



دانشگاه صنعتی شاهرود

آزمایشگاههای ژئوفیزیک  
دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک  
دانشگاه صنعتی شاهرود



- ۱-دستگاه EM-34..... ۳
- ۲- دستگاه EM-16..... ۶
- ۳- دستگاه WADI..... ۸
- ۴- دستگاه GPR..... ۱۰
- ۵- دستگاه لرزه نگار Terraloc MK6..... ۱۳
- ۶- دستگاه اندازه گیری الکترومغناطیسی به روش مگنتوتلوریک ADU-06..... ۱۵
- ۷- دستگاههای سری SAS 300,1000,4000..... ۱۸
- ۸- مغناطیس سنج (magnetometer) شرکت ژئومتریक्स (Radiometrics) کشور امریکا..... ۲۳
- ۹- نرم افزارهای مهندسی معدن و ژئوفیزیکی..... ۲۵
- ۱۰- نقشه‌های زمین شناسی و ژئوفیزیکی و سایت کامپیوتر..... ۲۷

## ۱- دستگاه EM-34 (ساخت شرکت Geonics کشور کانادا)



این دستگاه برای اندازه گیری مشخصه های الکترومغناطیس در حوزه فرکانس مورد استفاده قرار می گیرد. سیستم اندازه گیری رسانندگی یا هدایت ویژه الکتریکی زیر سطحی زمین بر حسب واحد هدایت پذیری ظاهری (ms/m) با حداکثر عمق برداشت 60 متر میباشد. فرکانس اندازه گیری این دستگاه در بازه های مختلف به شرح زیر میباشد:

Spacing	freq
10m	6.4khz
20m	1.6khz
40m	0.4khz

مشخصات فنی این دستگاه در جدولی به شرح زیر آورده شده است:

11.0

**EM34-3 & EM34-3XL INSTRUMENT SPECIFICATIONS**

(Model with Digital Readout)

Measured Quantity	:	Apparent conductivity of the ground, milliSiemens/meter (mS/m)
Range of Conductivity	:	0-10, 100, 1000, mS/meter
Instrument Noise Level	:	Less than 0.2 mS/meter
Measurement Accuracy	:	±5% at 20 mS/meter
Measurement Precision	:	±2% of full scale deflection
Primary Field Source	:	Self-contained dipole transmitter
Sensor	:	Self-contained dipole receiver
Intercoil spacing	:	10 meters, 20 meters or 40 meters
Operating Frequencies	:	6.4 kHz at 10 meter spacing 1.6 kHz at 20 meter spacing 0.4 kHz at 40 meter spacing
Operating Temperature Range	:	-40°C to +50°C
Power Supply	:	Transmitter: 8 disposable "D" cells Life: 20 hrs continuous duty - "NORMAL" Life: 7 hrs continuous duty - "HIGH" Receiver: 8 disposable "C" cells Life: 20 hrs continuous
Recorder Connector	:	Output connector for interface with digital data logger DL720
Reference Cable	:	Lightweight 2 wire shielded cable
<u>Optional</u>	:	Rechargeable Battery supply with dual transmitter/receiver battery charger 115/220 volts
<b><u>Weights &amp; Dimensions</u></b>		
Receiver Console	:	3.1 kg      19.5 x 13.5 x 26 cm
Receiver Coil	:	4.0 kg      63 cm
Transmitter Console	:	3.0 kg      15 x 8 x 26 cm
Transmitter Coil (EM34-3)	:	7.2 kg      63 cm
Transmitter Coil (EM34-3XL)	:	8.5 kg      100 cm
Shipping Weight & Dimensions (EM34-3)	:	43.0 kg      27.5 x 75 x 75 cm
Shipping Weight & Dimensions (EM34-3XL)	:	51.0 kg      106 x 106 x 20 cm

**کاربردها و موارد استفاده:**

این دستگاه برای تشخیص ناهنجاری های ساختاری و توصیف خواص الکتریکی زمین بخصوص مواد نسبتا رسانای الکتریکی در محل برداشت داده ها مانند تشخیص سنگ بستر و یا مخازن ذخیره سازی ساخته شده توسط انسان مانند تانک سوخت در زیر خاک و یافتن منابع آب شرب زیر زمینی کاربرد دارد. همچنین بمنظور تشخیص خواص الکتریکی روبراه ها و لایه های کم عمق در مناطق ژئوترمال و همچنین اکتشاف مستقیم ذخایر ژئوترمال (در صورت کم عمق بودن ذخیره) بکار برده می شود.



نمایی از دستگاه EM-34 به همراه متعلقات آن در مجموعه آزمایشگاههای ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود

## ۲- دستگاه EM-16 (ساخت شرکت Geonics کشور کانادا)



نمایی از دستگاه EM-16 به همراه متعلقات آن در مجموعه آزمایشگاههای ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود

یک از پرکاربردترین دستگاههای اکتشافی الکترومغناطیس ژئوفیزیکی (Very Low Frequency) VLF می باشد. نوسانات محلی و تقاض حاصل از موج ثانویه و تبدیل آن به مولفه های حقیقی (inphase) و موهومی (Quadrature) مبنای کار این دستگاه می باشد. فرکانس عملیاتی این دستگاه بین 15-25 khz می باشد.

### کاربردها و موارد استفاده:

جهت اکتشاف فلزات گرانبها، کانسارها و توده های فلزی زیر سطحی مانند خطوط لوله، بررسی رفتار ساختارهای زیر سطحی آبدار و پیدا کردن گسلها و کانالهای زیر سطحی کاربرد دارد.

مشخصات فنی این دستگاه در جدولی به شرح زیر آورده شده است:

## EM16/16R Specifications

<b>MEASURED QUANTITIES</b>	EM16: In-phase and Quadrature components of the secondary VLF field, as percentages of the primary field EM16R: Apparent resistivity in ohm-metres, and phase angle between $E_x$ and $H_y$
<b>PRIMARY FIELD SOURCE</b>	VLF broadcast stations
<b>SENSOR</b>	EM16: Ferrite-core coil EM16R: Stainless-steel electrodes, separated by 10 m; sensor impedance is 100 M $\Omega$ in parallel with 0.5 pf
<b>OPERATING FREQUENCY</b>	15 to 28 kHz, depending on VLF broadcasting station
<b>MEASUREMENT RANGES</b>	EM16: In-phase: $\pm 150$ %; Quadrature: $\pm 40$ % EM16R: 300, 3000, 30000 $\Omega$ -m, Phase: 0-90°
<b>POWER SOURCE</b>	EM16 or EM61/16R: 9 V battery
<b>OPERATING TEMPERATURE</b>	-30° C to +50° C
<b>DIMENSIONS</b>	EM16 or EM16/16R: 53 x 30 x 22 cm
<b>WEIGHT</b>	EM16: Instrument: 1.8 kg; Shipping: 6.2 kg EM16R: Instrument: 1.5 kg; Shipping: 6 kg

### ۳- دستگاه WADI (ساخت شرکت ABEM کشور سوئد)



جزو دستگاههای VLF (Very Low Frequency) میباشد و این دستگاه به کمک مولفه های میدان مغناطیسی که از فرستنده های VLF تولید میشود تا حداکثر عمق 50-60 متر قابل استفاده میباشد و حداکثر تا 4000 ایستگاه فرستنده در Database آن گنجانده شده است. لیست ایستگاههای مورد استفاده در این دستگاه به همراه فرکانس هر ایستگاه در جدول زیر پیوست شده است:

#### کاربردها و موارد استفاده:

جهت یافتن آبهای زیرزمینی به دام افتاده در حفرات و شکستگیهای سنگها به منظور پیدا کردن بهترین نقطه حفاری چاه آب, همچنین دیگر انواع ناهنجاریهایی که دارای خواص رسانایی بالا مانند توده های رسانا بخصوص شیبدار, کابلهای برق مدفون شده, لوله های فلزی, زباله های دفن شده و خاکهای رسی دارای حفرات زیاد کاربرد دارد.



Station identification			
Station	Location	Country	Coordinates
SSA	Changde	China	29N04 111E43
SSB	Dalong	China	39N58 113E16
DHO	Burlage	Germany	53N05 007E37
FWB	Orléans	France	48N05 030E44
FTA	Assise	France	48N02 002E34
FUD	Ceac	France	44N45 000W40
GBR	Rugby	UK	52N22 001W11
GBZ	Rugby	UK	52N22 001W11
GCD	Rugby	UK	52N22 001W11
HWU	Lo Bime	France	46N37 001E05
ICV	Tavolara	Italy	40N55 009E40
JAP	Yosami	Japan	34N58 137E01
JJH	Kure	Japan	34N14 132E34
JJI	Elino	Japan	32N05 131E51
JXN	Helgeland	Norway	66N25 013E01
JXZ	Helgeland	Norway	66N25 013E01
NAA	Culler ME	USA	44N39 087W17
NAK	Annapolis	USA	38N59 078W28
NAU	Aguada	Puerto Rico	18N23 67W11
NBA	Galboa	Panama	09N04 079W09
NDT	Yokosuka/dhi	Japan	34N58 137E01
NEJ	Seattle	USA	47N41 122W15
NHB	Kodiak	Alaska	57N45 152W30
NLK	Oso Wash	USA	48N12 121W00
NPC	Seattle	USA	47N35 122W32
NPG	S Francisco	USA	38N08 122W16
NPL	S Diego	USA	32N44 117W05
NPM	Pearl Harbor	Hawaii	21N25 159W09
NPN	Guam	Guatemala	13N34 144E50
NSS	Washington	USA	38N59 078W27
NWC	North West Cape	Australia	21S47 114E09
RAM	Moscow	Russia	55N49 037E16
RCV	Rostov	Russia	47N18 039E46
TBA	Antalya	Turkey	36N53 035E43
UBB	Petrozovsk	Russia	52N59 158E26
UGK	Kaliningrad	Russia	54N42 020E30
UMB	Rostov	Russia	47N18 039E46
UMS	Moscow	Russia	55N49 037E16
UNW	Kaliningrad	Russia	54N45 020E30
UPD	Murmansk	Russia	68N58 033E08
VTI	Bombay	India	19N00 073E00
VTX	Vijayanarayana	India	09N29 077E44

Frequency list	
Freq. (kHz)	Freq. (kHz)
15.1	19.9
15.3	20.2
15.5	20.3
15.6	20.5
15.7	20.6
15.8	21.0
15.9	21.2
15.9	21.4
16.1	21.6
16.6	21.6
16.8	21.9
17.0	22.2
17.1	22.3
17.4	22.6
17.5	22.6
17.8	22.9
17.9	23.3
18.0	23.4
18.1	24.0
18.2	24.0
18.3	24.0
18.5	24.0
18.6	24.0
18.7	24.1
18.9	24.0
19.0	24.0
19.1	24.0
19.2	24.0
19.4	24.0
19.5	24.0
19.6	24.0
19.8	24.0

لیست فرستنده‌های امواج VLF به همراه موقعیت آنها

## ۴- دستگاه GPR

(ساخت شرکت Sensors & Software Inc. کشور کانادا)



ابزاری برای بررسی زیرسطحی سریع، سبک و ارزان در حوزه فرکانس اکتشافات ژئوفیزیکی به روش الکترومغناطیس می باشد. این دستگاه دارای فرکانس 250MHz و دارای صفحه نمایش ویدئویی دیجیتال برای نمایش، ضبط داده ها و کنترل کیفی میباشد. مشخصات فنی این دستگاه در جدولی به شرح (ستون سوم) زیر آورده شده است:

	NOGGIN® 1000	NOGGIN® 500	NOGGIN® 250
Size	12 x 6 x 4.5 in (30 x 15 x 11 cm)	15 x 9 x 6 in (38 x 22 x 15 cm)	25 x 18 x 9 in (63 x 41 x 23 cm)
Weight	5 lbs (2.3 kg)	6.5 lbs (3 kg)	16 lbs (7.3 kg)
Power	8 watts 12 V @ 0.7A DC	8 watts 12 V @ 0.7A DC	8 watts 12 V @ 0.7A DC
Performance Factor	>100 dB	>100 dB	>100 dB
Transducer Patented Dipole	500 - 1500 MHz	250 - 750 MHz	125 - 375 MHz
Shielding Front to Back	>20dB	>20dB	>20dB
Noggin® to PC	115kB, RS232	115kB, RS232	115kB, RS232
Default Depth Windows (User Definable)	0.25, 0.5, 1, 2, 4m (6.25, 12.5, 25, 50, 100ms)	1, 2.5, 4, 5, 8m (25, 50, 75, 100, 150ms)	2.5, 5, 7.5, 10, 15m (60, 100, 150, 200, 300ms)
Acquisition Rate (depends on control system)	100,000 samples/s	100,000 samples/s	100,000 samples/s
PC & DVL Output	Digital image in .PCX Format	Digital image in .PCX Format	Digital image in .PCX Format
DVL Output	Digital (raw) 10 bit 2's complement*	Digital (raw) 10 bit 2's complement*	Digital (raw) 10 bit 2's complement*
Integrated GPS	Point mark or continuous recording	Point mark or continuous recording	Point mark or continuous recording
Operating Temperature	-40 to 40°C	-40 to 40°C	-40 to 40°C
Environmental	IP60	IP60	IP60



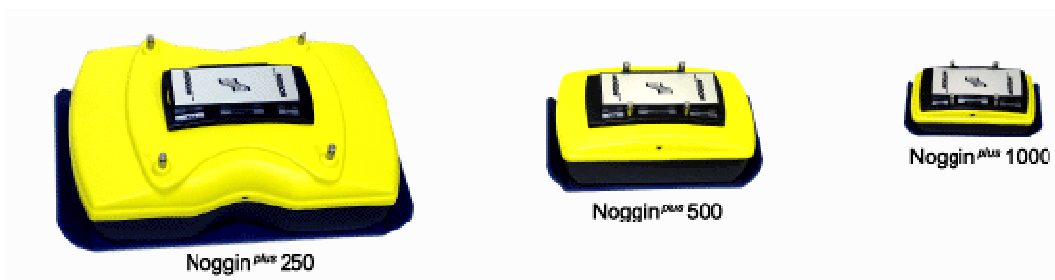
نمایی از دستگاه GPR-Noggin plus به همراه متعلقات آن در مجموعه آزمایشگاههای ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود

### کاربردها و موارد استفاده:

در اکتشافات باستان شناسی و تاسیسات شهری مانند کانالهای آب و فاضلاب و مطالعات ژئوفیزیک مهندسی کاربرد دارد و تا حداکثر عمق نفوذ 8 متر و اشیای فلزی و غیر فلزی به ابعاد 5 cm را می تواند شناسایی کند. به طور کلی میتوان گفت که جزو سیستمهای فرکانس بالا با عمق نفوذ پایین می باشد. در بازه دمایی  $+40^{\circ}\text{C}$  تا  $-40^{\circ}\text{C}$  و حتی در مناطق و زمینهای مرطوب قابل برداشت و عملیات می باشد. برای مطالعات با دقت و قدرت تفکیک بالاتر می بایست از آنتنهایی با فرکانس بالاتر بهره گرفت. که این امکان در سیستم مزبور تعبیه شده است.



نمایی دیگر از دستگاه GPR-Noggin plus به همراه متعلقات آن در مجموعه آزمایشگاههای ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود



مجموعه آنتنهای قابل استفاده و نصب در دستگاه GPR-Noggin plus

## ۵- دستگاه لرزه نگار Terraloc MK6 (ساخت شرکت ABEM کشور سوئد)



در لرزه نگاری کم عمق از نوع انعکاسی وانکساری MK6 یک لرزه نگار قابل حمل و کامل با جعبه محافظ آلومینیومی و قابل عملیات در انواع محیطهای بارانی و مرطوب ، داغ ، پر گرد و غبار ، برفی و سرد میباشد. برخی ویژگیهای کلیدی این دستگاه به شرح زیر می باشد:

- بازه بزرگ برداشت داده ها از  $25 \mu s$  تا  $2 \text{ ms}$  که برای شناخت شکستگیها کافی میباشد.
- طول بازه ثبت کننده از  $3.2 \text{ ms}$  تا  $32.7 \text{ ms}$  برای مطالعات moho کافی میباشد.
- سنجش و کنترل کیفی ژئوفون ها و کابلها در محل
- اندازه گیری همزمان میزان نویز که به صورت گراف بهینه شده ثبت می گردد.
- توانایی دیدن اثر یک یا چند موج بازگشتی و تجزیه و تحلیل سریع و دقیق
- امکان فیلتر کردن و تجزیه و تحلیل طیفهای مختلف فرکانسی
- دارای نشان دهنده سرعت موج شکسته شده برای بررسی سریع Target

### کاربردها و موارد استفاده:

تعیین شکستها و حفرات کارستی، انجام عملیات شکست مرزی و بازتابی در خواستگاههای مطالعات سد و فونداسیون سازههای عظیم و مطالعات توموگرافی لرزه‌ای، انجام عملیات‌های درون چاهی در اکتشاف نفت و بدسا آوردن ضرایب دینامیکی خاک با استفاده از سرعت لایه‌ها کاربرد دارد.

مشخصات فنی این دستگاه در جدولی به شرح زیر آورده شده است:

<b>1.9 Technical Specification ABEM TERRALOC Mk6 v2</b>	
Up-hole channel	Channel 12 or 24, redirectable to a separate connector. (With more than 24 channels, channels 24 and 48 are redirectable).
Sampling rates	25, 50, 100, 250, 500, 1000, 2000 $\mu$ s.
Record length	Selectable from 3.2 ms to 32.7 s equivalent to 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192 or 16384 samples.
Maximum number of stacks	256
Pre-trig recording	Selectable, 0-100 % of record length.
Delay time	Max delay time is related to the sampling interval. For example selectable, from 0-0.8 s at 25 $\mu$ s sampling interval to 0-131 s at 2000 $\mu$ s sampling interval.
First arrivals picking	Automatic or manual. Picked first arrivals can be saved to disk.
Trigger inputs	Make/break (=switcher), Analog or TTL.
A/D converter resolution	18 bits + 3 bit IFP (= 21 bits)
Dynamic range	126 dB (theoretical)
Min/Max input signal	Min: $\pm 0.24 \mu$ V. Max: $\pm 250$ mV.
Frequency range	2 - 4000 Hz
High pass (low-cut) filter	Selectable, 12 dB/octave 12-192 Hz in 16 steps or 24 dB/octave 15-240 Hz in 16 steps.
Notch filter	50 or 60 Hz. Specify when ordering for factory installation and calibration.
Anti-aliasing	Automatically set according to sampling frequency.
Processor	AMD GX1-300
Memory	256 MB RAM
Data storage	At least 10 GB internal hard disk (depending on year produced) and 1.44 MB floppy disk drive 3.5 inch.
Display	8,4 inch daylight visible backlighted color TFT display, VGA resolution (640x480 pixels).
Connectivity	Parallel (Centronics), serial (RS-232), PS/2 Mouse, PS/2 external keyboard, Ethernet and external monitor (VGA),
Power	10-30 V DC external battery or office power supply.
Maximum power consumption	15 W (sleep mode), 40 W (operating mode).
Operating temperature	5° C to 50° C. If unit is at normal room temperature (from being kept indoors) when switched on, it generates enough internal heat for field work at temperatures down to -5° C.
Storage temperature	- 40° C to +80° C.
Casing	Waterproof, rugged cast aluminium.
Dimensions	400 x 250 x 300 mm (24-channel casing).
Weight	16 kg (24-channel casing).

## ۶- دستگاه اندازه گیری الکترومغناطیسی به روش مگنتوتلوریک ADU-06



نمایی از دستگاه مگنتوتلوریک ADU-06 به همراه متعلقات آن در مجموعه آزمایشگاههای ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود

ساخت شرکت Metronix کشور آلمان.

همانند لرنه نگاری، به پیشرفتهای تکنیکی در سیستمهای ثبت کننده همزمان چند کاناله داده های الکترومغناطیس اهمیت زیادی داده شده است. دستگاه اندازه گیری الکترومغناطیس ADU-06 حاصل ۲۵ سال تجربه شرکت Metronix در طراحی و ساخت دستگاههای الکترومغناطیس ژئوفیزیکی میباشد.

سنسورهای میدان مغناطیسی و یا میدان الکتریکی به صورت مستقیم به دستگاه وصل می گردند که واحد مرکزی سیستم میباشد و واحدهای چند گانه ADU-06 به وسیله کابلهای شبکه به همدیگر میتوانند متصل گردند. هر ADU-06 را میتوان به عنوان یک سیستم مستقل یا در یک سیستم شبکه ای و یا بخشی از آرایه هایی که هر واحد آن با ساعت GPS یکنواخت شده است قرار میگیرد.

مشخصات دستگاه:

- بازه فرکانس با جریان مستقیم (DC) تا 20khz می تواند باشد
- تعداد کانالها: 2,3 تا 5 برای هر ADU-06 و تا 32 دستگاه به صورت شبکه ای قابل عملیات است.
- بازه عملیات با جریان مستقیم: فرکانس پایین از کمتر از 0.001 hz تا فرکانس بالا —0.5khz—20khz

- ذخیره داده ها: فلش دیسک داخلی 4GB \_ 512 MB
- سیستم خودکار تست داخلی اجزای مهم شامل سنسورها و نمایش نتایج بر روی دستگاه
- کالیبراسیون خودکار در طی روشن شدن سیستم
- دارای ساعت GPS برای همزمان سازی با دقت 130ns با مرجع ماهواره ای با ثبت موقعیت مکانی ایستگاه برداشت
- دمای عملیاتی  $+70^{\circ}\text{C}$  تا  $-40^{\circ}\text{C}$



نمایی از دستگاه مگنتوتلوریک ADU-06 به همراه متعلقات آن در مجموعه آزمایشگاههای ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود

### کاربردها و موارد استفاده:

اکتشاف منابع هیدروکربور، مطالعات عمیق لایه‌ها از نظر مقاومت ویژه، مطالعات ژئوترمال، اکتشاف ذخایر معدنی عمیق و کشف کنبدهای نمکی به منظور اکتشاف پتاس

مشخصات فنی این دستگاه در جدولی به شرح زیر آورده شده است:



<b>Frequency range</b>	DC to 20 kHz
<b>Number of channels</b>	2, 3 or 6 per ADU 06, up to 32 ADUs can be operated in a network
<b>Bands</b>	2 Bands (1 = 100-1 kHz, 1B = 0.5 kHz-200 kHz). Sub-bands are created by digital filtering
<b>A/D conversion</b>	ADC1: 24 Bit (sample rate: 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096 samples/sec) ADC2: 24 Bit (sample rate: 11 kSamples/sec) Separate A/D conversion unit for each channel
<b>System computer</b>	32 bit embedded controller
<b>Storage media</b>	Internal flash-disk 512 Mbyte - 4 GB (harddisk optional, limits temperature range)
<b>Test facilities</b>	Automatic power up self test of all important system functions including sensors and display of result on the instrument
<b>Calibration</b>	Automatic calibration during power on
<b>Network connection</b>	Twisted pair (RJ45/ 100 Mbit)
<b>Synchronization</b>	GPS clock +/- 100 ns to satellite reference Station position is also determined and stored
<b>Interfaces</b>	Network, magnetometers, E-field lines, battery input, GPS antenna
<b>Case</b>	230 x 200 x 180 mm <sup>3</sup> ; ruggedized, waterproof aluminum case
<b>Weight</b>	appr. 6.5 kg
<b>Power consumption</b>	appr. 7W - 12W (5 channel ADU), depending on operation mode
<b>Operating temperature</b>	-10°C to + 70°C (with flashdisk)

## ۷- دستگاه‌های سری SAS 300,1000,4000

(ساخت شرکت ABEM کشور سوئد)

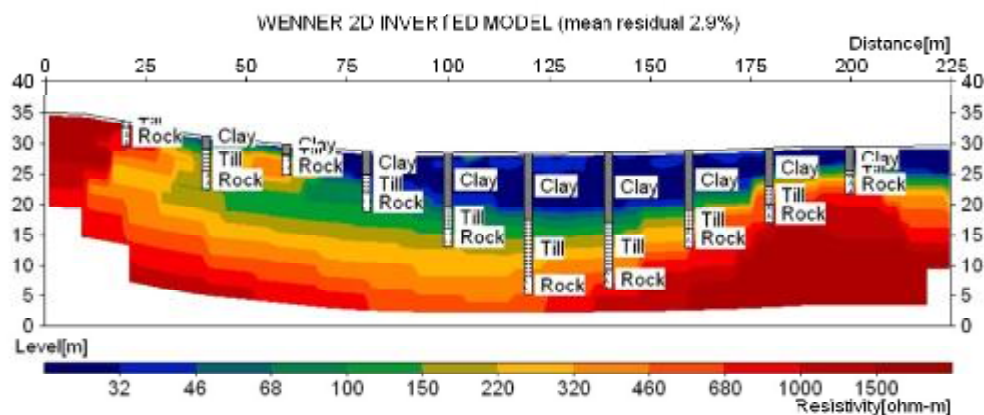


دستگاه اندازه گیری مقاومت الکتریکی زمین, IP, SP میباشد. به طور کلی مطالعات ژئوفیزیکی زیر سطحی به روش الکتریکی به عنوان یک روش اولیه برای پروژه های زیر بنایی، مطالعات زیست محیطی، تعیین سطح آب زیر زمینی و غیره در سالهای اخیر رواج یافته است. این سیستمها جهت ارایه سریع و دقیق نقشه های دوبعدی و سه بعدی مقاومت الکتریکی زیر سطحی کاربرد فراوانی دارند.

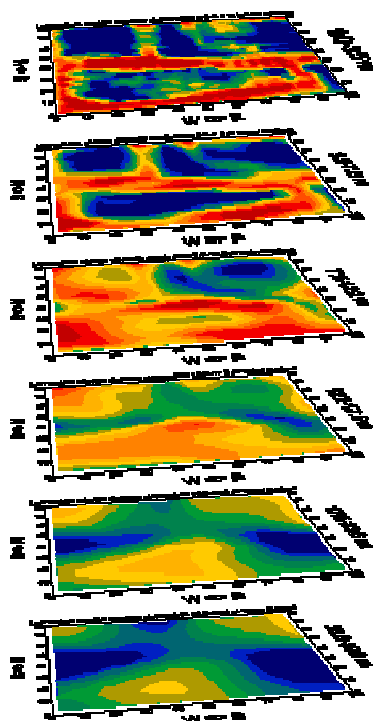


نمایی از دستگاههای سری SAS 300,1000,4000 به همراه متعلقات آن در مجموعه آزمایشگاههای ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود

در زیر نمونه های از نقشه های دو بعدی و سه بعدی مشاهده میگردد:



نقشه سه بعدی:



دستگاه SAS1000 ( یک کاناله ) و SAS4000 (چهار کاناله) بر پایه فرستنده ای با حداکثر 400 ولت و 1000 میلی آمپر جریان خروجی کار میکنند. مزیت عمده این روش برداشت ژئوفیزیکی تولید تصاویر پیوسته از خواص زیر سطحی وقابلیت عملیات در مناطقی که روش EM به علت نزدیکی به جریان فشارقوی یا خطوط آهن و ..... نتایج ضعیفی می دهند, میباشد.

مشخصات فنی فرستنده دستگاه SAS1000 ( یک کاناله ) و SAS4000 (چهار کاناله) در جدولی به شرح زیر آورده شده است:

## 18.1 TERRAMETER SAS 1000 / 4000 - SPECIFICATIONS

### Transmitter

Automatic or user selectable currents	1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000 mA
Excitation voltage (max)	400 V (800 V peak-peak)
Output power, max	100 W at 50% duty cycle
Accuracy of transmitted current	Better than 0.5%
Current pulse length	0.1 sec to 4 sec
Cycle type in resistivity mode	plus-minus-minus-plus (commutated DC)
Cycle type IP mode	plus-zero-minus-zero (commutated DC)

مشخصات فنی گیرنده دستگاه SAS1000 ( یک کاناله ) و SAS4000 (چهار کاناله) در جدولی به شرح زیر آورده شده است:

### Receiver

#### Self Potential (SP)

Number of input channels	4, galvanic isolated (SAS 1000 one channel)
Input impedance	10 M $\Omega$ , min
Automatic ranging	$\pm 250$ mV, $\pm 10$ V, $\pm 400$ V
Resolution	30 nV (theoretical), 1 $\mu$ V (at 0.5 sec integration time)
Accuracy (at 0.5 sec integration)	Better than 0.2% measured at 100 mV, 5 V and 200 V
Precision (at 0.5 sec integration)	Better than 0.1% measured at 100 mV, 5 V and 200 V
Dynamic range	up to 140 dB plus 64 dB automatic gain

#### Resistivity

Number of input channels	4, galvanic isolated (SAS 1000 one channel)
Input impedance	10 M $\Omega$ , min
Automatic ranging	$\pm 250$ mV, $\pm 10$ V, $\pm 400$ V
Resolution	30 nV (theoretical), 1 $\mu$ V (at 0.5 sec integration time)
Accuracy $\Delta V/I$	Better than 1% measured at 1 $\Omega$ , from 1 mA to 1000 mA with varying resistive load from 0 to 380 k $\Omega$ (at 0.5 sec integration).
Precision $\Delta V/I$	Typically better than 0.5% (at 0.5 sec integration).
Dynamic range	Up to 140 dB plus 64 dB automatic gain

#### Induced Polarization (IP)

Number of input channels	4, galvanic isolated (SAS 1000 one channel)
Input impedance	10 M $\Omega$ , min
Automatic ranging	$\pm 250$ mV, $\pm 10$ V, $\pm 400$ V
Resolution	30 nV (theoretical), 1 $\mu$ V (at 0.5 sec integration time)
Type of IP measurements	Time domain chargeability (M) measured in msec
Initial time delay	10 ms up to 10 sec in steps of 10 ms
Number of IP time intervals	1-10 user defined time windows on all channels.
Basic integration interval	20 msec or 16.67 msec depending on power line freq.
Dynamic range	Up to 140 dB plus 64 dB automatic gain

مشخصات عمومی دستگاه SAS1000 ( یک کاناله) و SAS4000 (چهار کاناله) در جدولی به شرح زیر آورده شده است:

<b>General</b>	
Computer	PC compatible
Memory capacity	> 1 000 000 data points
Temperature range, operation	-5°C to +50°C
Casing	Waterproof (IP66), rugged cast aluminum
Display	LCD, 200x64 pixels, 8 lines of 40 characters
Multi connector	Current and potential for all four channels. RS232 serial communication with PC or external devices.
Support for external devices	LUND Imaging System, SAS LOG 300, Multima
Power	An ordinary car battery is recommended. NiMH clip-on power pack (del. with SAS 4000) could be used in low current soundings.
Power consumption	600 mA in standby. Up to 20 A during transmission of high currents.
Weight	4.6 kg. (SAS EBC 1.2 kg, NiMH Power Pack 2.0 kg)
Dimensions	105 x 325 x 300 mm (W x L x H) with power pack

### کاربردها و موارد استفاده:

از کاربردهای این روش به نکات زیر می توان اشاره کرد:

- مدیریت منابع آب زیر زمینی و ارزیابی آسیب پذیری آن
- نقشه برداری و مشاهده آبهای زیر زمینی آلوده شده
- پیش مطالعات ژئوتکنیکی
- نقشه برداری زمین شناسی
- پی جویی و نقشه برداری منابع طبیعی
- پی جویی ژئوترمال
- نقشه برداری بستر دریاها و دریاچه ها
- نقشه برداری زمینهای یخ زده
- باستان شناسی



نمایی دیگر از نمایشگر دستگاههای سری SAS 300,1000,4000 در مجموعه آزمایشگاههای ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود

## ۸- مغناطیس سنج (magnetometer) شرکت ژنومتریक्स (Radiometrics) کشور امریکا



نمایی از دستگاه G-856 Magnetometer در مجموعه آزمایشگاههای ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود

این دستگاه برای اندازه گیری شدت میدان مغناطیسی و گرادیومتری مغناطیسی مواد و سنگهای زیر سطح زمین مورد استفاده قرار می گیرد. بدین ترتیب می توان مواد و سنگهای دیامغناطیس، پارامغناطیس و فرومغناطیس را از یکدیگر تشخیص داد. این دستگاه شدت میدان مغناطیسی کل زمین بر حسب نانو تسلا در ایستگاههای صحرائی و ایستگاه مبناء را اندازه گیری می کند. اندازه گیریها در هر ایستگاه بطور سریع (در حد ثانیه) انجام می شود و نتایج بصورت پروفیلها و نقشه های مختلف مغناطیسی (دو بعدی و سه بعدی) ارائه می گردد. دستگاه مورد نظر مجهز به یک سنسور مغناطیسی حاوی سیال هیدروکربوری مانند نفت برای تولید پروتون بوده و بر اساس روش فیزیکی تشدید مغناطیسی هسته ای (پروتون) عمل می کند.



نمایی دیگر از نمایشگر دستگاه G-856 Magnetometer در مجموعه آزمایشگاههای ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود

مشخصات فنی این دستگاه در ذیل آورده شده است:

#### Specifications:

- Resolution: 0.1 nT
- Accuracy : 0.5 nT
- Clock: Julian date, accuracy 5 sec per month.
- Tuning: Auto or manual, range 20,000 to 90,000 nT
- Gradient Tolerance: 1000 nT/meter
- Cycle time: 3 sec to 999 sec standard , can be manually selected as fast as 1.5 sec cycle time.
- Read: Manual, or auto cycle for base station use.
- Memory: 5700 field or 12500 base station readings
- Display: Six digit display of field/time, three digit auxiliary display of line number, day
- Digital Output: RS-232, 9600 baud.
- Input: Will accept external cycle command.
- Physical Console: 7 × 10.5 × 3.5 Inches, (18 × 27 × 9 cm) 6 lbs (2.7 kg)
- Sensor: 3.5 × 5 inches ( 9 × 13 cm) 4 lbs (1.8 kg)
- Environmental: Meets specifications within 0 to 40 C  
Will operate satisfactorily from -20 to 50 C
- Power: Rechargeable, magnetically compensated Gel-Cell batteries

#### کاربردها و موارد استفاده:

در اکتشافات مستقیم کانسارهای آهن و سایر کانسارهای فلزی و غیر فلزی بطور غیر مستقیم کاربرد فراوانی دارد. علاوه بر این برای تشخیص عمق و ضخامت سنگ بستر و برخی کاربردهای مهندسی دیگر و همچنین در اکتشافات ذخایر ژئوترمال برای تعیین عمق هم دمای کوری بکاربرده می شود.



## ۹- نرم افزارهای مهندسی معدن و ژئوفیزیکی



نرم افزارهای ژئوفیزیکی و مهندسی معدن و برخی از قفل‌های سخت افزاری نرم افزارهای مربوطه

در مجموعه آزمایشگاههای ژئوفیزیک نرم افزارهای مختلفی به منظور تعبیر و تفسیر داده های ژئوفیزیکی موجود است. اغلب این نرم افزارها دارای لایسنس معتبر از شرکت سازنده دستگاههای ژئوفیزیکی یا شرکت های معتبر نرم افزاری می باشند.

لیست برخی از نرم افزارهای موجود در آزمایشگاههای ژئوفیزیک در ذیل آمده است:

(۱) مجموعه پک نرم افزاری Encom شامل نرم افزارهای ذیل به منظور تعبیر و تفسیر داده های میدان

پتانسیل و داده های الکترومغناطیسی:

- Model Vision
- Profile analyst
- EMflow
- QuickMag

(۲) مجموعه نرم افزاری شرکت Sensor and Software برای تعبیر و تفسیر داده های GPR :

- EKKO\_Mapper
- EKKO\_3D
- Win\_EKKO
- Win\_EKKO\_Pro

- ۳) نرم افزار RAMAG به منظور تعبیر و تفسیر داده های VLF
- ۴) نرم افزارهای RES2DINV و RES3DINV به منظور مدلسازی و تعبیر و تفسیر داده های ژئوالکتریک و IP در دو و سه بعد
- ۵) نرم افزارهای IPI2WIN و ... به منظور تفسیر و مدلسازی یک بعدی داده های ژئوالکتریک
- ۶)

## ۱۰- نقشه‌های زمین شناسی و ژئوفیزیکی و سایت کامپیوتر

در مجموعه آزمایشگاههای ژئوفیزیک آرشیوی از نقشه‌های زمین شناسی و ژئوفیزیکی در دسترس محققین و دانشجویان به منظور استفاده در مقالات و مباحث آموزشی قرار دارد. این نقشه‌ها در برگه‌های ۱/۱۰۰۰۰۰ و ۱/۲۵۰۰۰۰ در اختیار دانشجویان و محققین قرار دارد.





نمونه هایی از آرشیو نقشه‌های زمین شناسی و ژئوفیزیکی در مجموعه آزمایشگاههای ژئوفیزیک



نمونه هایی از آرشیو نقشه های زمین شناسی و ژئوفیزیکی در مجموعه آزمایشگاه های ژئوفیزیک

دو سایت کامپیوتر به صورت مجزا جهت استفاده دانشجویان در این مجموعه در نظر گرفته شده است که علاوه بر سخت افزار، نرم افزارهای مورد نیاز به همراه لایسنس و قفل نرم افزاری مربوط به هر نرم افزار روی آنها تعبیه شده است. این فضا به گونه‌ای طراحی شده است که به دانشجویان و اساتید امکان کار گروهی روی پروژه‌های مشترک را تا حد امکان فراهم می‌کند.



سایت‌های کامپیوتر واقع در مجموعه آزمایشگاه‌های ژئوفیزیک

در تهیه و تنظیم این فایل از تلاشهای جناب آقای دکتر نجاتی کمال تشکر را داریم. همچنین در این راستا لازم است تا از همکاری آقایان دکتر عرب امیری، دکتر قوامی، دکتر کنشلو و کارشناس محترم آزمایشگاه-جناب آقای مهندس زارعی تقدیر و تشکر گردد.