وزارت معادن و فلزات

اداره كل معادن و فلزات استان ايلام

گزارش

طرح پي‌جويي ناحيه‌اي مواد معدني در استان ايلام

(جلد دوم)

مجري طرح : مهندس حميدرضا پارسا

مشاور : مهندسان مشاور معدنكاو

1378

فصل پنجم
بررسي نواحي مستعد جهت بهره‌برداري سنگ‌نما
در محدوده‌هاي مطالعاتي

1-5-1- مقدمه

در اين فصل به ارائه گزارش مربوط به معرفي نواحي مستعد جهت بهره‌برداري سنگ نما در محدوده‌هاي مطالعاتي، بررسي مشخصه‌هاي فيزيكي، مكانيكي و شيميايي نمونه‌هاي اخذ شده سنگي از اين نواحي، مطالعات مكانيک سنگ توده سنگي در نواحي فوق (شامل درزه نگاري، تعيين خصوصيات ژئومكانيكي و پايداري توده سنگي) و تعيين ميزان بلوک دهي و نيز گسترش توده معدني و ارائه ذخيره زمين‌شناسي (احتمالي) در اين نواحي خواهيم پرداخت.

سنگ‌هاي موجود در محدوده‌هاي مطالعاتي از سنگ‌هاي كربناته حاوي كلسيت با قابليت ساب و صيقل مي‌باشند.

از نظر رده‌بندي علمي اين سنگ‌ها در رده سنگ‌هاي رسوبي و از نوع سنگ‌هاي آهكي مي‌باشند. اصولاً اگر كربنات منيزيم در اين گونه سنگ‌ها كمتر از پنج درصد باشد به آن سنگ آهک و در صورتي كه از 5 تا 40 درصد كربنات منيزيم داشته باشند به آن سنگ آهكي منيزيتي يا سنگ آهک دولومي و اگر بيش از چهل درصد كربنات منيزيم داشته باشد به آن دولوميت گويند. سنگ‌هاي مناطق مورد مطالعه از نوع سنگ آهک هستند.

از ديدگاه رده‌بندي تجاري، سنگ‌هاي مناطق مورد نظر از گروه سنگ‌هاي آهكي Lime Stone و از نوع مرمريت Lime Stone Marble هستند. بايد توجه داشت كه از نظر علمي سنگي به نام مرمريت وجود ندارد. ولي طبق اصطلاح معمول در بازار و كشور ما از نظر تجاري مرمريت شامل كليه سنگ‌هاي آهكي اعم از دگرگون و يا غير دگرگون مي‌شود كه مناسب براي صيقل دادن بوده و جلاي خوبي دارند و به طور كلي شامل كليه سنگ‌هاي آهكي تزئيني غير از مرمر و تراورتن مي‌شود. مرمريت‌هاي نواحي مورد مطالعه به نوبه خود از دسته مرمريت‌هاي كلسيتي هستند. مرمريت‌ها در صورت تحمل دگرگوني و تبلور مجدد و در صورتي كه دانه‌ها يا بلورهاي تشكيل دهنده آن قابل رؤيت با چشم غيرمسلح باشد به نام سنگ چيني Chinese Stone شناخته مي‌شود. در صورت تحمل دگرگوني بيشتر سنگ به مرمريت دانه درشت، تمام بلورين تبديل مي‌شود كه به آن سنگ كريستال Crystal Stone مي‌گويند. مشخصات فيزيكي و مكانيكي مطلوب اين سنگ‌ها در سه دسته كم چگالي، چگالي متوسط و چگالي زياد براساس استاندارد ASTMC568-89 به شرح زير مي‌باشد.

مشخصات فیزیکی وشیمیایی	کم چگالی	چگالـــــــی متوسط	چگالی زیاد
ضریب جذب آب وزنـی (حداکثر) برحسب درصد	%۱۲	%۷/۵	%۳
وزن مخصوص حداقل برحسب gr/cm^3	۱/۷٦	۲/۱٦	۲/۵٦
تنش فشاری حداقل برحسب MPa	۱۲	۲۸	۵۵
تنش کششی حداقل برحسب MPa	۲/۹	۳/٤	٦/۹
استحکام سایش (اصطکاکی)	۱۰Ha	۱۰ Ha	۱۰ Ha

حدود چگالي هر گروه از سنگ‌هاي فوق به شرح زير مي‌باشند :

- کم چگالي 1/76 تا 2/16 گرم بر سانتي‌متر مکعب
- چگالي متوسط 2/16 تا 2/56 گرم بر سانتي‌متر مکعب
- چگالي زياد 2/56 به بالا گرم بر سانتي‌متر مکعب

بر روي نمونه‌هاي بلوکي اخذ شده از نواحي مستعد جهت بهره‌برداري سنگ نما در محدوده‌هاي مطالعاتي آزمايش‌هاي فيزيکي و مکانيکي انجام پذيرفته و مشخصه‌هاي وزن مخصوص حقيقي، در شرايط اشباع و سطح خشک شده (SSD)، وزن مخصوص ظاهري، درصد جذب آب، درصد تخلخل، درصد افت سايش (لوس‌آنجلس)، درصد افت در مقابل محلول‌هاي شيميايي (ساندنس) مقاومت فشاري در حالت خشک و اشباع، نسبت پراسون در حالت خشک و مدول الاستيسيته در حالت خشک و اشباع تعيين گرديده است.

همچنين با انجام آزمايش‌هاي شيميايي درصد TiO_2, K_2O, Na_2O, MgO, CaO, Fe_2O_3, Al_2O_3, SiO_2. اين نمونه‌ها تعيين شده است. اطلاعات جمع‌آوري شده در خصوص مشخصه‌هاي شيميايي سنگ‌هاي آهکي مشابه منطقه مطالعاتي که مورد استفاده سنگ نما قرار گرفته و نتيجه مطلوب داده است حاکي از اين است که اين سنگ‌ها حاوي MgO 14 تا 18 درصد، اکسيد آهن زيريک درصد، SiO_2 يک تا دو درصد (حداکثر سه درصد). Al_2O_3 زيريک درصد و Na_2O و K_2O و نيز TiO_2 زير 0/1 درصد مي‌باشند.

به منظور انجام مطالعات مکانيک سنگ بر روي توده سنگي نواحي مستعد جهت بهره‌برداري سنگ نما، علاوه بر اخذ نمونه جهت آزمايش‌هاي فيزيکي و مکانيکي، عمليات درزه نگاري (Joint Surveying) انجام پذيرفت. در اين برداشت‌ها اطلاعات صحرائي زير گردآوري شد :

- موقعيت ناپيوستگي كه با شيب و جهت شيب روشن مي‌شود.
- فاصله بين ناپيوستگي‌ها (Spacing)
- تداوم درزه (Persistence)
- ناهمواري درزه (Roughness)
- بازشدگي درزه (Aperture)
- پرشدگي درزه (Filling)
- وضعيت تراوش و آب زيرزميني

اطلاعات جمع‌آوري شده مربوط به درزه و شكاف‌هاي موجود در توده‌هاي سنگي نواحي مذكرو مورد دسته‌بندي و پردازش قرار گرفت. در اين راستا ميزان تمركز آماري درزه‌ها بررسي شدو سپس تعداد دسته درزه‌ها در توده سنگ مشخص گرديد و شيب و امتداد كلي درزه‌هاي غالب معين شد. در مرحله بعد مقدار ميانگين مشخصات درزه‌ها مشخص گرديد.

جهت انجام طبقه‌بندي ژئومكانيكي توده سنگي در نواحي مستعد جهت بهره‌برداري سنگ نما از روش RMR (Rock Mass Rating) استفاده گرديده است. اين روش براساس تخمين عوامل كنترل كننده از مشاهدات و آزمايش‌هاي به عمل آمده، انجام مي‌شود. جدول شماره 12 رده‌بندي مهندسي سنگ‌ها براساس روش فوق را نشان مي‌دهد.

پارامترهاي لازم جهت طبقه‌بندي ژئومكانيكي توده سنگي در نواحي مستعد جهت بهره‌برداري سنگ نما به روش RMR عبارتند از :

- مقاومت تک محوري

جهت تعيين مقاومت تک محوري نمونه‌هاي اخذ شده از توده‌هاي سنگي مورد نظر، از بلوک‌هاي برداشت شده، نمونه‌هاي سيلندري تهيه و در آزمايشگاه مقاومت تک محوري آنها مورد سنجش قرار گرفته است. با عنايت به نتايج اين آزمايش‌ها ميزان امتياز پارامتر R1 با توجه به جدول رده‌بندي مهندسي سنگ‌ها براساس روش RMR (جدول شماره 12) تعيين مي‌گردد.

- شاخص كيفيت مغزه‌گيري RQD

طبق فرمول Priest رابطه بين حداقل فاصله درزه‌ها و مقدار شاخص كيفيت مغزه‌گيري سنگ به صورت زير بدست مي‌آيد :

$$RQD = 100e^{-0.1\lambda}(0.1\lambda+1)$$

در اين رابطه λ تعداد ناپيوستگي‌ها در هر متر طول خط برداشت مي‌باشد. اين كميت در مشاهدات صحرايي انجام گرفته، برداشت گرديد.

با توجه به جدول رده‌بندي مهندسي سنگ‌ها براساس روش RMR، ميزان امتياز پارامتر R2 با عنايت به مقدار شاخص كيفي سنگ (RQD) محاسبه شده، تعيين مي‌گردد.

- فاصله ناپيوستگي‌ها

با توجه به برداشت‌هاي انجام شده بر روي توده سنگي نواحي مورد نظر در خصوص فاصله درزه‌ها (Spacing)، امتياز حاصل از اين بخش با توجه به جدول رده‌بندي مهندسي سنگ‌ها تحت عنوان پارامتر R3 در نظر گرفته مي‌شود.

Table No. 12 Geomechanics Classification ofRock Masses

A. Classification parameters and their ratings

Parameter		Ranges of values					
1. Strength of intact rock material	Point-load strength index	>10 MPa	4-10 MPa	2-4 MPa	1-2MPa	For this low range uniaxial compressive test is preferred.	
	Uniaxial compressive strength	>250MPa	100-250MPa	50-100MPa	25-50MPa	5-25 MPa	1-5 MPa / <1 MPa
	Rating	15	12	7	4	2	1 / 0
2. Drill core quality RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%	
	Rating	20	17	13	8	5	
3. Spacing of discontinuities		>2 m	0.6-2 m	200-600mm	60-200mm	<60 mm	
	Rating	20	15	10	8	5	
4. Condition of discontinuities		Very rough surfaces. Not continous.No separation Unweathered wall rock	Slightly rough surfaces Separation<1 mm Slightly weathered walls	Slightly rough surfaces Separation <1mm Highly weathered walls	Slickensided Surfaces OR Gouge<5mm thick or separation1-5 mm continuous	Soft gouge >5mm thick OR Separation >5mm continuous.	
	Rating	30	25	20	10	0	
5. Ground water	Inflow per 10m tunnel length	None OR 0	<10 OR litre/min 0.0-0.1	10-25 OR litre/min 0.1-0.2	25-125 OR litre/min. 0.2-0.5	>125 OR ---------- >0.5	
	Joint water pressure / Major Principal stress	OR Completely dry	OR ---------- Damp.	OR ---------- Wet	OR---------- Dripping	OR ---------- Flowing	
	General Conditions.						
	Rating	15	10	7	4	0	

cont...

B. Rating adjustment for discontinuity orientations

	Strike and dip Orientationof joints	Very favourable	Favourable	Fair	Unfavourable	Very unfavourable
Ratings	Tunnels	0	-2	-5	-10	-12
	Foundations	0	-2	-7	-15	-25
	Slopes	0	-5	-25	-50	-60

C. Rock mass classes determined from total ratings.

Rating	100-81	80-61	60-41	40-21	<20
Class No.	I	II	III	IV	V
Description	Very good rock	Good rock	Fair rock	Poor rock	Very poor rock.

D. Meaning of rock mass classes

Class No.	I	II	III	IV	V
Average stand-up time	10 yrs for 15m span	6 months for 8m span	1 week for 5m span	10 hours for 2.5m span	30 minutes for 1m span
Cohesion of the rock mass	>400 KPa	300-400 KPa	200-300 KPa	100-200KPa	<100KPa
Friction angle of the rock mass	$>45^{o}$	35^{o}-45^{o}	25^{o} - 35^{o}	15^{o} - 25^{o}	$<15^{o}$

- وضعيت ناپيوستگي‌ها

در مشاهدات انجام شده بر روي توده سنگي نواحي مورد نظر، مقدار بازشدگي دهانه درزه‌ها (Aperture) برحسب ميلي‌متر اندازه‌گيري شد. با توجه به اندازه‌گيري‌هاي صورت گرفته و با عنايت به جدول RMR امتياز حاصل از اين بخش تحت عنوان R4 در نظر گرفته مي‌شود.

- وضعيت آب زير زميني

در تمامي نواحي مستعد جهت بهره‌برداري سنگ نما در محدوده‌هاي مطالعاتي، محل درزه‌ها از نظر وضعيت آب زيرزميني و تراوش و فشار آب منفذي بررسي شد. امتياز مربوط به وضعيت آب زيرزميني با توجه به جدول رده‌بندي سنگ‌ها به روش RMR براي تمامي نواحي تعيين شد.

با جمع پنج امتياز بالا امتياز حاصل از اثر پنج فاکتور فوق مي‌رسيم.

- جهت و مقدار شيب درزه‌ها

عامل کنترل کننده ديگر جهت شيب و مقدار شيب درزه‌ها در ارتباط با خطوط لغزش احتمالي توده سنگي مي‌باشد. در اين جا اثر اين عامل با توجه به وضعيت قرار گيري امتداد و شيب ناپيوستگي‌ها نسبت به شيب توپوگرافي در نظر گرفته مي‌شود. به اين ترتيب امتياز نهايي طبقه‌بندي RMR براي توده سنگي نواحي مورد نظر تحت عنوان Rm معرفي مي‌گردد و با توجه به جدول رده‌بندي سنگ‌ها به روش مذکور و امتياز تعيين شده فوق توده سنگي طبقه‌بندي توصيفي شده و پارامترهاي مهندسي زاويه اصطکاک داخلي توده سنگ (ϕm) و مقاومت چسبندگي آن (Cm) تعيين مي‌گردد.

مسائل مربوط به پايداري شيب و پتانسيل لغزش در توده‌هاي سنگي نواحي متسعد جهت بهره‌برداري سنگ نما در اين بخش مطرح مي‌گردد.

بررسي پايداري شيب و پتانسيل لغزش توده‌هاي سنگي براساس داده‌هاي زمين‌شناسي ساختماني مثل جهت شيب درزه‌ها، طول درزه‌ها، فاصله‌داري درزه‌ها و همچنين پرشدگي درزه‌ها و چگونگي سطح درزه‌ها انجام مي‌پذيرد. سه پارامتر اول تعيين کننده اندازه و شکل بلوک‌ها و جهت حرکت احتمالي آن هستند و دو پارامتر بعدي روشنگر مقاومت برشي توده سنگ مي‌باشند.

براي مطالعه ناپايداري‌هاي شيبي توده‌هاي سنگي نواحي مورد نظر، ساختارهاي تکتونيکي خطي و ناپيوستگي‌ها مثل گسل‌ها، لايه‌بندي‌ها، درزه‌ها، فولاسيون و شيستوزيته که در مرحله مطالعات صحرايي برداشت شده بودند مورد دسته‌بندي و تجزيه و تحليل آماري قرار گرفتند.

بر مبناي اين داده‌ها مطالعات درزه‌نگاري و مکانيک سنگ به وسيله روش استريوگرافي انجام شد. نمودار قطب‌ها (Poles)، نمودار پراکندگي قطب (Scatter Plot) و همچنين منحني‌هاي تجمعي (Countour Plot) و دوايز عظيمه مربوطه توسط نرم‌افزارهاي کامپيوتري براي نواحي مورد نظر

ترسيم شده است. همچنين وضعيت هر يک از دسته درزه‌هاي موجود در اين نواحي بررسي گرديده است. براساس نمودارهاي حاصل و تفسير آنها، نوع ناپيوستگي‌هاي شيبي ممکن براي توده‌هاي سنگي مشخص شد. اين گسيختگي‌ها ممکن به چهار نوع زير قابل تقسيم هستند :

- گسيختگي صفحه‌اي (Planar Failure)
- گسيختگي گوه‌اي (Wedge Failure)
- گسيختگي واژگوني (Toppeling Failure)
- گسيختگي دايره‌اي (Circular Failure)

سپس پايداري دامنه‌هاي مناطق مستعد جهت بهره‌برداري سنگ نما در محدوده‌هاي مطالعاتي در مقابل هر يک از گسيختگي‌هاي ممکن بررسي گرديد. براي انجام اين امر از روش (Kinematics Analysis) استفاده شد.

در اين جا نکات زير حائز اهميت است :

- چنانچه شيب يک دسته درزه بيشتر از شيب توپوگرافي دامنه باشد، امکان لغزش صفحه‌اي وجود ندارد. به عبارت ديگر فقط زماني امکان لغزش وجود دارد که شيب دسته درزه بر روي شيب دامنه ظاهر شود.
- در مورد گسيختگي‌هاي گوه‌اي بايد اشاره کرد که اين گسيختگي‌ها فقط زماني امکان‌پذير هستند که شيب خط حاصل از تقاطع دو دسته درزه کمتر از شيب توپوگرافي دامنه باشد و بر روي آن نمود يابد.
- کلاً گسيختگي‌هاي شيبي در هر سه حالت گسيختگي گوه‌اي، صفحه‌اي و واژگوني فقط زماني امکان‌پذير است که امتداد دسته درزه و يا خط حاصل از تقاطع درزه‌ها با امتداد شيب دامنه بيش از 20+ اختلاف نداشته باشد.
- گسيختگي صفحه‌اي و گوه‌اي زماني امکان‌پذير است که علاوه بر حصول سه شرط قبلي مقدار شيب دسته درزه و يا خط حاصل از تقاطع دو دسته درزه بيش از مقدار زاويه اصطکاک سطح لغزش باشد.
- اگر زاويه اصطکاک سطوح لايه‌ها برابر ϕj باشد، واژگوني فقط زماني حادث خواهد شد که زاويه بين جهت نيروي فشاري وارده با خط عمود بر سطح لايه‌ها بيش از ϕj باشد. شرط لازم ديگر براي ايجاد واژگوني تأمين شرايط زير است :

$$(90-\psi f)+\phi j<\psi p$$

ψp زاويه شيب درزه و ناپيوستگي، ψf زاويه شيب دامنه و ϕj زاويه اصطکاک سطوح لايه‌ها مي‌باشد.

در گزارش حاضر تعيين ذخيره ماده معدني در نواحي مستعد جهت بهره‌برداري سنگ نما، به صورت احتمالي (زمين‌شناسي) صورت پذيرفته است. در مراحل بعدي در صورتي كه اين نواحي از جميع شرايط قابل قبول تشخيص داده شد، ناحيه مذكور مورد نقشه‌برداري توپوگرافي و زمين‌شناسي به مقياس 1:1000 قرار مي‌گيرد. در تهيه نقشه زمين‌شناسي 1:1000 رخنمون‌هايي سنگي ناحيه مورد بررسي دقيق‌تر قرار خواهد گرفت. لذا مي‌توان با استفاده از اين نقشه و پروفيل‌هاي مربوطه، ذخيره قطعي ماده معدني را تعيين نمود.

1-5-2- بررسي نواحي متسعد جهت بهره برداري سنگ نما در محدوده‌هاي مطالعاتي

الف) محدوده گدمه :

همانطوري كه قبلاً گفته شد، در محدوده گدمه سنگ‌هاي آهكي مربوط به بخش مياني- بالايي سازند آسماري باسن ميوسن زيرين رخنمون دارند. در اين محدوده دو ناحيه جهت بهره‌برداري سنگ نما مستعد تشخيص داده شده است. اين نواحي يكي در قسمت شمالي (يال غربي دره جنوبي) منطقه گدمه (ناحيه شماره يک نمونه‌برداري) و ديگري در قسمت شمال غربي (ناحيه شماره 15 و 16 نمونه‌برداري) اين منطقه واقع گرديده است.

الف-1) بررسي ناحيه شماره يک

همانطوري كه اشاره شد اين ناحيه در قسمت شمالي و در يال دره جنوبي محدوده گدمه قرار گرفته است. اين ناحيه در حاشيه شرقي جاده خاكي كه جهت دسترسي به محدوده گدمه از آن استفاده مي‌گردد، واقع شده است. همانطوري كه در بخش بررسي پتروگرافي سنگ‌هاي محدوده گدمه گفته شد، سنگ‌هاي آهكي ناحيه شماره يک اين منطقه از لحاظ ماكروسكوپي به رنگ كرم- خاكستري روشن، متوسط تا ريز بلور، داراي شكستگي صدفي، نسبتاً سخت و متراكم (سختي بيش از 3) داراي تخلخل ريز (در حدود 5 درصد) داراي فسيل و مقادير كمي كاني‌هاي رسي (در حالت مرطوب كمي بوي رس به مشام مي‌رسد) مي‌باشند. اين سنگ‌ها با اسيد كلريدريک رقيق مي‌جوشند و با ماده آليزارين قرمز مي‌شوند لذا با توجه به اين شواهد مي‌توان گفت كه سنگ‌هاي آهكي فوق حاوي كلسيت مي‌باشند. طي بررسي‌هاي ميكروسكوپي نيز مشخص گرديد اين سنگ‌ها از كربنات كلسيم به صورت كلسيت تشكيل شده‌اند و داراي بافت فسيلي، اينتراكلاست، پلت و شبه پلت در بخش ارتوكم ميكروكريستالين و ميكرواسپار (در بخش‌هاي ميكرايتي بصورت لكه‌هاي تيره) قرار گرفته‌اند. ذرات تخريبي در سنگ‌هاي آهكي فوق بسيار نادر (در حدود يک درصد) و شامل دانه‌هاي كوارتز نيمه گرد شده

مي‌باشد. نام اين سنگ‌ها با توجه به طبقه‌بندي فولک، بايو (اينترا) ميکرواسپارايت در نظر گرفته شده است.

با توجه به مطالعات فسيل‌شناسي سن سنگ‌هاي آهکي مذکور ميروسن زيرين اشکوب بورديگالين تعيين گرديده است. عکس شماره 69 سطح شکسته شده سنگ‌هاي آهکي ناحيه فوق را نشان مي‌دهد.

با توجه به آزمايش‌هاي فيزيکي و مکانيکي انجام يافته بر روي بلوک‌هاي اخذ شده از رخنمون‌هاي سنگي ناحيه يک منطقه گدمه که نتايج کلي آن به پيوست گزارش آمده است. مشخصه‌هاي فيزيکي و مکانيکي سنگ‌هاي آهکي اين ناحيه به شرح ذيل مي‌باشند :

شماره نمونه اخذ شده	GB-1
وزن مخصوص حقيقي نمونه در حالت خشک	2.676 gr/cm^3
وزن مخصوص حقيقي نمونه در حالت اشباع و سطح خشک شده (SSD)	2.693 gr/cm^3
وزن مخصوص ظاهري نمونه	2.72 gr/cm^3
درصد جذب آب نمونه	0.65%

عکس شماره 69 : سطح شکسته شده سنگ‌هاي آهکي ناحيه شماره 1 منطقه گدمه

درصد تخلخل نمونه	1.7%
مقاومت فشاري نمونه در حالت خشک	921 kg/cm^2
مقاومت فشاري نمونه در حالت اشباع	1048 kg/cm^2

مدول الاستيسيته نمونه (مدول يانگ) در حالت خشک	76750 kg/cm^2
مدول الاستيسيته نمونه (مدول يانگ) در حالت اشباع	131000 kg/cm^2
نسبت پواسون در حالت خشک	0.29
درصد افت سايش (لوس آنجلس)	28/6%
درصد افت در مقابل محلول‌هاي شيميايي (سولفات سديم)، ساندنس	0.11%

با مقايسه پارامترهاي فيزيکي- مکانيکي نمونه فوق و استاندارد فيزيکي- مکانيکي مطلول جهت سنگ‌هاي آهکي از نوع مرمريت طبق ASRM (C568-89) که قبلاً ذکر گرديد، مي‌توان چنين نتيجه‌گيري نمود :

- با توجه به چگالي نمونه اخذ شده از ناحيه يک گدمه ($2/676\ gr/cm^3$). اين سنگ‌ها در گروه سنگ‌هاي آهکي با چگالي زياد رده‌بندي مي‌شوند.
- استاندارد مطلوب سنگ‌هاي آهکي از نوع مرمريت با چگالي زياد در خصوص ميزان ضريب جذب آب (وزني) حداکثر 3 درصد بوده و اين پارامتر براي نمونه اخذ شده از ناحيه يک محدوده گدمه 0/65 درصد تعيين گرديده که از حد استاندارد مطلوب‌تر است.
- استاندارد مطلوب در مورد وزن مخصوص نمونه، حداقل $2/56\ gr/cm^3$ گرم بر سانتي‌متر مکعب ارائه گرديده است. ميزان اين پارامتر براي نمونه اخذ شده از اين ناحيه gr/cm^3 2/676 گرم بر سانتي‌متر مکعب تعيين شده که از حد استاندارد مطلوب‌تر مي‌باشد.
- استاندارد مطلول سنگ‌هاي آهکي از نوع مرمريت با چگالي زياد در خصوص تنش فشاري، حداقل 55Mpa مگاپاسکال معادل $651kg/cm^2$ کيلوگرم بر سانتي‌متر مربع بوده و اين پارامتر براي نمونه اخذ شده از ناحيه يک محدوده گدمه حداقل $921kg/cm^2$ کيلوگرم بر سانتي‌متر مربع (در حالت خشک) تعيين گرديد، که از حد استاندارد مطلوب‌تر است.
- تجربه نشان داده است که ميزان تنش کششي سنگ‌ها 0/1 تا 0/125 تنش فشاري آن است لذا تنش کششي نمونه ناحيه شماره يک گدمه حداقل برابر $92kg/cm^2$ کيلوگرن بر سانتي‌متر مربع مي‌باشد. لذا اين ميزان نسبت به حد استاندارد (6/9 MPa مگا پاسکال معادل kg/cm^2 70/4 کيلوگرم بر سانتي‌متر مربع) مطلوبتر مي‌باشد.
- درصد افت در مقابل محلول‌هاي شيميايي (ساندنس) نمونه اخذ شده از ناحيه فوق، خيلي کم بوده (0/11 درصد) و در حد مطلوب بوده و درصد افت سايش (لوس آنجلس) اين نمونه تقريباً در حد متوسط مي‌باشد. با توجه به آزمايش‌هاي شيميايي انجام يافته بر روي نمونه‌هاي اخذ شده از رخنمون‌هاي سنگي ناحيه يک گدمه که نتايج کلي آن به پيوست گزارش آمده است. مشخصه‌هاي شيميايي نمونه مربوط به اين ناحيه به شرح زير مي‌باشند :

SiO_2 = %1.26, Al_2O_3 = %0.65, Fe_2O_3 = %0.45, CaO = %30.91, MgO = %0.89, K_2O = %17.53, Na_2O = %1.73, TiO_2 = %0.30, L.O.I = %42.41

با عنايت به نتايج آزمايش‌هاي شيميايي انجام پذيرفته بر روي نمونه فوق تقريباً تمامي اكسيدهاي موجود در حد قابل قبلولي بوده ولي ميزان K_2O از حد مجاز (زير 0/1 درصد) خيلي بيشتر مي‌باشد و اين امر جهت به كارگيري اين سنگ به منظور سنگ نما، مطلوب نمي‌باشد.

با توجه به نتايج ارائه شده در بالا مي‌توان چنين نتيجه گرفت كه مشخصه‌هاي فيزيكي – مكانيكي و شيميايي نمونه اخذ شده از ناحيه شماره يک منطقه گدمه در حد قابل قبول بوده و در اين ميان فقط ميزان K_2O اين نمونه از حد مجاز بيشتر مي‌باشد و اين امر موجب ايجاد اشكال در جهت به كارگيري اين سنگ به منظور سنگ نما خواهد بود. با توجه به اين مطلب از سنگ‌هاي آهكي منطقه يک گدمه مجدداً دو نمونه تحت شماره‌هاي G-1 و G-2 اخذ گرديد. اين دو نمونه به منظور تعيين ميزان K_2O به آزمايشگاه ارسال شد. نتيجه آناليز شيميايي بر روي اين دو نمونه حاكي از آن است كه ميزان K_2O آنها در حدود 0/02 تا 0/04 درصد مي‌باشد. لذا مي‌توان گفت كه سنگ‌هاي آهكي منطقه يک گدمه از لحاظ ميزان K_2O با مشكل مواجه نخواهند بود. توضيح اين كه نتايج آناليزهاي مذكور به پيوست گزارش مي‌باشد.

همچنين در ناحيه يک منطقه گدمه مطالعات درزه‌نگاري و مكانيک سنگ انجام شد. طي اين مطالعات طبقه‌بندي مهندسي توده سنگ Engineering Classification of Rock Mass براي توده سنگ ناحيه مربوطه انجام پذيرفت. بدين منظور در اين مرحله در هر يک از بلوک‌هاي ساختاري با توجه به رخنمون‌هاي موجود پروفيل‌ها و خطوط برداشت درزه (Scanline) مناسب انتخاب شد. وجود ترانشه‌هاي طبيعي و ديواره‌ها كمک شايان توجهي به عمليات برداشت درزه نمود. با پيمايش در طول خطوط برداشت و به وسيله كمپاس عمليات برداشت درزه Joint Survencying انجام شد. در اين عمليات كليه اطلاعات مربوط به درزه‌ها كه در مقدمه اين فصل بدان اشاره شد مورد سنجش قرار گرفت. همچنين از انواع سنگ‌هاي موجود در سايت جهت انجام آزمايش‌هاي مكانيک سنگ در آزمايشگاه نمونه‌برداري به عمل آمد. به هنگام نمونه‌گيري وضعيت قرارگيري قطعه سنگ مشخص شد و علامت‌گذاري و يادداشت گرديد.

در آزمايشگاه نمونه‌هاي قطعه سنگي اخذ شده در راستاي وضعيت شان در سايت توجيه شدند و آن گاه در جهت‌هاي مورد نياز اقدام به تهيه نمونه‌هاي سيلندري از آنها شد. نمونه‌هاي سيلندري تهيه شده مورد آزمايشات تعيين مقاومت تک محوري، تعيين مداول الاستيسيته و نسبت پواسون و سنجش ساير خواص فيزيكي و مكانيكي قرار گرفتند. نتايج در پيوست گزارش منعكس است.

سپس با توجه به داده‌هاي موجود و براساس جدول طبقه‌بندي ژئومكانيكي توده سنگ به روش RMR طبقه‌بندي مهندسي توده سنگ مشخص گرديد.

1- مقاومت تک محوري

اين پارامتر در نمونه سنگ اخذ شده از اين ناحيه $921\ kg/cm^2$ در حالت خشک و $1048\ kg/cm^2$ در حالت اشباع اندازه‌گيري شده است. ميزان امتياز حاصل از اين بخش R1 = 7 تعيين شد.

2- فاصله‌داري درزه‌ها

براساس تجزيه و تحليل آماري پارامتر Spacing و فاصله داراي درزه‌ها در ناحيه يک گدمه به صورت هيستوگرام Histogram در نمودار شماره بيست و نه آورده شده است. براساس اين بررسي‌ها بيشترين فاصله داراي ناپيوستگي‌ها بين 47/5 تا 57 سانتي‌متر تعيين شده است. به اين ترتيب طبق جدول RMR امتياز اين بخش R2 = 10 تعيين شد.

3- شاخص کيفيت مغزه‌گيري RQD

در اين برداشت‌هاي صحرايي ضمن بررسي فاصله‌داري درزه‌ها پارامتر λ که تعداد درزه‌ها در يک متر مي‌باشد نيز اندازه‌گيري شد. بر اين اساس و با استفاده از فرمول Priest در اين ناحيه RQD = 78% تخمين زده مي‌شود. بنا به جدول RMR امتياز تعلق گرفته به توده سنگ از اين قسمت R3 = 17 مي‌باشد.

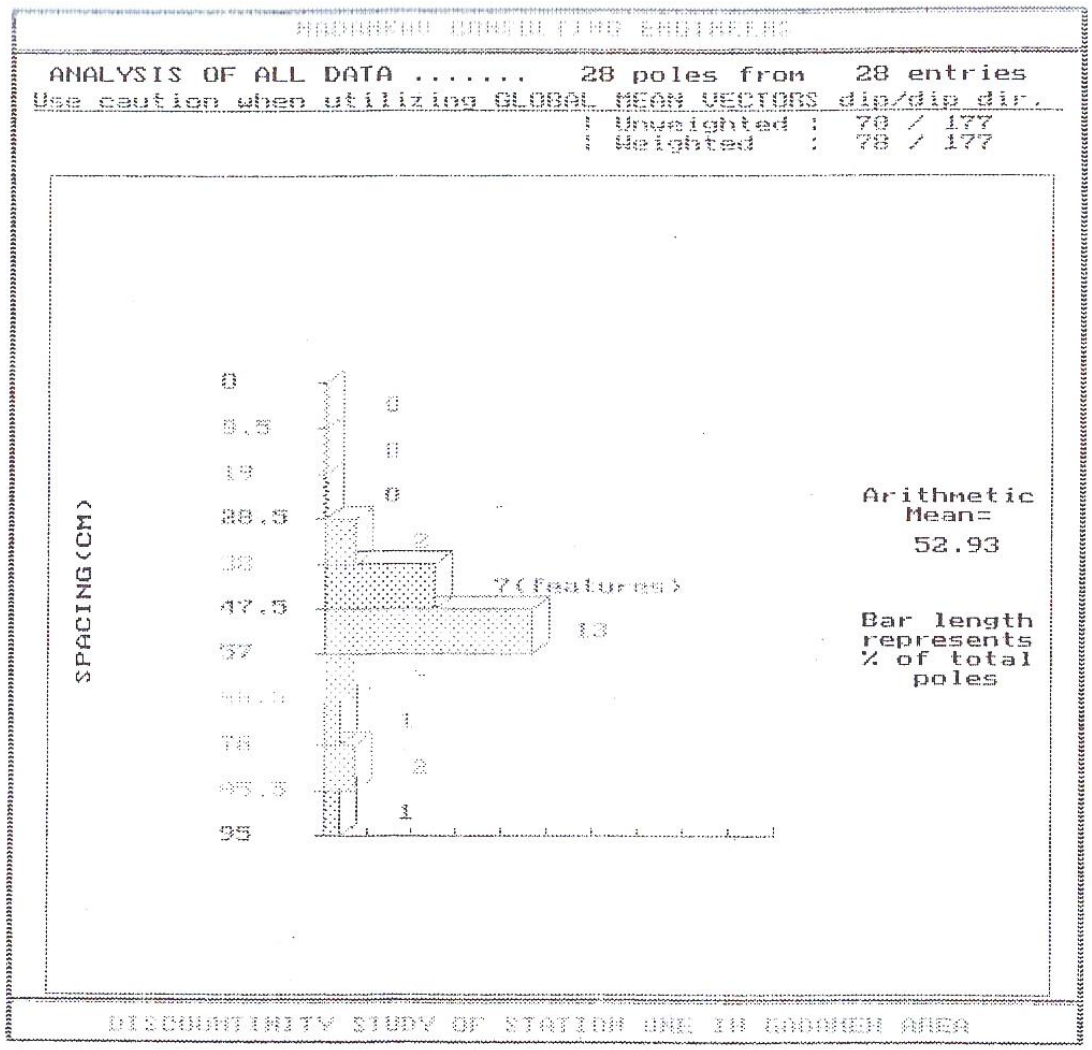


Diagram No . 29

4- وضعيت ناپيوستگي‌ها

نمودار شماره سي توزيع آماري بازشدگي درزه‌ها Aperture در اين ناحيه را نشان مي‌دهد. بر پايه اين تجزيه و تحليل آماري ميانگين حسابي مقادير بازشدگي اندازه‌گيري شده 7/857 ميليمتر و بيشترين توزيع بين مقادير 6 تا 9 ميليمتر مشاهده مي‌شود. علاوه بر اين در ناحيه مورد مطالعه درزه‌ها داراي

تداوم Persistance در رده خيلي بالا Very high Persistance هستند. نمودار شماره سي و يک توزيع آماري نوع پر شدگي Filling درزه‌ها را نشان مي‌دهد. حدود 42% از درزه‌ها فاقد پرشدگي است. در درزه‌هاي پر شده شاهد پرشدگي به وسيله کلسيت و اکسيد آهن هستيم. حدود 40% درزه‌ها توسط کلسيت پر شده‌اند.

سطح درزه‌ها نيز مورد بررسي قرار گرفت. بيشترين نوع سطح درزه‌ها از تيپ Smooth و از دو رده Planar و Stepped مي‌باشد.

با توجه به کليه نکات گفته شده امتياز بخش وضعيت ناپيوستگي‌ها R4 = 10 تعيين مي‌شود.

5- وضعيت آب زيرزميني

در محل برداشت درزه‌ها وضعيت آب زيرزميني به صورت مرطوب Damp تشخيص داده شده است. بنابراين امتياز اين بخش R5=10 خواهد بود.

6- جهت و مقدار شيب درزه‌ها

عامل کنترل کننده بسيار مهم ديگر وضعيت قرارگيري شيب درزه‌ها است. نمودارهاي شماره 33 و 34 توزيع آماري جهت شيب‌ها و مقادير شيب اندازه‌گيري شده در ناحيه را نشان مي‌دهد. براساس هيستوگرام نمودار شماره 34 ميانگين مقادير شيب 81 درجه محاسبه شده است. بيشترين توزيع بين مقادير شيب 76 درجه تا 85/5 درجه است که 75% مقادير شيب اندازه‌گيري شده را در بر مي‌گيرد.

براساس داده‌هاي موجود در اين زمينه نمودار Scatter plot که پراکندگي قطب‌ها را نشان مي‌دهد ترسيم شد که در نمودار شماره 35 نشان داده شده است. نمودار خطوط تراز Countour Plot و صفحات اصلي ناپيوستگي در نمودار 36 به نمايش در آمده است. با مقايسه اين نتايج و در نظر گرفتن شيب و امتداد جهت شيب حقيقي توپوگرافي و همچنين شيب و امتداد لايه‌بندي امتياز اين بخش براي محدوده مورد مطالعه از رده مطلوب Favourable ارزيابي مي‌شود (با 5 امتياز منفي) در اين مورد در مبحث مربوط به پايداري شيب بيشتر توضيح داده خواهد شد.

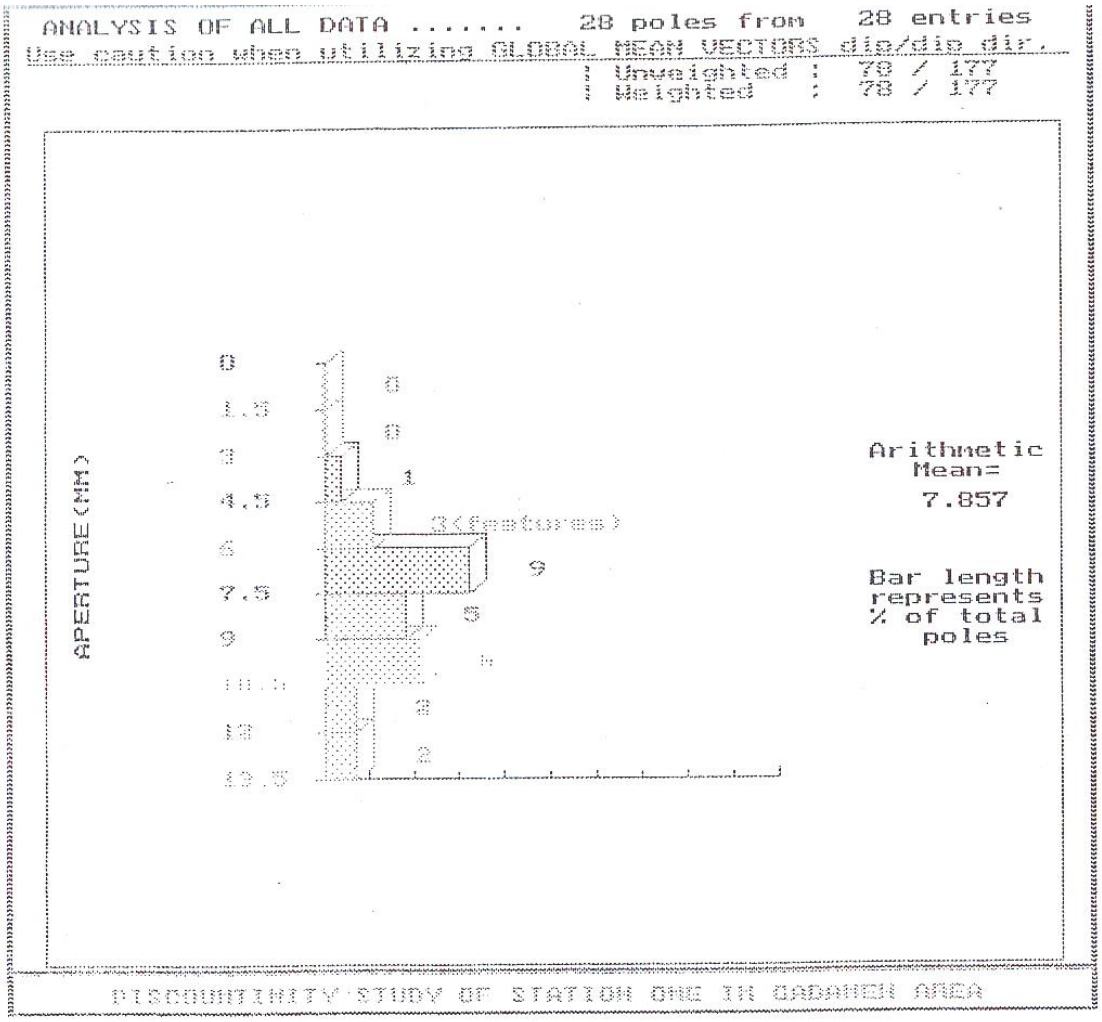


Diagram No . 30

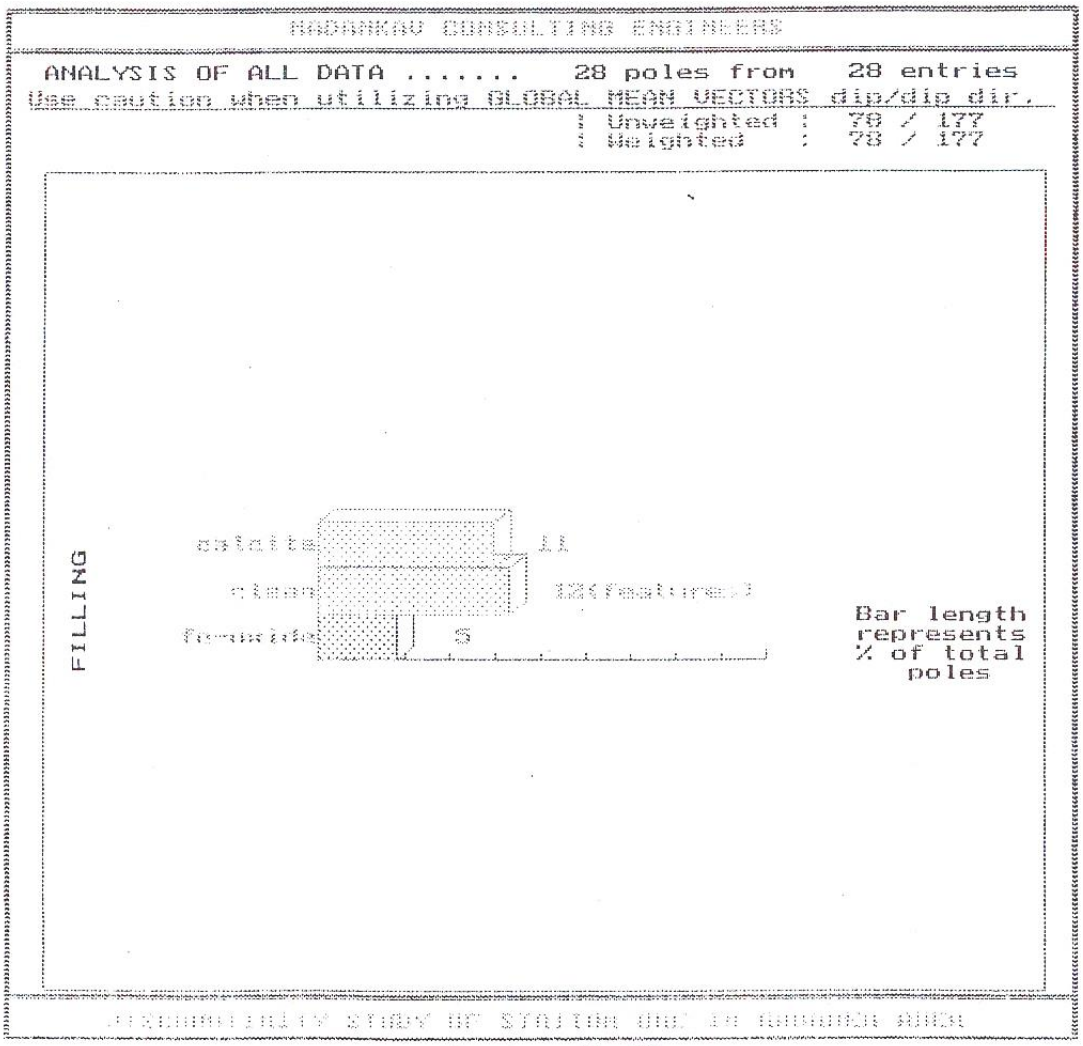


Diagram No . 31

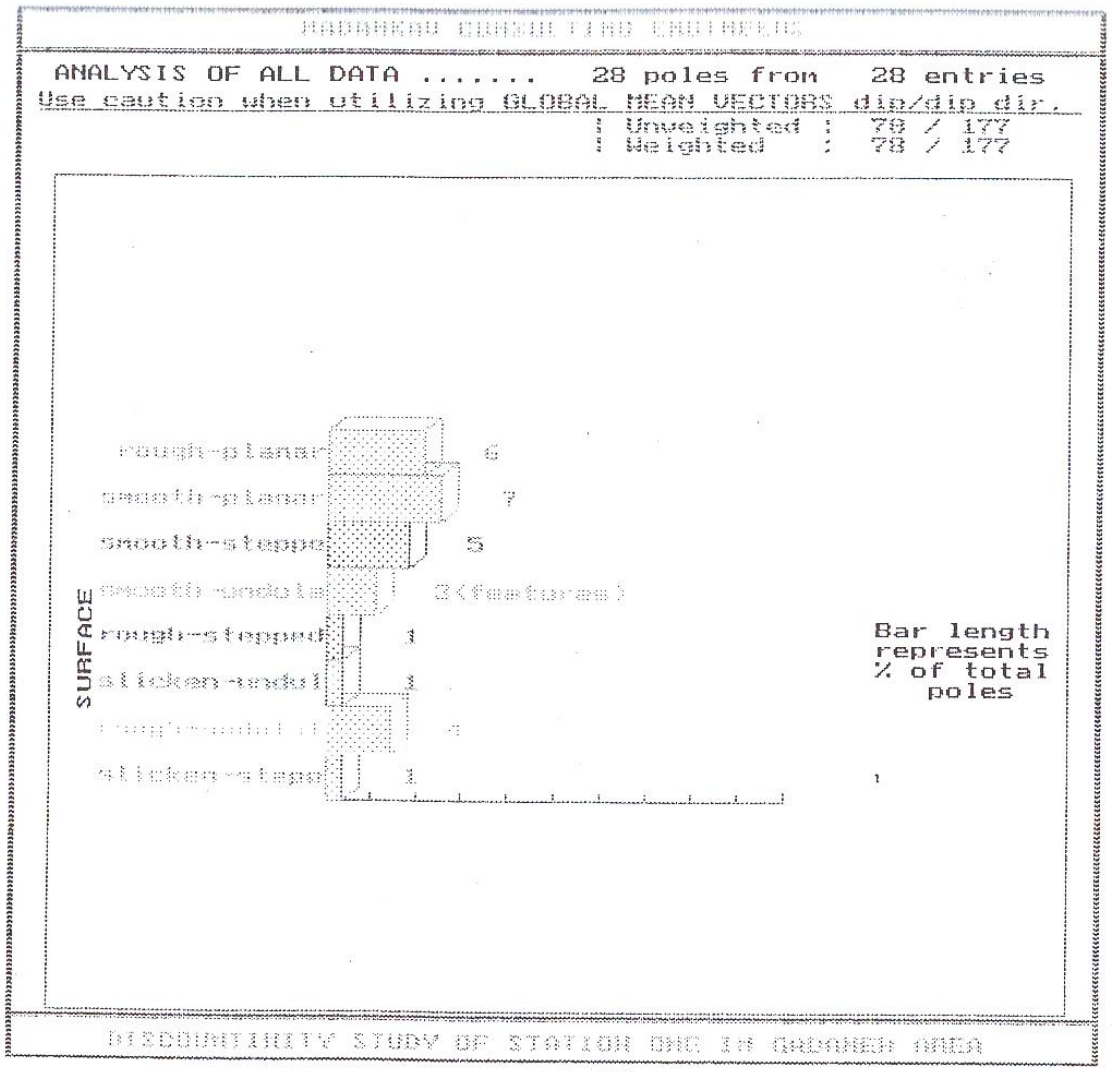


Diagram No . 32

به اين ترتيب نمره‌بندي نهايي طبقه‌بندي RMR براي اين توده سنگ Rm=49 خواهد بود. مطابق اين نمره‌بندي توده سنگ ناحيه يک منطقه گدمه از رده III به مفهوم سنگ مناسب Fair Rock ارزيابي مي‌شود و پارامترهاي مهندسي آن علاوه بر آن چه که قبلاً ذکر شده است به شرح زير قابل تخمين است :

$C=2.1\ kg/cm^2$ $Q=26^o$ Degrees

آنچه مسلم است بلوک‌دهي اين توده سنگ براي انجام عمليات استخراجي حائز اهميت فراوان است. بلوک دهي يک توده سنگ شديداً تحت تأثير فاصله داري و خصوصيات درزه‌ها و ناپيوستگي‌ها مي‌باشد. اصولاً يک بلوک سنگ ساختماني و نما داراي سه بعد است. با توجه به مشخصات محدوده مطالعاتي و در نظر گرفتن جميع شرايط به نظر مي‌رسد که بعد طول بلوک‌ها توسط پارامتر طول و تداوم درزه‌هاي اصلي Persistance کنترل مي‌شود. براساس مشاهدات انجام شده اين بعد بين يک تا يک و نيم متر تغيير مي‌کند. بعد عرض بلوک‌ها توسط فاصله‌دار درزه‌ها کنترل مي‌شود که براساس مطالعات آماري که در بالا ارائه شده است حدود 0/5 متر مي‌باشد. بعد سوم يا ارتفاع بلوک‌ها توسط پارامتر ضخامت لايه‌ها کنترل مي‌شود. در واقع Lamination و Bedding اين بعد را کنترل مي‌کند که نتيجه آن غالباً ايجاد بلوک‌هايي با ضخامت 0/5 تا يک متر است.

يقيناً کل حجم توده سنگ ناحيه يک منطقه گدمه خصوصيات ايجاد بلوک ندارد و درصدي از آن به هنگام استخراج به صورت قطعات غيرقابل استفاده در خواهد آمد. با توجه به مشاهدات صحرايي، بررسي‌هاي به عمل آمده و نتايج حاصل از مطالعات و همچنين نظر کارشناسي درصد بلوک‌دهي سنگ حدود 70% برآورد مي‌شود. بدين مفهوم که 70% از حجم اين محدوده قابليت ايجاد بلوک را دارا مي‌باشد.

براي رسيدن به سطح قابل استخراج و مناسب توده سنگ و برداشت خاک‌ها و خرده‌سنگ‌ها و رسيدن به سطوح رخنمون اصلي توده سنگ و همچنين سطح مناسب براي ايجاد سينه کار و پلکان بايد مقداري باطله‌برداري انجام شود. براساس مطالعات انجام شده و مشاهدات و همچنين نظر کارشناسي حجم باطله‌برداري حدود 10% حجم توده سنگ برآورد مي‌گردد.

مسئله مهم ديگر در مورد امکان‌سنجي ايجاد محدوده استخراجي در اين ناحيه پايداري شيب و بررسي پتانسيل انواع ناپايداري شيبي است. در اين بخش کليه عواملي که چه به صورت طبيعي و چه بصورت عوامل ناشي از معدنکاري مي‌توانند عامل ايجاد ناپايداري شيبي باشند بررسي شد و مناطق داراي پتانسيل ناپايداري شناسايي گرديدند.

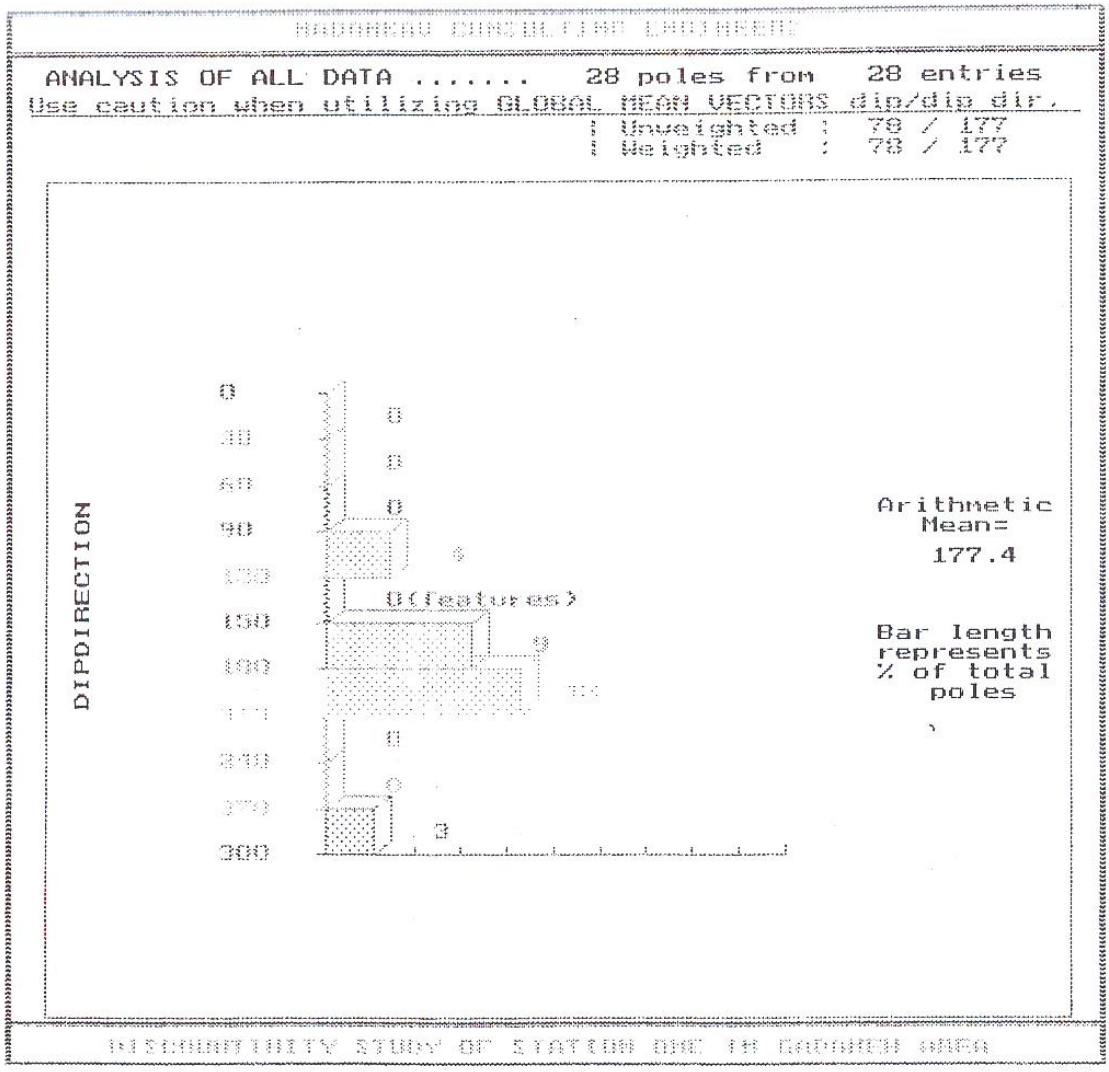


Diagram No .33

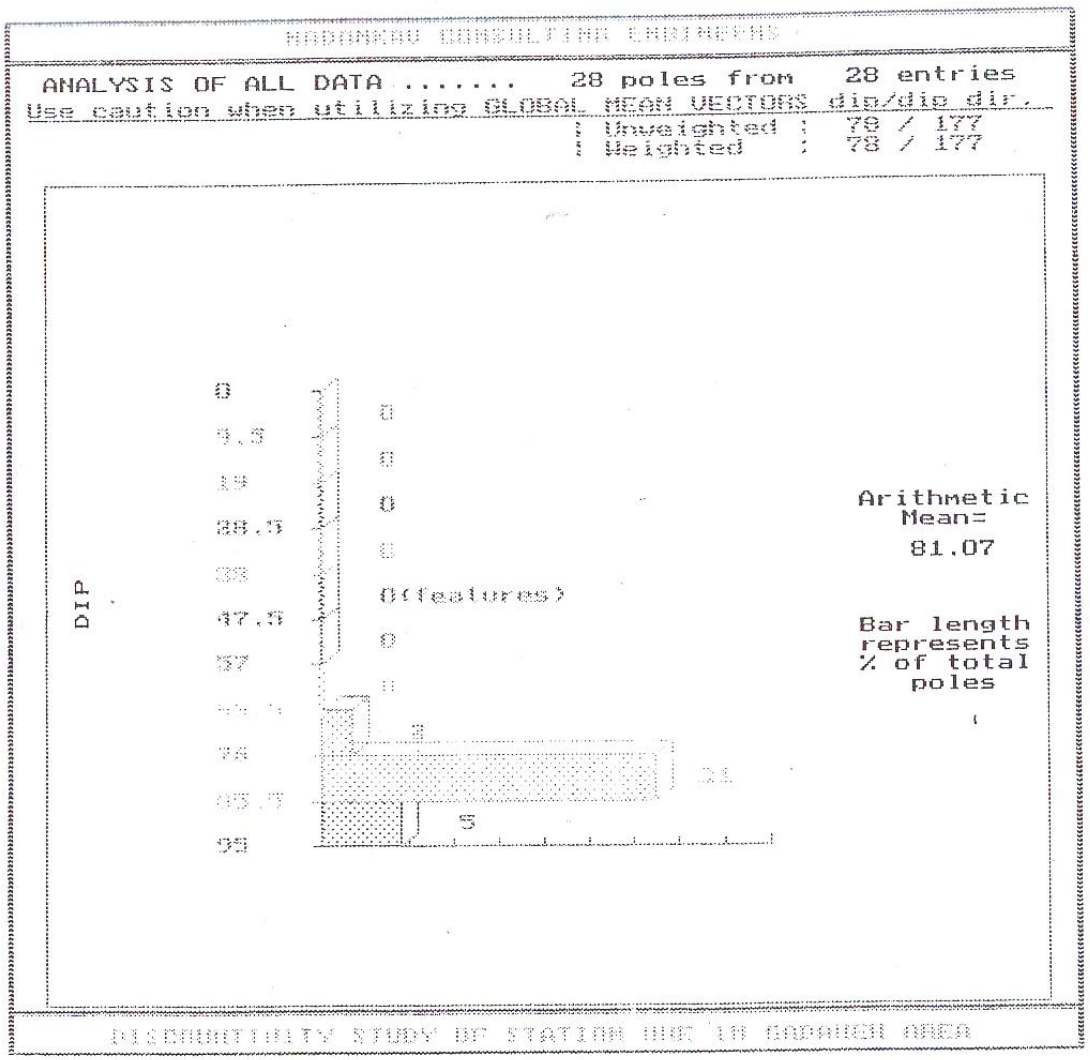


Diagram No . 34

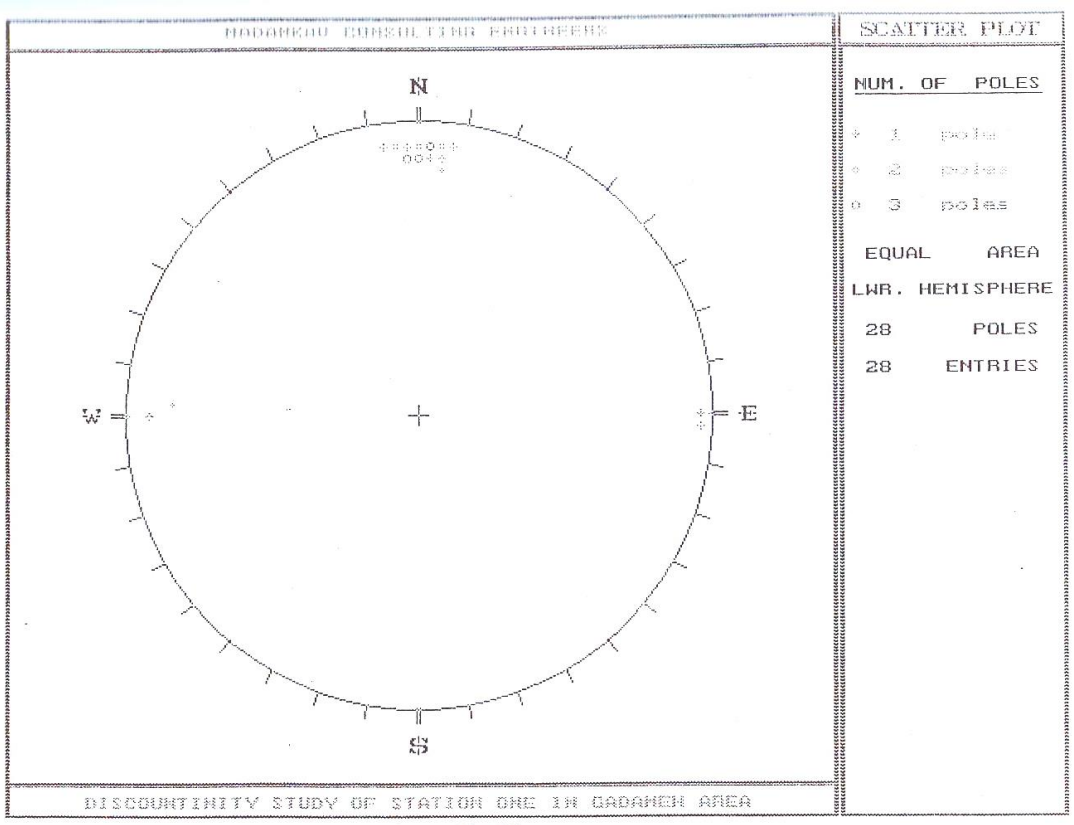


Diagram No .35

در ناحيه يک منطقه گدمه براساس نمودار خطوط تراز تهيه شده (نمودار 36) دو دسته درزه وجود دارد. دسته درزه اصلي داراي جهت شيب 180 درجه و مقدار شيب 79 درجه مي‌باشد. دسته درزه دوم داراي جهت شيب 271 و يا 91 درجه و مقدار شيب 89 تا 90 درجه است. سومين ناپيوستگي قابل اشاره در محدوده لايه‌بندي آهک‌ها است که داراي جهت شيب صفر درجه و مقدار شيب اندک در حد 10 درجه است. جهت شيب دامنه هم 180 درجه و مقدار شيب آن 15 درجه است.

First Joint set and fault (Dip/Dip direction): 79/180

Second Joint set and fault (Dip/Dip direction) 90^o/91(271)

Bedding (Dip/Dip direction)10^o/0

Slope (Dip/Dip direction) 35/180

همچنين با توجه به نمودار خطوط تراز ارائه شده خطوط حاصل از تقاطع اين سه صفحه ناپيوستگي مشخص شده است.

Line of intersection between 1 and 2 (Trend/Plunge) : $174^o/80^o$

Line of intersection between 1 and bedding (Trend/Plunge) : $271/2^o$

Line of intersection between 2 and bedding (Trend/Plunge) : $3/10^o$

با توجه به شرايط ايجاد لغزش كه در مقدمه اين بخش توضيح داده شده است موارد زير قابل ذكر است :

- مقدار شيب دامنه از مقدار شيب هر دو دسته درزه كمتر است. بنابراين امكان لغزش صفحه‌اي ناشي از اين دو دسته ناپيوستگي وجود ندارد.
- جهت شيب دسته درزه دوم و لايه‌بندي كاملاً متفاوت با جهت شيب دامنه است. بنابراين امكان لغزش صفحخاي منتفي است. تنها جهت شيب دسته درزه اول با جهت شيب دامنه هم راستا است كه آن هم به دليل شيب بيشتر از شيب دامنه نمي‌تواند عامل ايجاد لغز باشد.
- مقدار شيب خط حاصل از تقاطع دسته درزه‌هاي اول و دوم بيش از خط شيب دامنه است. شيب خط حاصل از تقاطع دسته درزه دوم و لايه‌بندي و همچنين خط حاصل از تقاطع دسته درزه اول و لايه‌بندي از شيب دامنه كمتر است ولي با توجه به اين كه راستاهاي آنها بسيار با هم اختلاف دارند (بيش از 20 درجه)، امكان لغزش گوه‌اي به طور كلي منتفي است.
- دسته درزه دوم به دليل عميق بودن و شيب زيادي كه دارد و همچنين اختلاف جهت با شيب توپوگرافي مي‌تواند عامل ايجاد ناپايداري از نوع واژگوني باشد. زاويه اصطكاك در طول اين درزه براساس نمودار جدول شماره 80 حدود 15 درجه تخمين زده مي‌شود. با بررسي شرط واژگوني داريم :

$(90-\psi f) + \phi j < \psi p$

$(90-35) + 15 < 90^o \rightarrow 70^o < 90^o$

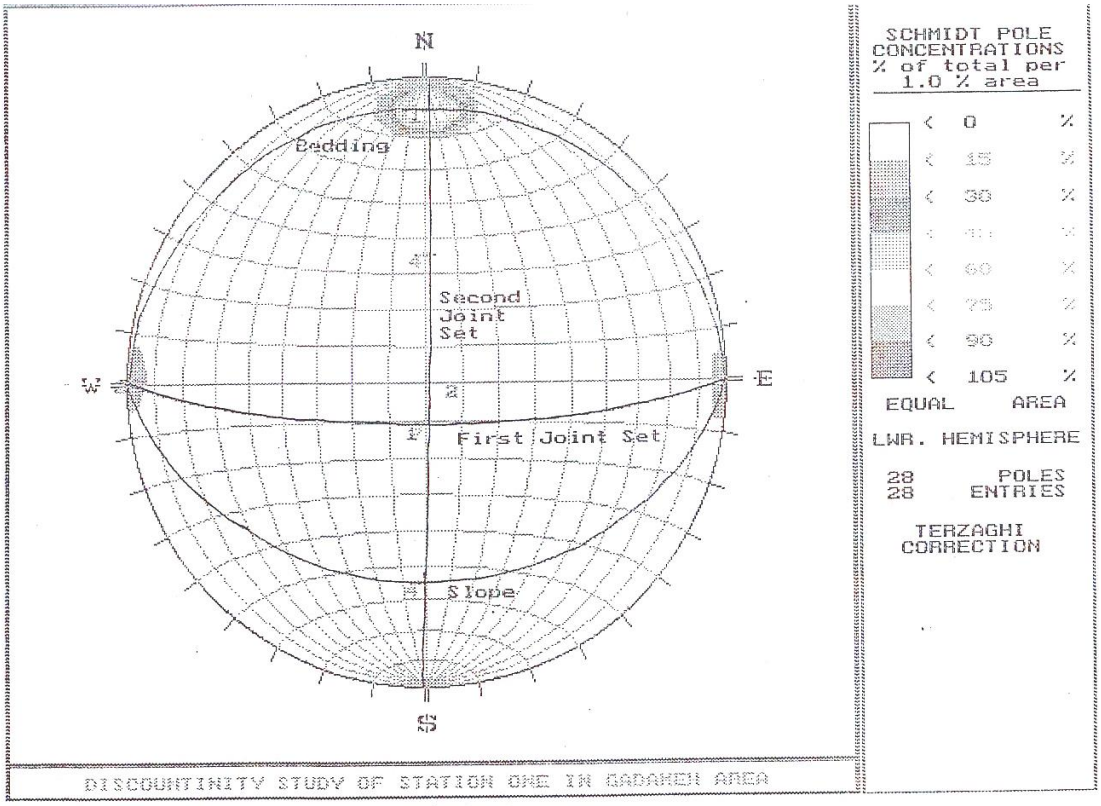


Diagram No. 36

پس مشاهده مي‌شود كه شرايط ايجاد واژگوني به واسطه دسته درزه دوم تا حدي مهياست. ولي اختلاف زياد بين جهت شيب دسته درزه دوم و جهت شيب دامنه اين احتمال را از بين مي‌برد.

بنابراين نتيجه مي‌گيريم كه در شرايط طبيعي فعلي شيب دامنه در ناحيه منطقه گدمه پايدار است. عكس شماره 70 اين دامنه را نشان مي‌دهد. همانطور كه در عكس نيز مشهود است دامنه داراي شرايط نسبتاً مساعدي جهت بهره‌برداري از سنگ‌هاي آهكي مي‌باشد.

ولي بايد توجه داشت كه به هنگام شروع عمليات معدنكاري و ايجاد سينه كار شرايط كاملاً جديدي پديد خواهد آمد كه مستلزم بررسي پايداري ديواره‌ها و سينه كارها و پله‌ها در آن زمان و به هنگام طراحي معدن خواهد بود.

ذخيره زمين‌شناسي (احتمالي) توده معدني ناحيه شماره يک منطقه گدمه با توجه به برداشت صحرايي و مشخصه‌هاي فيزيكي سنگ‌هاي اين ناحيه به صورت ذيل تعيين مي‌گردد :

گسترش طولي توده معدني (برداشت صحرايي) = L = 400 (m.)

گسترش عرضي توده معدني (برداشت صحرايي) = W = 80 (m.)

شيب توپوگرافي ناحيه (برداشت صحرايي) = $\alpha = 35^{o}$ (Deg.)

%70 = درصد كوپ‌دهي (برداشت صحرايي و پردازش اطلاعات)

%10 = درصد باطله (برداشت صحرايي)

$G = 2.72\ (Ton/m^3)$ = وزن مخصوص ظاهري توده معدني (آزمايشگاهي)

$H\ (m.)$ = عمق توده معدني (محاسباتي)

$S\ (m^2)$ = سطح مقطع توده معدني (محاسباتي)

$V\ (m^3)$ = حجم توده معدني (محاسباتي)

$M\ (ton)$ = جرم توده معدني (محاسباتي)

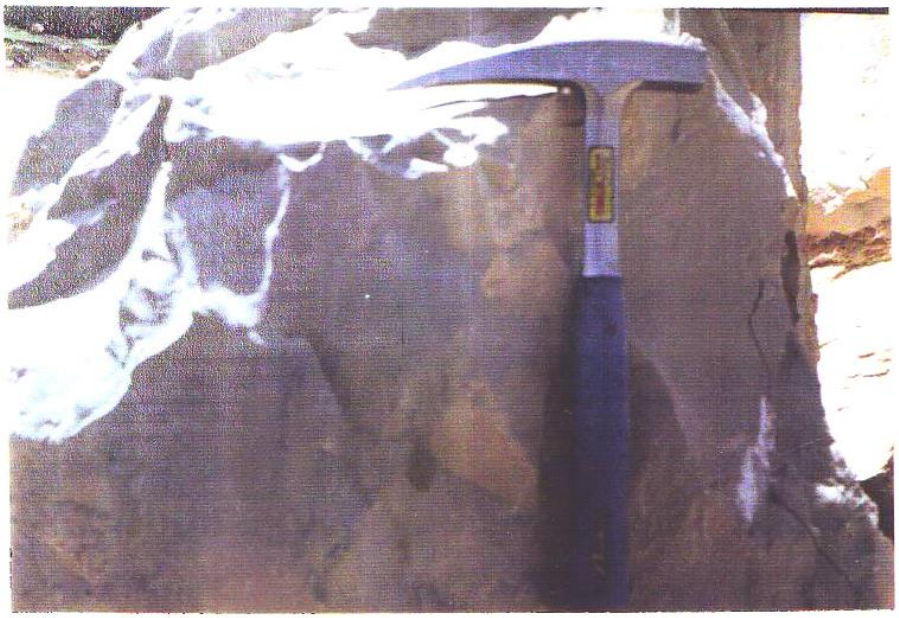
$H = W \times tg\ \alpha = 80 \times tg\ 35^o = 56m$

$S = H \times w/2 = 56 \times 80/2 = 2240$

$V - S \times L = 2240 \times 400 = 896000m^3$

$M = V \times G = 896000 \times 2.72 = 2437120\ Ton$

عکس شمارهٔ ۷۰: نمایی از دامنهٔ پایدار در ناحیهٔ ۱ منطقهٔ گدمه که نسبتاً مساعد برای بهره‌برداری می‌باشد (دید به سمت شمال غرب)



عکس شمارهٔ ۷۱: سطح شکسته شدهٔ سنگهای آهکی ناحیهٔ ۱۵ منطقهٔ گدمه

عکس شماره 70 : نمايي از دامنه پايدار در ناحيه 1 منطقه گدمه كه نسبتاً مساعد براي بهره‌برداي مي‌باشد (ديد به سمت شمال غرب)

عكس شماره 71 : سطح شكسته شده سنگ‌هاي آهكي ناحيه 15 منطقه گدمه

ذخيره احتمالي توده معدني = M × ضريب بهره‌دهي = 2437120 × 0.6 = 1462272 Ton

ضريب بهره‌دهي با توجه به ميزان درصد كوپ‌دهي و باطله تعيين مي‌گردد.

الف-2) بررسي ناحيه شماره پانزده

همانطوري كه اشاره شد اين ناحيه در قسمت شمال غربي محدوده گدمه قرار گرفته است. اين ناحيه نيز در سمت شرقي و در كنار جاده خاكي كه جهت دسترسي به محدوده گدمه از آن استفاده مي‌گردد واقع شده است. همانطوري كه در بخش بررسي توپوگرافي سنگ‌هاي محدوده گدمه گفته شد، سنگ‌هاي آهكي ناحيه شماره پانزده (سنگ‌هاي فوق با سنگ‌هاي نمونه‌برداري شده از ناحيه 16 يكسان مي‌باشد) از لحاظ ماكروسكوپي به رنگ خاكستري- كرم، ريز بلور، داراي شكست صدفي، داراي رگه رگچه كه توسط اكسيد آهن پر شده، سخت و متراكم، شكننده مي‌باشند. اين سنگ با اسيد كلريدريک رقيق مي‌جوشد و با ماده آليزارين قرمز مي‌شود (حاوي كلسيت).

همانطوري كه در بخش سوم (زمين‌شناسي ساختماني و تكتونيک منطقه) گفته شد در اين ناحيه عملكرد گسل به موازات لايه‌بندي باعث دگرگوني كاتاكلاستيک در سنگ‌هاي مجاور شده است. اين امر سبب گشته سنگ‌هاي اين ناحيه متراكم، شكننده و سخت شوند.

طي بررسي‌هاي ميكروسكوپي نيز مشخص گرديد اين سنگ‌ها از كربنات كلسيم به صورت كلسيت تشكيل شده‌اند كه داراي بافت كريپتو تا ميكروكريستالين و مچوريتي بافتي ايمچور تا ساب مچور است. اجزا آلوكم بيشتر از قطعات فسيلي تشكيل شده و در ارتوكم كريپتو تا ميكروكريتسالين قرار گرفته است. نام اين سنگ‌ها با توجه به طبقه‌بندي فولک، (بايو ميكرواسپارايت) در نظر گرفته شده است.

با توجه به مطالعات فسيل شناسي سن سنگ‌هاي آهكي مذكور ميوسن زيرين تعيين گرديده است. عكس شماره 71 سطح شكسته شده سنگ‌هاي آهكي اين ناحيه را نشان مي‌دهد. همچنين در عكس شماره 72 حفرات كارستي در اين سنگ‌ها مشهود است. حفرات كارستي فوق يک فاكتور نامطلوب جهت بكارگيري اين سنگ‌ها به منظور سنگ نما محسوب مي‌شوند.

در طرح پي‌جويي و اكتشافات مقدماتي سنگ تزئيني در سطح استان ايلام دو نمونه سنگي از ناحيه فوق تحت شماره‌هاي LIO2 و LIO3 مورد آزمايش‌هاي فيزيكي مكانيكي و شيميايي قرار گرفته است. نتايج آزمايش‌هاي مذكور به شرح زير مي‌باشد.

نوع آزمایش	نمونه شماره LIO2	نمونه شماره LIO3
جرم مخصوص درحالت خشک (گرم برسانتی‌متر مکعب)	۲/۷	۲/٦۲
جرم مخصوص درحالت اشباع (گرم برسانتی‌متر مکعب)	۲/۷٦	۲/۷۲
درصد جذب آب	۰/٤۲	۰/٦۸
درصد تخلخل	۱/۱٥	۱/۷۹
مقاومت فشاری درحالت خشک (کیلوگرم برسانتی‌مترمربع)	٤۷٥	٤٤۱
مقاومت فشاری درحالت اشباع (کیلوگرم برسانتی‌متر مربع)	٤۰۲	۳٦۲

با مقايسه پارامترهاي فيزيكي- مكانيكي نمونه‌هاي مذكور و استاندارد فيزيكي- مكانيكي مطلوب جهت سنگ‌هاي آهكي از نوع مرمريت طبق (ASTM (C568-89 كه قبلاً ذكر گرديد مي‌توان چنين نتيجه‌گيري كرد كه تقريباً تمامي اين مشخصه‌ها در حد استاندارد فوق است و فقط مقاومت فشاري اين نمونه‌ها از ميزان مجاز كمتر بوده كه اين امر احتمالاً ناشي از قالب‌گيري نامناسب نمونه‌هاي مذكور مي‌باشد. با توجه به تحقيقات به عمل آمده تهيه قالب جهت تعيين مقاومت فشاري نمونه‌هاي فوق به صورت مكعب صورت پذيرفته كه اين امر احتمالاً سطح اعمال بار را كاهش داده و باعث كمتر شدن مقاومت فشاري سنگ‌هاي مزبور گرديده است. با توجه به آزمايش‌هاي شيميايي انجام يافته بر روي نمونه‌هاي ناحيه فوق كه در گزارش طرح پي‌جويي و اكتشاف مقدماتي سنگ تزئيني در سطح استان ايلام آورده شده است. مشخصه‌هاي شيميايي سنگ‌هاي ناحيه مذكور به شرح زير است :

اکسیدها / شماره نمونه	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	L.O.I
LIO2	۲/٥۹	۰/٦۱	۰/۱۸	٤۸/۷٤	٤/۲۰	۰/۰۷	۰/۱۰	٤۳/٥۱
LIO3	۷/۷۷	۱/٤۲	۰/۲٦	٥۳/۷۱	۰/۹۷	۰/۰۳	۰/۰٥	٤۳/۲٤

با عنايت به نتايج آزمايش‌هاي شيميايي انجام پذيرفته بر روي نمونه‌هاي فوق، تقريباً تمامي اكسيدهاي موجود در حد قابل قبول جهت به كارگيري سنگ‌هاي اين ناحيه جهت سنگ نما مي‌باشد.

در اين ناحيه مطالعات درزه نگاري و مكانيك سنگ نيز انجام شده يكي از اهداف اين مطالعات طبقه‌بندي مهندسي توده سنگ Engineering Classification of Rock Mass بود. اين طبقه‌بندي به روش (RMR) انجام شد. بدين منظور برداشت‌ها، اندازه‌گيري‌ها و پيمايش‌هاي در طول خطوط

برداشت مناسب انجام شد. در حين مطالعات صحرايي نمونه‌برداري‌هاي مناسب نيز به عمل آمد. آزمايش‌هاي آزمايشگاهي فيزيكي و مكانيكي مورد لزوم بر روي نمونه‌هاي اخذ شده انجام شد. نتايج در پيوست گزارش منعكس است.

سپس با در نظر گرفتن داده‌هاي موجود و براساس جدول طبقه‌بندي ژئومكانيكي توده سنگ به روش RMR (Rock Mass Rating) طبقه‌بندي مهندسي توده سنگ مشخص گرديد.

1- مقاومت تک محوري Uniaxical Compressive Strength

براي تعيين اين پارامتر به نتايج حاصل از آزمايش تک محوري كه در مطالعات قبلي و تحت عنوان پروژه "طرح پي‌جويي و اكتشاف مقدماتي سنگ تزئيني در سطح استان ايلام" در سال 1374 انجام شده بود استناد گرديد. اين نمونه‌ها تحت عنوان نمونه‌هاي LIO2 و LIO3 برداشت گرديده است. بر خلاف مطالعات جاري كه آزمايش تک محوري بر روي نمونه‌هاي مكعبي انجام شده است. براساس نتايج حاصل مقاومت تک محوري در حالت خشک 475 kg/cm^2 و 441 kg/cm^2 گزارش شده است. مقاومت تک محوري در حالت اشباع 402 kg/cm^2 و 362 kg/cm^2 اندازه‌گيري شده است. متأسفانه روش انجام آزمايش‌ها، جدول و نمودار تنش – كرنش آزمايش‌هاي سال 74 موجود نمي‌باشد. به هر حال براساس نتايج موجود امتياز حاصل از اين بخش R1=4 تعيين شد.

2- فاصله‌داري درزه‌ها Spacing

مقادير اين پارامتر در مطالعات صحرايي مكانيک سنگ اندازه‌گيري شد و نتايج حاصل پس از تجزيه و تحليل آماري به صورت هيستوگرام Histogram در نمودار شماره سي و هفت نشان داده شده است. بر پايه اين بررسي‌ها ميانگين اين پارامتر 49/9 سانتي‌متر محاسبه شده است. حدود 33% كل درزه‌هاي اندازه‌گيري شده داراي فواصل درزه‌اي بين 45 تا 52/5 سانتي‌متر بوده‌اند. به اين ترتيب و طبق جدول RMR امتياز اين بخش R2=10 تعيين شد.

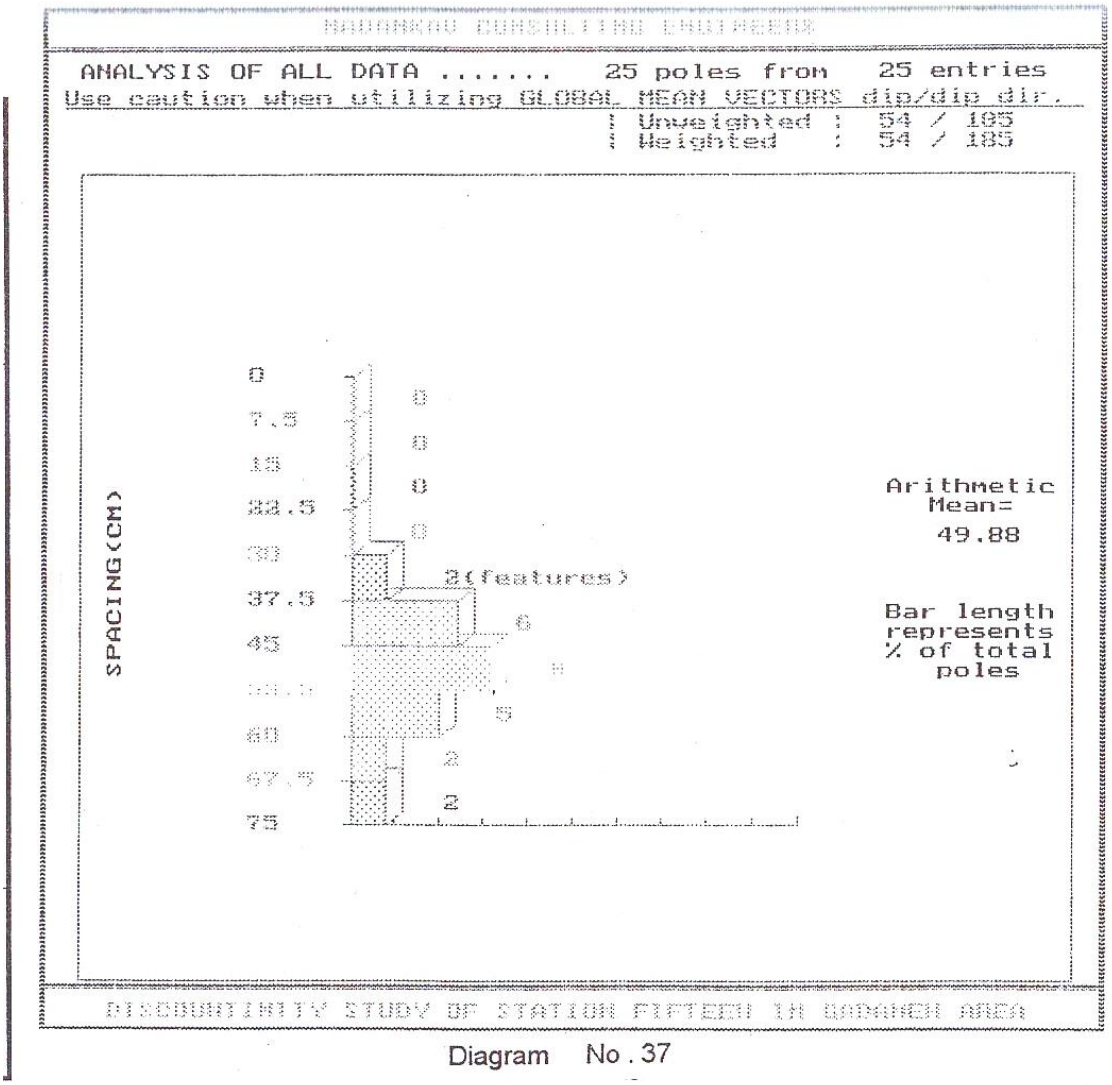


Diagram No. 37

3- شاخص كيفيت مغزه‌گيري (RQD)

براساس برداشت‌هاي صحرايي و تخمين تعداد درزه‌ها در يک متر، پارامتر λ تعيين شد و سپس با استفاده از فرمول Priest در اين ناحيه RQD=%76 برآورد شد. نكته بسيار مهم در اين مورد كارستي بودن نسبتاً شديد سنگ‌ها در اين ناحيه است. عكس شماره 73 به خوبي اين وضعيت را نشان مي‌دهد. اين خلل و فرج و حفرات ايجاد شده مقادير بازيابي مغزه Core recovery و در نتيجه RQD را به شدت كاهش مي‌دهد. بنابراين منطقي است كه مقدار RQD را با حدود 20% كاهش در حد RQD=%60 در نظر بگيريم. براساس مطالب مندرج در جدول RMR امتياز تعلق گرفته از اين بخش R_3=13 خواهد بود.

4- وضعيت ناپيوستگي Condition of discontinuities

نمودار شماره 38 توزيع آماري بازشدگي درزه‌ها در اين ناحيه را نشان مي‌دهد. ميانگين حسابي اين مقادير بازشدگي 6/2 ميلي‌متر محاسبه شده است. در حدود 80% از بازشدگي‌هاي اندازه‌گيري شده بين صفر تا 4 ميليمتر عرض داشته‌اند. در اين ناحيه درزه‌ها داراي تداوم در رده بالا high persistence مي‌باشند.

نمودار شماره 39 تجزيه و تحليل آماري نوع پرشدگي درزه‌ها در اين ناحيه را نشان مي‌دهد. حدود 35% درزه‌ها فاقد پرشدگي بودند. 35% ديگر از درزه‌ها داراي پرشدگي كلسيت و 30% داراي پرشدگي از نوع پودر گسل gauge بودند.

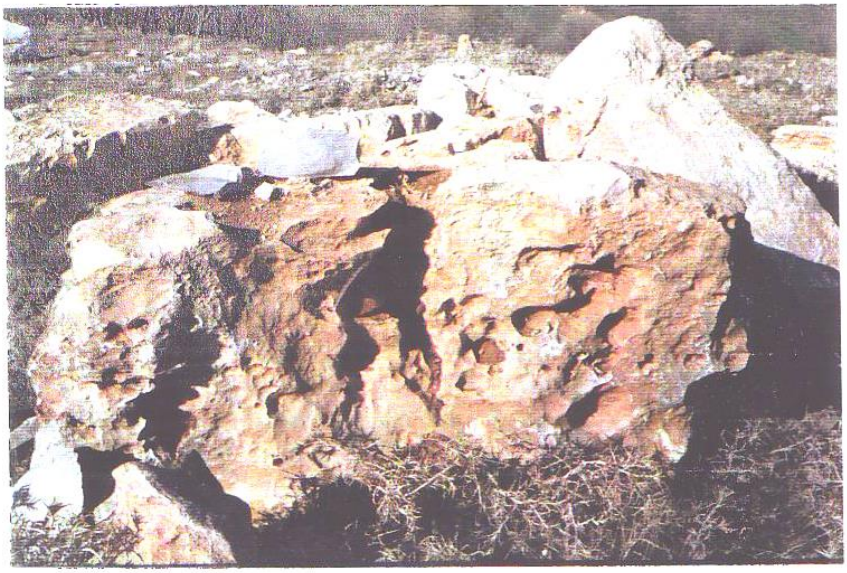
بررسي نوع سطوح درزه‌ها نشان مي‌دهد كه بيشترين نوع سطح درزه‌ها از نوع زبر rough و از تيپ planar و stepped هستند. توزيع فراواني اين مقادير در نمودار شماره 40 نشان داده شده است.

نمودار شماره 41 فراواني انواع ناپيوستگي‌ها را در محدوده نشان مي‌دهد. حدود 83% از موارد اندازه‌گيري شده مربوط به درزه‌ها و بقيه مربوط به سطوح گسل هستند. با توجه به جميع موارد R4=10 برآورد مي‌شود.

5- وضعيت آب زيرزميني Ground Water

در محل برداشت درزه‌ها و در محدوده مطالعاتي وضعيت آب زيرزميني به صورت مرطوب Damp تشخيص داده شد. امتياز اين بخش R5=10 تعيين شد.

عکس شمارهٔ ۷۲ : در این عکس حفرات ناشی از انحلال در سنگهای آهکی برداشت شده از سینه‌کار معدن گدمه دیده میشود که داخل حفرات کلسیت ثانویه جایگزین شده‌است.



عکس شمارهٔ ۷۳ : پدیدهٔ ایجاد کارست در سنگهای آهکی ناحیهٔ ۱۵ منطقهٔ گدمه

عکس شماره 72 : در اين عکس حفرات ناشي از انحلال در سنگ‌هاي آهکي برداشت شده از سينه‌کار معدن گدمه ديده مي‌شود که داخل حفرات کلسيت ثانويه جايگزين شده است.

عکس شماره 73 : پديده ايجاد کارست در سنگ‌هاي آهکي ناحيه 15 منطقه گدمه

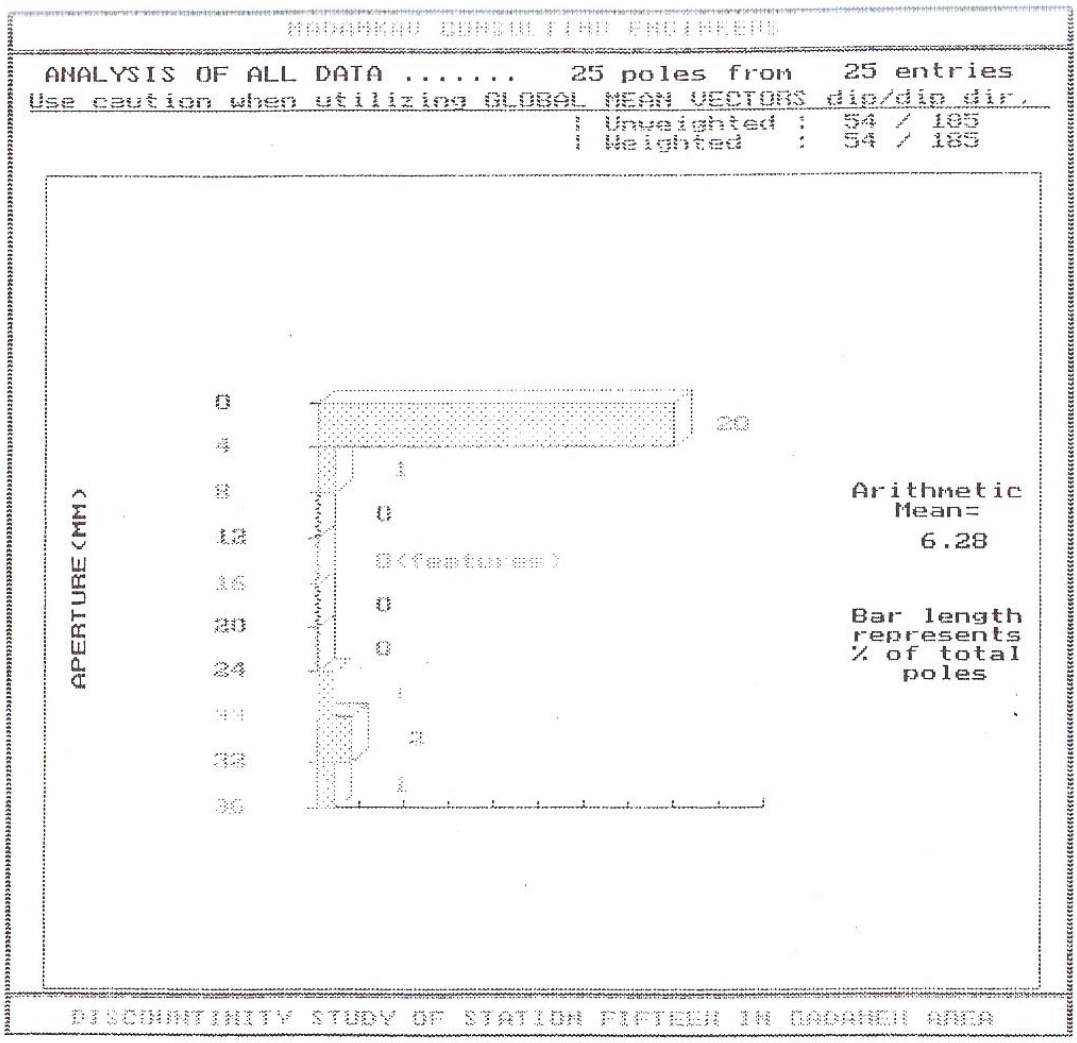


Diagram No. 38

ANALYSIS OF ALL DATA ..... 25 poles from 25 entries

Use caution when utilizing GLOBAL MEAN VECTORS dip/dip dir.

| Unweighted : 54 / 185
| Weighted : 54 / 185

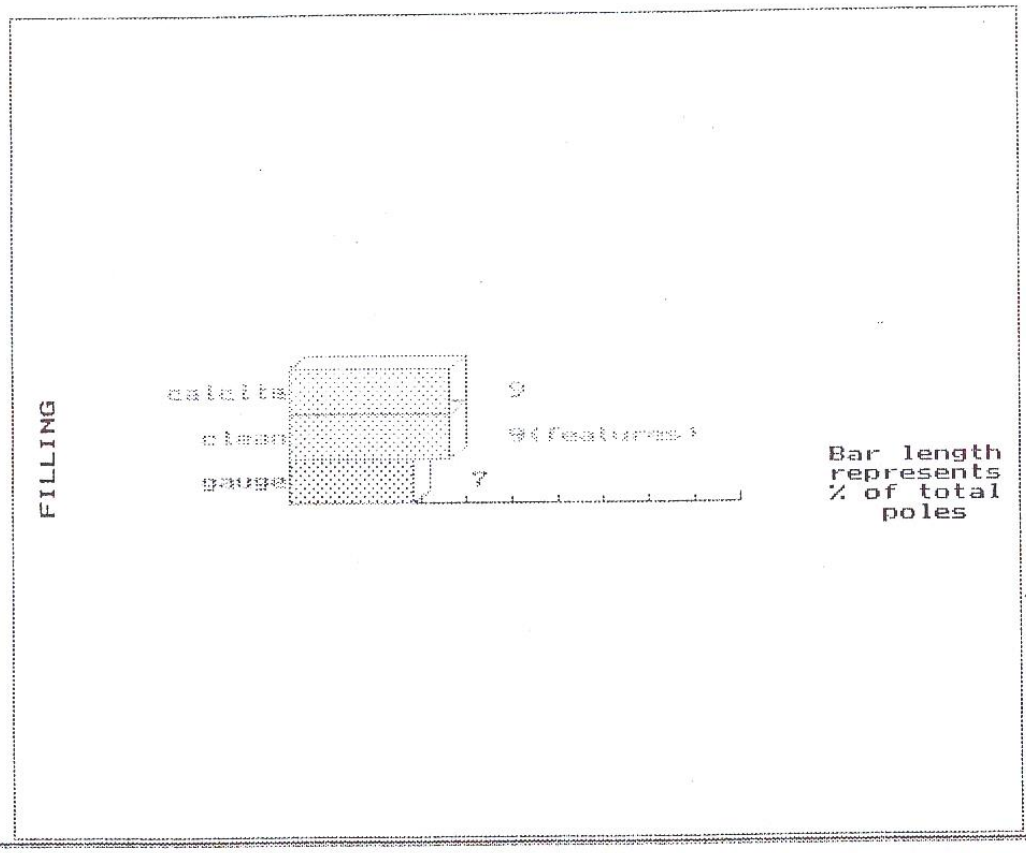


Diagram No . 39

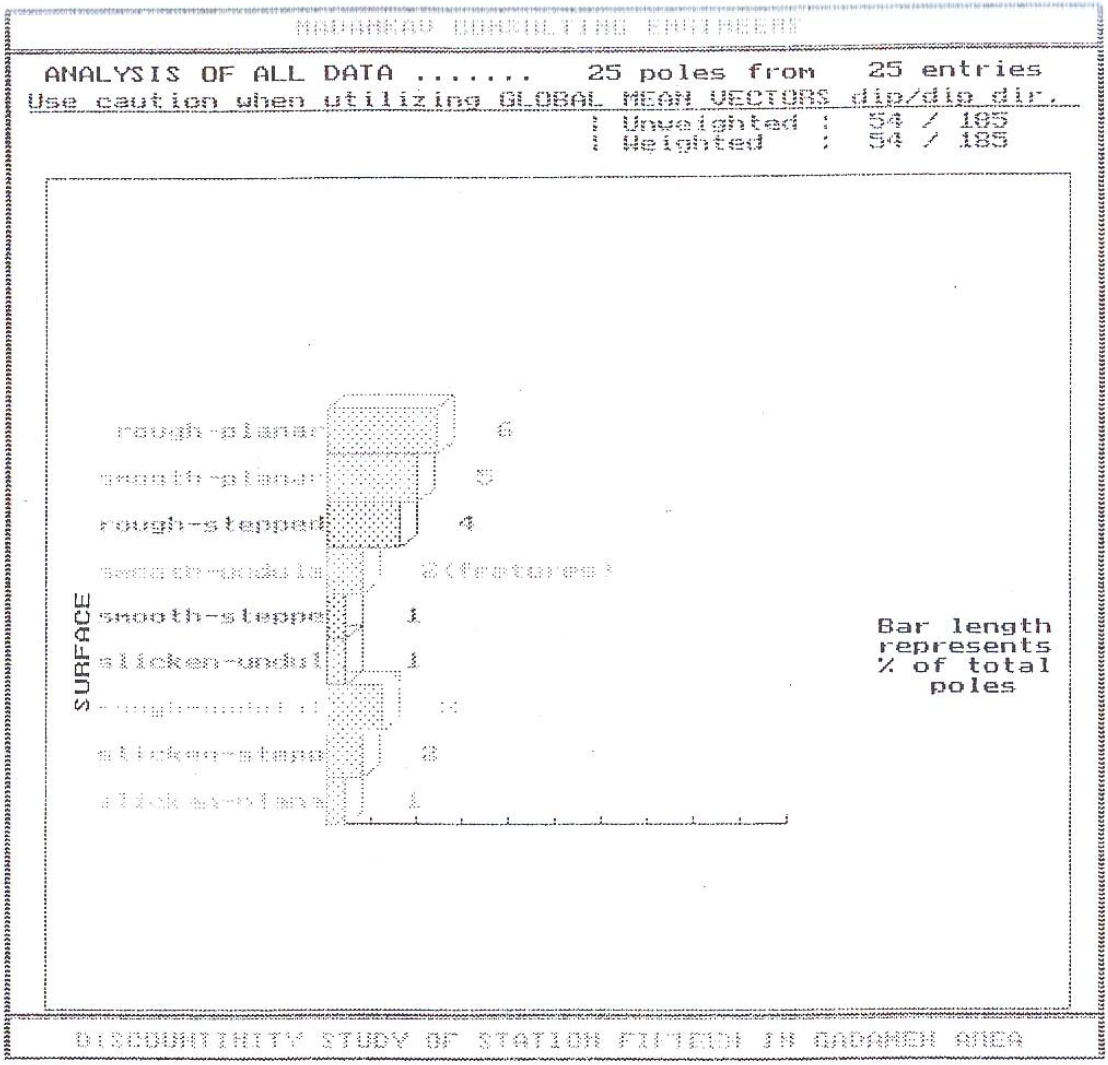


Diagram No . 40

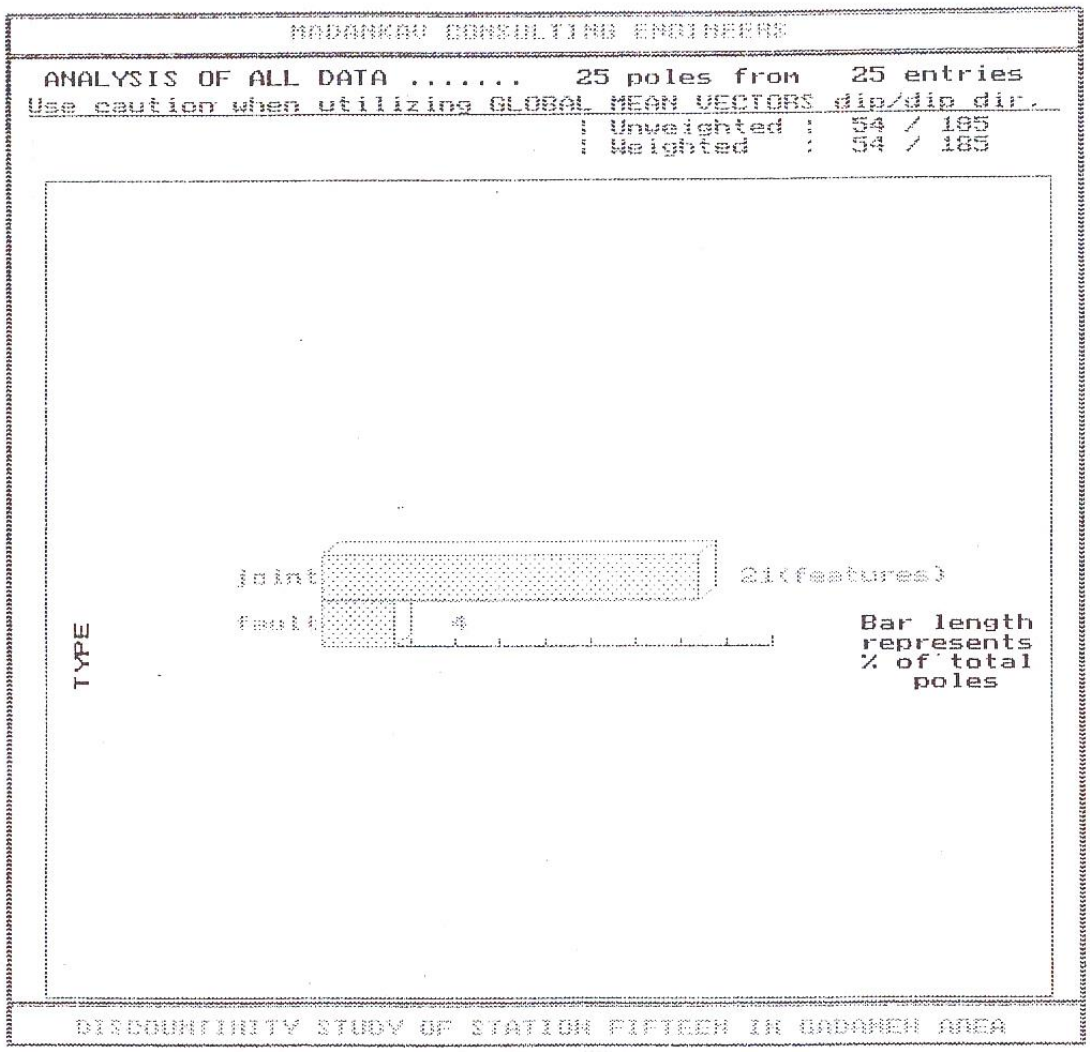


Diagram No . 41

6- جهت و مقدار شيب درزه‌ها Strike and Orientation of Joints

اين پارامترها در مشخص شدن نهايي نمره‌بندي RMR و بخصوص در تحليل پايداري شيب‌ها داراي اهميت به سزايي دارند. نمودارهاي 42 و 43 توزيع آماري جهت شيب‌ها و مقادير شيب اندازه‌گيري

شده را نشان مي‌دهد. براساس اين نمودارها ميانگين مقدار شيب درزه‌ها در محدوده 75/4 درجه محاسبه شده است. بيش از 75% درزه‌ها داراي شيبي بين 85 درجه تا 90 درجه هستند.

براساس داده‌هاي موجود از مقادير فوق نمودار پراكنش قطب‌هاي ناپيوستگي ترسيم شد كه نمودار شماره 44 نمايانگر آن است. بر همين پايه نمودار خطوط تراز ترسيم شد و با تعبير و تفسير آن صفحات اصلي ناپيوستگي نيز مشخص شد. اين موارد در نمودار شماره 45 نمايش داده شده است.

با در نظر گرفتن كليه اين نتايج و نمودارها و در نظر گرفتن مواردي چون شيب و جهت شيب حقيقي توپوگرافي و لايه‌بندي، وضعيت از نظر جهت و مقدار شيب درزه‌ها با 25 امتياز منفي در رده مناسب Fair قرار مي‌گيرد. درباره اين مبحث در بخش مربوط به پايداري شيب توضيحات بيشتري ارائه خواهد شد.

به اين ترتيب نمره‌بندي نهايي طبقه‌بندي RMR براي اين توده سنگ Rm=22 خواهد بود. براساس جدول RMR توده سنگ ناحيه پانزده منطقه گدمه در رده IV به مفهوم سنگ ضعيف Poor rock طبقه‌بندي مي‌شود. پارامترهاي مهندسي شامل زاويه اصطكاك داخلي و چسبندگي توده سنگ Rock Mass به شرح زير تخمين زده مي‌شود :

$\phi = 16^o$ $C = 1.15\ kg/cm^2$

يكي از مهمترين پارامترها براي عمليت استخراجي بلوك‌دهي توده سنگ است و بلوك‌دهي در محدوده‌ها متأثر از فاصله‌داري و خصوصيات درزها و ناپيوستگي‌ها مي‌باشد. اصولاً يک بلوک سنگ ساختماني و نما داراي سه بعد است. طول بلوک‌ها توسط پارامتر تداوم و طول درزه‌هاي اصلي كنترل مي‌شود. درزه‌هاي طولي توسط درزه‌هاي عرضي بريده شده‌اند. به هر حال اين بعد بين يک تا يک و نيم متر متغير است. بعد عرض بلوک‌ها توسط عامل فاصله‌داري كنترل مي‌شود كه بنا به مطالعات باعث ايجاد بلوک‌هايي با عرض 0/5 متر است. بعد سوم يا ارتفاع بلوک‌ها توسط ضخامت لايه‌ها و فاصله بين Lamination و همچنين گسل موازي لايه‌بندي كنترل مي‌شود كه نتيجه آن غالباً باعث ايجاد بلوک‌هايي با ضخامت 0/5 تا يک متر است. در عكس شماره 74 تعدادي از بلوک‌هايي كه تحت تأثير درز و شكاف و معدن كاري ايجاد شده است به خوبي مشخص است. عكس شماره 75 يكي از بلوک‌هاي سنگ آهک ناحيه پانزده منطقه گدمه را از نزديک نشان مي‌دهد. به طور كلي نواحي يک و پانزده منطقه گدمه از نظر بلوک‌دهي وضعيت تقريباً يكساني را دارند.

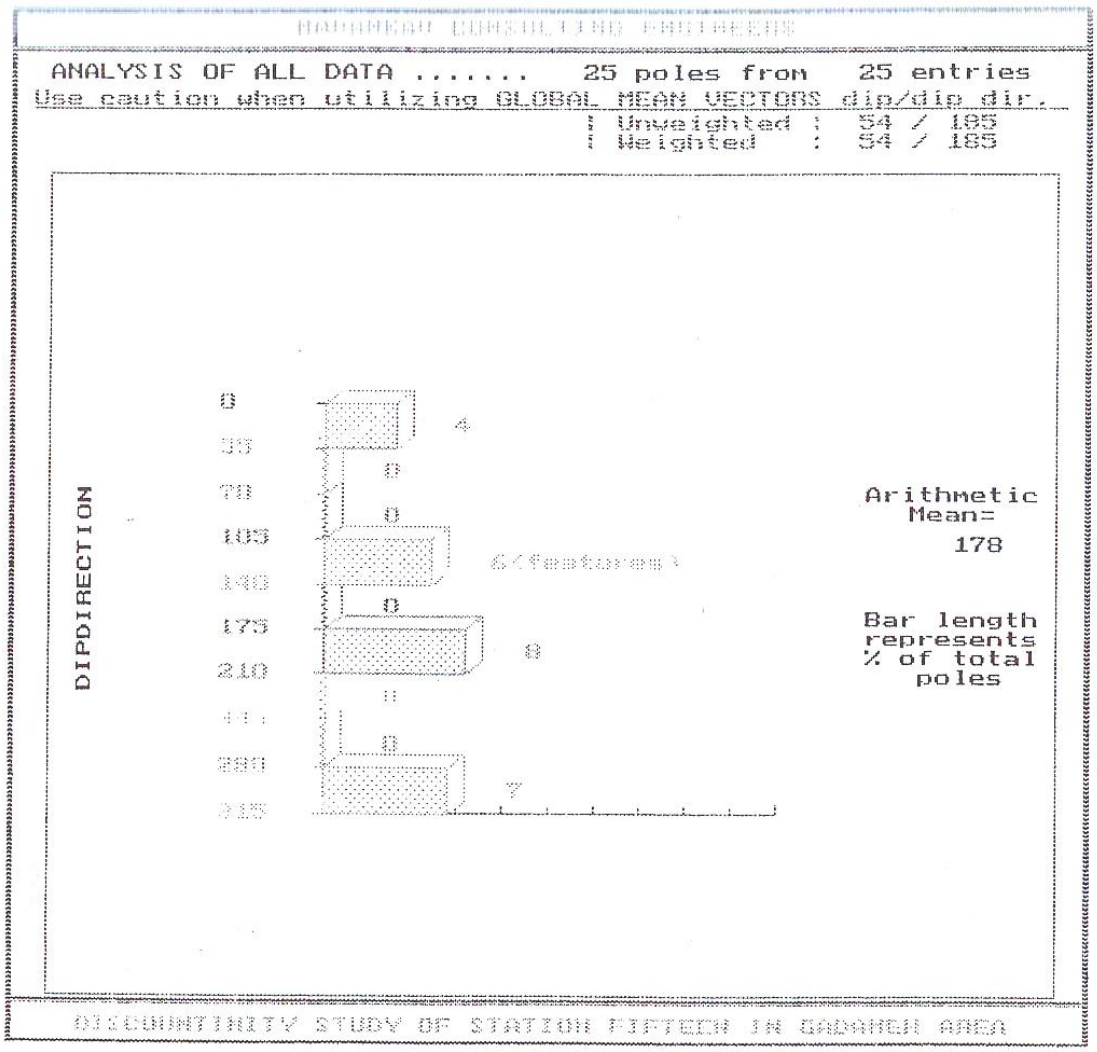


Diagram No . 42

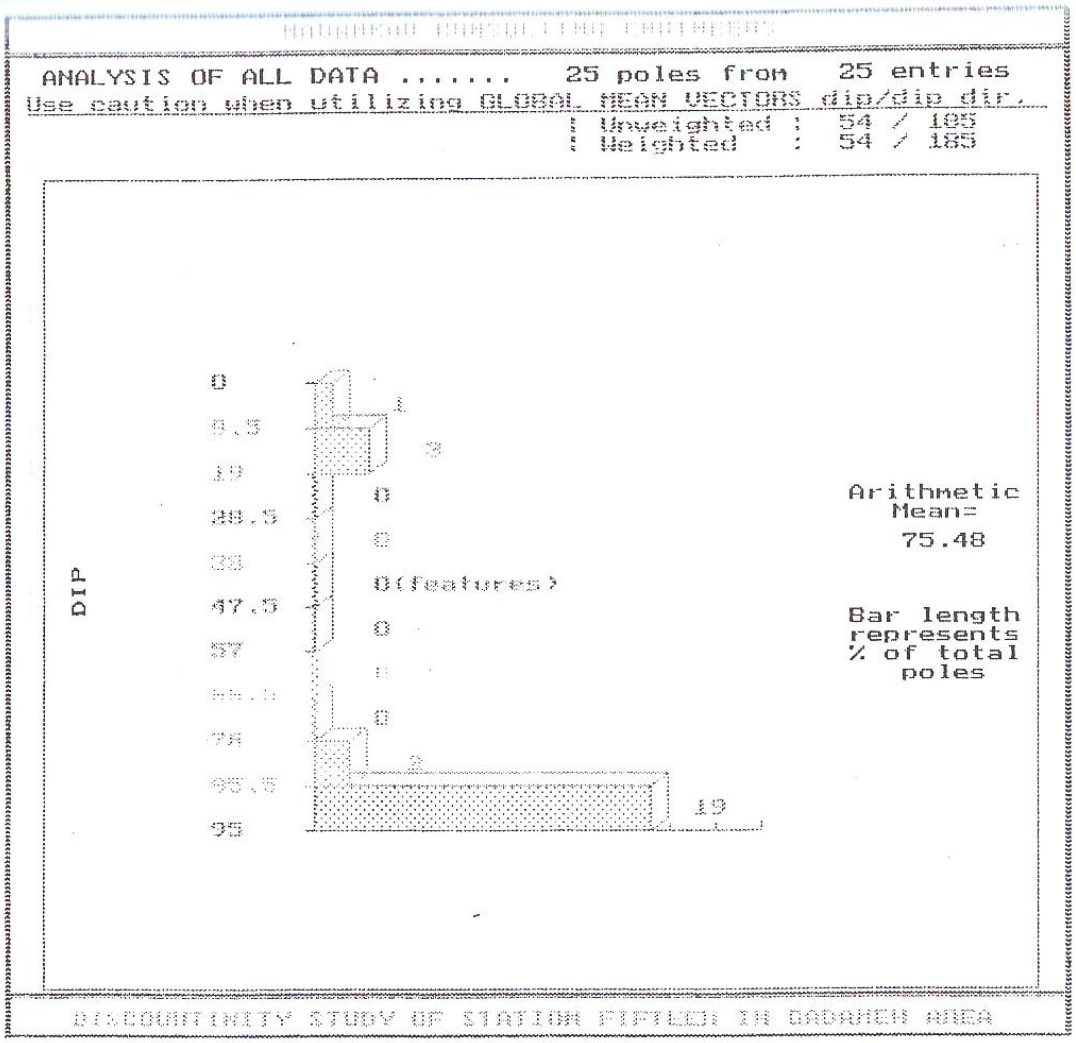


Diagram No . 43

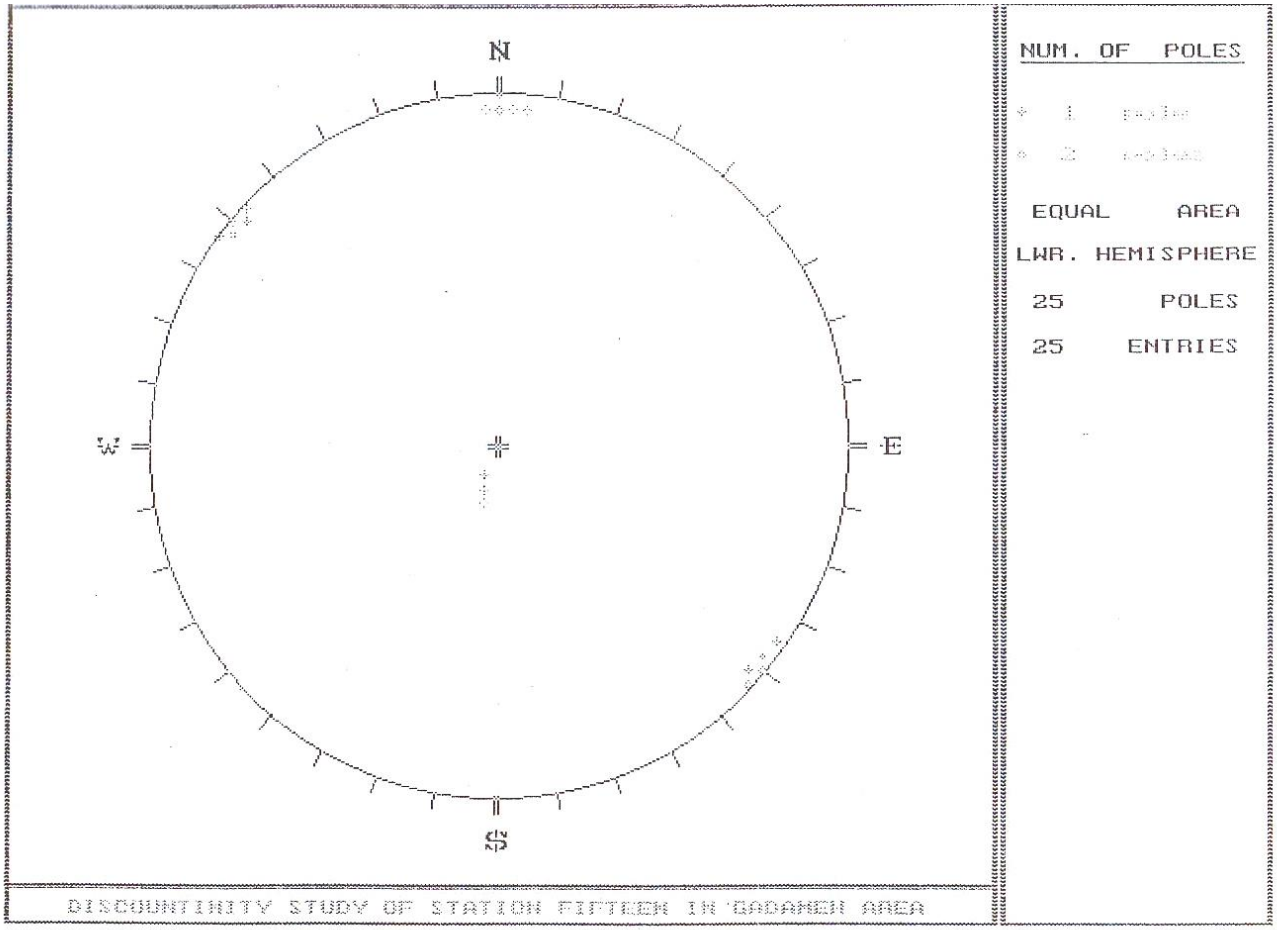


Diagram No .44

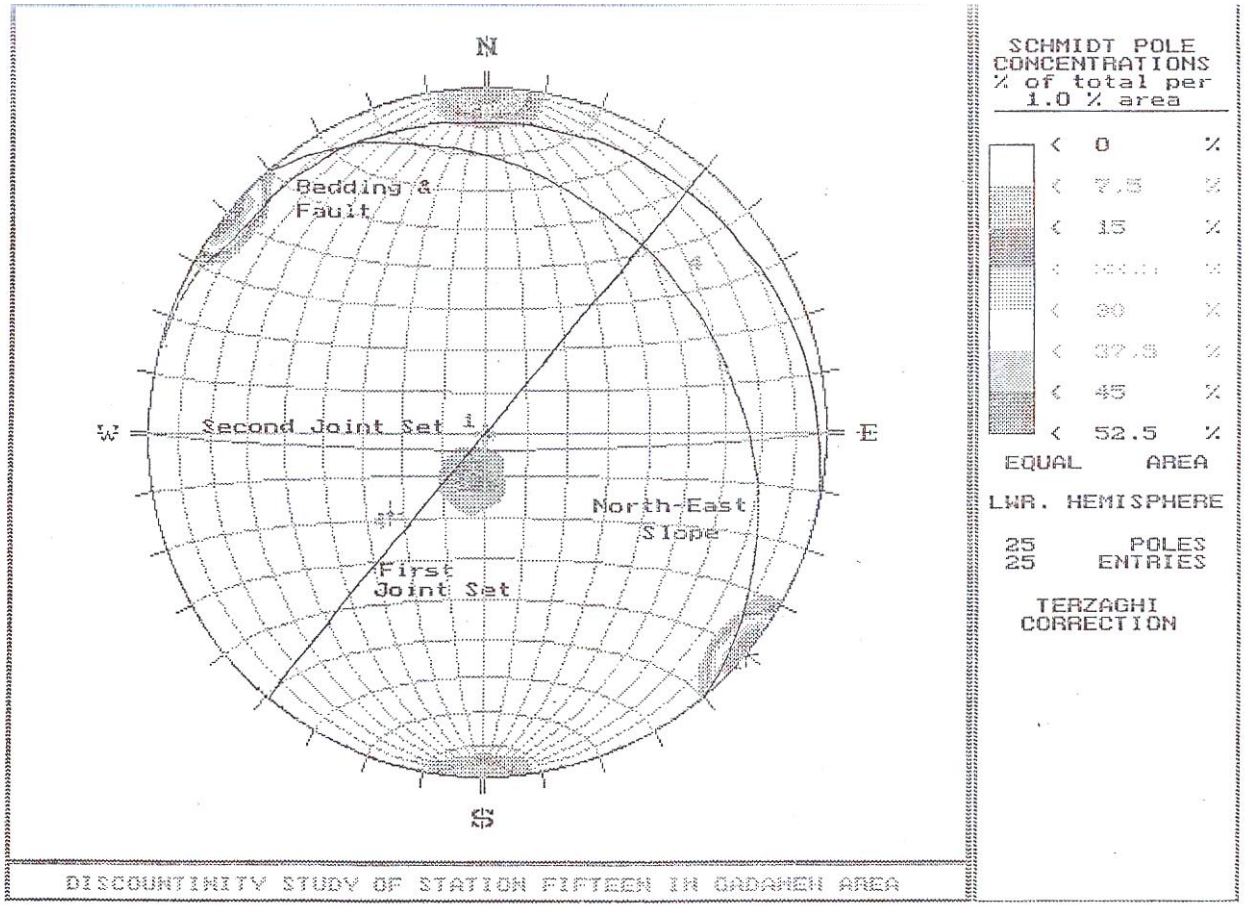


Diagram No. 45

آنچه مسلم است کل حجم توده سنگ ناحیه پانزده منطقه گدمه خاصیت ایجاد بلوک ندارد و درصدي از آن به هنگام انجام عملیات معدنکاري به صورت قطعات غیرقابل استفاده و غیر مفید در خواهد آمد. مشاهدات صحرایي به همراه بررسي‌هاي انجام شده و نظر کارشناسي درصد بلوک‌دهي را به مانند ناحیه یک حدود 70% برآورد مي‌کند.

براي رسيدن به سطح سنگ مناسب براي استخراج بايد مقداري سنگ و خاک و خرده سنگ برداشته شود. در اين ناحيه يک گسل به موازات لايه‌بندي اثر کرده است. اين گسل باعث ايجاد يک زون خرد شده Crushed Zone شده است. وجود اين بخش خرد شده باعث افزايش ميزان باطله در حجم توده سنگ شده است. با در نظر گرفتن کليه موارد و همچنين نظر کارشناسي حجم باطله‌برداري در اين ناحيه را حدود 20% کل حجم توده سنگ پيش‌بيني مي‌کنند.

براي بررسي امکان‌سنجي بهره‌برداري از ذخاير سنگ، يکي ديگر از پارامترهاي اصلي پايداري شيب و بررسي پتانسيل انواع ناپايداري‌هاي شيبي محتمل است.

براساس نمودار شماره چهل و چهار که نشانگر خطوط تراز ناحيه پانزده منطقه گدمه مي‌باشد، در اين محدوده دو دسته درزه اصلي و يک گسل به عنوان مهمترين ناپيوستگي‌ها حضور دارند. دسته درزه اصلي داراي جهت شيب 130 درجه و 310 درجه و مقدار شيب 90 درجه است. دسته درزه دوم داراي جهت شيب 180 درجه و مقدار شيب 86 درجه مي‌باشد. سومين ناپيوستگي مهم در محدوده، ناپيوستگي است که در اثر عملکرد گسل و لايه‌بندي که به موازات يکديگر هستند تشکيل شده است. شيب اين ناپيوستگي حدود 10 درجه و آزيموت جهت آن 15 درجه است.

اين محدوده از سه طرف با اراضي تقريباً مسطح و کم شيبي احاطه شده است. فقط از طرف شمال شرقي است که دامنه‌اي با شيب حدود 30 درجه وجود دارد. جهت شيب حقيقي اين دامنه با آزيموت 50 درجه به سمت شمال شرقي است.

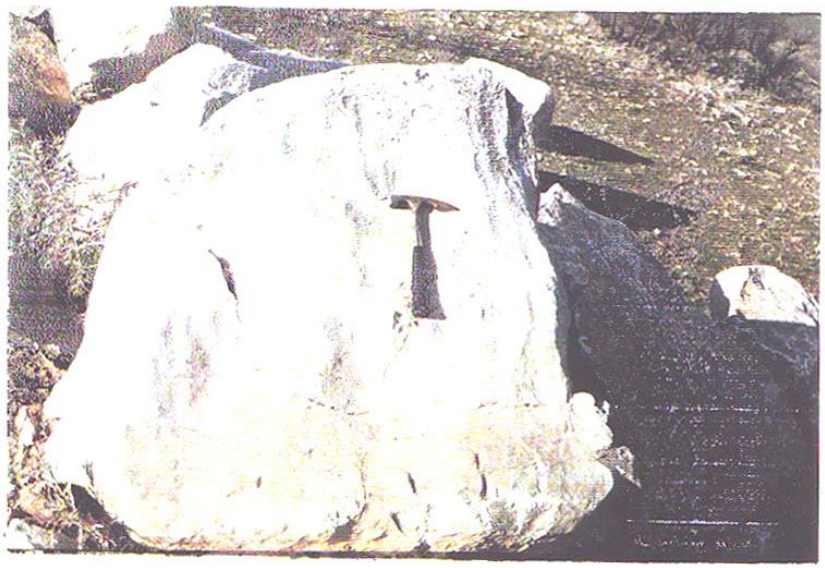
First joint set and fault (Dip\Dip direction): 90º\130º (310)

Second joint set and fault (Dip\Dip direction): 86º\180º

Bedding and fault (Dip\Dip direction): 10º\15º

North East Slope: (Dip\Dip direction): 30º\50º

عکس شمارهٔ ۷۴ : شکل و ابعاد بلوکهای سنگ ایجاد شده در ناحیه ۱۵ منطقه گدمه در عکس مشهود است.



عکس شمارهٔ ۷۵ : نمایی از بلوکهای استخراج شده از سینه کار معدن گدمه که در آن دو رنگ خاکستری (در بالا) و کرم (در پایین) مشهود است.

عکس شماره 74 : شکل و ابعاد بلوک‌هاي سنگ ايجاد شده در ناحيه 15 منطقه گدمه در عكس مشهود است.

عکس شماره 75 : نمايي از بلوک‌هاي استخراج شده از سينه كار معدن گدمه كه در آن دو رنگ خاكستري (در بالا) و كرم (در پايين) مشهود است.

با توجه به نمودار خطوط تراز ارائه شده خطوط حاصل از تقاطع صفحات ناپيوستگي مشخص شده است :

Line of Intersection Between 1 and 2 and Fault (Trend\Plunge): 225^o\$85^o$

Line of Intersection Between 1 and Bedding and Fault (Trend\Plunge): 40^o\$15^o$

Line of Intersection Between 2 and Bedding (Trend\Plunge): 92^o\$4^o$

شرايط ايجاد لغزش و ناپايداري در مقدمه اين بخش توضيح داده شد. با توجه به اين موارد مي‌توان گفت :

- مقدار شيب دامنه از هر دو دسته درزه كمتر است. به همين دليل چون صفحه درزه بر روي شيب توپوگرافي ظاهر نمي‌شود، امكان لغزش صفحه‌اي ناشي از اين دو دسته درزه وجود ندارد.
- جهت شيب هر دو دسته درزه بيش از 20^o $\pm$ با جهت شيب توپوگرافي دامنه اختلاف دارد. بنابراين احتمال عدم وقوع لغزش صفحه‌اي ناشي از اين دو دسته درزه قطعيت مي‌يابد.
- شيب گسل موازي لايه‌بندي و خود لايه بندي بر روي شيب دامنه ظاهر مي‌شود ولي جهت شيب آنها با جهت شيب دامنه حدود 35^o تفاوت دارد كه همين امر احتمال وقوع لغزش صفحه‌اي ناشي از اين ناپيوستگي‌ها را كاهش مي‌دهد.
- مقدار شيب خط حاصل از تقاطع دو دسته درزه بيش از شيب توپوگرافي است و به همين دليل امكان لغزش گوه‌اي ناشي از اين دو دسته درزه منتفي مي‌باشد. مقدار شيب خط حاصل از تقاطع دو دسته درزه با لايه‌بندي و گسل شيب‌هاي كمتر و يا در حد شيب دامنه دارند و بر روي سطح توپوگرافي ظاهر مي‌شوند و بنابراين ايجاد كننده پتانسيل لغزش از نوع گوه‌اي هستند. در اين بين خط حاصل از تقاطع دسته درزه اول و لايه‌بندي و گسل موازي آن به دليل نزديكي جهت شيب آن با جهت شيب دامنه و مقدار شيبي كمتر از شيب دامنه، مستعد لغزش گوه‌اي است.
- دو دسته درزه اول و دوم داراي شيب زيادي هستند و جهت شيب آنها به گونه‌اي است كه مي‌توانند پتانسيل ايجاد واژگوني را ايجاد كنند. زاويه اصطكاك در طول اين درزه‌ها براساس نمودار مربوطه حدود 16^o تخمين زده مي‌شود. شرط وجود پتانسيل واژگوني را بررسي مي‌كنيم
-

$(90-\psi_f) + \phi j < \psi_p$

$(90-30) + 18 < 86^o$

بنابراين مشاهده مي‌شود كه شرايط ايجاد واژگوني به واسطه دسته درزه دوم تا حدي فراهم مي‌باشد. اختلاف نسبتاً زياد راستاي شيب درزه با شيب دامنه احتمال واژگوني را تا حد زيادي كاهش مي‌دهد.
مي‌توان نتيجه گرفت كه در شرايط طبيعي و فعلي دامنه شمال شرقي ناحيه پانزده منطقه گدمه پايدار است. در ساير جهات به علت شيب بسيار ملايم زمين و لايه‌بندي احتمال لغزش منتفي است. عكس شماره 76 به خوبي اين وضعيت را نشان مي‌دهد.
به هر حال محتمل‌ترين نوع پايداري شيبي از نوع واژگوني Toppeling است. آنچه مسلم است عمليات معدنكاري و تغيير شيب‌ها مي‌تواند اين احتمال را افزايش دهد ولي با رعايت اصول فني و مهندسي و انجام مطالعات و محاسبات دقيق و تكميلي پايداري شيب به هنگام طراحي معدن و بهره‌برداري احتمالي، انجام عمليات معدنكاري امكان‌پذير خواهد بود.
ذخيره زمين‌شناسي (احتمالي) توده معدني ناحيه شماره پانزده منطقه گدمه با توجه به برداشت صحرايي و مشخصه‌هاي فيزيكي سنگ‌هاي اين ناحيه به صورت ذيل تعيين مي‌گردد :

(m.) 200 = L = گسترش طولي توده معدني (برداشت صحرايي)

(m.) 100 = W = گسترش عرضي توده معدني (برداشت صحرايي)

(m.) 30 = E = عمق توده معدني (احتمالي)

%70 = درصد كوپ‌دهي (برداشت صحرايي و پردازش اطلاعات)

%20 = درصد باطله (برداشت صحرايي)

(Ton/m^3) 2.7 = وزن مخصوص توده معدني (آزمايشگاهي)

(m^2.) S = سطح مقطع توده معدني (محاسباتي)

(m^3.) V = حجم توده معدني (محاسباتي)

(ton) M = جرم توده معدني (محاسباتي)

$$S = H \times w/2 = 150 \times 30 = 4500$$

$$V = S \times L = 4500 \times 200 = 900000\ m^3$$

$$M = V \times G = 900000 \times 2.7 = 2430000\ Ton$$

$$\text{ذخيره احتمالي توده معدني} = M \times \text{ضريب بهره‌دهي} = 2430000 \times 0.5 = 1215000\ Ton$$

ضريب بهره‌دهي با توجه به ميزان درصد كوپ دهي و باطله تعيين مي‌گردد.

ب) محدوده زنجيره عليا

همانطوري كه قبلاً گفته شد، در محدوده زنجيره عليا، سنگ‌هاي آهكي مربوط به سازند آسماري- شهبازان با سن ائوسن مياني – ميوسن زيرين رخنمون دارند. در اين محدوده يک ناحيه جهت بهره‌برداري سنگ نما مستعد تشخيص داده شده است. از اين ناحيه نمونه شماره ZR-3 جهت مطالعات

پتروگرافي برداشت شده است و به اين لحاظ تحت عنوان ناحيه شماره 3 معرفي گرديده است. ناحيه شماره 3 در جنوب منطقه زنجيره عليا و در نزديكي روستاي زنجيره عليا (شمال غرب روستا) قرار گرفته است. جهت دسترسي به سنگ‌هاي اين ناحيه نياز به احداث جاده (در حدود 500 متر) در ادامه جاده روستاي زنجيره عليا مي‌باشيم. اين ناحيه بر روي نقشه زمين‌شناسي كه به پيوست گزارش آمده، مشخص شده است.

عكس شماره 76 : شيب ملايم زمين و لايه‌بندي طبقات در ناحيه 15 منطقه گدمه كه از نظر پايداري شيب، پايدار است.

همانطوري كه در بخش بررسي پتروگرافي سنگ‌هاي محدوده زنجيره عليا اشاره شد، سنگ‌هاي آهكي ناحيه شماره 3 اين محدوده از لحاظ ماكروسكوپي به رنگ كرم- خاكستري، نسبتاً سخت و متراكم (سختي بيش از 3)، داراي فسيل (آثار فسيلي به صورت لكه‌هاي روسن 2 تا 3 ميلي‌متري مشهود است) و رگه و رگچه (كه در آن كلسيت بصورت ثانويه منظور شده است) و همچنين داراي شكست صدفي مي‌باشد. اين سنگ با اسيد كلريدريک رقيق مي‌جوشد و با ماده آليزارين قرمز مي‌شود (حاوي كلسيت).

طي بررسي‌هاي ميكروسكوپي نيز مشخص گرديد اين سنگها از كربنات كلسيم به صورت كلسيت تشكيل شده‌اند كه داراي بافت اسپاري و گاهي ميكرايتي و مچوريتي بافتي ساب مچور است. اجزا آلوكم بصورت قطعات فسيلي، پلت و شبه پلت در بخش ارتوكم غالباً اسپاري قرار گرفته‌اند. نام اين

سنگ‌ها با توجه به طبقه‌بندي فولک، بايوميکرواسپارودايت به طرف بايواسپارودايت در نظر گرفته شده است.

با توجه به مطالعات فسيل‌شناسي سن سنگ‌هاي آهکي مذکور، ائوسن بالايي تعيين گرديده است.

با عنايت به آزمايش‌هاي فيزيکي- مکانيکي انجام يافته بر روي بلوک‌هاي اخذ شده از رخنمون‌هاي سنگي ناحيه سه منطقه زنجيره عليا که نتايج کلي آن به پيوست گزارش آمده است. مشخصه‌هاي فيزيکي و مکانيکي سنگ‌هاي آهکي اين ناحيه به شرح ذيل مي‌باشند :

شماره نمونه	ZB-1
وزن مخصوص حقيقي نمونه در حالت خشک	2.553 gr/cm^3
وزن مخصوص حقيقي نمونه در حالت اشباع و سطح خشک شده (SSD)	2.621 gr/cm^3
وزن مخصوص ظاهري نمونه	2.74 gr/cm^3
درصد جذب آب نمونه	2.7%
درصد تخلخل نمونه	6.8%
مقاومت فشاري نمونه در حالت خشک	835 kg/cm^2
مدول الاستيسيته نمونه (مدول يانگ) در حالت خشک	158000 kg/cm^2
مدول الاستيسيته نمونه (مدول يانگ) در حالت اشباع	83500 kg/cm^2
نسبت پواسون در حالت خشک	0.32
درصد افت سايش (لوس آنجلس)	29.8%
افت در مقابل محلول‌هاي شيميايي (سولفات سديم)، ساندنس	0.05%?

با مقايسه پارامترهاي فيزيکي- مکانيکي نمونه فوق و استاندارد فيزيکي- مکانيکي مطلوب جهت سنگ‌هاي آهکي از نوع مرمريت طبق ASTM (C568-89) که قبلاً ذکر گرديده مي‌توان چنين نتيجه‌گيري نمود :

- با توجه به چگالي نمونه اخذ شده از ناحيه سه زنجيره عليا (2/553 kg/cm^3)، اين سنگ‌ها تقريباً در گروه سنگ‌هاي آهکي با چگالي زياد قرار مي‌گيرند.
- استاندارد مطلوب سنگ‌هاي آهکي از نوع مرمريت با چگالي زياد در خصوص ميزان ضريب جذب آب (وزني)، حداکثر 3 درصد بوده و اين پارامتر براي نمونه اخذ شده از ناحيه سه محدوده زنجيره عليا 2/7 درصد تعيين گرديده که از حد مجاز استاندارد مطلوبتر مي‌باشد.
- استاندارد مطلوب سنگ‌هاي آهکي از نوع مرمريت با چگالي زياد در خصوص تنش فشاري، حداق 55MPa مگا پاسکال معادل 561 kg/cm^2 کيلوگرم بر سانتي‌متر مربع بوده و اين پارامتر براي نمونه اخذ شده از ناحيه سه محدوده زنجيره عليا حداقل 790 kg/cm^2 کيلوگرم بر سانتي‌متر مربع (در حالت اشباع) تعيين گرديده که از حد استاندارد مطلوبتر است.

- تجربه نشان داده است که ميزان تنش کششي سنگ‌ها 0/1 تا 0/125 تنش فشاري آنهاست لذا تنش کششي نمونه ناحيه شماره سه زنجيره عليا حداقل برابر 79 kg/cm^2 کيلوگرم بر سانتي‌متر مربع مي‌باشد. لذا اين ميزان نسبت به حد استاندارد (6/9 MPa مگا پاسکال معادل 70/4 kg/cm^2 کيلوگرم بر سانتي‌متر مربع) مطلوبتر مي‌باشد.
- درصد افت در مقابل محلول‌هاي شيميايي (ساندنس) نمونه اخذ شده از ناحيه فوق، خيلي کم بوده (0/05 درصد) و در حد مطلوب بوده و درصد افت سايش (لوس آنجلس) اين نمونه تقريباً در حد متوسط مي‌باشد.

با توجه به آزمايش‌هاي شيميايي انجام يافته بر روي نمونه‌هاي اخذ شده از رخنمون‌هاي سنگي ناحيه سه زنجيره عليا که نتايج کلي آن به پيوست گزارش آمده است. مشخصه‌هاي شيميايي نمونه مربوط به اين ناحيه بشرح زير مي‌باشند :

SiO_2 = %0.91, Al_2O_3 = %0.095, Fe_2O_3 = %0.08, CaO = %31.64, MgO = %18.13, K_2O = %0.005, Na_2O = %0.12, TiO_2 = %0.24, L.O.I = %44.80

با در نظر گرفتن نتايج آزمايش‌هاي شيميايي ارائه شده در بالا مي‌توان چنين نتيجه‌گيري کرد که نمونه اخذ شده از ناحيه سه محدوده زنجيره عليا در شرايط مناسب از لحاظ مشخصه‌هاي شيميايي مي‌باشد.

علاوه بر مطالعات فوق در اين ناحيه مطالعات درزه‌نگاري و مکانيک سنگ نيز انجام پذيرفت. هدف اين مطالعه دستيابي به پارامترهاي مهندسي سنگ از طريق انجام طبقه‌بندي مهندسي توده سنگ بود. روش مورد استفاده براي اين طبقه‌بندي روش بنيانويسکي يا همان RMR است. براي انجام اين طبقه‌بندي از طريق پيمايش خطوط برداشت مناسب اختصاصات و ويژگي‌هاي مکانيک سنگي لازم برداشت گرديد. همچنين در همين پيمايش‌ها اندازه‌گيري‌ها و نمونه‌برداري‌هاي مورد لزوم انجام پذيرفت.

بر روي نمونه‌هاي اخذ شده آزمايش‌هاي فيزيکي و مکانيکي درخواستي در آزمايشگاه انجام شد که نتايج اين آزمايشات در پيوست اين گزارش آمده است.

با داشتن اين اطلاعات و داده‌ها و پردازش آنها و براساس جدول طبقه‌بندي ژئومکانيکي توده سنگ به روش RMR مي‌توان طبقه‌بندي مهندسي توده سنگ را مشخص کرد.

1- مقاومت تک محوري

اين پارامتر براساس آزمايش سنجش مقاومت تک محوري که بر روي نمونه‌هاي سيلندري انجام شده است، بدست آمده است. نمونه‌ها سيلندري به وسيله مغزه‌گيري Coring از نمونه‌هاي بلوکي اخذ شده در صحرا تهيه شد. نسبت طول به قطر نمونه‌ها 2 به 1 بوده است. براساس اين آزمايش مقاومت فشاري نمونه‌هاي اخذ شده از ناحيه سه منطقه زنجيره بالا در حالت خشک 833 kg/cm^2 و در حالت

اشباع kg/cm^2 790 تعيين شد. به هنگام اين آزمايش رفتار تنش- كرنش نمونه هم بررسي شد و نسبت‌هاي مدول الاستيسيته و ضريب پواسون نمونه هم محاسبه گرديد كه نتايج در گزارش و در پيوست آن منعكس است.

به هر حال براساس نتايج بدست آمده از آزمايش تک محوري، امتياز تعلق گرفته به توده سنگ از اين بخش R1=7 تعيين گرديد.

2- فاصله داري درزه‌ها

اين پارامتر در بررسي‌هاي صحرايي اندازه‌گيري شد. نتايج حاصل از اين اندازه‌گيري‌ها مورد تجزيه و تحليل آماري قرار گرفت. نمودار شماره 46 هيستوگرام توزيع مقادير فاصله درزه را نشان مي‌دهد. ميانگين اين مقادير 55/3 سانتي‌متر است. بيش از 77% از كل درزه‌هاي اندازه‌گيري شده فاصله‌شان بين 47 سانتي‌متر تا 63 سانتي‌متر بوده است. بر پايه جدول RMR امتياز اين بخش R2=10 برآورد شد.

3- شاخص كيفيت مغزه‌گيري RQD

در برداشت‌هاي صحرايي كميت λ كه تعداد درزه‌ها در يک متر است، تعيين شد. با استفاده از فرمول Priest در اين ناحيه مقدار RQD=%78 تعيين شد. سنگ‌هاي اين ناحيه به شدت داراي حالت كارستي Karstic هستند و همين امر باعث كاهش مقادير بازيابي مغزه و شاخص كيفيت مغزه‌گيري خواهد شد. با توجه به اين موارد بهتر است RQD را با حدود 15% كاهش در حد RQD=%66 در نظر بگيريم. براساس جدول RMR امتياز اين بخش R3=13 خواهد بود.

4- وضعيت ناپيوستگي‌ها

نمودار شماره 47 توزيع مقادير بازشدگي اندازه‌گيري شده را نشان مي‌دهد. ميانگين حسابي اين مقادير 8/5 ميلي‌متر محاسبه شده است. همانطور كه هيستوگرام نشان مي‌دهد مقادير بازشدگي توزيع نسبتاً يكنواختي دارند. بيشترين ميزان بازشدگي درزه‌ها را در برمي‌گيرد. مقداري بين 9 تا 10/5 ميلي‌متر را دارا مي‌باشد. در اين ناحيه درزه‌ها داراي تداوم در رده متوسط Medium Persistance مي‌باشند. تجزيه و تحليل آماري انواع پرشدگي درزه‌ها در اين ناحيه در نمودار شماره 48 ارائه شده است. براساس اين نمودار حدود 65% از درزه‌ها فاقد هر گونه پرشدگي هستند. بقيه درزه‌ها داراي پرشدگي از نوع كلسيتي هستند كه به صورت ثانويه انجام شده است. مطالعه نوع سطوح درزه‌ها مؤيد اين مطالب است كه اكثر درزه‌ها داراي سطوحي از نوع Smooth از تيپ Planar و Stepped هستند.

حدود 45% از درزه‌ها از نوع Smooth است. 45% از درزه‌ها از رده صفحه‌اي Planar است.
حدود 45% از درزه‌ها از نوع Smooth است. 45% از درزه‌ها از رده صفحه‌اي Planar است.
حدود 20% از درزه‌ها از رده پله‌اي Stepped مي‌باشند. توزيع فراواني اين مقادير در نمودار شماره 49 آورده شده است.

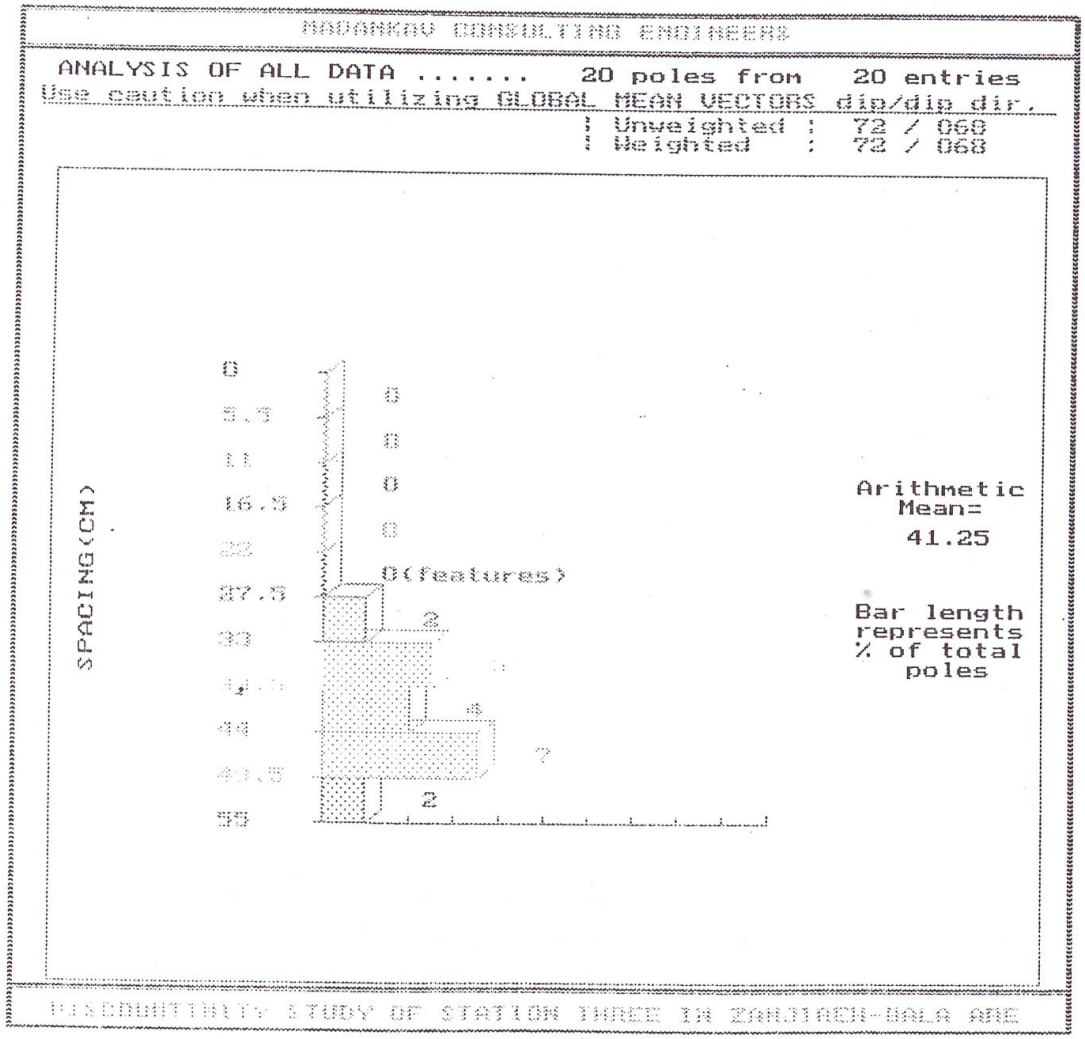


Diagram No . 46

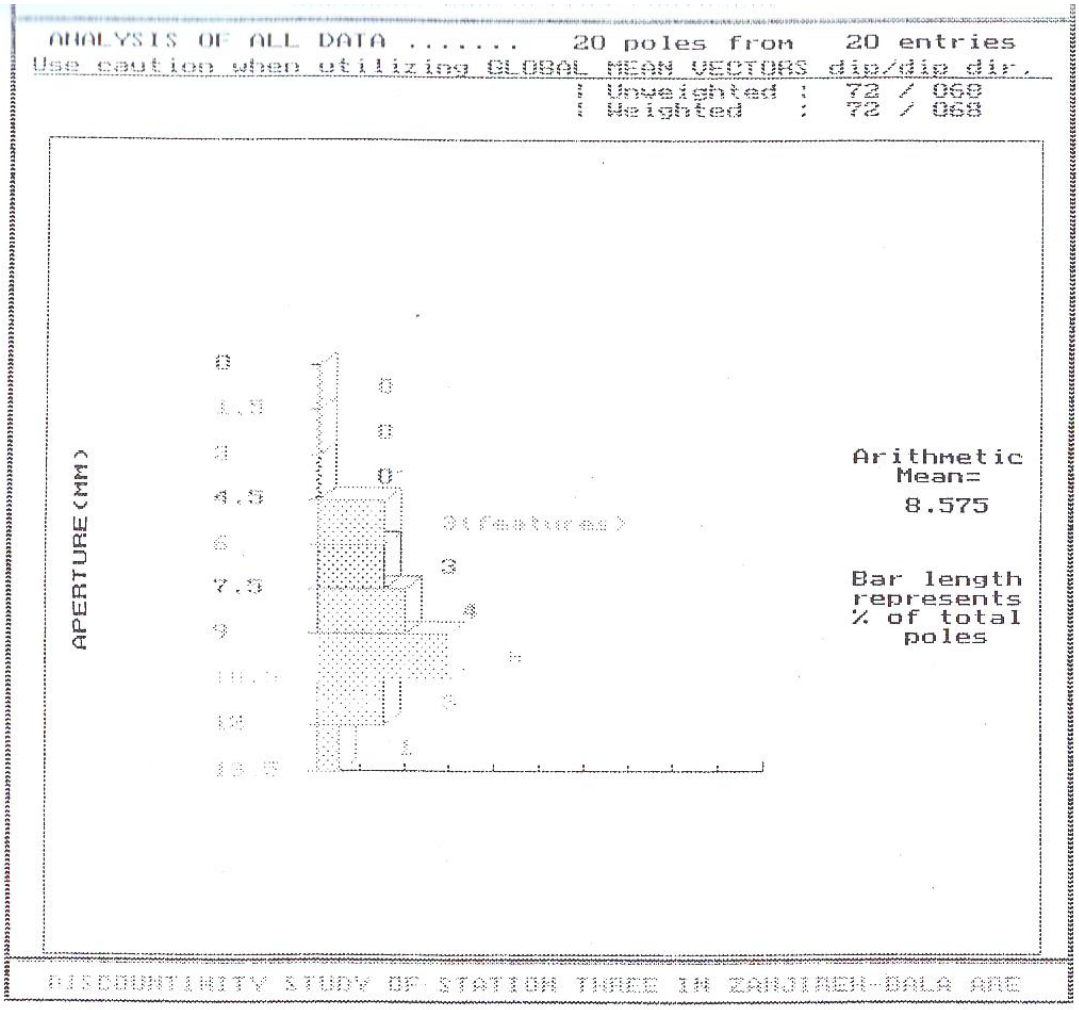


Diagram No . 47

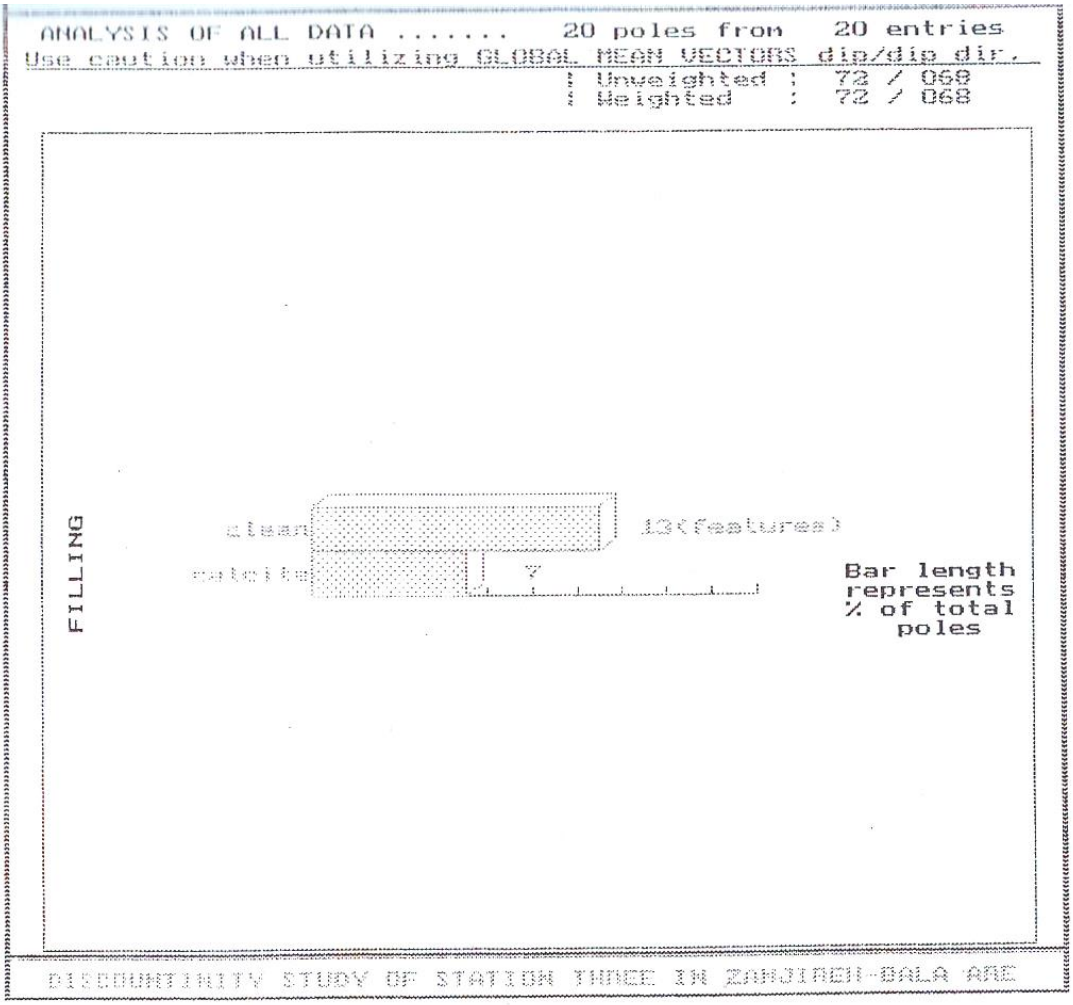


Diagram No . 48

5- وضعيت آب زيرزميني

در ناحيه سه منطقه زنجيره بالا وضعيت از نظر وجود آب زير زميني و ميزان رطوبت متفاوت با نواحي قبلي است. اين ناحيه در دامنه آبراهه قرار گرفته است و آب روستاي زنجيره بالا از طريق

چشمه‌هاي همين آبراهه تأمين مي‌شود. اين ناحيه از نظر وضعيت آب زيرزميني از نوع تر Wet تشخيص داده شد. امتياز اين بخش R5=7 تعيين مي‌شود.

6- جهت و مقدار شيب درزه‌ها

با توجه به اين كه ناحيه در روي شيب توپوگرافي نسبتاً تندي قرار گرفته است، اين پارامترها در تعيين نهايي نمره‌بندي RMR اهميت خاصي مي‌يابد. نمودارهاي شماره 50 و 51 توزيع آماري جهت شيب‌ها و مقادير شيب اندازه‌گيري شده را نشان مي‌دهد. بنا به اين نمودارها حدود 60% از درزه‌ها داراي شيبي بين 76/5 تا 85 درصد هستند. بيش از 30% درزه‌ها شيبشان از 68 درجه بيشتر است.

بر پايه همين داده‌ها نمودارهاي پراكندگي قطب‌هاي صفحات ناپيوستگي ترسيم شد كه در نمودار شماره 52 ارائه شده است. به همين منوال در نمودار شماره 53 نمودار خطوط تراز به همراه صفحات اصلي و دامنه و لايه‌بندي نشان داده شده است.

با در نظر گرفتن كليه نتايج و موارد بالا و همچنين با توجه به شيب و جهت شيب دامنه و لايه‌بندي طبقات، وضعيت توده سنگ از نظر جهت و مقدار شيب درزه‌ها با 5 امتياز منفي در رده مطلوب Favourable قرار مي‌گيرد. درباره اين موضوع در مبحث مربوط به پايداري شيب نيز صحبت خواهد شد.

نهايتاً نمره‌بندي نهايي طبقه‌بندي RMR براي اين توده سنگ موجود در ناحيه سه منطقه زنجيره بالا Rm=42 خواهد بود. مطابق جدول توده سنگ ناحيه سه منطقه زنجيره بالا از رده III به مفهوم سنگ مناسب Fair Rock مي‌باشد. پارامترهاي مهندسي اين توده سنگ به صورت زير قابل تخمين است.

$C = 2.03\ kg/cm^2$ $\phi = 25^o$ Degrees

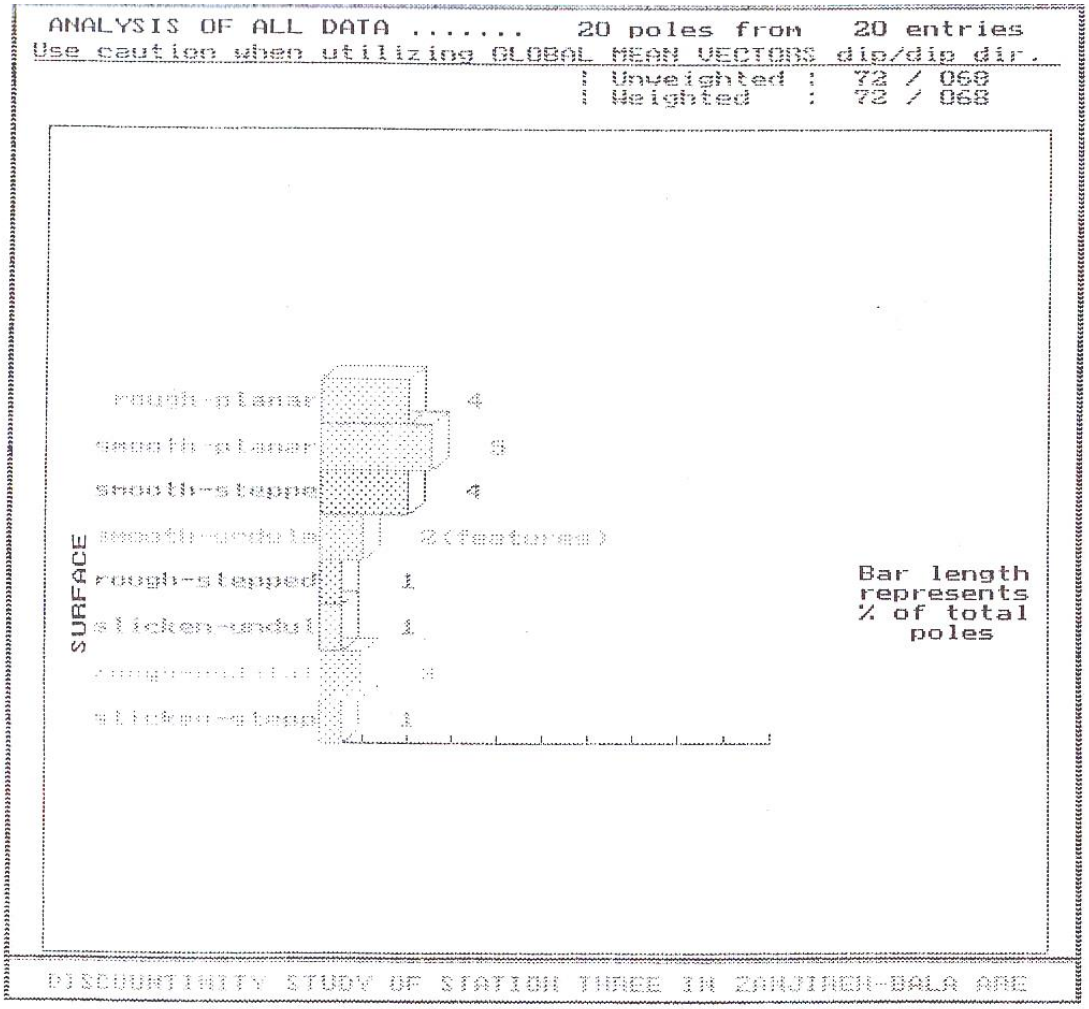


Diagram No . 49

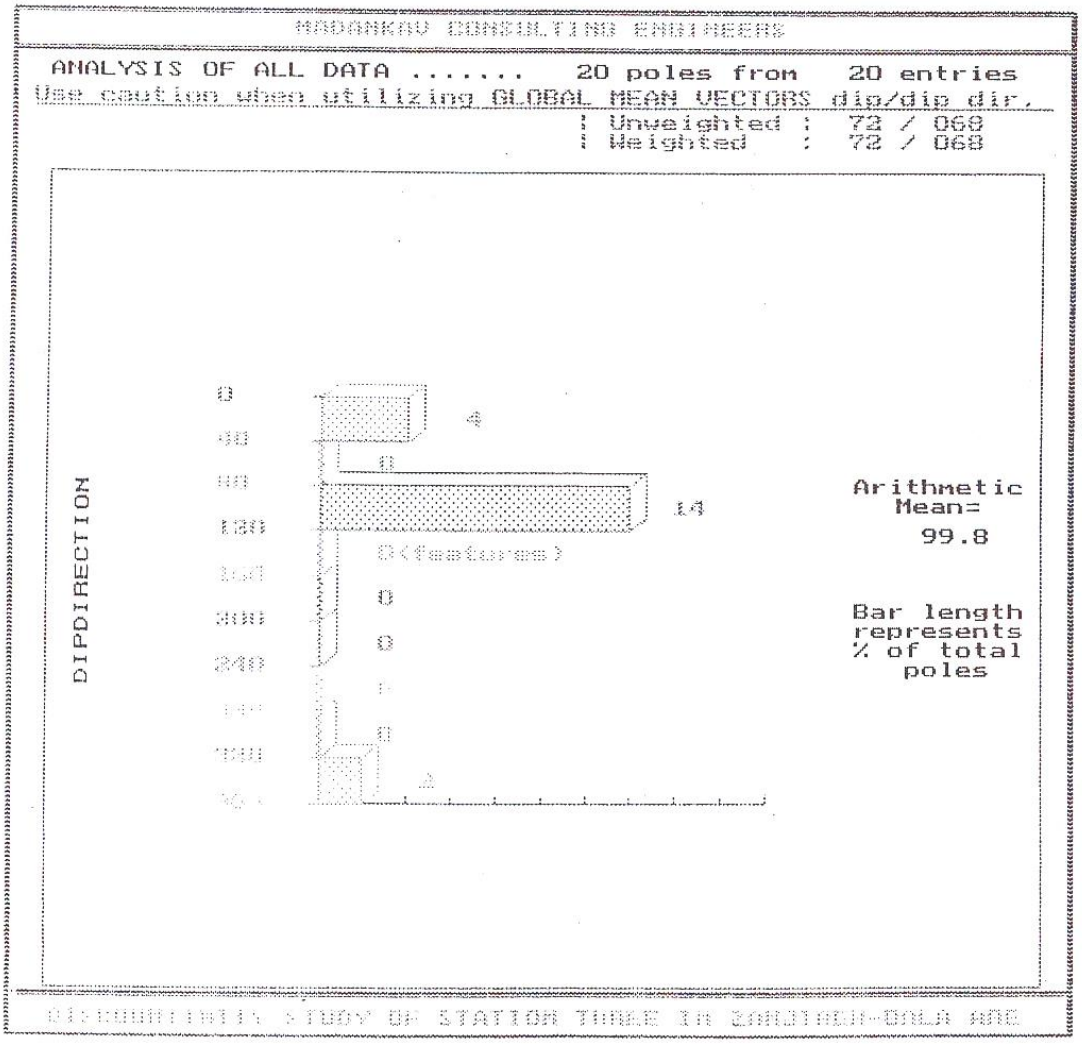


Diagram No . 50

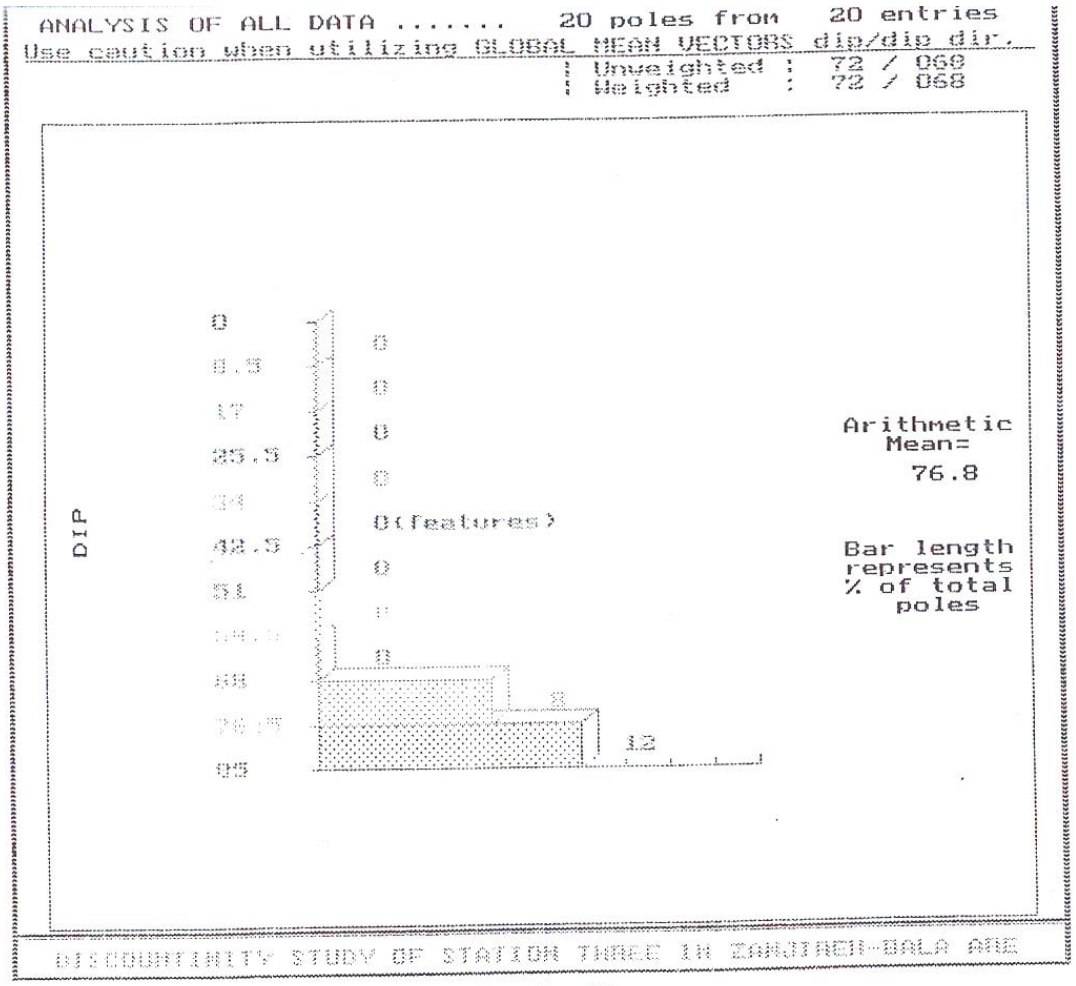


Diagram No . 51

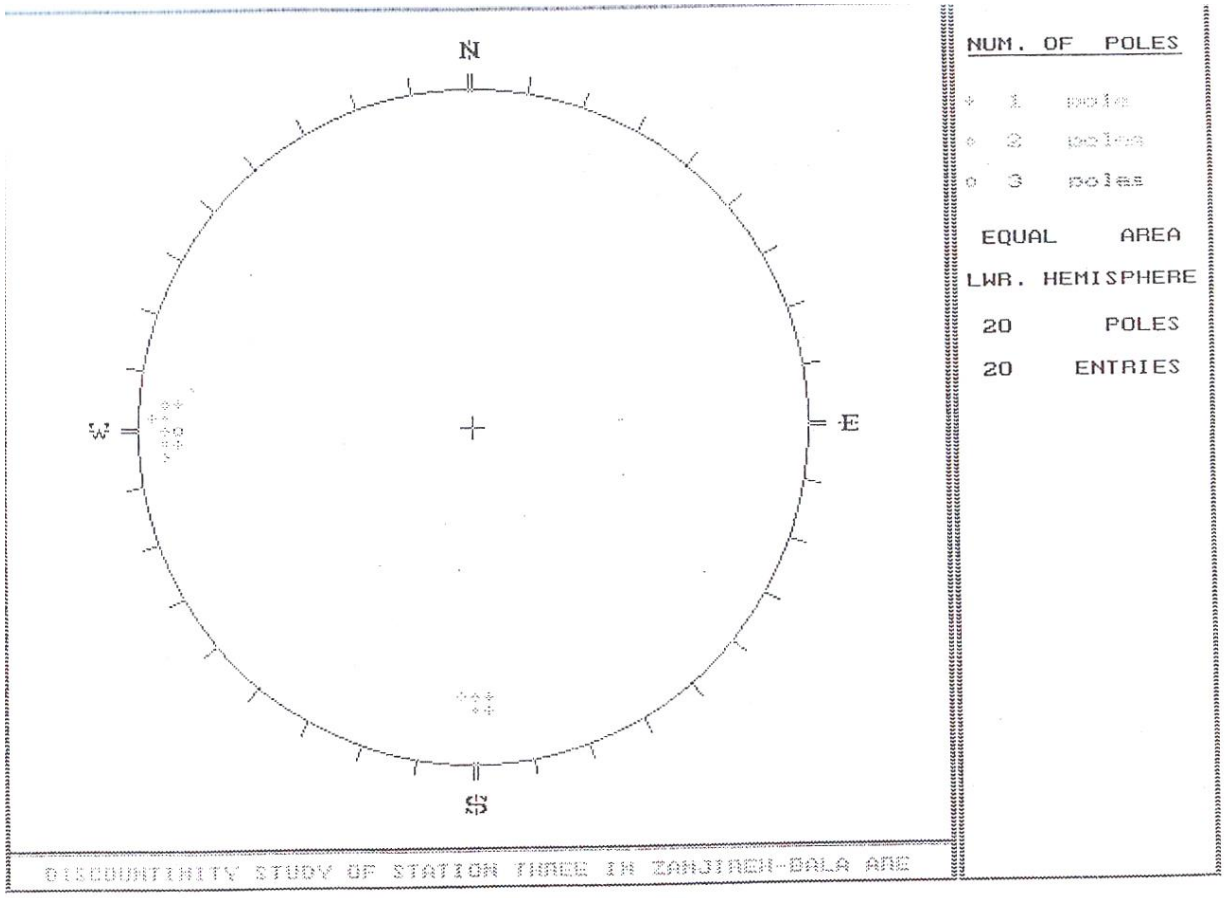


Diagram No . 52

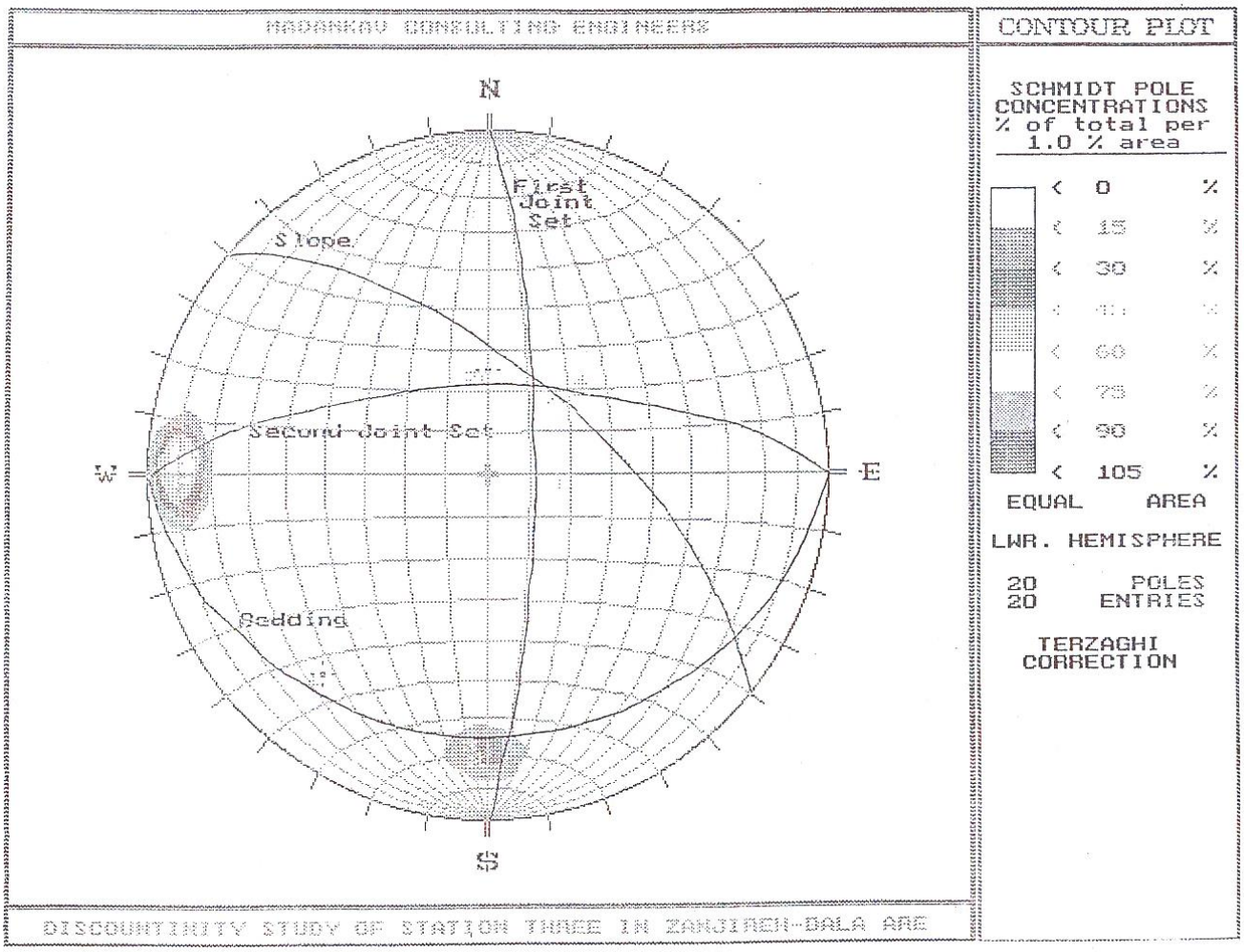


Diagram No. 53

پارامتر بلوک‌دهي توده سنگ در اين ناحيه با توجه به فاصله‌داري درزه‌ها و ساير خصوصيات آنها حدود 65% برآورد مي‌گردد. ابعاد بلوک‌ها توسط ناپيوستگي‌ها كنترل مي‌شود. طول بلوک‌ها به دليل تداوم كمتر درزه نسبت به طول بلوک در نواحي قبلي كمتر و در حد 0/5 تا يک متر است. عرض بلوک‌ها توسط فاصله‌داري درزه‌ها كنترل مي‌شود كه در اين ناحيه حدود 0/5 متر در نظر گرفته

مي‌شود. ارتفاع يا بعد سوم بلوک‌ها توسط لايه‌بندي كنترل مي‌شود. بهر حال اين ناحيه داراي استعداد ايجاد بلوک‌هايي با طول 0/5 تا يک متر و عرض 0/3 تا 0/5 متر و ارتفاع 0/5 تا 0/7 متر مي‌باشد. حجم باطله‌برداري براي رسيدن به سطح مناسب ايجاد سينه كار و همچنين حجم خاک و خرده سنگ موجود در توده سنگ 10% حجم كل توده سنگ تخمين زده مي‌شود.

بلوک‌هاي ايجاد شده در ناحيه سه منطقه زنجيره بالا در عكس شماره 77 مشهود است. از ديگر عوامل مهم براي بررسي امكان بهره‌برداري از اين توه سنگ بررسي پتانسيل انواع ناپايداري‌هاي شيبي محتمل است.

براساس نمودار خطوط تراز ارائه شده براي ناحيه سه منطقه زنجيره بالا، در اين محدوده مطالعاتي دو دسته درزه به عنوان ناپيوستگي اصلي وجود دارند. لايه‌بندي نيز به عنوان يک ناپيوستگي فرعي مشاهده مي‌شود. دسته درزه اصلي داراي جهت شيب 90 درجه و مقدار شيب 79 درجه مي‌باشد. دسته درزه دوم داراي جهت شيب صفر درجه و مقدار شيب 70 درجه است. ناپيوستگي سوم همان لايه‌بندي است كه جهت شيب آن 180 درجه و مقدار شيبش 25 درجه مي‌باشد.

به طور كلي اين محدوه مطالعاتي بر روي دامنه‌اي كه به سمت شمال شرقي به ميزان 65 درجه شيب دارد قرار گرفته است.

First Joint set and Fault (Dip/Dip direction): 79º/90º

Second Joint set and Fault (Dip/Dip direction): 70/0

Bedding (Dip/Dip direction): 25º/180º

Slope (Dip/Dip direction): 65º/40º

همچنين با بررسي اين نمودارها و با استفاده از روش‌هاي هندسي استريوگرافي مشخصات خطوط حاصل از تقاطع صفحات ناپيوستگي مشخص شد.

Line of intersection between 1 and 2 (Trend/Plunge): 28º/66º

Line of intersection between 1 and bedding (Trend/Plunge): 160º/62º

اينک مي‌توان شرايط ايجاد ناپايداري شيبي را كه در مقدمه بخش توضيح داده شد، در مورد اين ناحيه مورد بررسي قرار داد :

- مقدار شيب دامنه از مقدار شيب هر دو دسته درزه كمتر است. بنابراين امكان لغزش صفحه‌اي ناشي از اين دو دسته ناپيوستگي وجود ندارد.
- جهت شيب هر دو دسته درزه بيش از $20^{o}\pm$ با جهت شيب دامنه اختلاف دارد كه خود اين امر امكان لغزش صفحه‌اي را باز هم پايين‌تر مي‌آورد.

- شيب لايه‌بندي از شيب دامنه كمتر است ولي با توجه به اين كه جهت شيب لايه‌بندي تقريباً عكس جهت شيب توپوگرافي دامنه است امكان لغزش صفحه‌اي ناشي از اين ناپيوستگي نيز وجود ندارد.
- مقدار شيب خطوط حاصل از تقاطع ناپيوستگي‌ها در حد شيب دامنه است. ولي فقط جهت شيب خط حاصل از تقاطع دسته درزه اول و دوم است كه داراي راستايي با $20^{o}\pm$ اختلاف با راستاي شيب دامنه است. به همين دليل امكان لغزش گوه‌اي ناشي از عملكرد دو دسته درزه وجود دارد. با توجه به اين كه ميزان اصطكاك داخلي توده سنگ 25 درجه تخمين زده شده است و شيب خط حاصل از تقاطع ناپيوستگي‌ها نيز در همين حد مي‌باشد، مي‌توان گفت كه اين دامنه از لحاظ لغزش گوه‌اي در حالت تعادل حدي قرار دارد.
- با توجه به جميع موارد همچون جهت شيب و مقدار شيب ناپيوستگي‌هايي كه جهت شيبي متفاوت با جهت شيب دامنه دارند به اين نتيجه مي‌رسيم كه امكان ناپايداري شيبي از نوع Topple نامحتمل است.

در نهايت مي‌توان گفت كه در شرايط طبيعي و فعلي دامنه موجود در ناحيه سه زنجيره بالا پايداري نسبي دارد. بدين ترتيب كه در مقابل لغزش و واژگوني پايدار است ولي از نظر لغزش گوه‌اي در حالت تعادل حدي قرار دارد. عكس شماره 77 اين دامنه را نشان مي‌دهد.

مسلماً در صورتي كه اين محدوده به عنوان معدن مورد بهره‌برداري احتمالي قرار گيرد با عمليات معدنكاري و ايجاد شيب تندتر بر روي پله‌ها و سينه كارها پتانسيل ناپايداري خصوصاً از نوع گوه‌اي و واژگوني افزايش خواهد يافت. پس از انجام مطالعات دقيق مكانيک سنگ و طراحي معدن و پله‌ها قبل از انجام هر گونه عمليات معدنكاري احتمال ضروري مي‌باشد.

عكس شماره 77 : بلوک‌هاي ايجاد شده در ناحيه سه منطقه زنجيره بالا، اين دامنه در شرايط طبيعي پايدار است ولي در برابر لغزش گوه‌اي در حالت تعادل جدي است. (ديد به سمت جنوب غرب)

ذخيره زمين‌شناسي (احتمالي) توده معدني ناحيه شماره سه منطقه زنجيره عليا با توجه به برداشت صحرايي و مشخص‌هاي فيزيکي سنگ‌هاي اين ناحيه به صورت ذيل تعيين مي‌گردد :

(m.) 180 = L = گسترش طولي توده معدني (برداشت صحرايي)

(m.) 150 = W = گسترش عرضي توده معدني (برداشت صحرايي)

(m.) 40 = H = عمق توده معدني (احتمالي)

(Deg.) 65^{o} = α = شيب توپوگرافي ناحيه (برداشت صحرايي)

%65 = درصد کوپ‌دهي (برداشت صحرايي و پردازش اطلاعات)

%15 = درصد باطله (برداشت صحرايي)

(Ton/m^3) 2.74 = G = وزن مخصوص توده معدني (آزمايشگاهي)

(m^2.) = S = سطح مقطع توده معدني (محاسباتي)

(m^3.) = V = حجم توده معدني (محاسباتي)

(ton) = M = جرم توده معدني (محاسباتي)

$S = ((H ((H/Tg\alpha) \times 0.5)) + ((W - (H/tg\alpha)) \times H) = 5626\ m^2$

$V = S \times L = 5626 \times 180 = 1012680$

$M = V \times G = 1012680 \times 2.7 = 2774748\ Ton$

ذخيره احتمالي توده معدني ضريب = M × ضريب بهره‌دهي = 2774745 × 0.5 = 138731 Ton
بهره‌دهي با توجه به ميزان درصد كوپ‌دهي و باطله تعيين مي‌گردد.

ج) محدوده پشت گرمه

همانطوري كه قبلاً گفته شد، در محدوده پشت گرمه سنگ‌هاي آهكي مربوط به بخش مياني- بالايي سازند آسماري با سن ميوسن زيرين رخنمون دارند. در اين محدوده دو ناحيه جهت بهره‌برداري سنگ نما مستعد تشخيص داده شده است كه در زير به بررسي اين نواحي خواهيم پرداخت :

ج-1) محدوده شماره چهار منطقه پشت گرمه

اين ناحيه در جنوب منطقه پشت گرمه و در سمت شرقي دره اصلي واقع شده است. اين ناحيه در كنار جاده آسفالته اصلي (فاصله از جاده در حدود 20 متر) قرار گرفته و از اين لحاظ دسترسي به آن سهولت انجام مي‌پذيرد. محل اين ناحيه بر روي نقشه زمين‌شناسي پيوستي منعكس مي‌باشد.
همانطوري كه در بخش بررسي پتروگرافي سنگ‌هاي محدوده پشت گرمه اشاره شد، سنگ‌هاي آهكي ناحيه شماره 4 اين محدوده از لحاظ ماكروسكوپي به رنگ خاكستري- كرم، بسيار ريز دانه، داراي شكست صدفي، سخت و متراكم و شكننده، داراي نقاط و رگچه‌هاي سفيد رنگ مي‌باشد. اين سنگ با اسيد كلريدريک رقيق مي‌جوشد و با ماده آليزارين قرمز مي‌شود (حاوي كلسيت).
همانطوري كه در بخش سوم (زمين‌شناسي ساختماني و تكتونيک منطقه) گفته شد در اين ناحيه عملكرد گسل به موازات لايه بندي باعث دگرگوني كاتاكلاستيک در سنگ‌هاي مجاور شده است. اين امر سبب گشته سنگ‌هاي اين ناحيه متراكم، شكننده و سخت شوند.
طي بررسي‌هاي ميكروسكوپي نيز مشخص گرديد اين سنگ‌ها از كربنات كلسيم به صورت كلسيت تشكيل شده‌اند كه داراي بافت ميكروكريستالين و ميكرايتي و مچوريتي بافتي ايمچور به طرف ساب مچور هستند. اجزا آلوكم به صورت قطعات فسيلي در بخش ارتوكم ميكروكريستالين و ميكرايتي قرار گرفته‌اند. نام اين سنگ‌ها با توجه به طبقه‌بندي فولک، آهم ريزدانه ميكرايتي به طرف ميكرواسپارايت (حاوي كمي فسيل) در نظر گرفته شده است.
با عنايت به آزمايش‌هاي فيزيكي- مكانيكي انجام يافته بر روي بلوک‌هاي اخذ شده از رخنمون‌هاي سنگي ناحيه چهار منطقه پشت گرمه كه نتايج كلي آن به پيوست گزارش آمده است. مشخصه‌هاي فيزيكي و مكانيكي سنگ‌هاي آهكي اين ناحيه به شرح ذيل مي‌باشند :

شماره نمونه	PB-1
وزن مخصوص حقيقي نمونه در حالت خشک	2.726 gr/cm^3
وزن مخصوص حقيقي نمونه در حالت اشباع و سطح خشک شده (SSD)	2.734 gr/cm^3

وزن مخصوص ظاهري نمونه	2.75 gr/cm^3
درصد جذب آب نمونه	0.32%
درصد تخلخل نمونه	0.8%
مقاومت فشاري نمونه در حالت خشک	910 kg/cm^2
مقاومت فشاري نمونه در حالت اشباع	901 kg/cm^2
مدول الاستيسيته نمونه (مدول يانگ) در حالت خشک	113750 kg/cm^2
مدول الاستيسيته نمونه (مدول يانگ) در حالت اشباع	112500 kg/cm^2
نسبت پواسون در حالت خشک	0.27
درصد افت سايش (لوس آنجلس)	27.4%
درصد افت در مقابل محلول‌هاي شيمياي (سولفات سديم)، ساندنس	0.07%

با مقايسه پارامترهاي فيزيکي- مکانيکي نمونه فوق و استاندارد فيزيکي- مکانيکي مطلوب جهت سنگ‌هاي آهکي از نوع مرمريت طبق ASTM (C568-89) که قبلاً ذکر گرديده مي‌توان چنين نتيجه‌گيري نمود :

- با توجه به چگالي نمونه اخذ شده از ناحيه شماره چهار پشت گرمه (2/726 gr/cm^3)، اين سنگ‌ها در گروه سنگ‌هاي آهکي با چگالي زياد رده بندي مي‌شوند.
- استاندارد مطلوب سنگ‌ها در مورد وزن مخصوص نمونه حداقل (2/56 gr/cm^3)، اين سنگ‌ها در گروه سنگ‌هاي آهکي با چگالي زياد رده‌بندي مي‌شوند.
- استاندارد مطلوب سنگ‌ها در مورد وزن مخصوص نمونه حداقل 2/56 gr/cm^3 گرم بر سانتي‌متر مکعب ارائه گرديده است. ميزان اين پارامتر براي نمونه اخذ شده از اين ناحيه 2/726 gr/cm^3 گرم بر سانتي‌متر مکعب تعيين شده که از حد استاندارد مطلوب‌تر است.
- استاندارد مطلوب سنگ‌هاي آهکي از نوع مرمريت با چگالي زياد در خصوص تنش فشاري، حداقل 55MPa مگاپاسکال معادل 561 kg/cm^2 کيلوگرم بر سانتي‌متر مربع بوده و اين پارامتر براي نمونه اخذ شده از ناحيه چهار محدوده پشت گرمه حداقل 901 kg/cm^2 کيلوگرم بر سانتي‌متر مربع (در حالت اشباع) تعيين گرديده که از حد استاندارد مطلوبتر است.
- تجربه نشان داده است که ميزان تنش کششي سنگ‌ها 0/1 تا 0/125 تنش فشاري آنهاست لذا تنش کششي نمونه ناحيه شماره چهار پشت گرمه حداقل برابر 90 kg/cm^2 کيلوگرم بر سانتي‌متر مربع مي‌باشد. لذا اين ميزان نسبت به حد استاندارد (6/9 MPa مگاپاسکال معادل 70/4 kg/cm^2 کيلوگرم بر سانتي‌متر مربع) مطلوبتر مي‌باشد.

- درصد افت در مقابل محلول‌هاي شيميايي (ساندنس) نمونه اخذ شده از ناحيه فوق، خيلي كم بوده (0/07 درصد) و در حد مطلوب بوده و درصد افت سايش (لوس آنجلس) اين نمونه تقريباً در حد متوسط مي‌باشد.

با توجه به نتايج آزمايش‌هاي فيزيكي- مكانيكي مي‌توان گفت كه سنگ‌هاي آهكي ناحيه چهار منطقه پشت گرمه از لحاظ مشخصه‌هاي فيزيكي- مكانيكي در وضعيت مطلوب مي‌باشند.

با عنايت به آزمايش‌هاي شيميايي انجام يافته بر روي نمونه‌هاي اخذ شده از رخنمون‌هاي سنگي ناحيه چهار پشت گرمه كه نتايج كلي آن به پيوست گزارش آمده است. مشخصه‌هاي شيميايي نمونه مربوط به اين ناحيه به شرح زير مي‌باشند :

SiO_2 = %2.29, Al_2O_3 < %0.008, Fe_2O_3 = %0.10, CaO = %52.18, MgO = %1.30, K_2O = %0.03, Na_2O = %0.45, TiO_2 = %0.19, L.O.I = %42.43

با در نظر گرفتن نتايج آزمايش‌هاي شيميايي ارائه شده در بالا مي‌توان چنين نتيجه گيري كرد كه نمونه اخذ شده از ناحيه چهار محدوده پشت گرمه در شرايط مناسب از لحاظ مشخصه‌هاي شيميايي مي‌باشد.

در محدوده شماره چهار منطقه پشت گرمه مطالعات درزه نگاري و مكانيک سنگ انجام شد. در اين مطالعات طبقه‌بندي مهندسي توده سنگ ناحيه مربوطه انجام پذيرفت. بدين منظور خطوط برداشت درزه مناسبي در بلوک‌هاي ساختاري مختلف ناحيه انتخاب شد. اين خطوط غالباً به موازات ترانشه‌ها و ديواره‌هاي طبيعي موجود در ناحيه انتخاب گرديد. در طول اين پيمايش‌ها عمليات برداشت درزه Joint Surveying انجام شد. كليه اطلاعات مربوط به درزه‌ها گردآوري شد و شيب دامنه آنها به وسيله كمپاس اندازه‌گيري شود. از انواع سنگ‌هاي موجود در منطقه جهت انجام آزمايش‌هاي مكانيكي سنگ نمونه‌برداري به عمل آمد. به هنگام انجام عمليات نمونه‌گيري وضعيت فضايي قطعه سنگ مشخص شد و علامت‌گذاري و يادداشت گرديد.

در آزمايشگاه نيز نمونه‌ها با توجه به وضعيت شان در سايت مورد آزمايش‌هاي فيزيكي و مكانيكي قرار گرفتند. سپس با توجه به داده‌هاي موجود (براساس جدول طبقه‌بندي) ژئومكانيكي توده سنگ به روش RMR طبقه‌بندي مهندسي توده سنگ انجام شد.

1- مقاومت تک محوري

مقدار اين پارامتر در نمونه‌هاي سيلندري اخذ شد و تهيه شده از سنگ‌هاي اين ناحيه 915 kg/cm^2 در حالت خشک و 901 kg/cm^2 در حالت اشباع اندازه‌گيري شده است. ميزان امتياز تعلق گرفته به توده سنگ از اين بخش R1=7 تعيين شد.

2- فاصله داري درزه‌ها

براساس تجزيه و تحليل آماري پارامتر Spacing در ناحيه چهار منطقه پشت گرنه هيستوگرامي تهيه شد كه در نمودار شماره 54 ارائه شده است. با بررسي اين هيستوگرام مشخص مي‌شود كه حدود 45% مقادير اندازه‌گيري شده بين 49 تا 56 سانتي‌متر قرار دارند. طبق جدول امتياز اين بخش R2=10 برآورد مي‌گردد.

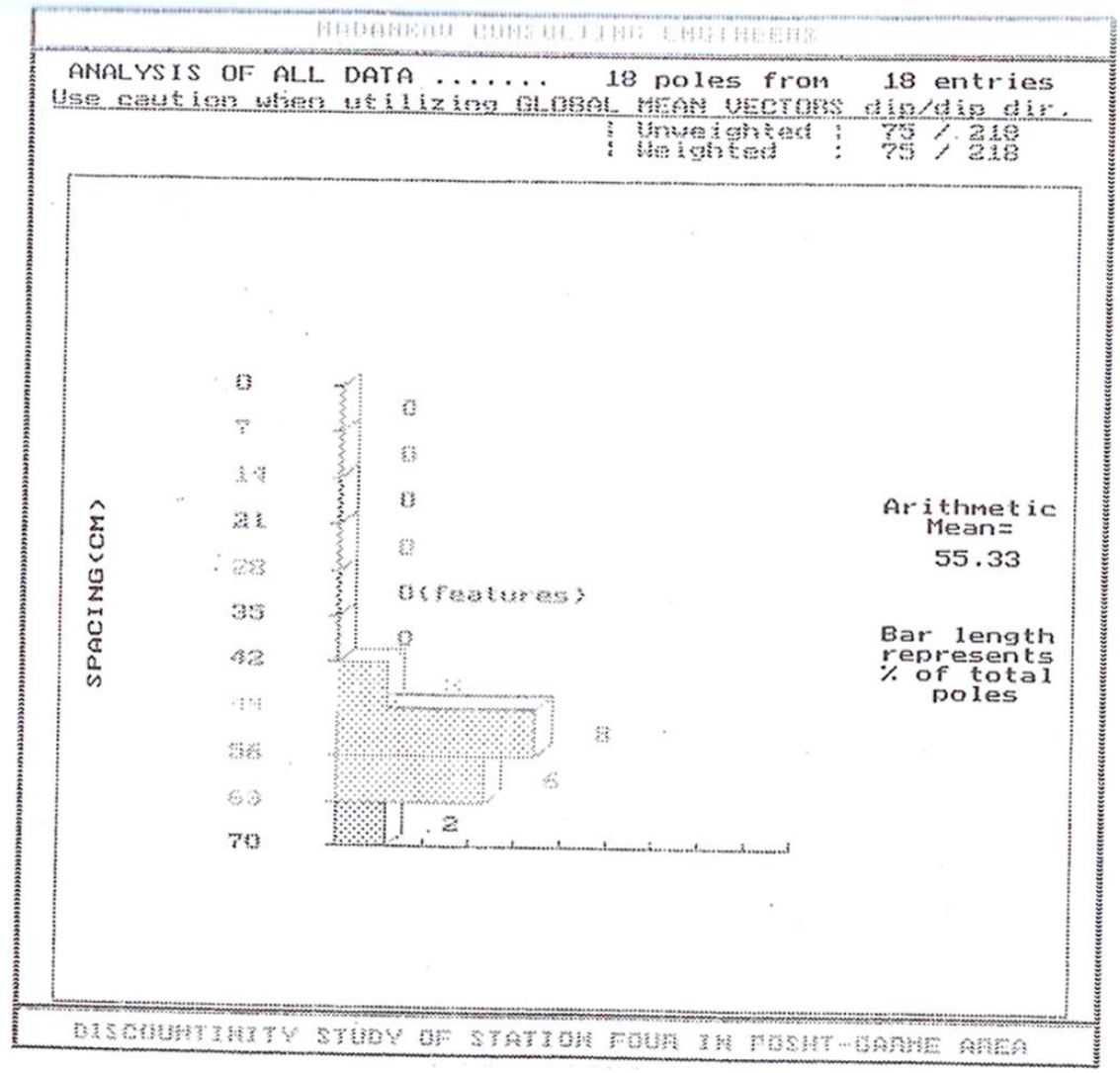


Diagram No.54

3- شاخص كيفيت مغزه‌گيري RQD

در مطالعات صحرايي پارامتر λ كه تعداد درزه‌ها در يک متر است نيز اندازه‌گيري شد. با استفاده از اين پارامتر و بر پايه فرمول Priest در اين ناحيه مقدار RQD=%75 تعيين شد. توده سنگ اين ناحيه تا حدي حالت كارستي Karestic دارد كه مي‌تواند باعث كاهش در حد 10% در مقدار RQD بشود. بنابراين بهتر است مقدار RQD=%67 در نظر گرفته شود. كه به اين ترتيب امتياز تعلق گرفته از اين بخش R3=13 خواهد بود.

4- وضعيت ناپيوستگي‌ها

نمودار شماره 55 توزيع آمار بازشدگي Aperture در اين ناحيه را نشان مي‌دهد. بر پايه اين تجزيه و تحليل آماري ميانگين حسابي اين پارامتر 11/8 ميلي‌متر محاسبه شده است. بيشترين فراواني بين مقادير 9 تا 12 ميلي‌متر است. كلاً حدود 84% درزه‌ها بين 6 تا 15 ميلي‌متر بازشدگي دارند.

در ناحيه مورد بررسي درزه‌ها داراي تداوم در رده خيلي بالا Very high Persistances هستند.

در نمودار شماره 56 شاهد توزيع آماري نوع پرشدگي مي‌باشيم. حدود 50% از درزه‌ها پرشدگي از نوع كلسيتي دارند. حدود 30% از درزه‌ها فاقد پرشدگي هستند و بقيه درزه‌ها داراي پرشدگي از نوع پودر گسل gauge دارند.

بررسي سطح درزه‌ها در نمودار شماره 57 نشان داد كه كمابيش تمام انواع سطح درزه‌ها در ناحيه مشاهده شده است. انواع Rough، Smooth و Slickenside به تناوب ديده مي‌شوند كه بيشتر از رده Planar هستند. نمودار 58 نشان مي‌دهد كه حدود 82% از ناپيوستگي‌ها درزه و بقيه گسل بوده‌اند. با توجه به جميع موارد امتياز تعلق گرفته به توده سنگ R4=0 تعيين مي‌شود.

5- وضعيت آب زيرزميني

در اين ناحيه وضعيت آب زيرزميني از رده مرطوب Damp تشخيص داده مي‌شود. امتياز اين قسمت R5=10 خواهد بود.

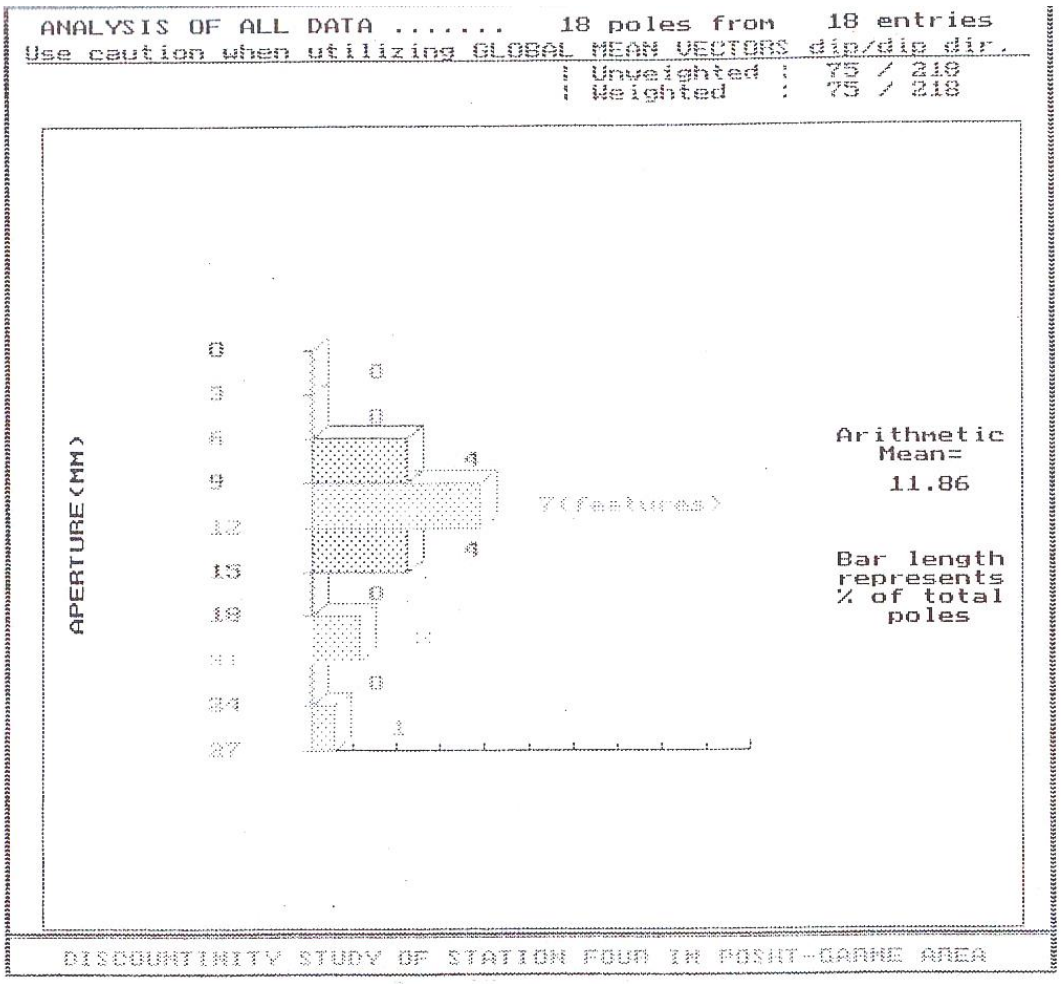


Diagram No . 55

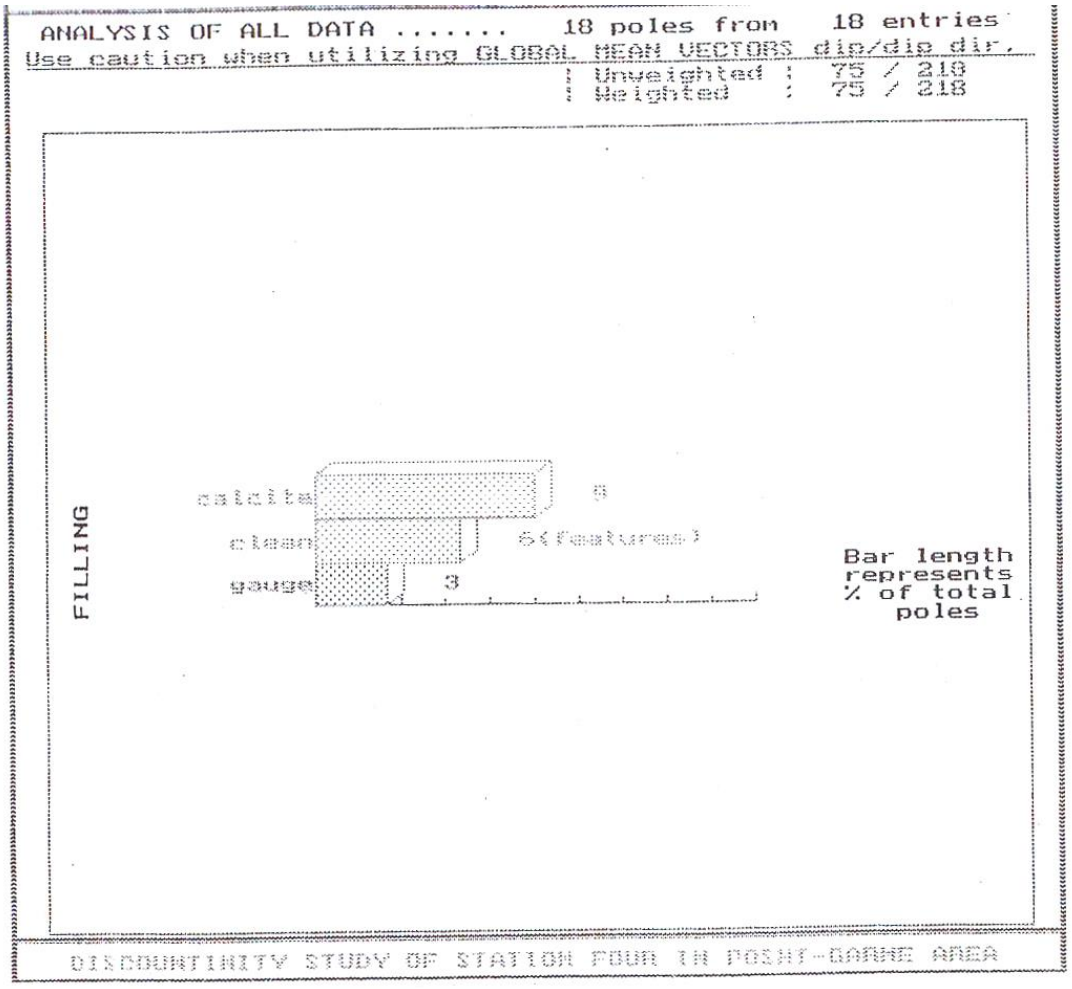


Diagram No . 56

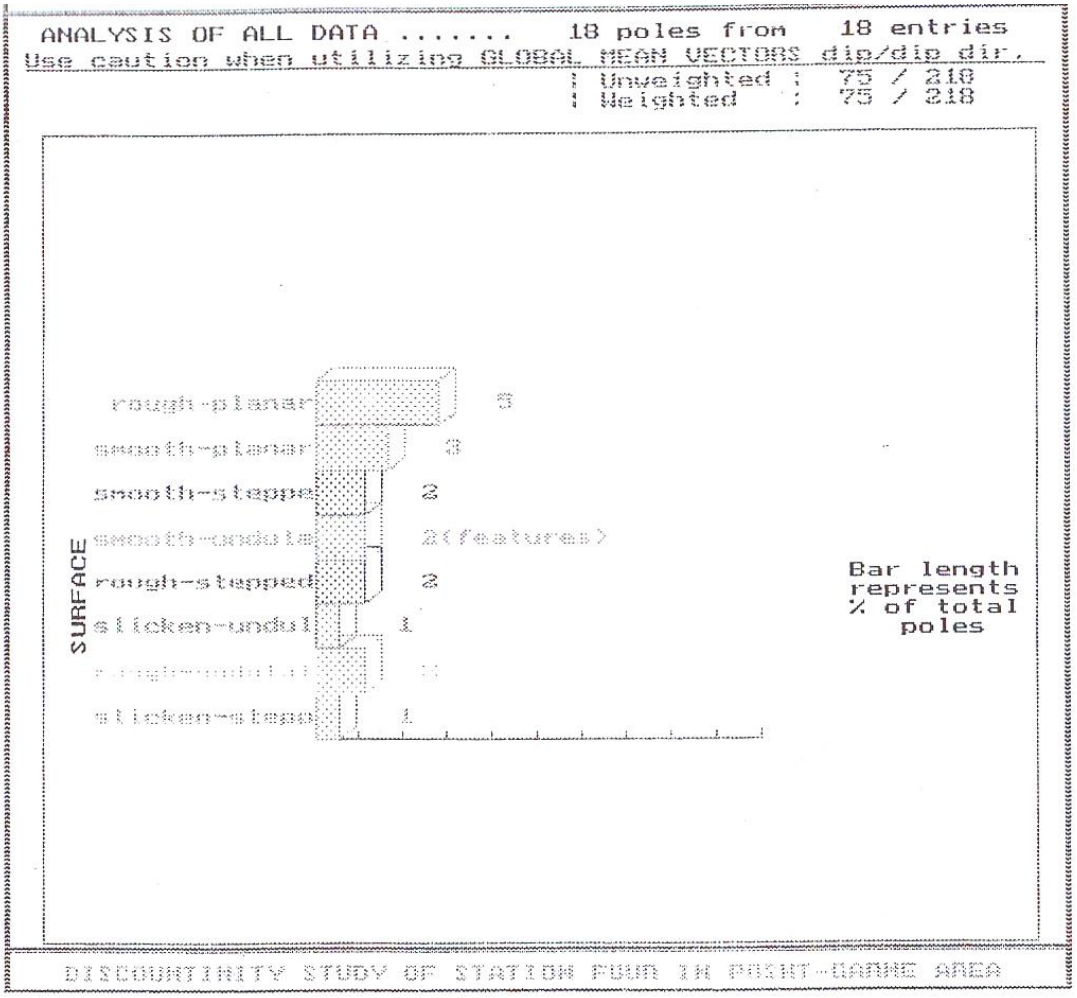


Diagram No . 57

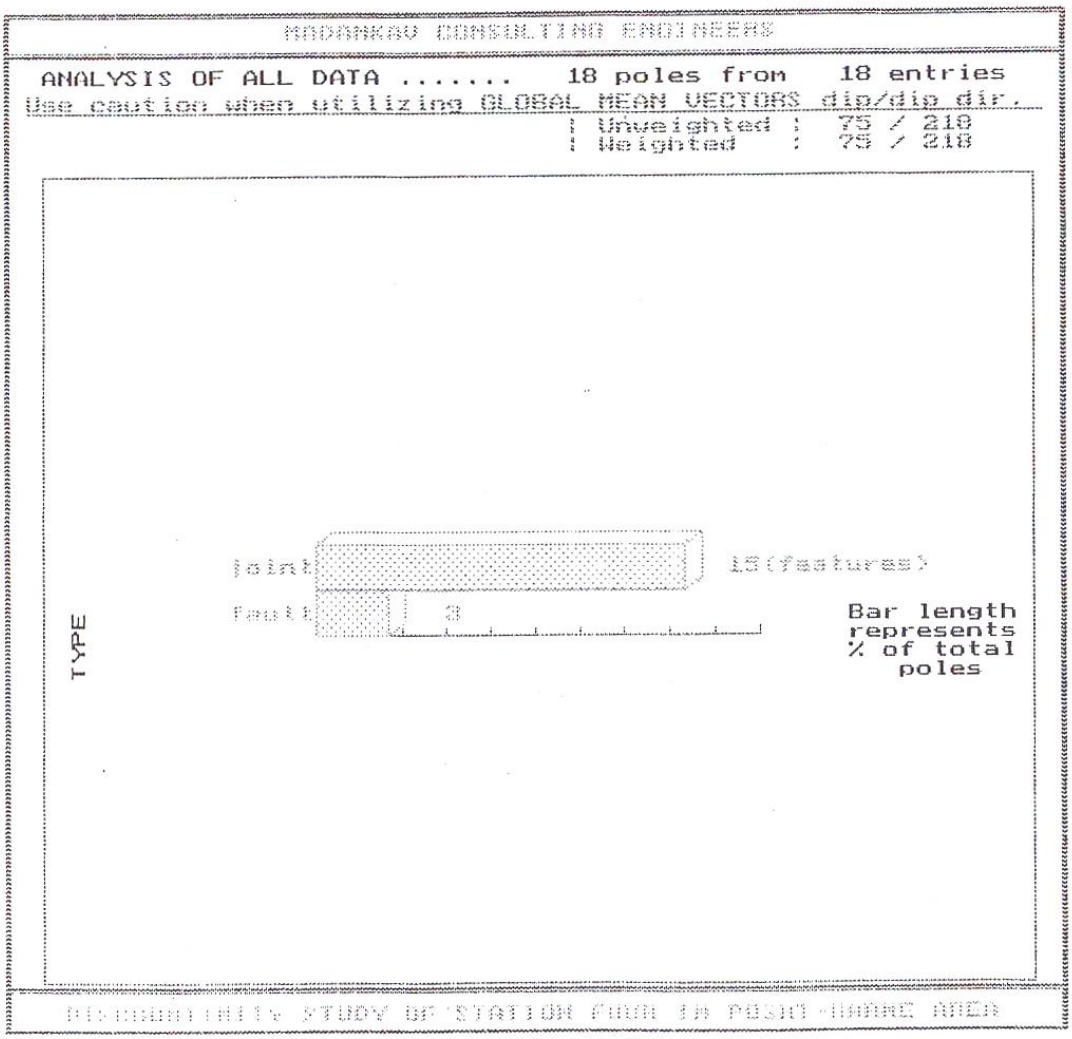


Diagram No. 58

6- جهت و مقدار شيب درزه‌ها

اين پارامتر بخصوص در پايداري شيب بسيار مؤثر است. نمودارهاي شماره 59 و 60 توزيع آماري جهت شيب‌ها و مقادير شيب اندازه‌گيري شده در ناحيه را نشان مي‌دهد. براساس اين نمودارها ميانگين

مقادير شيب 88/8 درجه است. تقريباً 100% درزه‌هاي اندازه‌گيري شده بيش از 85 درجه شيب داشته‌اند. براساس داده‌هاي موجود در اين زمينه نمودار پراكندگي قطب‌ها Plot Scatter ترسيم شد كه در نمودار شماره 61 منعكس است. نمودار خطوط تراز و صفحات اصلي ناپيوستگي در نمودار 66 آورده شده است.

با در نظر گرفتن اين نتايج و در نظر گرفتن شيب و امتداد شيب حقيقي توپوگرافي و همچنين شيب و امتداد لايه‌بندي، امتياز تعلق گرفته از اين بخش به توده سنگ ناحيه از رده متوسط Fair ارزيابي مي‌شود. (با 25 امتياز منفي). در بخش مربوط به پايداري شيب در اين باره بيشتر خواهيم گفت. با توجه به كليه موارد گفته شده نمره‌بندي نهايي طبقه‌بندي RMR براي اين توده سنگ Rm=15 خواهد بود و مطابق اين نمره‌بندي توده سنگ ناحيه چهار منطقه پشت گرمه از رده V به مفهوم سنگ بسيار ضعيف (Very poor rock) ارزيابي مي‌شود. پارامترهاي مهندسي چنين سنگي به شرح زير قابل تخمين است.

$C = 0.8\ kg/cm^2$ $\phi = 14^o$ Degrees

مسلماً بلوک‌دهي اين توده يكي از پارامترهاي مهم براي اقتصادي شدن بهره‌برداري از اين انديس است. اين پارامتر به شدت از فاصله‌داري و خصوصيات درزه‌ها تأثير مي‌پذيرد. با توجه به مشخصات و جميع موارد به نظر مي‌رسد بعد طول بلوک به وسيله عامل تداوم درزه كنترل مي‌شود كه در اين ناحيه بين 75 سانتي‌متر تا يک متر متغير باشد. عرض بلوک‌ها را فاصله‌داري درزه‌ها كنترل مي‌كند كه براساس مطالعات آماري كه قبلاً بدان اشاره شد حدود 0/5 متر است. عرض بلوک‌هاي ايجاد شده غالباً بين 0/3 متر تا 0/5 متر است. ضخامت بلوک‌ها از ضخامت لايه‌ها و ناپيوستگي‌هاي ديگر تبعيت مي‌كند. بلوک‌هاي ايجاد شده بين 0/5 متر تا 0/75 متر ضخامت دارند.

يقيناً كل حجم توده سنگ ناحيه چهار منطقه پشت گرمه به دليل وجود درزه و شكاف و حالت كارستي خاصيت ايجاد بلوک را ندارد. براساس مشاهدات صحرايي و بررسي‌هاي به عمل آمده و نتايج حاصل از مطالعات و همچنين نظر كارشناسي درصد بلوک‌دهي توده سنگ حدود 70% برآورد مي‌شود. بدين مفهوم كه 70% از حجم اين توده قابليت ايجاد بلوک به ابعاد ذكر شده در بالا را دارد. بديهي است به علت وجود حالت كارستي كه مي‌تواند در بر گيرنده حفرات در دل توده سنگ باشد، ممكن است درصدي از بخش بلوک ده نيز در عمل فاقد درصد بلوک‌دهي مورد نظر باشند.

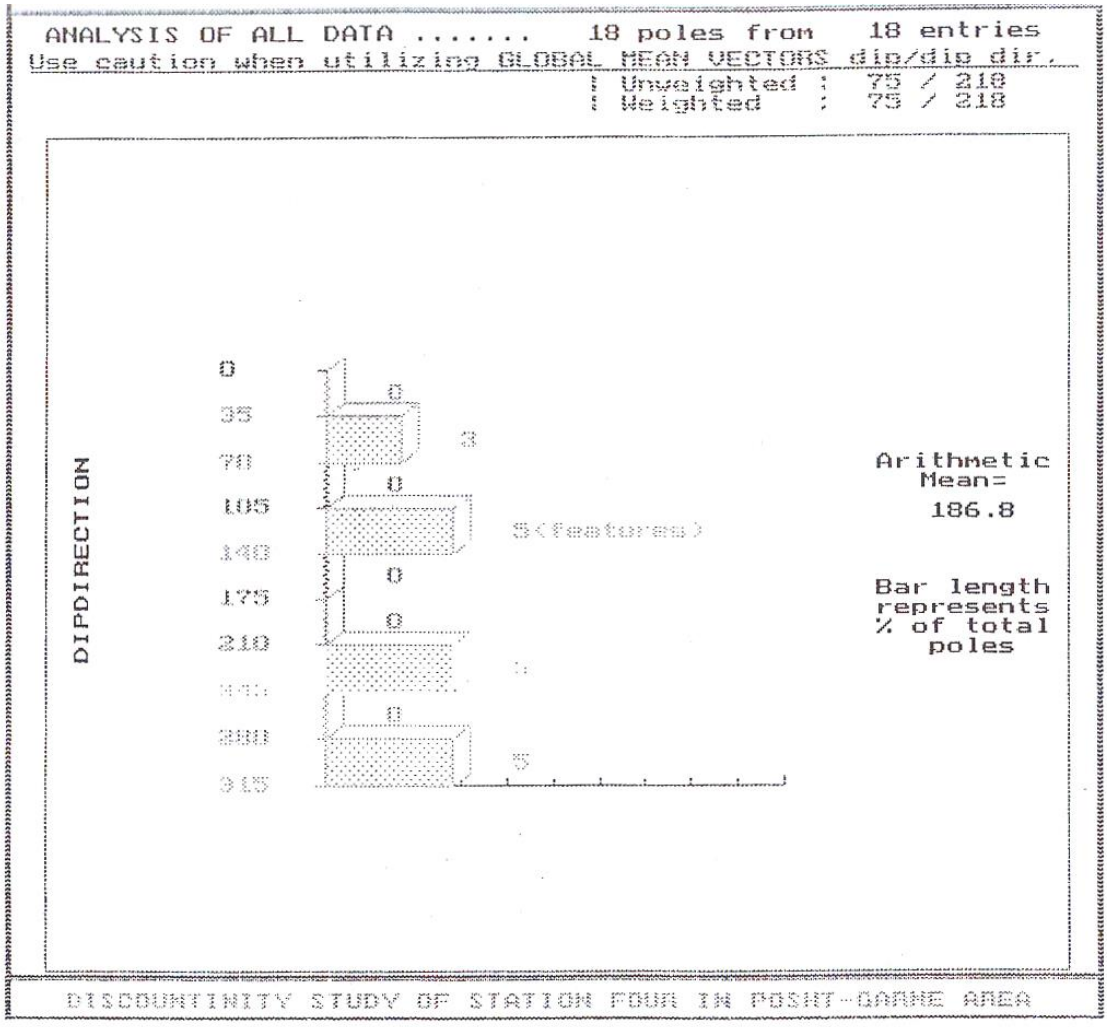


Diagram No . 59

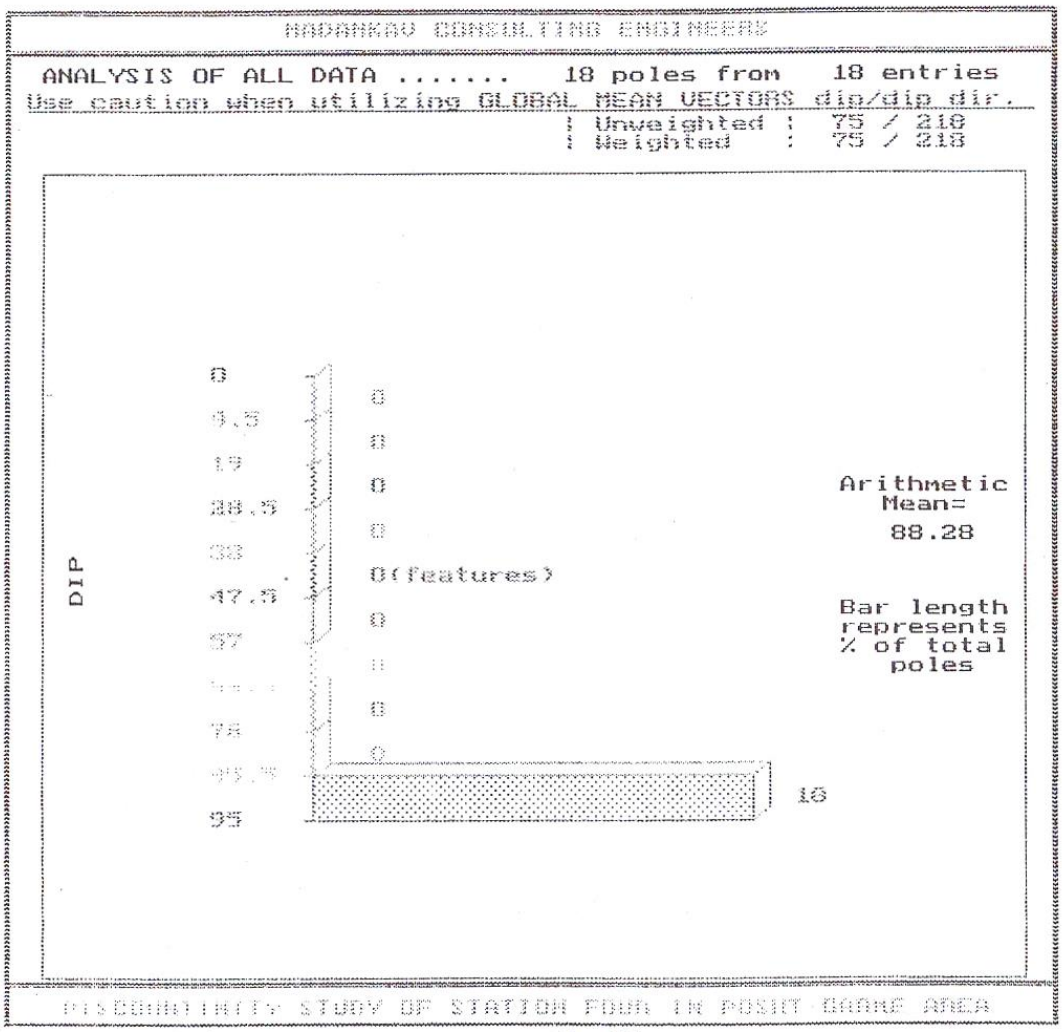


Diagram No . 60

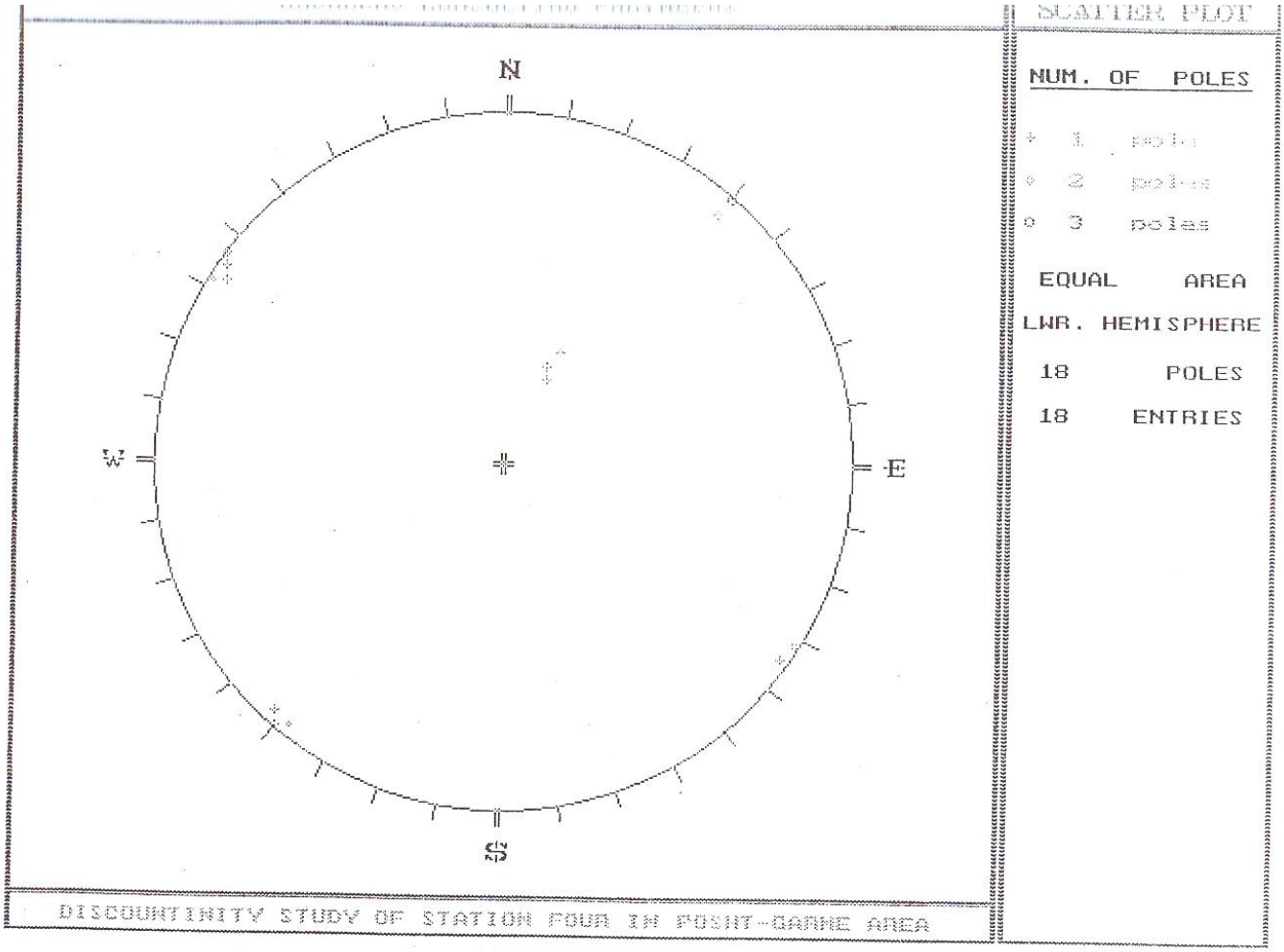


Diagram No . 61

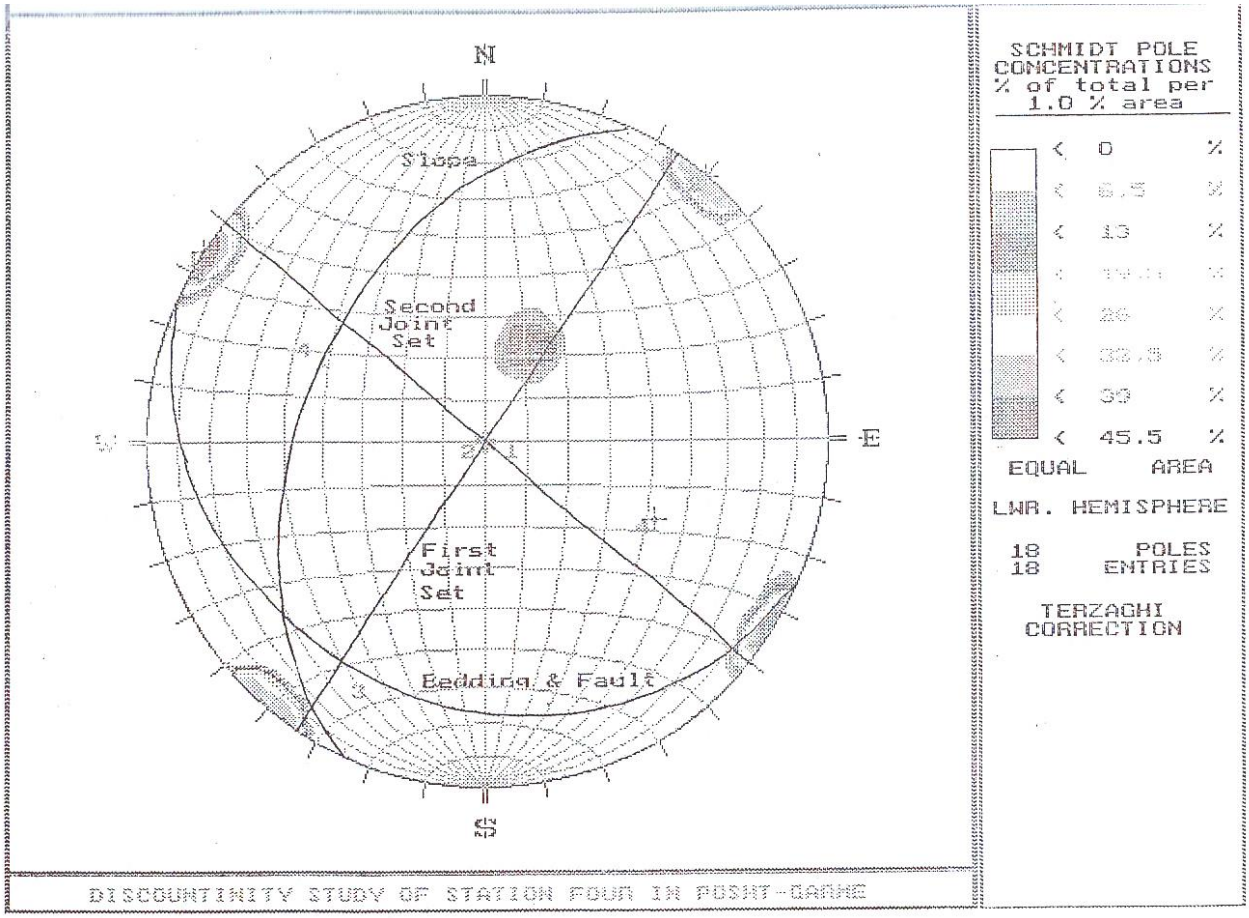


Diagram No. 62

به منظور رسيدن به سطح قابل استخراج مناسب توده سنگ و همچنين تراز و سطح مناسب براي ايجاد سينه كار و پلكان بايد مقداري باطله‌برداري شود. براساس مشاهدات و مطالعات صحرايي و نظر كارشناسي و با توجه به زون خرد شده ناشي از گسل موازي لايه‌بندي حجم باطله برداري حدود 20% حجم توده سنگ برآورد مي‌گردد.

يكي ديگر از پارامترهاي بسيار مهم كه در بررسي امكان سنجي بهره‌برداري از اين ناحيه مؤثر است بررسي پتانسيل انواع ناپايداري شيبي است. در اين ناحيه براساس نمودار خطوط تراز تهيه شده دو دسته درزه وجود دارد. دسته درزه اصلي با جهت شيب 124 و 304 با شيب 90 درجه اندازه‌گيري شده است. دسته درزه دوم نيز شيبي قائم و در حد 90 درجه دارد ولي جهت شيب آن 40 درجه و 220 درجه مي‌باشد. دو ناپيوستگي قابل اشاره ديگر هم وجود دارند. اول لايه‌بندي طبقات و دوم گسلي كه به موازات لايه‌ها اثر كرده است. اين هر دو داراي جهت شيب 205 درجه و مقدار شيب 25 درجه مي‌باشند. جهت شيب دامنه موجود در ناحيه با آزيموت 295 به سمت غرب است و شيب متوسط آن 45 درجه مي‌باشد.

First Joint set and Fault (Dip/Dip direction): 90º/124º(304º)

Second Joint set and Fault (Dip/Dip direction): 90º/40º(220º)

Bedding (Dip/Dip direction): 25º/205º

Slope (Dip/Dip direction): 45º/295º

با توجه به نمودار خطوط تراز ارائه شده خطوط حاصل از تقاطع اين صفحه‌هاي ناپيوستگي مشخص شده است :

Line of intersection between 1 and 2 (Trend\Plunge): 0º/90º

Line of intersection between 1 and bedding (Trend\Plunge): 215º/8º

Line of intersection between 2 and bedding (Trend\Plunge): 310º/44º

اينک با توجه به شرايط ايجاد ناپايداري كه در مقدمه اين بخش توضيح داده شد، موارد زير قابل ذكر است :

- مقدار شيب دامنه از هر دو دسته درزه كمتر است. بنابراين امكان لغزش صفحه‌اي ناشي از اين درزه‌ها وجود ندارد.
- شيب لايه‌بندي و گسل كمتر از شيب دامنه است و به همين دليل بر روي دامنه نمود پيدا مي‌كند. ولي با توجه به اين كه جهت شيب آنها حدود 90 درجه با يكديگر تفاوت دارد امكان ايجاد لغزش صفحه‌اي ناشي از اين ناپيوستگي نيز منتفي مي‌باشد.
- شيب خطوط حاصل از تقاطع دو دسته درزه داراي شيبي در حد صفر و افقي است. بنابراين امكان لغزش گوه‌اي وجود ندارد. خط حاصل از تقاطع دسته درزه دوم و لايه‌بندي و گسل جهت شيبش بيش از 105 درجه با جهت شيب دامنه تفاوت دارد. بنابراين در اينجا نيز امكان لغزش گوه‌اي وجود ندارد.
- خط حاصل از تقاطع دسته درزه اول و صفحه لايه‌بندي و گسل موازي آن داراي اختلاف جهت شيبي در حد $20^{o}\pm$ با راستاي شيب دامنه است و مقدار شيبش نيز كمتر از شيب دامنه

است. ولي اين مقدار شيب هشت درجه‌اي كمتر از زاويه اصطكاك توده سنگ و زاويه اصطكاك در طول درزه است. بنابراين امكان لغزش گوه‌اي وجود ندارد.

- هر دو دسته درزه موجود از نوع عميق و با زاويه شيب تند هستند . از نظر مقدار شيب دامنه و مقدار شيب درزه‌ها و زاويه اصطكاك درزه‌ها، اين دو دسته درزه پتانسيل ايجاد ناپايداري از نوع واژگوني را دارند ولي به علت اختلاف زياد جهت شيب آنها با جهت شيب دامنه در حال حاضر و در شرايط فعلي دامنه امكان واژگوني اندک مي‌شود.

در نهايت مي‌توان گفت كه در شرايط فعلي دامنه موجود در ناحيه چهار منطقه پشت گرمه پايدار است. ولي بايد توجه داشت كه به هنگام شروع عمليات معدنكاري و ايجاد سينه كار شرايط كاملاً جديدي پديد خواهد آمد كه مستلزم بررسي پايداري ديواره‌ها و سينه كارها و پله‌ها در آن زمان و به هنگام طراحي معدن خواهد بود. به هر حال به نظر مي‌رسد به هنگام انجام عمليات استخراجي هم محتمل‌ترين نوع پايداري ممكن از نوع واژگوني باشد.

ذخيره زمين‌شناسي (احتمالي) توده معدني ناحيه شماره چهار منطقه پشت گرمه با توجه به برداشت صحرايي و مشخصه‌هاي فيزيكي سنگ‌هاي اين ناحيه به صورت ذيل تعيين مي‌گردد :

(m.) 300 = L = گسترش طولي توده معدني (برداشت صحرايي)

(m.) 70 = W = گسترش عرضي توده معدني (برداشت صحرايي)

(Deg.) 45^o = α = شيب توپوگرافي ناحيه (برداشت صحرايي)

%70 = درصد كوپ‌دهي (برداشت صحرايي و پردازش اطلاعات)

%20 = درصد باطله (برداشت صحرايي)

(Ton/m^3) 2.75 = G = وزن مخصوص توده معدني (آزمايشگاهي)

(m.) = H = عمق توده معدني (محاسباتي- احتمالي)

(m^2.) = S = سطح مقطع توده معدني (محاسباتي)

(m^3.) = V = حجم توده معدني (محاسباتي)

(ton) = M = جرم توده معدني (محاسباتي)

$H = W \times tg\alpha = 70 \times tg\ 45^o = 70$ m.

$S = H \times W:2 = 70 \times 70:2 = 2450\ m^2$

$V = S \times L = 2450 \times 300 = 735000\ m^3$

$M = V \times G = 735000 \times 2.75 = 2021250$Ton

ذخيره احتمالي توده معدني = M × ضريب بهره‌دهي = 2021250 × 0.5 = 1010625 Ton

بهره‌دهي با توجه به ميزان درصد كوپ‌دهي و باطله تعيين مي‌گردد.

ج-2) محدوده شماره يک منطقه پشت گرمه

اين ناحيه در شمال شرقي منطقه پشت گرمه و در سمت شرقي دره اصلي واقع شده است. اين ناحيه در كنار جاده آسفالته اصلي (فاصله از جاده در حدود 50 متر) قرار گرفته و از اين لحاظ دسترسي به آن به سهولت انجام مي‌پذيرد. محل اين ناحيه بر روي نقشه زمين‌شناسي پيوستي منعكس مي‌باشد.

همانطوري كه در بخش بررسي پتروگرافي سنگ‌هاي محدوده پشت گرمه اشاره شد، سنگ‌هاي آهكي ناحيه شماره يک اين محدوده از لحاظ ماكروسكوپي به رنگ كرم- خاكستري روشن با لكه‌هاي سفيد، داراي تعداد كمي حفرات كوچک خالي، نسبتاً سخت و متراكم، داراي فسيل مي‌باشد. اين سنگ با اسيد كلريدريک رقيق مي‌جوشد و با ماده آليزارين قرمز مي‌شود (حاوي كلسيت).

طي بررسي‌هاي ميكروسكوپي نيز مشخص گرديد اين سنگ‌ها از كربنات كلسيم به صورت كلسيت تشكيل شده‌اند كه داراي بافت عمدتاً ميكرواسپار تا اسپاري و مچوريتي بافتي ساب مچور تا مچور است. اجزا آلوكم به صورت قطعات فسيلي و احتمالاً شبه پلت يا اينتراكلاست ارتوكم اسپاري و ميكراسپاري قرار گرفته‌اند. نام اين سنگ‌ها با توجه به طبقه‌بندي فولک، بايو اسپارايت (بايو ميكرواسپارايت تا بايو اسپارايت) در نظر گرفته شده است.

به دليل محدوديت نمونه‌برداري به منظور انجام آزمايش‌هاي فيزيكي- مكانيكي، از سنگ‌هاي اين ناحيه اخذ نگرديده است. ولي با توجه به شباهت اين سنگ‌ها به سنگ‌هاي منطقه گدمه و ناحيه شماره چهار منطقه پشت گرمه مي‌توان مشخصه‌هاي فيزيكي- شيميايي آن را در محدوده سنگ‌هاي فوق قلمداد نمود.

در ناحيه منطقه پشت گرمه مطالعات درزه نگاري و مكانيک سنگ انجام شد. هدف اين مطالعات طبقه‌بندي مهندسي توده سنگ در اين ناحيه بود. در پي اين طبقه‌بندي پارامترهاي مهندسي توده سنگ قابل تخمين هستند و با استفاده از اين پارامترها مي‌توان خصوصيات و ويژگي‌هاي مكانيكي توده سنگ در ناحيه را تعيين نمود. بدين منظور در طول خطوط برداشت مناسب كه بيشتر در طول ترانشه‌ها و ديواره‌هاي طبيعي انتخاب شده بودند پيمايش‌ها و اندازه‌گيري‌هاي لازم براي مطالعات مكانيک سنگ صحرايي انجام شد. نمونه‌گيري‌هاي لازم نيز به عمل آمد.

در آزمايشگاه نمونه‌هاي قطعه سنگي اخذ شده در راستاي وضعيت‌شان در محل توجيه شدند و آنگاه در جهت‌هاي مورد نياز اقدام به تهيه نمونه‌هاي سيلندري از آنها شد. نمونه‌هاي سنگي مورد آزمايشات فيزيكي و مكانيكي لازم قرار گرفتند. نتايج در پيوست گزارش آمده است. با توجه به داده‌هاي موجود (براساس جدول طبقه‌بندي) ژئومكانيكي توده سنگ به روش RMR طبقه‌بندي مهندسي توده سنگ انجام شد.

1- مقاومت تک محوري

بر روي نمونه‌هاي اخذ شده از اين ناحيه آزمايش مقاومت تک محوري انجام نشده به دليل مشابهت‌ها و همچنين نظر کارشناسي مقدار اين پارامتر را مشابه نمونه‌هاي اخذ شده از ناحيه يک منطقه گدمه در نظر مي‌گيريم. اين مقادير 921 kg/cm^2 براي نمونه در حالت خشک و 1048 kg/cm^2 در حالت اشباع اندازه‌گيري شده است. ميزان امتياز تعلق گرفته به توده سنگ از اين بخش R1=7 تعيين شد.

2- فاصله داري درزه‌ها

براساس تجزيه و تحليل آماري اين پارامتر هيستوگرام ارائه شده در نمودار شماره 63 تهيه شده است. براساس اين بررسي‌ها بيشترين فاصله‌داري ناپيوستگي‌ها بين 70 تا 80 سانتي‌متر بوده‌اند. کلاً بيش از 96% از درزه‌ها داراي فاصله‌داري بين 60 تا 100 سانتي‌متر بوده‌اند. مقدار ميانگين فاصله داري محاسبه شده عدد 75/3 سانتي‌متر را نشان مي‌دهد. به اين ترتيب و طبق جدول RMR امتياز اين بخش R2=15 تعيين شد.

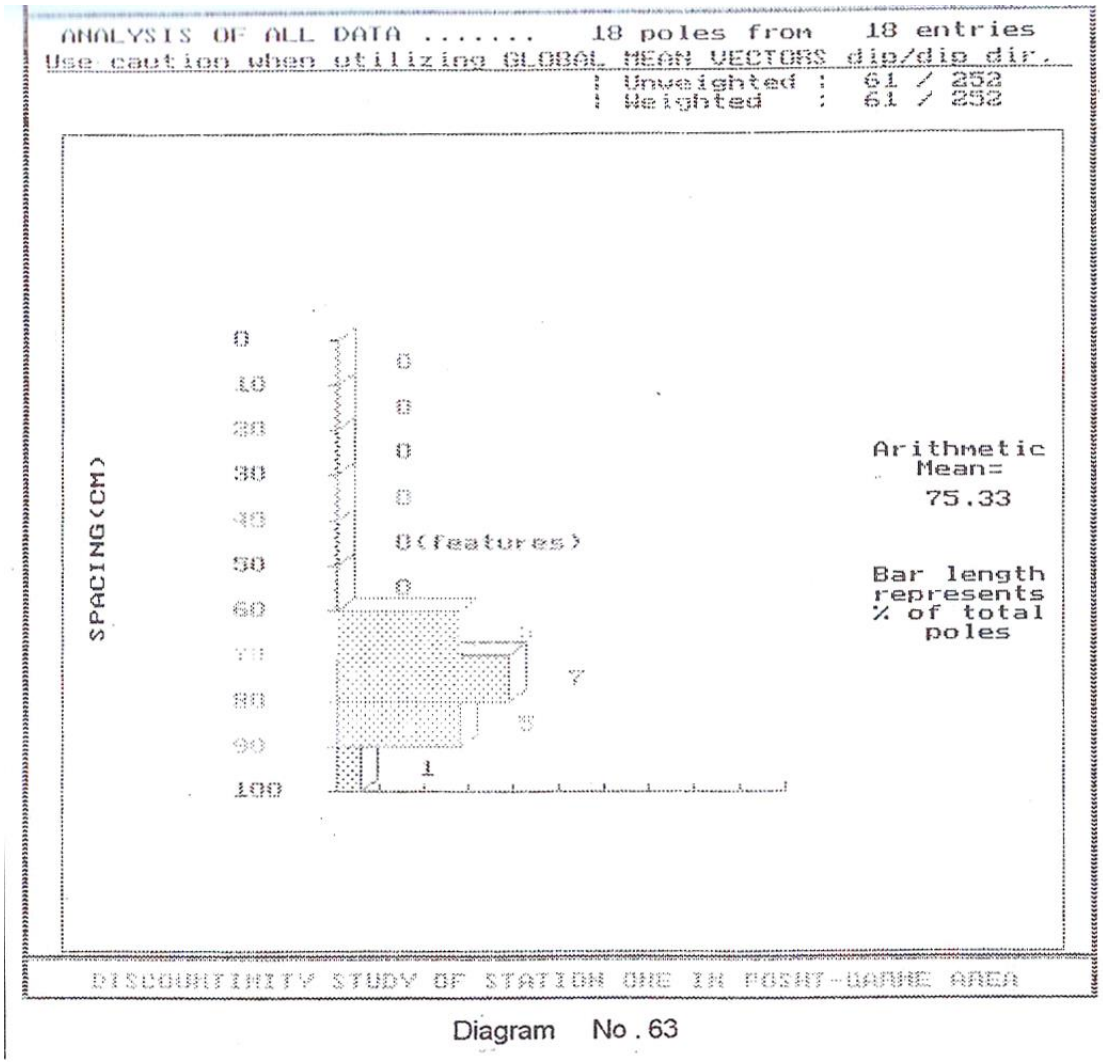


Diagram No . 63

3- شاخص كيفيت مغزه‌گيري RQD

در مطالعات صحرايي ضمن بررسي فاصله‌داري درزه‌ها، پارامتر λ كه تعداد درزه‌ها در يک متر را نشان مي‌دهد نيز اندازه‌گيري شد. بر اين اساس و بر پايه فرمول Priest در اين ناحيه مقدار RQD=%79 به دست مي‌آيد. در اين جا نيز توده سنگ تا حدي كارستي Karstic است. به نحوي كه مي‌تواند تا حد 10% ميزان RQD را كاهش دهد. بنابراين مي‌توان براي توده سنگ از اين قسمت R3=13 خواهد بود.

4- وضعيت ناپيوستگي‌ها

نمودار شماره 64 توزيع آماري مقادير بازشدگي درزه‌ها را در اين ناحيه به صورت هيستوگرام نشان مي‌دهد. مقدار متوسط بازشدگي 6/5 ميلي‌متر محاسبه شده است. حدود 70% درزه‌ها داراي بازشدگي بين صفر تا 7/5 ميلي‌متر بوده‌اند. در ناحيه مورد مطالعه درزه‌ها داراي تداوم خيلي بالا Very high persistence بوده‌اند.

در نمودار شماره 65 توزيع آماري نوع پر شدگي درزه‌ها را شاهد هستيم. حدود 42% از درزه‌ها داراي پرشدگي از نوع كلسيتي هستند. 83% از درزه‌ها فاقد پرشدگي بودند. 12% پرشدگي از نوع پودر گسل gauge داشته‌اند. مابقي درزه‌ها داراي پرشدگي اكسيد آهن بودند.

بررسي نوع سطح درزه‌ها نشان داد كه بيشتر درزه‌ها داراي سطوح زبر Rough از رده صفحه‌اي Planar و موجدار Undulating بوده‌اند. اين امر بخوبي در نمودار شماره 66 مشهود است. از كل ناپيوستگي‌هاي اندازه‌گيري شده 83% درزه و 17% از نوع گسل بوده‌اند. نمودار 67 اين فراواني را نشان مي‌هد. با توجه به جميع موارد بالا امتياز اين بخش R4=20 برآورد مي‌شود.

5- وضعيت آب زيرزميني

در محل برداشت درزه‌ها با توجه به نظر كارشناسي و نحوه قرارگيري شكاف‌ها و وضعيت كلي منطقه وضعيت آب زيرزميني در توده سنگ از رده مرطوب Damp تشخيص داده شده است. بنابراين امتياز اين قسمت R5=10 خواهد بود.

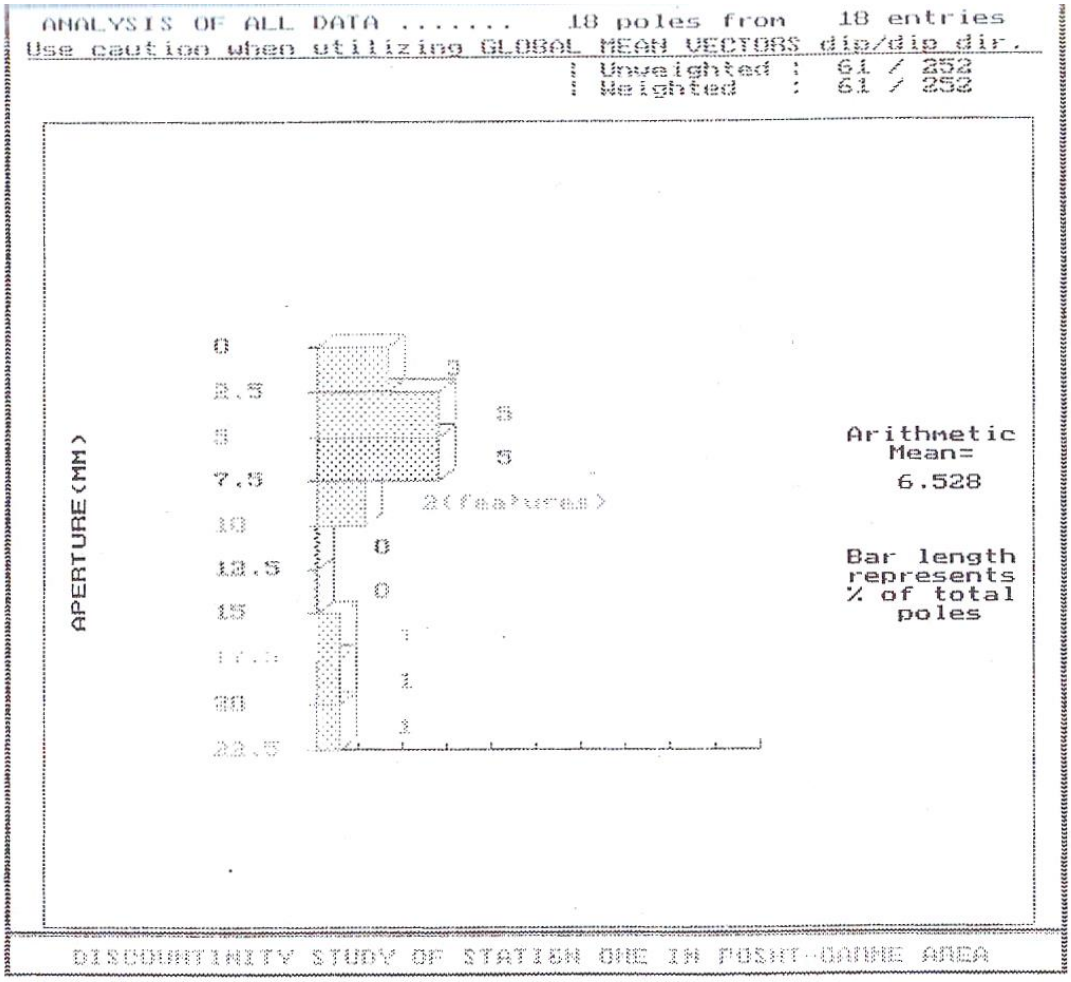


Diagram No .64

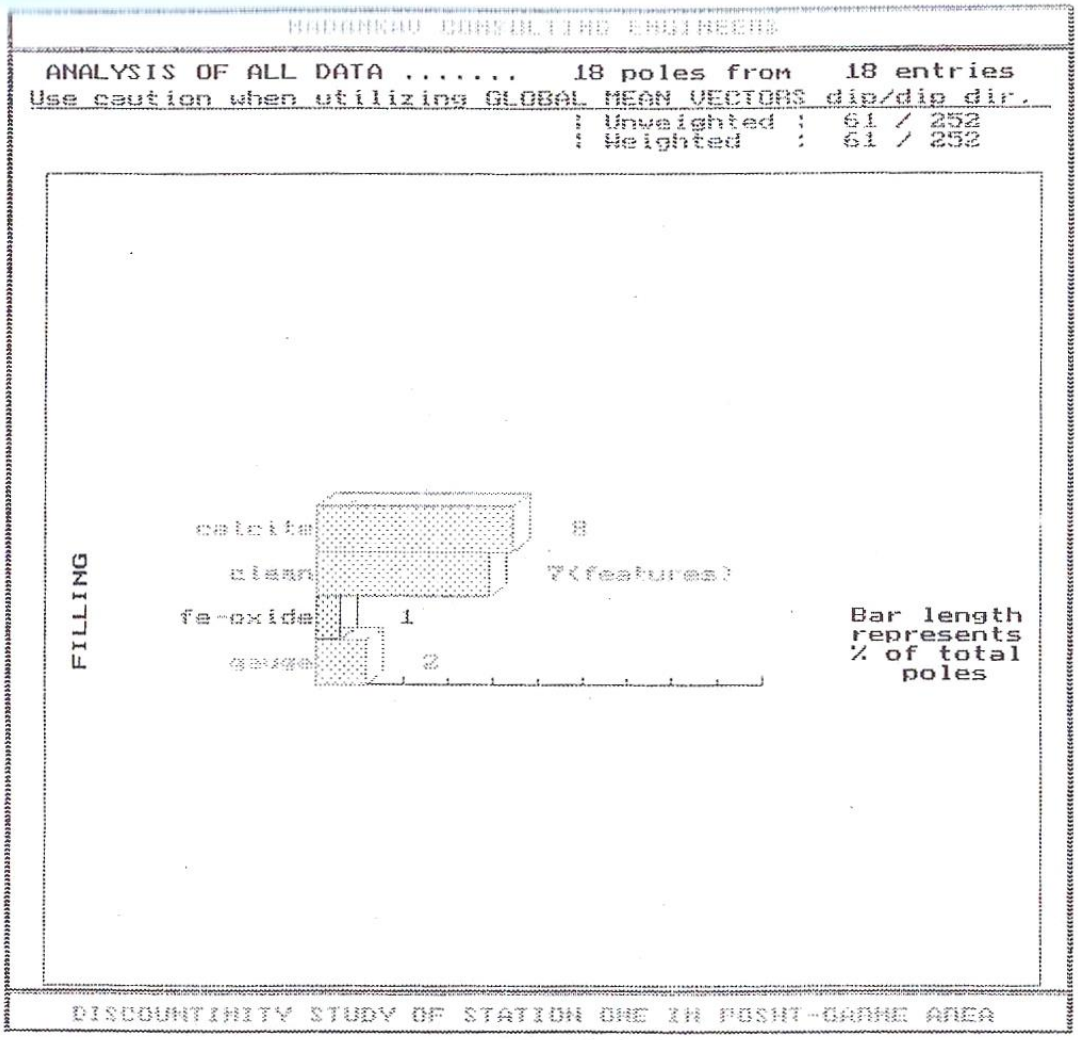


Diagram No . 65

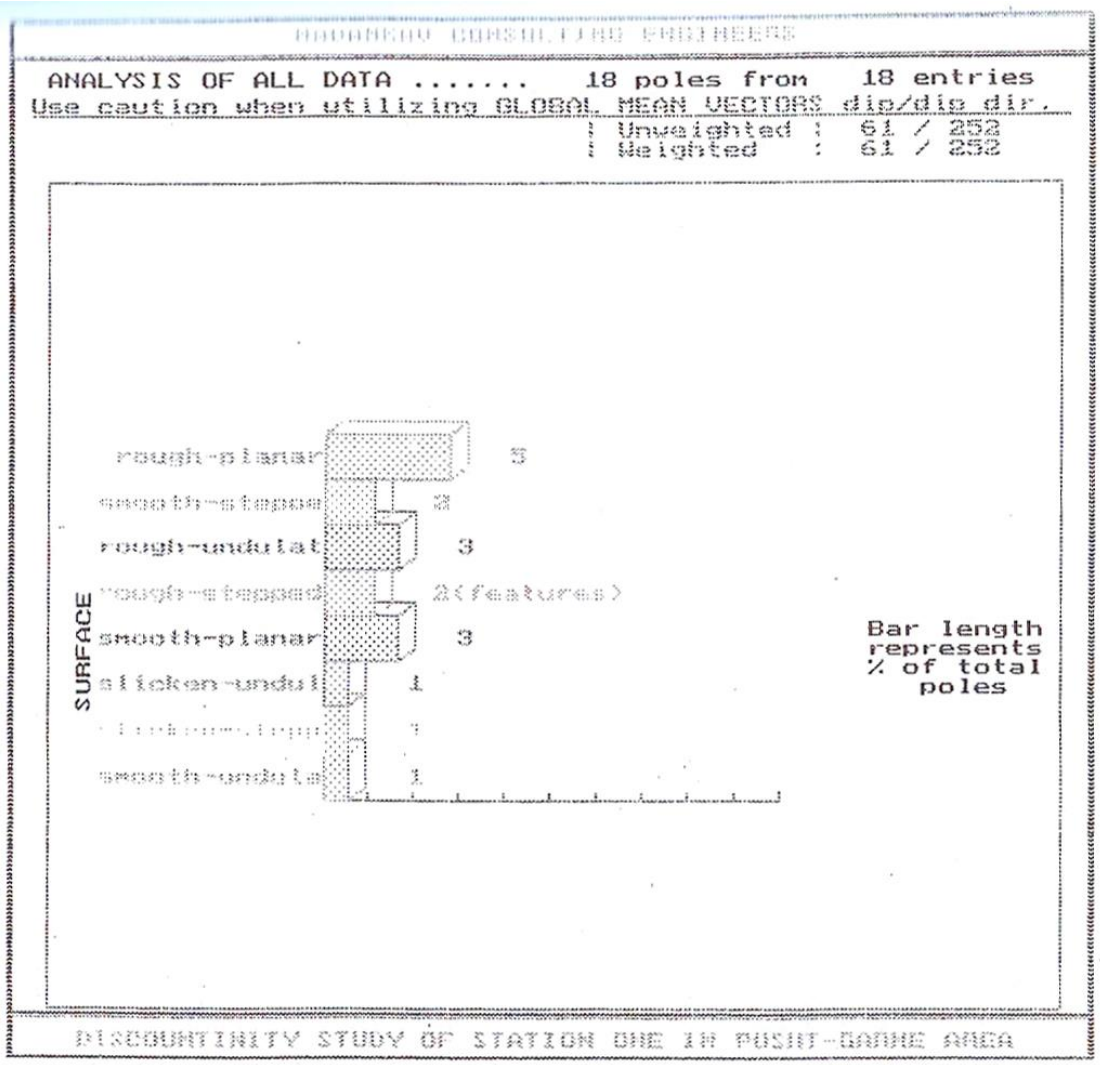


Diagram No . 66

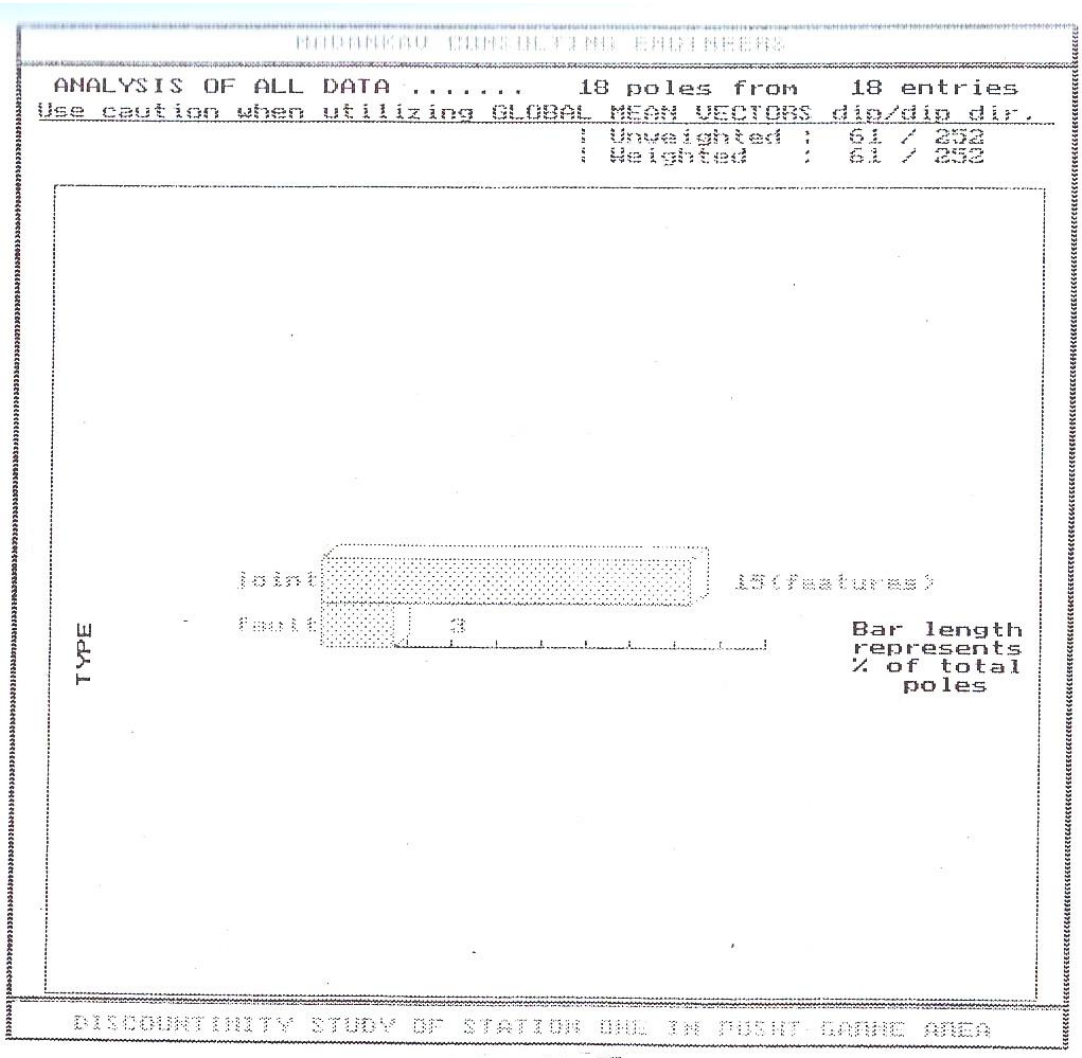


Diagram No .67

6- جهت و مقدار شيب درزه‌ها

اين پارامتر بخصوص در مطالعات پايداري شيب از مهمترين عوامل كنترل كننده نمره‌بندي نهايي RMR مي‌باشد. نمودارهاي شماره 68 و 69 توزيع آماري جهت شيب‌ها و مقادير شيب اندازه‌گيري

شده در ناحيه را نشان مي‌هد. براساس اين هيستوگرام‌ها ميانگين مقادير شيب 66/3 درجه محاسبه شده است. بيشترين توزيع بين اعداد 56 درجه تا 84 درجه و 72 درجه تا 80 درجه به چشم مي‌خورد.

براساس داده‌هاي اندازه‌گيري شده در مطالعات صحرايي نمودار پراكندگي قطب‌ها ترسيم شد كه در نمودار شماره 70 ارائه شده است. نمودار خطوط تراز Countour plot و صفحات اصلي ناپيوستگي و دامنه در نمودار شماره 71 نشان داده شده است.

با در نظر گرفتن كليه موارد بالا و همچنين شيب و امتداد شيب حقيقي دامنه و شيب و امتداد لايه‌بندي اين ناحيه از رده متوسط و مناسب Fair ارزيابي مي‌شود. (با 25 امتياز منفي).

با اين تفاصيل نمره‌بندي نهايي طبقه‌بندي RMR براي اين توده سنگ Rm=40 خواهد بود كه اين نمره توده سنگ را در رده IV به مفهوم سنگ ضعيف Poor Rock قرار خواهد داد. پارامترهاي مهندسي اين توده سنگ به شرح زير قابل تخمين است :

$C = 1.8\ kg/cm^2$ $\phi = 24^o$ Degrees

مسلماً بلوک‌دهي توده سنگ براي انجام عمليات بهره‌برداري و استخراجي حائز كمال اهميت است. بلوک‌دهي توده سنگ تحت تأثير فاصله‌داري و خصوصيات درزه‌ها و ناپيوستگي‌ها مي‌باشد. هر بلوک برداشت شده از سينه كار معدن داراي سه بعد است. با توجه به مشخصات محدوده مطالعاتي و در نظر گرفتن جميع شرايط به نظر مي‌رسد كه بعد طول بلوک‌ها كه توسط پارامتر طولي و تداوم درزه‌هاي اصلي كنترل مي‌شود بين 75 سانتي‌متر تا يک متر متغير باشد. بعد عرض بلوک‌هاي حاصل بيشترين 40 سانتي‌متر تا 60 سانتي‌متر در تغيير است. ضخامت بلوک‌هاي ايجاد شده بين 50 تا 75 سانتي‌متر متغير است. اين بعد بيشتر توسط Bedding و Lamination كنترل مي‌شود.

يقيناً كل حجم توده سنگ ناحيه يک منطقه پشت گرمه خاصيت ايجاد بلوک ندارد و درصدي از آن به هنگام انجام عمليات معدنكاري به صورت قطعات غيرقابل استفاده در خواهد آمد. با توجه به بررسي‌هاي صحرايي انجام شده و نتايج حاصل از مطالعات و همچنين نظر كارشناسي درصد بلوک‌دهي توده سنگ حدود 75% تخمين زده مي‌شود.

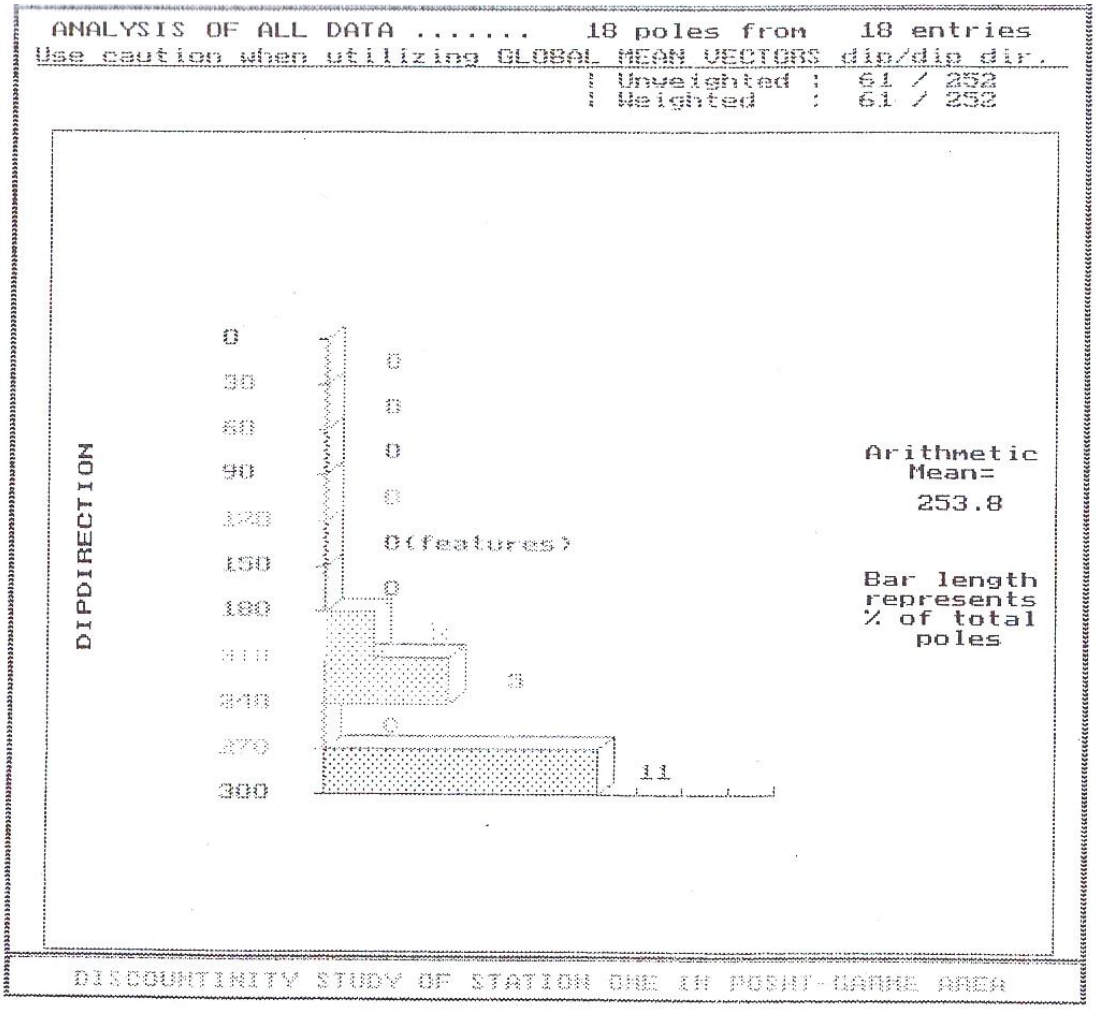


Diagram No . 68

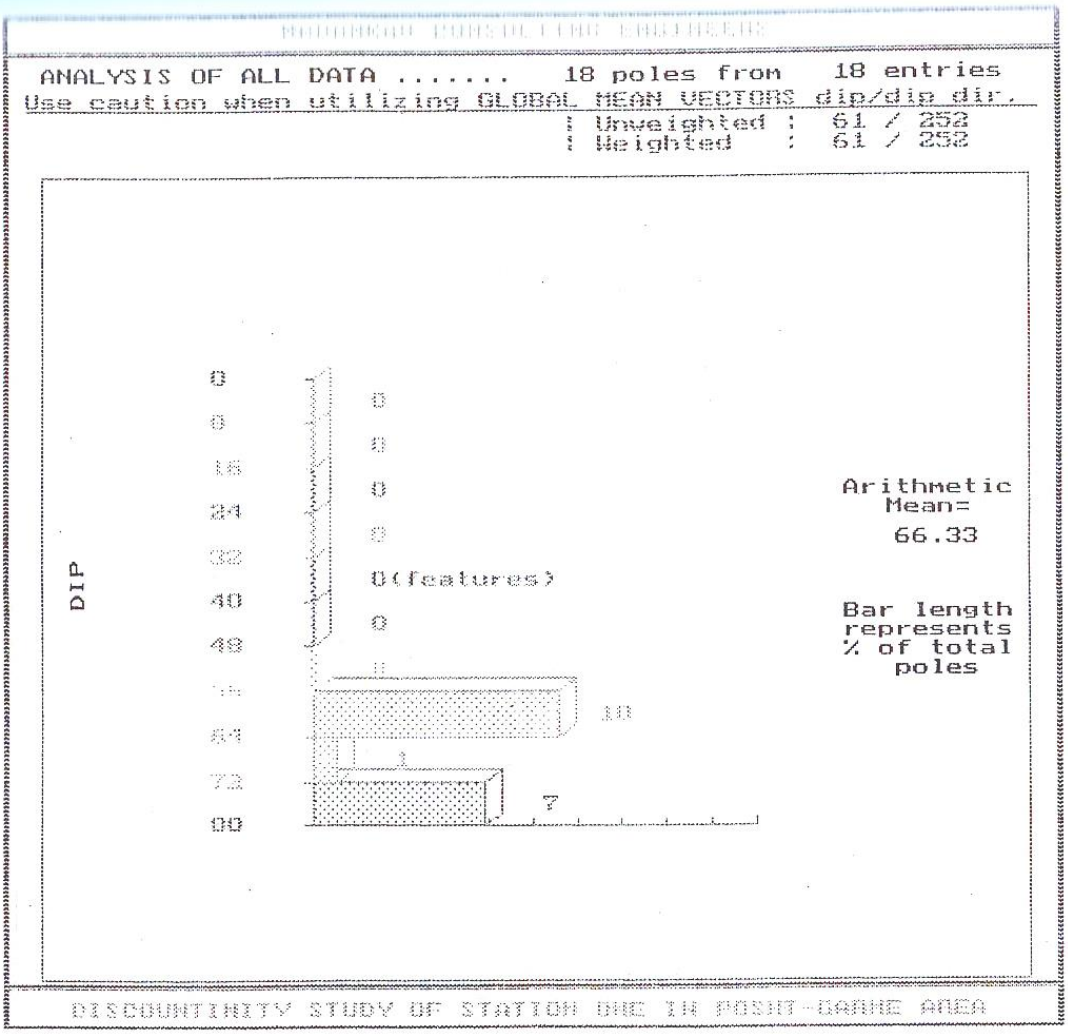


Diagram No . 69

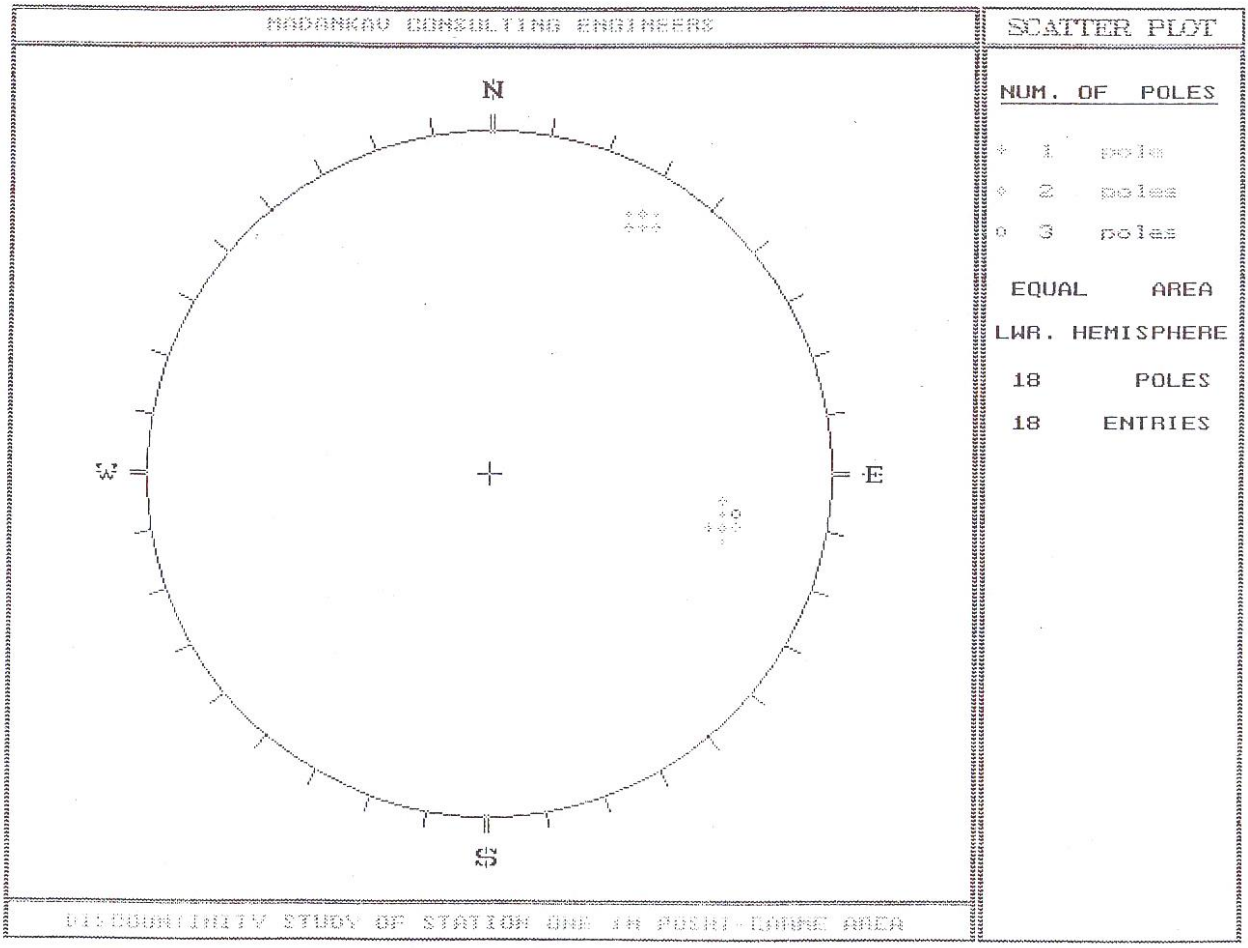


Diagram No . 70

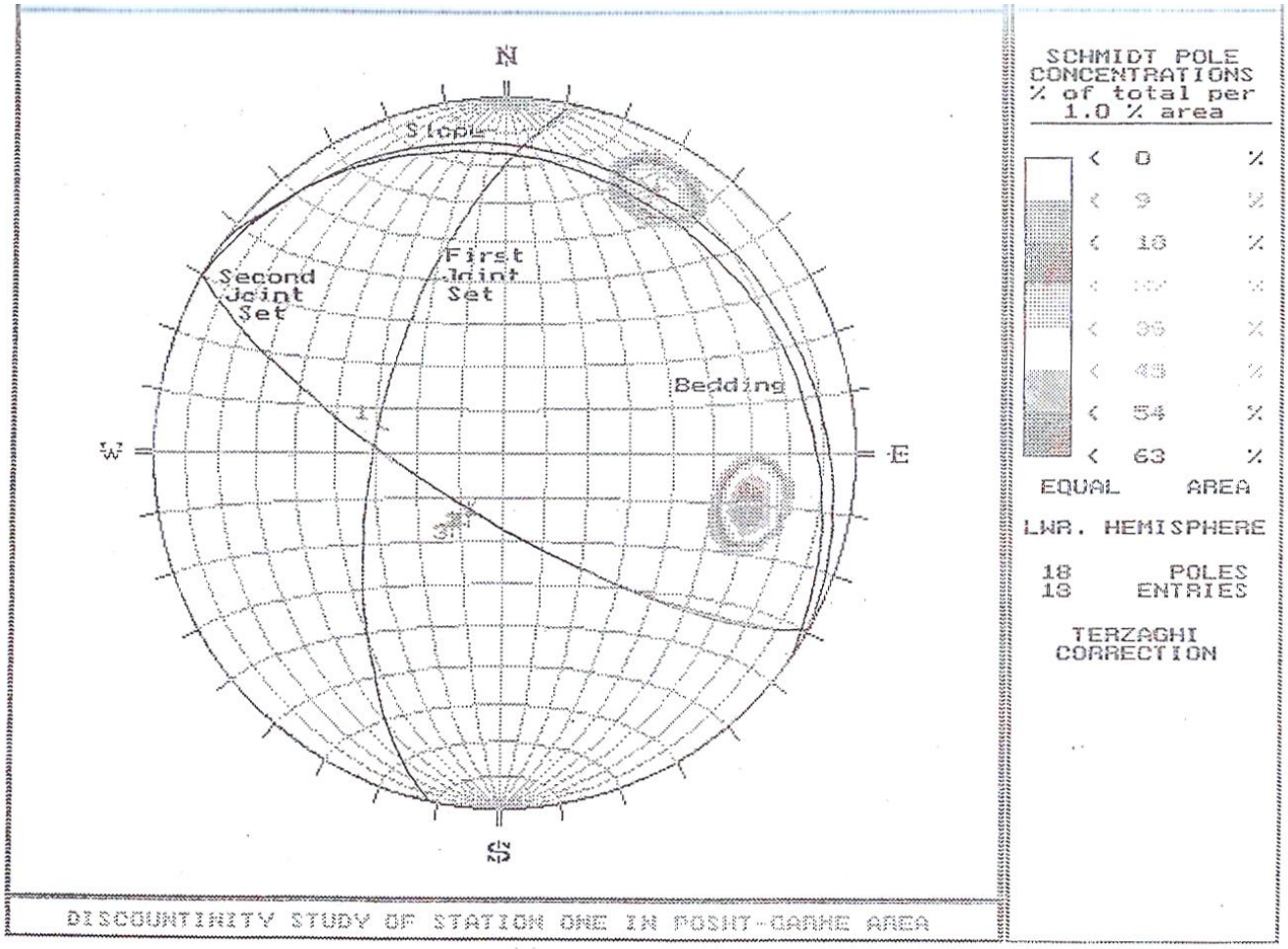


Diagram No. 71

به منظور رسيدن به سطح و ترازي از سنگ كه مناسب ايجاد پله و سينه كار باشد بايد مقاديري سنگ و خاک جابجا شود. اين مقدار به عنوان باطله معرفي شده و طبق نظر كارشناسي مبتني بر مطالعات انجام شده حدود 10% حجم توده سنگ، برآورد مي‌گردد. عكس شماره 78 توده سنگ موجود در ناحيه يک پشت گرمه را نشان مي‌دهد.

قبل از رسين به مرحله بهره‌برداري احتمالي ناحيه بايد از نظر چگونگي پايداري شيب نيز بررسي گردد. در اين ناحيه براساس نمودار خطوط تراز مربوطه، دو دسته درزه به عنوان مهمترين ناپيوستگي‌ها وجود دارند. دسته درزه اول داراي جهت شيب 282 درجه و مقدار شيب 60 مي‌باشد. دومين دسته درزه سوي شيب 210 درجه و مقدار شيب 75 درجه دارد. سومين ناپيوستگي ناشي از وجود لايه‌بندي است كه جهت شيب حقيقي آن 35 درجه و مقدار شيبش 20 درجه مي‌باشد. جهت شيب دامنه هم 30 درجه و مقدار شيب دامنه 16 درجه اندازه‌گيري شده است.

First Joint set and Fault (Dip/Dip direction): $60^o/282^o$

Second Joint set and Fault (Dip/Dip direction): $75^o/210^o$

Bedding (Dip/Dip direction): $20^o/35^o$

Slope (Dip/Dip direction): $16^o/30^o$

با توجه به نمودار خطوط تراز ارائه شده خطوط حاصل از تقاطع اين سه صفحه ناپيوستگي مشخص شده است :

Line of intersection between 1 and 2 (Trend\Plunge): $271^o/60^o$

Line of intersection between 1 and bedding (Trend\Plunge): $1^o/17^o$

Line of intersection between 2 and bedding (Trend\Plunge): $120^o/2^o$

اينک با توجه به شرايط ايجاد لغزش كه در مقدمه اين بخش بدان اشاره شد، موارد زير قابل ذكر است :

- مقدار شيب هر دو دسته درزه از مقدار شيب دامنه بيشتر است. جهت شيب هر دو دسته درزه هم با جهت شيب دامنه اختلاف بسيار دارند. بنابراين امكان لغزش صفحه‌اي ناشي از اين دو دسته درزه منفي مي‌باشد.
- جهت شيب لايه‌بندي و دامنه تقريباً هم سو است و حدود 5 درجه با يكديگر اختلاف دارند. اگر چه مقدار شيب لايه‌بندي بيشتر از شيب دامنه است و اين امر موجب پايداري دامنه شده است ولي اختلاف اندک مقدار شيب يعني 4 درجه اين دامنه را در يک حالت تعادل حدي قرار داده است.

عکس شماره 78 : ناحیه شماره 1 پشت گرمه، بلوک‌هاي ایجاد شده در اثر عملکرد درزه و شکاف و همچنین لایه‌بندي

- خط حاصل از تقاطع دو دسته درزه یک و دو داراي شیبي بیش از شیب دامنه است و اختلاف جهت زیادي نیز با آن دارد. بنابراین امکان لغزش گوه‌اي ناشي از این خط تقاطع وجود ندارد. شیب خط تقاطع دسته درزه اول و لایه‌بندي در حد شیب دامنه است و شیب خط تقاطع دسته درزه دوم و لایه‌بندي کمتر از شیب دامنه است که آنها را مستعد براي لغزش گوه‌اي مي‌نماید. ولي نکته مهم این است که سوي این خطوط تقاطع هر دو بیش از $20^{o}\pm$ با سوي شیب حقیقي دامنه اختلاف دارند. به همین دلیل وقوع ناپایداري شیبي از نوع گوه‌اي Wedge failure محتمل نیست.

- براساس طبقه‌بندي مهندسي انجام شده ضريب اصطكاک توده سنگ 24 درجه برآورد شده است. راستاي جهت شيب هر دو دسته درزه با جهت شيب دامنه اختلاف فراوان دارد. شرط ايجاد ناپايداري شيبي نيز به صورت زير قابل بررسي است :

$(90 - \psi_f) + \phi j < \psi_p$

$(90 – 16) + 24 < 75^o$

بنابراين مشاهده مي‌شود كه شرايط ايجاد واژگوني مهيا نمي‌باشد.

در نهايت مي‌توان نتيجه گرفت كه در شرايط طبيعي فعلي، دامنه موجود در ناحيه يک منطقه پشت گرمه پايدار است. بايد توجه داشت در صورت شروع عمليات معدنكاري شرايط جديدي پيش خواهد آمد كه محتاج بررسي بيشتر است. به خصوص بايد توجه داشت كه در هنگام انجام عمليات معدنكاري نبايد با افزون به شيب دامنه به گونه‌اي عمل كرد كه تعادل حدي مورد اشاره بين شيب دامنه و شيب لايه‌بندي از بين برود.

به هر حال در صورت مسجل شدن عمليات معدنكاري در اين ناحيه مطالعات مكانيک سنگ و پايداري شيب به همراه طراحي پله و سينه كار ضروري خواهد بود.

ذخيره زمين‌شناسي (احتمالي) توده معدني ناحيه شماره يک منطقه پشت گرمه با توجه به برداشت صحرايي و مشخصه‌هاي فيزيكي سنگ‌هاي اين ناحيه به صورت ذيل تعيين مي‌گردد :

L = 300(m.) = گسترش طولي توده معدني (برداشت صحرايي)

W = 150(m.) = گسترش عرضي توده معدني (برداشت صحرايي)

$\alpha = 16^o$ = (Deg.) = شيب توپوگرافي ناحيه (برداشت صحرايي)

70%= درصد كوپ‌دهي (برداشت صحرايي و پردازش اطلاعات)

10%= درصد باطله (برداشت صحرايي)

2.75 (Ton/m^3) = وزن مخصوص ظاهري توده معدني (آزمايشگاه)

H (m) = عمق توده معدني (محاسباتي- احتمالي)

S (m^2.) = سطح مقطع توده معدني (محاسباتي)

V (m^3.) = حجم توده معدني (محاسباتي)

M (Ton) = جرم توده معدني (محاسباتي)

$H = w \times tg\alpha = 150 \times tg16^o = 43$ m.

$S = H \times w/2 = 43 \times 150/2 = 3225\ m^2$

$V = S \times L = 3225 \times 300 = 967500\ m^3$

$M = V \times G = 967500 \times 2.7 = 2612250$ Ton

ذخيره احتمالي توده معدني ضريب بهره‌دهي × M = ضريب بهره‌دهي = 2612250 × 0.6 = 1567350 Ton
بهره‌دهي با توجه به ميزان درصد كوپ‌دهي و باطله تعيين مي‌گردد.

د) محدوده كلاته

همانطوري كه قبلاً گفته شد، در محدوده كلاته سنگ‌هاي آهكي مربوط به سازند تله زنگ با سن پالئوسن بالايي رخنمون دارند. در اين محدوده يک ناحيه جهت بهره‌برداري سنگ نما مستعد تشخيص داده شده است. از اين ناحيه نمونه شماره KR-6 جهت مطالعات پتروگرافي برداشت شده است و به اين لحاظ تحت عنوان ناحيه شماره 6 معرفي گرديده است.

ناحيه شماره 6 در غرب منطقه كلاته و در يال غربي دره اصلي منطقه قرار گرفته است. جهت دسترسي به سنگ‌هاي اين ناحيه نياز به احداث جاده (در حدود 1/5 كيلومتر) در ادامه جاده روستاي كلاته مي‌باشيم. اين ناحيه بر روي نقشه زمين‌شناسي كه به پيوست گزارش آمده، مشخص شده است.

همانطوري كه در بخش بررسي پتروگرافي سنگ‌هاي محدوده كلاته اشاره شد، سنگ‌هاي آهكي ناحيه شماره 6 اين محدوده از لحاظ ماكروسكوپي به رنگ خاكستري- كرم، سخت و متراكم شكننده داراي آثار فسيلي بوده و در رگه و رگچه‌هاي آن، اكسيد آهن پر شده است. اين نمونه با اسيد كلريدريک رقيق مي‌جوشد و با ماده آليزارين قرمز مي‌شود (حاوي كلسيت).

طي بررسي‌هاي ميكروسكوپي نيز مشخص گرديد اين سنگ‌ها از كربنات كلسيم به صورت كلسيت تشكيل شده‌اند كه داراي بافت ميكروكريستالين و مچوريتي بافتي ايمچور تا ساب مچور است. اجزا آلوكم به صورت آثار فسيلي در بخش ارتوكم ريز بلور قرار گرفته‌اند. نام اين سنگ‌ها با توجه به طبقه‌بندي فولک اسپارايت در نظر گرفته شده است.

با عنايت به آزمايش‌هاي فيزيكي- مكانيكي انجام يافته بر روي بلوک‌هاي اخذ شده از رخنمون‌هاي سنگي ناحيه 6 منطقه كلاته كه نتايج كلي آن به پيوست گزارش آمده است. مشخصه‌هاي فيزيكي و مكانيكي سنگ‌هاي آهكي اين ناحيه بشرح زير مي‌باشند :

شماره نمونه	KB-1
وزن مخصوص حقيقي نمونه در حالت خشک	2.686 gr/cm^3
وزن مخصوص حقيقي نمونه در حالت اشباع و سطح خشک شده (SSD)	2.695 gr/cm^3
وزن مخصوص ظاهري نمونه	2.71 gr/cm^3
درصد جذب آب نمونه	0.31%
درصد تخلخل نمونه	0.9%
مقاومت فشاري نمونه در حالت خشک	457 kg/cm^2
مقاومت فشاري در حالت اشباع	436 kg/cm^2

مدول الاستيسيته نمونه (مدول يانگ) در حالت خشک	114250 kg/cm^2
مدول الاستيسيته نمونه (مدول يانگ) در حالت اشباع	67076 kg/cm^2
نسبت پواسون در حالت خشک	0.39
درصد افت سايش (لوس آنجلس)	29.3%
درصد افت در مقابل محلول‌هاي شيمياي (سولفات سديم)، ساندنس	0.21%

با مقايسه پارامترهاي فيزيکي- مکانيکي نمونه فوق و استاندارد فيزيکي- مکانيکي مطلوب جهت سنگ‌هاي آهکي از نوع مرمريت طبق ASTM (C568-89) که قبلاً ذکر گرديده مي‌توان چنين نتيجه‌گيري نمود :

- با توجه به چگالي نمونه اخذ شده از ناحيه شش کلاته (2/686 gr/cm^3) اين سنگ‌ها در گروه سنگ‌هاي آهکي با چگالي زياد رده‌بندي مي‌شوند.
- استاندارد مطلوب سنگ‌هاي آهکي از نوع مرمريت با چگالي زياد در خصوص ميزان ضريبي جذب آب (وزني)، حداکثر 3 درصد بوده و اين پارامتر براي نمونه اخذ شده از ناحيه 6 محدوده کلاته 0/31 درصد تعيين گرديده که از حد مجاز استاندارد مطلوب‌تر است.
- استاندارد مطلوب سنگ‌هاي در مورد وزن مخصوص نمونه، حداقل 2/56 g/cm^3 ارائه گرديده است. ميزان اين پارامتر براي نمونه اخذ شده از اين ناحيه 2/686 گرم بر سانتي‌متر مکعب تعيين شده که از حد استاندارد مطلوب‌تر است.
- استاندارد مطلوب سنگ‌هاي آهکي از نوع مرمريت با چگالي زياد در خصوص تنش فشاري، حداقل برابر 55 MPa مگا پاسکال معادل 651 kg/cm^2 کيلوگرم بر سانتي‌متر مربع بوده و اين پارامتر براي نمونه اخذ شده از ناحيه شماره 6 محدوده کلاته حداقل 436 kg/cm^2 کيلوگرم بر سانتي‌متر مربع (در حالت اشباع) تعيين گرديده که از حد استاندارد مقداري کمتر مي‌باشد.
- تجربه نشان داده است که ميزان تنش کششي سنگ‌ها 0/1 تا 0/125 تنش فشاري آنهاست لذا تنش کششي نمونه ناحيه شماره 6 کلاته حداقل برابر 43/6 kg/cm^2 کيلوگرم بر سانتي‌متر مربع مي‌باشد. لذا اين ميزان از حد استاندارد (6/9 MPa مگا پاسکال معادل 70/4 kg/cm^2 کيلوگرم بر سانتي‌متر مربع) کمتر مي‌باشد.
- درصد افت در مقابل محلول‌هاي شيميايي (ساندنس) نمونه اخذ شده از ناحيه فوق، خيلي کم بوده (0/21 درصد) و در حد مطلوب بوده و درصد افت سايش (لوس آنجلس) اين نمونه تقريباً درحد متوسط مي‌باشد.

با عنايت به نتايج آزمايش‌هاي فيزيكي- مكانيكي ارائه شده در بالا مي‌توان چنين گفت كه مشخصه‌هاي مكانيكي سنگ‌هاي ناحيه شماره 6 كلاته (تنش فشاري- كششي) از حد مجاز استاندارد مقداري كمتر مي‌باشند.

با توجه به آزمايش‌هاي شيميايي انجام يافته بر روي نمونه‌هاي اخذ شده از رخنمون‌هاي سنگي ناحيه 6 كلاته كه نتايج كلي آن به پيوست گزارش آمده است. مشخصه‌هاي شيميايي نمونه مربوط به اين ناحيه به شرح زير مي‌باشند :

SiO_2 = %0.29, Al_2O_3 = %0.25, Fe_2O_3 = %0.86, CaO = %53.45, MgO = %0.56, K_2O = %0.34, Na_2O = %1.17, TiO_2 = %0.37, L.O.I = %42.00

با در نظر گرفتن نتايج آزمايش‌هاي شيميايي ارائه شده در بالا مي‌توان چنين نتيجه‌گيري كرد كه نمونه اخذ شده از ناحيه 6 محدوده كلاته در شرايط نسبتاً مناسب از لحاظ مشخصه‌هاي شيميايي مي‌باشد.

در اين ناحيه مطالعات درزه‌نگاري و مكانيک سنگ نيز انجام پذيرفت. براساس اين مطالعات و داده‌هاي صحرايي به دست آمده و پردازش آنها طبقه‌بندي مهندسي توده سنگ انجام شد. بدين منظور در اين مرحله در محدوده مطالعاتي و در هر يک از بلوک‌هاي ساختاري و با توجه به رخنمون‌هاي موجود خطوط برداشت Scan Line مناسب انتخاب شد. با پيمايش در طول اين خطوط به وسيله كمپاس عمليات برداشت درزه انجام شد. كليه اطلاعات و ويژگي‌هاي درزه‌ها مورد بررسي قرار گرفت. نمونه گيري‌هاي مورد لزوم نيز انجام پذيرفت.

در آزمايشگاه پس از توجيه نمونه‌هاي قطعه سنگي اخذ شده در راستاي وضعيت قرارگيري‌شان در محدوده مطالعاتي، اقدام به تهيه نمونه سيلندري از آنها شد. نمونه‌هاي سيلندري تهيه شده مورد آزمايش تعيني مقاومت تک محوري تعيين مدول الاستيسيته و پواسون و سنجش ساير خواص فيزيكي و مكانيكي قرار گرفتند. نتايج در پيوست گزارش منعكس است.

با توجه به داده‌هاي موجود و براساس طبقه‌بندي ژئومكانيكي توده سنگ به روش RMR طبقه‌بندي مهندسي توده سنگ مشخص گرديد.

1- مقاومت تک محوري

مقدار اين پارامتر دو نمونه سنگ اخذ شده از اين ناحيه 457 kg/cm^2 در حالت خشک و 436 kg/cm^2 در حالت اشباع اندازه‌گيري شده است. مقدار امتياز تعلق گرفته از اين بخش به توده سنگ، R1=4 تعيين گرديد.

2- فاصله‌داري درزه‌ها

براساس تجزيه و تحليل آماري مقادير اندازه‌گيري شده اين پارامتر، نمودار شماره 72 ترسيم شده است. اين نمودار نشان مي‌دهد كه مقدار ميانگين فاصله‌داري درزه‌ها در اين ناحيه 58/3 سانتي‌متر است. بيشترين توزيع فاصله‌داري بين 48 تا 72 سانتي‌متر و به ميزان 84% كل مقادير اندازه‌گيري شده مي‌باشد. به اين ترتيب طبق جدول RMR امتياز اين بخش R2=10 تعيين شد.

3- شاخص كيفيت مغزه‌گيري RQD

در هنگام انجام برداشت‌هاي صحرايي پارامتر λ كه تعداد درزه‌ها در يک متر است را نشان مي‌دهد نيز اندازه‌گيري شد. براين اساس و بر پايه فرمول Priest در اين ناحيه RQD=%75 برآورد مي‌شود. به علت عملكرد درزه‌هاي فراوان و وجود چهار دسته درزه در اين توده سنگ و همچنين وجود حفرات كارستي نسبتاً زياد در سنگ‌هاي اين ناحيه كاهش در حد 20% در ميزان RQD اين ناحيه معقول به نظر مي‌رسد. بنابراين در اين ناحيه RQD=%60 تخمين زده مي‌شود.
ميزان امتياز حاصل از اين بخش R3=13 مي‌باشد.

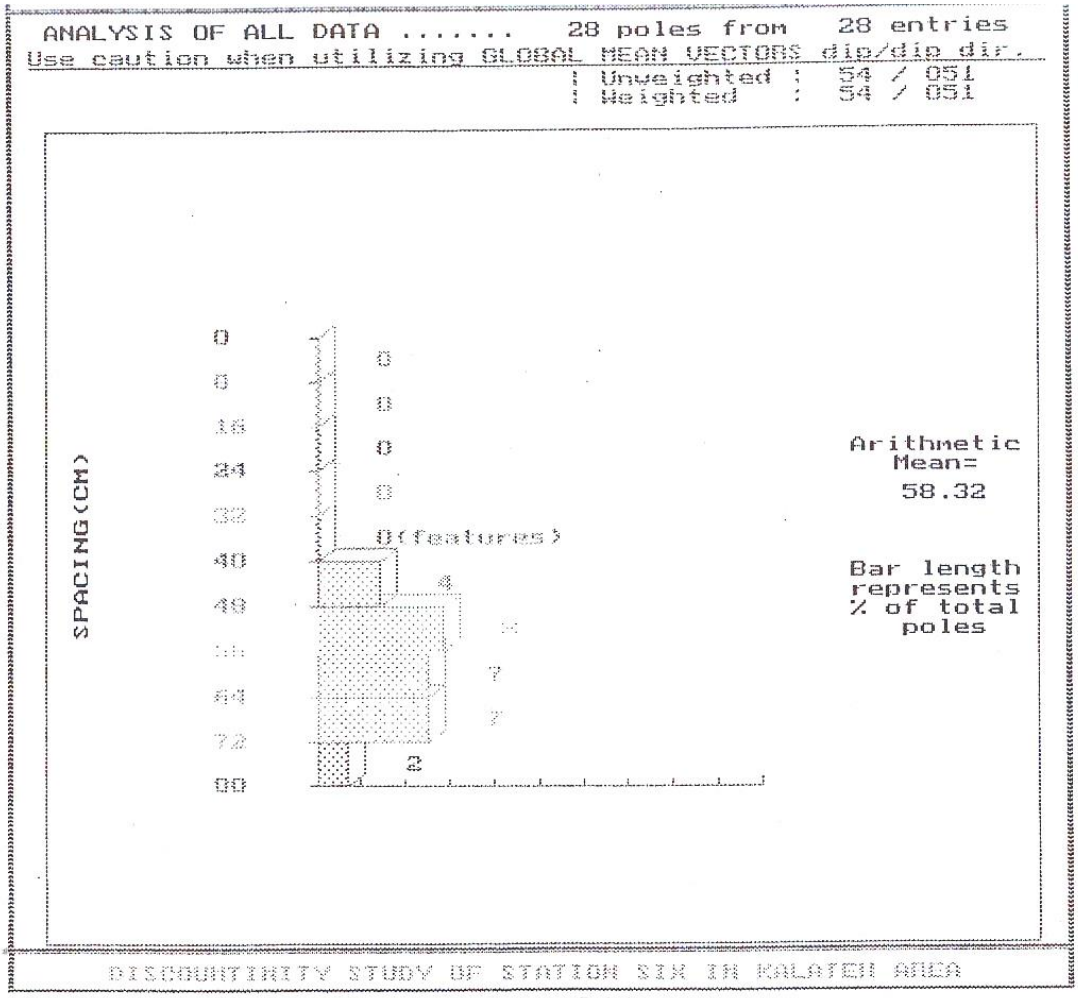


Diagram No . 72

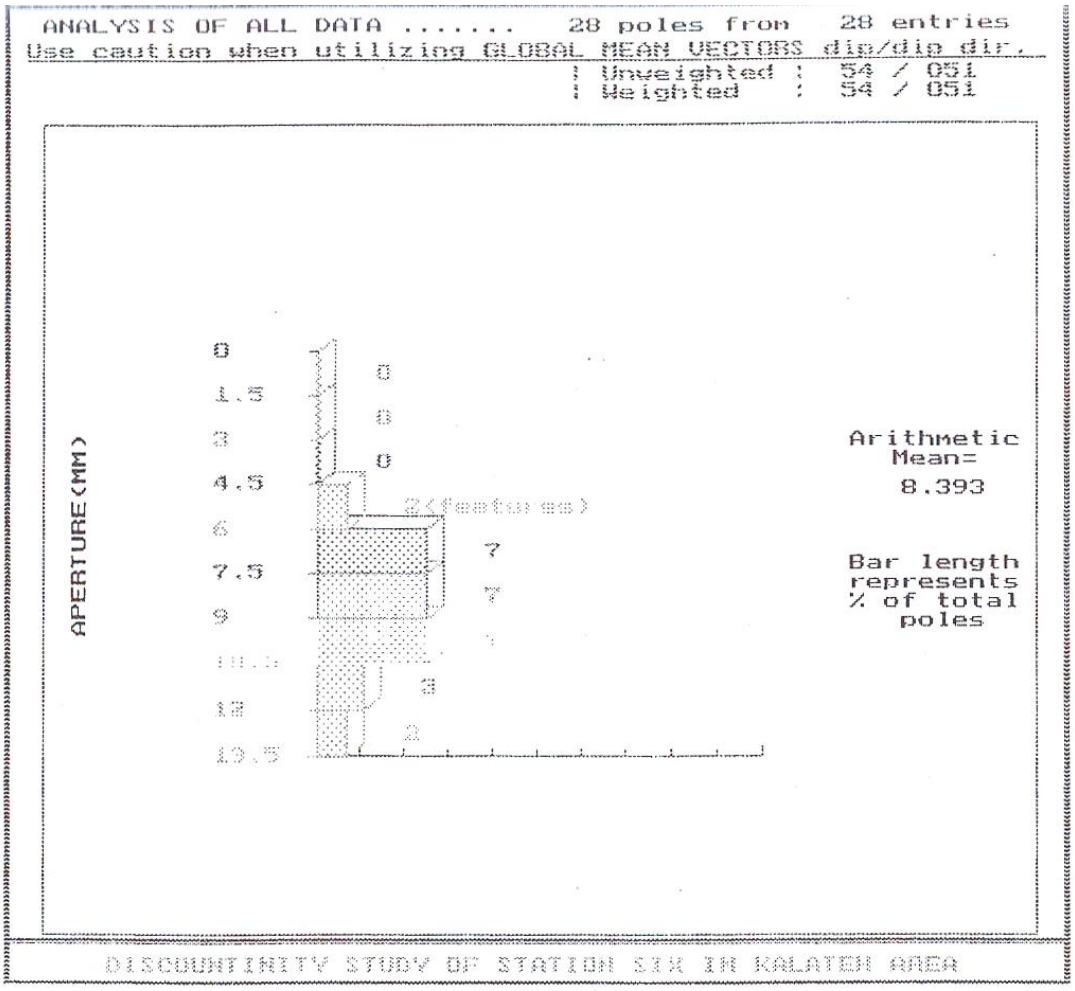


Diagram No . 73

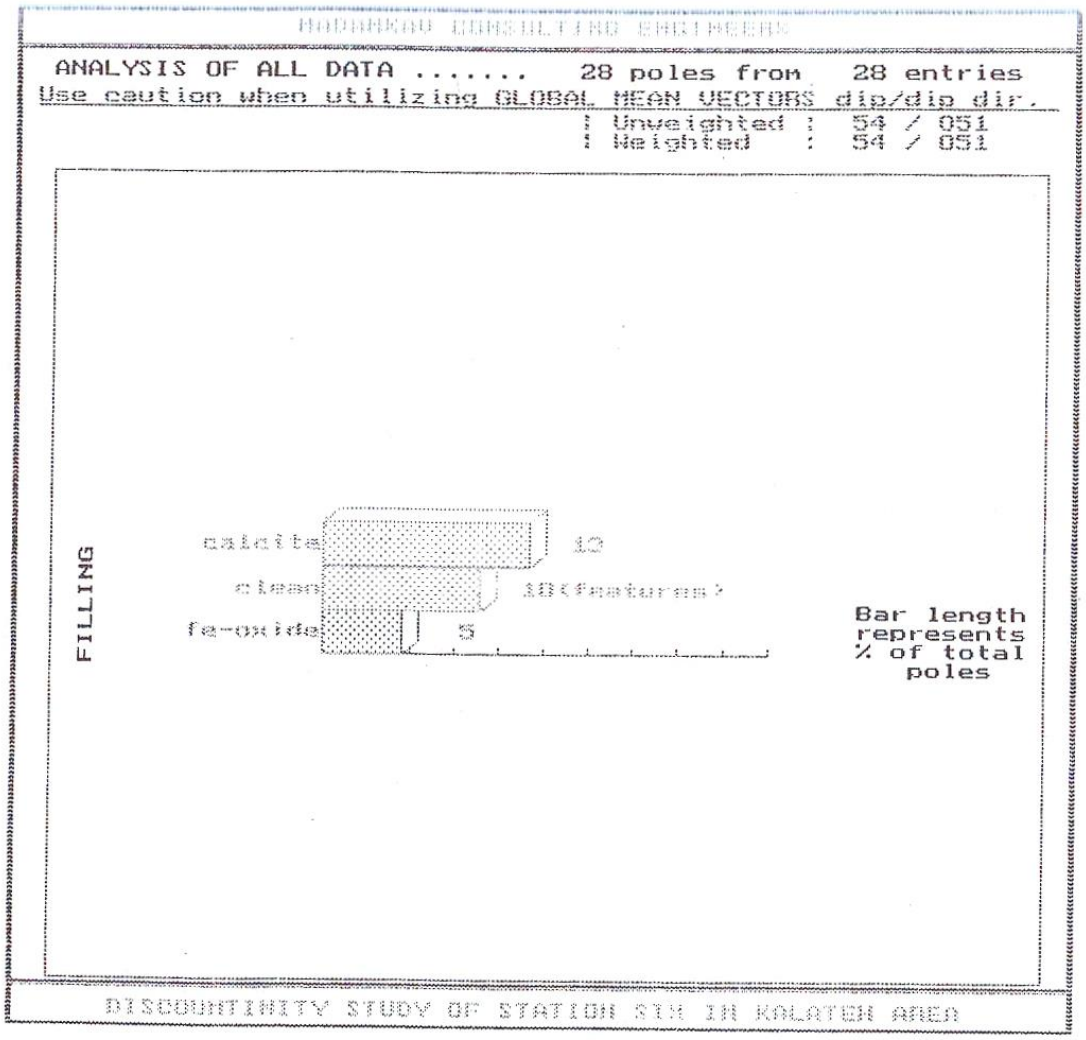


Diagram No . 74

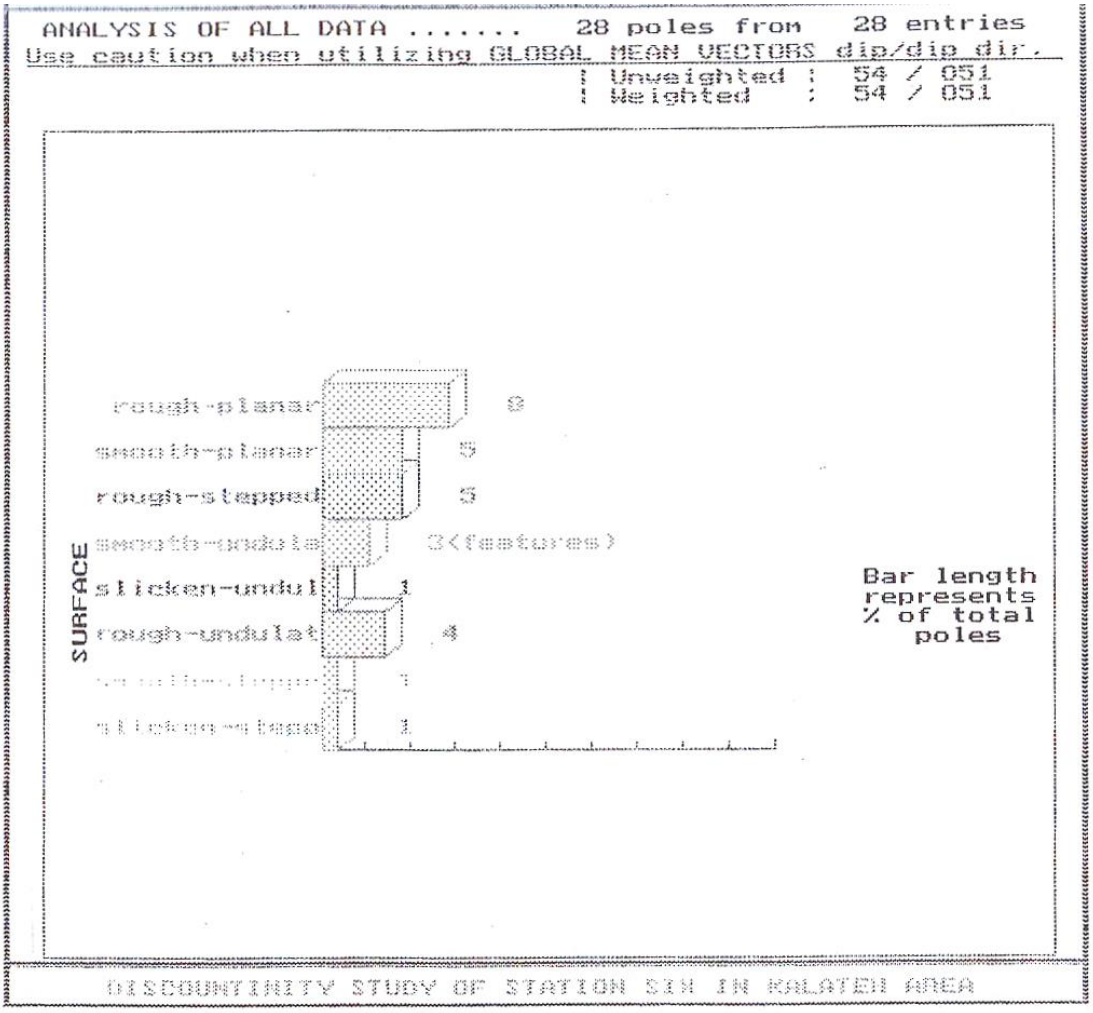


Diagram No . 75

4- وضعيت ناپيوستگي‌ها

نمودار شماره 73 توزيع آماري بازشدگي درزه‌ها Aperture را نشان مي‌دهد. مقدار ميانگين اين پارامتر 8/39 ميليمتر است. حدود 73% درزه‌هاي مورد بررسي بازشدگي بين 4/5 تا 10/5 ميلي‌متر داشته‌اند. در اين ناحيه درزه‌ها داراي تداوم در رده خيلي بالا بوده‌اند.
نمودار 74 توزيع آماري فراواني انواع پرشدگي درزه‌ها را نشان مي‌دهد. حدود 48% از درزه‌ها داراي پرشدگي از نوع كلسيتي هستند. 35% از درزه‌ها فاقد پرشدگي مي‌باشند. بقيه درزه‌ها داراي پرشدگي از نوع اكسيد آهن است. سطح درزه‌ها نيز مورد بررسي قرار گرفت. بيشترين نوع سطح درزه‌ها از نوع زبر Rough و از رده صفحه‌اي Planar و پله‌اي Stepped هستند. با توجه به كليه نكات گفته شده امتياز اين بخش $R_4=10$ تعيين مي‌شود.

5- وضعيت آب زيرزميني

در محل برداشت درزه‌ها و در ناحيه شش منطقه كلاته وضعيت آب زيرزميني به صورت مرطوب و Damp تشخيص داده شده است. بنابراين امتياز اين بخش $R_5=10$ خواهد بود.

6- جهت و مقدار شيب درزه‌ها

عامل كنترل كننده بسيار مهم ديگر وضعيت قرارگيري شيب درزه‌ها است. نمودارهاي شماره 76 و 77 توزيع آماري جهت شيب‌ها و مقادير شيب اندازه‌گيري شده در ناحيه را نشان مي‌دهد. براساس اين نمودارها ميانگين مقدار شيب 64/7 محاسبه شده است. بيشترين توزيع بين 45 تا 54 و 81 تا 90 به چشم مي‌خورد.
براساس داده‌هاي موجود در اين زمينه نمودار پراكندگي قطب Scatter plot ترسيم شد كه در نمودار شماره 78 ارائه شده است. همچنين نمودار خطوط تراز Countour plot و صفحات اصلي ناپيوستگي در نمودار شماره 79 نشان داده شده است. با مقايسه اين نتايج و در نظر گرفتن مواردي چون مقدار شيب و جهت شيب حقيقي توپوگرافي و امتداد لايه‌بندي امتياز اين بخش براي محدوده مورد مطالعه از رده مناسب Fair ارزيابي مي‌شود (با 25 امتياز منفي). مطالب بيشتري در اين باب در بخش مربوط به پايداري شيب توضيح داده خواهد شد.

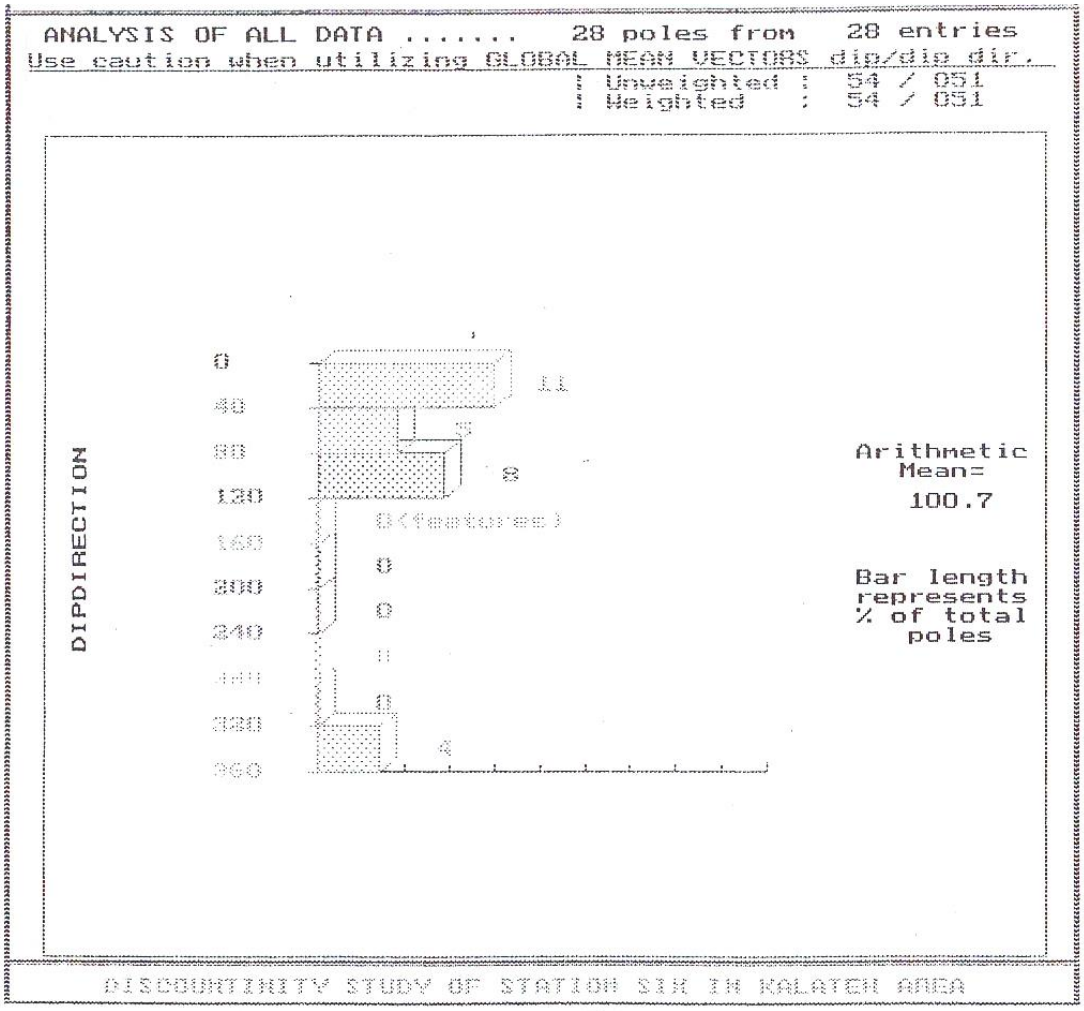


Diagram No. 76

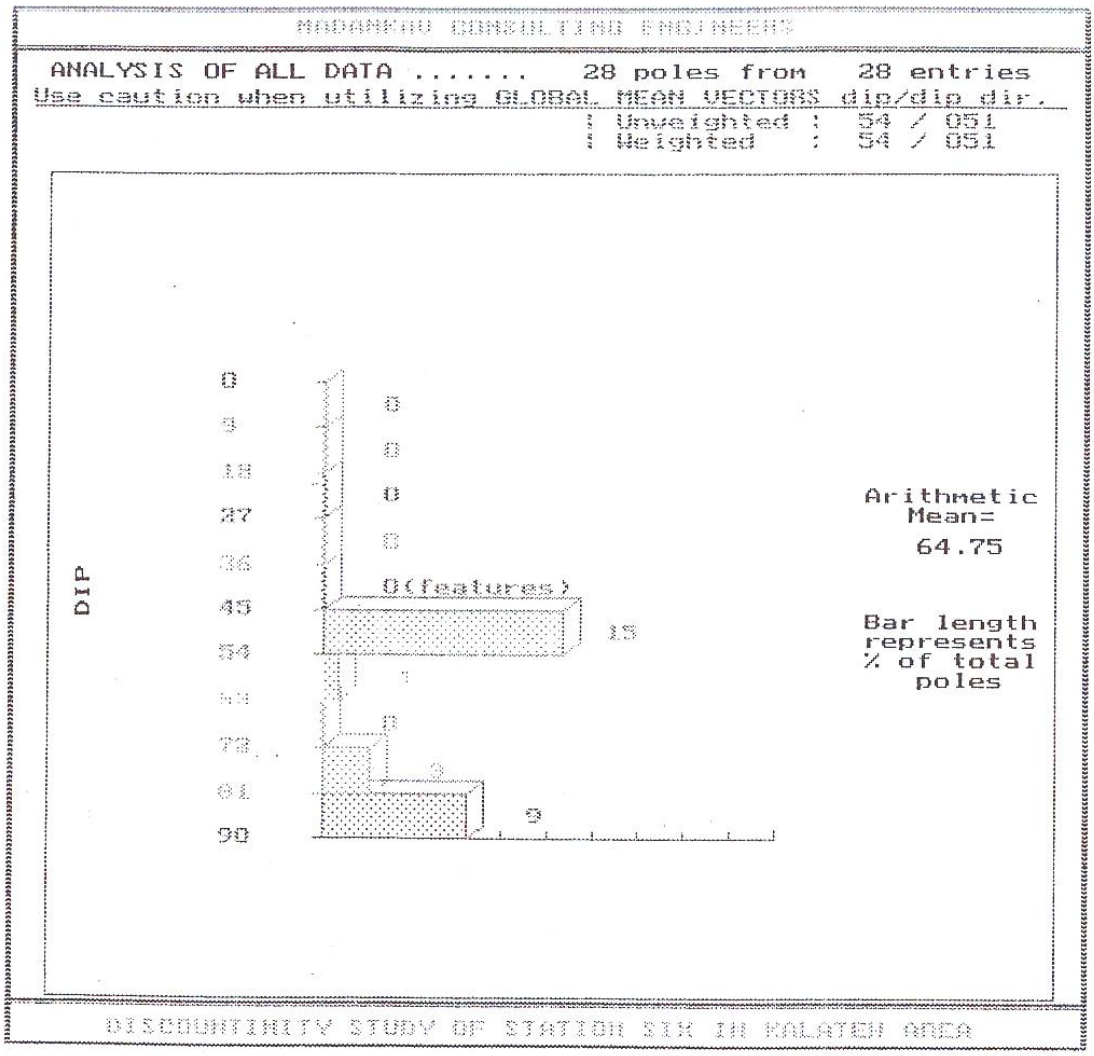


Diagram No . 77

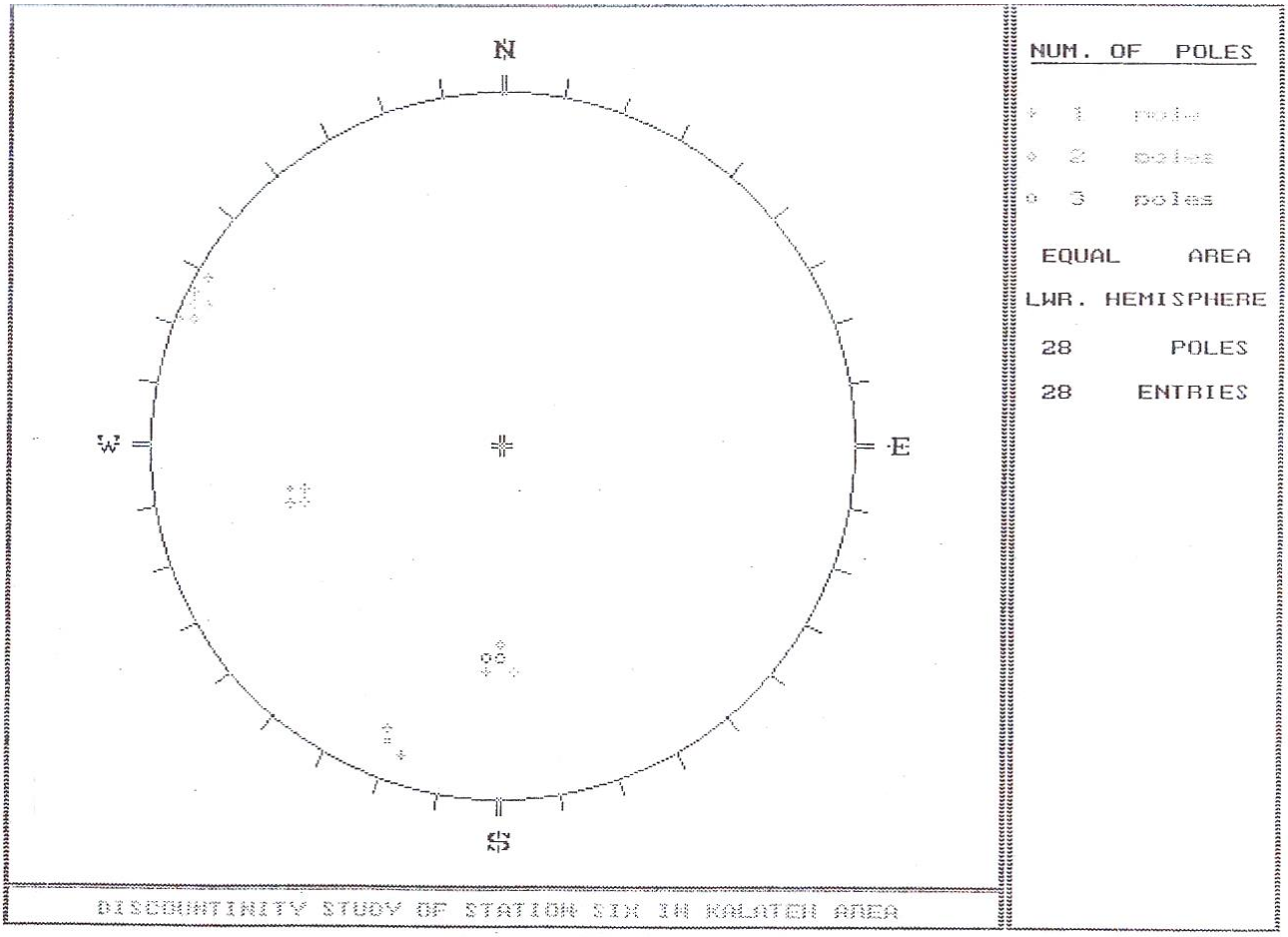


Diagram No . 78

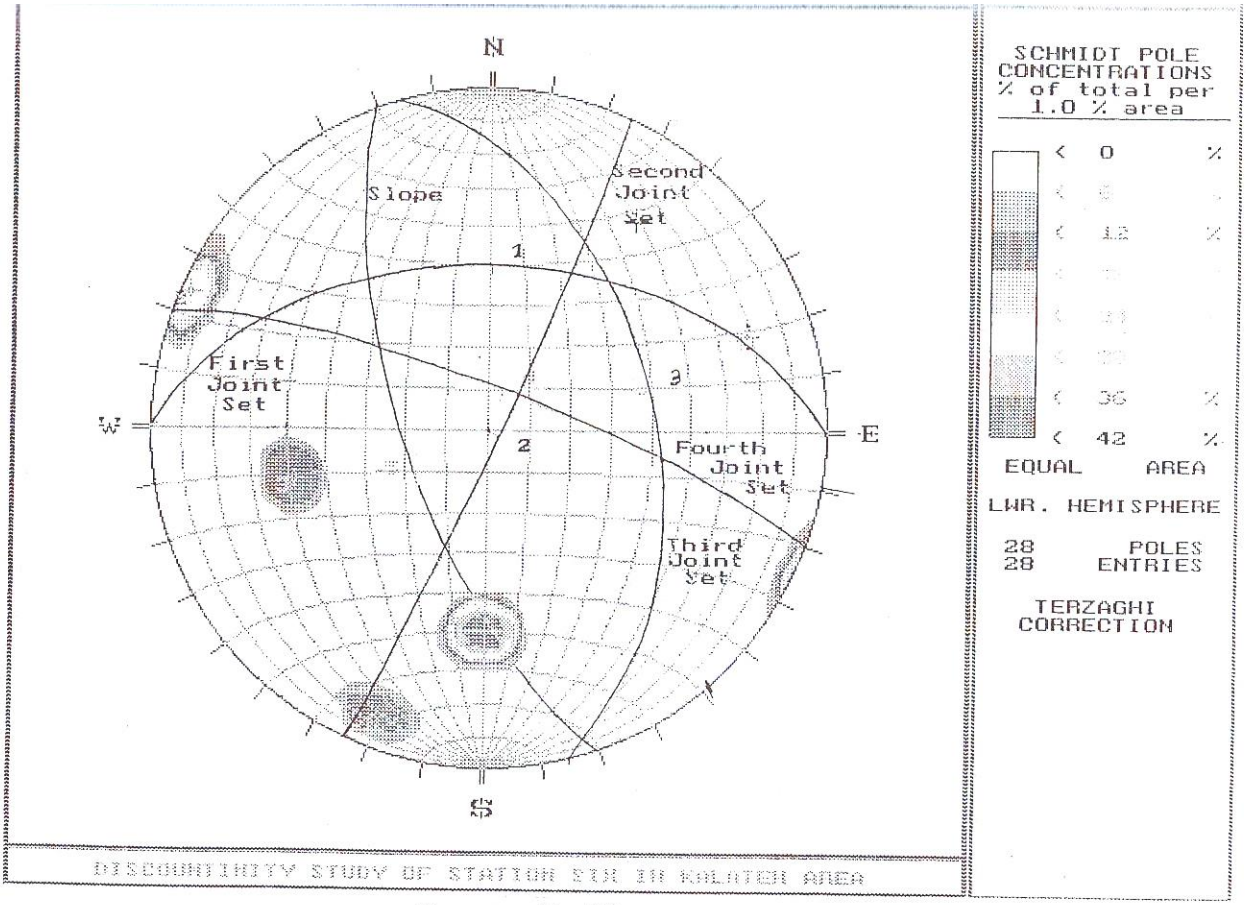


Diagram No . 79

به اين ترتيب نمره‌بندي نهايي طبقه‌بندي RMR براي اين توده سنگ Rm=22 خواهد بود كه به مفهوم رده IV يا سنگ ضعيف Poor Rock خواهد بود. پارامترهاي مهندسي اين توده سنگ به شرح زير قابل تخمين است :

$\phi = 10^o$ $C = 1.1\ kg/cm^2$

مسلماً ميزان بلوک‌دهي توده سنگ براي بررسي اقتصادي بودن يک معدن سنگ بسيار حائز اهميت است. اين پارامتر تحت تأثير فاصله داري، خصوصيات درزه‌ها و ناپيوستگي است. بلوک‌هاي

استخراجي داراي سه بعد هستند. با توجه به اختصاصات منطقه و نتيجه مطالعات به نظر مي‌رسد كه بعد طول بلوک‌ها توسط پارامتر طول و تناوب درزه‌هاي اصلي كنترل مي‌شود. بعد طول بلوک‌ها در اين ناحيه بين 75 سانتي‌متر و يک متر متغير است. بعد عرض بين 20 سانتي‌متر تا 50 سانتي‌متر در نوسان است.

بعد ضخامت نيز از 40 سانتي‌متر تا 60 سانتي‌متر در تغيير مي‌باشد.

همه حجم توده سنگ قابليت ايجاد بلوک ندارد و در مراحل مختلف معدنكاري بخشي از آن به صورت قطعات بلااستفاده در مي‌آيد. با توجه به مشاهدات صحرايي و بررسي‌هاي به عمل آمده و همچنين نظر كارشناسي بلوک‌دهي توده سنگ ناحيه شش كلاته 60% تخمين زده مي‌شود.

تا رسيدن به سطح قابل استخراج بايد خورده سنگ‌ها و خاک‌ها جابجا شوند. حجم اين باطله‌برداري براي توده سنگ ناحيه كلاته حدود 10% برآورد مي‌گردد. عكس شماره 79 نمايي از توده سنگ منطقه شش كلاته را نشان مي‌دهد.

يكي ديگر از مسائل مهم در بررسي امكان‌سنجي ايجاد محدوده استخراجي در اين ناحيه بررسي پتانسيل انواع ناپايداري شيبي و شناسايي مناطق داراي پتانسيل ناپايداري است.

در ناحيه شش منطقه كلاته براساس نمودار خطوط تراز تهيه شده چهار دسته درزه تشخيص داده مي‌شود. دسته درزه اول داراي جهت شيب صفر درجه و شيب 50 درجه مي‌باشد. دسته درزه دوم داراي آزيموت 114 درجه و به ميزان شيب 87 درجه است. دسته درزه سوم جهت شيب حقيقي‌اش به سمت 75 درجه و مقدار شيبش 50 درجه است. آخرين دسته درزه‌ها داراي 80 درجه شيب به سمت آزيموت 20 درجه مي‌باشد. جهت شيب دامنه به سوي 250 درجه است. مقدار شيب دامنه 70 درجه مي‌باشد.

First Joint set and Fault (Dip/Dip direction): 50/0

Second Joint set and Fault (Dip/Dip direction): 87/114

Bedding (Dip/Dip direction): 50/75

عکس شماره 79 : توده سنگي در ناحيه 6 منطقه کلاته که در آن آثار درز و شکاف فراوان به خوبي مشهود است.

Fourth Joint set and fault (Dip/Dip direction): 80/20

Slope (Dip/Dip direction): 70/250

با توجه به نمودار خطوط تراز ارائه شده خطوط حاصل از تقاطع اين سه صفحه ناپيوستگي مشخص شده است.

Line of intersection between 1 and 2 (Trend\Plunge): 27/47

Line of intersection between 1 and 3 (Trend\Plunge): 37/44

Line of intersection between 1 and 4 (Trend\Plunge): 295/28

Line of intersection between 2 and 3 (Trend\Plunge): 26/28

Line of intersection between 2 and 4 (Trend\Plunge): 41/79

Line of intersection between 3 and 4 (Trend\Plunge): 98/47

با توجه به شرايط ناپايداري که در مقدمه اين بخش توضيح داده شده است موارد زير قابل ذکر است. مقدار شيب دسته درزه‌هاي اول و سوم از مقدار شيب دامنه کمتر است ولي جهت شيب آنها به حدي با يکديگر اختلاف دارند که امکان لغزش صفحه‌اي وجود ندارد.

- مقدار شيب دسته درزه‌هاي دوم و چهارم از مقدار شيب دامنه بيشتر است ضمن اين كه جهت شيب آنها هم با با يكديگر بسيار اختلاف دارد. به همين دليل امكان لغزش صفحه‌اي منتفي است.
- مقدار شيب‌هاي خطوط حاصل از تقاطع‌هاي ناپيوستگي‌هاي مختلف به گونه‌اي است كه هيچكدام (يا به دليل بيشتر بودن شيب‌شان از شيب دامنه و يا به دليل اختلاف زياد راستاي شيب) قادر به ايجاد پتانسيل قوي لغزش گوه‌اي Wedge failure نمي‌باشند.
- دسته درزه‌هاي اول و دوم سوي شيب‌شان با جهت شيب دامنه اختلاف زيادي دارد بنابراين امكان ناپايداري و واژگوني نيز وجود ندارد.

بنابراين در شرايط طبيعي و فعلي شيب دامنه در ناحيه شش منطقه كلاته پايدار است. در هر حال بايد توجه داشت كه به هنگام شروع عمليات معدنكاري احتمالي شرايط جديد بايد مد نظر قرار گيرد. مطالعات طراحي معدن و پله و پايداري شيب در آن مرحله ضروري خواهد بود.

ذخيره زمين‌شناسي (احتمالي) توده معدني ناحيه شماره شش منطقه كلاته با توجه به برداشت صحرايي و مشخصه‌هاي فيزيكي سنگ‌هاي اين ناحيه به صورت ذيل تعيين مي‌گردد :

(m.)200 = L = گسترش طولي توده معدني (برداشت صحرايي)

(m.)120 = W = گسترش عرضي توده معدني (برداشت صحرايي)

(m.)30 = H = عمق توده معدني (احتمالي)

(Deg.)70 = α شيب توپوگرافي ناحيه (برداشت صحرايي)

%60= درصد كوپ‌دهي (برداشت صحرايي و پردازش اطلاعات)

%10= درصد باطله (برداشت صحرايي)

(Ton/m^3) 2.71 = G = وزن مخصوص ظاهري توده معدني (آزمايشگاه)

(m^2.) S = سطح مقطع توده معدني (محاسباتي)

(m^2.) V = حجم توده معدني (محاسباتي)

(Ton) M = جرم توده معدني (محاسباتي)

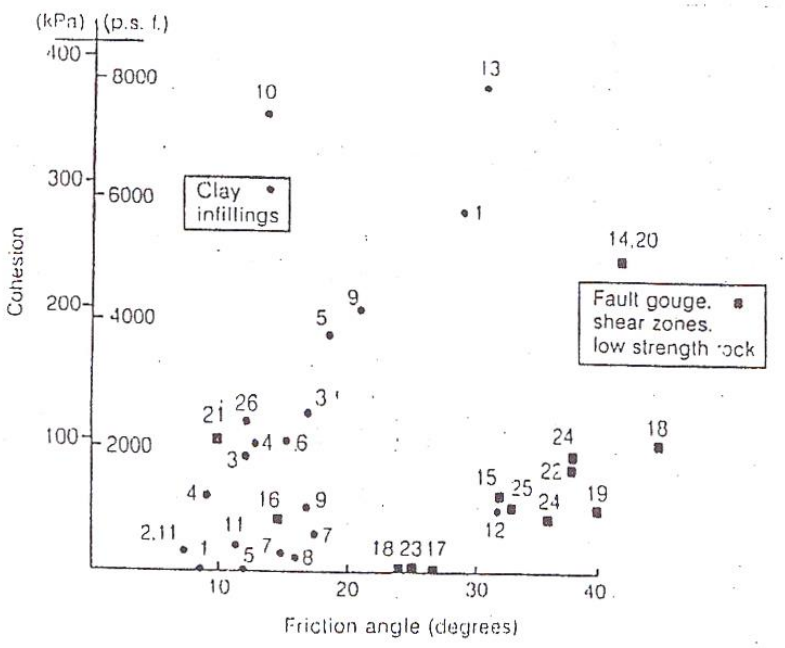
$$S = (H \times (H/tg\alpha) \times 0.50 - ((W - (H/tg\alpha)) \times H) = 3436\ m^2$$

$$V = S \times L = 3436 \times 200 = 687200\ m^3$$

$$M = V \times G = 687200 \times 271 = 1862312\ Ton$$

$$\text{ذخيره احتمالي توده معدني} = M \times \text{ضريب بهره‌دهي} = 1862312 \times 0.5 = 931156\ Ton$$

ضريب بهره‌دهي با توجه به ميزان درصد كوپ‌دهي و باطله تعيين مي‌گردد.



Peak shear strength of filled discontinuities (Hoek and Bray, 1981). Note that pairs of numbers indicate ranges of strength.

1. Bentonitic shale.
2. Bentonite seams in chalk.
3. Bentonite; thin layers.
4. Bentonite triaxial tests.
5. Clay, over-consolidated.
6. Limestone, 10–20 mm clay infillings.
7. Lignite and underlying clay contact.
8. Coal measures; clay mylonite seams.
9. Limestone; <1 mm clay infillings.
10. Montmorillonite clay.
11. Montmorillonite; 80 mm clay seam in chalk.
12. Schists/quartzites; 100–150 mm thick infilling.
13. Schists/quartzites; stratification, thick clay.
14. Basalt; clayey, basaltic breccia.
15. Clay shale; triaxial tests.
16. Dolomite, altered shale bed.
17. Diorite/granodiorite; clay gouge.
18. Granite; clay-filled faults.
19. Granite; sandy-loam fault filling.
20. Granite; shear zone, rock and gouge.
21. Lignite/marl contact.
22. Limestone/marl/lignites; lignite layers.
23. Limestone; marlaceous joints;
24. Quartz/kaolin/pyrolusite; remolded triaxial.
25. Slates; finely laminated and altered.
26. Limestone; 10–20 mm clay infillings.

نمودار شماره 80 : نمودار تعيين ضريب اصطكاک و چسبندگي توده سنگ در طول درزه‌ها

فصل ششم

بررسي تكميلي دو ناحيه بهينه از بين نواحي

مستعد بررسي شده

1-6-1- مقدمه

براساس شرح خدمات قرارداد منعقده فيمابين، پس از بررسي چهار ناحيه مستعد گدمه، پشت گرمه زنجيره بالا و كلاته با توجه به كليه موارد و جوانب دو ناحيه بايد براي بررسي بيشتر به خصوص از جنبه كوپ‌دهي و قواره‌دهي و جنبه‌هاي مربوط به سنگ بري و ساب، معرفي مي‌شدند.

براساس شرح خدمات از اين دو ناحيه دو كوپ با ابعاد و شكل مناسب استخراج شده و به كارخانه سنگ‌بري حمل شد. براي بررسي چگونگي قواره‌دهي، پلاك‌دهي، قابليت ساب و صيقل، عمليات برش و ساب بر روي كوپ‌هاي استخراج شده انجام شد. براساس مقدار و ابعاد پلاك‌هاي بدست آمده تجزيه و تحليل‌هاي درصد پلاك‌دهي و قابليت صيقل‌پذيري انجام پذيرفت. نتايج حاصل از اين بررسي‌ها در پي مي‌آيد.

1-6-2- چگونگي انتخاب دو ناحيه بهينه

در انتخاب دو ناحيه اصلح كليه جوانب و نتايج كليه مطالعاتي كه در فصول پيش توضيح داده شدند مد نظر قرار گرفتند. با مقايسه و بررسي كليه يافته‌ها اعم از نتايج آناليزهاي شيميايي، آزمايشات فيزيكي و مكانيكي سنگ، مطالعات پتروگرافي ماكروسكوپي و ميكروسكوپي، بررسي‌هاي صحرايي زمين‌شناسي، مطالعات مكانيک سنگ و پايداري شيب و ملاحظات مربوط به روش‌هاي معدنكاري در معادن سنگ نما مي‌توان نتيجه‌گيري‌هاي زير را انجام داد :

الف) از ميان كل محدوده‌هاي معرفي شده و از بين شش محدوده‌اي كه مورد مطالعات دقيق‌تر و همه جانبه قرار گرفتند. دو محدوه، يک و پانزده در منطقه گدمه مناسب‌تر از بقيه محدوده‌ها تشخيص داده شده‌اند. ساير محدوده‌ها با توجه به يک يا چند مورد از موارد زير مناسب بهره‌برداري و مطالعات تفصيلي تشخيص داده نشد.

الف-1) تركيب شيميايي و يا كاني‌شناسي نامناسب

الف-2) وجود درز و شكاف فراوان، خردشدگي و وفور حفرات كارستي

الف-3) مقاومت فشاري پايين، مناسب نبودن اختصاصات فيزيكي و مكانيكي نمونه‌هاي بكر

الف-4) مشخصات نامناسب فيزيكي ژئومكانيكي توده سنگ

الف-5) وجود شيب و دامنه‌هاي ناپايدار و يا مستعد ناپايداري كه مي‌تواند در مراحل استخراج و بهره‌برداري مشكل‌ساز باشد.

الف-6) يک دليل بسيار مهم عدم بلوك‌دهي مناسب و زياد بودن نسبي مقدار باطله بوده است.

الف-7) مناسب نبودن راه‌هاي دسترسي و يا مسافت زياد نسبت به كارخانه‌هاي سنگ‌بري و مراكز مصرف

ب) مناطق يک و پانزده گدمه به نسبت ساير محدوده‌ها از نظر موارد ذکر شده در بالا شرايط بهتري داشتند. بدين معنا که داراي ترکيب شيميايي و کاني‌شناسي نسبتاً مناسب، درز و شکاف و حفرات کارستي کمتر، مشخصات فيزيکي- مکانيکي بهتر، شرايط بهتر از نظر مکانيک سنگ و پايداري شيب و راه‌هاي دسترسي و موقعيت مناسب بودند. علاوه بر اين در محدوده‌هاي فوق بلوک‌هاي مجزا و مناسبي مشاهده مي‌شود. بلوک‌دهي توده سنگ در اين محدوده‌ها در حد مناسبي است به گونه‌اي که بلوک‌هاي درحد چند تن در اين محدوده‌ها به راحتي قابل استخراج است. مقدار باطله‌برداري در اين محدوده نيز نسبت به ساير مناطق کمتر است به اين ترتيب گروه کارشناسي با در نظر گرفتن کليه جوانب، نواحي يک پانزده گدمه را به منظور انجام بررسي‌هاي تکميلي و انجام عمليات کوپ‌برداري انتخاب کردند. کارشناسان شرکت در معيت کارشناسان محترم اداره کل معادن ايلام از نواحي برگزيده شده بازديد بعمل آوردند و در نهايت با نظر مساعد کارفرماي محترم مقرر شد عمليات کوپ‌برداري و برش و ساب بر روي سنگ‌هاي اخذ شده از ناحيه يک و ناحيه دو منطقه گدمه انجام شود.

3-6-1- موقعيت نواحي بهينه

هر دو ناحيه انتخاب شده در منطقه گدمه قرار دارد. منطقه گدمه از نظر فاصله هوايي در 17/5 کيلومتري شمال ايلام و در 10 کيلومتري شمال غرب شهرستان سرابه قرار گرفته است. براي رسيدن به محدوده‌ها از سرابله به طرف چارمله حرکت مي‌کنيم و پس از طي يازده کيلومتر و در مقابل روستاي گدمه جاده‌اي خاکي به سمت جنوب منشعب مي‌شود. پس از طي حدود 2/75 کيلومتر در اين جاده خاکي به ناحيه شماره يک و پس از 3/7 کيلومتر به ناحيه شماره پانزده مي‌رسيم.

موقعيت هر دو ناحيه توسط گيرنده تعيين موقعيت جهاني ماهواره‌اي Global position system تعيين شد. در ناحيه پانزده گدمه سه نقطه در طول گسترش ماده معدني قرائت شد که مختصات اين نقاط به شرح زير است :

Point one:

Latitude: 33°47′53.1″N

Longitude: 46°28′23.1″E

Point two:

Latitude: 33°37′51.8″N

Longitude: 46°28′22.5″E

Point three:

Latitude: 33°47′51.4″N

Longitude: 46°28′23.2″E

در ناحيه يک نيز دو نقطه در طول لايه موجود قرائت گرديدند که مختصات آنها به قرار زير است :

Point one:

Latitude: 33°48′8.5″N

Longitude: 46°28′47.7″E

Point two:

Latitude: 33°48′10.7″N

Longitude: 46°28′45.6″E

نقاط A_1 و A_{15} نمايش داده شده بر روي نقشه توپوگرافي منطقه که در نقشه، شماره 13 نشان داده شده است موقعيت قرارگيري ناحيه يک و پانزده را در منطقه گدمه نشان مي‌دهد. ارتفاع ناحيه يک از سطح دريا 1220 متر و ارتفاع ناحيه پانزده از سطح دريا 1310 متر مي‌باشد. فاصله بين اين دو ناحيه حدود 700 متر است.

به طور کلي اين ناحيه به صورت يک دشت مرتفع است. بدين معني که با وجود مرتفع بودن داراي شيب نسبتاً ملايمي است و در آن شاهد پستي و بلندي‌هاي شديد نمي‌باشيم. عميق‌ترين عارضه توپوگرافي وجود آبراهه‌هايي است که عموماً به سمت شمال شرقي و شرق روان هستند.

اين آبراهه‌ها غالباً فصلي هستند و در دوران بارش پرآب مي‌شوند. اين آبراهه‌ها با پيوستن به يکديگر نهايتاً به رودخانه سيمره مي‌پيوندند.

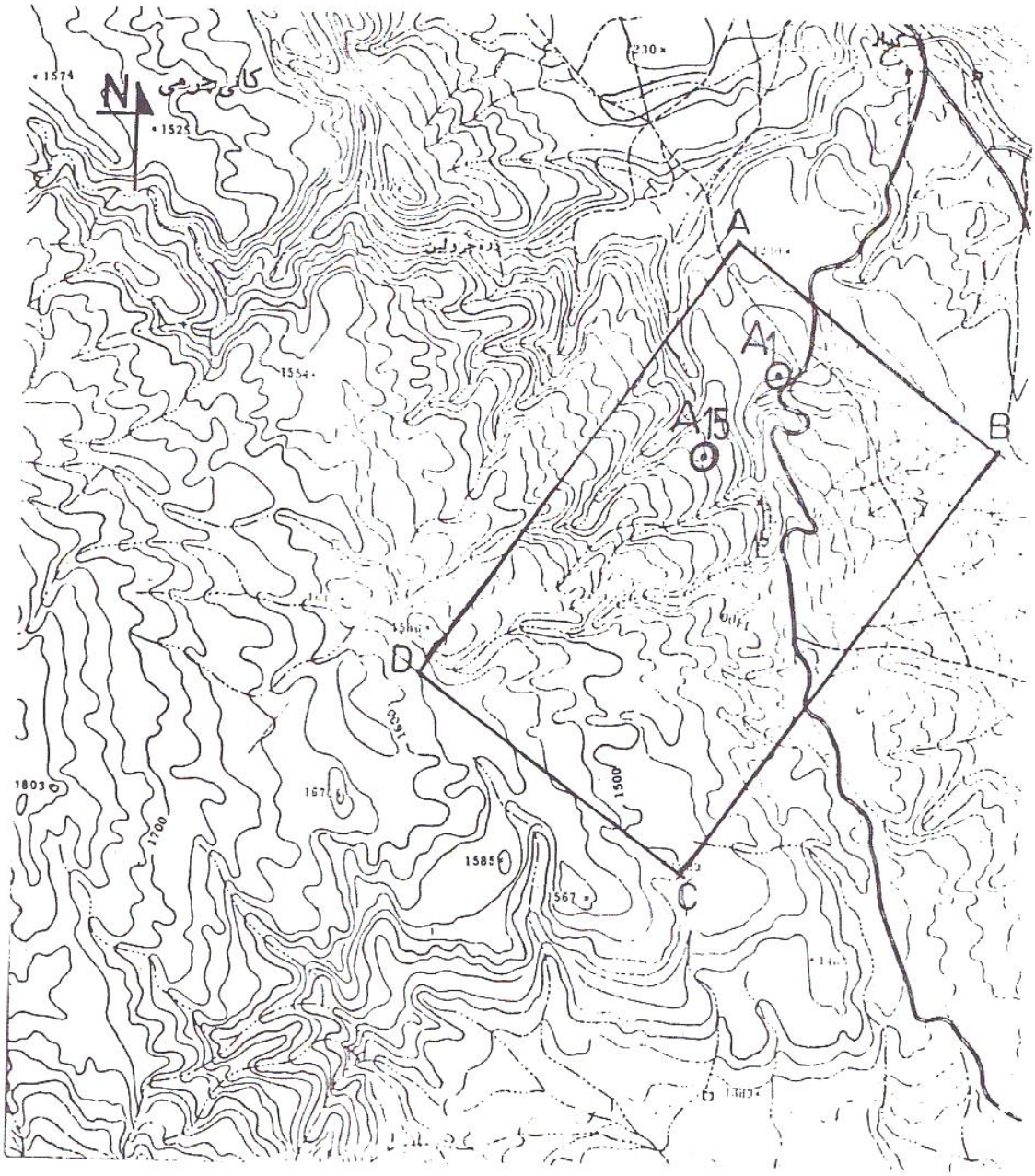
شيب عمومي منطقه حدود 10% و به سمت شمال شرقي است. در نقاطي که آبراهه‌ها تشکيلات زمين‌شناسي منطقه را بريده‌اند دامنه‌هاي آبراهه‌ها شيب بيشتري به سمت محور آبراهه دارند. پوشش گياهي منطقه از نوع درختچه‌اي و جنگلي تنک و پراکنده با درختان بلوط و بنه است. در خود منطقه و اطراف آن مزارع و گندم زارهايي چندي که بيشتر به صورت ديم هستند، مشاهده مي‌شوند. چگونگي پوشش گياهي منطقه در پس زمينه عکس شماره 80 مشاهده مي‌شود.

نزديکترين روستا به ناحيه روستاهاي گدمه و محمدقلي هستند. در اين روستاها و همچنين روستاهاي اطراف نيروي انساني غيرماهر به وفور يافت مي‌شود. در شهرستان سرابله که نزديکترين شهر به منطقه است، نيروي کارگر نيمه ماهر و امکانات و ماشين‌آلات اوليه قابل دسترسي مي‌باشد. منطقه مورد مطالعه از نظر اقليمي در زمستان‌ها داراي آب و هوايي نسبتاً سرد و در تابستان‌ها معتدل مي‌باشد. فصل کاري در اين منطقه طولاني و مناسب است و کما بيش در اکثر ماه‌هاي سال امکان انجام فعاليت‌هاي معدني وجود دارد.

1-6-4- مشخصات زمين‌شناسي نواحي بهينه

1-6-4-1- مشخصات زمين‌شناسي ناحيه يک گدمه

اين ناحيه در واقع يال شمال غربي يک دره است که به سمت جنوب شرقي شيب دارد. سنگ‌هاي آهکي متعلق به بخش مياني و بالايي سازند آسماري که داراي سن ميوسن زيرين هستند.



نقشه شماره ۱۳ : موقعیت نواحی یک و پانزده منطقه گدمه

بر روی نقشه توپوگرافی ۱ : ۵۰/۰۰۰

نقشه شماره 13 : موقعيت نواحي يک و پانزده منطقه گدمه بر روي نقشه توپوگرافي 1:50.000

عكس شماره 80 – پوشش گياهي منطقه گدمه در ناحيه يک که متشکل از جنگل تنگ درختان بلوط و بنه مي‌باشد.

در تمام طول و يال‌هاي اين دره کما بيش برونزد دارند. شيب طبقات در اين محدوده نزديک به افقي است. به طور کلي مي‌توان کل اين دره را به عنوان يک پتانسيل در نظر داشت. طبقات و لايه‌هاي افقي سنگ‌هاي آهکي با تبعيت از قانون V در دامنه‌هاي اين دره برونزد دارند. بر روي سطح توده سنگ آثار انحلال و هوازدگي مشاهده مي‌شود که ظاهري زبر و خشن به آن داده است. ولي در سطح شکسته شده سنگ آثار هوازدگي بسيار کمتر است. سطح Fresh و هوانزده سنگ بخوبي با اسيد کلريدريک سرد و رقيق مي‌جوشد.

حفرات کارستي در اين سنگ‌ها نسبتاً کم هستند و در صورت وجود هم غالباً سطحي و مجزا از يکديگر مي‌باشند.

آثار فسيلي نسبتاً فراواني در اين سنگ‌ها چه به صورت ماکروفسيل و چه به صورت ميکروفسيل مشاهده مي‌شود. عکس شماره 81 آثار يک ماکروفسيل را در سنگ‌هاي ناحيه يک گدمه به خوبي نشان مي‌دهد. مشخصات دقيق ميکروفسيل‌هاي موجود در اين سنگها در فصول قبلي آورده شده است. براساس مطالعات فسيل‌شناسي سن اين سنگ‌ها ميسون زيرين و اشکوب بورديکالين تعيين شده است. توده سنگ در اين ناحيه حالتي مطبق و لايه لايه دارد. جنس سنگ در طول لايه‌هاي تقريباً افقي محدوده داراي تداوم نسبتاً خوبي است و شاهد تغييرات عمده‌اي در جنس سنگ نمي‌باشيم. عمده‌ترين تغيير که توسط عوامل زمين‌شناسي ساختماني کنترل مي‌شود. در ميزان بلوک‌دهي و باطله توده سنگ است. با توجه به جميع جهات بهترين برونزد اين سنگ‌ها در يال غربي دره انتخاب گرديد و عمليات

کوپ برداري نيز از آن جا انجام شد. شيب يال دامنه غربي حدود حداقل 15^{o} تا حداکثر 35^{o} است طول اين دامنه حدود 80 متر مي‌باشد. گسترش رخنمون‌هاي سنگي در طول اين دامنه حدود 400 متر برآورد گرديد.

به طور کلي در سمت شرق اين دامنه درصد بلوک‌دهي بالاتر است و به حد بيش از 70% نيز مي‌رسد. در سمت غرب دامنه بلوک‌دهي به کمتر از 60% تنزل پيدا مي‌کند. اين وضعيت کاهش بلوک‌دهي در سمت غرب دامنه که به دليل ازدياد ناپيوستگي‌ها و کاهش فاصله بين آنها رخ مي‌دهد در عکس شماره 82 نشان داده شده است به نظر مي‌رسد در اين محدوده درصد باطله در حد 10% حجم توده سنگ و يا حتي کمتر باشد. مشخصات لايه‌بندي و درز و شکاف‌ها و همچنين نتايج مطالعات پايداري شيب و درزه‌نگاري اين منطقه در فصل پنجم آمده است. به هر حال با بررسي اين پارامترها و تجزيه و تحليل کليه داده‌ها مشخص شد که از نظر پايداري شيب محدوده، يک گدمه داراي شرايط مناسبي است.

عکس شماره ۸۱- آثار ماکروفسیل درسنگ‌های آهکی ناحیه یک‌گدمه مشهود است.

عکس شماره ۸۲- افزایش خردشدگی دربخش غربی ناحیه یک گدمه که کاهش بلوکدهی را به همراه دارد.

عکس شماره 81- آثار ماکروفسیل در سنگ‌هاي آهکي ناحیه یک گدمه مشهود است.

عکس شماره 82- افزایش خردشدگي در بخش غربي ناحیه یک گدمه که کاهش بلوکدهي را به همراه دارد.

براساس برآوردهاي اوليه حجم ذخيره زمين‌شناسي در اين ناحيه حدود 1.460.000 تن برآورد گرديده است.

ابعاد كوپ استخراج شده از يال غربي ناحيه يک منطقه گدمه 96×118×106 سانتي‌متر بود كه معادل حجم 1/2 متر مكعب مي‌شود. با توجه به وزن مخصوص ظاهري اندازه‌گيري شده از اين سنگ‌ها وزن كوپ استخراج شده حدود 3264 كيلوگرم بود.

براي استخراج اين سنگ با استفاده از وسايلي چون ديلم و گوه و پتک و با بهره‌گيري از سيستم درز و شكستگي طبيعي توده سنگ، قطعه سنگ مورد نظر سست و لق گرديد. اين مرحله در عكس شماره 83 مشهود است. در مرحله بعد با استفاده از سيم بكسل و بوسيله جرثقيل قطعه سنگ از توده سنگ جدا شد و سپس بارگيري گرديد. اين مراحل نيز در عكس‌هاي شماره 84 و 85 نشان داده شده است.

1-6-4-2- مشخصات زمين‌شناسي ناحيه پانزده گدمه

اين ناحيه در جنوب غربي ناحيه A_1 قرار گرفته است. ناحيه به صورت يک دشت مرتفع ولي كم شيب است كه شيب ملايمي به سمت شمال شرقي دارد. مقدار اين شيب بين 5% تا 10% متغير است. ناحيه پانزده گدمه از هر دو طرف توسط آبراهه احاطه شده است. آبراهه به سمت شمال شرقي جريان دارند و در واقع اين محدوده از سه طرف توسط اراضي تقريباً مسطح و كم شيبي احاطه شده است و فقط از طرف شمال شرقي است كه به دامنه‌اي كه شيبي در حد 30 درجه با آزيموت 50 به سمت شمال شرقي دارد منتهي مي‌شود.

در اين ناحيه عملكرد هوازدگي بيشتر بوده است. عملكرد توأمان گسل‌هاي موجود و هوازدگي باعث شده است در برخي نقاط توده سنگ حالتي كاملاً خرد شده پيدا كند. اين پديده تا آنجا پيش رفته كه ميان لايه‌هاي سنگ آهک خرد شده با ظاهري مارني نيز گاهي مشاهده مي‌شود. سطح هوانزده و Fresh سنگ با اسيد كلريدريک سرد و رقيق جوشش شديدي از خود نشان مي‌دهد.

اين سنگ‌ها از نظر ماكروسكوپي به رنگ خاكستري- كرم مايل به سبز مشاهده مي‌شوند. سنگ‌ها داراي شكست صدفي است و حالتي ريز بلور دارد. برخلاف ناحيه يک بلورهاي ريز كريستالي كلسيت با چشم غيرمسلح ديده نمي‌شوند و داراي رگه‌هاي پرشدگي اكسيد آهن است.

عکس شماره ۸۳- جداکردن بلوک سنگ بااستفاده از دیلم وگوه ازطریق بازکردن درزو شکافهای طبیعی

عکس شماره ۸٤- کندن بلوک سنگی از توده سنگ بوسیله جرثقیل

عکس شماره 83- جدا کردن بلوک سنگ با استفاده از دیلم و گوه از طریق باز کردن درزو شکاف‌هاي طبيعي

عکس شماره 84 – کندن بلوک سنگي از توده سنگ بوسيله جرثقيل

در سطح سنگ حفرات كارستي به مقدار نسبتاً زياد ديده مي‌شوند كه در برخي نقاط به هم پيوسته‌اند. اين امر از مرغوبيت سنگ مي‌كاهد.

براساس مطالعات ديرينه شناسي و تشخيص فسيل‌هاي موجود، سن سنگ‌هاي آهكي مذكور ميوسن زيرين تعيين شد.

در اينجا نيز سنگ‌هاي آهكي رخنمون شده داراي ماهيتي مطبق هستند و لايه بندي آنها داراي شيبي ملايم در حد 10^o به سمت آزيموت 15^o مي‌باشد. در اين ناحيه قبلاً فعاليت معدنكاري انجام شده است و از سنگ‌هاي موجود مقداري به صورت بهره‌برداري آزمايشي استخراج گرديده است.

تداوم لايه‌ها از نظر تغيير جنس در طول گسترش توده مطبق سنگ نسبتاً مناسب است و مواجه با تغييرات طولي عمده‌اي نمي‌باشيم. تنها تغيير حالت سنگ در ضخامت لايه مشاهده مي‌شود كه در اثر عملكرد گسل موازي با لايه‌بندي است. عملكرد اين گسل ماهيتي دو گانه دارد. از طرفي به علت ايجاد زون ميلونيتي و خرد شده باعث كم شدن كيفيت و بلوكـدهي سنگ مي‌شود و از طرف ديگر اين گسل باعث دگرگوني كاتاكلاستيک توده سنگ شده است كه سبب ايجاد حالت تبلور مجدد و افزايش مرغوبيت در برخي نقاط شده است.

به غير از مورد فوق مهمترين تغييري كه در توده سنگ مشاهده مي‌شود در ميزان بلوكـدهي و باطله توده سنگ است. اين تغييرات تحت تأثير مستقيم عوامل زمين‌شناسي ساختماني مي‌باشد. براسا مشاهدات صحرايي درصد باطله حدود 20% حجم توده سنگ و بلوكـدهي آن 70% تخمين زده شده است.

اختصاصات و اندازه‌گيري‌هاي مربوط به لايه‌بندي‌ها و سيستم‌هاي درز و شكاف ساير مسائل مربوط به زمين‌شناسي ساختماني و نتايج مطالعات درزه نگاري و مكانيک سنگ در فصل پنجم آورده شده است. يافته‌ها نشان داد كه احتمال لغزش منتفي است و فقط در صورتي كه عمليات معدنكاري و ايجاد سينه كار و پله عملي شود بايد پايداري در مقابل واژگوني بررسي شود.

در اين محدوده گسترش طولي ماده معدني حدود 200 متر و عرض توده معدني حدود 100 متر برآورد گرديد.

عمليات كوپ‌برداري از اين ناحيه انجام گرفت و طي آن يک كوپ به ابعاد تقريبي 110×116×180 سانتي‌متر و به حجم تقريبي 2/29 متر مكعب برداشت گرديد. وزن تقريبي اين قطعه سنگ حدود 5/9 تن بوده است. عكس شماره 86 مرحله بارگيري اين قطعه سنگ را در ناحيه پانزده منطقه گدمه نشان مي‌دهد.

هر دو قطعه سنگ مناطق يک و پانزده گدمه پس از بارگيري به سنگ‌بري شهرستان ايوان حمل شدند.

براساس تخمين‌ها و برآوردهاي اوليه حجم ذخيره زمين‌شناسي سنگ آهک در اين ناحيه 1.215.000 تن برآورد مي‌شود.

عکس شماره ۸۵- بارگیری بلوک سنگی اخذ شده در محدوده یک گدمه

عکس شماره ۸٦- بارگیری بلوک سنگی اخذ شده درمحدود پانزده گدمه

عکس شماره 85- بارگيري بلوک سنگي اخذ شده در محدوده يک گدمه

عکس شماره 86- بارگيري بلوک سنگي اخذ شده در محدوه پانزده گدمه

1-6-5- بررسي مشخصات توده سنگ نواحي بهينه

1-5-6-1- ساخت و بافت سنگ

الف) ناحيه يک گدمه

در نمونه دستي سنگ آهکي نسبتاً کمپاکت با مقداري ناخالصي‌هاي ناشي از هوازدگي و آبها فرورو است. سنگ حالتي نيمه متبلور Semi-Crystaline دارد و در برخي نقاط بلورهاي کلسيت در آن به خوبي و در اندازه‌هاي در حد چند ميلي‌متر مشاهده مي‌گردد.

مطالعات ميکروسکوپي مقاطع نازک نشان داد که اين سنگها حاوي کربنات کلسيم به صورت کلسيت هستند. بلورها با ماده آليزارين قرمز شدند که دال بر کلسيتي بودن سنگ است. قطعات و اجزا فسيلي در سنگ مشاهده مي‌شوند ولي ذرات تخريبي بسيار اندک هستند. نام اين سنگ‌ها با توجه به طبقه‌بندي فولک بايوميکرواسپارايت تعيين شده است.

بافت سنگ عمدتاً ميکروکريستالين و داراي مچوريتي بافتي از نوع ساب مچور Submature است. اجزا آلوکم به صورت قطعات فسيلي، اينتراکلاست، پلت و شبه پلت در بخش ارتوکم ميکروکريستالين و ميکرواسپار قرار گرفته‌اند.

نتايج و جزئيات مطالعات سنگ‌شناسي اين محدوده در فصول قبلي آورده شده است.

به هر حال ساخت و بافت سنگ از عوامل مهم براي انتخاب سنگ و معدن مي‌باشد و از نظر استحکام زيبايي و ظاهر سنگ موثر مي‌باشند.

از يک منظر ديگر نيز مي‌توان به ساخت و باقت سنگ‌هاي تزئيني نگريست که همانا ديدگاه تجاري است. بر طبق اين ديدگاه سنگ‌هاي آهک رسوبي مشابه آنچه که در محدوده گدمه يک مشاهده مي‌شود داراي ساخت نواري و بافت درشت و متوسط دانه هستند. به دليل اين که سنگ‌هاي اين ناحيه به حالتي نيمه بلورين دارند گاهي بافت آنها داراي حالت بافت موزائيکي مي‌شود.

ب) ناحيه پانزده گدمه

سنگ آهک اين ناحيه ريزدانه ريزبلور است و فاقد دانه‌هاي بلورين درشت مي‌باشد. بر اساس مطالعات ميکروسکوپي روشن شد که اين سنگ از کربنات کلسيم به صورت کلسيت تشکيل شده است. اين بلورها با ماده آليزارين قرمز مي‌شوند.

بافت سنگ کريپتو تا ميکروکريستالين است و از نظر مچوريتي بافتي از نوع Immature تا Submature است.

اجزا آلوکم بيشتر از قطعات فسلي تشکيل شده‌اند و در ارتوکم کريپتو تا ميکرو کريستالين قرار گرفته‌اند. نام اين سنگها با توجه به طبقه‌بندي Folk بايوميکرواسپارايت در نظر گرفته شده است. از

ديدگاه تجاري ساخت اسنگونه سنگهاي آهكي، نواري است و داراي بافت ريزدانه تا متوسط دانه هستند.

1-6-5-2- وسعت هوازدگي

الف) ناحيه يک گدمه

به طور كلي مي‌توان گفت كه در ناحيه يک گدمه هوازدگي اثر عمقي زيادي نداشته است و از گسترش عمقي اندكي برخوردار مي‌باشد. فقط به واسطه وجود درز و شكاف‌ها و عملكرد آبهاي فرورو در طول اين شكاف‌ها است كه در برخي نقاط هوازدگي عمقي پديد آمده است.

ب) ناحيه پانزده گدمه

وسعت هوازدگي در اين ناحيه بيشتر است و تا عمق زيادتري نيز نفوذ كرده است. اين امر مي‌تواند دلايل متعددي داشته باشد. به عنوان مثال وجود درز و شكاف‌هاي بيشتر و يا بارندگي فراختر يكي از اين دلايل است. وجود خلل و فرج و حفرات نسبتاً فراوان و به هم پيوسته كارستي سبب تشديد فرآيند هوازدگي در اين سنگها شده است و آن را تا اعماق بيشتري گسترش داده است. ولي به هر حال آنچه مسلم است اين نكته مي‌باشد كه هر چه به طرق عمق و درون توده برويم ميزان هوازدگي كمتر مي‌شود.

1-6-5-3- رنگ

رنگ عامل مهمي براي تعيين ارزش سنگ و كشش آن در بازار است. گروه سنگ‌هاي آهكي در صورتيكه مواد فرعي در آنها نفوذ نكرده باشد به رنگ سفيد و در صورت وجود مواد فرعي به رنگهاي مختلف در مي‌آيند كه گاه اين رنگ در كل متن سنگ اثر مي‌كند و سنگ را از سفيد به يک رنگ ديگ در مي‌آورد و گاه اين رنگ به صورت لايه‌ها و طرح‌هاي مختلف در آن ديده مي‌شود. گاهي اوقات نيز مواد فرعي گوناگون در سنگ نفوذ كرده و آن را از صورت تک رنگي به صورت چند رنگي در آورده است. از نظر بازار فروش و به طور كلي اساس مرغوبيت سنگ از جنبه رنگ به قرار زير است :

سفيد مطلق 2- سياه مطلق 3- رنگهاي روشن نزديک به سفيد 4- رنگهاي نزديک به سياه 5- سنگهاي تک رنگ 6- سنگهاي چند رنگي

بر اين اساس سنگهاي موجود در محدوده شماره يک منطقه گدمه از رده سوم و سنگهاي منطقه پانزده در رده چهارم قرار مي‌گيرند.

رنگ سفيد در محدد ه يک گدمه كرم تا خاكستري روشن است ولي رنگ سنگ در محدوده شماره پانزده تيره‌تر كه به رنگ خاكستري مايل به سبز تيره مي‌باشد.

بنابراين به نظر مي‌رسد كه از لحاظ رنگ سنگ هاي ناحيه يک گدمه داراي ارزش بيشتر باشند.

4-5-6-1- قابليت كاري از جنبه معدنكاري :

فاكتورها و يا مفاهيم معدنكاري بايد از دو ديدگاه فني و اقتصادي مورد بررسي قرار گيرند. عوامل فني شامل موارد متعددي مي‌شود كه به اغلب آنها در فصول قبل اشاره شده است و اينک به اجمال آنها را مورد اشاره قرار مي‌دهيم :

از نظر توپوگرافي وضعيت منطقه به علت پستي و بلندي نسبتاً ملايم، مناسب است. از نظر تشكيلات زمين‌شناسي منطقه از برونزدهاي سازند آسماري با سن ميوسن زيرين تشكيل شده است. درزها و شكستگي‌ها كه در فصول قبل بررسي شد كنترل‌كنند ابعاد بلوک‌ها و مسائل مربوط به پايداري شيب هستند. از نظر ابعاد بلوک‌هاي قابل استخراج منطقه گدمه وضعيت بهتري نسبت به ساير مناطق دارد. تداوم جنس ماده معدني در محدوده‌ها قابل قبول و به نسبت بهتر از ساير مناطق است.

فاكتورهاي اقتصادي نيز گوناگون و متنوع هستند كه در زير به اجمال برخي از آنها يادآوري مي‌شوند.

از نظر جاده دسترسي منطقه گدمه مناسبترين منطقه بين كليه مناطق معرفي شده بود. فاصله حدود 3 كيلومتري آن از جاده آسفالته و وجود جاده خاكي نسبتاً مناسب تا محل خود محدوده‌ها از مزاياي مهم آن محسوب مي‌شود. در كل استان ايلام معدن سنگ تزئيني فعالي وجود ندارد. اكثر مصرف سنگ استان از استانهاي همجوار تامين مي‌شود. علاوه بر اين معدود واحدهاي سنگ‌بري استان نيز سنگ خام را از معادن ديگر استانها، تهيه و حمل مي‌كنند. بنابراين ايجاد يک معدن سنگ تزئيني در استان به عنوان گام اول داراي اهميت فراوان مي‌باشد فاصله منطقه گدمه تا يكي از بزرگترين واحدهاي سنگ‌بري استان در شهر ايوان حدود 65 كيلومتر است كه مزيت نسبي اين منطقه را افزايش مي‌دهد. اين فاصله مي‌تواند هزينه‌هاي حمل و نقل را به حداقل ممكن كاهش دهد. مسلماً در صورتيكه سنگهاي حاصل از بهره‌برداري اين منطقه داراي كيفيت مناسب و استاندارد باشند، در آن صورت مي‌توان در كل استان و حتي استانهاي همجوار بازار مصرف خوبي براي اين معدن مهيا كرد.

منطقه گدمه در موقعيتي قرار گرفته است كه تقريباً داراي فاصله مناسب از استانهاي كرمانشكاه، لرستان و خوزستان مي‌باشد.

وضعيت قرارگيري لايه‌ها و توپوگرافي و همچنين ساير شرايط به گونه‌اي است كه هزينه باطله‌برداري در اين منطقه كمتر از ساير مناطق مي‌باشد.

به دليل وسعت و گسترش فراوان برونزدهاي سنگ آهک در سرتاسر منطقه امكان گسترش سينه كارهاي احتمالي و حتي ايجاد سينه كارهاي جديد نيز وجود دارد.

هزينه‌هاي احتمالي مربوط به خريد يا اجازه زمين در محدوده معدن و همچنين هزينه‌هاي نيروي انساني غير ماهر در حداقل ممكن پيش‌بيني مي‌شود.

شبکه برق سراسري از 3 کيلومتري محدوده و به موازات جاده سرابله – چارمله عبور مي‌کند و تامين نيروي الکتريسيته از طريق ايجاد يک خط فرعي امکان‌پذير مي‌باشد.
متاسفانه در منطقه منابع آب قابل اتکايي مشاهده نگرديد. در صورتيکه بهره‌برداري از اين منطقه در نظر باشد بايد تمهيداتي براي تامين آب مصرفي و آشاميدني (از قبيل حفر چاه عميق و ...) انديشيده شود.

1-5-5-6- قابليت کاري از جنبه برش و ساب

به منظور بررسي اين جنبه از خصوصيات سنگ از هر محدوده يک کوپ به شرح مندرج در بخش‌هاي قبلي اخذ شد که پس از بارگيري به سنگ‌بري حمل گرديد. محل کارخانه سنگ‌بري در کنار جاده کرمانشاه به ايلام و در فاصله دو کيلومتر مانده به شهر ايوان قرار گرفته است. براي اخذ بلوک‌هاي سنگي از سينه کارهاي معادن معيارها و استانداردهايي بايد رعايت شود. اين استانداردها که غالباً توسط موسسه استاندارد و تحقيقات صنعتي ايران تهيه و تدوين گرديده است عموماً شامل موارد زير است :
بلوک‌هاي سنگ‌هاي آهکي بايد داراي حداقل 200 kg/cm^2 مقاومت تک محوري براي سنگ متراکم و 50 kg/cm^2 مقاومت تک‌محوري براي سنگهاي متخلخل باشد.
مقاومت سنگ بلوک در برابر دوره‌هاي ذوب شدن و يخ بستن براي سنگ متراکم 25 دوره و براي سنگ متخلخل 65 دوره تعيين شده است.
بر اين اساس بلوک‌ها بايد از سنگ‌هايي که تحت تاثير دگرساني واقع نده‌اند و به کمک وسايل مکانيکي و بدون عمل انفجار تهيه گردند.
بلوک‌ها نيز بيش از 5% رطوبت داشته باشند و در سطوح جانبي خود بايد فاقد شکاف‌هاي عميق و مرئي باشد.
بر طبق اين آئين‌نامه بلوک‌ها بايد داراي شکل متوازي‌السطوح قائم بوده و انحراف زواياي سطوح مجاوز ار زاويه قائمه بيش از پنج درجه باشد.
اندازه کوچک‌ترين ضلع بلوک‌ها (ضلع عمود بر جهت برش) در سنگهاي آهکي نبايد از 40 سانتيمتر کمتر باشد.
همانطور که قبلاً اشاره شد بلوک‌هاي اخذ شده از منطقه گدمه داراي ابعاد متناسب با اين استانداردها هستند. ساير مشخصات بلوک‌هاي اخذ شده نيز کمابيش مطابق اين استانداردها مي باشد. عکس شماره 87 مرحله تخليه بلوک‌هاي اخذا شده را در کارخانه سنگ‌بري نشان مي‌دهد. پس از اين مرحله بلوک‌هاي بزرگ سنگ توسط اره بزرگ سنگ‌بر (عکس شماره 88) به لوح‌هايي به ضخامت دو و چهار سانتيمتر بريده شدند.

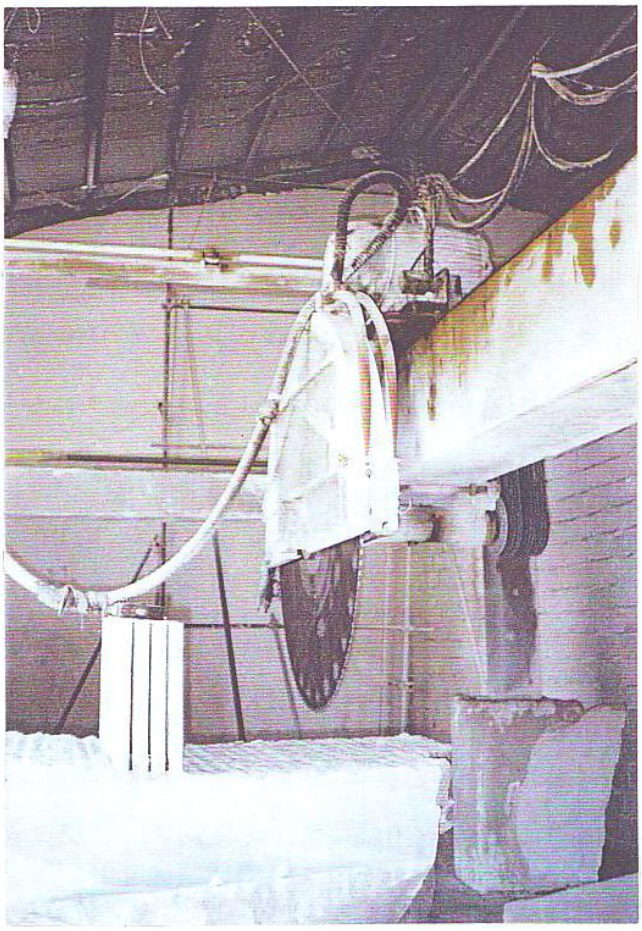
سنگها از نظر برش به سه دسته تقسيم مي‌شوند :

الف – مواد نرم كه به آساني با اره بريده مي‌شوند.

ب – مواد نيمه سخت زير اره بدون اشكال بريده مي‌شوند.

عكس شماره ۸۷- تخليه بلوک‌های سنگی اخذ شده درمحل سنگبری ايوان

عكس شماره 87- تخليه بلوک‌هاي سنگي اخذ شده در محل سنگبري ايوان



عكس شماره 88- اره بزرگ قله بر كه بلوک‌هاي بزرگ سنگي در ابتدا در آن به لوح‌هاي دو و يا چهار سانتي بريده مي‌شوند.

ج- مواد سخت به سختي و با اشكال با اره بريده مي‌شوند.

سنگهاي اخذ شده از منطقه گدمه ار نوع «ب» مي‌باشند. در اين ميان بلوک سنگي اخذ شده از محدوده يک گدمه با سهولت قابل قبولي بريده مي‌شد ولي سنگ محدوده پانزده گدمه نسبتاً سخت بوده، به گونه‌اي كه مدت زمان برش آن بسيار طولاني‌تر بود و خورندگي و استهلاک بيشتري براي لوازم و دستگاه‌هاي برش و ساب پديد مي‌آورد. به نظر مي‌رسد كه اين مشكل تا حدي به سطحي بودن سنگ اخذ شده بستگي داشته باشد. به عبارت ديگر چنانچه سنگ از سطح عميق‌تر برداشت شود، برش آن نيز آسانتر خواهد بود.

به هر حال به علت سختي برش بلوک محدوده پانزده پس از برش حدود 2/3 يا 75% بلئک سنگي به علت اينكه مقدار پلاک‌هاي بدست آمده براي بررسي قواره‌دهي سنگ كافي بود از برش باقيمانده آن صرفنظر شد. عكس شماره 89 بلوک اخذ شده از محدوده پانزده و قطعه باقيمانده از آن را نشان

مي‌دهد. نكته مهم ديگر اينكه در برش هر دو بلوک سنگي جهت برش به موازات دسته درزه و ناپيوستگي اصلي انتخاب شده بود تا حتي‌الامكان پلاک‌هاي بزرگتري بدست آيد.
پس از برش كليه لوح‌ها و پلاک‌هاي بدست آمده اندازه‌گيري شد كه نتايج حاصل از اين اندازه‌گيري‌ها در پي آمده است. از لوح‌هاي بدست آمده از هر منطقه تعدادي انتخاب و توسط دستگاه عمليات ساب و صيقل بر روي آنها انجام شد. هر يک از اين سنگها طي چند مرحله با لقمه‌هاي ساينده متفاوتي ساب زده شدند تا به يک سطح صاف و صيقلي رسيديم. عكس‌هاي شماره 90 و 91 مراحل ساب و صيقل را بر روي سنگهاي محدوده يک و پانزده گدمه نشان مي‌دهد.
پس از اين مرحله سنگ ساب زده توسط اره در اندازه‌هاي دلخواه بريده مي‌شود و به شكل پلاک‌هاي بزرگ و كوچک منظم در مي‌آيد. عكس شماره 92 مرحله نهايي برش يک پلاک از سنگ منطقه يک گدمه را نشان مي‌دهد.

1-6-5-6- مشخصات پلاک‌هاي تهيه شده

الف) منطقه يک گدمه

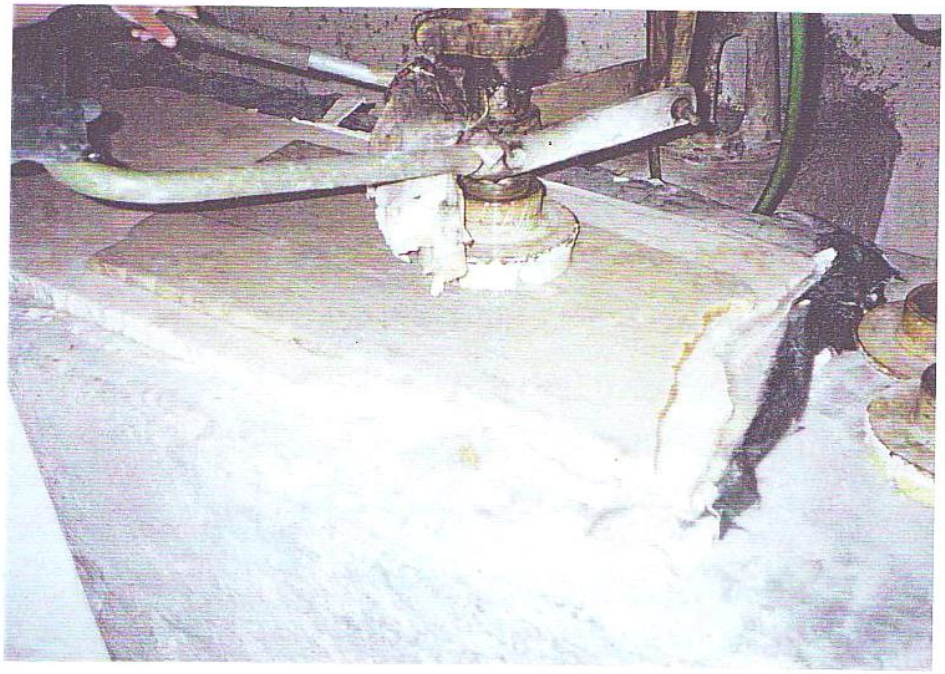
عكس شماره 93 نمايي از پلاک‌هاي تهيه شده از سنگ‌هاي ناحيه يک منطقه گدمه را نشان مي‌دهد. ابعاد اين پلاک‌ها 3 × 480 × 103 سانتي‌متر مي‌باشد. در مقطع بريده شده و ساب خورده رنگ اين سنگ كرم مايل به خاكستري مي‌باشد. آثار فسيلي فراوان در سطح سنگ مشاهده مي‌گردد به آن حالتي الوان مي‌دهد. همانطور كه گفته شد اين سنگ از لحاظ برش و ساب داراي شرايط مناسبي است از نظر رنگ نيز در رده سنگ‌هاي آهكي داراي رنگ نسبتاً مناسب است.

عکس شماره ۸۹- بلوک سنگی اخذ شده از محدوده پانزده گدمه که برش خورده است.

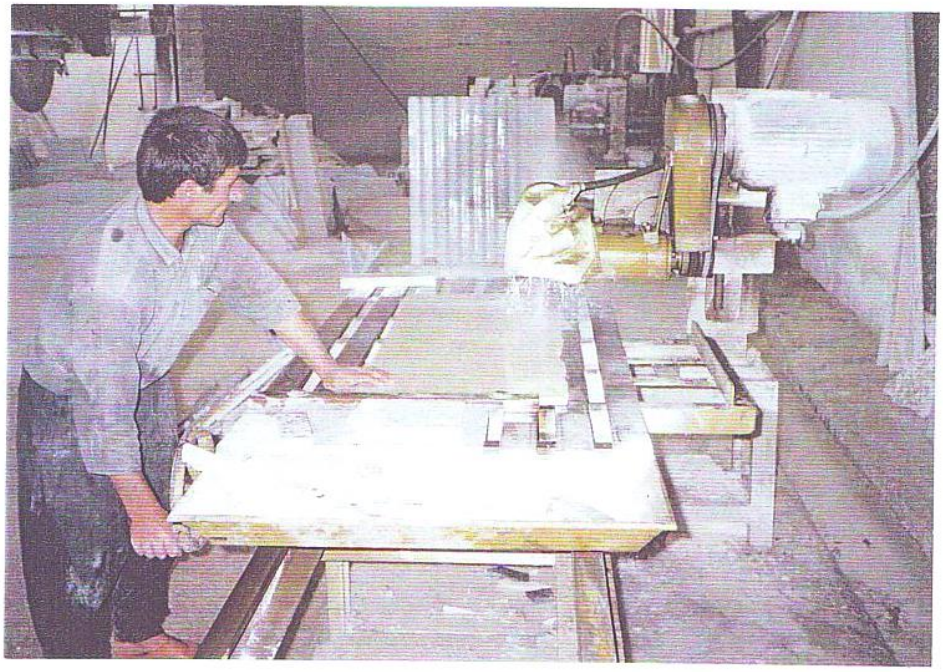
عکس شماره ۹۰- ساب وصیقل پلاک تهیه شده از محدوده یک گدمه

عکس شماره 89- بلوک سنگي اخذ شده از محدوده پانزده گدمه که برش خورده است.

عکس شماره 90- ساب و صیقل پلاک تهیه شده از محدوده یک گدمه



عکس شماره ۹۱- ساب وصیقل پلاک تهیه شده از محدوده پانزده گدمه



عکس شماره ۹۲- مرحله برش نهایی پلاک تهیه شده به ابعاد دلخواه

عکس شماره 91- ساب و صیقل پلاک تهیه شده از محدوده پانزده گدمه

عکس شماره 92- مرحله برش نهايي پلاک تهیه شده به ابعاد دلخواه

نکته قابل ذکر دیگر وجود درزه‌هاي انحلالي Stylolite در این سنگها است.

اين درزه‌هاي انحلالي در ابتدا درزه‌هاي ساختماني هستند و متعلق به همان سيستم درزه‌هايي هستند كه در فصول قبل و در بخش زمين‌شناسي ساختماني و مكانيک سنگ توضيح داده شدند. آبهاي فرورو كه غني از دي‌اكسيد كربن هوا شده‌اند در طول اين درزه‌ها پايين مي‌روند و عمل انحلال ديواره‌هاي آهكي درزه را انجام مي‌دهند. در اثر انحلال موضعي دو ديواره درزه يک ساخت خطي زيگزاگ و دندانه دندانه پديد مي‌آيد. به نظر مي‌رسد پديده انحلال و رسوب در طول درزه‌هاي انحلالي بيشتر تحت تاثير فشار كنترل مي‌شود.

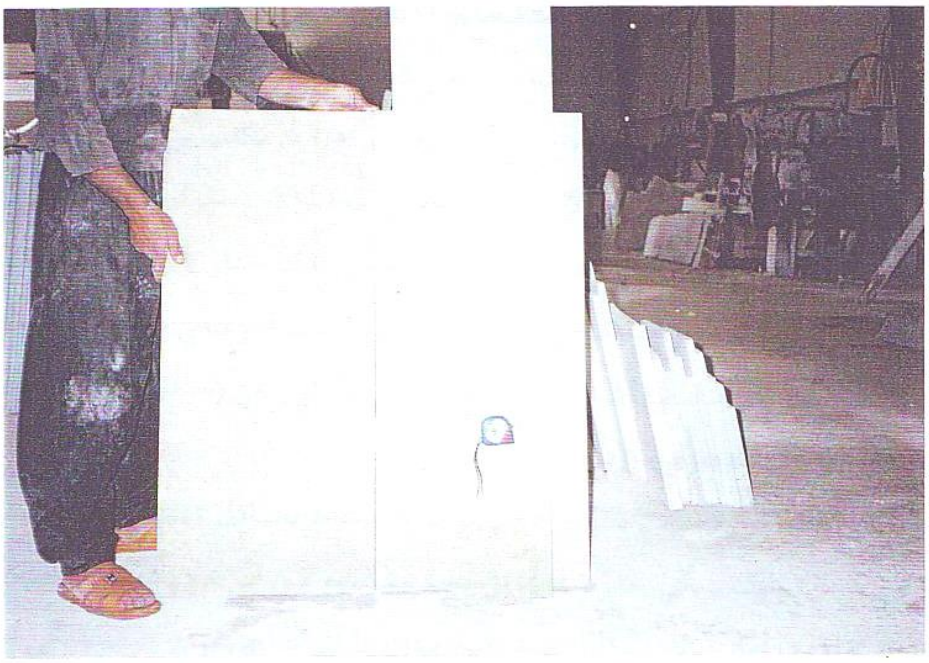
در مقطع برش خورده و صيقل زده سنگ محدوده يک گدمه اين درزه‌هاي انحلالي به وضوح ديده مي‌شوند. در برخي نقاط اين درزه‌هاي دندانه دندانه توسط بلورهاي كلسيت ثانويه پر شده است. به هر حال آنچه مسلم است اين درزه‌ها يک نقطه ضعف براي سنگ تزئيني به حساب مي‌آيند كه مي‌تواند باعث ايجاد يک خط شكست بشود. فاصله بين اين درزه‌هاي انحلالي متغير است و بين حدود 30 سانتي‌متر تا 50 سانتي‌متر در پلاک‌هاي اخذ شده ملاحظه مي‌شود. به هر حال به نظر مي‌رسد با افزايش عمق مقدار اين درزه‌هاي انحلالي به طور محسوسي كاهش يابد.

بر اساس داده‌هاي پس از برش و ساب مشخص شد كه از بلوكي به حجم 1/2 مترمكعب كه به سنگبري حمل شد مقدار 27/19 مترمربع انواع پلاک و قواره با ضخامت دو سانتي‌متر بدست آمد. نسبت قواره‌دهي مساحت به حجم اسن سنگها معادل 22/65 مي‌شود.

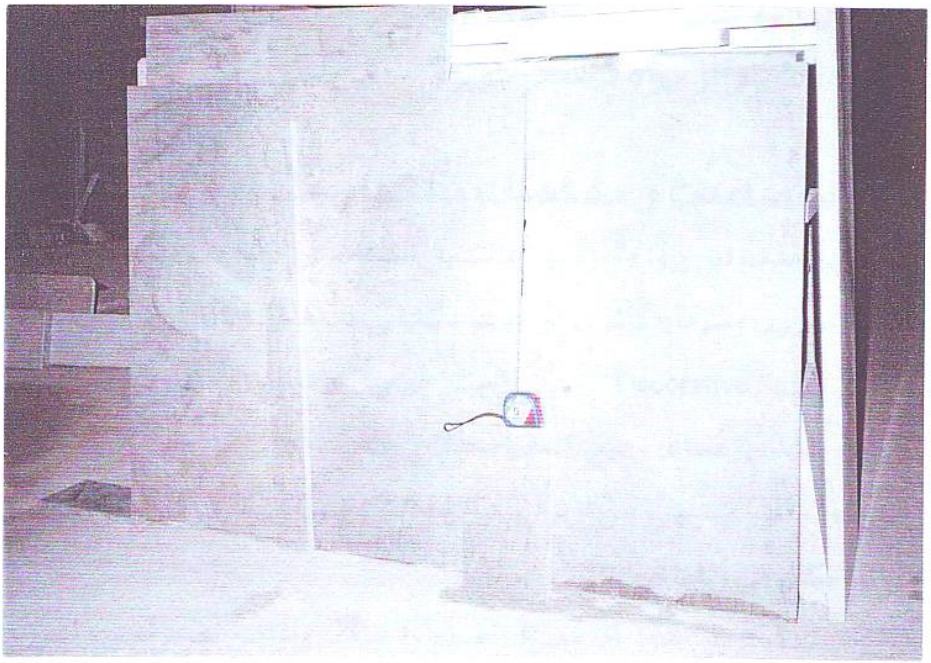
ميزان بازيافت قواره نسبت به كل حجم بلوک اخذ شده معادل 81% برآورد مي‌گردد. به اين ترتيب حدود 19% از حجم سنگ به صورت قطعات غير قابل استفاده و خرده سنگ در مي‌آيد كه جز باطله حاصل از عمليات برش محسوب مي‌شود.

الف) منطقه پانزده گدمه

عكس شماره 94 نمايي از پلاک‌هاي تهيه شده از سنگ‌هاي ناحيه پانزده منطقه گدمه را نشان مي‌دهد. ابعاد اين پلاک‌ها 2 × 47 × 90 سانتي‌متر است. در مقطع بريده شده و ساب خورده اين سنگ به رنگ طوسي با رگه‌هاي خاكستري مايل به بنفش مشاهده مي‌شود. سنگ حالتي كمپاكت دارد و برش آن نسبت به سنگ ناحيه يک و كلاً نسبت به اكثر سنگهاي آهكي مشكل‌تر است. آثار درز و ترک و نقاط ضعف در آن نادرست است و سنگ از استحكام خوبي برخوردار مي‌باشد. از نظر رنگ در رده سنگ‌هاي آهكي نسبتاً تيره قرار مي‌گيرد.



عکس شماره ۹۳- پلاک‌های تهیه شده از سنگ‌های ناحیه یک گدمه



عکس شماره ۹٤- پلاک‌های تهیه شده از سنگ‌های ناحیه پانزده گدمه

عکس شماره 93- پلاک‌هاي تهیه شده از سنگ‌هاي ناحیه یک گدمه

عکس شماره 94- پلاک‌هاي تهیه شده از سنگ‌هاي ناحیه پانزده گدمه

بر اساس داده‌هاي پس از برش و ساب مشخص شد كه از بلوک اوليه برداشت شده به حجم 2/29 مترمكعب اخذ گرديده از سينه كار حجمي معادل 0/52 مترمكعب برش نخورده باقي ماند. باقي حجم 1/77 مترمكعبي سنگ به پلاک‌ها و قواره‌هايي به قطر دو و چهار سانتي‌متر بريده شد و سپس برخي از آنها ساب و صيقل زده شدند. از اين حجم سنگ مقدار 26/34 مترمربع انواع پلاک و قواره با ضخامت‌هاي دو و چهار سانتي‌متر بدست آمد نسبت قواره‌دهي مساحت به حجم اين سنگ معادل 14/88 درصد مي‌باشد كه به ميزان قابل توجهي (حدود 37%) كمتر از مقدار قواره‌دهي ناحيه يک گدمه مي‌باشد.

ميزان بازيافت قواره نسبت به كل حجم بلوک اخذ شده معادل 42% ارزيابي شد. به اين ترتيب در برش اين بلوک سنگي حدود 58% از حجم سنگ به صورت خرده سنگ و قطعات سنگي غير قابل استفاده درآمد. مسلماً دليل عمده اين ميزان باطله سطحي بودن بلوک سنگي اخذ شده بود كه برش آن را بسيار دشوار مي‌ساخت. بديهي است كه هر چه به عمق برويم ميزان باطله كمتر خواهد شد و به نظر مي‌رسد تا حد 35% كاهش يابد.

به هر حال آنچه مسلم است اينكه ميزان باطله مرحله برش در سنگ‌هاي محدوده پانزده گدمه، حدود 50% بيش از ميزان باطله برش سنگ محدوده يک گدمه مي‌باشد.

1-6-6- اختصاصات و مشخصات سنگ‌هاي منطقه از ديدگاه تجاري

عمده‌ترين هدف اين پروژه بررسي پتانسيل استان در زمينه معادن سنگهاي تزئيني و نما و امكان برنامه‌ريزي و سرمايه‌گذاري در جهت دستيابي به معدني فعال در اين زمينه است. اصولاً سنگ تزئيني Decorative Stone سنگي است طبيعي كه در اندازه مشخصي انتخاب، تراش و يا برش خورده باشد. به معناي وسيع كلمه، اصطلاح سنگهاي تزئيني شامل سنگ‌ها در هر شكل مي‌باشند كه به طور مستقيم و پس از برش، سائيده شدن و صيقل‌كاري در نماهاي داخلي و خارجي ساختمان‌ها بكار مي‌روند.

در ايران سنگ تزئيني هنوز آ« مصرف عام را نيافته و از اين طريق موقعيت ايران نظير ساير كشورهاي در حال توسعه مي‌باشد. در حال حاضر استانداردهاي جهاني موجود در مراحل مختلف توليد تا مصرف، رعايت نمي‌گردد و در يک كلام فرهنگ سنگ كاري در كشور در سطح پائيني قرار دارد و تاكنون كمتر به آن به عنوان يک «صنعت» نگريسته شده است.

1-6-6-1- مشخصات و استانداردهاي تجاري و صادراتي

به طور كلي در سطح جهاني دو مجموعه استاندارد معتبر سنگ وجود دارد كه يكي استاندارد ASTM و ديگري BS است. استاندارد ASTM امروزه از اعتبار خاصي برخوردار بوده و مرجعي جهت دست اندركاران صنعت سنگ به شمار مي‌رود.

استاندارد مربوط به سنگ‌هاي آهكي ASTMC568-89 است. بر اين اساس خواص فيزيكي سنگ آهک را بر اساس چگالي بصورت كم، متوسط، و زياد مشخص نموده است. بطوريكه سنگهاي آهكي با چگالي 1/76 تا 2/16 را كم چگالي و از 2/16 تا 2/56 را چگالي متوسط و از 2/56 به بالا را چگالي زياد ناميده‌اند. در فصول قبل به اختصاصات فيزيكي و مكانيكي مطلوب اين سه دسته سنگ آهكي پرداخته شده است.

در بخش‌هاي پيشين به استانداردهايي كه به هنگام برداشت كوپ و بلوک بايد مدنظر قرار گيرد اشاره شده است.

1-6-6-2- مختصري در مورد ذخاير و توليد سنگ تزئيني در ايران

به طور كلي ميزان ذخاير شناخته شده سنگ‌هاي مرمر، تراورتن و سنگ آهک در ايران بالغ بر 3/3 ميليارد تن است. ايران به لحاظ كيفيت و ميزان ذخاير سنگ‌هاي تزئيني و نما جز ده كشور دارنده معادن مرغوب سنگ در جهان به شمار مي‌رود. ميزان ذخاير سنگهاي مرمريتي (مشابه سنگهاي منطقه مورد مطالعه گدمه)، 1371 ميليون تن برآورد مي‌شود. ميزان ذخاير سنگ چيني ايران 630 ميليون تن تخمين زده مي‌شود.

بر مبناي آمار سال 1374، استان ايلام با 1،500،000 تن ذخيره قطعي سنگ تزئيني از نوع مرمريت 0%/1 از ذخاير قطعي كشور را در خود جاي داده است و از اين نظر در رتبه بيست و سوم قرار دارد.

در ايران تا قبل از سال 1366 اغلب پيمانكاران و معدنكاران توجه خاصي به نحوه استخراج نداشتند و توجه خود را تنها به كم كردن هزينه و افزايش توليد معطوف مي‌داشتند. از سال 1366 تغيير روش استخراج در معادن سنگ‌هاي تزئيني از انفجاري به روش‌هاي جديد در دستور كار قرار گرفت و پس از مدتي استفاده از مواد ناريه در معادن سنگ تزئيني ممنوع شد. روش‌هاي جايگزين عمدتاً استفاده از روش چال زني موازي با استفاده از پارس، گوه وجک، استفاده از سيم برش فولادي، دستگاه برش الماسه، دستگاه شيارزن و استفاده از شعله بود. در اين بين هم اكنون اقتصادي‌ترين روش استفاده از سيم برش الماسه و چال موازي مي‌باشد. در روش‌هاي نوين ميزان ضايعات به حداقل ممكن مي‌رسد، سنگ‌ها به ابعاد مورد نظر بريده مي شوند، حتي‌المقدور از به وجود آمدن لاشه جلوگيري مي‌شود، درزهاي طبيعي به وجود نمي‌آيند و امكان استخراج ذخيره‌هاي پايين‌تر از سطح توپوگرافي وجود دارد.

در بخش فرآوري با وجود اينكه هنر سنگ كاري در ايران قدمتي 7 هزارساله دارد ولي متاسفانه صنعت سنگ‌بري از پيشينه درخشاني برخوردار نمي‌باشد. در حال حاضر، تعداد كارگاه‌ها و كارخانجات فرآوري سنگ تزئيني در ايران حدود 3500 واحد مي‌باشد كه بسياري از آنها از ماشين‌آلات فرسوده و كهنه استفاده مي‌كنند. از اين بين 2650 واحد از واحدهاي كوچک و فاقد پروانه هستند. در استان ايلام يک واحد سنگ‌بري فعال با ظرفيت اسمي 35 هزار مترمربع مشغول فعاليت است.

در حال حاضر واحدهاي سنگ‌بري با مشكلات عديده‌اي همچون استاندارد نبودن توليدات، استاندارد نبودن ماشين‌آلات و در اختيار نداشتن لوازم مصرفي استاندارد مانند سگمنت، تيغه اره، تيغه قله بر و لقمه‌هاي ساب و صيقل و ... دسته به گريبان هستند.

مسئله مهم ديگر هزينه بالاي حمل و نقل سنگ‌ها است. در حال حاضر هزينه حمل يک تن سنگ در داخل حدود 40 تا 50 درصد قيمت نهايي آن در بازار مي‌باشد. در حاليكه در خارج از كشور اين سهم چيزي بين 10 تا 20% است.

3-6-6-1- بازار مصرف و صادرات سنگهاي تزئيني

اهميت صادرات در اقتصاد كشور ناگفته پيداست و در اين بين صادرات سنگ يكي از مهمترين پتانسيل‌هاي صادراتي ايران است. صنعت سنگ از جمله صنايعي است كه بخش فرآوري آن شديداً سرمايه‌بر است. چرا كه اين ماشين‌آلات و تجهيزات است كه در ارتقاء سطح كيفي توليدات و قابل رقابت بودن آن در بازار جهاني نقش اساسي را بعهده دارد.

همواره ارزش صادرات سنگهاي كار شده سهم بيشتري نسبت به سنگهاي كارنشده داشته است با وجود اينكه از نظر حجمي داراي سهم كمتري بوده است به عنوان مثال در سال 1374 بالغ بر 117/5 هزار تن سنگ تزئيني به ارزش 13/2 ميليون دلار صادر شده است. از اين ميان به لحاظ مقداري 43/9% سهم سنگهاي كار شده است ولي از نظر ارزشي 65/2% سهم سنگهاي كار شده مي‌باشد. دليل اين عدم تناسب آشكارا ارزش بالاي سنگ فرآوري شده است.

صادرات سنگهاي تزئيني ايران از سال 68 تا 74 به طور متوسط ساليانه 33% افزايش يافته است به طور كلي طي همين دوره 68 تا 74 ارزش متوسط هر تن سنگ كار نشده از 86/1 دلار در سال 68 به 69/6 دلار در سال 74 كاهش يافته است. همچنين ارزش متوسط هر تن سنگ كار شده از 219/7 دلار در سال 68 به 166/7 دلار تنزل يافته است.

اين تنزل قيمت جهاني و همچنين وجود تورم دو رقمي و بالا در كشور دليل عمده عدم جذب سرمايه‌هاي كلان و خارجي در صنعت استخراج و فرآوري سنگ تزئيني مي‌باشد.

مسلماً آنچه يک صادرکننده را موفق مي‌کند بازاريابي دقيق و موثر و حضور در عرضه بين‌المللي و رقابت با ساير عرضه‌کنندگان است.

به هر حال قيمت صادرات مصوب سنگ‌هاي مرمريتي از نوع سنگهاي منطقه يک و پانزده گدمه که توسط مرکز توسعه صادرات ايرات تعيين شده است و مشمول 50% تخفيف در پيمان ارزي مي‌باشد مبلغ هشت دلار براي هر مترمربع سنگ بريده و کار شده تا ضخامت 2 سانتي‌متر است. اين قيمت براي سنگ‌هاي خام و کار نشده و کوپ مبلغ بيست دلار براي هر تن مي‌باشد. مبالغ فوق‌الذکر مي‌توانند تا ده درصد نوسان داشته باشند. اين نرخ‌ها و ميزان تخفيف تعلق گرفته به پيمان ارزي ساليانه بازنگري مي‌شود.

از نظر بازار مصرف داخلي سنگ ناحيه يک منطقه گدمه به دليل رنگ روشن‌تر به نظر مي‌رسد داراي بازار مصرف داخلي بهتري مي‌باشد. به دليل وجود نقاط ضعف استيلوليت و آثار فسيلي فراوان استفاده از اين سنگ در نماي خاري ساختمان معقول به نظر نمي رسد. بهترين مورد مصرف اين سنگ استفاده از آن در نماي داخلي ساختمانها به صورت پلاک‌هاي بزرگ و استفاده از آن به عنوان پوشش کف و قرنيز ديوارها در قطعات کوچک‌تر مي باشد. قيمت اين سنگ با توجه به کشش بازار حدود مترمربعي 30،000 ريال براي پلاک‌هاي دوسانتي پيش‌بيني مي شود.

سنگ منطقه پانزده گدمه داراي رنگ تيره‌تري است که مي‌تواند از لحاظ سليقه‌اي تقاضاي آن در بازار مناطق و استان‌هاي همجوار را محدود نمايد. ولي آنچه جالب است اين نکته مي‌باشد که در استان ايلام و در شهرهاي همجوار محدوده گدمه اين رنگ سنگ مورد توجه و علاقه ساکنين مي‌باشد و تقاضاي خوبي براي آن وجود دارد. با توجه به ماهيت سنگ استفاده از آن در نماي خارجي و داخلي ساختمان و قرنيزها و پله‌ها و پوشش کف به صورت پلاک‌ها و قطعات دو سانتي و چهار سانتي امکان پذير است. با توجه به تقاضاي بازار پيش‌بيني مي‌شود اين سنگ بين 25،000 تا 30،000 ريال براي هر مترمربع پلاک دو سانتي، متقاضي داشته باشد.

همانطور که گفته شد هم اکنون معدن فعال سنگ تزئيني در سطح استان وجود ندارد و تنها واحد سنگ‌بري استان، سنگ مورد نياز خود را از استان‌هاي همجوار تهيه مي‌کند. بنابراين يکي از پارامترهاي مهم اقتصادي بودن بهره‌برداري از سنگ‌هاي منطقه گدمه مقايسه آن با ساير سنگ‌هاي مورد استفاده در استان مي‌باشد.

سنگبري ايوان عموماً از سنگهاي زير براي فعال نگاه داشتن کارخانه استفاده مي‌کند.

تراورتن اسلام‌آباد که در پاي معدن به قيمت حدود تني 45،000 ريال خريداري مي‌گردد و براي حمل آن به ايوان حدود تني 25،000 ريال هزينه مي‌گردد، قيمت تمام شده آن در کارخانه حدود تني 70،000 ريال مي باشد. به طور کلي اين سنگ با وجود رنگ سفيد و روشن و يکدست خود از نظر استحکامي سنگ مناسبي نمي‌باشد و از مرغوبيت پايني برخوردار است.

مرمريت هرسين كه در پاي معدن به قيمت حدود تني 120،000 ريال خريداري مي‌شود و هزينه حمل آن در ايوان نيز بالغ بر تني 70،000 ريال است. به اين ترتيب قيمت تمام شده اين سنگ حدود تني 190،000 ريال مي‌باشد. اين سنگ داراي رنگ خاكستري روشن تا كرم مي‌باشد. حالتي نيمه متبلور دارد و از نظر استحكام سنگ مناسبي است. به طور كلي اين سنگ در ميان مرمريت‌ها سنگ نسبتاً مرغوبي است و در منطقه نيز بازار مصرف مناسبي دارد.

سنگ‌هاي مرمريت ابري بروجرد در حدود تني 70،000 ريال در پاي معدن معامله مي‌شوند و هزينه حمل آن تا ايوان حدود 80،000 ريال براي هر تن برآورد مي‌گردد. بنابراين هر تن از اين سنگ در پاي كارخانه حدود 150،000 ريال تمام مي‌شود. اين سنگ مرمريتي داراي استحكام و برشي و ساب مناسبي است و بيشتر براي پوشش كف و بخصوص پله‌ها مورد استفاده قرار مي‌گيرد.

سنگ‌هاي لاي بيد اصفهان در انواع مختلفي عرضه مي‌شوند. مرمريت آن از حدود تني 120،000 ريال تا بالاتر عرضه مي‌گردد. سنگ چيني لاي بيد با قيمت حدود تني 300،000 ريال در پاي معدن معامله مي‌شود. هزينه حمل هر تن سنگ تا ايوان در حدود تني 110،000 ريال مي‌باشد.

بنابراين قيمت تمام شده سنگ مرمريتي لاي بيد در كارخانه حدود تني 230،000 ريال است. علاوه بر اينها گاهاً سنگهاي ديگري مانند سنگ‌هاي قروه نيز مورد استفاده قرار مي‌گيرند كه غالباً سنگهاي گران قيمتي هستند.

با توجه به موارد بالا مشخص مي‌شود كه هزينه حمل يكي از مهمترين پارامترهاي قيمت تمام شده است و از اين نظر با توجه به اينكه هزينه حمل هر تن سنگ از گدمه تا ايوان در حدود تني 30،000 ريال برآورد مي‌گردد. سنگ منطقه گدمه داراي مزيت نسبي چشمگيري است. به نظر مي‌رسد در صورت بهره‌برداري از سنگهاي منطقه گدمه اين سنگها بسته به مرغوبيت و رنگ بين تني 70،000 رسال تا 100،000 ريال در چاي معدن قيمت‌گذاري شود.

از نظر مرغوبيت اين سنگ مسلماً بهتر از سنگ اسلام‌آباد است و گاه در حد سنگهاي هرسين مي‌باشند. به اين ترتيب مي‌توان پيش‌بيني كرد كه قيمت تمام شده سنگ منطقه گدمه در سنگ‌بري ايوان حدود 30% پايين‌تر از سنگهاي مشابه باشد.

نكته مهم ديگر سطح رفاه و قدرت اقتصادي مردم استان است كه به طور كلي پايين‌تر از سطح عمومي زندگي در كشور است. بنابراين آنچه مسلم است به علت محدوديت توان اقتصادي مردم منطقه، سنگهاي گران قيمت در بازار مصرف كشش ندارند. جهت ترويج فرهنگ استفاده از سنگ تزئيني به عنوان يک مصالح ساختماني در اين منطقه، بايد سنگهاي تزئيني با قيمت پايين و متوسط در اين بازار عرضه شوند. از اين نظر نيز سنگهاي منطقه گدمه در شرايط مناسبي هستند.

پيشنهادات

جهت انجام مطالعات تكميلي در منطقه گدمه موارد زير پيشنهاد مي‌گردد :

- مطالعات زمين‌شناسي تفصيلي در ناحيه‌هاي يک و پانزده گدمه (و يا يکي از آنها در اين مرحله) و تهيه نقشه‌هاي زمين‌شناسي و توپوگرافي بزرگ مقياس 1:1000 يا 1:500
- انجام نمونه‌برداري‌هاي سيستماتيک در نواحي مورد بررسي جهت تعيين خصوصيات دقيق‌تر فيزيکي، شيميايي و مکانيکي سنگها و زون‌بندي ناحيه از نظر اين خصوصيات
- برآورد ذخيره دقيق از محدوده‌هاي مورد بررسي
- تعيين محل‌هاي مناسب براي باز کردن سينه کارها و جهت پيشروي آنها با توجه به مسائل مربوط به طراحي معادن روباز
- انتخاب روش‌هاي مناسب معدنکاري و استخراج با توجه به کليه جوانب
- بررسي دقيق بازدهي معدن از نظر کوپ‌دهي، قواره‌دهي و پلاک‌دهي و آزمايشات برش و صيقل مفصل‌تر و زون‌بندي محدوده‌ها از اين نظر
- مطالعات فني – اقتصادي دقيق و بررسي بازار مصرف و امکان‌پذيري Feasibility Study

بخش دوم

مطالعات زمين‌شناسي و پي‌جوئي سلستين و باريت در ناحيه چغال زردبولي

فصل اول

كليات

2-1-1- موقعيت جغرافيايي و راههاي دسترسي به محدوده مورد مطالعه :

محدوده مطالعاتي در 35 كيلومتري شمال غرب شهرستان ايلام واقع شده است. اين ناحيه بين طولهاي جغرافيايي شرقي َ00 و^{0}46 تا" 49 و َ6 و^{0}46 و عرضهاي جغرافيايي شمالي" 42 و َ39 و^{0}33 تا" 00و َ45 و^{0}33 محدود مي‌گردد. مساحت ناحيه مورد مطالعه در حدود 55 كيلومتر مربع بود و بخشي

از ورقه زمين‌شناسي 1:250،000 ايلام – كوهدشت (تهيه شده توسط شركت ملي نفت ايران) و نيز ورقه توپوگرافي 1:50،000 سرني را تشكيل مي‌دهد.
جهت دسترسي به اين محدوده مي‌توان از جاده ايلام به مهران استفاده نمود. به طوريكه از سه راهي جندالله به طرف سرني پس از طي 7 كيلومتر جاده اسفالته به دوراهي بولي مي‌رسيم و از آن به بعد پس از طي 14 كيلومتر جاده خاكي – اسفالته به منطقه موردنظر دسترسي پيدا مي‌كنيم. در داخل منطقه فوق راه دسترسي وجود نداشته لذا جهت دسترسي به نواحي موردنظر بايستي از آبراهه‌ها استفاده نمود.

2-1-2- آب و هوا و پوشش گياهي منطقه مطالعاتي :

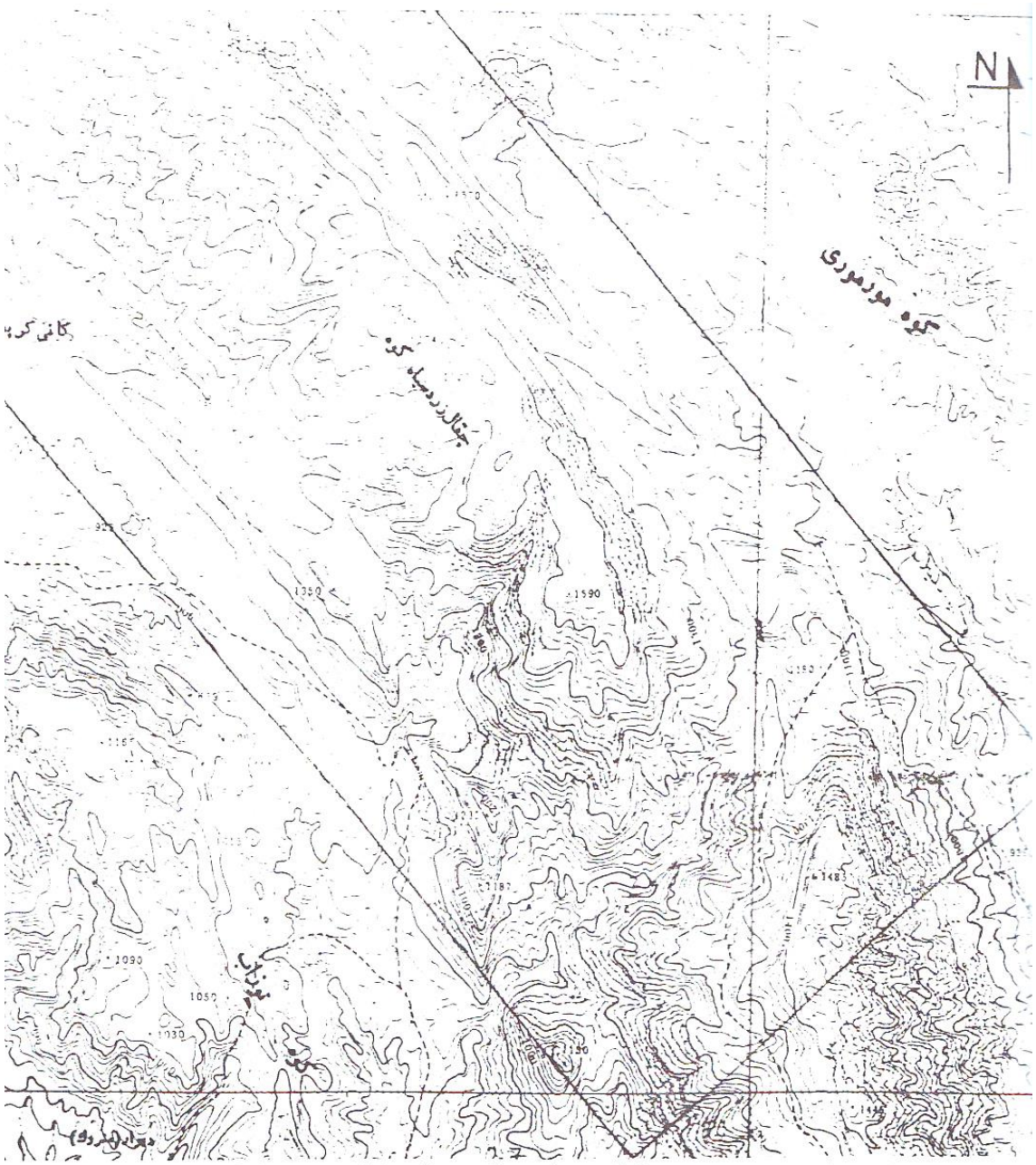
شهرستان ايلام از نظر اقليمي در زمستانها داراي آب و هوائي نسبتاً سرد و در تابستانها معتدل مي‌باشد. شرايط آب و هوائي اين ناحيه طبق آمار شانزده ساله (دوره زماني 1966 تا 1982) ايستگاه آب و هواشناسي ايلام در قسمت آب و هواي فصل يكم بخش اول اين گزارش آورده شده است. آب و هواي اين منطقه متاثر از بلندي زمين، در تغيير است. ناحيه اكتشافي چغال زردسياه كوه به علت ارتفاع زياد عموماً داراي آب و هواي ملايم است. اين ناحيه از لحاظ پوشش گياهي داراي درختان بلوط و بنه مي‌باشد. اين درختان به ويژه در بخش شمالي ناحيه مذكور، دامنه‌ها را به زير پوشش سبز جنگلي زيبائي برده‌اند كه خود در تنظيم رطوبت و دماي ناحيه تاثير بسزايي دارد.

3-1-2- ژئومورفولوژي و شبكه آبراهه‌اي منطقه مطالعاتي

چغال زرد سياه كوه، طاقديس درازي در امتداد شمال غربي – جنوب شرقي مي‌باشد. اين طاقديس داراي طولي بالغ بر 18 كيلومتر و عرض تقريباً 5 كيلومتر است. اين ناحيه پستي و بلنديهاي زيادي دارد به نحويكه اختلاف ارتفاع كناره و تاج اين طاقديس تا بيش از 800 متر مي‌رسد. در اين منطقه كوهستاني، شيب توپوگرافي بسيار زياد بوده و راه دسترسي وجود ندارد.
مهمترين ارتفاعات اين ناحيه، قله چغال زرد سياه كوه با ارتفاع 1780 متر و قله مله زگله (1590 متر) مي‌باشند. پست‌ترين ناحيه محدوده مطالعاتي در غرب و در حاشيه راه دسترسي به اين منطقه، با ارتفاع حدود 900 متر، قرار دارد. شبكه آبراهه‌اي منطقه چغال زرد بولي بصورت دندريتي است به طوريكه آبراهه‌ها از سمت شمال شرق به طرف جنوب غرب به هم مي‌پيوندند و آبراهه اصلي را ايجاد مي‌نمايند. رودخانه خوش در بخش جنوب شرقي و رودخانه تلخاب در منتهي‌اليه شمال غربي، حوضه‌هاي آبريز اصلي ناحيه مورد مطالعه را تشكيل مي‌دهند. هر دو اين رودخانه ها به سوي جنوب غرب تا خارج از مرزهاي كشور، جاري هستند.

چشمه آب گرم تنگ حمام در قسمت شمال غربي ناحيه چغال زرد بولي و در مسير دره تلخاب واقع شده است. دبي اين چشمه در حدود 20 ليتر در ثانيه بوده و داراي دمايي بالغ بر 40 درجه سانتيگراد مي‌باشد. آب چشمه مذكور گوگردي و Eh احيايي دارد. محصولات رسوبي گرماي چشمه آبگرم تنگ حمام، كربنات كلسيم، گوگرد و مواد آلي سياه رنگ مي باشد.

نقشه شماره يک وضعيت توپوگرافي منطقه چغال زرد بولي را نشان مي‌دهد.



نقشه شماره یک: وضعیت توپوگرافی منطقه چغال زردبولی، مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰

نقشه شماره يک : وضعيت توپوگرافي منطقه چغال زردبولي، مقياس 1:50.000

2-1-4- پيشينه مطالعاتي منطقه

در سال 1375 شرکت خدمات اکتشافي کشور توسط شادروان مهندس فرزاد آزرم، طرح اکتشاف کاني‌هاي سنگين ايلام را به انجام رسانيد. در اين طرح ناحيه چغال زرد بولي مورد شناسايي اوليه ژئوشيميايي قرار گرفت. براساس نقشه‌هاي تهيه شده در اين طرح وجود ناهنجاري‌هاي باريت و نيز بيتومين و کمي فسفات و سلستين به همراه ناهنجاري‌هاي سولفورهاي آهن (پيريت و مارکاسيت) حاوي مقاديري آرسنيک، روشن گرديده است. در حالي که آثار کاني‌هاي مس در سطح زمين يافته نشده است.

فصل دوم

زمين‌شناسي عمومي منطقه

2-2-1- موقعيت منطقه در تقسيم‌بندي ساختاري ايران

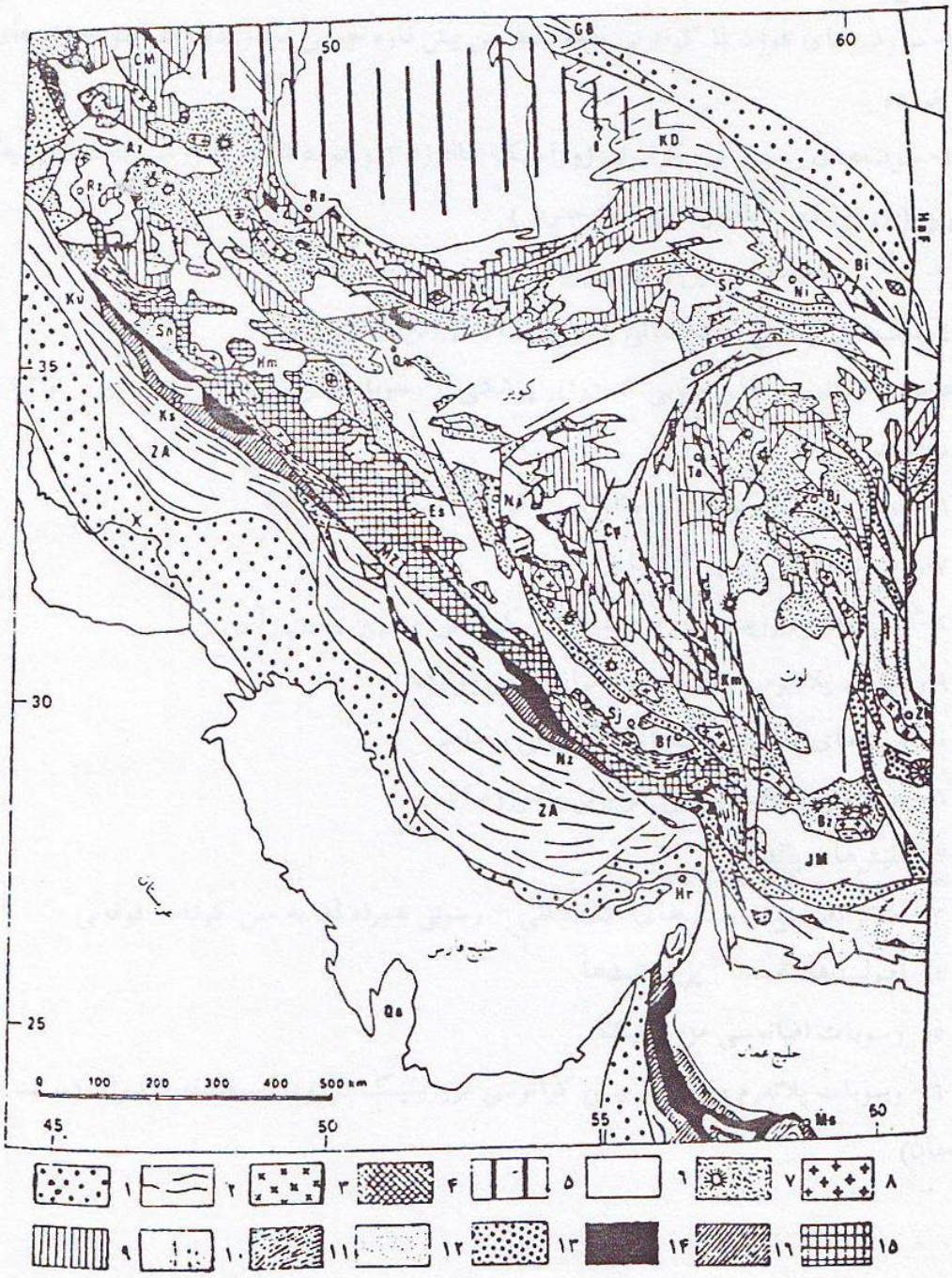
همانطوري كه در فصل زمين‌شناسي عمومي بخش اول گزارش حاضر (فصل دوم) گفته شد، منطقه مورد مطالعه در تقسيم‌بندي ساختماني- رسوبي ايران از نظر اشتوكلين (Stocklin, 1968) و تقسيم‌بندي واحدهاي ساختماني- رسوبي ايران از نظر نبوي (1355) و همچنين رده‌بندي واحدهاي ساختماني و گسترش حوزه‌هاي رسوبي ايران، در نوار زاگرس چين خورده واقع گرديده است. در خصوص خصوصيات زون زاگرس و نيز نوار زاگرس چين خورده در بخش اول توضيحات لازم آورده شده است.

علاوه بر اين ناحيه مطالعاتي در تقسيم‌بندي تكتونيكي ايران كه توسط اشتوكلين (1977) ارائه گرديده در سرزمين‌هاي نئوژن تا كواترنر (حد واسط بين پيش قاره چين نخورده و مناطق حاشيه‌اي چين خورده قرار گرفته است.

شكل 1 رده‌بندي تكتونيكي ايران از نظر اشتوكلين (1977) را نشان مي‌دهد.

2-2-2- معرفي واحدهاي سنگي چينه‌اي منطقه

منطقه چغال زرد بولي از لحاظ ساختماني به صورت طاقديس پلانچ‌دار مي‌باشد. اين طاقديس داراي روند شمالي غربي- جنوب شرقي بوده و از روند ساختماني كلي منطقه تبعيت مي‌نمايد.



شکل شمار ۱: رده‌بندی تکتونیکی ایران ازنظر اشتوکلین (۱۹۷۷) منطقه موردمطالعه باعلامت ضربدر مشخص شده است. (شرح شکل درصفحه بعد)

شکل شماره 1 : رده‌بندي تکتونيکي ايران از نظر اشتوکلين (1977) منطقه مورد مطالعه با علامت ضربدر مشخص شده است. (شرح شکل در صفحه بعد)

توضيح شکل شماره 1 :

1- سرزمين‌هاي نئوژن تا كواترنر، حد واسط بين پيش قاره چين خورده و مناطق حاشيه‌اي چين خورده
2- حوضه‌هاي رسوبي بين كراترنري ژوراسيک- پالئوژن (در حوزه شمالي) و رسوبات حاشيه، كواترنري (مزوئيک- پالئوژن در حوزه جنوبي)
3- گرانيت‌هاي هرسي نين و سمرين پيشين
4- سنگ‌هاي رسوبي و آتشفشاني پالئوزوئيک تا تریاس
5- پوسته اقيانوسي خزر جنوبي كه در زير پوششي از رسوبات مزوزوئيک- ترسير- كواترنر مدفوق است.
6- حوضه‌هاي بين كوهستاني و نئوژن – كواترنر
7- زون آتشفشاني ترسير- كواترنر
8- گرانيت‌ها و ديوريت‌هاي مربوط به فاز كوهزايي سيمرين پسين و آلپي
9- رسوبات پلاتفرمي و حوضه بين كراتوني مزوزوئيک
10-هسته‌هاي قديمي سنگ‌هاي دگرگوني پركامبرين
11-حوضه ژئوسنكلينالي بين كراتوني پالئوزوئيک
12-فليش‌هاي پالئوژن
13-ملائر افيوليتي و سنگ‌هاي آتشفشاني- رسوبي همراه آن به سن كرتاسه فوقاني
14-افيوليت‌ها عمدتاً پريدوتيت‌ها
15-رسوبات اقيانوسي مزوزوئيک
16-رسوبات پلاتفرم و حوضه بين كراتوني مزوزويک در زون اسفندقه مريوان (سنندج سيرجان)

جهت پلانج اين طاقديس به سمت جنوب شرقي است. هسته طاقديس چغال زرد سياه‌كوه را سازند ايلام (كرتاسه بالايي) تشكيل داده است.

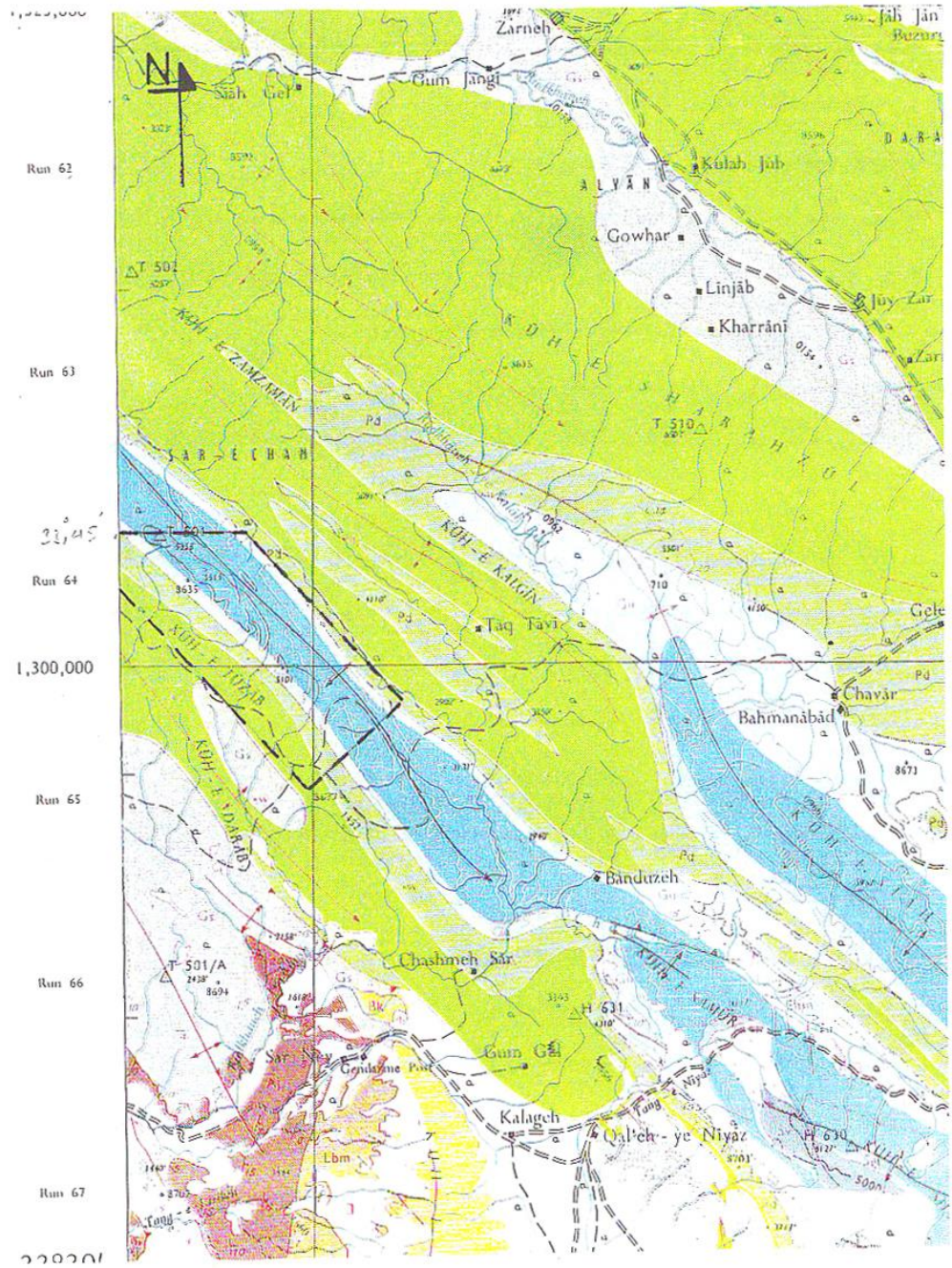
در دو پهلو اين طاقديس به سمت شمال شرق و جنوب غرب به ترتيب سازندهاي گورپي (كرتاسه بالايي)، پابده (ائوسن- پالئوسن)، آسماري (اليگوسن- ميوسن زيرين) و گچساران (ميوسن) به صورت تقريباً هم شيب رخنمون دارند. نقشه شماره 2، نقشه زمين‌شناسي به مقياس 1:250.000 منطقه مطالعاتي را نشان مي‌دهد.

در بخش گذشته (بخش اول) درخصوص سازندهاي آسماري و گچساران توضيحات لازم داده شده لذا در اين بخش به توصيف سازندهاي ايلام، گورپي و پابده مي‌پردازيم :

الف) سازند ايلام

محل مقطع نمونه سازند ايلام در همان محل سازند سورگاه، يعني در انتهاي شمال غربي كبير كوه ايلام انتخاب شده است. سازند ايلام هماند سازند سروک دو رخساره متفاوت دارد، يكي رخساره پلاژيک نسبتاً عميق كه در لرستان وجود دارد و مقطع نمونه هم در آن انتخاب شده است و ديگري رخساره‌هاي كم عمق كه در خوزستان و فارس گسترش دارد و به عقيده سيد امامي (1351) ممكن است در نواحي اخير يكي يا هر دو رخساره در كنار هم باشد كه در اين حالت بايد بين آنها حالت تداخل بين انگشتي برقرار باشد.

رخساره‌هاي پلاژيک سازند ايلام در مقطع نمونه 190 متر ضخامت داشته و از نظر ليتولوژي شامل آهک‌هاي رسي دانه‌ريز خاكستري رنگ با لايه‌بندي منظم است و در آن لايه‌هاي نازكي از شيل‌هاي سياه رنگ هم ديده مي‌شود. بخش‌هاي قاعده‌اي آن بيشتر سيليسي بوده و در آن قلوه‌هاي درشت هماتيت ديده مي‌شود كه دلالت بر دگرشيبي فرسايشي در حد زيرين آن با سازند سورگاه و سروک دارد. حد فاصل آن با سازند گورپي نيز ظاهراً هم شيب است (اشتوكلين، 1972). براساس فسيل‌هاي فراواني كه در سازند ايلام يافت مي‌شود سن سازند پلاژيک ايلام سانتونين تا كامپانين تعيين شده است. رخساره‌هاي كم عمق سازند ايلام در فارس و خوزستان گسترش دارد (شكل 2) و از نظر ليتولوژي شامل آهک‌هاي قلوه‌اي مي‌باشد و در بسياري موارد از آهک‌هاي مشابه و رخساره پلاژيک تشكيل شده است. سن اين رخساره نيز همانند رخساره نسبتاً عميق، سانتونين تا كامپانين بدست آمده است.



نقشه شماره ۲- نقشه زمین‌شناسی منطقه مطالعاتی، مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰، تهیه شده توسط شرکت ملی نفت ایران (چهارگوش ایلام-کوهدشت)، محدوده موردمطالعه با خط چین مشخص شده است.

نقشه شماره 2- نقشه زمین‌شناسي منطقه مطالعاتي، مقياس 1:250.000 تهيه شده توسط شركت ملي نفت ايران (چهار گوش ايلام، كوهدشت)، محدوده مورد مطالعه با خط چين مشخص شده است.

ب) سازند گورپي

مقطع نمونه اين سازند در تنگ پابده، در دامنه جنوب غربي كوه پابده در شمال ميدان نفتي لالي در خوزستان اندازه‌گيري شده و ضخامت آن 350 متر گزارش شده است (جيمز و وانيد، 1965). از نظر ليتولوژي شامل مارن‌هاي تيره خاكستري مايل به آبي، شيل و كمي آهک مارني خاكستري رنگ است. يک واحد آهک مارني به رنگ سفيد و به ضخامت 110 متر در قسمت‌هاي مياني اين سازند، در لرستان و خوزستان ديده مي‌شود كه به نام بخش آهكي امام حسن نامگذاري شده است. در منطقه لرستان در نزديكي مرز ايران و عراق، در داخل مارن‌هاي تيره رنگ سازند گورپي، يک واحد آهكي ديگر نيز ظاهر مي‌شود كه با رخساره كم عمق‌تري مشخص است و سرشار از فسيل دو كفه‌اي لوفا است، به همين دليل به آن بخش آهک لوفادار گفته‌اند.

در كنتاكت زيرين سازند گورپي با سازند ايلام دگرشيبي فرسايشي خفيفي وجود دارد كه با سطح آهن‌دار هوازده مشخص است و در مناطقي كه سازند ايلام وجود نداشته باشد سازند گورپي با انفضال رسوب مشخصي بر روي سروک قرار مي‌گيرد. كنتاكت فوقاني آن با سازند پابده با شيل‌هاي ارغواني حالت دگرشيبي فرسايشي دارد. در شمال شرق لرستان، بخش بالايي سازند گورپي به تدريج به ماسه سنگ و سنگ‌هاي سيلتي سازند اميران تبديل مي‌شود (شكل 2) و در جهت فارس داخلي نيز رفته رفته رخساره آهكي سازند تاربور جانشين سازند گورپي مي‌شود (شكل 2).

سن قاعده سازند گورپي در نقاط مختلف متفاوت است. در فارس و خوزستان، مرز زيرين سازند گروپي، سانتونين گزارش شده و حد فوقاني آن در نواحي مذكور ماستريشتين تعيين گرديده است. در لرستان، قاعده سازندگي گورپي كامپانين، ولي مرز فوقاني آن در شمال لرستان تا پالئوسن نيز ادامه دارد (شكل 2). با توضيحات فوق نتيجه مي‌شود كه مرز فوقاني سازند گورپي هم در نواحي مختلف، همزمان نيست.

ج) سازند پابده

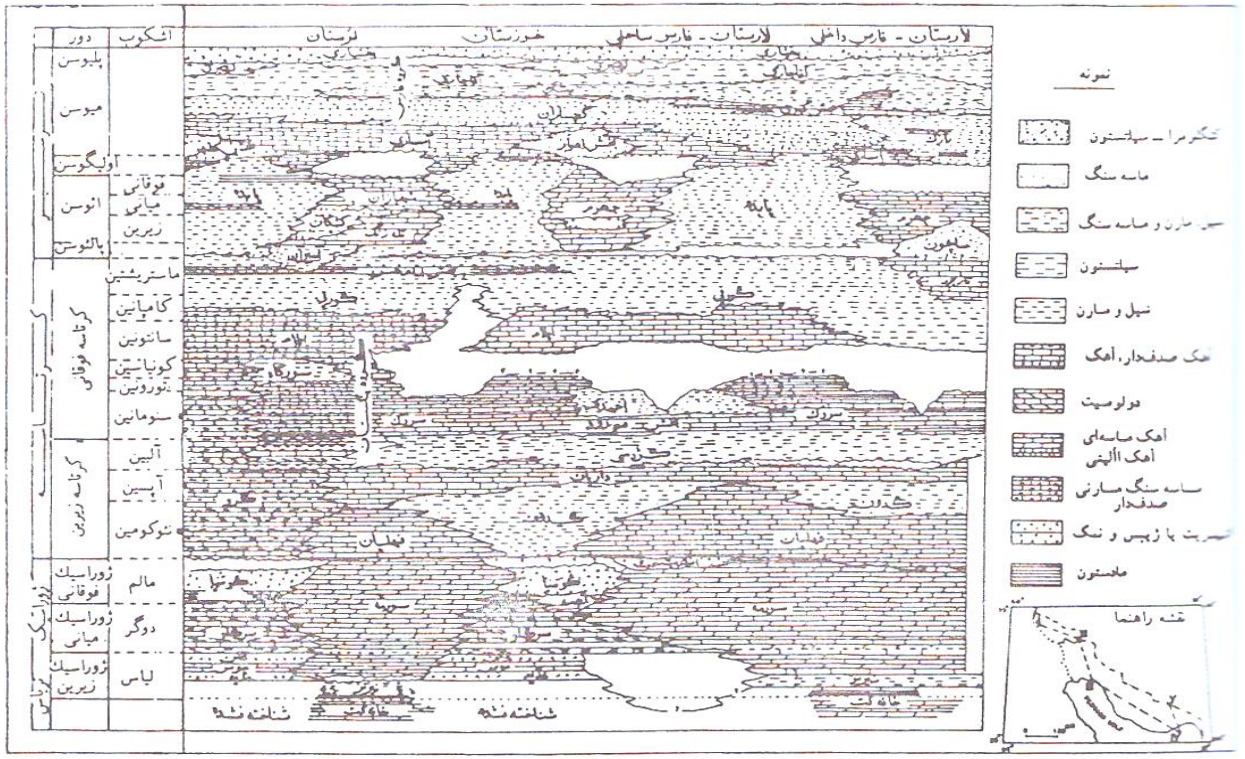
نام اين سازند از كوه پابده در خوزستان انتخاب شده و مقطع نمونه آن در تنگ پابده در جنوب شرق كوه پابده واقع در شمال ميدان نفتي لالي اندازه‌گيري شده است. در مقطع نمونه، ضخامت آن 798/5 متر و از پايين به بالا شامل بخش‌هاي زير است :

بخش شيل ارغواني (140 متر) كه شامل شيل‌ها و مارن‌ها با لايه‌هاي نازكي از آهک است.

بخش شيلي و آهک رسي (74 متر)

بخش آهک رسي همراه با نودول‌هاي چرتي (42/6 متر) كه آن را رخساره، عميق سازند تله رنگ تصور مي‌كنند.

بخش شيل‌هاي تيره با لايه‌هاي آهكي پراكنده در قاعده (رويهم 82/3 متر)
بخش فوقاني، آهک‌هاي رسي لايه نازک با تناوبي از شيل (458/5 متر)
شكل شماره 2 : تطابق چينه‌شناسي سازندهاي مختلف در جنوب و جنوب غربي ايران (جيمز و وانيد، 1965)



شکل شماره ۲: تطابق چینه شناسی سازندهای مختلف درجنوب وجنوب غربی ایران (جیمز و وانید، ۱۹۶۵)

كنتاكت زيرين سازند پابده در لرستان، با سازند شيلي و مارني گورپي هم شيب است. ولي در ناحيه فارس، هنگامي كه شيل‌هاي ارغواني وجود نداشته، در قاعده كنتاكت آهك‌هاي چرتي وجود دارد كه در آن نودول‌هايي از فسفات، دندان ماهي، گلوكولي و در برخي نقاط قطعات كنگلومرايي يافت مي‌شود كه نشانه دگرشيبي فاز كرتاسه پاياني است.

در كنتاكت فوقاني اين سازند، سازند آسماري قرار دارد كه گاهي هم شيب و تدريجي و گاهي با دگرشيبي همراه است. از نظر فسيل‌شناسي و سن، در شيل‌هاي ارغواني بخش قاعده‌اي سازند پابده، فسيل‌هاي پالئوسن يافت مي‌شود. بعلاوه فسيل‌هاي ائوسن و اليگوسن در بخش‌هاي بالاتر آن يافت شده و در فوقاني‌ترين بخش سازند پابده در ناحيه كبيركوه لرستان، فسيل‌هايي به سن ميوسن نيز ديده شده است. بنابراين سن سازند پابده از پالئوسن تا ميوسن متغير است.

از لحاظ گسترش منطقه‌اي به طور كلي سازند پابده عمدتاً مارني- شيلي است. اين رسوبات در دريايي تشكيل شده‌اند كه در جنوب غرب لرستان، خوزستان و فارس ساحلي و داخلي گسترش داشته است.

فصل سوم

پي‌جويي سلستين و باريت در منطقه مطالعاتي

2-3-1- مقدمه

همانطوري كه در فصل اول گفته شد، در سال 1375 مطالعات شناسايي اوليه ژئوشيميايي در ناحيه چغال زرد بولي انجام شد. نتايج اين مطالعات حاكي از آن است كه ميانه مقدار باريت در نمونه‌هاي كاني سنگين اخذ شده از ناحيه فوق (به تعداد 7 نمونه) 150 گرم بر تن بوده است، اين در حالي است كه مقدار باريت در نمونه اخذ شده از دره چغال زرد، حاوي حدود 1800 گرم در تن مي‌باشد. براين اساس مشخص شده است كه مقدار باريت در اين ناحيه بيش از 10 بار بيش از زمينه كلي ناحيه

اكتشافي است. همچنين در دره مله زلگه (منتهي‌اليه جنوبي ناحيه اكتشافي) آنومالي سلستين مشاهده شده است به طوري كه ميزان اين كاني سه برابر زمينه عمومي كل منطقه اكتشافي مي‌باشد.
نتايج بدست آمده بالا، لزوم پي‌جويي سلستين و باريت در منطقه چغال زرد بولي را توجيه مي‌نمايد لذا در اين فصل علاوه بر شرح مواردي در خصوص سلستين (SrSO4) و باريت (BaSO4) به بررسي مطالعات صورت گرفته در اين ناحيه مي‌پردازيم.

2-3-2- كانسارهاي استرانسيم

استرانسيم (Sr) در طبيعت به حالت آزاد يافت نمي‌شود، اما توسط تجزيه الكتريكي از كلرور پتاسيم و كلروراسترانسيم گداخته، ايجاد مي‌گردد. در خواص شبيه كلسيم است.
مهمترين كاني‌هاي استرانسيم، سولفات و كربنات آن مي‌باشد و اين دو منبع تركيبات استرانسيم هستند كه در صنعت بكار برده مي‌شوندد. اين تركيبات به صورت رسوبات مدور و غده‌اي در سنگ‌هاي رسوبي و يا در رگه‌هاي احتمالاً با منشأ هيدروترمالي مشاهده مي‌شوند.
تركيبات استرانسيم در ساختن مواد آتش‌زا و آتشبازي، مثل شعله‌هاي آزاد و فتيله‌هايي انفجاري بكار مي‌رود. استفاده اوليه از اين گونه مواد، در تصفيه شيره قند (ملاس) بوده كه كم كم كاهش يافته است و به جاي آن در ساخت سفال، چيني، پلاستيک‌ها و رنگ‌ها و... استفاده از آن توسعه يافته است. در بعضي مراحل تصيفه تجزيه الكتريكي نيز استفاده مي‌گردد.
تركيبات استرانسيم رنگ شعله را قرمز تيره يا قرمز لاكي مي‌كند. محلول نمک‌هاي استرانسيم با اسيد سولفوريک رقيق توليد رسوب سفيد سولفات استرانسيم مي‌نمايند.
كاني‌هاي اصلي استرانسيم عبارتند از :
سولفات : سلستين
كربنات : استرونتيانيت
سلستين (سلستيت) Celestine
تركيب شيميايي : سولفات استرانسيم $SrSO_4$
سيستم تبلور : ارتورومبيک
شكل ظاهري : شامل بلورهاي مسطح مثل بلورهاي باريت، همچنين به صورت رشته‌اي، دانه‌اي يا توده‌اي است.
كيلواژ : كامل
رنگ : سفيد، گاهي اوقات با رنگ رقيقي از آبي كم رنگ
جلا : شيشه‌اي، متمايل به مرواريدي، شفاف تا نيمه شفاف
شكستگي : به طور ناقص صدفي، خيلي خرد شونده

سختي : 3-3/5

وزن مخصوص : 3/96 گرم بر سانتي‌متر مكعب

سلستين رنگ شعله را قرمز لاكي نموده و در اسيدها نامحلول است.

پيدايش : به عنوان نهشته رسوبي همراه با نمک طعام، ژيپس و رس است. اين رسوبات بيشتر به حالت دانه‌اي يا عدسي شكل هستند. پيدايش سلستين ممكن است در رسوبات گوگردي نيز رخ دهد، (در سيسيل ايتاليا) و نيز در سنگ پوشش گنبدهاي نمكي موجود مي‌باشد.

موارد استفاده سلستين : يكي از منابع نمک‌هاي استرانسيم بوده كه موارد استفاده آن قبلاً بيان شد.

استرونتيانيت Strontianite :

تركيب شيميايي : كربنات استرانسيم، $SrCO_3$ در آن درصد كمي از كربنات كلسيم اغلب موجود است.

سيستم تبلور : ارتورومبيک

شكل ظاهري : بلورهاي منشوري، گاهي سوزني يا منشعب است و گاهي اوقات دو قلويي مقل آراگونيت دارد. همچنين به صورت رشته‌اي و دانه‌اي ديده مي‌شود.

كيلواژ : حدوداً كامل موازي با منشور واحد

رنگ : سبز كم رنگ، زرد، خاكستري و سفيد

جلا : شيشه‌اي تا صمغي در روي سطوح شكسته شده، شفاف تا نيمه شفاف

شكستگي : ناصاف، خرد شونده

سختي : 4-3/5

وزن مخصوص : 3/7-3/6 گرم بر سانتي‌متر مكعب

استرونتيانيت با اسيد كلريدريک تجزيه مي‌شود، توليد جوش و كف نموده و با اضافه نمودن اسيد سولفوريک به محلول، توليد رسوب سولفات استرانسيم مي‌نمايد.

پيدايش : در رگه‌هاي قطع كننده مارن‌ها و آهک‌ها، همچنين در رگه‌هاي همراه با گالن و باريت ديده شده يا به صورت دانه‌اي و نودولار و ژئود در سنگ‌هاي آهكي و توسط تغيير سلستين شكل مي‌پذيرد.

موارد استفاده استرونتيانيت : يكي از منابع نمک‌هاي استرانسيم بوده كه موارد استفاده از آن قبلاً ذكر شد.

فلز باريم (Ba) بوسيله تجزيه الكتريكي كلرور باريم گداخته يا احياء اكسيدهاي باريم توسط آلومينيم ايجاد مي‌گردد. در خواص شباهت با كلسيم دارد و به مقدار قابل توجهي در تهيه بعضي آلياژها و نيز براي تهيه لوله‌هاي خالي از هوا براي روشنايي بكار مي‌رود.

باريم در مقادير كم در تشكيلات سيليكاتها نيز وارد مي‌شود، از آن جمله سلزين، سيليكات آلومينيم باريم را مي‌توان نام برد. از نظر اقتصادي مهمترين كانسارهاي باريم، سولفات آن (باريت) و كربناتش (ويتريت) است. كه از رسوبات رگه‌اي بدست مي‌آيند.

سولفات باريم در تهيه پيگمان سفيد (ماده رنگي) رنگ مشمع و لاستيک کاربرد دارد. کربنات باريم نيز يکي از منابع اصلي نمک‌هاي باريم مي‌باشد. ترکيبات باريم رنگ شعله را سبز متمايل به زرد مي‌نمايند. محلول‌هاي نمک‌هاي باريم با اسيد سولفوريک رقيق، رسوب سولفات باريم توليد مي‌کنند. کانسارهاي باريم اغلب متمايل به سفيد و وزن مخصوص بالا دارند.

مهمترين کاني‌هاي باريم عبارتند از :

سولفات : باريت

کربنات‌ها : ويتريت، بروملیت و باريتوکلسيت

باريت (اسپارسنگين) Barite

ترکيب شيميايي : سولفات باريم $BaSO_4$ گاه ناخالصي‌هايي همراه با سولفات‌هاي استرانسيم و کلسيم نيز دارد.

سيستم تبلور : ارتورمبيک (نوع باريت)

شکل ظاهري : عموماً بلوري، بلورها ترکيبي از منشور و گنبدي شکل است و نيز به صورت توده‌اي لايه‌اي، ورقه‌اي، دانه‌اي، فشرده ستوني و بندرت به صورت استالاگتيتي يا با ساختمان رشته‌اي منشعب ديده شده است.

کيلواژ : کامل موازي با سطح قاعده‌اي و نيز کامل موازي با منشور

رنگ : بيرنگ يا سفيد، اغلب قرمز، قهوه‌اي و گاهي اوقات متمايل به آبي نيز يافت مي‌شود.

خاک : سفيد

جلا : شيشه‌اي حدوداً صمغي و گاهي اوقات مرواريدي، شفاف تا اپاک

شکستگي : ناصاف، خرد شونده

سختي : 3-3/5

وزن مخصوص : 4/5 گرم بر سانتي‌متر مکعب

باريت رنگ شعله را به صورت سبز متمايل به زرد مي‌نمايد.

باريت تاج خروسي، نمايانگر بلورهاي مسطح تا اندازه‌اي نظم يافته و تقريباً موازي با يکديگر هستند. از انواع ديگر باريت مي‌توان کولک، بولدر و سنگ بولونيار را نام برد.کولک نوع ديگر باريت توده‌اي سفيد است. سنگ بولونيا نوعي از باريت بوده که حالت غده‌اي و کنکرسيوني دارد.

پيدايش : برايت يکي از سنگ‌هاي رگه‌اي سرب و رگه‌هاي روي است که همراه آن گالن، بلارند، فلوئورسپار و کوارتز نيز ديده مي‌شود. همچنين به صورت نهشته مدور و کروي نتيجه شده از تجزيه سنگ‌هاي آهکي يافت مي‌گردد. رگه‌هاي باريت در حالت‌هاي گوناگون رخ مي‌دهند. بعضي با منشأ هيدروترمالي و بعضي توسط شستشو و ته نشيني ترکيبات باريم از سنگ‌هاي حاوي آنها تشکيل مي‌شود.

موارد استفاده : باريت در ساختن رنگ سفيد، به ويژه در دادن اثر و نيرو به كاغذ و يا در تهيه لباس‌هاي با كيفيت پايين (چلوار) به كار مي‌رود. در تهيه كاغذ ديواري و تيغه‌هاي نسوز و به عنون گل حفاري نيز قابل استفاده است.

ويتريت Witherite :

تركيب شيميايي : كربنات باريم $BaCO_3$

سيستم تبلور : ارتورومبيک

شكل ظاهري : بلورها اغلب به صورت دو قلويي تكرار مي‌شود. همچنين به صورت توده‌اي گاهي با ساختمان ستوني يا دانه‌اي يا غده‌اي به حالت آماس كننده يافت مي‌گردد.

كيلواژ : ضعيف

رنگ : سفيد، متمايل به زرد يا متمايل به خاكستري

خاكه : سفيد

جلا : شيشه‌اي، صمغي روي سطح شكسته شده، نيمه شفاف

شكستگي : ناصاف، خرد شونده

سختي : 3/5

وزن مخصوص : 4/3 گرم بر سانتي‌متر مكعب

ويتريت نيز رنگ شعله را سبز متمايل به زرد مي‌نمايد. با اسيد كلريدريک مي‌جوشد و كف ايجاد مي‌كند كه با اضافه نمودن اسيد سولفوريک، رسوب سفيد غليظ سولفات باريم مي‌دهد. ويتريت وزن قابل توجه دارد.

پيدايش : به صورت يک كلوخه معدني (گانگ) همراه با گالن و باريت در بسياري از رگه‌ها يافت مي‌شود.

موارد استفاده : يكي از منابع نمک‌هاي باريم است. مقدار كمي از آن در صنعت كوزه‌گري و سفال‌سازي به كار مي‌رود.

برومليت (الستونيت) Bromlite :

برومليت كربنات باريم و كلسيم است. $(Ba, Ca)\ CO_3$ كه در آن نسبتهاي كلسيم و باريم متفاوت هستند. اين كاني در خواص و طرز تشكيل آن در طبيعت تقريباً همانند ويتريت است و نيز در مقادير كم در بسياري از رگه‌هاي ويتريت- باريت يافت مي‌شود.

باريتوكلسيت BaritoClacite :

تركيب شميايي : كربنات باريم و كلسيم $(Ba, Ca)(CO_3)_2$

سيستم تبلور : منو كلينيک

شكل ظاهري : بلورهاي منشوري و به صورت توده‌اي

كليواژ : كامل، منشوري
رنگ : سفيد متمايل به خاكستري يا متمايل به زرد
جلا : شيشه‌اي يا كمي صمغي، شفاف تا نيمه شفاف
شكستگي : ناصاف
سختي : 4
وزن مخصوص : 3/6 گرم بر سانتي‌متر مكعب
باريتو كلسيت مانند ديگر تركيبات باريم رنگ شعله را سبز متمايل به زرد مي‌نمايد و تا اندازه‌گيري نيز قرمز آجري (تركيبات كلسيم) مي‌گيرند. با اسيد كلريدريک جوشيده و توليد كف مي‌نمايد.
پيدايش : در رگه‌هاي باريتي و سرب‌دار يافت مي‌گردد.

2-3-3- پي‌جويي سلستين و باريت در محدوده مطالعاتي

با توجه به نتايج ارائه شده در مطالعات صورت گرفته قبلي، ناحيه چغال زرد بولي مورد پي‌جويي سلستين و باريت قرار گرفت. خاستگاه تشكيل مواد معدني فوق در ناحيه مطالعاتي بايد به صورت رسوبي باشد چرا كه در محدوده فوق ماگماتيسم عملكرد نداشته كه به توان تشكيل سلستين را در ارتباط با آن دانست.
به طور كلي در زون زاگرس تشكيل سلستين و باريت در ارتباط با جانشيني يون استرانسيم و باريم در تشكيلات تبخيري حاوي سولفات مثل گچ و ژيپس مي‌باشد. به طور مثال درياي غربي تاقديس بنگستان در منطقه بهمئي. در قاعده سازند آسماري، افقي از سلستين به ضخامت 10 تا 30 سانتي‌متر وجود دارد كه با يک لايه آهک سفيد رنگ متراكم (لايه حد واسط) روي سازند پابده قرار مي‌گيرد. اين لايه را مي‌توان معادل رسوبات ژيپس و انيدريت (بخش كلهر در قاعده آسماري) مناطق مجاور دانست كه در بعضي مناطق به عللي، يون استرانسيم جانشين يون كلسيم شده و لايه سلستين فوق بوجود آمده است.
عنصر اصلي كاني سلستين استرانسيم مي‌باشد كه اين عنصر در رده‌بندي ژئوشيميايي جزء رده ليتوفيل‌ها محسوب مي‌شود. بنابراين معمولاً به صورت خالص يافت نشده بلكه به شكل تركيبات سولفيدي، سولفاته و كربناته مي‌توان آن را ديد. اندازه يون استرانسيم نشان مي‌دهد كه اين عنصر مي‌تواند هم جانشين كلسيم و هم جانشين پتاسيم شود، بدين ترتيب كه در كاني‌هاي كلسيم به صورت پذيرفته شده (به خاطر شعاع بزرگتر) و در كاني‌هاي پتاسيم به صورت اسير شده (به خاطر بار بيشتر) حضور مي‌يابد.
با عنايت به مطالب گفته شده در بالا، احتمال تشكيل سلستين و باريت در نواحي كه تشكيلات تبخيري بخش كلهر يا سازند گچساران رخنمون دارند، مي‌باشد.

بخش كلهر در داخل سازند آسماري به صورت يک واحد تبخيري تشكيل شده است. اين بخش شامل لايه ژيپس به ضخامت 5 متر، مارن و آهک مارني به ضخامت 20 متر، ژيپس ضخيم لايه به ضخامت 95 متر و دو لايه نازک آهكي است. بخش كلهر فقط در جنوب غربي لرستان گسترش وسيعي دارد ولي به سمت شمال شرق با آهک‌هاي بخش مياني سازند آسماري حالت بين لايه اي دارد. به نوشته اشتوكلين (1972)، انيدريت‌هاي قاعده كه در لالي، مسجد سليمان، هفتكل، نفت سفيد، كوه آسماري و بخشي از كوه بنگستان ديده مي‌شود، ممكن است ادامه جنوب شرقي بخش كلهر باشد.

در جنوب لرستان، رسوبات تبخيري بخش كلهر جانشين بخش زيرين سازند آسماري شده است. در منطقه خوزستان نيز احتمالاً همين وضع وجود دارد.

در ناحيه فارس از شمال غرب به طرف جنوب شرق، سازند گچساران بتدريج جانشين قسمت فوقاني سازند آسماري مي‌شود، ولي بخش قاعده‌اي سازند مزبور معمولاً افق زماني نسبتاً ثابتي را نشان مي‌دهد.

در منطقه چغال زرد بولي سازند آسماري داراي بخش كلهر نمي‌باشد لذا تشكيل سلستين باريت به صورت اشاره شده در بالا، صورت نگرفته است. از سوي ديگر تشكيلات تبخيري سازند گچساران در جنوب محدوده مطالعاتي رخنمون دارند و از محدوده فوق خارج مي‌باشند.

در پيمايش‌هاي صحرايي انجام پذيرفته در محدوده مورد مطالعه هيچ گونه رگه يا رگچه از سلستين و باريت مشاهده نشده است. در تشكيلات آهكي ناحيه چغال زرد بولي رگه‌هاي ثانويه از جنس كلسيت مشهود است. عكس شماره 1 رگه‌هاي كلسيت كه به صورت ثانويه در شكستگي‌هاي تشكيلات آهكي محدوده مورد مطالعه جايگزين شده‌اند را نشان مي‌دهد.

از تشكيلات آهكي سازند آسماري ناحيه مطالعاتي يک نمونه تحت شماره BR-2 برداشت شد. بر روي نمونه فوق آناليز شيميايي جهت مشخص شدن درصد مقادير SrO، BaO، CO_3 و SO_4 انجام شد. نتيجه آناليز فوق به صورت زير مي‌باشد :

در صورتي كه مبناي محاسبه $SrSO_4$ (سلستين) را مقدرا SrO% و نيز مبناي محاسبه $BaSO_4$ (باريت) را مقدار BaO% در نظر بگيريم، در اين صورت نمونه مذكور حاوي $SrSO_4$ = 3.63% سلستين و $BaSO_4$ باريت مي‌باشد :

SrO = 2.05%

BaO = 0.05%

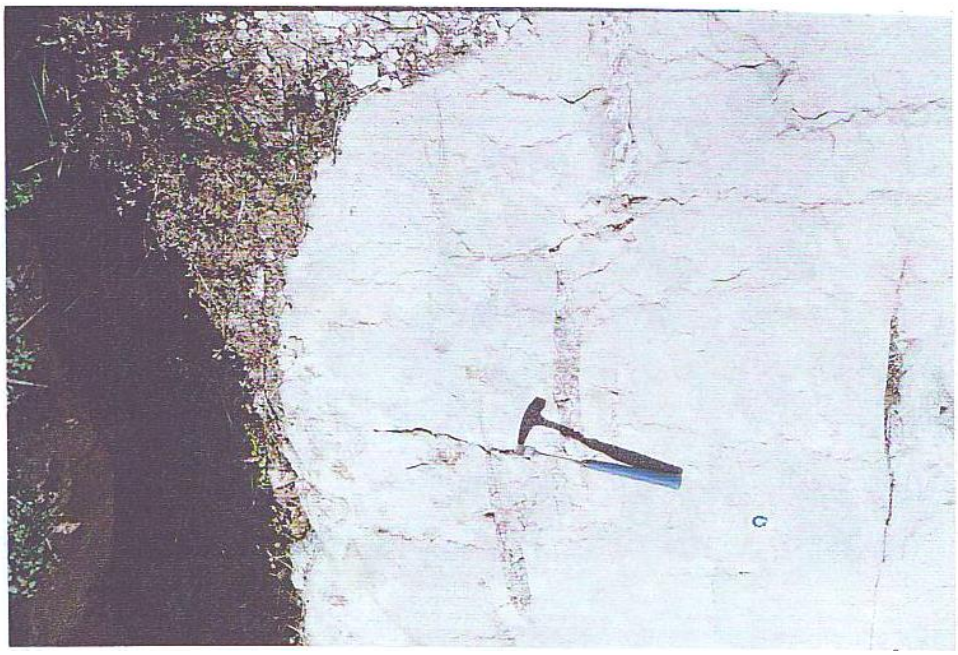
CO_3 = 57.99%

SO_4 = 2.87%

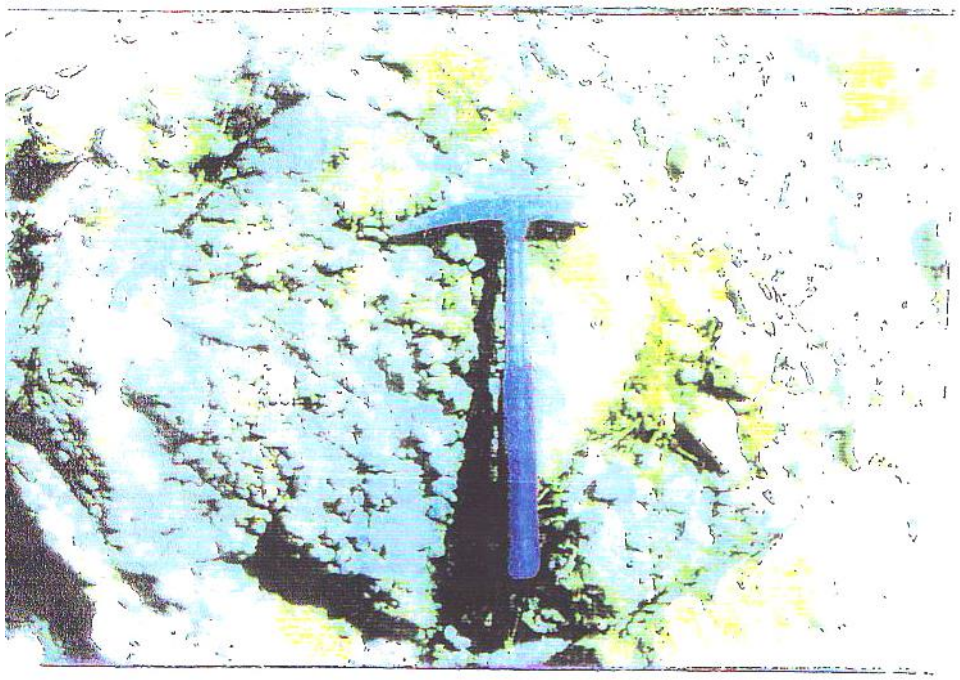
شايان ذكر است نتايج آزمايش ديفر كتومتري پرتوايكس (XRD) فقط وجود كاني كلسيت ($CaCO_3$) را در اين نمونه تأييد مي‌نمايد. كليه نتايج آناليزهاي صورت گرفته بر روي نمونه‌هاي اخذ شده در پيوست گزارش آمده است.

با عنايت به موارد ياد شده بالا، مي‌توان چنين گفت كه مقادير سلستين و باريت گزارش شده در نمونه‌هاي آبراهه‌اي منطقه چغال زرد بولي احتمالاً مربوط به مقادير كم اين كاني‌ها در تشكيلات آهكي منطقه فوق مي‌باشد.

بخش تبخيري كلهر در جنوب استان و در بين سازند آهكي آسماري ديده مي‌شود، لذا احتمال وجود سلستين در اين ناحيه بيشتر مي‌باشد. در طي پيمايش‌هاي صحرايي طرح مطالعه و پي‌جويي املاح تبخيري در شهرستان‌هاي مهران و دهلران كه توسط جهاد دانشگاهي دانشگاه صنعتي اصفهان انجام پذيرفت، سلستين به صورت قلوه‌اي و عدسي شكل با ابعاد مختلف در بخش انيدريتي قاعده سازند آسماري موسوم به بخش كلهر در ناحيه حاضر ميل دهلران ديده شده است. عكس شماره 2 بلورهاي سلستين مذكور را نشان مي‌دهد.



عكس شماره 1 : جايگزيني ثانويه كلسيت در شكستگي‌هاي تشكيلات آهكي ناحيه چغال زرد بولي



عكس شماره 2 : بلورهاي سلستين در بخش تبخيري كلهر ناحيه حاضر سيل دهلران

از رگه‌هاي سلستين ناحيه حاضر ميل دهلران دو نمونه با شكاره‌هاي DR-1 و DR-2 اخذ گرديد. بر روي نمونه‌هاي فوق آناليز شيميايي جهت مشخص شدن درصد مقادير SrO، BaO، CO_3 و SO_4 انجام پذيرفت. نتيجه آناليز مذكور بشرح زير مي‌باشد :

شماره‌نمونه	%SrO	%BaO	$\%CO_3$	$\%SO_4$	$\%SrSO_4$	$\%BaSO_4$
DR-1	26.95	0.094	28.02	25.55	47.77	Nd
DR-2	53.72	0.023	0.60	50.81	95.21	Nd

لازم به توضيح مي‌باشد كه مبناي محاسبه مقادير $SrSO_4$ و $BaSO_4$ به ترتيب درصد SrO و BaO نمونه در نظر گرفته شده است.

علاوه بر اين بر روي نمونه‌هاي مذكور آزمايش ديفركتومتري اشعه ايكس (XRD) صورت پذيرفت كه نتايج اين آزمايش‌ها به صورت زير مي‌باشد :

شماره نمونه	کانیهای اصلی	کانیهای فرعی
DR-1	Dolomite (Ca, Mg $(CO_3)_2$ Celestite ($SrSO_4$)	Calcite ($CaCO_3$) Quartz (SiO_2)
DR-2	Celestite ($SrSO_4$)	Calcite ($CaCO_3$)

با توجه به نتايج ارائه شده در بالا مي‌توان چنين گفت كه سلستين در بخش كلهر ناحيه حاضر ميل دهلران از عيار نسبتاً بالايي برخوردار مي‌باشد لذا انجام مطالعات تكميلي در اين ناحيه ضروري به نظر مي‌رسد.

4-3-2- نتيجه‌گيري و پيشنهادات

با عنايت به مطالب ارائه شده در اين فصل به اين نتيجه مي‌رسيم كه محل تشكيل سلستين در تشكيلات تبخيري گچ و انيدريت دار مي‌باشد. از سازندهاي تبخيري در استان ايلام مي‌توان از سازند گچساران و بخش كلهر سازند آسماري نام برد. لذا پيشنهاد مي‌گردد پي‌جويي سلستين در سطح استان ايلام در مناطقي انجام پذيرد كه تشكيلات تبخيري گچساران و بخش كلهر رخنمون داشته باشند. بخش كلهر بيشتر در جنوب استان و در بين سازند آهكي آسماري ديده مي‌شود. لذا در اين نواحي بايد پي‌جويي سلستين صورت پذيرد. همانطوري كه گفته شد، قلوه‌ها و عدسي‌هاي سلستين در بخش كلهر سازند آسماري ناحيه حاضر ميل دهلران، ديده شده است و نتايج آناليزهاي شيمياي حاكي از عيار بالاي اين ماده معدني در منطقه مذكور مي‌باشد. بنابراين انجام مطالعات تكميلي در ناحيه حاضر ميل دهلران منطقي به نظر مي‌رسد.