התurbות זו התקבעה בדרכים אחדות: בנטיעת שרורות אקליפטוסים בגזרת הנהר — למשל באיזור בית זרע; בסילוק גילשות קרקע שחסמו את מי היורד. במצב של חסימה, הנהר יכול לשנות את מהלכו, והברר אריער כמה וכמה פעמים בהסתוריה, (איודע שכוח חל الاول בזמן מעבר בני ישאל אל תוך הארץ בימי יהושע...). האירוע האדרון הידוע לי המרחש במאי 1978 באוזר בריכות הרגים של בית זרע; קו המים בחלק גדול של קטע זה הוא קו הגבול שבין מלכת



תמונה 8: השchanות מהלך אפיק הירדן עם הזמן, בין קו רוחב 5693 ו-5577. קו זה נמצא מצפון לגשר אדם.

הירדן בשנת 1967 (תמונה ۱).
 הקטע התיכון שהיה צריך, לכארה, להתנהג כפי שמתנהג הקטע התיכון. אינו מראה שינוי במלוך הנהר מבחן נפתחלי. ההסביר לכך הוא כי ים המלח במעלה מ-18 מ' (שכן בתוקפה המודברת ירד מפלסו של ים המלח, כתוצאה מפעולות המפעלים להטיהת המים שהוזכרו). הנהר התהחרר בחואר הלשון וכן גודל שיפועו. השפעת התייבשות לאחרור מגיעה כבר למרחק של כ-5 ק"מ ממקום שפך הירדן לים המלח. לא הייתה אפשרות יצירת מפל בין הירדן וים המלח שכן נסיגת מפל לאחרור היה יכול לשמר רק אם המסלע היה עמיד והוא יכול לשמור מפל. אך במסלע החזאיי הסחיף שבו זורם הירדן לא קיים מפל, אלא התהחרות ש"עליה" והולכת במעלת הנהר ומגדילה את שיפועו.

يُحِدُّو شَلْ الْيَرْدَنَ التَّهْتَهُونَ

ירידה בספיקת המים בנהרות מלוחה בד"כ גם בירידה בכמות הסחף שהגיעו לאפיק. הירדן התיכון מייחד בכך שהוא בספיקת המים לא לוותה בירידה מקבילה בכמות הסחף שהגיעו לאפיק. אם נבחנו שוב בנוסחה שכבנה, הירידה בספיקת המים הביאה להקטנת רוחב הנהר ועומקו ימני (הפרש הגבהים מחולק באורך) קטן יותר משיפוע הנהר המשמאלי. ניתן לאות תופעה זו – קיזור אורך נהר הירדן התיכון ללא שינוי משמעותי באורך גל

לירדן התיכון. כמהו הסחף שSEGMENT מהובילים המתווכים ישירות לירדן התיכון הן מזרחה והן ממערב היא קטנה יחסית, שכן נחלים אלה יוציאים מהאזור ההררי לבקעת הירדן. במעבר זה מהירות הזרמה שליהם קטנה, הם אינם יכולים לשאת את הסחף שנושא במקלבים באזור ההררי, ולכן הם משקיעים אותו בעוראה מניפות סחף בשולי בקעת הירדן וממשיכים את זרימתם אל הירדן עצמו בនוסעים כמוות סחף קטנות בלבד.

המקור העיקרי לסחף המושע לירדן התיכון הוא אייזור האפיק עצמו והאזורים הקרובים לו (בעיקר אזורי החגואר), והתמותות של הגדרות אל תוך הנהר. אייזור זה ממשיך לתروس סחף כפי שתthers בעבר, ויתכן שאף יותר עקב הפעולות הבתוחניות מאז 1967 (כלומר, סילילת דרכו עפר ובנית מוצבים באזורי חgaard הלשון מגברים את כמוות החgaard שנלוות למים).

ולסיקום, שילובם של שני הגורמים, הקטנת ספיקת המים ושמירה על כמהו סחף פחות או יותר קבועה, מוציאיה את מערכת הנהר משיווי משקללה. המערכתchorות לאיזון ורק בשינוי גורם השיפוע.chorה לשינוי משקל פרושה העברת כמהו סחף קבועות בפחות מים; הנהר יכול לבצע זאת ורק אם הוא מגדיל את יכולת הסעת הטענות שלו. יכולות הטענות יכולה לעלות בהגברת מהירות הזרמה של המים והדבר קורה בדרך של הנגולת השיפוע. הגדרת השיפוע נעשית ע"י קיזור מהלכו של הנהר, המתבטה בהקענות משערת הנפתחלים או אף בביטולם.

הcinoria, מקור המים החשוב לירדן התיכון, לא

ירדן ומדינת ישראל כך שני הצדדים מנסים למנוע את נידוחו של קו המים ע"י דיפון הגדרות וקובען בעוראת צמחיה ואוכנים גודלות. הקטע החיכון המזוג בתמונות 6,5 הוא הקטע שבו חלו הקיצורים הגורמים, במקומות מסוימים עד כ-30%, והוא מאופיין בשיפור מותן יותר, כ-0.65 פרומיל, בנפתחים החופשיים לנדרד בתוך המסלע החזאיי הסחיף ובתופוצה רבה מאוד של חצאים שני צידי האפיק. נוסף לכך קטע זה לא שימש בכלל עד 1967 ופעילות האדם מגיעה עד לקו המים ממש רק כ-10' השנהם האחרוןות.

תמונות 6,5 מציגות תופעה מעניינת: למורות שאפשר לראות מגמה כוללת של קיזור אורכו של הנהר, אין הדבר כרוך בהקננת אורך הנחל של הנפתחלים. ניתן להבין זאת אם נבחנו בתמונה 7. אורכו הכלול של הנהר שמשיטן גדול בהרבה מאשר אורכו הכלול של הנהר שמשמאלי, למורות שבשנים אורך גל הנפתחלים שווה. משຽעת הנפתחלים (האמפליטודה) בנهر התיכון מייחד בכך שהוא בספיקת המים לא לוותה בירידה מקבילה בכמות הסחף שהגיעו לאפיק. אם נבחנו שוב בנוסחה שכבנה, הירידה בספיקת המים הביאה להקטנת רוחב הנהר ועומקו ימני (הפרש הגבהים מחולק באורך) קטן יותר משיפוע הנהר המשמאלי.

ניתן לאות תופעה זו – קיזור אורך נהר הירדן התיכון ללא שינוי משמעותי באורך גل