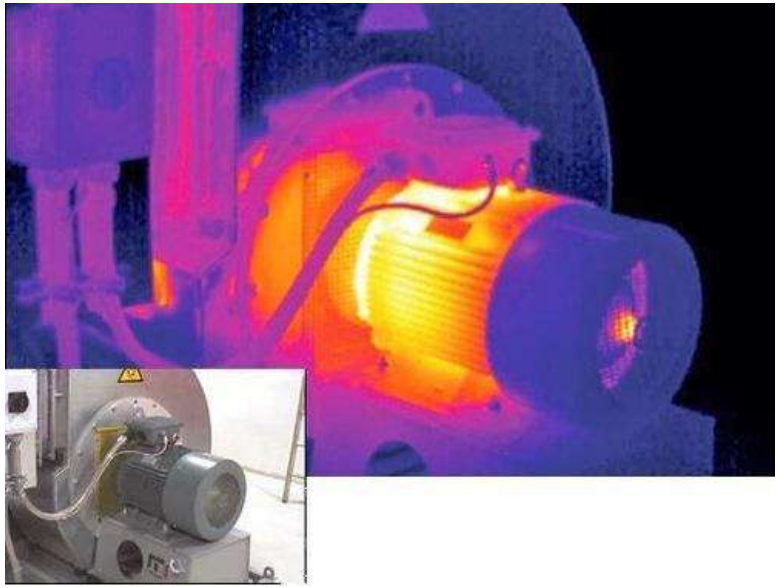
ترموویژن وضرورت پایش وضعیت دما



تست غیر مخرب(NDT)

تست غیر مخرب NDT (Non Destructive Testing)، روشی صنعتی بدون آسیب زدن به قطعه و سازه می باشد که به وسیله آن قادر خواهیم بود از صحت عملکرد قطعه و سازه درواحد نت در بحث بازرسی وتعمیرات ونگه داری دوره ای مطمئن شویم. لذا چون تست غیر مخرب به قطعه صدمه نمی زند باعث صرفه جویی در وقت و هزینه برای انجام تست می شود.

انواع روش ها تست غیر مخرب

- تست چشمی (VT)
- تست التراسونیک(UT)
- تست مایع نافذ(PT)
- تست اکوستیک امیشن(AME)
- تست مغناطیسی(MT)
- تست ترمو گرافی (IR)
- تست رادیوگرافی(RT)
- تست نشتی (LT)
- تست جریان گردابی(ET)
- تست موج هدایت شونده (GWT)

•تست ترمو گرافی (IR)

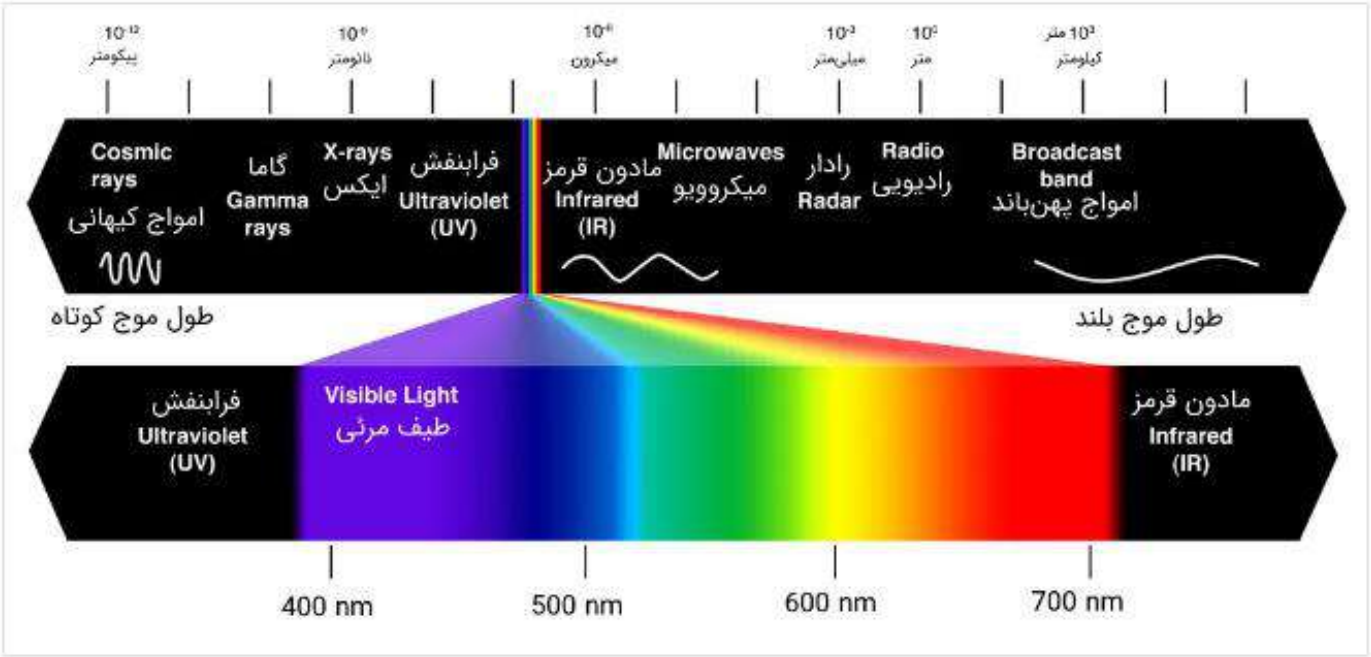
انتقال گرما یا انتقال حرارت :به تبادل انرژی گرمایی میان دو یا چند جسم یا سامانهٔ فیزیکی گفته می‌شود.

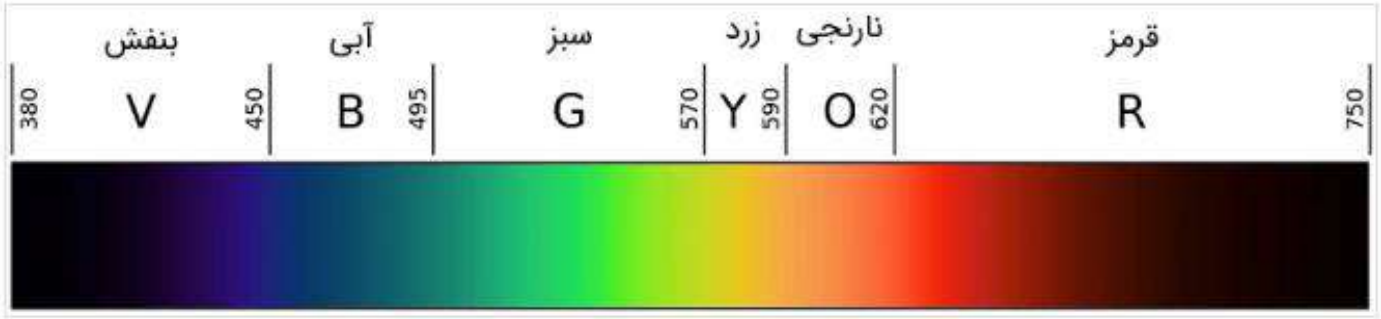
انتقال گرما به سه روش روی می‌دهد: رسانش، همرفت و تابش.

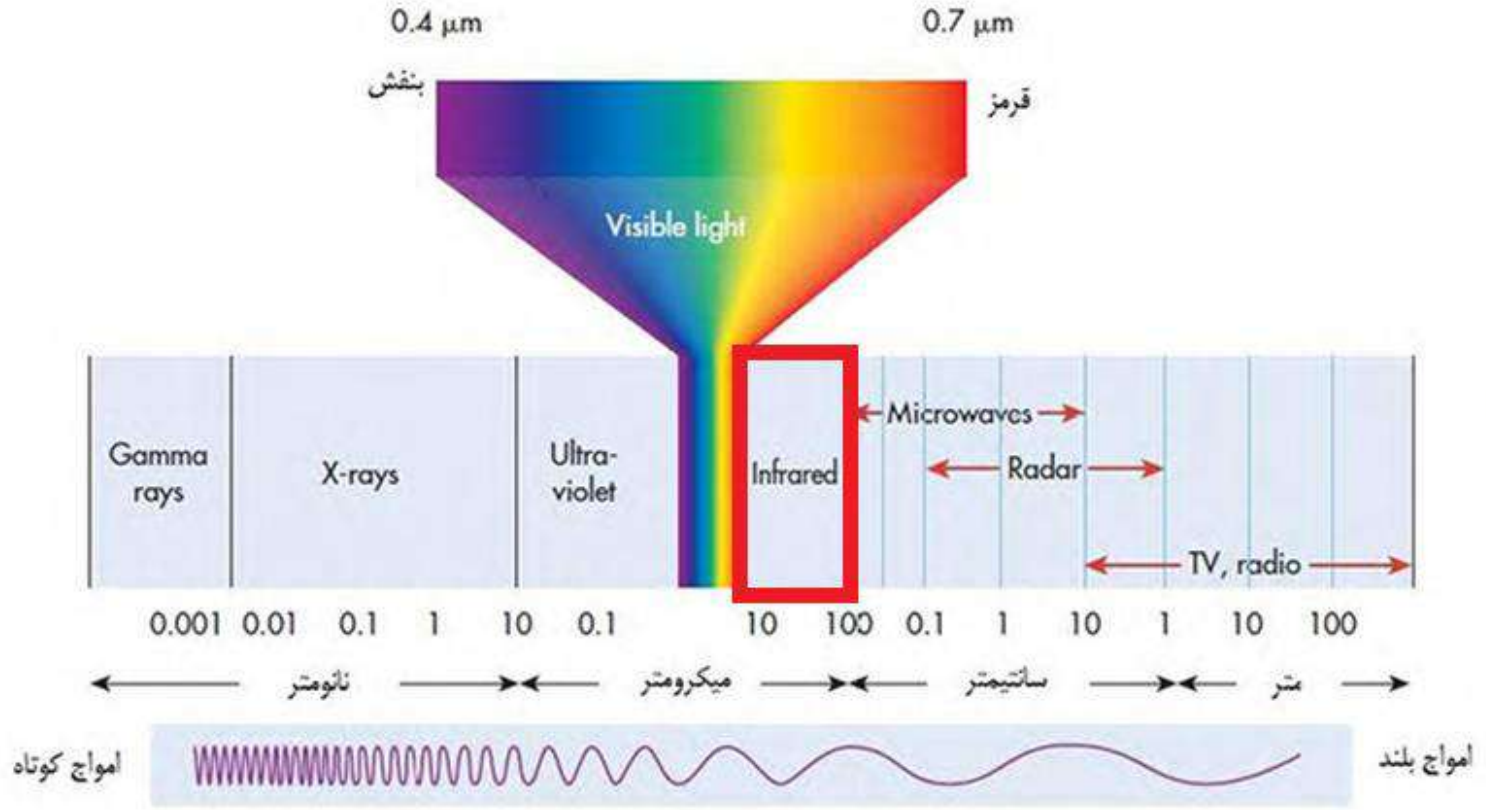
- رسانش یا هدایت: انتقال انرژی بین جسم‌هایی که در تماس هستند
- همرفت یا جابه‌جایی: انتقال انرژی به دلیل حرکت شاره (سیال)
- تابش یا تشعشع: انتقال انرژی با تابش پرتوهای الکترومغناطیسی

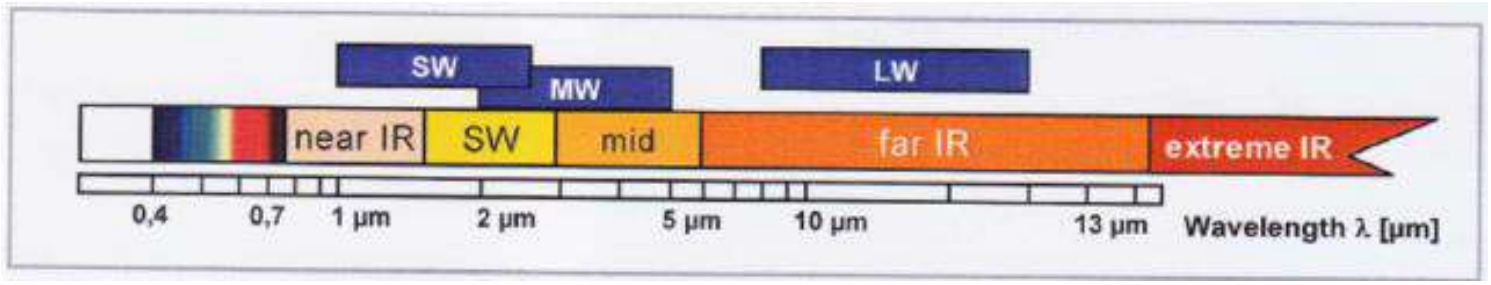
تابش به انتقال انرژی گرمایی بر اثر تابش پرتوهای الکترومغناطیسی تابش می‌گویند. همه موادی که دمایی بالاتر از صفر مطلق قراردارند، پرتوهای الکترومغناطیسی پخش می‌کنند.

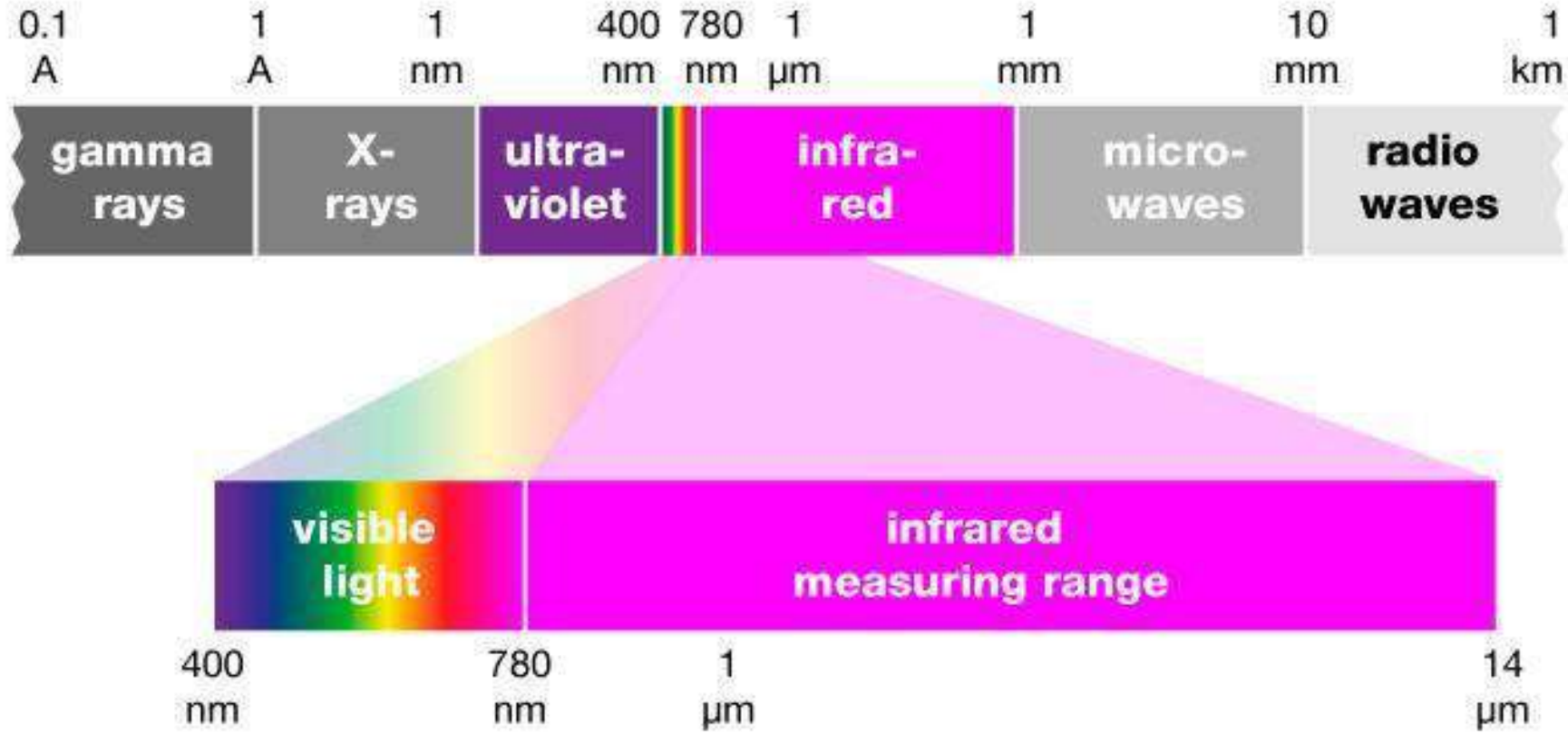
طیف امواج الکترومغناطیس



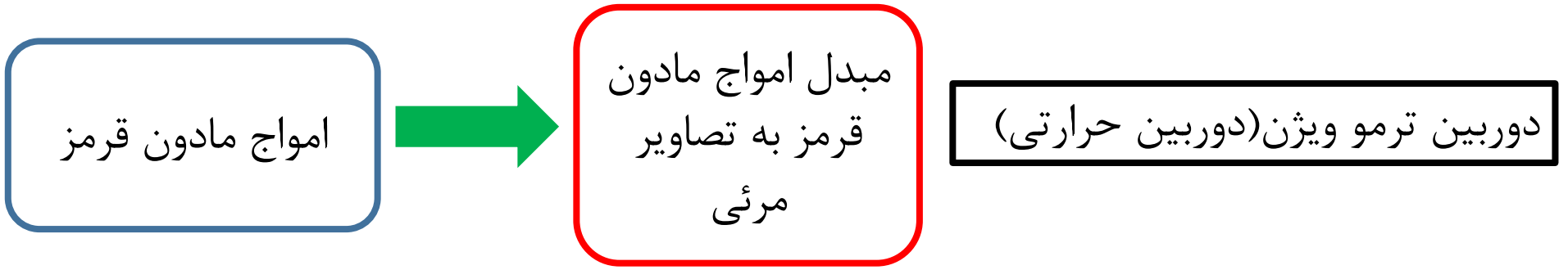



0.4 µm
0.7 µm
بنفش
قرمز
Visible light
Gamma rays
X-rays
Ultra-violet
Infrared
Microwaves
Radar
TV, radio
0.001 0.01 0.1 1 10 0.1 10 100 0.1 1 10 1 10 100
نانومتر
میکرومتر
سانتیمتر
متر
امواج کوتاه
امواج بلند


SW
MW
LW
near IR
SW
mid
far IR
extreme IR
0,4
0,7
1 µm
2 µm
5 µm
10 µm
13 µm
Wavelength λ [µm]


0.1 A
1 A
1 nm
400 nm
780 nm
1 µm
1 mm
10 mm
1 km
gamma rays
X-rays
ultra-violet
infra-red
micro-waves
radio waves
visible light
infrared measuring range
400 nm
780 nm
1 µm
14 µm

امواج یا تابش‌های مادون قرمز (فروسرخ)یا به اختصار IR، ماهیتی الکترومغناطیسی داشته که بین دو ناحیه امواج رادیویی فرکانس بالا (مایکروویو) و ناحیه مرئی قرار گرفته‌اند. با توجه به طیف الکترومغناطیسی، بدیهی است که طول موج امواج مادون قرمز (IR)از ناحیه مرئی بیشتر است و در نتیجه ساختار چشم انسان قادر به تشخیص یا دیدن این امواج نیست.



SATIR

BTM
Behrooz Tools Measuring

Features
- Newly Designed Platform
- High Speed Processing allows for Quick High Quality image output
- IR/Digital/Duo Vision Plus
- Laser Ranging
- Adaptable LCD Display
- Motorised Lens
- Easy to use interface
- 5 MP High Definition Camera
- Thermal Video Recording
- Long Battery Life

MarMonix
Promote your assessment

MTV 320 pro

BTM
Behrooz Tools Measuring

testo

testo 883 - thermal imager

testo

testo 890 - Thermal imager

BTM
Behrooz Tools Measuring

FLIR

FLIR ONE Gen 3

FLIR

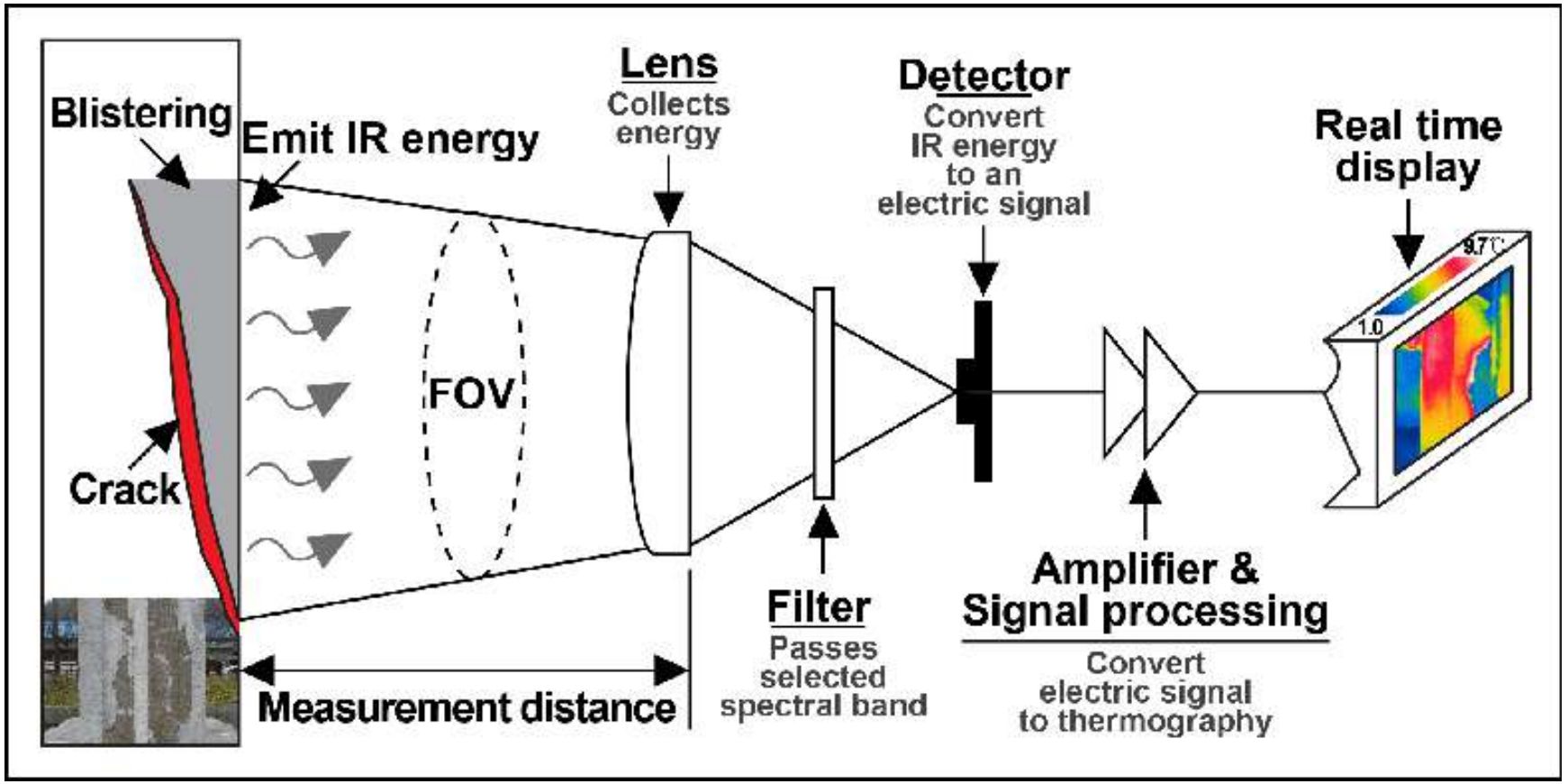
FLIR E5xt

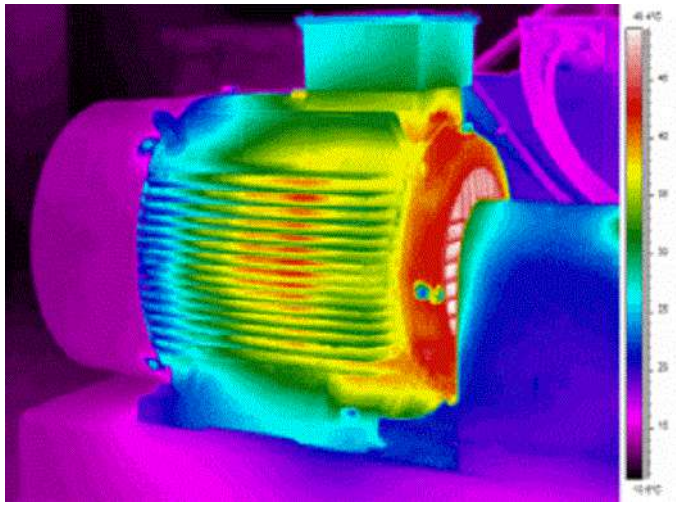
BTM
Behrooz Tools Measuring

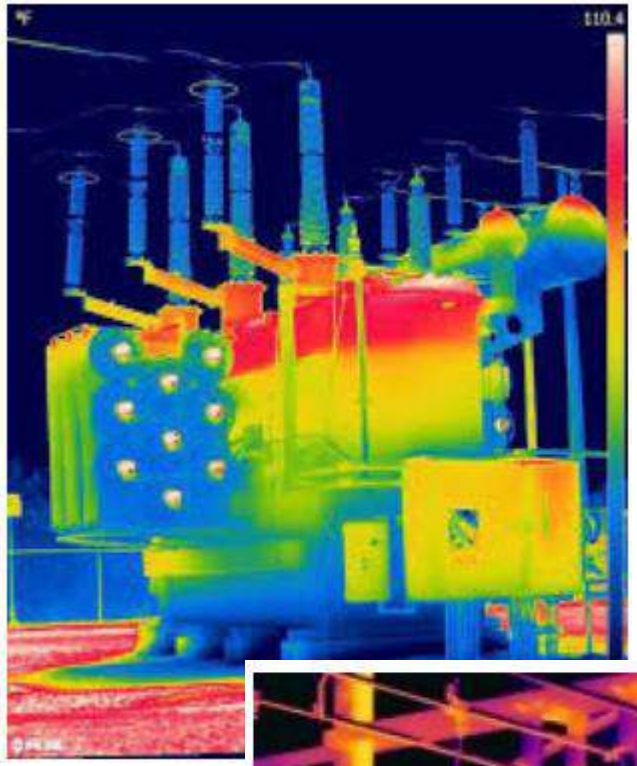
FLUKE

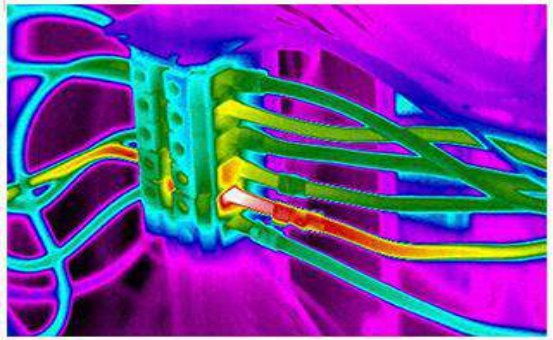
Fluke Ti450 Infrared Camera

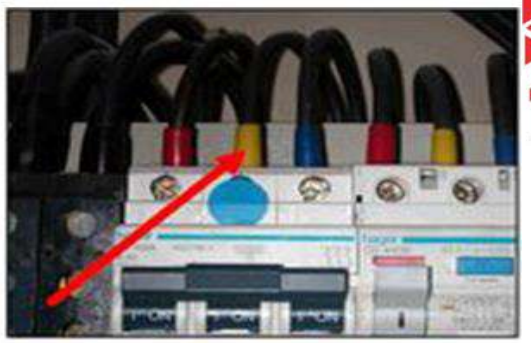
اصول کار دوربین ترموویژن

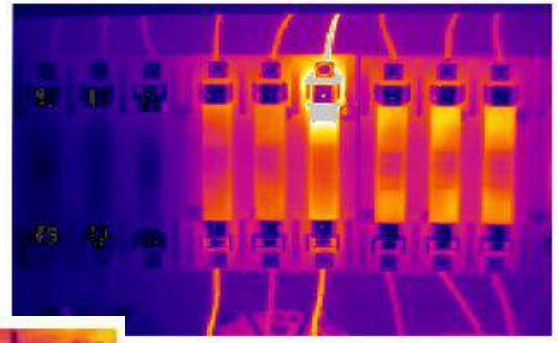


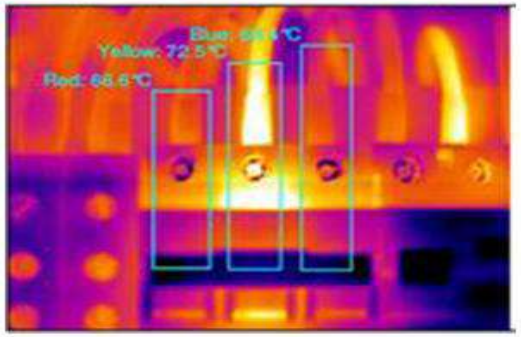


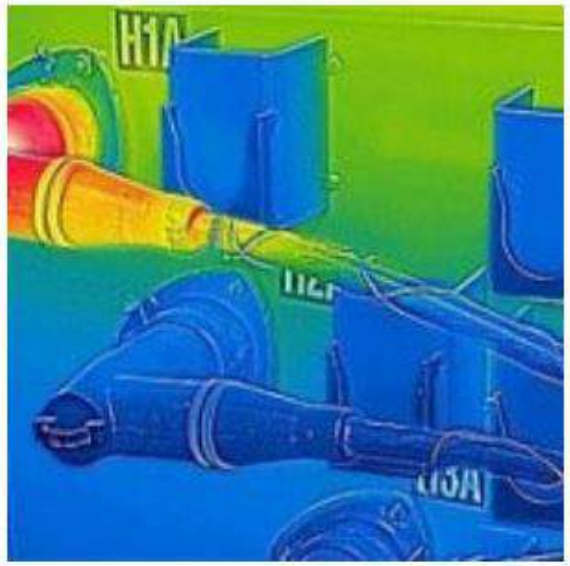


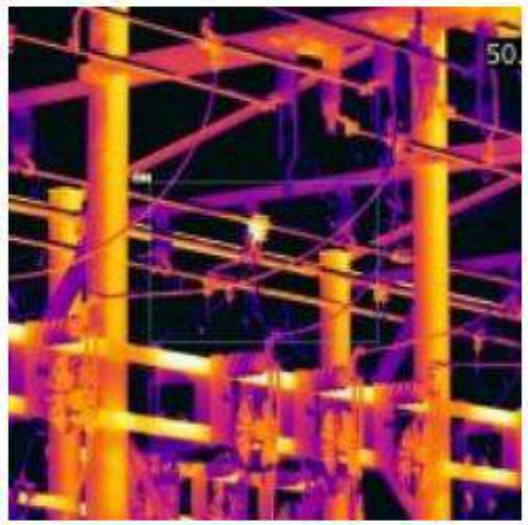


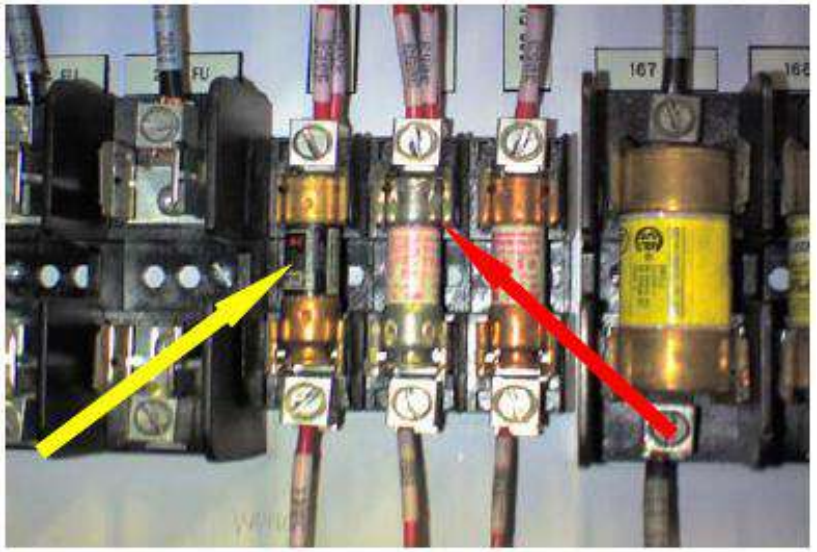


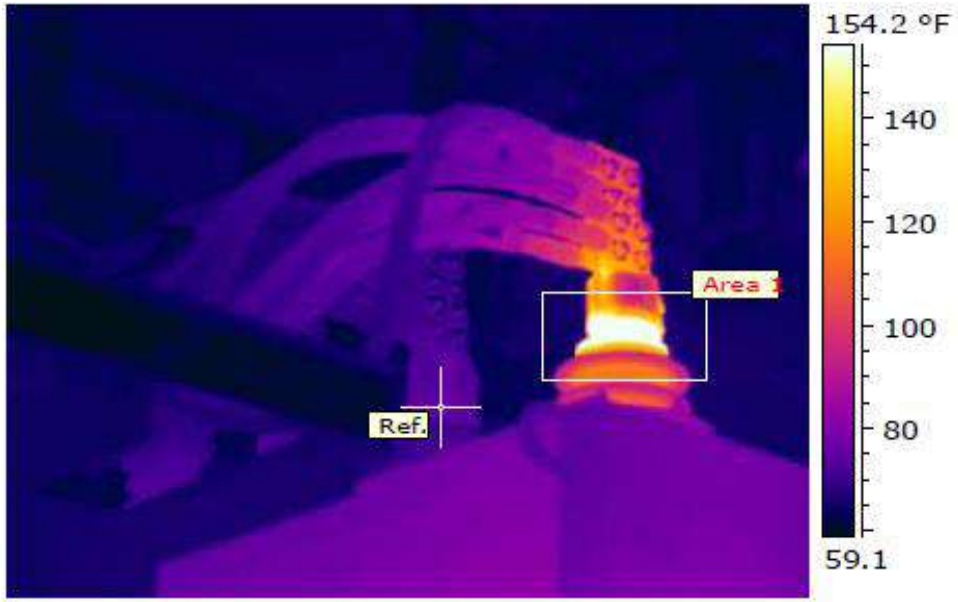


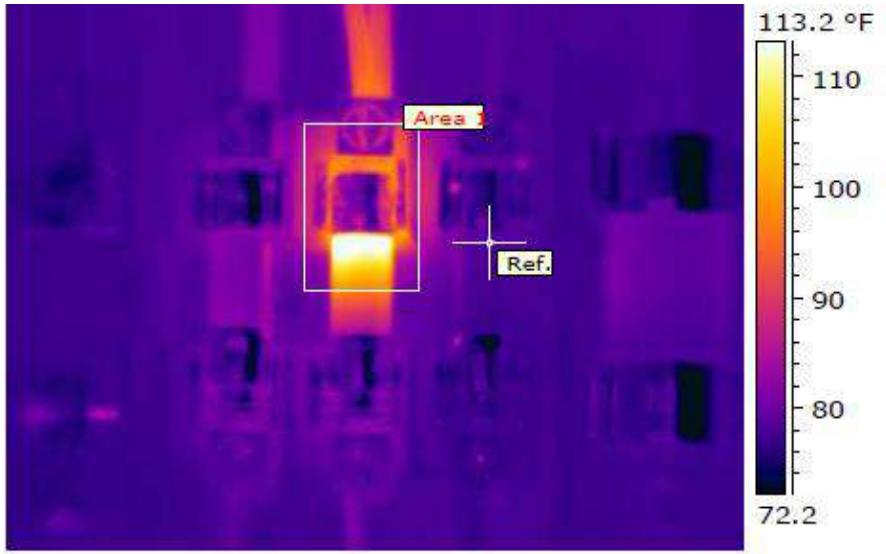

Yellow: 72.5°C

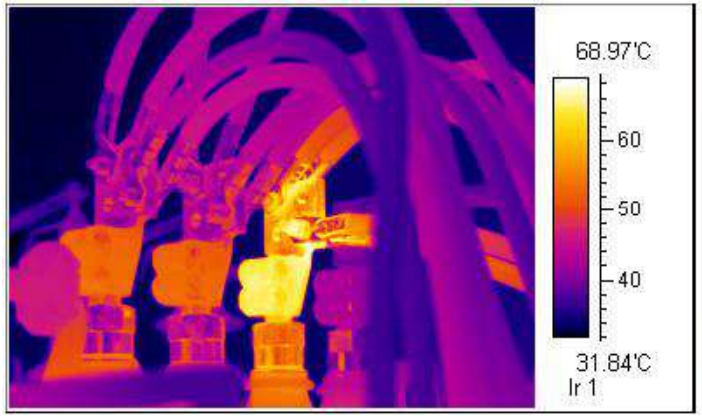

H1A

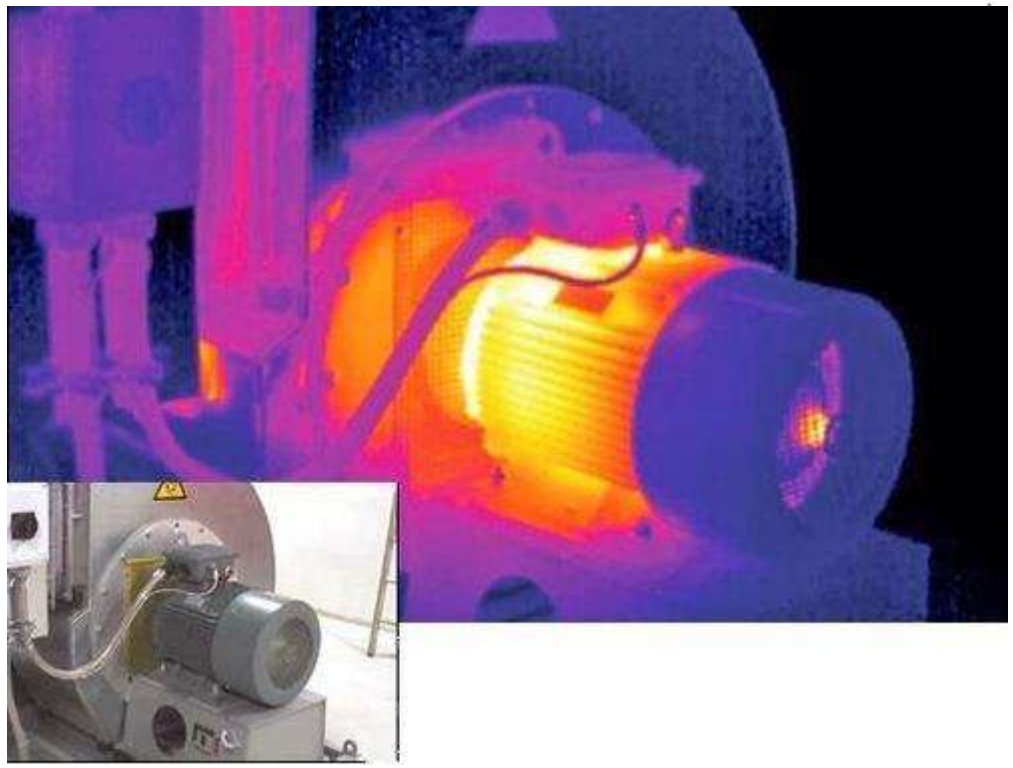


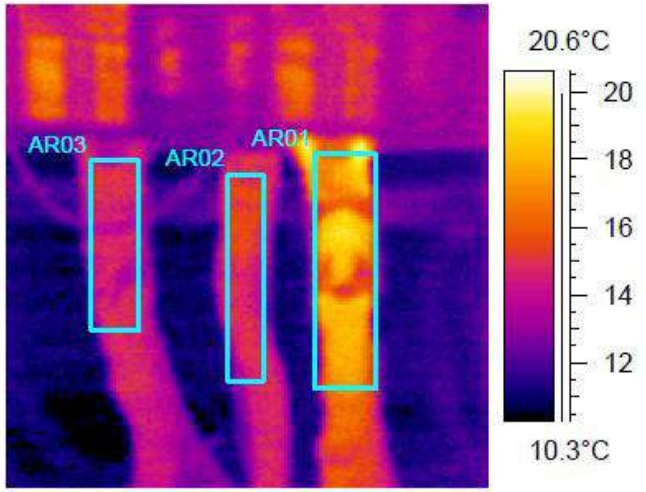



154.2 °F
140
120
100
80
59.1
Area 1
Ref.


113.2 °F
110
100
90
80
72.2
Area 1
Ref.


68.97°C
60
50
40
31.84°C
Ir 1




AR03
AR02
AR01

20.6°C
20
18
16
14
12
10.3°C

چرا ترموگرافی اینقدر مفید است؟

- اندازه گیری آن غیر تماسی است و کاربر می تواند با فاصله آن را اندازه گیری کند.(تجهیزات الکتریکی که خطر تماس دارند)

- قابلیت دسترسی (اندازه گیری از قطعات متحرک یا دوار امکان پذیر می شود).

- ترموگرافی روی هدف هیچ تأثیری ندارد(تنها تشعشعات صادره از آن را می بینیم.)

به طور کلی امروزه می‌توان کاربردهای ترموگرافی (گرمانگاری یا تصویر برداری حرارتی) را در موضوعات زیر دسته‌بندی کرد:

پایش وضعیت سیستم های الکتریکی

-بارهای نامتعادل

-مشکلات هارمونیک احتمالی

-سیستم بارگزاری شده بیش از حد وعبور جریان بیشتر

-اتصالات سست وخورده شده که باعث افزایش مقاومت در مدارمی شود

-خرابی عایق سیم پیچ در موتورهای الکتریکی

-عدم اتصال صحیح به شبکه

-مشکلات کیفیت توان

پایش وضعیت سیستم های الکترومکانیکی

(بازرسی موتورها، پمپ‌ها، توربین‌ها، مبدل‌های حرارتی، جعبه‌دنده‌ها و تجهیزات چرخش کم‌سرعت)

-کاهش جریان هوای گردشی

-مشکلات هم محوری وهم راستایی(الایمنت)

-مشکلات بلبرینگ،بیرینگ ویاتاقان ها

-مشکلات روانکاری

پایش وضعیت عملیات فرآیندی

کاربردهایی مانند فرآوری نفت و شیمیایی، تولید سیمان، پلاستیک یا فولاد که شامل دماهای شدید و شرایط بالقوه خطرناک است .برای بازرسی سازه‌های نسوز، مخازن، سیستم‌های بخار، کوره‌ها

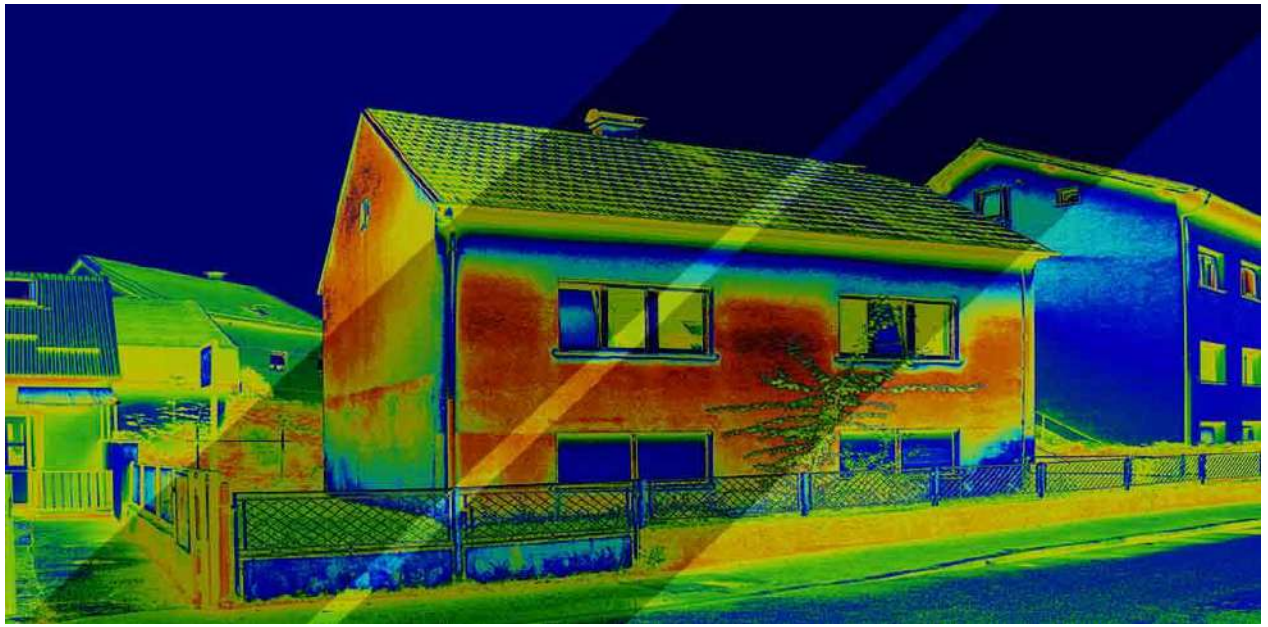
-عایق نسوز آسیب دیده

-فرسودگی ونشتی لوله ها

-شیرآلات و تله بخار معیوب

-جریان گرما غیرعادی

-سطوح جامدات، مایعات یا گازها در مخازن مانند مخازن ذخیره سازی و سیلوها



پایش وضعیت ساختمان ها

-عدم نصب صحیح یا ازبین رفتن عایق حرارتی

-نشتی هوا در کانال های هوا سازها

-نشتی بخار در لوله ها

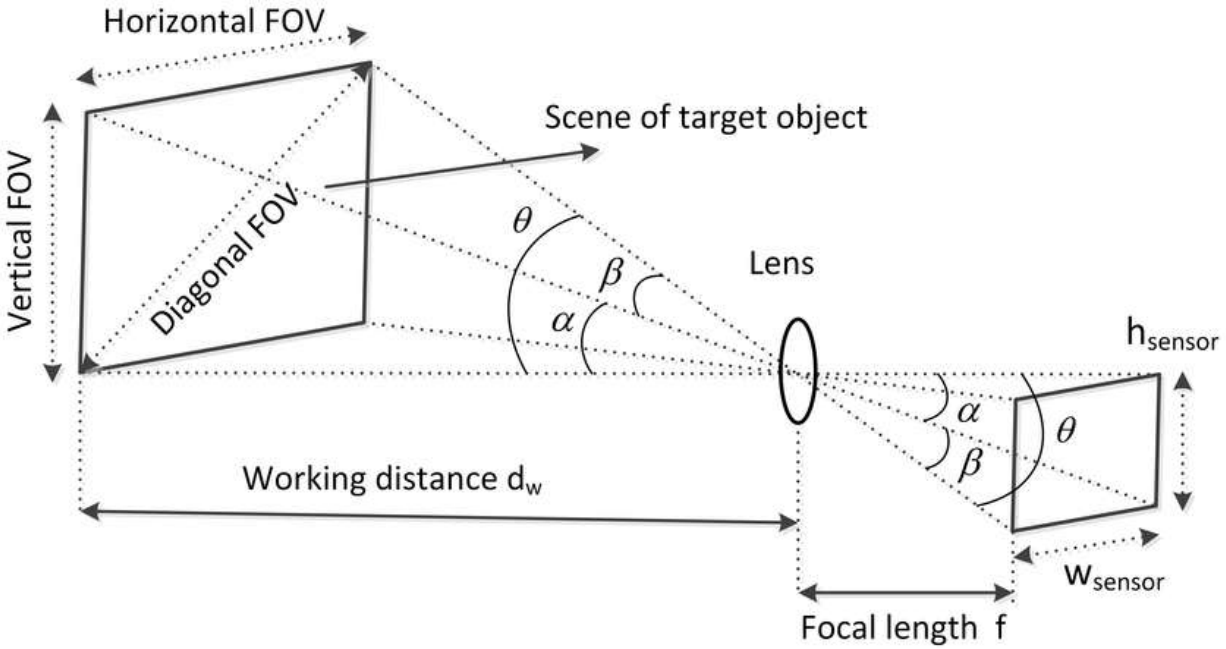
-نفوذ رطوبت وآب در دیوارها، سقف ها و.....

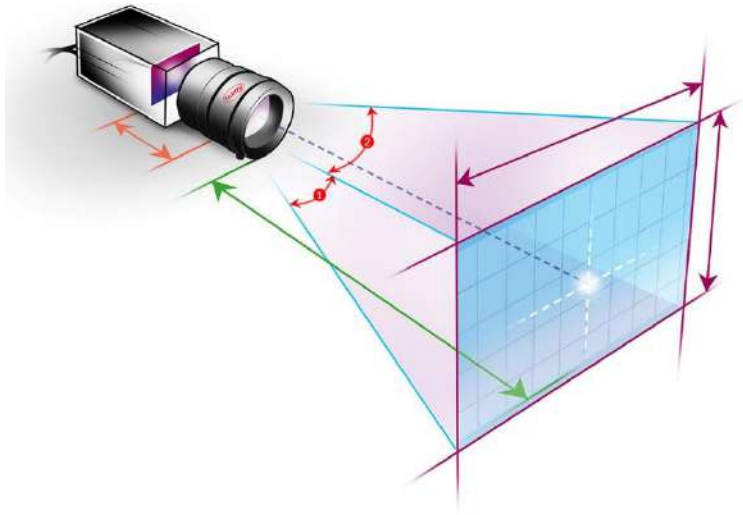
پارامترهای مهم در یک دوربین حرارتی

میدان دید Field of View

میدان دید Field of Viewیکی از اصلی ترین ویژگی های دوربین های ترموویژن است که که اشاره به وسعت و گستره دید دوربین در تصویر برداری دارد.

.





Field angle/shortest focus length	26º 34º/0.15m

Field of view	Horizontal 34.4,vertical 25.8

Field of view/min. focusing distance	31° x 23° / < 0.5 m

Field of view/min. focus distance (Lens version)	42° x 32° / 0.1 m (Standard) 25° x 19° / 0.2 m (25° Lens) 15° x 11° / 0.5 m (Telephoto) 6.6° x 5° / 2 m (Super-telephoto)

Field of view (FOV)	45° × 34° (21 mm lens), 28° × 21° (36 mm lens), 12° × 9° (83 mm lens), 7° × 5.3° (142 mm lens)

FIELD OF VIEW

TiX1000

32.4 ° x 24.7° (1.0/30 mm)

TiX660 and TiX640

30.9 ° x 23.1° (1.0/30 mm)

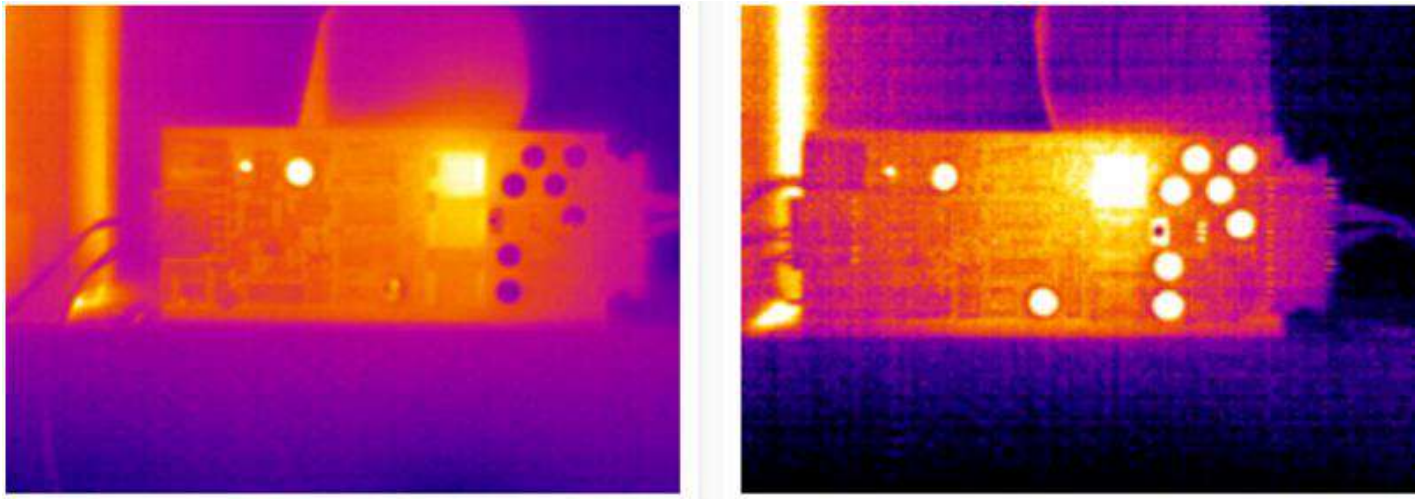
TiX620

32.7° x 24.0° (1.0/20 mm)

(NETD) Noise Equivalent Temperature Difference):

این پارامتر نشان دهنده حساسیت دمایی سیستم است و به نوعی بصورت حداقل اختلاف دمای جسم و پس زمینه می باشد . این پارامتر به مشخصات آشکار ساز ، میزان عبور اپتیک و اتمسفر و نویز سیستم بستگی دارد .

اندازه NETDمعمولاً به میلی کلوین (mK)بیان می شود. گاهی اوقات NETDبه عنوان "کنتراست حرارتی" نیز شناخته می شود. نکته حائز اهمیت این است که هرچه نویز بیشتر باشد، مقدار NETDدوربین نیز بالاتر بوده وکیفیت دوربین پایین تر است.



NETD 60mK

NETD 80mK

Thermal sensitivity/NETD	<25 mK @ 30°C (86°F)	<20 mK @ 30°C (86°F)

Model	FLIR K2	FLIR K45	FLIR K55	FLIR K65
IR Resolution	160 x 120 pixels	240 x 180 pixels	320 x 240 pixels	
Contrast optimization	MSX	Digital image enhancement using FSX		
Sensitivity (NETD)	< 100 mK @ +86°F	< 40 mK @ +86°F	< 30 mK @ +86°F	

Thermal sensitivity (NETD)	70mK@25°C

Thermal sensitivity (NETD)	< 50 mK at +30 °C

Thermal sensitivity (NETD)	100 mK

ثابت گسیلندگی یا ضریب تابش(Emissivity):

به نسبت انرژی ساطع شده توسط یک سطح به انرژی ساطع شده توسط جسم سیاه که در دمایی یکسان قرار گرفته‌اند، «گسیلندگی» (Emissivity)گفته می‌شود که با εنشان داده می‌شود. واضح است که این مقدار همواره بین صفر و یک قرار می‌گیرد. این کمیت به ما نشان می‌دهد که خواص تابشی یک سطح واقعی به چه میزان به جسم سیاه نزدیک است [ضریب گسیلندگی برای جسم سیاه برابر با یک است].

ضریب تابش : (Emissivity Factor)

یکی از نکات مهمی که رعایت آن برای دستیابی به دمای واقعی در ترمومترهای مادون قرمز ، اهمیت زیادی دارد ، تنظیم صحیح پارامتر ضریب تابش سطح مورد اندازه گیری است. این ضریب به کیفیت جسم و پارامترهای سطح بستگی دارد. ممکن است مواد مختلف با ضریب تابش های مختلف در یک محیط کنارهم باشند که بازرسی ترموگرافی باید این مسئله را مدنظر قرار دهد این بدان معنی است که با یک ضریب تابش نمی توان عدد صحیح دمای تمامی تجهیزات را به دست آورد. چنانچه در تصویری که میخواهیم تهیه کنیم ، چند جسم با ضریب صدور متفاوت وجود داشت برای انجام یک تصویر برداری گرمایی موفق ، استفاده از یک پوشش مثل رنگ کدریا نوار چسبهای کدر برای کلیه این اجسام می تواند راه حلی عملی باشد .درغیر این صورت چون معمولاًدر این تجهیزات امکان تنظیم ضریب تابش وجود دارد ،می توان برای دستیابی به توزیع دمایی واقعی تر ، ضریب تابش سطح هدف را به تجهیز معرفی نمود.

Material (material temperature)	Emissivity
Aluminium, bright rolled (170 °C)	0.04
Cotton (20 °C)	0.77
Concrete (25 °C)	0.93
Ice, smooth (0 °C)	0.97
Iron, emery-ground (20 °C)	0.24
Iron with casting skin (100 °C)	0.80
Iron with rolling skin (20 °C)	0.77
Gypsum (20 °C)	0.90
Glass (90 °C)	0.94
Rubber, hard (23 °C)	0.94
Rubber, soft grey (23 °C)	0.89
Wood (70 °C)	0.94
Cork (20 °C)	0.70

Material (material temperature)	Emissivity
Steel, oxidised (200 °C)	0.79
Clay, burnt (70 °C)	0.91
Transformer paint (70 °C)	0.94
Brick, mortar, plaster (20 °C)	0.93
Radiator, black anodised (50 °C)	0.98
Copper, slightly tarnished (20 °C)	0.04
Copper, oxidised (130 °C)	0.76
Plastics: PE, PP, PVC (20 °C)	0.94
Brass, oxidised (200 °C)	0.61
Paper (20 °C)	0.97
Porcelain (20 °C)	0.92
Black paint, matt (80 °C)	0.97
Steel, heat-treated surface (200 °C)	0.52

Emissivity/reflected temperature adjustment	0.01 to 1 / manual

• انواع فوکوس در دوربین های حرارتی

۱-فوکوس ثابت Fixed focus

۲-فوکوس دستی Manual focus

۳- فوکوس خودکار Auto focus

۴- فوکوس خودکار به کمک فاصله سنج لیزری Laser assisted auto focus

۵-فوکوس باچند فاصله کانونی Multifocal image capture

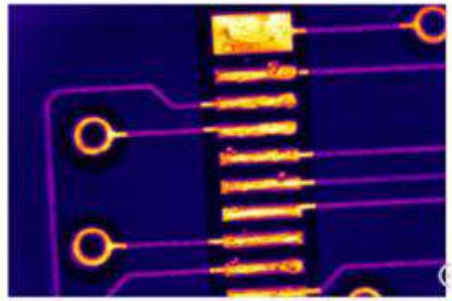
انواع لنز در دوربین های حرارتی

لنز استاندارد

Standard Lens

لنز ماکرو

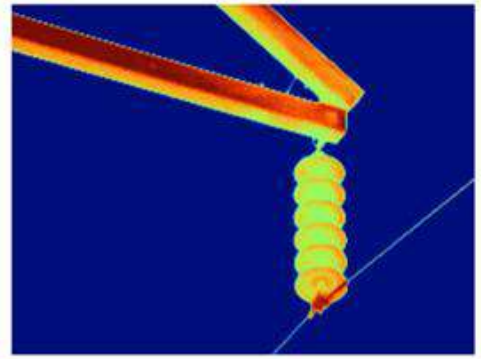
Macro Smart Lens



لنز وایید

Wide Angle Smart Lens

2x Telephoto Smart Lens



تحلیل نتایج ترموگرافی

با فرض دقت‌های لازم در انتخاب دوربین مناسب، لنز، دمای پس زمینه، زاویه دید، ضریب تابش و...، برای بدست آوردن نتایج درست و قابل ارجاع،جهت تحلیل نتایج و تصاویر ترموگرافی از دو روش مقایسه دمای نسبی نقاط مشابه و بررسی دمای مطلق تجهیز و اختلاف آن با دمای مورد انتظار استفاده می گردد.

روش مقایسه نسبی دما معیار(ΔT)

در روش مقایسه نسبی اختلاف دمای یک نقطه با نقطه مرجع که می تواند دمای محیط، نقطه مشابه آن که در شرایط یکسان و یا ماکزیمم دمای مجاز آن نقطه باشد، سنجیده می شود. در جداول زیر معیارهای (ΔT) تفاضل دما برای ارزیابی شدت دمای یک ایراد استفاده می گردد.معیارهای (ΔT) با افزایش دمای ایراد بالای دمای تعریف شده، مرجع گزارش می‌باشند.تجهیزات مشابه تحت همان شرایط یا حداکثر دمای مجاز برای ارزیابی ومشخص کردن شدت ایرادات استفاده می گردد.

شرایط کاری	دوره تناوب انجام تصویربرداری حرارتی(ترموویژن)
بحرانی	هرسه ماه
ضروری و مهم	هرشش ماه
غیرضروری	هریکسال
پیگیری و بررسی مشکلات و تعمیرات قبلی	هرسه ماه

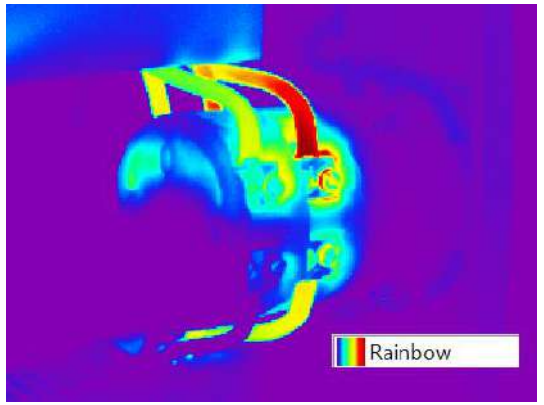
اختلاف درجه حرارت اندازه گیری شده	شرایط تجهیز ازنظر وخامت عیب	چگونگی تعمیر تجهیز
با محیط : ۱ تا ۱۰ درجه سانتیگراد با جزء مشابه : ۱ تا ۳ درجه سانتیگراد	احتمال وجود عیب	تجهیز می باید تحت کنترل باشد
با محیط : ۱۱ تا ۲۰ درجه سانتیگراد با جزء مشابه : ٤ تا ۱۵ درجه سانتیگراد	وجود عیب	در نوبت بعدی تعمیرات، سرویس گردد
با محیط : ۲۱ تا ٤۰ درجه سانتیگراد با جزء مشابه : بیشتر از ۱۵ درجه سانتیگراد	عیب توسعه یافته	در اولین فرصت سرویس گردد
با محیط : بیشتراز ٤۰ درجه سانتیگراد با جزء مشابه : بیشتر از۱۵ درجه سانتیگراد	عیب حاد	بدون فوت وقت سرویس گردد

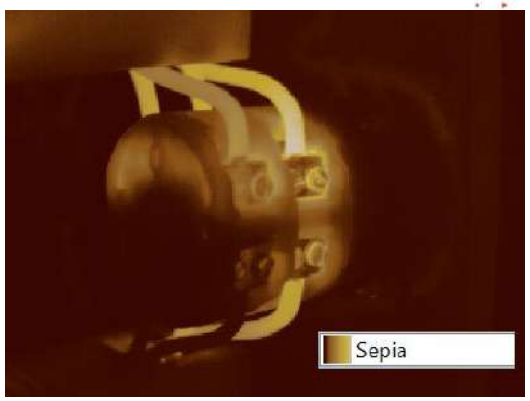
استاندارد NETA درخصوص درجه بندی وضعیت عیوب براساس تصویربرداری ترموویژن

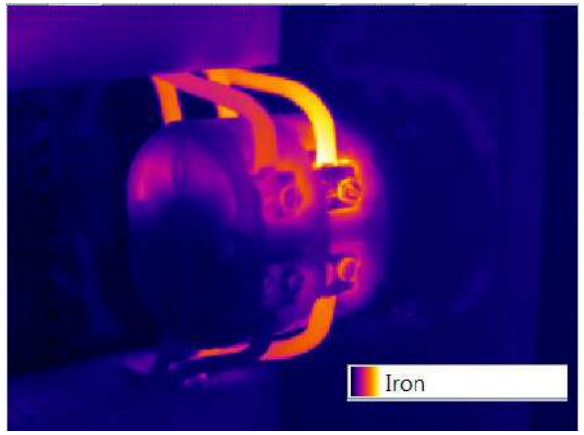
روش نرم افزاری

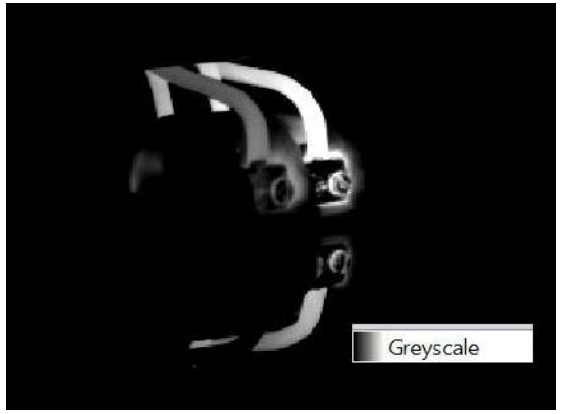
Palettes

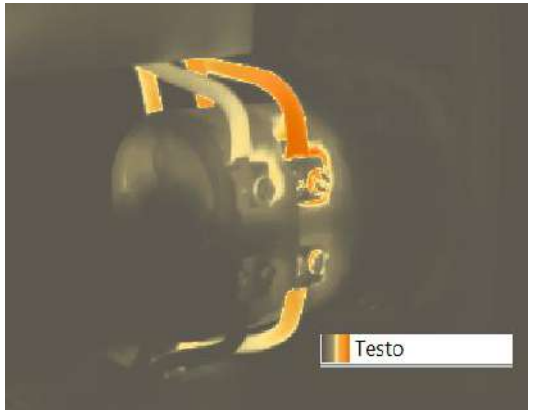
- Iron
- Rainbow
- Greyscale
- Greyscale (inverted)
- Sepia
- Blue/Red
- Hot/Cold
- Testo
- Humidity Image
- Ironbow HT
- Rainbow HC











۷ نکته مهم در انتخاب و خرید دوربین حرارتی

۱-محدوده رنج دمایی مورد اندازه گیری

Temperature Range

Temperature Resolution(NEDT)

۲-سرعت عکس برداری

Exposure Time

Frame Rate (frames/second)

Total Record Time

۳-اندازه جسم وفاصله تا جسم مورد پایش حرارتی

Instantaneous Field of View (IFoV)

Field of View (FoV)

۴-نوع آشکار ساز دوربین حرارتی(طول موجهای آشکارسازی شد)

3µm-15µm

۵-نرم افزار مورد نیاز تحلیل وآنالیز، تهیه گزارش نویسی تصویر برداری حرارتی

Software tools Report Generation

۶-تجهیزات ولوازم اضافی مورد نیاز علاوه بر دوربین حرارتی

CameraLink to fiberoptic -Ethernet, Firewire-remote-enclosure

۷-گزینه های:پشتیبانی وگارانتی – آموزش وتعمیر ونگه داری

• نکات کاربردی ودستورالعمل های کار با دوربین ترمو گرافی

- انتخاب صحیح ضریب تابشیE مناسب
- استفاده از مانیتور خلوت ونمایش اهداف مورد نظر
- ذخیره وفریز تصویر حرارتی وسپس تحلیل آن
- بعد از روشن نمودن دوربین حرارتی تاخیر در تصویر برداری جهت هم دما شدن دوربین با محیط
- در محیط باز در زمانی که وزش باد وجود دارد از دوربین حرارتی استفاده نکنید.(وجود خطا)
- مستقیماً مقابل هدف نایستید، تا از انعکاس خودتان جلوگیری شود .
- لکه های داغ اگر با جابجایی شما حرکت کردند آنها انعکاس می باشد

• نکات کاربردی ودستورالعمل های کار با دوربین ترمو گرافی

- در تست سیستم های الکتریکی ومکانیکی (مانند الکتروموتورها)حداقل با ۴۰٪ بار کار نمایند.
- از پشت شیشه به هیچ عنوان به سمت هدف تصویر برداری نکنید.
- عدم تصویر برداری حرارتی ازاجسامی که در مقابل تابش نور خورشید هستند.
- مراقب اشیاء براق باشید
- جهت اندازه گیری دمای فلزات براق از لکه های رنگی ایجاد شده در روی جسم یا نوارهای برچسب استفاده کنید.
- در یک پایگاه داده حرارتی تمامی علایم هشدارسازی را فعال کنید(دما)