

TELBISZ TAMÁS

Mi van az Üres Negyedben?

„Tudja, a sivatagban, ott minden van, és semmi sincs.” (Balzac)

Homok. Itt akár véget is érhetne a cikk, hiszen megválaszoltam a címben fölített kérdést. Az „Üres Negyed” ugyanis ezúttal nem valamely geometriai problémára, vagy esetleg egy városfejlesztési koncepcióra utal, hanem a Föld legnagyobb összefüggő homoksivatagjára. A Szahara összterülete ugyan jóval nagyobb, mint az Arab-sivatagé, ám ezen belül a homoksivatagok (ergék) mindössze 15%-ot képviselnek, és nem is egy többen helyezkednek el. Így lehetséges az, hogy a legnagyobb összefüggő homokpusztaság nem a Szaharában, hanem az Arab-sivatagban található, mely utóbbinak negyedét borítja a végeleáthatatlan homok. Ez a 600 ezer km²-es kietlen vidék a *Rab-el-Háli* (*Rub-al-Khali*), melynek arab neve magyarul „üres negyed” jelent.

Nem csoda, hogy a szélsőségesen száraz, nehezen járható homokvidéket még a mostoha körülményekhez szokott arabok javarésze is üresnek találta, és csak a legkeményebb beduin törzsek merészkedtek alkalmanként a sivatag belsejébe. A XX. század második felében mindez drasztikusan megváltozott, mikor a homok alatt felfedezett kőolaj mesebeli kincshez juttatta az arab sejkeket. Ám ez az írás most nem erről szól. A homok azóta is megvan. És a földfelszín kutatóit mindig is izgatta a homokformák mintázata, a homok származási helye, valamint – az utóbbi évtizedekben különösen is – az éghajlatváltozások és a ho-

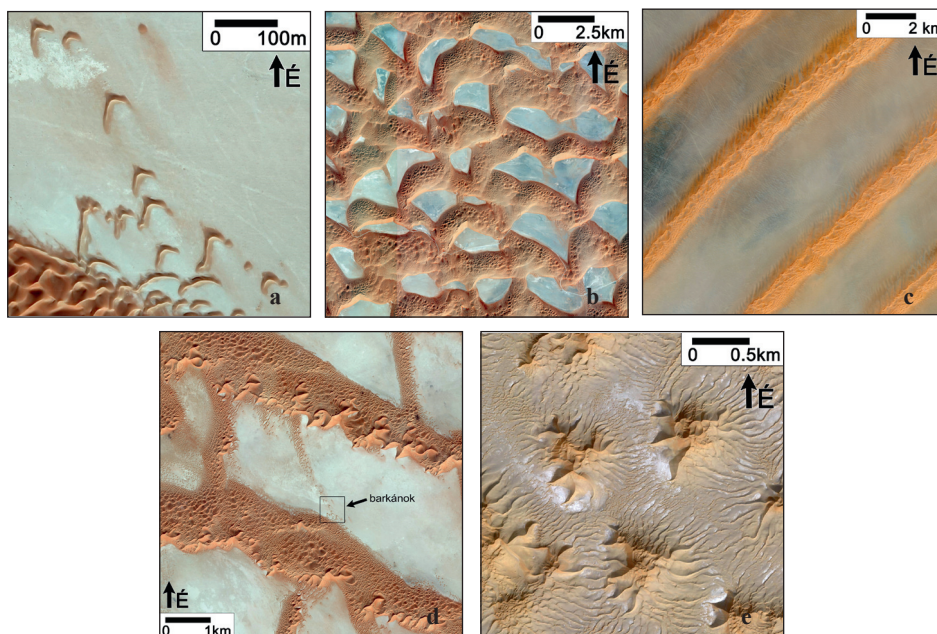
mokmozgások kapcsolata. Az alábbi cikkben így ezeket a kérdéseket boncolgatjuk.

Az első lépések a sivatagban

Az üresnek hitt vidék sokáig a felfedezők figyelmét is elkerülte, ezért a Rab-el-Háli homokdűnéi közé csupán az 1930-as években jutottak el az első európai (brit) felfedezők, *Bertram Thomas* és *St. John Philby*. Mindkettőjükéről elmondható, hogy kalandos életük során változó arányban

– ezeket Philby előszeretettel nevezte el az általa imádott nőszemélyekről). Följegyezték a beduinok szokásait, keresték a „Homokba süllyedt Atlantiszt” (az eltűnt Ubar városát), és találtak helyette meteor-krátereket.

Az „Arab Homok” leghíresebb utazója azonban *Sir Wilfred Thesiger* volt, aki a II. világháború utáni években többször is keresztezte a Rab-el-Hálit. Ő elsősorban belső készítésre, a homoksivatag, de még inkább a sivatagi ember csodálata miatt járta be ezt a vidéket. Az „utolsó igazi utazónak” tartotta magát, aki addig feltáratlan területekre hatolt be. És valóban, az utolsó pillanatban járt itt, még mielőtt az emberek élete gyökeresen megváltozott a kőolaj következtében. Thesiger ízig-vérig az angol felső osztály tagja volt, így megengedhette volna magának, hogy a kor technikai eszközeivel fölszerelve járja be a sivatagot. Ám ő másképp vélekedett, s gyakran éhezve-szomjazva, egyszerű arab öltözékben, mezítőláb kóborolt a sivatag forró homokján, néhány egyszerű beduin kísérő társaságában. „*Inkább éhen haltam volna, mintsem hogy autón, kényelmes körülmények között járjam be Arábiát.*” Némi szponzorálás fejében ugyan térképekkel és egyéb információkkal segítette a térségben működő kőolajvállalatokat, ám ezt később keservesen megbánta, amikor látta, hogy a kőolaj miként alakítja át az emberek életét. „*Minél keményebb egy hely, annál nemesebbek ott az emberek*” –



1. ábra. Dűnetípusok a Rab-el-Haliban (forrás: GoogleEarth). a) barkán (kinagyított rész, helyét a d) ábrán kis keret jelzi); b) láncos mintázat megabarkánokból; c) hosszanti dűne; d) fraktál jellegű, aszimmetrikus hosszanti dűne „oldalcsáppokkal”; e) csillagdűnék.

ötvtizedtől a politikai tanácsadást (Philby esetében nyugodtan használhatjuk akár a cselészövény kifejezést is) és a földrajzi feltáró utazásokat. Thomas az ománi szultán pénzügyminisztere, Philby pedig Ibn Szaúd király egyik fő bizalmasa volt, így a Rab-el-Háli-ban tett utazásaik végső soron a hatalom által támogatott kutatásoknak is felfoghatók. Elsősorban térképészeti megfigyeléseket végeztek és leírták a gyér vadvilág egyes állatait (főleg a madarakat

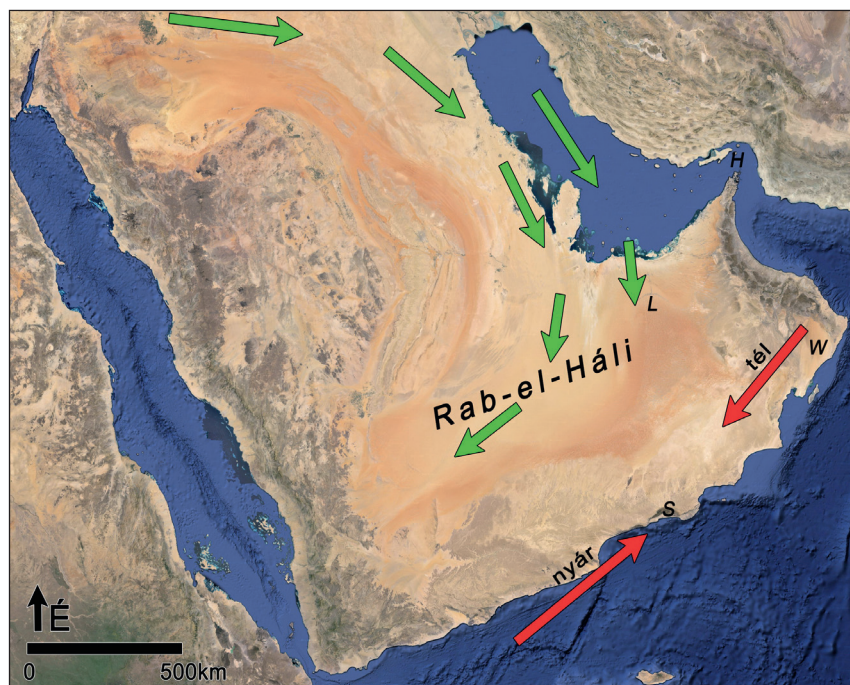
vallotta. Igazán közel került a beduin lélekhez, és az itt élő emberek szokásairól, vendégszeretetéről, kitartásáról puritán szavakkal és keresetlen fényképekkel számolt be *Arabian Sands* című híres könyvében. Ugyanakkor a kémektől nem ok nélkül rettegő helyi hatalom mindig gyanakodva szemlélte a magányosan kóborló britet, aminek az lett a végeredménye, hogy a szaúdi király rövid időre bebörtönözte, az ománi szultán pedig egyszerűen kiutasította az országból.

A magasból letekintve

A Thesiger óta eltelt nem is túl hosszú időben alaposan kibővült a földtudományi esz-köztár. A sivatagi formák elterjedésének és mintázatának leírásában a távérzékelés jelentőségét nehéz túlhangsúlyozni. Akár gyalog, akár terepjáróval haladunk a sivatagban, a formákat csak viszonylag szűk perspektívából látjuk. Persze ez izgalmas perspektíva: érezni, hogy hol van keményre fújó homok, és hol olyan puha a felszín, hogy belesüpped az ember (vagy rosszabb esetben a terepjáró). A homok keménysége egyben a létrehozó szélirányt is elárulja: a kemény, de lankásabb (10–15°-os) oldal fekszik a kialakító széllel szemben, és a puha, de meredekebb (maximum 34°-os) oldal a szélárnyékos, ahol lavinaszerűen csúszik le a dűne tetejéről a szél által felkergetett homok. Tanulságos közelről megfigyelni ezeket a kis lavínákat, hogy hogyan fejlődik a dűne. Az is hamar kiderül a terepen, hogy ahol bőven van homokutánpótlás, ott a nagyformákat változatos kisformák díszítik, melyeken még kisebb alakzatok húzódnak, és így tovább. Az ilyen összetett formák esetén az elméleti tudás sem mindig segít a kemény homok megtalálásában és a könnyű előrehaladásban.

A terepi tapasztalatokat tehát nem pótolja, de szintézissé egészítheti ki, ha magasból tekintünk a dűnákra. A korai légifotózás és térképezés természetesen csak kevesek számára volt hozzáférhető, de az 1970-es évektől a műholdfelvételek egyre jobban megkönnyítették a homoksivatagok vizsgálatát, és napjainkban mind hozzáférhetőség szempontjából, mind a felbontást tekintve paradicsominak nevezhető a helyzet. Némi túlzással azt is mondhatjuk, hogy bárki, aki az ingyenes GoogleEarth program segítségével tüzetesen szemügyre veszi a Rab-el-Háli-t, az több érdekességet fedezhet föl pár óra alatt – legalábbis a dűnetípusokat tekintve –, mint korábban évek, évtizedek alatt a legkiválóbb tudósok.

A dűnék egyik alapformája a felülnézetben kifli alakú, áramvonalas *barkán* (1a. ábra), mely ott jellemző, ahol korlátozott a homokutánpótlás, és általában nem nő



2. ábra. A Shamal (zöld) és a monszon (piros) az Arab-félszigeten. W: Wahiba; L: Liwa; S: Szalála; H: Hormuzi-szoros (az alaptérkép forrása: GoogleEarth)

néhány méternél magasabbra. A Rab-el-Háli-ban azonban különösen gyakoriak a megabarkánok, melyek egyes területeken, mint például a Liwa oázis (Egyesült Arab Emírségek) környékén, 100–200 méteres magasságot is elérnek, és egymással szorosan összenöve egyfajta láncos mintázatot hoznak létre (1b. ábra). Ahol a barkánoid formák csak oldalirányban nőnek össze, ott az uralkodó szélirányra merőleges *keresztűdűnék* alakulnak ki, lankás szél felőli és meredek szél alatti oldallal. Ilyen alakzatok leginkább a Rab-el-Háli keleti és északi részén jellemzők. A Rab-el-Háli leggyakoribb formája azonban a *hosszanti dűne*, mely az uralkodó széliránnyal párhuzamosan fejlődik ki (1c. ábra). Ezek a dűnék hatalmas távolságra nyúlhatnak el, nemritkán több 100 km-en keresztül folytatódhatnak monoton egyhangúsággal. Gerincmagasságuk a néhány méterestől a 100 méteres „mega” nagyságrendig változhat, és két párhuzamos dűne között rendszerint több km széles, agyagos vagy kavicsos talpú „völgy” húzódik, így ezekben hosszanti irányban remekül lehet közlekedni. A hosszanti dűnék elvben szimmetrikus keresztmetszetűek, ám ha a fő szélirány mellett bizonyos gyakorisággal egy másodlagos szélirány is jellemző, akkor ezek a dűnék is aszimmetrikussá válhatnak, illetve oldalra kinyúló csápokat növeszhetnek. Továbbá, ha jobban ráközelítünk ezekre a formákra, akkor az is látszik, hogy nem „sima” az alakjuk, hanem fraktálszerű csipkészettség figyelhető meg (1d. ábra). Ahol a szélirány gyakran válto-

zik, ott *csillagdűne* fejlődik ki, mely középen a legmagasabb, és innét nyúlnak szét nagyjából sugárirányba az enyhén hullámos karjai (1e. ábra). Nem véletlen, hogy ezek épp a Rab-el-Háli délkeleti részén, két szélzóna határán fordulnak elő legnagyobb számban.

A sivatag meglepően nagy számban előforduló felszínformája még a *szebkha*. Ez kirepedezett, sóval borított, lapos, agyagos térszint jelent, ahol akár a víz is megjelenhet. Két fajtája van: a parti szebkha, mely a tenger mentén pár km széles sávban húzódik, ezt szélsőséges esetben elöntheti a tenger, illetve a szárazföldi szebkha, mely a dűnék közti zárt, lefolyástalan részekben fordul elő, ahol a talajvíz a felszínhez közel húzódik. Ez utóbbiak a nagyon ritkán előforduló csapadékesemények nyomán telhetnek meg vízzel.

A homokszem útja

A szél, még ha orkán is, csupán gyenge játékos a felszín formálásában. Nincs egy súlycsoportban a vízzel, vagy a jéggel. Ezért csak ott uralja a felszínfejlődést, ahol a vetélytársak hiányoznak. De még ott is javarészt „hozott anyagból” dolgozik. Önmagában nem képes a kemény kőzetek megbontására, hanem a már valamilyen módon előállt homokanyagból válogat, abból fújja ki a finom, mm-nél kisebb átmérőjű kőzetport. Ezért a legtipikusabb szemcsétörténet a következő: a hegyek masszív kőzetanyagát megbontja

az aprózódás, majd a törmelék a vízfolyások ragadják el és szállítják ki a hegység előterébe, miközben még apróbbra tördelik, végül az itt lerakott hordalékkúpok homokanyagát fújja ki a szél. Ez még az extrém száraz területekre is érvényes, ahol az arabok által vádinak nevezett vízfolyások epizodikus jelleggel, a ritka, de heves esőzések során működnek, vagy esetleg csak egy korábbi, nedvesebb földtörténeti fázis során szállítottak vizet és hordalékot. A széllel továbbutazó homokszemcsék azután a rengeteg ütközés során egészen gömbölyűre koptatódnak, így a válogott szemcseméret és a gömbölyűség alapján többnyire már szabad szemmel is, de mikroszkóp alatt még biztosabban elkülöníthetők a folyóvízi vagy tengeri eredetű homoktól.

A homokszemcsék igen nagy távolságokat, akár több 1000 km-es utat is megtehetnek a szelek szárnyán, ezért származási helyük nem mindig magától értetődő. Ennek kiderítésében segíthetnek a részletes, de csupán pontszerű eredményeket szolgáltatató terepi vizsgálatok, valamint ismét hasznos lehet a távérzékelés, melynek révén térben folytonos adatokat nyerhetünk, jóllehet a távérzékelés adatok tartalma, pontossága rendszerint elmarad a terepi adatokhoz képest. A távérzékeléssel tulajdonképpen a homokszemcsék „színét” érzékeljük. Az egyes földfelszíni pontokból érkező fény intenzitását mérjük a különböző hullámhossz-tartományokban, és ez alapján több-kevesebb pontossággal megállapítható, hogy például a homokanyagban milyen arányban keverednek a bázikus vulkáni anyagból, a karbonátokból, vagy éppen kvarcból álló szemcsék.

A dűnefejlődés szempontjából további fontos információt jelent az irány meghatározása. A mai szélirány viszonylag egyszerűen mérhető. A dűnék alakja, a bennük lévő homokrétegek dőlése szintén árulkodik a kialakító szél irányáról. Az uralkodó szél a félsziget nagy részén a Shamal (2. ábra). Ez északon, a Földközi-tenger felől indul, először KDK-i irányba, majd jobbra, azaz D felé fordul a Coriolis-erő miatt, végigsöpör az Arab-félsziget keleti oldalán és a Perzsa (Arab)-öböl felett. Mire az Emírségekhez ér, már közel É-D-i irányú, majd tovább kanyarodik jobbra és NyDNY-i irányban fúj végig a Rab-el-Hálin. Ezt az óramutató járásával egyező forgást szépen tükrözi a homoksivatag elhelyezkedése, és a középső, déli részek hosszanti dűnei. Így a homokanyag jelentős hányada – a vádik közvetítésével – az Arab-félsziget középső-keleti zónájából származik, ami az anyagvizsgálatokkal is jó egyezést mutat. A 40 napos Shamal idején gyakran hetekre „megsárgul” a levegő, ilyenkor Irak és Irán felől érkezik a por az Öböl déli partjai felé.

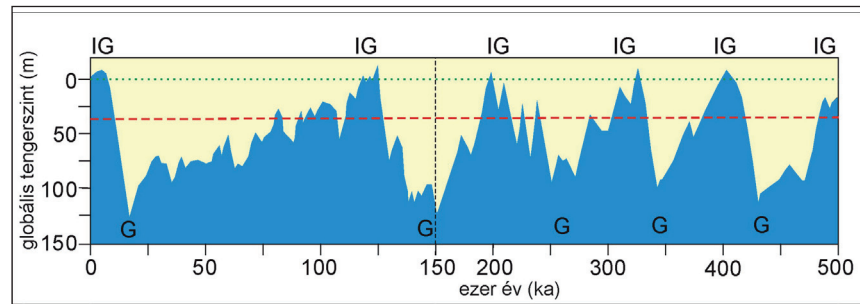
A félsziget déli részén azonban, melyhez a Rab-el-Háli legdélibb peremvidéke és a kissé félreeső Wahiba-sivatag is tartozik, eltérő a helyzet. Itt már az évszakos irányváltást mutató *indiai-óceáni monszun* az úr. Télen ÉK felől fúj, de nem túl erősen, nyáron viszont igen markáns, DNY-i szél jellemzi a partvidéket. Ez hoz némi csapadékot Szalála (Omán) környékére, ahonnan viszont a domborzati adottságok miatt a víz egy része hatalmas vádikon keresztül a Rab-el-Háli felé folyik le. A monszunak köszönhető tehát a Rab-el-Háli déli szegélyének változatos formakincse, ide érve a korábban már említett csillagdűnét is. A „kis” Wahiba nagy hosszanti dűneit viszont egyértelműen a DNY-i monszunszelek hozták létre, mert az ÉK-i szél az Ománi-hegyvidék árnyékában nem jelentős, ez magyarázza meg azt az elsőre kissé meglepő tény, hogy a Wahiba homokanyagában alig találunk a szomszédos Ománi-hegyvidékre oly jellemző bázikus kőzetalkotókat.

De akkor mi táplálja (homokkal) a Wahibát DNY-ról? És mi az emirátusi dűnét É felől? Nos, a homokanyagban egy jelentős hányada (néhol több mint fele) tengeri eredetű karbonát, azaz mészkő. Persze a szél nem tudja a tenger alól kifűjni az üledékanyagot. De itt jön képbe a jégkorszak és az éghajlatváltozás.

selfterület, mely szintén szárazzá válhatott a jégkorszakok idején. Ugyanakkor a felszínre került tengerfenéken heverő mészhomok könnyű prédája lehetett a szélnek, s így belekeveredett a dűnék anyagába. Ez olyan jól sikerült, hogy a mész később kőanyagként szolgálva helyenként erősen összecementálta a homokrétegeket. Ez a meszes homok gyakran akár kézzel is törhető, ám a keménysége mégis nagyobb, mint a futóhomoké, s így a Wahiba és az óceán találkozásánál, a hullámszának is ellenállva, egyes szakaszokon abráziós magaspárt alakult ki, ami azért homok esetén igazán nem szokványos jelenség.

Számos helyen megfigyelhető, hogy a homokdűnék többgenerációs fejlődésen mentek keresztül. Van, ahol ugyanaz az anyag lendült újra mozgásba. Másról viszont az idősebb dűnegenerációk rétegei a fent leírt módon összecementálódtak, és már jobban ellenálltak a szélnek is. Az egyes generációkat helyenként a nedvesebb időszakok végén kialakuló keményebb gipszes, vagy meszes kéregk választják el egymástól. S jóllehet igazán kemény, valóban kőzetté alakult homokokról nem beszélhetünk, mégis e változatos rétegekből a szél helyi-közeli látványos gombasziklákat formált.

Hány évesek lehetnek ezek a dűnegenerációk, mekkora szünetek választják el



3. ábra. Globális tengerszint-változások (Glennie et al. 2011 nyomán). Zöld pontozott vonal: mai tengerszint. Piros szaggatott vonal: -35 m-es szint, ez alatt az Öböl nagyobb része már száraz. G: glaciális (hideg), IG: interglaciális (meleg) időszak. N.B. az időlépték 150 ezer évnél változik

Változó viszonyok

A legnagyobb eljegesedések idején a globális tengerszint 125 méterrel volt a mai tengerszint alatt (3. ábra). Tekintve, hogy az Öböl mélysége csupán a Hormuzi-szoros környékén éri el a 100 métert, és átlagosan mindössze 35 méter, kézenfekvő a következtetés, hogy a jégkorszakok idején az Öböl kiszáradhatott. Ezt kis mértékben befolyásolhatták a tektonikus változások is, konkrétan az Öböl lassú süllyedése, de ez jóval lassabb ütemű volt, mint a jégkorszakok tengerszint-ingadozásai. A Wahibától délre szintén fellelhető egy jelenleg sekély vízzel borított

öket egymástól, mióta zajlik a homokformák képződése a Rab-el-Háliban? Ezek a kérdések régóta foglalkoztatják a sivatag kutatóit, ám sokáig nem volt a kezükben megfelelő eszköz a válaszadáshoz. A lumineszcens kormeghatározás (Sipos, 2010) pár évtizeddel ezelőtti elterjedése óta azonban lehetőségessé vált egy adott homokszem betemetődési korának meghatározása. Nagyjából 300 ezer évig visszamenőleg így már elég sok adatunk van arról, hogy mikor volt aktív a dűnék mozgása. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy előtte nem volt itt homoksivatag, hanem csak azt, hogy egyelőre ez a mérési határ.

Az eddigi eredmények alapján nagy

vonalakban azt lehet mondani, hogy a kiterjedt sarki jégsapkákkal jellemezhető *glaciális* időszakokban, amikor a tengerszint is jóval alacsonyabban volt, mint napjainkban, többnyire a maihoz hasonló, vagy esetleg még keményebb szárazság jellemezte az Arab-félszigetet. A melegebb *interglaciális* időszakokban (mint amilyenben most is vagyunk) viszont valamivel több csapadék hullott a tájra. Ez esetenként a homokmozgások leállítását eredményezte, de nem szükségszerűen, hiszen vannak koradatok interglaciális homokmozgásokról is. Éppenséggel a jelen körülmények is egy ilyen interglaciális, ámde száraz éghajlatú, homokmozgásos időszakot jelentenek, azaz eltérnek az általános „szabálytól”, ami tehát nem szabály, csak egy többé-kevésbé érvényesülő megfigyelés az eddigi adatok alapján.

Természetesen az utolsó nagy eljegesedés óta bekövetkezett időszak eseményeit ismerjük a legrészletesebben. A jégkiterjedés maximumát követő fölmelegedéssel együtt emelkedni kezdett a világátlagos szintje is, bár nem teljesen egyenletes ütemben, és a Hormuzi-szorostól kiindulva fokozatosan hódította vissza a szárazföldtől az Öböl területét, melyet a jégkorszakban a Tigris és az Eufrátesz folyók „bitoroltak”. Mintegy 9000 évvel ezelőtt a monszun hatósugara jelentősen megnövekedett, és több csapadékot hozott az Arab-félszigetre. A Rab-el-Háli zárt mélyedései, a szebkhák, megteltek vízzel. A sivatag kiszűzült, és birtokba vették a nomád pásztornépek. Mintegy 3000 éven keresztül tartott ez az „aranykor”. Még a karsztbarlangok cseppkövei is nagyobb növekedésnek indultak a bővebb csapadék jóvoltából. Az Öböl megtelt vízzel, sőt egy kissé még túl is csordult, 2–3 méterrel meghaladva a mai vízállást, elérve egészen a mezopotámiai Úr városát. Egyes kutatók még azt is fölvetették, hogy ez a nedvesebb éghajlattal párosuló gyors tengerszint-növekedés állhat a sumér eredetű Vízözön mítosz hátterében.

De 5,8 ezer évvel ezelőtt drasztikusan megváltozott a helyzet. Bár az interglaciális körülmények és a globálisan meleg klíma a Föld egészét tekintve azóta is fennáll, ám az arab vidéken az éghajlat hirtelen szárazra váltott ekkortájt. A monszun visszahúzódott. A tavak kiszáradtak, és a szél újra mozgásba lendítette a sivatag homokját. Beköszöntött a „sötét évezred” az Arab-félsziget keleti részén. E régészek által használt kifejezés arra utal, hogy az ezt követő 1000 évből semmilyen régészeti nyom nem maradt fenn, ami az ember jelenlétére utalna ebben a térségben (leszámtva Omán keleti partvidékét).



Gombaszikla összecementált homokrétegekből egy parti szebkha területén (Abu-Dhabi sejkység)

Aztán az ember mégiscsak visszatelepedett erre a vidékre. Hosszú évezredekig csak ritkán lakta be ezt a sanyarú sivatagot, hiszen nem volt itt semmi a homokon kívül. Majd jött a kőolaj, és a sivatag – igaz, csak a pereme – megtelt emberekkel. Szökökutak ontották a vizet, és felépült az égig érő torony. Végül elfogyott a kőolaj, és jött a globális fölmelegedés. Vagy fordítva, nem is tudom. Az emberek pedig...

Irodalom

- Glennie, K., Fryberger, S., Hern, C., Lancaster, N., Teller, J., Pandey, V., & Singhvi, A. (2011). Geological importance of luminescence dates in Oman and the Emirates: An overview. *Geochronometria*, 38(3), 259-271.
- Howari, F. M., Baghdady, A., & Goodell, P. C. (2007). Mineralogical and geomorphological characterization of sand dunes in the eastern part of United Arab Emirates using orbital remote sensing integrated with field investigations. *Geomorphology*, 83(1), 67-81.
- Kumar, A., & Abdullah, M. M. (2011). An overview of Origin, Morphology and Distribution of Desert Forms, Sabkhas and Playas of the Rub'al Khali Desert of the Southern Arabian Peninsula. *Earth Sci. India*, 4, 105-135.
- Lambeck, K. (1996). Shoreline reconstructions for the Persian Gulf since the last glacial maximum. *Earth and Planetary Science Letters*, 142(1), 43-57.
- Parker, A. G. (2010). Pleistocene climate change in Arabia: developing a framework for hominin dispersal over the last 350 ka. In *The evolution of human populations in Arabia* (pp. 39-49). Springer Netherlands.
- Pease, P. P., Bierly, G. D., Tchakerian, V. P., & Tindale, N. W. (1999). Mineralogical characterization and transport pathways of dune sand using Landsat TM data, Wahiba Sand Sea, Sultanate of Oman. *Geomorphology*, 29(3), 235-249.
- Sipos Gy. (2010). A lumineszcens kormeghatározás régészeti és művészettörténeti alkalmazása I. *Természet Világa*, 141(6), 279-282.

E számunk szerzői

DR. BABINSZKI EDIT geológus, PhD, tudományos főmunkatárs, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Budapest; DOMBI MARGIT tudományos újságíró, Debrecen; DR. DULAI ALFRÉD PhD, paleontológus, Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest; DULAI DÁVID egyetemi hallgató, Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron; DR. HOLLÓSY FERENC biológus, klinikai kutatási munkatárs, Budapest; DR. KOMLÓSSY GYÖRGY geológus, Budapest; KOVÁCS GERGELY KÁROLY agrár-mérnök, a VÖLGY-HÍD Természetvédelmi Alapítvány kuratóriumának elnöke, Székesfehérvár; DR. MOLNÁR V. ATTILA egyetemi docens, Debreceni Egyetem TTK Növénytan Tanszék; DR. TAKÁCS ATTILA PhD-hallgató, Debreceni Egyetem TTK Növénytan Tanszék; DR. ÉRDI BÁLINT csillagász, professor emeritus, ELTE Földrajz- és Földtudományi Intézet, Csillagászati Tanszék, Budapest; DR. SCHILLER RÓBERT, a kémiai tudomány doktora, Budapest; SZABÓ MÁRTON biológus, MTA-ELTE Lendület Dinoszaurusz Kutatócsoport, Budapest; SZILI ISTVÁN ny. főiskolai tanár, Székesfehérvár; DR. TELBISZ TAMÁS PhD, egyetemi docens, ELTE Természetföldrajzi Tanszék, Budapest;