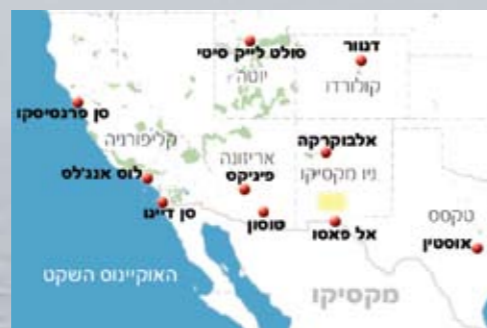


מדבר הפורצלן

רשמים מביקור בשמורת "חולות לבנים" בניו-מקסיקו



כתב וצילם: חזי יצחק

בקצה מדבר ציצ'ויאן שבמדינת ניו-

מקסיקו, בדרום-מערב ארצות הברית,

ברום של 1,200 מ', משתרע על פני

שטח של כ-700 קמ"ר הגן הלאומי

"חולות לבנים" (White Sands) - אזור

דיונות לבנות יחידות במינן בעולם.

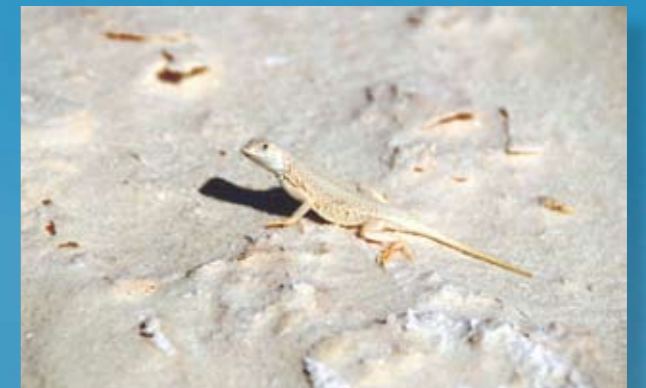
ייחודו של האזור הוא בחולות הלבנים

המורכבים מגבס, ולא מקוורץ שהוא

המרכיב הנפוץ של גרגירי החול ברוב

הדיונות בעולם. בשל צבען הלבן, זכו

הדיונות גם לכינוי "מדבר הפורצלן".



במישורים שבין הדיונות גדלים צמחי יוקה נהדרים, שהצליחו להסתגל לחול הנודד. הצמחים האלה מסוגלים לגדול לגובה של כ-30 ס"מ בשנה, כדי שעליהם יישארו מעל החול המכסה אותם. פרחי היוקות היבשים הם כמו גביעים יפים המקשטים את הדיונות.



במאי השנה התקיים בעיר הסמוכה אלמגורדו כנס מדעי שעסק בנושאים הקשורים לדיונות החול במערכת השמש. מלבד הדיונות בכדור הארץ שלנו, התגלו דיונות על פני נגה ומאדים וכן על פני טיטאן, הירח של כוכב הלכת שבתאי. הגענו לכנס, כ-50 מדענים מרחבי העולם. במשך ארבעה ימים האזנו להרצאות על דיונות חול ברחבי מערכת השמש ועל שינויי אקלים במאדים. לעתים ניתן ללמוד רבות על תהליכים איאוליים (של הרוח) בכדור הארץ מחקירה של תופעות דומות במאדים, שם הלחץ האטמוספרי נמוך מאוד אך הכבידה קטנה בהשוואה לזו של כדור הארץ. אמנם התנאים הם שונים, אך חוקי הפיזיקה זהים בכל מקום ביקום (כך לפחות אנחנו מקווים) וגרגירי החול חייבים לציית להם. במהלך הכנס ערכנו סיור לימודי בדיונות הלבנות, שאת רשמיו אני מביא בכתבה זו.

רוב הדיונות בעולם מורכבות מחול קוורצי שנוצר מבליה של אבני חול או של חול קלציטי שנוצר מבליית סלעי גיר, כמו בדיונות החול שבנחל כסוי שבדרום הנגב. מעט מאוד דיונות מורכבות מחול שהוא מבליה של גבס. הקוורץ הוא מינרל קשה

מאוד והוא עמיד בפני המים ואילו הגבס מסיס במים, כיצד אם כן נוצרות דיונות החול המיוחדות המורכבות מגבס?

סיפורן המיוחד של הדיונות הלבנות התחיל לפני כ-250 מיליון שנים, כאשר משקעי גבס הושקעו בשקע טולרוסה. שכבות הגבס הורמו לפני כ-70 מיליון שנים יחד עם ההרמה של הרי הרוקי.

הנחלים מורבד בתוך השקע. בשוליים המערביים של שקע טולרוסה נמצא אגם לוצרו, שהוא שריד של אגם גדול יותר שכיסה בעבר חלקים גדולים יותר של השקע. האגם הזה המתמלא לאחר גשמים ומתייבש בקיץ יוצר משטחים שבהם מושקע גבס ויוצר גבישים מדהימים ביופיים של סלניט, הבולטים מן הקרקע כמו סכינים הנוצצות בקרני השמש.

השלב האחרון התרחש לפני כעשרה מיליון שנים, כאשר שברים גאולוגיים יצרו את האגן שנתחם במערב על ידי הרי סאן אנדריאס ובמזרח על ידי הרי סקרמנטו. הגבס שהושקע בבסיס האגן הוא המקור של החול הבונה את הדיונות. הגבס מסיס במים, ולכן בדרך כלל הוא נשטף על ידי הנחלים והנהרות לים. אולם בהיעדר מוצא לים, הגבס שמגיע עם מי

גזעי עצים מתים באגם לוצרו, שהוא שריד של אגם גדול יותר שכיסה בעבר חלקים גדולים של השקע. משקעי הגבס באגם הם מקור החול הבונה את הדיונות.



דיונות פעילות שצורתן כמו סהרונים והמדרון הפנימי המתון יותר מצביע לכיוון שממנו באה הרוח. דיונת סהרון שהרוח מגיעה אליה מכיוון אחד נקראת דיונת ברחאן. כאשר יש אספקה גדולה יותר של חול, מתחברים כמה ברחאנים ויוצרים דיונות רחביות שנקראות ברחאנואידים. דיונות אלו יכולות להתקדם כעשרה מי

מבחינה מורפולוגית אין הבדל בין חול המורכב מגבס לבין חול קוורצי, אף על פי שצפיפותו של האחרון מעט גדולה יותר. רוב הדיונות נוצרו לפני כ-7,000-6,000 שנה, ולכן הן די צעירות מבחינה גאולוגית. בשמורת "חולות לבנים" ניתן למצוא

הגרירים מתקדמים בנייתורים על פני הקרקע ויוצרים מעין ענן בגובה סנטימטרים אחדים מעל הקרקע. לבסוף הם נערמים ויוצרים בתחילה דיונות חסרות משטח החלקה, ומאוחר יותר, כאשר הדיונה ממשיכה לגדול וזווית השיפוע שלה גבוהה מ-33 מעלות, יוצר החול משטח החלקה על ידי מפולות

מילאה את האוויר בגרגרי גבס ומלח שדקרו את הגוף. המישורים החשופים מכל צומח התכסו בענני חול שהחלו את מסעם מזרחה לעבר הדיונות. הגבס שמוסע עם הרוח מתנהג מבחינה פיזיקלית כמו גרגרי חול רגילים ונע בתנועה שנקראת סולטאציה (הקפצה).

כדי להגיע לאגם לוצרו היינו צריכים לעבור בשער בסיס של הצבא האמריקני וללכת כשני ק"מ ברגל. רוח חזקה שהחלה לנשוב הסיעה את גרגרי הגבס לכיוון צפון-מזרח והמחישה לנו יותר מהרבה הסברים את תהליך היווצרות הדיונות. גם לחוקרי הדיונות המנוסים לא היה נעים להסתובב במישורים סחופי הרוח. הרוח

סלניט (מיוונית "אבן הירח", בשל ברק הפנינה שלו) הוא מינרל המורכב מסידן וגפרית. הסלניט הוא סוג של גבס בעל גבישים מפותחים ולעתים קרובות הוא מכונה "פצלת משי". כתוצאה משינויי טמפרטורה גבישי הסלניט נסדקים ומתפוררים עד לגרגירים מספיק קטנים שהרוח מסוגלת להסיע.

מראה כללי של הדיונות הלבנות בלב שמורת "חולות לבנים", שמשתרעת על פני שטח של 700 קמ"ר בדרום מדינת ניו-מקסיקו בארצות הברית.



דיונות. החול לבן וטהור ונעים למגע. בשל צבעו הלבן הוא מחזיר חלק גדול מקרינת השמש הפוגעת בו ולכן הוא קריר. אפשר לטפס על הדיונות היוצרות כאן מעין מבוכ שבנקל ניתן ללכת בו לאיבוד. לכל עבר פזורות דיונות שיוצרות מראה של מעין שדה קרח, והחול מבהיק ונוצץ בקרני החמה. בשקעים שבין הדיונות ניתן למצוא

אתה מתחייב שלא לתבוע שום גורם רשמי אם ייגרם לך נזק ממגע עם נפלים של תחמושת (מה שנקרא אצלנו - כסת"ח). זהו גם האזור שבו בוצעו לראשונה הניסויים בפיתוח פצצת האטום. למרכז אזור הדיונות הפעילות מגיעים בכביש נוח שנשלל עבור המבקרים. השיטוט בדיונות הוא חוויה מדהימה, לא רק לחוקרי

התהום שמתחת לדיונות הפעילות התגלו כמלוחים יותר מאשר מי התהום שמתחת לדיונות היציבות, ולכן התפתחות צומח מתאפשרת על פני הדיונות היציבות.

אזור הדיונות נמצא בתוך שטח שמשמש שדה ניסויים לטילים של הצבא האמריקני, וכדי לבקר בו יש לחתום על טופס שבו

לכך, בשוליים ניתן למצוא דיונות יציבות המכוסות בצומח. פסיפס הדיונות היציבות והפעילות הוא נושא למחקר מדעי, ואין עדיין הסבר מקיף לדו-קיום של דיונות פעילות ויציבות באותו תא שטח, תחת אותם תנאים אקלימיים. במחקר שנערך לאחרונה הוצע ההסבר שהבדלים במליחות מי התהום הם הסיבה לכך. מי

יכולות להסיע את גרגירי החול. כמות החול שהרוח יכולה להסיע נמצאת ביחס ישר למהירות הרוח בחזקה שלישית, ולכן היא נעשית משמעותית מאוד ברוחות חזקות.

שני סוגים אלו של דיונות מתפתחים בניצב לכיוון הרוחות השכיחות. בנוסף

בשנה ומהירות התקדמותן נמצאת ביחס הפוך לגובהן, כלומר הדיונות הגבוהות מתקדמות לאט יותר מן הדיונות הנמוכות. הדיונה מתקדמת על ידי הסרה של חול מן המדרון הפונה לרוח והשקעתו במדרון החסוי מן הרוח. דיונות חול חסרות צומח ויבשות הן פעילות, משום שרוחות שמהירותן מעל שישה מטרים לשנייה

רוח חזקה שהחלה לנשוב והסיעה את גריגי הגבס לכיוון צפון-מזרח, המחישה לנו יותר מהרבה הסברים את תהליך היווצרות הדיונות. הרוח מילאה את האוויר בגריגי גבס ומלח שדקרו את הגוף, וגם לחוקרי הדיונות המנוסים לא היה נעים להסתובב במישורים סחופי הרוח. המישורים החשופים מכל צומח התכסו בענני חול שהחלו את מסעם מזרחה לעבר הדיונות.



במישורים שבין הדיונות גדלים צמחי יוקה (soaptree) (נהדרים שהצליחו להסתגל לחול הנודד. צמחים אלו מסוגלים לגדול לגובה של כ-30 ס"מ בשנה כדי שעליהם יישארו מעל החול המכסה אותם. פרחי היוקות היבשים הם כמו גביעים יפים המקשטים את הדיונות. עברתי מצמח לצמח כדי למצוא את זווית הצילום המיוחדת ביותר. היוקות הן הסמל המסחרי של החולות הלבנים. בדיונות היציבות בלטו בצבעם האדום זרחני פרחי הקקטוסים העטופים במעגלי קוצים ארוכים ומאיימים. הקקטוסים האלה פורחים בין מאי ליולי ומכניסים מעט צבע לדיונות הלבנות. על אחת מן הדיונות הללו התכנסנו לתמונה קבוצתית, לאחר הרבה הרצאות על דיונות נפלאות במאדים. היה נחמד ללכת על הדיונות הארציות שעל פני כוכב הלכת שלנו, שגם הן מיוחדות במינן. אמנם הדיונות במאדים הן בעלות צורות מיוחדות, אך אין בהן צמחים ובעלי חיים ומעט קשה להגיע אליהן. ♦

בתנאים הקשים השוררים בדיונות הגבס: מיעוט מים וחומר אורגני וכן הסעה של חול שחושפת את השורשים או יכולה לקבור את העלים. כ-60 מיני צמחים הצליחו בכל זאת להסתגל לתנאים המיוחדים של דיונות הגבס. כמה בעלי חיים שינו את צבעם ללבן, כגון חיפושיות ועכבישים ו"הלטאה הלבנה חסרת האוזניים", שלשמחתי הרבה עמדה דקות אחדות מבלי לנוע ואפשרה לי לצלם אותה. לטאה זו מסוגלת לשנות את צבעה לכהה בבוקר, כאשר חום גופה נמוך, וזאת כדי לקלוט חום מקרני השמש. ההסבר המקובל לצבעים הבהירים של חלק מבעלי החיים בדיונות הוא שהצבע הלבן מאפשר הסוואה טובה יותר ועקב כך הוא מאפשר התחמקות מטורפים פוטנציאליים, אם כי ייתכן שהוא גם מסייע בשמירה על טמפרטורת גוף נמוכה יותר בשל החזרת חלק מקרני השמש. תהליך ההלבנה נוצר במשך מאות שנים של ברירה טבעית.

משקעי גבס שנוצרו ממי הגשמים. במקום סומנו כמה שבילים המאפשרים למטיילים לסייר באזור הדיונות מבלי לתעות. מלבד הצירים המסומנים, לא ניתן להסתובב עם רכבי שטח בתוך השמורה, והאמריקנים מקפידים מאוד על כך. בסיוור התלווה אלינו אחד הפקחים של השמורה. שאלתי אותו בנוגע למספר המבקרים בשמורה ועל בעיות של שמירת טבע. לדבריו מספר המבקרים עולה על חצי מיליון בשנה, ואין בעיות מיוחדות; המבקרים ממושמעים והחוקים די ברורים. כמוכן שחל איסור מוחלט לקחת פריט כל שהוא מתוך השמורה, אבל אני לא יכולתי להתאפק ולקחתי מעט חול לבן בכיס, כדי להראות לסטודנטים. הבעיה שבטיסה חזרה השקית הקטנה עם החומר האבקתי הלבן עוררה את חשדות הבודקים בנמל התעופה, ומוזודתי קיבלה טיפול הולם...

במשך השנים פיתחו בעלי חיים וצמחים מסוימים מנגנונים שאפשרו להם לשרוד

דוא"ל: yyeh@bgu.ac.il

