

KÜLÖNLENYOMAT
SEPARATUM

KARSZT és BARLANG 1980. II.

Dr. Kósa Attila:

**A BIR AL GHANAM-I SIVATAGI
GIPSZ-KARSZT**

MAGYAR KARSZT- ÉS BARLANGKUTATÓ TÁRSULAT
BUDAPEST, VI., ANKER KÖZ 1—3.

Dr. Kósa Attila

A BIR AL GHANAM-I SIVATAGI GIPSZ-KARSZT

ÖSSZEFOGLALÁS

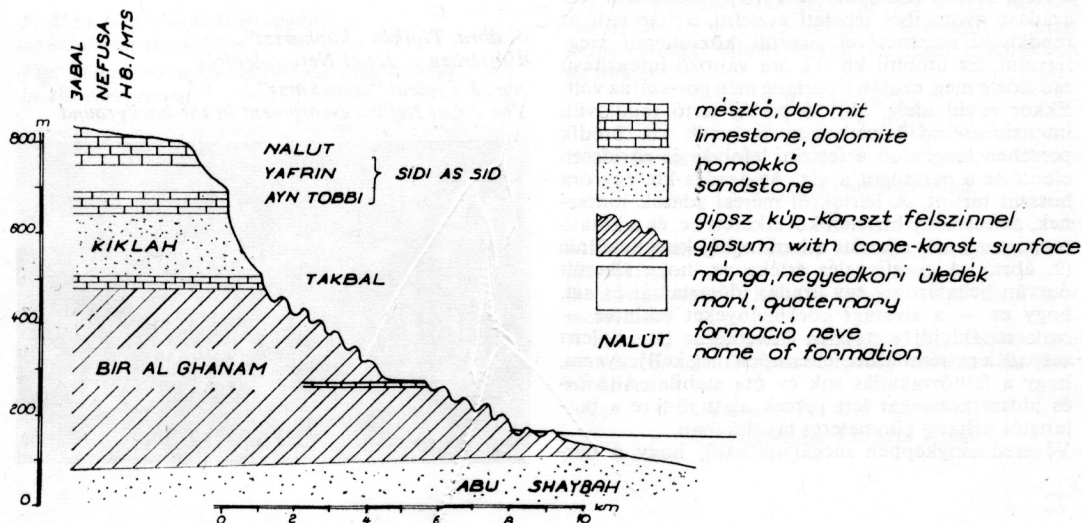
A líbiai Nefusa-hegység északi lábánál bukkan elő Bir al Ghanam község közelében, a róla elnevezett felső triász — középső jura kori gipsz-képződmény. A dolomit interkalációkkal tarkított képződmény vastagsága helyenként eléri a 400 métert. A helyi klíma a számított minőségi indexek szerint sivatagos, a csapadék évi mennyisége nem haladja meg a 150 millimétert. A gipszdombságban autogén jellegű karsztosodás figyelhető meg, mely a földalatti lefolyás rendszerein — barlangokon — kívül a trópusokon ismert kúp-karszthoz nagyban hasonló formákat alakít ki. A sivatagos körülmények között kialakult trópusi jellegű karszt a gipsz nagyfokú oldhatósága miatt jöhetett létre, több csapadék gyors lepusztulást eredményezett volna.

A líbiai Nefusa-hegység* északi letörésének lábánál, Bir al Ghanam községtől nyugatra különös táj terül el. Az út méhkasszerű, kerek, meredek-oldalú dombok tömege között vezet. Az út bevagásában könnyen megállapítható, hogy a különös domboságot felépítő kőzet anyaga gipsz. A dombság része a Nefusa-hegység rétegsorának, a gipsz képződmény Bir al Ghanam gipsz-formáció néven ismeretes, melyet a hivatalos földtani térkép három tagra oszt, Bir al Ghanam, Bu an Niran és Abreghs elnevezésekkel. A képződmény felső-triász, alsó- és

középső-jura korú, vastagsága Bir al Ghanamnál és tőle nyugatra eléri a 400 métert. A gipsz kibukkanásának legfrissebb részei a leszakadás lábánál Bir al Ghanam és Bir Ayyad között található, ezek egyben a legmagasabbak, 300–500 méter tszf. a Zahrat al Ghar-ban (Barlang-dombok), Abu an Niran-ban és Bir Ayyadnál. (1. ábra). A kibukkanás többi tagja a tunéziai határig a Jeffara (Dzsefara) síkság szintjéből alig emelkedik ki, 100–150 m magasságú a tenger szintje felett. A vonatkozó irodalom szerint a tunéziai Ksour al Djelilett közelében kibukkanó Mestaua formáció, mely a Bir al Ghanaméhoz hasonló topográfiájú dombság, azonos korú és ennek folytatása (3.).

* A cikkben előforduló líbiai arab földrajzi neveket — a szerző kérésére — a magyar átírási szabályoktól eltérően a legutolsó latin betűs hivatalos líbiai földtani térkép írásmódján közöljük. (Szerk.)

1. ábra. A Jabal Nefusa-leszakadás általános metszete Abu an Niran-nál
Fig. 1 General section of the Jabal Nefusa escarpment at Abu an Niran





2. ábra. Működő víznyelő (Hiéna-barlang)
Fig. 2 Functioning swallet (Hyena Cave)

Összevetve ezt a Yafrin-ben jegyzett 55 esős nappal, kitűnik, hogy a 10 mm-nél kisebb esőknek hidrológiai szerepe nincs, tekintve, hogy 55-ből 42 napon ennyi, vagy ennél kevesebb csapadék hullott. Ennek oka az, hogy az esős napok nem követik egymást közvetlenül a téli csapadékos időszakban sem, vagyis a kisebb esőket teljes beszivárgás és elpárolgás követi. A 10 mm-nél nagyobb csapadékok szerepe a Wadi at Tall lefolyásában szintén esetleges a talaj telítettsége és az eső intenzitása függvényében. A lefolyásban biztosan csak a 30 mm-nél nagyobb esők vesznek részt, ezek előfordulása azonban mindössze három nap Yafrinben. A Wadi at Tall tizenhat áradása ezek szerint nemcsak a Yafrin-ben észlelt csapadékokból ered, hanem kiterjedt vízgyűjtő területének más részeiből is táplálják a rendszert nagy intenzitású, rövid ideig tartó és csak kis területeket érintő esők.

A szerző megfigyelései szerint a Bir al Ghanam-i karszt patakos barlangjaiban három alkalommal történt áradás (átfolyás) az 1978–79-es télen. Két áradást nyomaiból lehetett észlelni, a harmadikat rendkívüli szerencsével sikerült közvetlenül megfigyelni. Ez utóbbit kb. 12 óra változó intenzitású eső előzte meg, ezután a barlang még por-száraz volt. Ekkor rövid ideig, kb. 15 percig tartó rendkívüli intenzitású eső következett, melynek kb. ötödik percében megindult a felszíni lefolyás és rövidesen elöntötte a barlangot a víz. Az áradás kb. egy óra hosszat tartott. A leírtakról mérési adatok nincsenek, az esemény hirtelen következett be, és a kutató csoportnak alig sikerült a barlangból kimenekülnie (2. ábra). A megfigyelés értéke az, hogy sikerült durván behatárolni egy áradás időtartamát és azt, hogy ez — a sivatagi körülményeket tekintve — csak rendkívüli esetekben következik be. A leírt csapadék extrémítására jellemzően meg kell jegyezni, hogy a felhőszakadás sok év óta stabilan álló út- és hídstruktúrákat tett percek alatt tönkre a barlangtól néhány kilométeres távolságban. Végeredményképpen megállapítható, hogy a bar-

langok aktív periódusa évente néhány óránál nem több.

A Bir al Ghanam-i gipszelőfordulás domborzati viszonyait földtani helye és szerkezete, valamint az uralkodó hidrológiai tényezők határozzák meg. A gipszformáció tagja a Nefusa-hegység rétegsorának, s mint ilyen, feltárlása függvénye a hegységletörés recessziójának. A recesszió aktív pontjai a fennsíkon eredő vízfolyások, melyek völgyei (vádik) mélyre vágódnak a hegység felső rétegsorába. (9.) A vízfolyások nagy esése miatt eróziós hatásuk igen erős, így az útjukban feltárló gipszréteget átvágják, lepusztítják a Gefara-alföld erózió-bázisáig.

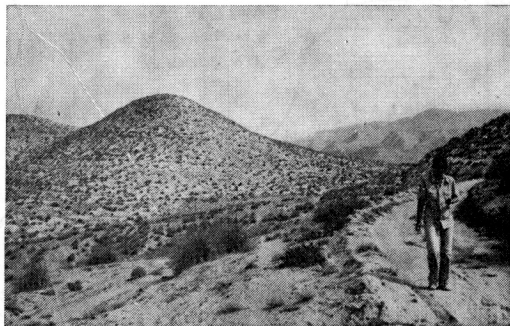
Ilyen módon osztja ketté a Wadi at Tall a Bir al Ghanam és Bir Ayyad közé eső legfiatalabb gipsz előbukkanást (1. ábra). A mélyen hátra vágódó völgyek közé eső hegyorrok meghosszabbításában találhatók azok a területek, ahol a gipszképződmény az intenzív erózió hiányában fennmarad 20 km-ig terjedő hosszúságú sávokban. A gipszkibukkanás ily módon erózió által le nem pusztított részein kialakul a helyi hidrológiai rendszer a felszínre hulló csapadék lefolyása során. Elsődlegesen a *térszíni* (leperszerű) *vízmozgás* indul meg. A beszivárgás ebben a fázisban a gipszközet primer porozitásának elhanyagolható volta és a talajtakaró hiánya miatt jelentéktelen. A térszíni vízfolyás időszakos patakokba gyűlik, melyek felszabdallják a térszínt. A térszíni vízmozgás felszíni korróziós hatása lekerékített kúpos gipszdombok tömegét alakítja ki.

Megvizsgálva Balázs D. trópusi karsztfelszínekre kialakított klasszifikációs indexeit (Ref. 2.) a Bir al Ghanam-i karszt felszíni formáit a Sewu típusú trópusi karszt kategóriájába sorolhatnánk (3. ábra):

	Gunung Sewu	Bir al Ghanam
Morfogenetikus index:	3–8	5–6
(átmérő/magasság)		
Relatív magasság:	30–120 m	30–50 m
Előfordulás (db/km ²)	15–30	15–25

3. ábra. Tipikus „kúp-karszt”.
Háttérben a Jabal Nefusa-letörés

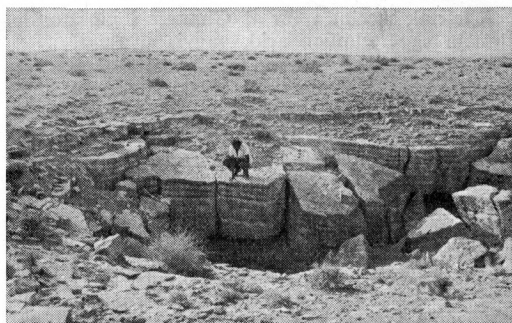
Fig. 3 Typical “cone-karszt”.
The Jabal Nefusa escarpment in the background



A rendkívüli hasonlóság ellenére sem kategorizálható a Bir al Ghanam-i karszt Sewu típusúnak, tekintve, hogy a karsztosodó kőzet nem azonos, s e miatt a Sewu-itól eltérő formák is kialakulnak helyenként, ha nem is jellemző mennyiségben.

A Bir al Ghanam-i formáció földtani megkutatottsága hézagos. Néhány soros közleményeken kívül egyetlen jelentősebb munka született (6.), mely közli a Bir al Ghanam és Bir Ayyad között végzett sekély fúrások eredményeit. A legmagasabb fúrás pont 286 m tszf., a legmélyebb fúrás 145 m tszf.-re hatol, így a képződmény 141 m vastagságú alsó része ismeretes viszonylagos részletességgel. Mivel a kibukkanás nagyobb része 286 m tszf. fölé esik, elmondhatjuk, hogy sztratigráfiája kevésbé ismert. A fúrások és személyes tapasztalatok alapján megállapítható, hogy a formáció ismert felső rétegsora vékonypados településű lagúna-üledékekből, elsősorban (kb. 70%) gipszből és anhidritből épül fel dolomitos mészkő- és dolomitrétegekkel tarkítva. A lencsés szerkezetű rétegek általában messzire nem követhetők. A különböző minőségű, néhány centimétértől több méter vastagságig változó gipszrétegek összes vastagsága megütheti a 30–40 métert is, míg a dolomit-interkalációk a millimétértől az 1–2 méteres vastagságig lelhetők fel. Gipsz és anhidrit valamennyi rétegben található néhány százalékban. A fúrásokban 35–40 m mélységig anhidrit csak nyomokban található, ez alatt tiszta rétegekben is, néha nagyobb vastagságban, gipszrétegekkel váltakozva.

A Bir al Ghanam-i gipsz kibukkanás klímája két meteorológiai állomás adatai alapján vizsgálható. Az egyik Bir al Ghanamban, a gipszdombság lábánál, a másik Yafrin (Jefren) városában, a Nefusa-hegység letörésének tetején működik. Mindkét állomás adatai hiányosak, de 1925-től kezdődően az értékelhetőség határain belül vannak. A gipszterületen belül mérési adatok nincsenek. Mivel a gipszdombság úgy helyezkedésében, mint magasságában a két meteorológiai állomás között helyez-



4. ábra. Dolomit felszínű sík terület az előtérben víznyelővel

Fig. 4 Dolomite-surfaced plain with swallet in the foreground

kedik el, nagy hibát nem követnénk el, ha a kettő átlagát tekintenénk mértékadónak erre a területre. Ennek ellenére a jellemző értékek valószínűleg közelebb állnak a Bir al Ghanam-éhoz. Ezt alátámasztja a növényzet jellege is. A tárgyalt meteorológiai állomások fellelhető normál adatai a következők: (5.)

	Yafrin	Bir al Ghanam
Magasság (m)	680	143
Évi középhőm. (°C)	18,5	21,9
Csapadék (mm)	260,8	134,5
Csapadékos napok száma	55	(nincs adat)

Megjegyzendő, hogy a csapadék csaknem teljes egésze a téli fél esztendőben hull le (okt.–ápr.).

A helyben használatos klímaindexek alapján a két állomáson észlelt klímák a következők:

A. Martonne ariditási index:

$$i = \frac{\text{évi csapadékatlag}}{\text{évi középhőmérs.} + 10}$$

$i > 10$ esetében tengeri, $10 > i > 7,5$ esetében szavanna- $7,5 > i > 5$ esetében félsivatagi, ez alatt pedig sivatagi klímát állapítunk meg. Esetünkben az indexek:

$$i_{\text{Yafrin}} = 9,1; \text{szavanna}$$

$$i_{\text{Bir al Ghanam}} = 2,4; \text{sivatag}$$

B. Emberger index:

$$Q = \frac{2000 \times \text{évi csapadékatlag}}{M^2 - m^2}$$

M: a legmelegebb hónap átlagos napi max. hőmérséklete

m: a leghidegebb hónap átlagos napi min. hőmérséklete.

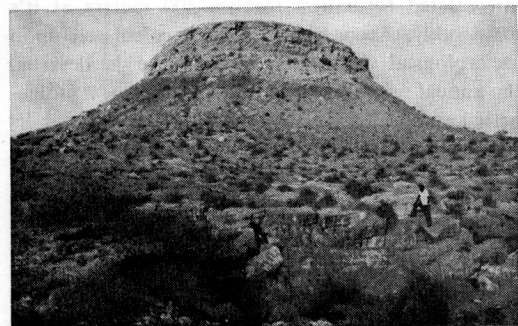
A klíma $Q < 35$ esetében arid, $35 < Q < 65$ esetben szemi-arid, $65 < Q$ esetben pedig szubhumid. Esetünkben:

$$Q_{\text{Yafrin}} = 31; \text{arid klíma}$$

$$Q_{\text{Bir al Ghanam}} = 15; \text{arid klíma}$$

5. ábra. Gipsz-sapkás agyagkúp az előtérben víznyelővel

Fig. 5 Gypsum-capped clay-cone with swallet in the foreground



A leírtak szerint a Bir al Ghanam-i gipszterület klímája egyértelműen arid, vagyis sivatagi.

Karsztosodó közetekben karszt kifejlődését a csapadék mennyisége után a lefolyási viszonyok határozzák meg. A Bir al Ghanam és Bir Ayyad közötti fő gipszkibukkanást átszelő Wadi at Tall-on történtek ezzel kapcsolatban megfigyelések. Az 1971–72-es hidrológiai évben a völgyben 16 alkalommal indult meg vízfolyás.

A gipszrétegek közé települt dolomit és agyagrétegek a gipsztől eltérően viselkednek a lepusztító erőkkel szemben. Tekintve, hogy a dolomit lepusztulása lényegesen lassúbb a gipsznél, az agyagé pedig lényegesen gyorsabb, a megfelelő formák alakulnak ki, u.m. dolomit felszínű sík területek (4. ábra) és gipsz sapkájú agyagkúpok (5. ábra). A vékony-pados településű gipsz rétegeinek oldhatósági különbségei is okoznak lejtési egyenlenségeket a kúpok oldalán. A dolomitréteg lepusztulása után újból kialakul a kúp-karszt alacsonyabb szinten (6. ábra). A dolomitréteg denudációja nem karsztos, hanem mechanikus jellegű, oka elsősorban a gipsz-fekű „alubarangosodása”.

A térszíni lefolyásból összegyűlt patakok mélyen vágódnak a kúphegyek közé, és útjuk során metszik a kőzet „gyengeségi síkjait” (planes of weaknesses; 8.), a hasadékokat, réteghatárokat, ahol az intenzív beszívargás megindul és az ismert módon vadózus jellegű felszínalatti lefolyás alakul ki víznyelőbarlang-karsztforrás rendszerekben. Tekintve, hogy a fúrásek eredményeiből megállapíthatóan a formáció nagy valószínűséggel anhidrit gyanánt képződött, és csak a lepusztulás során alakult át felső, mállottabb rétegeiben gipszzé, a Bir al Ghanam-i karszt vadózus jellegű, mely minden bizonnyal nem tartalmaz állandó karsztvizet. A kialakult karszt autogén jellegű, a nemkarsztos felszínről eredő vizek nem karsztosítják, hanem igen hamar lepusztítják a gipszközetet karsztos formák kialakítása nélkül.

A karsztok két extrém esetéről, a sivatagi és a trópusi karsztról gyakran olvashatók az alábbi megállapítások: „A valósi sivatagok karsztjait a karsztjelenségek hiánya jellemzi.” illetve trópusi karszt csak „... 17–18 °C-ot meghaladó hőmérsékletnél és 1000–1200 mm-nél több csapadék” esetében alakulhat ki (7.). Az állítások igazak a Bir al Ghanam-i gipszformáció fedő rétegsorához tartozó mészkövekben és dolomitokban (9.), de megdőlnék a gipsz esetében. A gipsz karsztosodása viszonylag alacsony hőmérsékleten, (aktív karsztosodás csak télen történik 10 °C körüli átlagos hőmérsékleten) és igen kevés csapadék mellett megy végbe.

A megjelenésében és eredetében a trópusi kúp-karsztokhoz igen hasonló Bir al Ghanam-i karszt természetesen nem trópusi, hanem olyan sivatagi karszt, ahol Jakucs L. kifejezéseivel élve (7.) a klímavariációs feltételek kedvezőtlenességét ellen-súlyozza a petrovariációs adottság: a gipsz nagyfokú oldhatósága.

Az adott helyzetben a gipszkarszt fennmaradásának előfeltétele a klíma szárazsága, több csapadék

esetében ki sem alakult volna és semmiképpen nem volna állékony, maradandó a megismert formakincs.

Dr. Kósa Attila
Budapest
Kövér L. u. 46.
1149

IRODALOM

1. BALÁZS D. (1970): Relief Types of Tropical Karst Areas. — Symposium on Karst Morphogenesis, HUNGARY, papers.
2. BALÁZS D. (1971): Intensity of the Tropical Karst Development Based on Cases of Indonesia. — Karszt- és Barlangkutatás, 1968–1971, p. 33–37.
3. BUSSON, G. (1967): Mesozoic of Southern Tunisia. — Guidebook to the Geology and History of Tunisia. Petr. Exp. Soc. of Libya.
4. GEOLOGICAL MAP OF LIBYA. (1970): Sheet Tarabulus. — Industrial Research Center, Libya.
5. GEFLI (Groupement d'Etude Francais en Libye) (1972): Soil and Water Resources Survey for Hydro-Agricultural Development. — General Water Authority, Libya.
6. GUALTIERI, J. L. (1967): Exploration of the Jeffren Gypsum Anhydrite Deposit. — Libya, Ministry of Industry.
7. JAKUCS L. (1971): A karsztok morfogenetikája. — Akadémiai Kiadó, Budapest.
8. JENNINGS, J. N. (1971): Karst. — MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.
9. KÓSA A., SMYKATZ-KLOSS, W. (1978): Korrozíós jelenségek a Nafúza-hegységben (Libia) — Karszt és Barlang I–II. p. 43–48.
10. KÓSA A. (1979): Discoveries in Libya. — British Caving, Summer Issue.
11. KÓSA A. (1980): Gipszkarszt felfedezése Líbiában. — Karszt és Barlang, I. p. 23–24.

DESERT GYPSUM KARST IN BIR AL GHANAM, LIBYA

The outcrop of the upper Triassic to middle Jurassic Bir al Ghanam Gypsum Formation lays West of its namesake town at the foot of the Jabal Nefusa escarpment. The thickness of the dolomite-intercalated formation reaches 400 meters at its main body. According to indices calculated upon meteorological data the local climate is desertic, the annual rainfall does not exceed 150 m. Auto-genetic karstification is observable in the gypsum hills which appears—besides underground drainage: caves—in a landform very similar to the well known tropical “cone-karst”. The karst of tropical appearance could develop in desertic conditions only due to the high solubility of gypsum. More precipitation would destroy the observed forms and develop a different landscape.