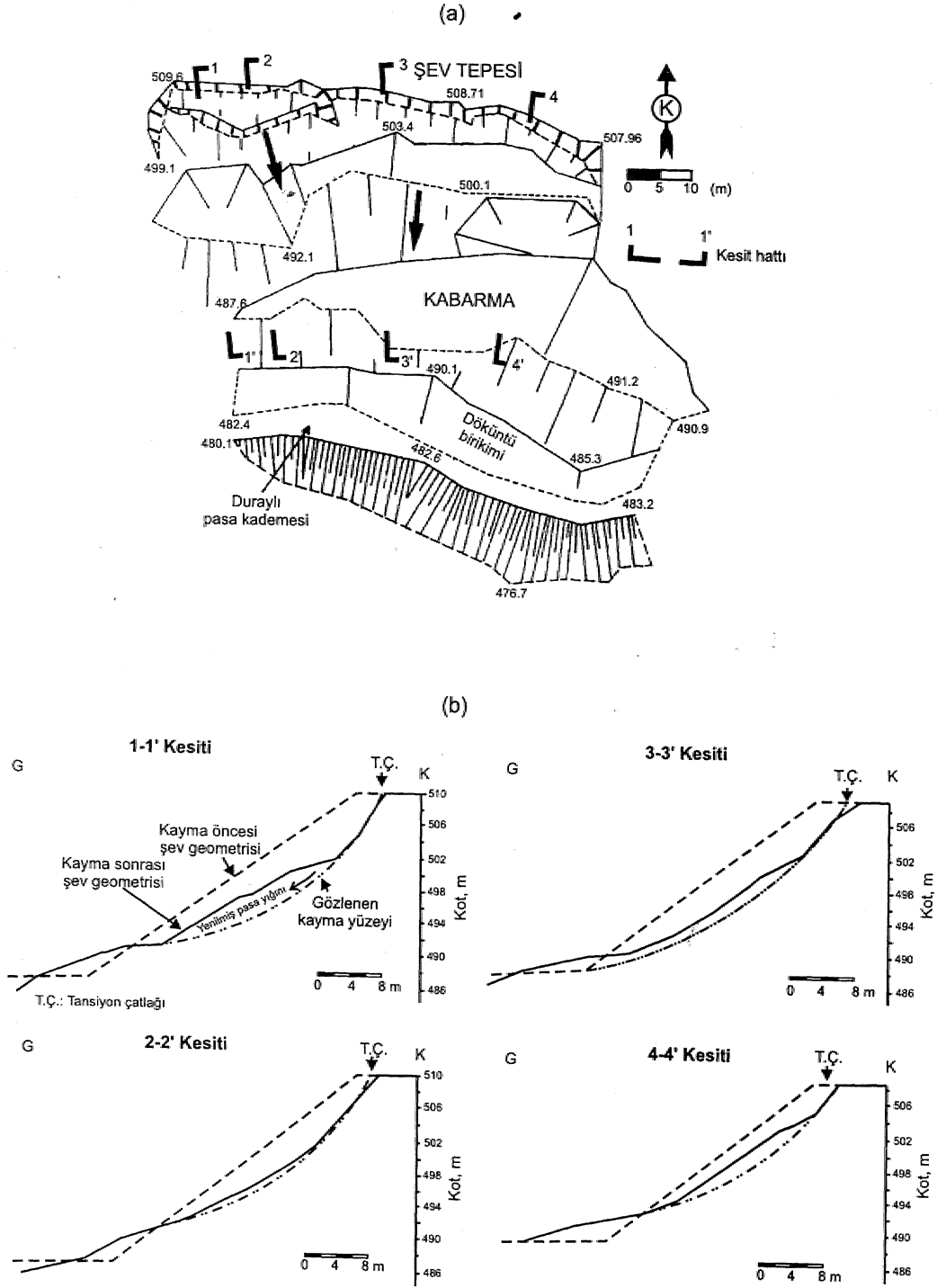
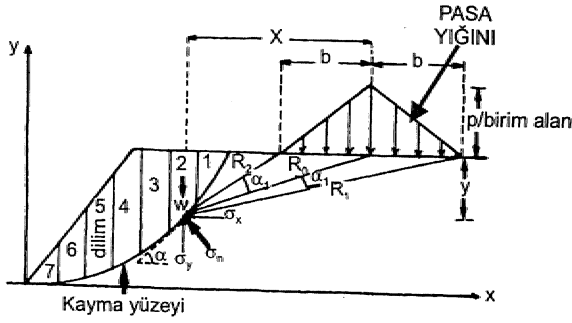


Şekil 6. Farklı kaya kütleleri içinde gelişmiş ve geriye dönük analizi yapılan şev duraysızlıklarını temsil eden kesitler: (a1-a2):Eskihisar linyit işletmesi; (b) Başkoyak barit işletmesi; (c) Kısırakdere linyit işletmesi; (d) HİmmetoğİE linyit işletmesi..



Şekil 7. BSKİHİSAR linyit işletmesinde tüvenan yolu kenarında gelişmiş pasa yığını duraysızlığının plan görünümü (a) ve geriye dönük analiz yapılan kayma kesitleri (b) (Ulusay vd.; 1995a dan).



Şekil 8. Eskihişar linyit işletmesindeki duraysızlığın (Şekil 5a. ve 6a.) geriye dönük, analizde esas alınan simetrik - üçgen dış yükleme modeli.

Geriye Dönük. Analizlerin. Sonuçları

Beş farklı şev duraysızlığı için örselenme faktörü açısından dikkate alınan dört yaklaşıma göre yapılan analizlerin sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. Sonuçlardan görüleceği gibi,, İlk üç yaklaşımın kullanımıyla duraysızlığa manzı kalmış bir şev için. elde edilmesi, gereken güvenlik katsayısı değerinden (FOS=1) oldukça yüksek değerler elde edilmiştir,, Bu. belirleme,, yenilme ölçütünün son versiyonunda (Hoek-

Brown, 1997) önerilen,, "örselenme etkisinin dikkate alınmaması" görüşünün gerçekçi bir yaklaşım olmadığını göstermiştir. Ayrıca, örselenme etkisinin doğrudan. GSI değerine' yansıtılmasıyla yapılan hesaplamalardan, elde edilen sonuçların da doğadaki gerçek koşulları, desteklemediği anlaşılmaktadır..

Buna karşın, 4. yaklaşım, esas alınarak incelenen her kaya kütleli için beş. farklı b_m ve b_s değerine göre geriye dönük, analizler yapılmış ve her b_m ve b_s için hesaplanan, güvenlik, katsayıları (FOS) Şekil 10'daki grafiklere işlenmiştir. Bu. grafiklerden kayma, koşulunun sağlandığı FOS=1 değerine karşılık gelen b_m ve b_s veri çiftleri belirlenmiştir (Çizelge 4). Pasa malzemesi için örselenme faktörü (d_f) olarak 0.8 değeri seçildiğinden,, bu. değere karşılık gelen b_m ve b_s değerleri 14 ve 18 olup, bunlar' Çizelge 4'te ayrıca • verilmiştir,, Çizelge. 4'te incelenen her- duraysızlık için esas alınan d_f değerlerinin kayma koşulunu sağlayan (FOS=1) b_m ve b_s değerlerine karşılık grafiği çizilmiştir (Şekil 11),. Bu grafikten b_m ve b_s katsayılarının herhengi bir d_f değerine göre hesaplanabilmesinde kullanılmak üzere aşağıdaki eşitlikler elde edilmiştir.

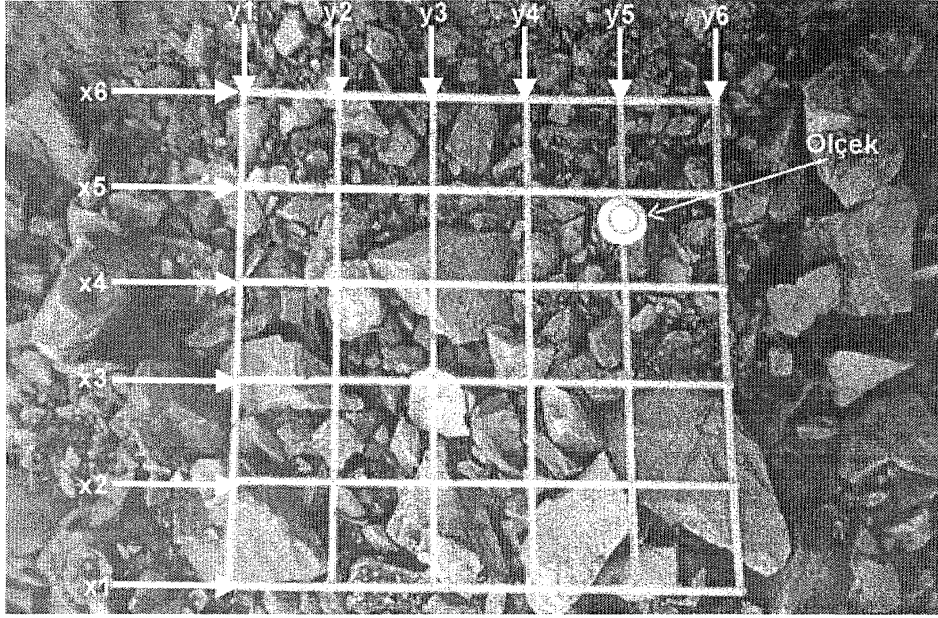
Çizelge 4. Örselenme etkisinin değerlendirilmesi için dört, farklı yaklaşıma göre yapılan geriye dönük analizlerin sonuçları

İncelenen Saha	Hesaplanan Güvenlik Katsayısı (FOS) d_f	Hesaplanan Güvenlik Katsayısı (FOS)				"Limit denge koşulunda.	
		1. Yaklaşım	2. Yaklaşım	3. Yaklaşım	4. Yaklaşım	b_m	b_s
Eskihişar:	0.94						
Kesit 1-1'1		1.48	1.44	1.42	18.9	(18.55)	7.05 (6.98)
Kesit 1-1'2		1.48	1.43	1.41	18.2	(18.55)	6.90 (6.98)
Kesit 2-2'		1.45	1.40	1.39	18.55	(18.55)	6.98 (6.98)
Başkoyak:	0.97	1.70	1.62	1.59	20.28		7.34
Kısrakdere:	0.90	1.41	1.34	1.28	17.15		6.68
Himmetoğlu:	0.97	1.32	1.23	1.19	20.3		7.35
Eskihişar (pasa):	0.80						
Kesit 1-1'		2.71	1.93	2.10	14		6
Kesit 2-2'		2.64	1.80	2.03	14		6
Kesit 3-3'		2.64	1.84	2.04	14		6
Kesit 4-4'		2.69	1.84	2.07	14		6

*Şekil 10'dan elde edilmiştir.

d_f : Örselenme etkisi için azaltma faktörü;

Parantez içindeki değerler üç kesit için ortalama değerlerdir



Şekil. 9 , Görüntü analizi yapılan pasa malzemesi ve kullanılan noktasal ve alansal ölçekler.

$$b_{ra} = 3.141n \left[\frac{4}{\sqrt{dr+340(1-de)}} \right] + 28 \quad (13)$$

$$b_s = 0.67 \ln \left(\frac{*}{U + 340(1-dr)} \right) + 9 \quad (14)$$

Dördüncü yaklaşımın sonuçları; kaya. kütlesi sabitleri olan. m_b ve s 'in tayininde örselenme etkisinin dikkate alınması gerektiğini ve uygulanan kazı yöntemine bağlı olarak seçilecek bir d_r değerine göre, Şekil 11'de verilen grafikten veya 13 ve 14 numaralı eşitliklerden, b_m ve b_s 'in belirlenmesinin, dolayısıyla kaya kütlesinin makaslama dayanımının bu değerler esas alınarak tayin edilmesinin daha gerçekçi olacağını göstermiştir.

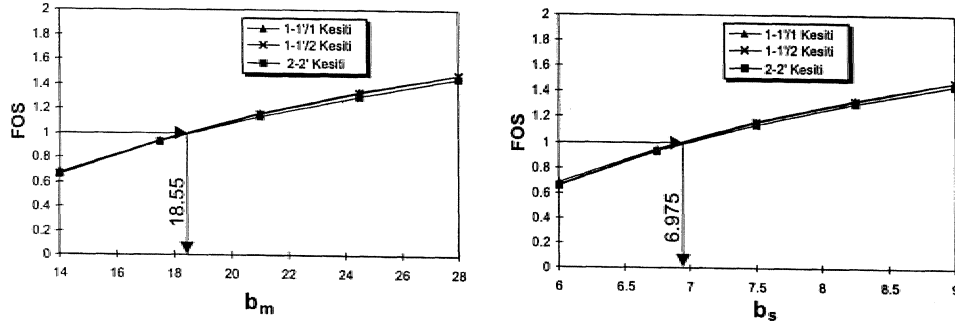
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

RMR Kaya Kütlesi Sınıflama Sistemi'nin, özellikle çok. zayıf kaya kütleleri, için içerdiği sınırlama-

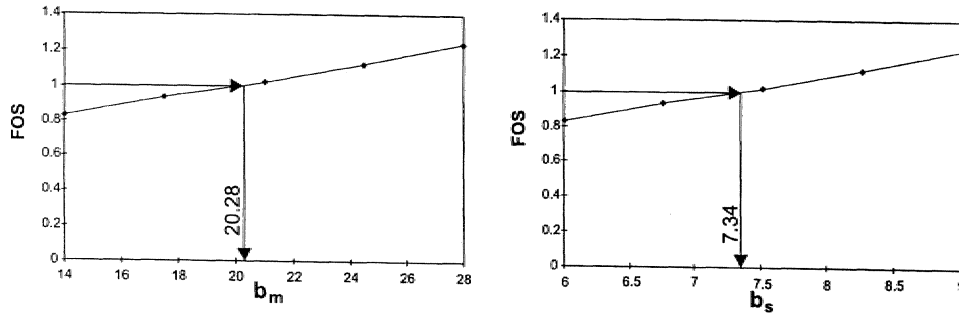
lar dikkate alınarak, Hoek-Brown görgül yenilme, ölçütüne RMR'ın yerine Jeolojik Dayanım İndeksi. (GSI) adı verilen bir parametre dahil edilmiştir. Ancak, güncel GSI sisteminin eklemli kaya. kütlelerindeki şev kazıları ve yeraltı açıklıkları ile ilgili olarak performansının sınırdığı bir çalışma, mevcut değildir.

Bu araştırmada, güncel GSI sisteminin subjektif değerlendirmeye dayalı olan. uygulamasını değiştirerek, sayısal verileri esas alacak şekilde modifiye edilmesine yönelik öneriler yapılmıştır. Bu amaçla,, sistemdeki Yapısal özellik ve Yüzey Koşulu tanımlamaları puanlama yöntemine göre yeniden düzenlenmiş ve güncel GSI abağı. modifiye edilmiştir. Ayrıca, görgül yenilme ölçütünün son versiyonunda kaya. kütlesi sabitlerinin hesaplanmasında örselenmenin dikkate alınmaması şeklindeki yaklaşımın gerçekçi olmadığı hususu da, ayrıntılı olarak incelenmiş şev duraysızlıklarının geriye dönük analizleriyle ortaya, konmuştur.. Bu araştırmanın, dikkati çeken diğer bir¹ sonucu, da; nispeten, düşük miktarda ince tane içeren, köşeli ve yuvarlak parçalardan oluşan pasa. malzemelerinin. GSI sisteminde yer alan parçalanmış malzeme grubuna dahil edilebileceği ve bu. çalışmada önerilen

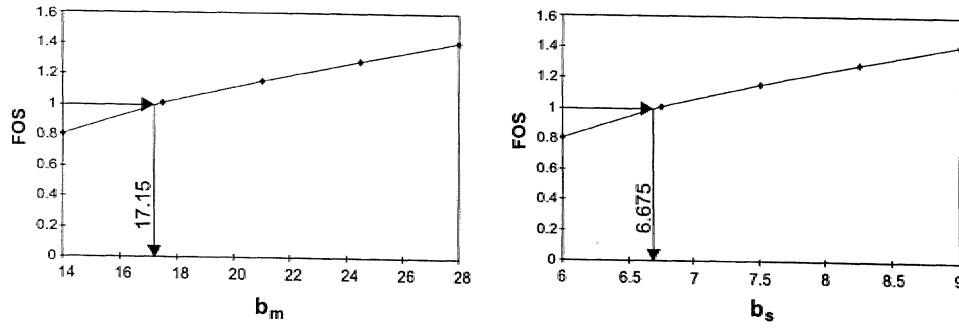
(a) Eskihisar linyit işletmesi



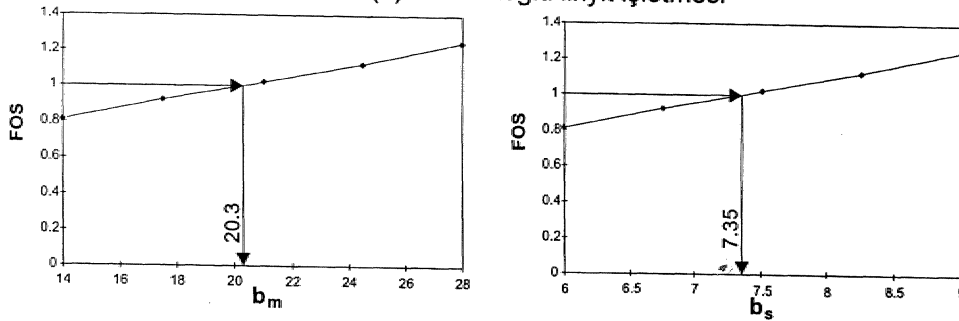
(b) Başkoyak barit işletmesi

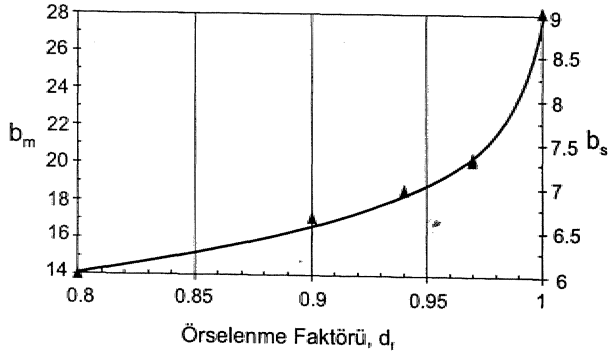


(c) Kısrakdere linyit işletmesi



(d) Himmetoğlu linyit işletmesi

Şekil. 10. Sık eklemli kaya kütlelerinde incelenen şev duraysızlıklar için b_m ve b_s 'nin güvenlik katsayısına bağlı değişimi.



Şekil 11.4 numaralı yaklaşıma göre incelenen duraysızlıkların geriye dönük analizinden elde edilen b_m , b_s -örselenme faktörü (df) ilişkisi»

değişiklikler dikkate alınarak bu tür malzemelerin makaslama dayanımının Hoek-Brown yenilme ölçütüyle tayininin mümkün, olabileceğidir.

Eklemli kaya kütlelerinin mekanik davranışının daha iyi anlaşılması, jeoteknik mühendisliğinin: kuşkusuz en önemli sorunları arasında yer almaktadır. Yazarlar, Hoek-Brown yenilme ölçütünün, eklemli kaya kütlelerinin, ve hatta pas malzemelerinin makaslama dayanımlarının tayini amacıyla kullanılacak uygun bir yöntem, olduğu görüşünü paylaşmaktadırlar. Bununla birlikte, yazarlar, yenilme ölçütüne ilişkin olarak -bu çalışma kapsamında, önerilen değişikliklerin şev ve yeraltı kazılarında bundan sonra karşılaşılabilecek, çeşitli duraysızlıklara da uygulanmasının, önerilerin daha çok sayıda, veriye dayanarak sınanmasına ve önerilen yöntemin, uygulamada kullanılabilirliğine katkıda bulunacağı görüşündedirler.

DEĞİNİLEN BELGELER.

- Balmer, G., 1952. A general analytical solution, for Mohr's envelope. American Society of Testing Materials, 52, 1269 - 1271.
- Bieniawski, Z.T., 1989. Engineering Rock Mass Classifications. John Wiley and Sons» 237 p,
- Franklin, J.A., Mearz, N.H. and Bennett, C.P., 1988: Rock mass characterization, using photoanalysis., International Journal of Mining and Geological Engineering, 6, 97-112,

- Hoek, E., 1983. Strength of jointed rock masses, 1983 Rankine Lecture. Geotechnique, 33(3), 187 - 223.,
- Hoek, E., 1994. Strength of rock and rock masses. ISRM News Journal, 2(2) 4 - 16.
- Hoek, E., 1998, Reliability of the Hoek-Brown estimates of rock mass properties and their impact on design. International Journal, of Rock Mechanics and Mining Sciences, 35,63-68.
- Hoek, E. and Brown, E.T., 1980. Underground Excavations in Rock. Institution, of Mining and Metallurgy, Stephen Austin and Sons, London, 527 p.
- Hoek, E. and Brown, E.T., 1988. The Hoek-Brown failure criterion: a 1988- update, Ptoc. 15th Canadian Rock Mechanics Symposium: Rock Engineering for Underground Excavations, J.C. Juran (ed.), University of Toronto, 31 -38
- Hoek, E. and Brown, E.T., 1997. Practical estimates of rock mass strength. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 34(8), 116.5- 1186.
- Hoek, E., Wood, D. and Shah, S., 1992. A modified Hoek-Brown criterion for jointed rock masses. ISRM Symposium: Eurock'92 - Rock Characterization, J.A. Hudson (ed.), Thomas Telford, 209 - 213.
- Hoek, E., Kaiser, P.K. and Bawden, W.J.F., 1995. Support, of Underground Excavations in Hard Rock. AA, Balkana, Rotterdam, 214 p.
- Hoek, E., Marino, P. and Benissi, M., 1998. Applicability of the geological strength index (GSI) classification, for very weak and sheared, rock masses: the case, of the Athens schist formation., Bulletin of Engineering Geology and Environment, 57,, 151 -160,
- ISRM (International Society for Rock Mechanics), 1981. ISRM Suggested Methods: Rock Characterization, Testing and Monitoring; E.T. Brown (ed.), Pergamon Press, London, 21.1 p.

- Kendorski, F.S., Gunning, R.A., Bieniawski, Z.T. and Skinner, E.H., 1983. Rock mass classification for block caving mine drift support. Proc. 5th. International Congress on Mechanics, ISRM, Melbourne, B51 - B63.
- Laubscher, D.H., 1990. A geomechanics classification, system, for the rating of rock mass in mine design... Journal of South African Institute of Minerals and Metallurgy, 90(10), 257 - 273.
- Romana, M.A., 1993. Geomechanical classification for slopes: Slope Mass Rating. I.A. Hudson (ed.), Comprehensive Rock Engineering, 3,, Pergamon Press, London, 575 - 599.
- Singh, A., Scoble, M., Lizotte, Y. and Crowther, G., 1991. Characterization of underground rock fragmentation. Geotechnical and Geological Engineering, 9, 93 - 107.
- Sönmez, H., Ulusay, R. and Gökçeođlu, C., 1998. A practical procedure for back analysis of slopes failures in closely jointed rock masses. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 35(2), 219 - 233.
- Sönmez, H., and Ulusay, R., 1999. Modifications to the Geological Strength Index (GSI) and their applicability to stability of slopes. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 36(6), 743 - 760.
- Ulusay, R., 1991. Geotechnical evaluations and deterministic design considerations for pit-wall slopes at Eskihisar (Yatađan-Muđla) strip coal mine. PhD dissertation, Middle East Technical University, Ankara, Turkey, 340 p (unpublished).
- Ulusay, R. ve Yücel, Z., 1989. Zayıf kayaçlarda açılan şevlerin duraylılığına bir örnek: Başkoyak barit işletmesi. Yerbilimleri, 15,1,5 - 27.
- Ulusay, R., Arıkan, F., Yoleri, M.J.F. and Çađlan, D., 1995a. Engineering geological characterization of coal mine waste material, and an evaluation in the context of back analysis of spoil pile instabilities in a strip mine, SW Turkey. Engineering Geology, 40, 77 -101...
- Ulusay, R., Yoleri, M.J.F., Çađlan, D. and Arıkan, F., 1995b. Design, evaluations for spoil piles at a strip coal mine considering safety of the haul road. International Journal of Surface Mining, Reclamation, and Environment, 9, 133 -140..
- Ulusay, R., Çađlan, D., Ankan, F., and Yoleri, M.F., 1996. Characteristics of biplanar wedge-spoil pile instabilities and methods to improve stability. Canadian Geotechnical Journal, 33(1), 58 - 79.
- Ulusay, R., Ekmekçi, M., Gökçeođlu, C., Sönmez, H., Tuncay, E. ve Erdoğan, E., 1998. Himmetoğlu Linyit Açık İşletmesi şev stabilite etüdü: 1. Aşama - A panosu şevlerinin duraylılığı. Hacettepe Üniversitesi» Proje No: 97 - 0058, 24,5 s.

Water quality analysis of the Hemmer and Nau'r aquifer springs in the Snf area, North Jordan

Kuzey Ürdün Suf sahasında bulunan Hummer ve Nau'r akiferleri kaynaklarının su kalitesi analizleri

Âbu-Rukah. Y.H., Nabu. S. Abderahman

ABSTRACT

In recent years, the Suf area, has become highly populated, increasing the demands on water resources for various uses. This study aims to evaluate the water quality of major springs in the Suf area. In this respect, 11 main springs emerging from two different aquifers (Hummer aquifer A4, and Nau'r limestone aquifer Al/2) were chemically analyzed. Chemical analyses performed include TDS, Ca³⁺, Mg²⁺, Na⁺ K⁺, Cl⁻, HCO₃⁻; SO₄²⁻ and NO₃⁻ as well as pH, EC and temperature. Results show that these springs have different chemical compositions, which reflect, to a large extent, the geological character of the two aquifers. In addition, historical data on spring chemistry were also used to show the variations and long term trends in water quality. Generally, the waters of major springs in the area, are of HCO₃⁻ and Ca²⁺ type. Chloride and sodium ions make the main contribution to the salinity of spring waters, while SO₄²⁻ and Mg²⁺ concentrations are moderate. Overall, chemical content of groundwater from various springs is dominated by NO₃⁻, HCO₃⁻, Cl⁻, Na⁺, and Ca²⁺. Suf, Fawwer, Um-Faraj, Al-garaj and Nabhan springs show, to some extent, degradation in the water quality.

Key Words: Hummer and Nau'r aquifers, Groundwater quality, Jordan, Suf region

ÖZ

Son yıllarda Suf bölgesinin nüfusu ile birlikte çeşitli amaçlarla kullanılacak suya olan ihtiyacı da artmıştır. Bu çalışma Suf sahasında bulunan ana su kaynaklarının su kalitesini değerlendirmeyi amaçlar. Bunun için iki ayrı akiferden (Hummer akiferi A4 ve Nau'r kireçtaşı akiferi Al/2) kaynaklanan 11 kaynak suyunun kimyasal analizleri yapılmıştır. Bu analizler, toplam çözünmüş madde (TDS) Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, Cl⁻, HCO₃⁻, SO₄²⁻ ve NO₃⁻ ye ilave olarak pH, elektriksel iletkenlik (EC) ve sıcaklıkları içermektedir. Sonuçlar bu kaynakların farklı kimyasal içeriklerde ve büyük ölçekte bu iki akiferin farklı jeolojik karakterde olduğunu göstermiştir. Bunlara ilaveten tarihsel verilerde, uzun bir zaman içerisinde su kimyalarında değişiklikler göstermiştir. Kaynakların çoğu bikarbonat ve kalsiyum karakterindedir. Suyun içindeki tuzluluğu oluşturan başlıca iyonlar klor ve sodyum iyonlarıdır, sülfat ve magnezyum oranları orta değerlerdedir. Bütün bu kaynaklardan alınan suların kimyasal analizlerini NO₃⁻, HCO₃⁻, Cl⁻, Na⁺ ve Ca²⁺ belirlemektedir. Suf Fawfer, Um-Faraj, Al-garaj ve Napfan kaynakları bir dereceye kadar su kalitelerinde bozulma göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Hummer ve Nau'r akiferleri, Suf bölgesi, Ürdün, Yeraltısu kalitesi

INTRODUCTION

Water is a natural resource, and Jordan seems to be among the least blessed, areas of the world, with respect to its availability, Groundwater has a geochemical variability caused by natural processes including groundwater flow, formation through which the flow occurs, chemical changes resulting from annual flow fluctuations, source recharge and mixing- with other water types,

Due to the increasing needs, of local urban and rural areas within the area, the water is over used. Water of many springs, is used to meet daily needs, of people. This is furtherly strains the water resources and, as a result, some of the springs are polluted,.

The study area is located in the central part of

Jordan and extends between 188-194 North longitude, and 226-234 East latitude (Palestine grid) (Figure 1). The area lies almost, on the highlands. Quennell (1958) has discussed the geology of the region including Jerish and Ajlun areas.

Prevailing geologic formations in the area, are mainly Naif r formation of 180 m thick and Hummar formation of 40-50 m thick (Figure 2), They mainly comprise a sequence consisting of gray limestone and dolomitic limestone with intercalation of marl and shale of lower Cenomanian age Olexon, (1967), and limestone and dolomitic limestone of upper Cenomanian age, Dominant structures, in the study area and its vicinity area a major E-W fault system and NNK-NE and NW striking faults. Strike slip faults have directions of E-W and N-S and consider-

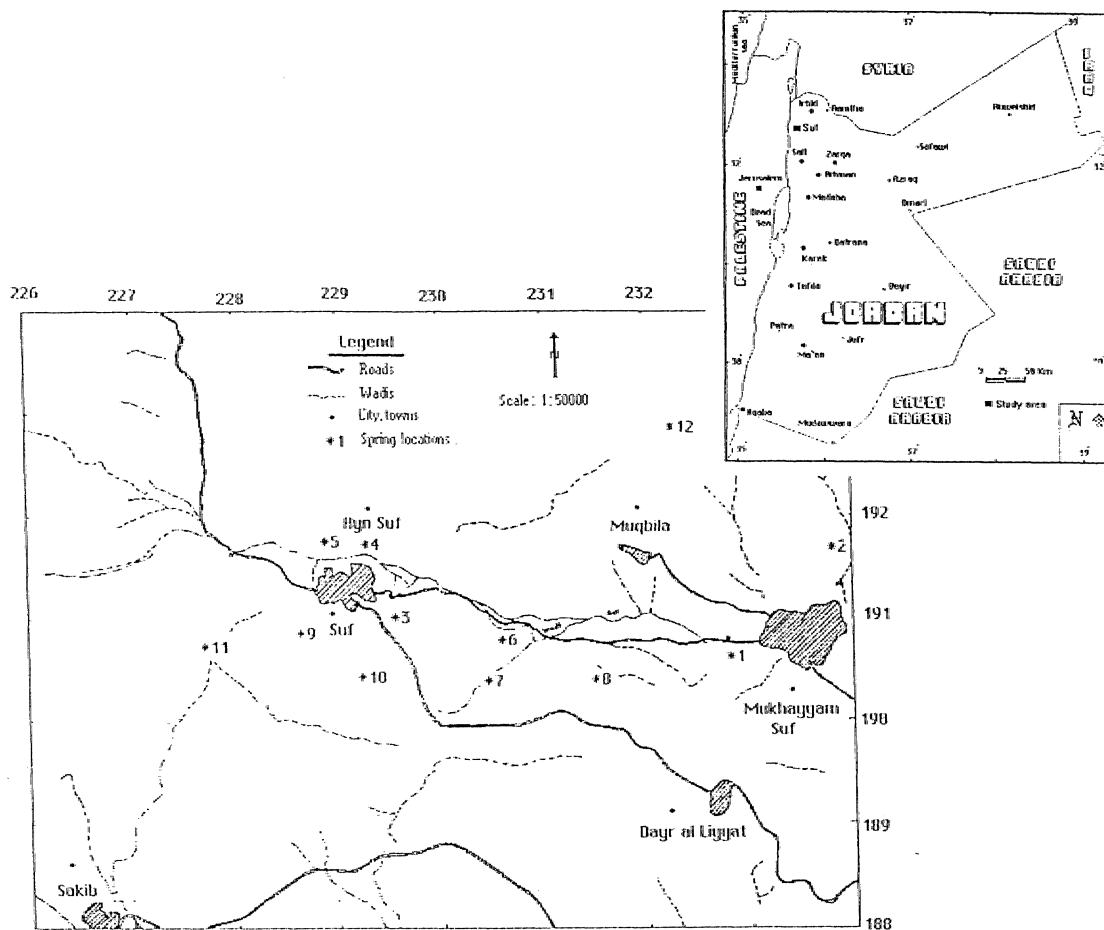


Figure 1. Field investigation map shows the main urban areas and the main springs in the study area.

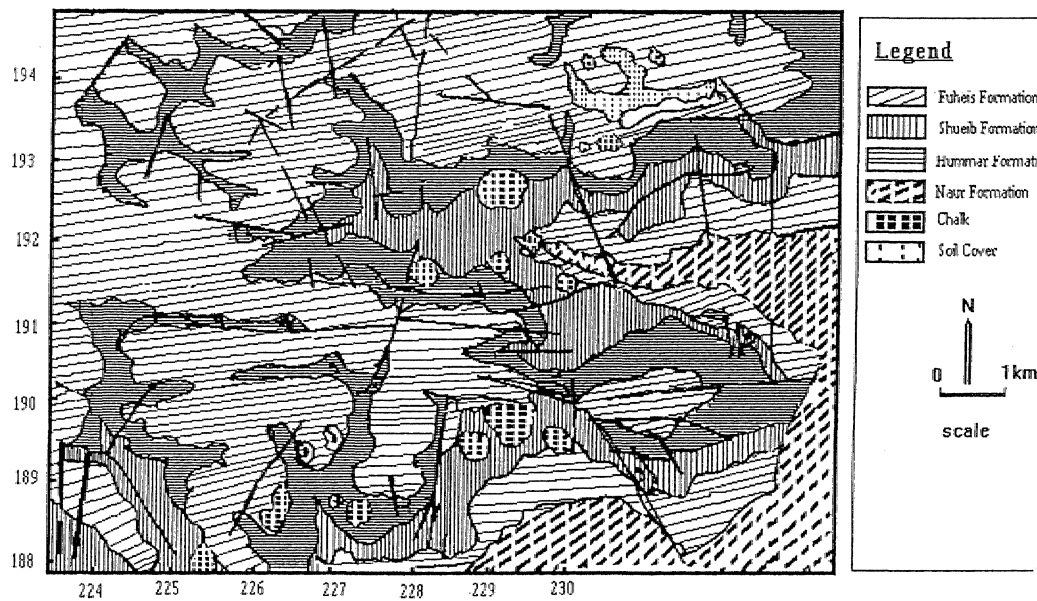


Figure 2. Geologic map of the study area.,

able down, throw are observed along some, other faults. Majority of the folds are gentle, subparallel and have trends varying from E-NE and NE to WNW. A number of monoclines, flexures is associated with major faults, Bender, (1974).

The climatologic al parameters of the study area are shown in Table 1, the area is characterized by semi-arid climate, the mean, annual rainfall is 413 mm, while the maximum average temperature is 16.5C\ The springs investigated within the study area fall within two aquifers, these are the Hummer aquifer A4, and the Naur limestone aquifer A1\2,

Table 1. Selected climatological parameters for the study area

1	Max. Temperature (°C)	39 (August)
2	Max. Average annual Temperature (°C)	16.5
3	Min. Temperature (°C)	-5 (January)
4	Min. Average Temperature(°C)	1.3
5	Max. annual rainfall (mm)	79.5(January)
6	Mean annual rainfall (mm)	413
7	Max. daily rainfall mm	96.4
8	Average annual relative humidity(%)	60
9	Average annual evaporation (mm)	2123.0
10	Wind direction	NW.

(Table 2). The present study aims to evaluate the water quality of these two aquifers, on the basis of their hydrochemical properties and their relationship to potential deterioration, of the water quality in the study area. The water type and quality also classified in the present study. In addition, historical data are also used to show the variations and long term trends in water quality.

Table 2, Major springs investigated in the present study
Aquifer types based on the Water Authority of Jordan technical report. (1989)

Spring name	E Longitudes	N Latitudes	Aquifer type	Flow rate (m ³ /h)
1 Bassas Aldub El gurbi	232.7	190.8	A1/2	25.107
2 Bassas El- Room	234.1	191.6	A1/2	30.750
3 Bassas Um-Faraj	229.4	191.4	A4	0.306
4 Ain El-Maghasil	229.3	191.7	A1/2	38.000
5 Ain Suf (ElBalad)	229.	191.6	A4	3.764
6 Ain Fawwar	230.9	190.9	A4	55.087
7 Ain Nabhan	230.6	190.4	A4	1.919
8 Ain El -Karaj	231.5	190.4	A1/2	2.371
9 Ain El kelab	228.7	191.3	A4	0.397
10 Basset Lauzeh	229.2	190.4	A4	0.335
11 Basset Abeid	227.8	191.7	A4	0.172

The relatively high rainfall, high relief, intensive faulting and solution cavities have led to the appearance of the major springs, in the region. According to McDonald (1965), springs in the study area and adjacent areas can be classified into four types; these are fault springs, contact springs, fracture springs, and karst springs. →

The main objectives of the present investigation are as follows:

- To investigate the water quality of the major springs within Suf area,
- To measure the physical parameters such as pH, EC, and TDS.
- Water chemistry evaluation for the springs through the analysis of major and minor ions which includes Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , and NO_3^- .
- The classification of the water quality, and to study the correlation coefficient for the various chemicals in water collected from the springs in the area.

METHODS

Water of eleven springs issuing from Nau'r A1/2 and Hummer A4 aquifers were collected on 11 July 1997 and then analyzed for their chemical compositions. The chemical analysis of the collected spring water samples was conducted out at the laboratories of the Department of Earth, and Environmental Sciences of the Yarmouk University. In addition, historical data on waters were used to determine long term trends in water quality.

At each sampling site, water temperature, pH value, and electrical conductivity (EC) were measured using a field thermometer, a pH-meter and an EC-meter. A 500 ml polyethylene bottle was used to store water for chemical analysis (TDS, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} and NO_3^-). Titration method, was used to determine Cl^- and HCO_3^- concentration. Spectrophotometer system (SPETRÖMIC 200) was

used to estimate NH_4^+ , SO_4^{2-} and NO_3^- concentration in the samples. A flame photometer was used to determine Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ and K^+ .

RESULTS AND DISCUSSION

The present investigation deals with springs associated with Nau'r (A1/2), and Hummer aquifers (A4), Table 2. Chemical data of the analyzed water samples are presented in Table 3 and Figure- 3, they also includes historical data on variations and long terms trends in water quality of these springs. Deterioration water quality in four of the springs can be attributed to either intensive use of water for domestic and drinking purposes (2.2 MCM/year) or to agriculture (40 MCM/year) and small-scale industries in (4 MCM/year) in the study area, Salameh (1996).

Chemical Characteristics.

A number of inferences, can be drawn from the experimental and historical data obtained, Table 3 and Figure 3. The TDS values, ranges between 237-1344 ppm. PH values ranges between 6.9-8.2. In all the springs the data shows variation in the results for the major cations and anions. The major cations, Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , shows range values, between 22-182.5 mg/L, 5.5-115.0 mg/L, 2.7-24.1 mg/L and 0.0-46 mg/L respectively. The major anions HCO_3^- , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , and Cl^- show concentration ranges, between 146.4-3562 mg/L, 0-56.5 mg/L, 1.8-167 mg/L and 16-500 mg/L respectively. Use of a Piper diagram (Figure4), (Piper 1944) permits the classification of the waters according to Langguth (1966). This classification, is based on the concentration of the four major anions, HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- and NO_3^- , and on the four major cations, Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ and K^+ . Based upon this the water in the study area can be classified as alkaline earth waters of either bicarbonate and chloride character. This, type of water increases the alkalinity with prevailing bicarbonate and chloride for A3 aquifer, and bicarbonate for A1/2 aquifer.

Carbonate- and bicarbonate anions are considered

Table 3. Chemical data. from, the springs in the study area.(VFor locations and parameters shows increase in concentration)

No	Springs name	Date	EC μs/cm	TDS ppm.	PH	Ca ²⁺ mg/L	Mg ²⁺ mg/L	Na ⁺ mg/L	K ⁺ mg/L	Cl ⁻ mg/L	HCO ₃ [▼] mg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L
Concentration mg/L													
1	Aldub Elgurbi	8/79	651	417.0	7.4	71.7	19.6	29.8	5.9	56	247.7▼	8.6	46.5▼
		7/80	656	420.0	7.5	85.7	19.2	34.4	5.8	48	292.2	22.0	64.1
		3/81	760	486.0	7.3	87.9	16.5	37.7	4.6	51	306.2	18.7	58.4
		5/82	720	460.0	7.0	93.9	16.5	25.2	5.3	54	295.9	21.1	32.3
		1/85	700	408.0	7.4	86.5	20.9	27.5	7.8	53	287.3	21.6	35.4
		4/86	630	416.0	7.8	72.1	21.3	25.2	0.0	37	250.7	9.6	35.7
		9/89	720	461.0	7.3	86.5	22.8	25.2	5.8	49	278.9	30.2	36.5
		6/92	750	452.0	7.6	86.9	23.0	22.9	4.6	66	244.6	28.3	46.9
		8/97	620	353.2	8.1	76.0	7.11	20.0	3.6	70	280.0	39.2	34.0
2	El-Room	7/80	531	340.0	8.0	72.9	21.6	22.9	5.8	37	276.9▼	11.5	27.9▼
		4/81	600	384.0	7.4	64.9	22.6	20.6	0.7	35	266	0.0	29.2
		12/83	680	435.0	7.7	60.1	23.8	34.4	0.0	67	235.5	1.9	34.5
		3/84	570	364.0	7.6	73.9	22.0	16.0	0.0	26	262.3	47.0	17.6
		7/87	580	371.0	7.6	70.1	19.4	18.0	0.0	33	282.4	2.8	16.7
		6/88	570	365.0	7.4	40.4	17.9	16.1	1.9	36	285.5	19.2	16.0
		9/89	590	378.0	7.9	74.7	23.0	17.2	1.9	34	299.5	2.8	17.4
		8/97	712	455.6	8.1	22.0	6.76	19.6	1.5	80	330.0	37.3	19.4
3	Um Faraj	8/79	1034	662.0	7.2	144.2	11.4	54.0	1.5	122	298.9▼	16.3	119.5▼
		4/81	1110	710.0	7.7	158.3	20.6	44.8	1.5	104	314.8	40.3	132.8
		5/82	990	633.0	6.9	148.2	11.6	40.2	0.0	97	309.3	23.0	110.0
		8/89	1110	710.0	7.5	156.1	12.3	50.5	2.7	110	322.7	41.3	102.0
		5/91	1170	650.0	7.4	151.9	13.3	59.5	8.2	128	293.4	31.7	154.0
		9/92	1150	644.0	7.6	141.6	19.4	63.2	5.8	117	283.7	81.6	135.0
		8/97	440	281.6	7.4	23.0	16.4	42.0	1.5	90	202.0	23.4	-
		2/82	535	342.0	7.2	86.1	8.1	18.1	4.3	16	289.2▼	16.8	14▼
4	El-Maghasil	12/83	560	358.0	7.4	75.1	14.2	11.4	0.0	21	281.8	0.0	11.9
		4/84	550	352.0	7.4	86.3	9.1	11.4	0.0	17	268.4	11.5	13.3
		12/85	540	345.0	7.5	84.7	13.7	11.4	0.0	21	296.5	0.0	13.9
		1/86	580	371.0	7.7	91.9	14.1	11.4	0.0	24	297.7	5.2	17.6
		4/87	570	339.0	7.4	84.1	10.3	11.4	0.0	21	237.9	25.9	20.8
		11/89	560	358.0	7.7	88.9	14.2	11.4	0.0	21	310.5	12.4	13.2
		3/91	580	320.0	7.5	86.1	10.9	20.6	0.7	18	300.0	3.3	17.74
		8/97	583	373.1	7.4	80.0	7.56	19.0	1.5	75	264.0	25.8	4.6
5	Suf ▼	7/80	847▼	542	7.4	130.4▼	13.7	43.6	1.9	88▼	270.2▼	21.1	132.3▼
		1/85	1200	767	7.2	170.7	13.8	50.5	0.0	129	317.2	96.5	63.1
		4/86	750	608	7.5	121.4	19.9	43.5	1.1	109	239.1	38.4	121.0
		8/97	2100	1344	7.3	123.0	18.52	115.0	11	500	192.0	25.8	31.4
6	Fawwar▼	2/82	640	409.0	7.2	90.3▼	12.5	24.5	41	32	290.4▼	19.2	37.5▼
		12/83	620	396.0	7.4	79.9	12.7	20.6	35	34	266.0	12.0	30.9
		10/84	660	358.0	7.3	77.7	15.3	16.0	27	26	248.9	18.7	34.6
		1/86	740	422.0	7.1	92.9	17.1	27.5	40	37	317.2	16.8	43.6
		4/87	570	474.0	7.4	105.4	13.8	27.5	46	47	356.2	12.9	58.7
		2/88	560	365.0	7.6	182.5	11.0	27.5	27	17	264.7	28.8	22.8
		3/91	660	450.0	7.4	89.7	11.5	16.0	28	28	257.4	19.2	26.7
		8/97	635	406.4	7.6	85.0	12.6	14.0	25	78	300.0	31.8	22.7