



TECHNICAL LAB REPORT

Rapid Rise Fire Tests of Protection Materials for Structural Steel

TESTED ACTIVE FIRE PROTECTION MATERIAL:

NAX-FP-H

SPONSORED BY & TESTED FOR:

NANO AXON CO.

REFERENCE No.: LS-139800149-1-REV. 0

DATE OF ISSUE: JAN. 28, 2020

TESTED AND PREPARED BY:

Amirkabir Paint & Polymer Research Institute-METRA

Units 1205, Alvand Tower, Ebrahimi St., Marzadaran Blvd., Tehran, 1463738891 - IRAN, Telefax: + (98 21) 8837 6010-19, Fax: + (98 21) 8856 2721

www.metragroup.org

Email: info@metragroup.org

حق نشر این گزارش در اختیار موسسه تحقیقاتی رنگ امیرکبیر - مترا می باشد. چاپ و یا تکثیر این گزارش به طور کامل یا جزئی بدون تایید این موسسه امکان پذیر نمی باشد. این موسسه موظف است فقط به مشتری که این گزارش برای آن تهیه شده است پاسخ دهد و هیچ تعهدی نسبت به پاسخ گویی به دیگر افراد و/یا اشخاص به جزء مشتری خود ندارد.

این گزارش باید به طور کامل خوانده شود. این گزارش شامل تمامی توصیفات و پیش فرض ها بوده و نیاز به تحلیل دیگری ندارد. این گزارش حاوی جزئیات فنی است که برای تجزیه و تحلیل فقط توسط افرادی که دارای تخصص لازم در این موضوع هستند، در نظر گرفته شده است. رجوع به بخشی از این گزارش که ممکن است منجر به سوء تفسیر شود مجاز نخواهد بود. این نتایج فقط مربوط به آیتم(های) می باشد که توسط مشتری به عنوان نمونه به این موسسه تحویل داده شده است مگر آنکه در این گزارش مشخص شده باشد. تغییرات، انحرافات و/یا مغایرت های این آزمون با روش مشخص شده در استاندارد مرجع در حین انجام آزمون، در صورت وجود، در این گزارش ذکر شده است.

**RAPID RISE FIRE TESTS OF
PROTECTION MATERIALS FOR
STRUCTURAL STEEL
BASED ON GENERAL CONSIDERATIONS
DERIVED FROM UL 1709-2011**

کد پروژه: LS-139800149-1; Rev. 0

تاریخ آزمون: ۲۴ دی ۱۳۹۸

تاریخ صدور گزارش:

۰۸ بهمن ۱۳۹۸

نام و/یا نام تجاری نمونه:

NAX-FP-H

نام مشتری:

شرکت دانش بنیان صنایع نانو عایق آکسون



تصویب کننده:



علی بزرگی

مدیر عامل

مترا

تائید کننده:



نیما ثمری - اردلان بزرگی

کارشناسان آزمون آتش

مترا

خلاصه کار

این گزارش توصیف رفتار «مواد مقاوم در برابر آتش از نوع فعال» در مقابل «آتش با نرخ افزایش دمای سریع» در سازه‌های فولادی می‌باشد. مدت زمان انجام آزمون ۱۵۵ دقیقه می‌باشد. نمونه به درخواست مشتری به صورت صفحه (Plate) با ابعاد $300 \times 1000 \times 70$ میلی‌متر و تمیزی سطح $Sa2\frac{1}{2}$ و با سیستم پوششی به ضخامت متوسط ۸ میلی‌متر (که شامل ماده پوششی NAX-FP-H و مش ۱.۵ میلی‌متری تقویت‌کننده) است، در تاریخ ۲۴ دی ۱۳۹۸ در سایت آزمون آتش آزمایشگاه مترا مورد آزمون قرار گرفته است.

نمونه در معرض آتش داخل کوره‌ای با سایز Full Scale و میانگین دمایی $1093 \pm 56^\circ\text{C}$ ($2000 \pm 100^\circ\text{F}$) که از زمان شروع تست کمتر از ۵ دقیقه به دمای $1093 \pm 56^\circ\text{C}$ می‌رسد، قرار گرفت و به مدت ۲ ساعت و ۳۶ دقیقه در معرض حرارت آزمون بود. ترموکوپل شماره ۵ از ابتدای شروع آزمون دچار صدمه شده بود و عکس‌العملی نسبت به تغییرات دمایی نشان نداد. بیشترین دمای ثبت‌شده (645°C) توسط ترموکوپل شماره ۶ بعد از ۲ ساعت و ۳۴ دقیقه و ۳۰ ثانیه از شروع آزمون ثبت شده است.

صفحه

فهرست مطالب

1.	مقدمه.	1
2.	دامنه کار	1
3.	اصطلاحات و تعاریف	1
4.	مراحل آماده سازی نمونه قبل از شروع تست	2
4.1.	ساخت	2
4.2.	نمونه برداری و اعمال ماده RFP	2
4.3.	تجهیزات و مراحل نصب	2
4.4.	بازرسی ماده RFP	2
5.	تجهیزات آزمون	3
6.	انجام آزمون	3
7.	نتیجه آزمون	3
7.1.	شرایط محیطی	3
7.2.	وضعیت ظاهری و رفتار نمونه آزمون	3
7.2.1.	قبل از آزمون	3
7.2.2.	در حال انجام آزمون	4
7.2.3.	بعد از آزمون	4
7.3.	نتایج دماهای سنسورهای آزمون	4
7.4.	ضریب تصحیح	5
8.	اظهار نظر / نتیجه گیری	5
9.	مراجع	5
پیوست الف		6
پیوست ب		12

صفحه	جدول شکل ها
۷	شکل ۱. آماده سازی نمونه در کوره (قبل از آزمون)
۷	شکل ۲. آماده سازی نمونه در کوره (قبل از آزمون)
۸	شکل ۳. نمای نمونه پس از انجام آزمون
۸	شکل ۴. نمای نمونه پس از انجام آزمون
۹	شکل ۵. محل های نصب سنسورهای دما بر روی نمونه آزمون
۹	شکل ۶. محل های نصب سنسورهای دما بر روی نمونه آزمون
۱۰	شکل ۷. نمودار دما بر حسب زمان (سنسورهای واقع در سطح مقطع A-A)
۱۰	شکل ۸. نمودار دما بر حسب زمان (سنسورهای واقع در سطح مقطع B-B)
۱۱	شکل ۹. نمودار دما بر حسب زمان (در سطح مقطع A-A، B-B، C-C و D-D)
۱۱	شکل ۱۰. متوسط دمای داخل کوره

۱. مقدمه

این گزارش توصیف رفتار «مواد مقاوم در برابر آتش از نوع فعال» در مقابل «آتش با نرخ افزایش دمای سریع» در سازه‌های فولادی می‌باشد. مدت زمان انجام آزمون ۱۵۶ دقیقه می‌باشد. نمونه به درخواست مشتری به صورت صفحه (Plate) با ابعاد $300 \times 1000 \times 70$ میلی‌متر و تمیزی سطح $Sa2\frac{1}{2}$ و با سیستم پوششی به ضخامت متوسط ۸ میلی‌متر شامل پوشش NAX-FP-H و مش (ضخامت مش ۱.۵ میلی‌متر که در داخل سیستم پوششی است)، مورد آزمون قرار گرفت. این آزمون به درخواست مشتری با روش برگرفته از استاندارد UL1709-2011 در تاریخ ۲۴ دی ۱۳۹۸ در سایت آزمون آتش موسسه تحقیقاتی رنگ امیرکبیر (مترا) انجام شد.

۲. دامنه کار

- موارد زیر در این آزمون انجام شده است:
- آزمون «آتش با نرخ افزایش دمای سریع»؛
- اندازه‌گیری دمای سطح صفحه (Plate)؛
- بررسی نمونه آزمایش قبل، طی و بعد از آزمون.

۳. اصطلاحات و تعاریف

دمای بحرانی

حداکثر دمایی که تجهیزات و یا سازه‌های محافظت شده، مجاز به رسیدن به آن می‌باشند.

مقاوم در برابر آتش

توانایی مقاومت برای مدت زمان اعلام شده (رسیدن به درجه حرارت بحرانی) با در نظر گرفتن ثبات و یا یکپارچگی مورد نیاز و یا عایق حرارتی و یا دیگر خصوصیات مورد انتظار مشخص شده در آزمون استاندارد مقاومت آتش.

حفاظت فعال در برابر آتش (RFP)

اجرای پوشش که در صورت آتش‌سوزی، با ایجاد تغییر در حالت فیزیکی خود، میزان انتقال گرما به جسم یا منطقه محافظت شده را محدود می‌کند.

ماده محافظ فعال در برابر آتش

پوشش که در صورت آتش‌سوزی، با ایجاد تغییر در حالت فیزیکی خود، میزان انتقال گرما به جسم یا منطقه محافظت شده را محدود می‌کند.

۴. مراحل آماده سازی نمونه قبل از شروع تست

۴.۱. ساخت

نمونه صفحه (Plate) ساخته شده توسط مشتری بعد از پوشش دهی با پوشش RFP به سایت آزمایشگاه آتش مترا منتقل شد. قابل ذکر است، در این آزمون، نمونه ستونی شکل (که استاندارد الزام کرده است) به درخواست مشتری با نمونه ای به صورت صفحه (Plate) با ابعاد $300 \times 1000 \times 70$ میلی متر جایگزین شد.

۴.۲. نمونه سازی و اعمال ماده RFP

پوشش بر روی سطوح تمیز شده به روش سند بلاست و با توجه به دستورالعمل، اعمال شده است. نصب مش و اعمال پوشش توسط مشتری انجام شده است. نمونه به درخواست مشتری به صورت صفحه (Plate) با ابعاد $300 \times 1000 \times 70$ میلی متر و تمیزی سطح $Sa2\frac{1}{2}$ و با سیستم پوششی به ضخامت متوسط ۸ میلی متر (که شامل ماده پوششی NAX-FP-H و مش ۱.۵ میلی متری تقویت کننده) است، در تاریخ ۲۴ دی ۱۳۹۸ در سایت آزمون آتش آزمایشگاه مترا مورد آزمون قرار گرفته است.

۴.۳. تجهیزات و مراحل نصب

۸ عدد ترموکوپل با غلاف فلزی برای ثبت دمای سطحی ستون، قبل از اعمال پوشش RFP بر روی نمونه نصب شد. ترموکوپل ها از نوع K (کرومل - آلومل) بوده و برای استفاده مداوم در دمای $1100^{\circ}C$ مناسب می باشد.

۴.۴. بازرسی ماده RFP

پوشش اعمال شده یکپارچه می باشد و هیچ گونه تغییر شکل، افتادن، ترک یا سوراخ در سطوح RFP وجود ندارد.

۵. تجهیزات آزمون

تست با روش برگرفته از استاندارد UL 1709:2011 انجام شد. عملکرد سیستم RFP در کوره آزمون آتش سوزی سریع در سایت آزمون آتش مترا مورد بررسی قرار گرفت. کوره انجام آزمون برای آزمایش های آتش سوزی سریع مواد حفاظتی برای سازه های فولادی ساخته شده است و مطابق با UL 1709-2011 است. محیط درون کوره طوری طراحی شده است که مجموع شار حرارتی تولیدی آن $65000 \pm 5000 \text{ BTU/h} \cdot \text{ft}^2$ یا 164 ± 16 کیلووات بر متر مربع) و متوسط دمای 2000 ± 100 درجه فارنهایت (1093 ± 56 درجه سلسیوس) در عرض ۵ دقیقه از آغاز آزمون ایجاد می شود. این دما در طول باقی مانده آزمایش آتش باید حفظ شود، همانطور که در شکل ۱۰ نشان داده شده است.

۶. انجام آزمون

آزمون مقاومت به حریق با افزایش دمای سریع، مطابق با استاندارد UL 1709-2011 و با جزییات زیر انجام شد: نمونه آماده شده در کوره عمودی مقیاس بزرگ آزمایشگاه قرار گرفت (شکل ۱ و شکل ۲ را ببینید). آزمون در ساعت ۱۷:۱۵، در تاریخ ۲۴ دی ماه سال ۱۳۹۸ آغاز شد. درجه حرارت و رطوبت محیط در شروع آزمون به ترتیب ۱۲ درجه سلسیوس و ۱۲/۶ درصد (رطوبت نسبی) بود. خروجی تمامی سنسورهای دمایی مستقر بر روی نمونه و سنسورهای کنترل دمای کوره، به وسیله یک PLC از نوع زیمنس تحت کنترل و نظارت قرار گرفت. رایانه کنترل کننده در SCADA طوری برنامه ریزی شده بود تا دستورات را برای سیستم های جمع آوری داده ها ارسال کند تا خروجی داده ها نمونه برداری شود. داده ها با فواصل زمانی ۵ ثانیه ای ذخیره شدند. در ادامه اطلاعات به نمودارهای گرافیکی تبدیل شدند. بر اساس الزامات استاندارد مرجع، دمای متوسط سنسورها در هر سطح مقطع نباید بیش از ۱۰۰۰ درجه فارنهایت (۵۳۸ درجه سلسیوس) باشد و هیچ ترموکوپلی نباید دمای بیشتر از ۱۲۰۰ درجه فارنهایت (۶۴۹ درجه سلسیوس) را نشان دهد.

۷. نتیجه آزمون

۷.۱. شرایط محیطی

میانگین دمای محیط، در زمان انجام آزمون ۱۲ درجه سلسیوس و میانگین رطوبت ۱۲.۶ درصد بود.

۷.۲. وضعیت ظاهری و رفتار نمونه آزمون

۷.۲.۱. قبل از آزمون

سطوح بالایی و پایینی نمونه به وسیله پوشش مورد آزمون و سپس پتوهای عایق نسوز به طور کامل پوشیده شد. (شکل

۲ را ببینید)

۷.۲.۲. در حال انجام آزمون

شرایط نامتعارف در حین آزمون مشاهده گردید که در زیر به آنها اشاره شده است:
۱. TC5 از ابتدای شروع آزمون دچار صدمه شده بود و عکس‌العملی نشان نمی‌داد.

۷.۲.۳. بعد از آزمون

بلافاصله پس از خاموش شدن کوره، هیچ اثری از شعله و سوختن و دود مشاهده نگردید.

۷.۳. نتایج دماهای سنسورهای آزمون

جدول پیوست ب، نتایج دماهای ثبت شده برای سنسورهای یک تا ۸ را در بازه‌های زمانی ۳۰ ثانیه در مدت انجام آزمون نشان می‌دهد.

بیشترین دمای ثبت شده ۶۴۸ درجه سلسیوس و در محل نصب ترموکوپل ۶ بر روی نمونه مشاهده شد. (شکل ۷ و شکل ۸ را ببینید)

میانگین دماهای ۸ عدد ترموکوپل در هر سطح مقطع به صورت جداگانه در زیر آمده است:

- سطح مقطع A-A: میانگین دمای ۴ عدد ترموکوپل مربوط به این سطح مقطع، در انتهای آزمون ۵۸۴ درجه سلسیوس بود.
- سطح مقطع B-B: میانگین دمای ۴ عدد ترموکوپل مربوط به این سطح مقطع، در انتهای آزمون ۶۱۳ درجه سلسیوس بود.

۷.۴. ضریب تصحیح

مطابق با استاندارد UL 1709 محاسبات لازم برای بدست آوردن ضریب تصحیح در بازه زمانی مطلوب انجام شد. سپس این ضریب تصحیح با توجه به زمان بدست آمده از نتیجه کوره آزمون، به نتیجه نهایی اضافه گردید.

ITEM	DESCRIPTION	TEST VALUE
C	ضریب تصحیح	-2.01 minutes (-121.13 seconds)
I	مدت زمان انجام آزمون مقاومت در برابر آتش	154.5 minutes
A	مقدار سطح زیر منحنی نمودار میانگین دمای کوره، برای سه چهارم مدت زمان انجام آزمون مقاومت در برابر آتش از ابتدای نمودار	124059 (°C.min)
As	مقدار سطح زیر منحنی نمودار استاندارد دما، برای سه چهارم مدت زمان انجام آزمون مقاومت در برابر آتش از ابتدای نمودار	126508 (°C.min)
	زمان مقاومت نمونه در برابر آتش =>	152.49 minutes (≈152 minutes)

۸. اظهار نظر / نتیجه گیری نهایی

پوشش مورد آزمون، ۲ ساعت و ۳۲ دقیقه (جمعا ۱۵۲ دقیقه) در برابر حریق با افزایش دمای تسریع یافته مقاومت کرده است.

۹. مراجع

- UL 1709:2011 Standard for Safety Rapid Rise Fire Tests of Protection Materials for Structural Steel.

پیوست الف

تصاویر و نمودارها



شکل ۱. آماده‌سازی نمونه در کوره (قبل از آزمون)



شکل ۲. آماده‌سازی نمونه در کوره (قبل از آزمون)



شکل ۳. نمای نمونه پس از انجام آزمون



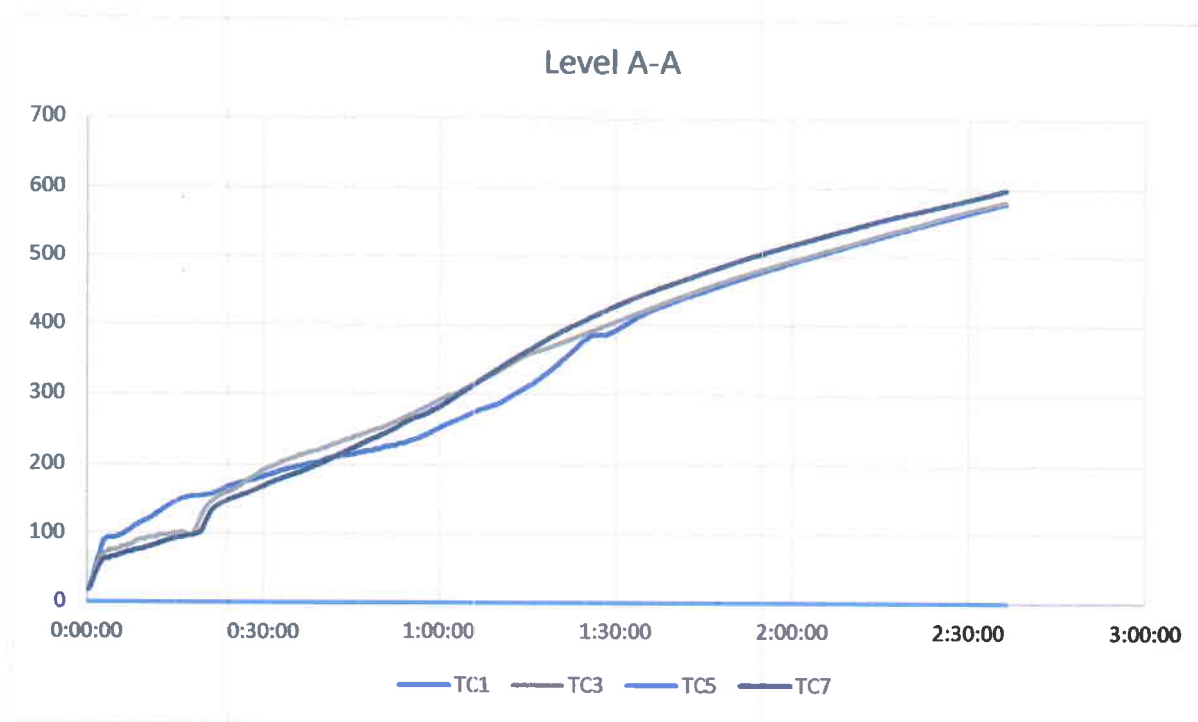
شکل ۴. نمای نمونه پس از انجام آزمون



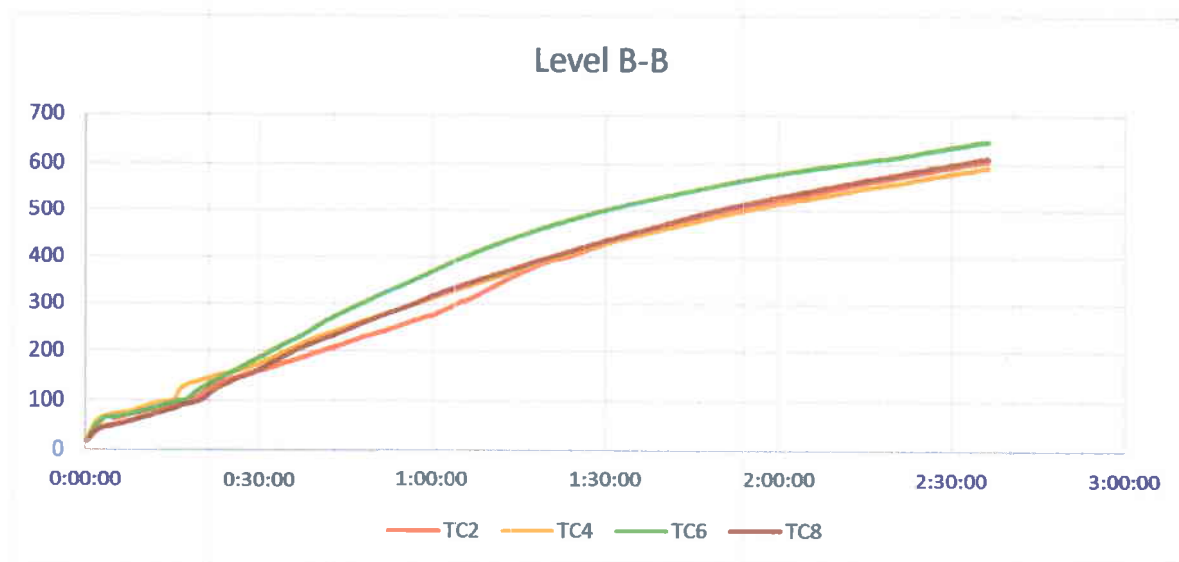
شکل ۵. محل‌های نصب سنسورهای دما بر روی نمونه آزمون



شکل ۶. محل‌های نصب سنسورهای دما بر روی نمونه آزمون

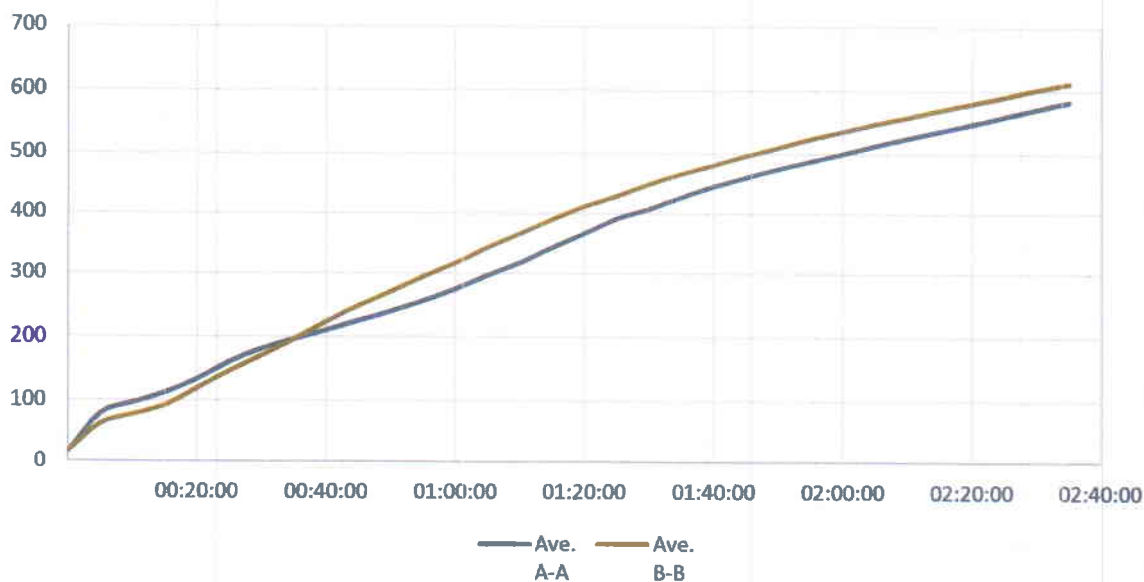


شکل ۷. نمودار دما بر حسب زمان (سنسورهای واقع در سطح مقطع A-A)

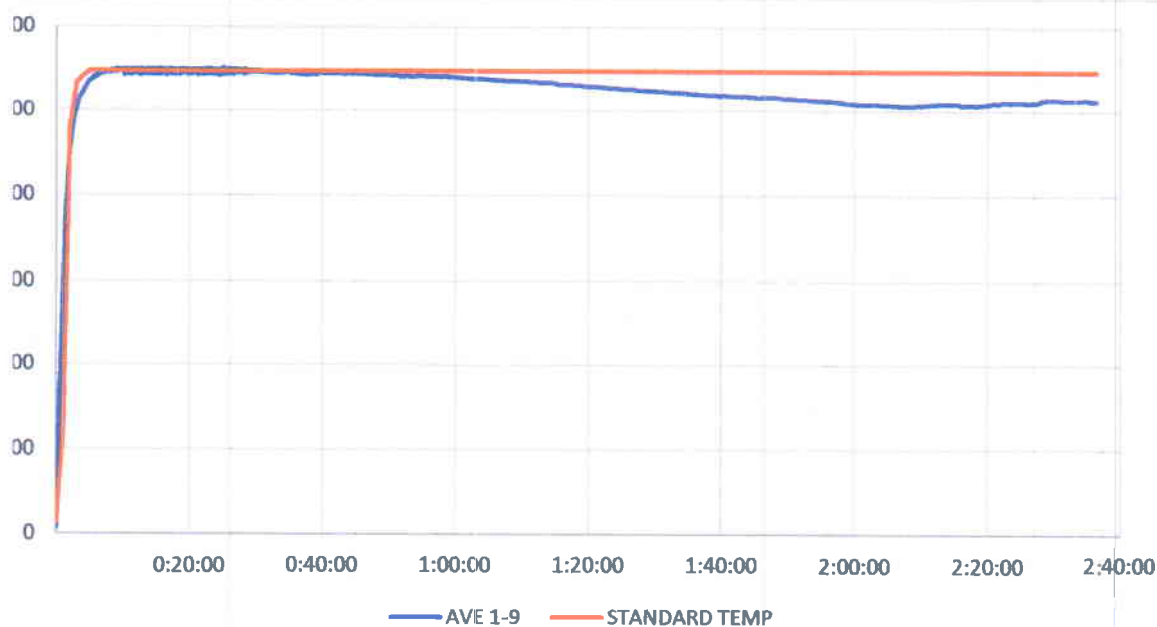


شکل ۸. نمودار دما بر حسب زمان (سنسورهای واقع در سطح مقطع B-B)

Ave. A-A VS B-B



شکل ۹. نمودار دما بر حسب زمان (در سطح مقطع A-A، B-B و C-C و D-D)



شکل ۱۰. متوسط دمای داخل کوره

پیوست ب

نتایج دماهای سنسورهای آزمون بر حسب درجه سلسیوس

Time	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8	Ave. A-A	Ave. B-B
0:00:00	17	17	17	19	0	17	18	17	17	18
0:00:30	24	24	26	28	0	22	22	20	24	24
0:01:00	39	34	39	39	0	34	33	28	37	34
0:01:30	56	41	50	51	0	45	44	36	50	43
0:02:00	70	48	62	59	0	53	53	40	62	50
0:02:30	83	56	68	63	0	59	60	43	70	55
0:03:00	91	63	71	66	0	64	64	45	75	60
0:03:30	94	67	74	69	0	66	63	47	77	62
0:04:00	94	69	75	70	0	66	65	47	78	63
0:04:30	94	68	76	71	0	67	66	49	79	64
0:05:00	95	63	77	72	0	67	67	50	80	63
0:05:30	97	64	79	73	0	68	69	52	82	64
0:06:00	99	66	81	74	0	69	70	53	83	66
0:06:30	102	68	81	75	0	70	72	54	85	67
0:07:00	104	70	83	77	0	71	73	56	87	69
0:07:30	107	72	84	77	0	73	73	58	88	70
0:08:00	110	73	87	78	0	74	75	59	91	71
0:08:30	113	74	90	80	0	75	76	61	93	73
0:09:00	115	75	91	82	0	77	77	63	94	74
0:09:30	117	77	91	84	0	79	78	64	95	76
0:10:00	119	78	93	87	0	80	79	66	97	78
0:10:30	121	79	94	88	0	82	81	68	99	79
0:11:00	123	81	94	90	0	83	82	69	100	81
0:11:30	127	82	94	93	0	85	84	72	102	83
0:12:00	129	84	96	95	0	87	85	74	103	85
0:12:30	132	85	99	95	0	88	87	75	106	86
0:13:00	135	87	98	96	0	90	88	77	107	88
0:13:30	138	88	98	96	0	91	89	79	108	89
0:14:00	141	89	99	97	0	93	91	80	110	90
0:14:30	144	91	100	97	0	94	92	82	112	91
0:15:00	146	92	101	99	0	96	93	84	113	93
0:15:30	148	94	100	104	0	98	94	86	114	96

Time	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8	Ave. A-A	Ave. B-B
0:16:00	150	95	102	117	0	99	95	88	116	100
0:16:30	151	96	101	125	0	99	96	91	116	103
0:17:00	152	97	98	129	0	100	97	93	116	105
0:17:30	153	97	98	132	0	102	97	94	116	106
0:18:00	154	99	102	134	0	108	98	95	118	109
0:18:30	154	102	108	136	0	113	99	96	120	112
0:19:00	154	105	118	138	0	117	101	98	124	115
0:19:30	155	108	128	139	0	121	106	99	130	117
0:20:00	155	112	135	141	0	125	114	102	135	120
0:20:30	156	116	141	142	0	129	123	106	140	123
0:21:00	157	121	146	144	0	132	131	111	145	127
0:21:30	159	126	149	146	0	135	136	115	148	131
0:22:00	160	130	152	148	0	138	140	120	151	134
0:22:30	162	133	155	149	0	141	142	123	153	137
0:23:00	165	136	157	151	0	145	144	126	155	140
0:23:30	167	138	159	152	0	148	146	129	157	142
0:24:00	169	140	160	153	0	151	148	132	159	144
0:24:30	170	141	162	154	0	154	150	135	161	146
0:25:00	171	143	164	156	0	156	152	138	162	148
0:25:30	173	144	168	157	0	159	153	141	165	150
0:26:00	174	146	170	159	0	162	155	144	166	153
0:26:30	175	147	174	160	0	165	157	147	169	155
0:27:00	176	149	177	162	0	168	158	148	170	157
0:27:30	177	151	180	164	0	171	160	150	172	159
0:28:00	178	153	182	165	0	174	162	152	174	161
0:28:30	179	154	184	168	0	178	163	154	175	164
0:29:00	181	156	186	170	0	181	165	156	177	166
0:29:30	182	158	190	172	0	183	167	159	180	168
0:30:00	183	160	193	174	0	186	169	162	182	171
0:30:30	185	161	195	176	0	189	171	165	184	173
0:31:00	186	163	197	179	0	192	173	168	185	176
0:31:30	187	164	198	182	0	195	175	171	187	178

Time	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8	Ave. A-A	Ave. B-B
0:32:00	188	167	200	183	0	199	177	175	188	181
0:32:30	190	168	202	187	0	202	179	178	190	184
0:33:00	192	169	204	189	0	205	180	180	192	186
0:33:30	193	172	206	192	0	208	182	184	194	189
0:34:00	194	174	207	195	0	212	183	187	195	192
0:34:30	195	176	209	198	0	215	185	190	196	195
0:35:00	196	177	210	201	0	218	186	193	197	197
0:35:30	197	179	212	203	0	221	187	196	199	200
0:36:00	198	181	213	206	0	223	189	200	200	203
0:36:30	199	183	215	209	0	227	191	202	202	205
0:37:00	200	185	216	212	0	230	192	205	203	208
0:37:30	201	187	217	215	0	233	194	208	204	211
0:38:00	202	188	219	218	0	237	196	210	206	213
0:38:30	203	190	219	220	0	240	198	213	207	216
0:39:00	204	193	220	223	0	244	199	215	208	219
0:39:30	205	195	222	226	0	248	201	217	209	222
0:40:00	206	197	223	228	0	252	203	219	211	224
0:40:30	209	199	224	231	0	256	205	222	213	227
0:41:00	210	200	226	233	0	260	207	225	214	230
0:41:30	211	202	228	234	0	263	209	227	216	232
0:42:00	212	204	229	237	0	267	211	229	217	234
0:42:30	212	206	231	239	0	269	213	231	219	236
0:43:00	213	208	232	241	0	272	215	233	220	239
0:43:30	213	209	234	243	0	275	217	236	221	241
0:44:00	214	212	236	245	0	279	219	238	223	244
0:44:30	214	214	236	247	0	282	221	241	224	246
0:45:00	215	216	238	250	0	285	223	244	225	249
0:45:30	216	218	240	252	0	288	225	246	227	251
0:46:00	217	221	241	254	0	291	227	249	228	254
0:46:30	218	223	242	256	0	293	229	252	230	256
0:47:00	219	225	244	259	0	296	231	254	231	259
0:47:30	220	227	246	260	0	299	233	257	233	261

Time	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8	Ave. A-A	Ave. B-B
0:48:00	220	229	248	263	0	302	235	259	234	263
0:48:30	221	231	249	265	0	305	237	261	236	266
0:49:00	222	233	251	267	0	308	239	264	237	268
0:49:30	222	234	252	269	0	311	240	266	238	270
0:50:00	224	236	253	270	0	314	242	269	240	272
0:50:30	225	238	254	273	0	317	244	271	241	275
0:51:00	226	239	256	274	0	319	246	273	243	276
0:51:30	227	241	258	276	0	322	248	276	244	279
0:52:00	227	243	260	278	0	325	250	278	246	281
0:52:30	228	245	262	281	0	327	253	280	248	283
0:53:00	230	247	264	282	0	330	255	282	250	285
0:53:30	230	249	266	285	0	332	258	284	251	288
0:54:00	231	252	267	287	0	335	260	286	253	290
0:54:30	233	254	269	289	0	337	262	289	255	292
0:55:00	234	256	272	291	0	340	264	291	257	295
0:55:30	235	258	274	293	0	343	266	293	258	297
0:56:00	237	260	276	295	0	345	267	295	260	299
0:56:30	239	263	278	297	0	348	269	298	262	302
0:57:00	240	265	280	299	0	351	270	300	263	304
0:57:30	242	267	282	301	0	354	272	303	265	306
0:58:00	244	269	284	303	0	357	274	305	267	309
0:58:30	247	271	286	306	0	360	277	308	270	311
0:59:00	249	272	288	308	0	362	278	311	272	313
0:59:30	251	274	290	310	0	366	281	314	274	316
1:00:00	253	275	292	312	0	369	283	316	276	318
1:00:30	255	278	294	314	0	372	285	318	278	321
1:01:00	257	281	296	316	0	375	288	321	280	323
1:01:30	259	284	298	318	0	378	291	323	283	326
1:02:00	261	286	299	320	0	381	293	325	284	328
1:02:30	263	289	301	322	0	384	296	328	287	331
1:03:00	264	292	303	324	0	387	299	330	289	333
1:03:30	266	295	305	326	0	390	301	332	291	336

Time	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8	Ave. A-A	Ave. B-B
1:04:00	268	298	307	328	0	392	304	334	293	338
1:04:30	270	301	309	330	0	395	307	336	295	341
1:05:00	272	305	311	332	0	398	310	338	298	343
1:05:30	274	305	314	334	0	401	312	340	300	345
1:06:00	276	308	315	336	0	403	315	342	302	347
1:06:30	278	311	318	338	0	405	318	344	305	350
1:07:00	279	313	320	340	0	408	320	346	306	352
1:07:30	281	316	322	342	0	411	323	348	309	354
1:08:00	282	319	324	345	0	413	326	350	311	357
1:08:30	283	323	326	346	0	416	328	352	312	359
1:09:00	285	326	329	349	0	418	331	355	315	362
1:09:30	286	329	331	351	0	420	334	357	317	364
1:10:00	288	332	333	353	0	423	336	359	319	367
1:10:30	290	336	335	354	0	425	339	361	321	369
1:11:00	292	339	338	356	0	428	342	363	324	372
1:11:30	295	342	341	358	0	430	344	364	327	374
1:12:00	297	345	343	361	0	432	347	366	329	376
1:12:30	300	348	345	363	0	435	350	368	332	379
1:13:00	302	352	348	365	0	437	352	370	334	381
1:13:30	305	355	350	367	0	439	355	372	337	383
1:14:00	307	358	352	369	0	441	357	374	339	386
1:14:30	309	361	355	371	0	443	360	376	341	388
1:15:00	312	364	356	373	0	446	362	378	343	390
1:15:30	314	367	358	375	0	448	365	381	346	393
1:16:00	317	370	360	377	0	450	367	383	348	395
1:16:30	320	372	361	379	0	452	370	385	350	397
1:17:00	323	375	362	381	0	454	373	387	353	399
1:17:30	326	378	363	383	0	456	375	389	355	402
1:18:00	328	380	365	384	0	458	377	391	357	403
1:18:30	332	383	366	386	0	460	380	393	359	406
1:19:00	335	386	368	388	0	462	382	394	362	408
1:19:30	338	388	370	390	0	464	385	396	364	410

Time	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8	Ave. A-A	Ave. B-B
1:20:00	342	390	371	392	0	466	387	398	367	412
1:20:30	346	392	373	394	0	468	389	400	369	414
1:21:00	350	394	375	396	0	470	391	402	372	416
1:21:30	353	396	376	398	0	472	393	404	374	418
1:22:00	357	397	378	400	0	473	396	406	377	419
1:22:30	361	398	380	402	0	475	398	408	380	421
1:23:00	365	400	382	404	0	477	400	410	382	423
1:23:30	369	401	383	406	0	479	402	412	385	425
1:24:00	373	403	385	408	0	481	404	413	387	426
1:24:30	377	405	387	410	0	482	406	415	390	428
1:25:00	380	408	388	412	0	484	408	417	392	430
1:25:30	383	410	390	413	0	486	410	419	394	432
1:26:00	385	412	391	415	0	488	412	421	396	434
1:26:30	385	414	393	417	0	489	414	423	397	436
1:27:00	385	416	395	419	0	491	416	425	399	438
1:27:30	386	419	396	421	0	493	418	426	400	440
1:28:00	385	421	398	423	0	494	420	428	401	442
1:28:30	386	423	400	424	0	496	422	430	403	443
1:29:00	388	425	401	426	0	498	424	432	404	445
1:29:30	390	427	403	428	0	499	426	434	406	447
1:30:00	392	429	405	430	0	501	428	436	408	449
1:30:30	395	431	407	431	0	503	430	437	411	451
1:31:00	397	433	408	433	0	504	432	439	412	452
1:31:30	400	435	410	434	0	506	433	441	414	454
1:32:00	403	437	412	436	0	507	435	442	417	456
1:32:30	406	439	413	438	0	509	437	444	419	458
1:33:00	408	441	415	439	0	510	439	446	421	459
1:33:30	411	443	417	441	0	512	440	448	423	461
1:34:00	413	445	418	443	0	514	442	449	424	463
1:34:30	415	446	420	444	0	515	444	451	426	464
1:35:00	417	448	422	446	0	516	446	453	428	466
1:35:30	419	450	423	447	0	518	447	454	430	467

LABORATORY TEST REPORT

Reference No.: LS-139800149-1; Rev. 0



Time	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8	Ave. A-A	Ave. B-B
1:36:00	421	451	425	449	0	519	449	456	432	469
1:36:30	423	453	427	450	0	521	450	458	433	471
1:37:00	425	455	428	452	0	522	452	459	435	472
1:37:30	426	456	430	453	0	524	454	461	437	474
1:38:00	428	458	432	454	0	525	455	463	438	475
1:38:30	430	460	433	456	0	527	457	464	440	477
1:39:00	431	461	435	457	0	528	458	466	441	478
1:39:30	433	463	436	459	0	529	460	468	443	480
1:40:00	435	464	438	460	0	531	462	470	445	481
1:40:30	436	466	440	462	0	532	463	471	446	483
1:41:00	438	468	441	463	0	533	465	473	448	484
1:41:30	439	469	443	465	0	535	466	475	449	486
1:42:00	441	471	444	466	0	536	468	477	451	488
1:42:30	442	473	446	467	0	537	469	478	452	489
1:43:00	443	474	447	469	0	539	471	480	454	491
1:43:30	445	476	449	470	0	540	472	482	455	492
1:44:00	446	477	450	472	0	541	474	483	457	493
1:44:30	448	479	452	473	0	543	475	485	458	495
1:45:00	449	481	453	475	0	544	477	487	460	497
1:45:30	451	482	455	476	0	545	478	488	461	498
1:46:00	452	484	457	478	0	547	480	490	463	500
1:46:30	454	485	458	479	0	548	481	491	464	501
1:47:00	455	487	460	481	0	549	483	493	466	503
1:47:30	457	488	461	482	0	550	484	495	467	504
1:48:00	458	490	463	483	0	552	486	496	469	505
1:48:30	460	491	464	485	0	553	487	498	470	507
1:49:00	461	493	466	486	0	554	489	500	472	508
1:49:30	463	494	467	488	0	556	490	501	473	510
1:50:00	464	496	468	489	0	557	492	503	475	511
1:50:30	466	497	470	491	0	558	493	504	476	513
1:51:00	467	499	471	492	0	560	494	506	477	514
1:51:30	468	500	473	493	0	561	496	507	479	515



Amirkabir Paint Research Institute
موسسه تحقیقاتی رنگ امیرکبیر - مترا
شماره ثبت: ۱۲۹۷۳

Time	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8	Ave. A-A	Ave. B-B
1:52:00	470	502	474	495	0	562	497	509	480	517
1:52:30	471	503	475	496	0	563	499	510	482	518
1:53:00	473	505	477	497	0	565	500	511	483	520
1:53:30	474	506	478	499	0	566	501	513	484	521
1:54:00	476	507	479	500	0	567	502	514	486	522
1:54:30	477	509	481	501	0	568	504	516	487	524
1:55:00	478	510	482	502	0	569	505	517	488	525
1:55:30	480	511	483	504	0	570	506	518	490	526
1:56:00	481	513	484	505	0	571	508	520	491	527
1:56:30	483	514	486	506	0	572	509	521	493	528
1:57:00	484	515	487	507	0	573	510	522	494	529
1:57:30	485	517	488	508	0	574	511	524	495	531
1:58:00	487	518	489	510	0	576	513	525	496	532
1:58:30	488	519	491	511	0	577	514	526	498	533
1:59:00	489	521	492	512	0	578	515	528	499	535
1:59:30	491	522	493	513	0	579	517	529	500	536
2:00:00	492	523	494	515	0	580	518	530	501	537
2:00:30	493	525	496	516	0	581	519	531	503	538
2:01:00	495	526	497	517	0	582	520	533	504	540
2:01:30	496	527	498	518	0	583	521	534	505	541
2:02:00	497	528	499	519	0	584	523	535	506	542
2:02:30	498	530	501	520	0	585	524	536	508	543
2:03:00	500	531	502	521	0	586	525	538	509	544
2:03:30	501	532	503	523	0	587	526	539	510	545
2:04:00	502	534	504	524	0	588	527	540	511	547
2:04:30	504	535	506	525	0	588	529	541	513	547
2:05:00	505	536	507	526	0	589	530	543	514	549
2:05:30	506	538	508	527	0	590	531	544	515	550
2:06:00	507	539	509	528	0	591	532	545	516	551
2:06:30	509	540	510	530	0	592	533	546	517	552
2:07:00	510	541	512	531	0	593	535	547	519	553
2:07:30	511	543	513	532	0	594	536	549	520	555

Time	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8	Ave. A-A	Ave. B-B
2:08:00	512	544	514	533	0	595	537	550	521	556
2:08:30	514	545	516	534	0	595	538	551	523	556
2:09:00	515	546	517	535	0	596	539	552	524	557
2:09:30	516	547	518	536	0	597	540	553	525	558
2:10:00	517	549	519	537	0	598	541	554	526	560
2:10:30	519	550	520	538	0	599	542	556	527	561
2:11:00	520	551	521	540	0	600	544	557	528	562
2:11:30	521	553	523	541	0	600	545	558	530	563
2:12:00	522	554	524	542	0	601	546	559	531	564
2:12:30	523	555	526	543	0	602	547	561	532	565
2:13:00	525	557	527	545	0	603	548	562	533	567
2:13:30	526	558	528	546	0	604	550	563	535	568
2:14:00	527	559	529	547	0	605	551	564	536	569
2:14:30	528	560	531	548	0	606	552	565	537	570
2:15:00	530	562	532	549	0	607	553	567	538	571
2:15:30	531	563	533	550	0	608	554	568	539	572
2:16:00	532	564	535	552	0	609	555	569	541	574
2:16:30	533	565	536	553	0	609	556	570	542	574
2:17:00	534	566	537	553	0	610	558	571	543	575
2:17:30	536	567	538	554	0	611	559	572	544	576
2:18:00	537	568	539	555	0	611	560	573	545	577
2:18:30	538	569	540	556	0	612	561	574	546	578
2:19:00	539	570	541	557	0	613	562	575	547	579
2:19:30	540	571	542	558	0	614	563	576	548	580
2:20:00	541	572	543	559	0	614	564	578	549	581
2:20:30	543	574	544	560	0	615	565	579	551	582
2:21:00	544	574	545	561	0	616	566	580	552	583
2:21:30	545	576	547	562	0	617	567	581	553	584
2:22:00	546	577	548	563	0	618	568	582	554	585
2:22:30	547	578	549	564	0	620	569	583	555	586
2:23:00	548	579	550	566	0	621	570	584	556	588
2:23:30	550	580	552	567	0	622	571	585	558	589

Time	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8	Ave. A-A	Ave. B-B
2:24:00	551	582	553	568	0	623	572	587	559	590
2:24:30	552	583	554	569	0	624	573	588	560	591
2:25:00	553	584	556	570	0	625	574	589	561	592
2:25:30	554	585	557	572	0	626	575	590	562	593
2:26:00	555	586	558	572	0	627	576	591	563	594
2:26:30	557	587	559	574	0	629	577	592	564	596
2:27:00	558	589	561	575	0	630	578	594	566	597
2:27:30	559	590	562	576	0	631	580	594	567	598
2:28:00	560	591	563	577	0	631	580	595	568	599
2:28:30	561	592	564	578	0	632	581	596	569	600
2:29:00	562	593	565	579	0	633	583	597	570	601
2:29:30	563	594	566	580	0	634	584	598	571	602
2:30:00	565	595	568	581	0	635	585	600	573	603
2:30:30	566	596	569	582	0	636	586	601	574	604
2:31:00	567	597	570	583	0	637	587	602	575	605
2:31:30	568	598	571	584	0	639	588	603	576	606
2:32:00	569	599	572	585	0	640	589	604	577	607
2:32:30	570	600	573	586	0	640	590	605	578	608
2:33:00	571	601	574	587	0	641	591	606	579	609
2:33:30	572	602	575	588	0	643	592	607	580	610
2:34:00	573	603	576	589	0	644	594	608	581	611
2:34:30	575	604	578	590	0	645	595	610	583	612
2:35:00	576	605	579	591	0	645	596	611	584	613
2:35:30	577	606	580	592	0	646	597	612	585	614
2:36:00	578	607	581	593	0	647	598	613	586	615

جدول ۱. اطلاعات سنسورهای دمای مستقر بر روی نمونه (TC1 -- TC14) و میانگین طبقه‌های A-A و B-B