



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

## گزارش گواهینامه فنی

شرکت رنگ و رزین الوان

پوشش معدنی پایه سیمانی محافظت کننده در برابر آتش

(AFC 400)

بخش مهندسی آتش

تاریخ اعتبار: اسفند ۱۳۹۸





## نام کارخانه / شرکت: رنگ و رزین الوان

نوع محصول: پوشش معدنی پایه سیمانی محافظت کننده در برابر آتش AFC 400

آدرس دفتر مرکزی: تهران، میدان هفت تیر، خیابان شهید لطفی، شماره ۳

آدرس کارخانه: تهران، کیلومتر ۲۱ جاده مخصوص کرج، نبش خیابان بهار ۴

شماره و تاریخ درخواست: ۱۴۴۲۲ مورخ ۱۳۹۷/۱۱/۸

نام بخش: مهندسی آتش

تاریخ بازدید: ۱۳۹۷/۸/۶

نوبت بازدید: بررسی اولیه

## مقدمه:

برای تعیین جدول ضخامت ماده معدنی پایه سیمانی (AFC 400) محافظت کننده سازه فولادی در برابر آتش تولیدی شرکت رنگ و رزین الوان، ابتدا تعداد ۱۳ ستون کوتاه یک متری مطابق استاندارد BS EN 13381-4:2013، تحت آزمون قرار گرفت که نتایج آنها در گزارش مربوط (ER SSC 97-05) ارائه شده است. نمونه برداری از کارخانه توسط کارشناسان مرکز صورت گرفته، پاشش و اجرای نمونه‌ها توسط عوامل شرکت رنگ و رزین الوان و تحت نظر کارشناسان مرکز در محل بخش مهندسی آتش صورت گرفت. مشخصات نمونه‌ها در گزارش تحقیقاتی مربوط ارائه شده است.

دمای کوره طبق منحنی استاندارد دما-زمان EN 1363-1:2012 کنترل و دمای هر ستون در حین آزمایش توسط ترموکوپل‌های نصب شده در محل‌های از پیش تعیین شده طبق استاندارد، ثبت گردید.

بعد از انجام آزمون مقاومت در برابر آتش ستون‌های کوتاه یک متری، لازم است برای هر ستون کوتاه، زمان رسیدن به دمای طراحی با استفاده از یک ضریب تصحیح، اصلاح شود. زمان‌های اصلاح شده برای ارزیابی و تولید جدول ضخامت به کار می‌رود. ضرایب تصحیح از نتایج آزمون مقاومت در برابر آتش یک تیر فولادی مقیاس کامل تحت بار و یک تیر فولادی کوتاه مشابه بدون بار در دو حالت حداقل و حداکثر ضخامت پوشش محافظ حریق به دست می‌آید. این آزمون‌ها برای پوشش محافظ با ضخامت‌های اسمی ۱۰ و ۵۰ میلی‌متر انجام شد که نتایج آن در گزارش‌های مربوط با شماره‌های (FRR 97-09) و (FRR 97-10) آمده است. جداول طراحی ضخامت ارائه شده در این گزارش حاصل از "گزارش تحقیقاتی تعیین جدول ضخامت برای ماده محافظت کننده در برابر آتش پاششی پایه سیمانی تولیدی رنگ و رزین الوان با نام تجاری AFC 400" با شماره گزارش (RR FRSS 97-05) می‌باشد و فهرست آزمون‌های صورت گرفته بر روی آزمون‌های مقیاس متوسط (یک متری) و بزرگ در جدول ۱ ارائه شده است.



در پیوست الف اطلاعات عمومی محصول و روش اجرا ارائه شده است که پیوست لاینفک این گواهینامه فنی تلقی می‌شود.

### روش ارزیابی:

برای تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده و تعیین جدول ضخامت برای ماده معدنی پاششی پایه سیمانی مورد نظر، روش رگرسیون عددی مطابق استاندارد BS EN 13381-4:2013 اختیار گردید. اطلاعات ورودی برای این روش تحلیل عبارتند از: ضخامت پوشش محافظ، ضریب مقطع اعضای فولادی، دمای طراحی و زمان رسیدن به دمای طراحی. تحلیل رگرسیون عددی چند متغیره با استفاده از فرمول زیر انجام می‌شود:

$$t = a_0 + a_1 d + a_2 \frac{d}{A/V} + a_3 \theta + a_4 d \theta + a_5 d \frac{\theta}{A/V} + a_6 \frac{\theta}{A/V} + a_7 \frac{1}{A/V} \quad (1)$$

که در آن  $t$ ،  $d$ ،  $A/V$  و  $\theta$  به ترتیب زمان رسیدن به دمای طراحی (دقیقه)، ضخامت پوشش محافظ (میلی‌متر)، ضریب مقطع ( $m^{-1}$ ) و دمای فولاد (سلسیوس) است.  $a_0$  تا  $a_7$  نیز ضرائب ثابت فرمول هستند که به کمک اطلاعات آزمایشگاهی از رگرسیون دماها تعیین می‌شوند.

زمان محاسبه شده برای رسیدن به هر دمای طراحی با زمان اندازه‌گیری شده در آزمایش، باید مقایسه و کنترل شود. طبق روش استاندارد، در این محاسبات معیارهای زیر باید برآورده شوند:

الف) در هیچ حالتی نباید زمان پیش‌بینی شده برای رسیدن به یک دمای طراحی بیش از ۱۵٪ بیشتر از زمان اندازه‌گیری شده در آزمایش باشد.

ب) مقدار متوسط درصد اختلافات، محاسبه شده مطابق بند الف)، باید کمتر از صفر باشد.

ج) حداکثر ۳۰٪ از مقادیر درصد اختلاف، محاسبه شده مطابق بند الف)، می‌تواند بزرگتر از صفر باشد.

چنانچه معیارهای پذیرش مذکور در بالا تامین نشد، ثابت‌های رگرسیون در یک ضریب کوچکتر از یک ضرب می‌شود تا معیارها برآورده شوند. با استفاده از ثوابت اصلاح شده رگرسیون، جداول ضخامت پوشش محافظ قابل تولید است.

مطابق استاندارد BS EN 13381-4:2013، می‌توان نتایج بدست آمده از ارزیابی به روش رگرسیون عددی را تا حدی به خارج از محدوده آزمایش شده، تعمیم داد که این مقدار برای ضریب مقطع برابر ۱۰٪- تا ۱۰٪ و برای ضخامت پوشش محافظ، برابر ۵٪- تا ۵٪ می‌باشد و در دامنه کاربرد نتایج باید به آن توجه نمود.



جدول ۱: فهرست آزمون‌های انجام شده

ردیف	آزمون	ستون فولادی	h mm	b mm	s=r <sub>1</sub> mm	t mm	h <sub>p</sub> /A m <sup>-1</sup>	ضخامت پوشش (mm)	شماره گزارش						
۱	ستون یک متری	HEM 400	۳۱۰	۲۹۰	۴۰	۴۰	۵۲/۵	۳۲	ER SSC 97-05						
۲								۲۰							
۳								۱۰							
۴			HEB 300	HEB 300	۳۰۰	۳۰۰	۱۱	۱۹		۱۱۹/۳	۱۰				
۵											۳۶				
۶											۵۰				
۷					HEA 220	HEA 220	۲۱۰	۲۲۰		۷	۱۱	۲۰۰	۱۰		
۸													۲۴		
۹													۳۶		
۱۰							IPE 300	IPE 300		۲۷۰	۱۳۵	۶/۶	۱۰/۲	۲۳۲/۴	۲۴
۱۱															۲۶
۱۲															۵۰
۱۳										IPE 240	IPE 240	۲۴۰	۱۲۰	۶/۲	۹/۸
۱۴	۴۰														
۱۵	۵۰														
۱۶	مقیاس کامل	IPE 400							۴۰۰			۱۸۰	۸/۶	۱۳/۵	۱۷۷/۸
۱۷			FRR 97-10												
۱۸	تیر مرجع	IPE 400	۴۰۰	۱۸۰					۸/۶			۱۳/۵	۱۷۷/۸	FRR 97-09	
۱۹														FRR 97-10	



شکل ۲: عملیات پاشش



شکل ۱: آماده سازی نمونه‌ها



شکل ۳: تیر تحت بار مقیاس کامل ضخامت حداقل



شکل ۴: تیر تحت بار مقیاس کامل ضخامت حداکثر

### چگالی پوشش محافظت کننده در برابر آتش

مطابق استاندارد BS EN 13381-4:2013 نمونه برداری از پوشش ضد حریق انجام و چگالی مواد پاششی اندازه گیری شد.

میانگین نتایج مربوط به چگالی عبارتند از:

چگالی ملات پاششی خشک شده در آون: ۵۸۰ کیلوگرم بر متر مکعب

### حداقل میزان چسبندگی پوشش محافظت کننده در برابر آتش

طبق مقررات مرجع (IBC 2012)، حداقل میزان چسبندگی پوشش‌های محافظت کننده در برابر آتش پاششی باید الزامات جدول

۲ را بر آورده نماید.

جدول ۲: حداقل میزان چسبندگی

حداقل میزان چسبندگی (kPa)	ارتفاع ساختمان
۲۰/۶	کمتر از ۱۲۸ متر
۴۷/۹	بیش از ۱۲۸ متر

حداقل میزان چسبندگی پوشش محافظت کننده در برابر آتش AFC 400 مطابق استاندارد ASTM E736:

بیش از ۱۲۰ kPa



### تعیین جدول ضخامت برای ماده معدنی پایه سیمانی محافظت کننده در برابر آتش

بر اساس اطلاعات آزمایشگاهی ثبت شده برای مقاطع فولادی محافظت شده با ماده معدنی پایه سیمانی AFC 400 و پس از گرفتن رگرسیون عددی، ضرائب ثابت رابطه (۱) تعیین شد که در گزارش تحقیقاتی مربوط ارائه شده است. جداول ضخامت برای دماهای طراحی از ۳۵۰ تا ۶۵۰ درجه سلیسیوس، به کمک ثابت‌های اصلاح شده، در جداول ۳ تا ۶ برای مقاطع شکل I و H و در جداول ۷ تا ۱۰ برای مقاطع توخالی ارائه شده است.



جدول ۳: جدول ضخامت پوشش محافظ حریق معدنی پاششی AFC-400 برای اعضای فولادی با مقطع I یا H شکل و سه ساعت مقاومت در برابر آتش

AFC-400								
Thickness (mm) - I & H Sections								
Fire Resistance Rating = 180 min								
Section Factor (1/m)	Design Temperature (°C)							
	350	400	450	500	550	600	620	650
45	37	31	27	23	20	17	16	15
50	39	33	29	25	22	19	18	17
55	41	35	31	27	24	21	20	19
60	42	37	32	28	25	23	22	20
65	44	38	34	30	27	24	23	22
70	45	39	35	31	28	25	24	23
75	46	40	36	32	29	26	25	24
80	47	41	37	33	30	28	27	25
85	47	42	38	34	31	28	27	26
90	48	43	39	35	32	29	28	27
95	49	44	40	36	33	30	29	28
100	49	44	40	37	34	31	30	29
105	50	45	41	37	34	32	31	29
110	50	45	41	38	35	32	31	30
115	51	46	42	38	35	33	32	30
120	51	46	42	39	36	33	32	31
125	51	47	43	39	37	34	33	32
130	52	47	43	40	37	34	33	32
135	52	48	44	40	37	35	34	32
140	52	48	44	41	38	35	34	33
145	53	48	44	41	38	36	35	33
150	53	49	45	41	39	36	35	34
155	53	49	45	42	39	36	35	34
160	53	49	45	42	39	37	36	34
165	---	49	46	42	40	37	36	35
170	---	50	46	43	40	37	36	35
175	---	50	46	43	40	38	37	35
180	---	50	46	43	40	38	37	36
185	---	50	47	43	41	38	37	36
190	---	50	47	44	41	38	37	36
195	---	51	47	44	41	39	38	36
200	---	51	47	44	41	39	38	37
205	---	51	47	44	42	39	38	37
210	---	51	48	44	42	39	38	37
215	---	51	48	45	42	39	39	37
220	---	51	48	45	42	40	39	37
225	---	52	48	45	42	40	39	38
230	---	52	48	45	42	40	39	38
235	---	52	48	45	43	40	39	38
240	---	52	48	45	43	40	39	38
245	---	52	49	46	43	41	40	38
250	---	52	49	46	43	41	40	38
255	---	52	49	46	43	41	40	39
260	---	52	49	46	43	41	40	39
265	---	52	49	46	43	41	40	39
270	---	53	49	46	44	41	40	39
275	---	53	49	46	44	41	40	39
280	---	53	49	46	44	41	41	39
285	---	53	50	47	44	42	41	39
290	---	53	50	47	44	42	41	40
295	---	53	50	47	44	42	41	40
300	---	53	50	47	44	42	41	40
305	---	53	50	47	44	42	41	40
310	---	53	50	47	44	42	41	40
315	---	53	50	47	45	42	41	40
320	---	53	50	47	45	42	41	40
325	---	53	50	47	45	42	42	40
330	---	---	50	47	45	43	42	40
335	---	---	50	48	45	43	42	40
340	---	---	50	48	45	43	42	41
345	---	---	51	48	45	43	42	41
350	---	---	51	48	45	43	42	41
355	---	---	51	48	45	43	42	41
360	---	---	51	48	45	43	42	41
365	---	---	51	48	45	43	42	41





جدول ۴: جدول ضخامت پوشش محافظ حریرق معدنی پاششی AFC-400 برای اعضای فولادی با مقطع I یا H شکل و دو ساعت مقاومت در برابر آتش

AFC-400								
Thickness (mm) - I & H Sections								
Fire Resistance Rating = 120 min								
Section Factor (1/m)	Design Temperature (°C)							
	350	400	450	500	550	600	620	650
45	23	19	16	13	11	10	10	10
50	25	21	17	15	12	10	10	10
55	27	22	19	16	14	12	11	10
60	28	24	20	18	15	13	13	12
65	29	25	22	19	17	15	14	13
70	30	26	23	20	18	16	15	14
75	31	27	24	21	19	17	16	15
80	32	28	25	22	20	18	17	16
85	32	28	25	23	20	18	18	17
90	33	29	26	23	21	19	18	17
95	33	30	27	24	22	20	19	18
100	34	30	27	25	22	20	20	19
105	34	31	28	25	23	21	20	19
110	35	31	28	26	23	22	21	20
115	35	32	29	26	24	22	21	20
120	36	32	29	27	24	22	22	21
125	36	33	30	27	25	23	22	21
130	36	33	30	27	25	23	23	22
135	36	33	30	28	26	24	23	22
140	37	33	31	28	26	24	23	22
145	37	34	31	28	26	24	24	23
150	37	34	31	29	27	25	24	23
155	37	34	31	29	27	25	24	23
160	38	34	32	29	27	25	25	24
165	38	35	32	30	27	26	25	24
170	38	35	32	30	28	26	25	24
175	38	35	32	30	28	26	25	24
180	38	35	33	30	28	26	26	25
185	39	35	33	30	28	27	26	25
190	39	36	33	31	29	27	26	25
195	39	36	33	31	29	27	26	25
200	39	36	33	31	29	27	26	25
205	39	36	33	31	29	27	27	26
210	39	36	34	31	29	28	27	26
215	39	36	34	32	29	28	27	26
220	39	36	34	32	30	28	27	26
225	40	37	34	32	30	28	27	26
230	40	37	34	32	30	28	27	27
235	40	37	34	32	30	28	28	27
240	40	37	34	32	30	28	28	27
245	40	37	35	32	30	29	28	27
250	40	37	35	32	30	29	28	27
255	40	37	35	33	31	29	28	27
260	40	37	35	33	31	29	28	27
265	40	37	35	33	31	29	28	27
270	40	38	35	33	31	29	28	28
275	40	38	35	33	31	29	29	28
280	40	38	35	33	31	29	29	28
285	41	38	35	33	31	29	29	28
290	41	38	35	33	31	30	29	28
295	41	38	35	33	31	30	29	28
300	41	38	36	33	31	30	29	28
305	41	38	36	34	32	30	29	28
310	41	38	36	34	32	30	29	28
315	41	38	36	34	32	30	29	28
320	41	38	36	34	32	30	29	29
325	41	38	36	34	32	30	30	29
330	41	38	36	34	32	30	30	29
335	41	38	36	34	32	30	30	29
340	41	38	36	34	32	30	30	29
345	41	39	36	34	32	30	30	29
350	41	39	36	34	32	31	30	29
355	41	39	36	34	32	31	30	29
360	41	39	36	34	32	31	30	29
365	41	39	36	34	32	31	30	29



جدول ۵: جدول ضخامت پوشش محافظ حریق معدنی پاششی AFC-400 برای اعضای فولادی با مقطع I یا H شکل و یک و نیم ساعت مقاومت در برابر آتش

AFC-400								
Thickness (mm) - I & H Sections								
Fire Resistance Rating = 90 min								
Section Factor (1/m)	Design Temperature (°C)							
	350	400	450	500	550	600	620	650
45	16	13	10	10	10	10	10	10
50	18	14	12	10	10	10	10	10
55	19	16	13	11	10	10	10	10
60	21	17	15	12	10	10	10	10
65	22	18	16	13	11	10	10	10
70	23	19	17	14	12	11	10	10
75	23	20	18	15	13	12	11	10
80	24	21	18	16	14	13	12	11
85	25	22	19	17	15	13	13	12
90	25	22	20	18	16	14	13	13
95	26	23	20	18	16	15	14	13
100	26	23	21	19	17	15	15	14
105	27	24	21	19	17	16	15	14
110	27	24	22	20	18	16	16	15
115	28	25	22	20	18	17	16	15
120	28	25	23	21	19	17	16	16
125	28	25	23	21	19	17	17	16
130	28	26	23	21	19	18	17	16
135	29	26	24	22	20	18	18	17
140	29	26	24	22	20	18	18	17
145	29	27	24	22	20	19	18	17
150	29	27	24	22	21	19	19	18
155	30	27	25	23	21	19	19	18
160	30	27	25	23	21	20	19	18
165	30	27	25	23	21	20	19	18
170	30	28	25	23	22	20	20	19
175	30	28	26	24	22	20	20	19
180	30	28	26	24	22	21	20	19
185	31	28	26	24	22	21	20	19
190	31	28	26	24	22	21	20	20
195	31	28	26	24	23	21	21	20
200	31	29	26	24	23	21	21	20
205	31	29	27	25	23	21	21	20
210	31	29	27	25	23	22	21	20
215	31	29	27	25	23	22	21	20
220	31	29	27	25	23	22	21	21
225	32	29	27	25	24	22	22	21
230	32	29	27	25	24	22	22	21
235	32	29	27	25	24	22	22	21
240	32	29	27	26	24	22	22	21
245	32	30	28	26	24	23	22	21
250	32	30	28	26	24	23	22	21
255	32	30	28	26	24	23	22	21
260	32	30	28	26	24	23	22	22
265	32	30	28	26	24	23	22	22
270	32	30	28	26	25	23	23	22
275	32	30	28	26	25	23	23	22
280	32	30	28	26	25	23	23	22
285	32	30	28	26	25	23	23	22
290	33	30	28	27	25	23	23	22
295	33	30	28	27	25	24	23	22
300	33	30	28	27	25	24	23	22
305	33	30	29	27	25	24	23	22
310	33	31	29	27	25	24	23	23
315	33	31	29	27	25	24	23	23
320	33	31	29	27	25	24	23	23
325	33	31	29	27	25	24	24	23
330	33	31	29	27	26	24	24	23
335	33	31	29	27	26	24	24	23
340	33	31	29	27	26	24	24	23
345	33	31	29	27	26	24	24	23
350	33	31	29	27	26	24	24	23
355	33	31	29	27	26	24	24	23
360	33	31	29	27	26	24	24	23
365	33	31	29	27	26	25	24	23



جدول ۶: جدول ضخامت پوشش محافظ حریق معدنی پاششی AFC-400 برای اعضای فولادی با مقطع I یا H شکل و یک ساعت مقاومت در برابر آتش

AFC-400								
Thickness (mm) - I & H Sections								
Fire Resistance Rating = 60 min								
Section Factor (1/m)	Design Temperature (°C)							
	350	400	450	500	550	600	620	650
45	10	10	10	10	10	10	10	10
50	11	10	10	10	10	10	10	10
55	12	10	10	10	10	10	10	10
60	13	11	10	10	10	10	10	10
65	14	12	10	10	10	10	10	10
70	15	13	11	10	10	10	10	10
75	16	13	11	10	10	10	10	10
80	17	14	12	10	10	10	10	10
85	17	15	13	11	10	10	10	10
90	18	15	13	12	10	10	10	10
95	18	16	14	12	11	10	10	10
100	19	16	14	13	11	10	10	10
105	19	17	15	13	12	10	10	10
110	19	17	15	14	12	11	10	10
115	20	18	16	14	13	11	11	10
120	20	18	16	14	13	12	11	10
125	20	18	16	15	13	12	12	11
130	21	19	17	15	14	12	12	11
135	21	19	17	15	14	13	12	12
140	21	19	17	16	14	13	12	12
145	21	19	17	16	14	13	13	12
150	22	19	18	16	15	13	13	12
155	22	20	18	16	15	14	13	13
160	22	20	18	17	15	14	13	13
165	22	20	18	17	15	14	14	13
170	22	20	19	17	16	14	14	13
175	22	20	19	17	16	15	14	13
180	23	21	19	17	16	15	14	14
185	23	21	19	17	16	15	14	14
190	23	21	19	18	16	15	15	14
195	23	21	19	18	16	15	15	14
200	23	21	19	18	17	15	15	14
205	23	21	20	18	17	16	15	15
210	23	21	20	18	17	16	15	15
215	23	22	20	18	17	16	15	15
220	24	22	20	18	17	16	16	15
225	24	22	20	19	17	16	16	15
230	24	22	20	19	17	16	16	15
235	24	22	20	19	18	16	16	15
240	24	22	20	19	18	16	16	15
245	24	22	20	19	18	17	16	16
250	24	22	21	19	18	17	16	16
255	24	22	21	19	18	17	16	16
260	24	22	21	19	18	17	16	16
265	24	22	21	19	18	17	17	16
270	24	22	21	19	18	17	17	16
275	24	23	21	20	18	17	17	16
280	24	23	21	20	18	17	17	16
285	24	23	21	20	18	17	17	16
290	25	23	21	20	19	17	17	16
295	25	23	21	20	19	17	17	16
300	25	23	21	20	19	18	17	17
305	25	23	21	20	19	18	17	17
310	25	23	21	20	19	18	17	17
315	25	23	22	20	19	18	17	17
320	25	23	22	20	19	18	17	17
325	25	23	22	20	19	18	17	17
330	25	23	22	20	19	18	18	17
335	25	23	22	20	19	18	18	17
340	25	23	22	20	19	18	18	17
345	25	23	22	20	19	18	18	17
350	25	23	22	21	19	18	18	17
355	25	23	22	21	19	18	18	17
360	25	23	22	21	19	18	18	17
365	25	24	22	21	19	18	18	17



جدول ۷: جدول ضخامت پوشش محافظ حریق معدنی پاششی AFC-400 برای اعضای فولادی با مقطع بسته توخالی و سه ساعت مقاومت در برابر آتش

AFC-400								
Thickness (mm) - Hollow Sections								
Fire Resistance Rating = 180 min								
Section Factor (1/m)	Design Temperature (°C)							
	350	400	450	500	550	600	620	650
45	39	33	28	24	21	18	17	15
50	41	35	30	26	23	20	19	18
55	43	37	32	28	25	22	21	20
60	45	39	34	30	27	24	23	21
65	46	41	36	32	28	26	25	23
70	48	42	37	33	30	27	26	25
75	49	43	39	35	31	28	27	26
80	50	45	40	36	33	30	29	27
85	51	46	41	37	34	31	30	28
90	52	47	42	38	35	32	31	29
95	53	48	43	39	36	33	32	30
100	—	49	44	40	37	34	33	31
105	—	50	45	41	38	35	34	32
110	—	50	46	42	39	36	35	33
115	—	51	47	43	40	37	36	34
120	—	52	48	44	40	37	36	35
125	—	53	48	44	41	38	37	35
130	—	53	49	45	42	39	38	36
135	—	—	50	46	42	40	38	37
140	—	—	50	46	43	40	39	38
145	—	—	51	47	44	41	40	38
150	—	—	51	48	44	41	40	39
155	—	—	52	48	45	42	41	39
160	—	—	53	49	46	43	41	40
165	—	—	53	49	46	43	42	40
170	—	—	—	50	47	44	43	41
175	—	—	—	50	47	44	43	42
180	—	—	—	51	48	45	44	42
185	—	—	—	51	48	45	44	43
190	—	—	—	52	49	46	45	43
195	—	—	—	52	49	46	45	43
200	—	—	—	53	50	47	46	44
205	—	—	—	53	50	47	46	44
210	—	—	—	—	51	48	46	45
215	—	—	—	—	51	48	47	45
220	—	—	—	—	51	48	47	46
225	—	—	—	—	52	49	48	46
230	—	—	—	—	52	49	48	47
235	—	—	—	—	53	50	49	47
240	—	—	—	—	53	50	49	47
245	—	—	—	—	53	50	49	48
250	—	—	—	—	—	51	50	48
255	—	—	—	—	—	51	50	48
260	—	—	—	—	—	51	50	48
265	—	—	—	—	—	51	50	49
270	—	—	—	—	—	52	50	49
275	—	—	—	—	—	52	51	49
280	—	—	—	—	—	52	51	49
285	—	—	—	—	—	52	51	49
290	—	—	—	—	—	52	51	49
295	—	—	—	—	—	52	51	50
300	—	—	—	—	—	52	51	50
305	—	—	—	—	—	53	51	50
310	—	—	—	—	—	53	52	50
315	—	—	—	—	—	53	52	50
320	—	—	—	—	—	53	52	50
325	—	—	—	—	—	53	52	50
330	—	—	—	—	—	53	52	50
335	—	—	—	—	—	53	52	51
340	—	—	—	—	—	53	52	51
345	—	—	—	—	—	53	52	51
350	—	—	—	—	—	—	52	51
355	—	—	—	—	—	—	53	51
360	—	—	—	—	—	—	53	51
365	—	—	—	—	—	—	53	51



جدول ۸: جدول ضخامت پوشش محافظ حریرق معدنی پاششی AFC-400 برای اعضای فولادی با مقطع بسته توخالی و دو ساعت مقاومت در برابر آتش

AFC-400								
Thickness (mm) - Hollow Sections								
Fire Resistance Rating = 120 min								
Section Factor (1/m)	Design Temperature (°C)							
	350	400	450	500	550	600	620	650
45	24	20	16	13	11	10	10	10
50	26	22	18	15	13	11	10	10
55	28	24	20	17	15	13	12	11
60	30	25	22	19	16	14	13	12
65	31	27	23	20	18	16	15	14
70	32	28	24	21	19	17	16	15
75	33	29	25	23	20	18	17	16
80	34	30	27	24	21	19	18	17
85	35	31	27	25	22	20	19	18
90	36	32	28	25	23	21	20	19
95	37	33	29	26	24	22	21	20
100	37	33	30	27	25	22	22	21
105	38	34	31	28	25	23	22	21
110	39	35	31	29	26	24	23	22
115	39	35	32	29	27	25	24	23
120	40	36	33	30	27	25	24	23
125	40	37	33	30	28	26	25	24
130	41	37	34	31	29	26	26	24
135	41	38	34	32	29	27	26	25
140	42	38	35	32	30	27	27	25
145	42	39	35	33	30	28	27	26
150	43	39	36	33	31	28	28	26
155	43	40	36	34	31	29	28	27
160	44	40	37	34	32	29	29	27
165	44	40	37	34	32	30	29	28
170	44	41	38	35	32	30	29	28
175	45	41	38	35	33	31	30	29
180	45	42	38	36	33	31	30	29
185	46	42	39	36	34	31	31	29
190	46	42	39	36	34	32	31	30
195	46	43	40	37	34	32	31	30
200	47	43	40	37	35	33	32	31
205	47	43	40	38	35	33	32	31
210	47	44	41	38	35	33	32	31
215	48	44	41	38	36	34	33	32
220	48	45	41	39	36	34	33	32
225	48	45	42	39	37	34	33	32
230	49	45	42	39	37	35	34	33
235	49	46	42	40	37	35	34	33
240	49	46	43	40	37	35	34	33
245	50	46	43	40	38	36	35	34
250	50	46	43	41	38	36	35	34
255	50	47	43	41	38	36	35	34
260	50	47	44	41	38	36	35	34
265	50	47	44	41	39	36	35	34
270	50	47	44	41	39	36	36	34
275	50	47	44	41	39	37	36	35
280	51	47	44	41	39	37	36	35
285	51	47	44	41	39	37	36	35
290	51	47	44	42	39	37	36	35
295	51	47	44	42	39	37	36	35
300	51	47	44	42	39	37	36	35
305	51	48	45	42	39	37	36	35
310	51	48	45	42	40	37	37	35
315	51	48	45	42	40	38	37	36
320	51	48	45	42	40	38	37	36
325	51	48	45	42	40	38	37	36
330	51	48	45	42	40	38	37	36
335	51	48	45	42	40	38	37	36
340	51	48	45	43	40	38	37	36
345	51	48	45	43	40	38	37	36
350	51	48	45	43	40	38	37	36
355	52	48	45	43	40	38	37	36
360	52	48	45	43	40	38	38	36
365	52	48	45	43	41	38	38	36



جدول ۹: جدول ضخامت پوشش محافظ حریرق معدنی پاششی AFC-400 برای اعضای فولادی با مقطع بسته توخالی و یک و نیم ساعت مقاومت در برابر آتش

AFC-400								
Thickness (mm) - Hollow Sections								
Fire Resistance Rating = 90 min								
Section Factor (1/m)	Design Temperature (°C)							
	350	400	450	500	550	600	620	650
45	17	13	10	10	10	10	10	10
50	19	15	12	10	10	10	10	10
55	20	17	14	12	10	10	10	10
60	22	18	15	13	11	10	10	10
65	23	20	17	14	12	10	10	10
70	24	21	18	15	13	12	11	10
75	25	22	19	16	14	13	12	11
80	26	23	20	17	15	14	13	12
85	27	23	21	18	16	14	14	13
90	28	24	21	19	17	15	15	14
95	28	25	22	20	18	16	15	14
100	29	26	23	21	18	17	16	15
105	30	26	24	21	19	17	17	16
110	30	27	24	22	20	18	17	16
115	31	27	25	22	20	19	18	17
120	31	28	25	23	21	19	18	17
125	32	29	26	23	21	20	19	18
130	32	29	26	24	22	20	19	19
135	33	29	27	24	22	21	20	19
140	33	30	27	25	23	21	20	19
145	33	30	28	25	23	22	21	20
150	34	31	28	26	24	22	21	20
155	34	31	29	26	24	22	22	21
160	35	32	29	27	25	23	22	21
165	35	32	29	27	25	23	22	22
170	35	32	30	27	25	24	23	22
175	36	33	30	28	26	24	23	22
180	36	33	30	28	26	24	24	23
185	36	33	31	28	26	25	24	23
190	37	34	31	29	27	25	24	23
195	37	34	31	29	27	25	25	24
200	37	34	32	29	27	26	25	24
205	38	35	32	30	28	26	25	24
210	38	35	32	30	28	26	25	25
215	38	35	33	30	28	26	26	25
220	38	35	33	31	29	27	26	25
225	39	36	33	31	29	27	26	25
230	39	36	33	31	29	27	27	26
235	39	36	34	31	29	28	27	26
240	39	37	34	32	30	28	27	26
245	40	37	34	32	30	28	27	26
250	40	37	35	32	30	28	28	27
255	40	37	35	32	30	29	28	27
260	40	37	35	32	30	29	28	27
265	40	37	35	33	31	29	28	27
270	40	38	35	33	31	29	28	27
275	40	38	35	33	31	29	28	27
280	41	38	35	33	31	29	28	27
285	41	38	35	33	31	29	29	28
290	41	38	35	33	31	29	29	28
295	41	38	35	33	31	29	29	28
300	41	38	36	33	31	30	29	28
305	41	38	36	33	31	30	29	28
310	41	38	36	34	32	30	29	28
315	41	38	36	34	32	30	29	28
320	41	38	36	34	32	30	29	28
325	41	38	36	34	32	30	29	28
330	41	38	36	34	32	30	29	29
335	41	39	36	34	32	30	30	29
340	41	39	36	34	32	30	30	29
345	41	39	36	34	32	30	30	29
350	41	39	36	34	32	30	30	29
355	41	39	36	34	32	31	30	29
360	42	39	36	34	32	31	30	29
365	42	39	37	34	32	31	30	29



جدول ۱۰: جدول ضخامت پوشش محافظ حریرق معدنی پاششی AFC-400 برای اعضای فولادی با مقطع بسته توخالی و یک ساعت مقاومت در برابر آتش

AFC-400								
Thickness (mm) - Hollow Sections								
Fire Resistance Rating = 60 min								
Section Factor (1/m)	Design Temperature (°C)							
	350	400	450	500	550	600	620	650
45	10	10	10	10	10	10	10	10
50	11	10	10	10	10	10	10	10
55	13	10	10	10	10	10	10	10
60	14	11	10	10	10	10	10	10
65	15	13	10	10	10	10	10	10
70	16	14	11	10	10	10	10	10
75	17	14	12	10	10	10	10	10
80	18	15	13	11	10	10	10	10
85	19	16	14	12	10	10	10	10
90	19	17	15	13	11	10	10	10
95	20	17	15	13	12	10	10	10
100	21	18	16	14	12	11	10	10
105	21	19	16	15	13	11	11	10
110	22	19	17	15	13	12	11	11
115	22	20	17	16	14	13	12	11
120	23	20	18	16	14	13	12	12
125	23	20	18	17	15	13	13	12
130	23	21	19	17	15	14	13	13
135	24	21	19	17	16	14	14	13
140	24	22	20	18	16	15	14	13
145	24	22	20	18	17	15	15	14
150	25	22	20	19	17	15	15	14
155	25	23	21	19	17	16	15	15
160	25	23	21	19	18	16	16	15
165	26	23	21	20	18	16	16	15
170	26	24	22	20	18	17	16	16
175	26	24	22	20	19	17	17	16
180	27	24	22	20	19	17	17	16
185	27	25	23	21	19	18	17	16
190	27	25	23	21	19	18	17	17
195	27	25	23	21	20	18	18	17
200	28	25	23	22	20	19	18	17
205	28	26	24	22	20	19	18	17
210	28	26	24	22	20	19	19	18
215	28	26	24	22	21	19	19	18
220	29	26	24	23	21	20	19	18
225	29	27	25	23	21	20	19	18
230	29	27	25	23	21	20	19	19
235	29	27	25	23	22	20	20	19
240	30	27	25	23	22	20	20	19
245	30	28	25	24	22	21	20	19
250	30	28	26	24	22	21	20	20
255	30	28	26	24	22	21	20	20
260	30	28	26	24	23	21	21	20
265	30	28	26	24	23	21	21	20
270	30	28	26	24	23	21	21	20
275	30	28	26	24	23	21	21	20
280	31	28	26	25	23	22	21	20
285	31	28	26	25	23	22	21	20
290	31	28	26	25	23	22	21	20
295	31	29	27	25	23	22	21	21
300	31	29	27	25	23	22	21	21
305	31	29	27	25	23	22	22	21
310	31	29	27	25	24	22	22	21
315	31	29	27	25	24	22	22	21
320	31	29	27	25	24	22	22	21
325	31	29	27	25	24	22	22	21
330	31	29	27	25	24	22	22	21
335	31	29	27	25	24	23	22	21
340	31	29	27	26	24	23	22	21
345	31	29	27	26	24	23	22	21
350	31	29	27	26	24	23	22	22
355	31	29	27	26	24	23	22	22
360	31	29	27	26	24	23	22	22
365	31	29	28	26	24	23	22	22



## ضوابط مربوط به اجرای پوشش‌های پاششی بر روی سطوح فولادی دارای ضدزنگ

### • کلیات

سطوح فولادی که پوشش‌های پاششی بر روی آن‌ها اجرا می‌شوند، باید عاری از هر گونه آلودگی، روغن و ذرات سست باشند. سطوح فولادی همچنین ممکن است با ضدزنگ‌های از پیش تأیید شده، پوشیده شده باشند. در حالتی که سطح فولاد با ضدزنگ پوشش داده شده باشد، باید به شرح زیر مورد ارزیابی قرار گیرد (مگر آنکه در حالات خاصی کاربرد انواع بخصوص ضد زنگ ممنوع شده باشد). پوشش‌های پاششی تحت شرایط زیر می‌توانند بر روی اشکال فولادی I و H و ستون‌های لوله‌ای و قوطی دارای ضد زنگ اجرا شوند:

الف) عرض بال تیر از ۳۰ سانتی‌متر تجاوز نکند،

ب) عرض بال ستون از ۴۰ سانتی‌متر تجاوز نکند،

ج) عمق جان تیر یا ستون (فاصله داخل به داخل بال‌ها) از ۴۰ سانتی‌متر تجاوز نکند،

د) قطر خارجی لوله یا عرض قوطی از ۳۰ سانتی‌متر تجاوز نکند،

ه) انجام آزمون‌های پیوستگی / چسبندگی مطابق دستورالعمل پیوست ۵-الف نشان دهد که متوسط و حداقل مقاومت پیوستگی / چسبندگی به ترتیب حداقل ۸۰ درصد و ۵۰ درصد مقاومت پیوستگی / چسبندگی در حالتی است که پوشش پاششی بر روی ورق فولادی با حداقل ضخامت ۳ میلی‌متر اجرا شده است (این مقادیر در بخش بند ۲-۴ اعلام شده است). مقادیر متوسط و حداقل مقاومت پیوستگی/چسبندگی باید بر اساس حداقل پنج آزمون چسبندگی تعیین شود. همچنین انجام آزمون‌های چسبندگی مطابق استاندارد EN 1015-12 بر روی سطوح فولادی دارای ضد زنگ باید نشان دهد که حداقل مقادیر مقاومت چسبندگی اعلام شده در جدول ۲-۲، بسته به ارتفاع ساختمان تامین می‌شود.

زمانی که مقادیر مقاومت چسبندگی یا پیوستگی / چسبندگی پایین‌تر از حداقل مقادیر قابل قبول هستند، ممکن است از یک عامل چسباننده (پرایمر) بر روی سطح دارای ضدزنگ برای رسیدن به حداقل مقاومت چسبندگی مورد نیاز استفاده شود.

اگر شرط (ه) برآورده نشود، نیاز به مش فولادی درگیرکننده پیوسته است که می‌تواند مثلاً با دورپیچ کردن عضو سازه‌ای با رابیتس فلزی (حداقل وزن ۹۰۰ گرم در متر مربع) تأمین شود.

اگر هر یک از شرایط (الف) یا (ب) یا (ج) یا (د) برآورده نشود، یک مش فولادی درگیرکننده منقطع باید تأمین شود. یک مش فولادی درگیرکننده منقطع می‌تواند به وسیله یک یا چند نوار رابیتس فلزی با حداقل وزن ۹۰۰ گرم بر متر مربع که با جوش، پیچ یا میخکوب به سطح بال، جان، لوله یا قوطی متصل شده، تأمین شود. فاصله این اتصالات، مرکز تا مرکز حداکثر ۳۰ سانتی‌متر در هر لبه طولی نوار بوده و فاصله بین نوارها نباید از حدود مشخص شده در شرایط (الف)، (ب)، (ج) یا (د) بسته به موضوع، تجاوز کند. نباید کمتر از ۲۵ درصد عرض بال یا جان بزرگ اندازه با رابیتس پوشیده شده باشد. عرض هر نوار رابیتس نباید کمتر از ۹ سانتی‌متر باشد.





در جایی که نوارهای رابیتس فلزی (منقطع) استفاده می‌شوند، مقاومت پیوستگی/چسبندگی و مقاومت چسبندگی قابل قبول مطابق شرط (ه) باید تأمین شود.

در موارد ترمیم محلی پوشش محافظ حریق که نیاز به نگه‌دارنده مکانیکی می‌باشد و اگر در طرح‌های خاصی تأیید شده باشد، این نگه‌دارنده مکانیکی می‌تواند از طریق گل‌میخ‌های فولادی با حداقل اندازه ۱۲ (12 gauge) دارای کلاهک‌های فولادی گالوانیزه با حداقل اندازه ۲۸ (28 gauge) تأمین شود. گل‌میخ‌ها باید به مقطع بزرگ اندازه در ردیف‌هایی جوش شوند که حداکثر فاصله این ردیف‌ها مطابق با شرایط «الف»، «ب»، «ج» یا «د» در بالا باشد. فاصله گل‌میخ‌ها در طول هر ردیف نباید از ۶۰ سانتی‌متر تجاوز کند و حداقل یک گل‌میخ در هر ۱۶۰۰ سانتی‌متر مربع باید تأمین شود.

باید توجه داشت اگر مش فولادی درگیر کننده (Key Mesh) بر روی سطح زیرکار و قبل از پاشش پوشش محافظ حریق پایه معدنی، به نحو درستی اجرا شده باشد، بعد از خشک شدن پوشش محافظ حریق، اتصال مناسب و کافی بین پوشش و سطح زیرکار برقرار خواهد شد. هر گونه طبله کردن و جداشدگی پوشش محافظ حریق در این شرایط، نشان از اجرای نادرست مش فولادی درگیر کننده دارد که می‌تواند ناشی از عواملی همچون ضعیف بودن مش فولادی (تراکم و وزن کم آن در واحد سطح)، محل نادرست یا تعداد ناکافی متصل کننده‌های مش فولادی به سطح زیرکار (مثلاً موقعیت نامناسب و تعداد کم پین‌های فولادی اجرا شده)، آسیب‌دیدگی یا خوردگی مش فولادی یا متصل کننده‌های آن و ... دارد. لذا در اجرای مش فولادی درگیر کننده در هر پروژه‌ای، لازم است کنترل‌ها و نظارت‌های لازم برای تضمین کیفیت مناسب اجرا صورت گیرد.

### • پرایمر

با توجه به ارزیابی‌های فنی صورت گرفته در گزارش (RR FRSS 97-05) که شامل مجموعه‌ای از انواع آزمون‌های مقاومت چسبندگی می‌باشد و همچنین با توجه به ضوابط آئین‌نامه‌ای موجود، می‌توان به نتایج زیر رسید. لازم به ذکر است که در این پژوهش، صرفاً ضد زنگ‌های الکیدی و اپوکسی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است و برای سایر انواع ضد زنگ‌ها در صورت وجود، لازم است تا ارزیابی جداگانه‌ای انجام شود.

۱- برای اجرای پوشش محافظ حریق بر روی سطوح فولادی دارای ضد زنگ اپوکسی یا الکیدی، ابتدا لازم است تا سطح زیرکار، عاری از هر گونه روغن، گریس، گرد و غبار، آلودگی، لایه یا رنگ سست یا ... که به چسبندگی لطمه می‌زند، شود. در ادامه به منظور اتصال و چسبندگی کافی بین پوشش و سطح زیرکار، ضروری است بر روی سطح زیرکار، یک لایه چسباننده (پرایمر) از نوع آکرلیکی با ضخامت بین ۵۰ تا ۱۰۰ میکرون اجرا شود و بعد از آن، عملیات پاشش پوشش محافظ حریق AFC-400 انجام شود.

۲- اگر ارتفاع ساختمان بیشتر از ۱۲۸ متر باشد، بر اساس معیارها و ضوابط مربوط به مقاومت چسبندگی، اجرای مش فولادی درگیر کننده سراسری بر روی سطح زیرکار به منظور محافظت ستون‌ها و تیرهای فولادی در مقابل حریق با پوشش AFC-400، الزامی است. از طرف دیگر، اگر ارتفاع ساختمان کمتر از ۱۲۸ متر باشد، در صورتی که



هر یک از ابعاد مقطع ستون‌ها یا تیرهای فولادی بیش از حدود مندرج در ضوابط بخش ۹-۳-۱ باشد، لازم است تا مش فولادی منقطع (نوار رابیتس فولادی) با مشخصات ذکر شده، بر روی آن وجه بزرگ اندازه اجرا شود.

### دامنه کاربرد

- جداول ۳ تا ۶ برای مقاطع شکل I و H و جداول ۷ تا ۱۰ برای مقاطع توخالی با رعایت دستورالعمل اجرایی پیوست قابل کاربرد است.
- برای ضرایب مقطع پایین‌تر از  $45 \text{ m}^{-1}$ ، ضخامت تعیین شده برای این ضریب مقطع می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

### اعتبار

- جداول فوق در مدت زمان گواهی‌نامه فنی یک ساله دارای اعتبار می‌باشد
- در صورت عدم تغییر مواد، درصد ترکیبات و جزئیات اجرایی، آزمون مقیاس کامل به مدت ۳ سال دارای اعتبار می‌باشد.



## پیوست الف (دستوالعمل روش اجرا)

این دستورالعمل باید توسط عوامل اجرایی شرکت رنگ و رزین الوان به طور دقیق مورد توجه و رعایت قرار گیرد.

### الف. ۱ ضخامت پوشش

لازم است بر اساس این دستورالعمل، ضخامت پوشش محافظ ارائه شده در جداول ۳ تا ۱۰، تعیین و مطابق دستورالعمل اجرا شود.

### الف. ۲ کلیات

در جایی که اجرای سطوح محافظتی یا تزئینی بر روی پوشش محافظت کننده در برابر آتش نیاز است، باید کنترل شود که سطح نهایی اجرا شده، با پوشش محافظ سازگار باشد و به عملکرد آن لطمه‌ای وارد نکند. باید به خطر جدایی پوشش محافظ به علت وزن اضافی ناشی از لایه نهایی اجرا شده روی آن توجه نمود. این موضوع به تعدادی از عوامل وابسته است، از جمله امتداد و زاویه سطح، نوع پوشش محافظ و نوع لایه پرداخت و به طور خاص این موضوع در جایی که لایه‌های پرداخت سنگین بر روی پوشش‌های محافظ سبک اجرا می‌شوند، از اهمیت بیشتر برخوردار بوده و باید جزئیات اجرایی مناسب در نظر گرفته شود.

مصلح پرداخت باید الزامات مربوط به رفتار در برابر آتش (مانند قابلیت اشتعال، پیشروی شعله و ره‌ایش گرما) را مطابق دستورالعمل‌های مرکز تامین کنند.

### الف. ۳ آماده‌سازی سطح زیر کار

سطح زیر کار باید عاری از هر گونه روغن، گریس، گرد و غبار، آلودگی، پوسته، یا سایر عوامل و شرایطی که به چسبندگی لطمه می‌زند) باشد و می‌بایست ابتدا قبل از اجرا باید نسبت به تمیز کردن سطح زیر کار بوسیله وایر برس، باد، واترجت و... اقدام شود.

### الف. ۴ استفاده از نگهدارنده‌های مکانیکی

نیاز به نگهدارنده مکانیکی و نوع و میزانی که باید استفاده شود، به چند عامل وابسته است که از جمله می‌توان چسبندگی، کاربرد مورد نظر، جزئیات سطح زیر کار، عوامل محیطی و مشخصات پوشش محافظ را نام برد. تعدادی از شرایط ویژه‌ای که استفاده از نگهدارنده مکانیکی ضروری است، به همراه جزئیات روش‌های مختلف موجود برای اجرای نگهدارنده‌های مکانیکی در ادامه ارائه می‌شود.

باید توجه شود که نیاز به نگهدارنده‌های مکانیکی برای تضمین اتصال کافی به سطح زیر کار و یا انسجام داخل پوشش محافظ است. برخی از انواع نگهدارنده‌های مکانیکی مانند رابیتس ممکن است برای هر دو عملکرد مناسب نباشند که توضیحات تکمیلی در این خصوص در جدول الف-۱ ارائه شده است.



## جدول الف-۱- انواع نگهدارنده‌های مکانیکی

کاربردها	نوع	مجموعه
در مجاور سطح زیر کار به عنوان مش درگیر کننده نصب می‌شود (حدود ۶ میلی‌متر) یا یک تکیه‌گاه برای پوشش پر کننده فضای خالی بین سازه ای را فراهم می‌کند (به شکل‌های ۱-۱-الف، ۱-۱-ب و ۱-۱-ج توجه شود).	رایبتس رایبتس کنگره‌دار شبکه سیمی جوش شده شبکه سیمی بافته شده شش ضلعی (توری مرغی)	مش درگیر کننده: مش با چشمه‌های نسبتاً کوچک، برای مثال ۱۰ الی ۲۵ میلی‌متر، که امکان نفوذ پوشش محافظ را فراهم و یک درگیری خوب ایجاد می‌کند.
داخل پوشش محافظ قرار می‌گیرد و بنابراین پوشش محافظ را مسلح می‌کند (به شکل ۱-۱-د توجه شود). مش مسلح کننده باید در محدوده یک سوم میانی ضخامت پوشش قرار داده شود.	شبکه سیمی جوش شده شبکه سیمی بافته شده شش ضلعی (توری مرغی)	مش مسلح کننده: مش با چشمه‌های نسبتاً بزرگ، برای مثال، ۵۰ میلی‌متر، که امکان نفوذ کامل پوشش محافظ را فراهم و آن را مسلح می‌نماید.

انواع متنوعی از سیستم‌های نگهدارنده مکانیکی قابل استفاده موجود است (به جدول الف-۱ مراجعه شود) و مشخصات آنها در اینجا توصیف می‌شود. در شرایط معینی، ترکیبی از این سیستم‌ها ممکن است ضروری باشد. باید از نگهدارنده‌های مکانیکی فلزی برای اهداف محافظت در برابر آتش که مقاومت خوب در مقابل دماهای بالا لازم است، استفاده شود.

## الف.۴-۱ مش

## الف.۴-۱-۱ طبقه‌بندی مش‌ها از نظر کاربرد

مش فلزی معمولاً به عنوان نگهدارنده مکانیکی استفاده می‌شود و به طور مناسبی به مجموعه‌های زیر می‌تواند تقسیم‌بندی شود:

الف) مش درگیرکننده: معمولاً از چشمه با اندازه نسبتاً کوچک تشکیل شده، یعنی ۱۰ الی ۲۵ میلی‌متر که اجازه نفوذ ماده دوغابی پاشش شده را می‌دهد تا درگیری مناسبی ایجاد شود. این مش در نزدیکی سطح زیرکار به گونه‌ای نصب می‌شود که ماده پاششی به زیر آن نفوذ کند (توصیه می‌شود این فاصله حداقل حدود ۶mm باشد) (به شکل‌های الف.۱-الف، الف.۱-ب و الف.۱-ج مراجعه شود) یا به عنوان تکیه‌گاهی برای پوشش پاششی به منظور پر کردن روی فواصل بین سازه‌ها استفاده شود، برای مثال، ایجاد یک مانع آتش یا محصور کردن یک ستون.

ب) مش مسلح کننده: معمولاً از چشمه‌ها با اندازه نسبتاً بزرگ، برای مثال ۵۰ میلی‌متر تشکیل شده که اجازه نفوذ کامل پوشش پاششی را می‌دهد و بنابراین آن را مسلح می‌کند. مش مسلح کننده در فاصله یک سوم میانی ضخامت



پوشش قرار می‌گیرد. این مش داخل پوشش پاششی قرار می‌گیرد تا آن را مسلح کند (به شکل الف. ۱-د مراجعه شود). مهم است که اندازه چشمه‌های مش، خیلی کوچک نباشد و اندازه ضخامت مش، خیلی زیاد نباشد، در غیر این صورت باعث تضعیف پوشش پاششی می‌شود.

#### الف. ۴-۱-۲ انواع مش قابل استفاده بسته به نوع کاربرد

انواع معمول مش به قرار زیر است:

الف) رابیتس: اندازه چشمه مش، از ۶ الی ۲۰ میلی‌متر متغیر است. این نوع مش فقط به عنوان درگیر کننده استفاده می‌شود.

ب) رابیتس کنگره‌دار: مشابه رابیتس بوده، ولی دارای کنگره است. این نوع مش اساساً به عنوان مش درگیر کننده استفاده می‌شود.

ج) مش جوش شده: از سیم‌های فلزی که با جوش نقطه‌ای به هم متصل شده و یک مش مستطیلی را ایجاد می‌کنند، تشکیل شده است. حداقل اندازه چشمه مش، معمولاً ۲۵ میلی‌متر است که تا ۱۵۰ میلی‌متر هم می‌رسد. قطر سیم معمولاً بین یک تا یک و نیم میلی‌متر برای چشمه‌های تا ۵۰ میلی‌متر می‌باشد و برای چشمه‌های ۷۵ تا ۱۵۰ میلی‌متر، از قطرهای ۳ تا ۳ میلی‌متر استفاده می‌شود. از این نوع مش می‌توان به عنوان مش درگیر کننده یا مسلح کننده استفاده نمود.

د) مش بافته شده شش ضلعی (توری مرغی): از سیم فلزی که برای ایجاد چشمه‌های شش ضلعی، بافته شده، تشکیل شده است و شبیه به مش جوش شده است. این نوع مش به عنوان یک مش درگیر کننده یا مسلح کننده استفاده می‌شود. در صورت کاربرد توری مرغی، باید به مقاومت‌های کافی مکانیکی، مقاومت در برابر خوردگی و دوام کافی آن در شرایط بهره‌برداری توجه نمود.

#### الف. ۴-۱-۳ سیستم‌های متصل کننده مش

از آنجایی که نقش مش، حفظ پوشش محافظ در موقعیت خود می‌باشد، باید به وسیله یک روش مناسب به سطح زیر کار متصل شود. در ادامه چند روش ارائه شده است.

جایی که مش می‌تواند به طور کامل پیرامون سطح زیر کار را بپوشاند، برای مثال، پیرامون یک لوله، معمولاً استفاده از اتصال به سطح زیر کار نیاز نیست. در این صورت دو سر مش باید در انتها هم‌پوشانی داشته و به هم دوخته شوند. شکل الف. ۲. مثالی‌هایی از مقاطع افقی و قائم را نشان می‌دهد که به علت وجود گوشه داخل رونده در مقطع یا به علت محصور شدن کل مقطع با پوشش محافظ، مش مسلح کننده مورد نیاز نیست.

شکل الف. ۳. شامل مثال‌هایی از حالت‌های متداول است که داخل شوندگی در مقطع یا محصور شدگی کامل مقطع با پوشش محافظ وجود ندارد و مش مسلح کننده مورد نیاز است.

همچنین در هر جایی که ابعاد مقطع خیلی بزرگ است (یعنی جان بزرگتر از ۶۵۰ میلی‌متر و بال بزرگتر از ۴۰۰ میلی‌متر)، استفاده از مش مسلح کننده لازم است. همچنین اگر ضخامت پوشش محافظ بالاتر از حداکثر ضخامتی باشد که برای آن آزمون مقاومت در برابر آتش انجام شده است، استفاده از مش مسلح کننده ضروری است.



استفاده از متصل‌کننده‌های جوشی، پیچی یا میخکوب شونده برای حفظ مش و پوشش محافظ لازم است. تعداد کافی از آنها باید به سطح زیر کار متصل شود تا پوشش محافظ را در شرایط مورد نظر نگه دارد. به این منظور پین‌ها و اتصالات جوشی به شکلی باید به سطح زیر کار متصل شوند که حداکثر فاصله مش از سطح زیر کار از حدود ۶ میلی‌متر تجاوز نکند. برای وصل کردن این متصل‌کننده‌ها به مش، می‌توان از پولک، مفتول سیمی یا خم کردن پین بر روی مش استفاده نمود.

پین‌های پلاستیکی یا پین‌های متصل شده با چسب، عموماً به علت مقاومت کم در برابر دماهای بالا، نامناسب هستند. لذا باید از پین‌های فولادی استفاده شود. مش با گره زدن به صورت مناسب (مثلاً بوسیله مفتول) به پین‌ها، متصل شده و سپس پین‌ها بر روی مش خم شوند.

در محلهایی که از پین فولادی برای نگهداری مش فولادی استفاده می‌شود و سطح زیر کار از نوع فولادی همراه با ضد زنگ است، لازم است در صورت نیاز به مقابله با خوردگی فولاد، ضد زنگ در محل اجرای پین‌ها ترمیم و مجدداً اجرا شود.

## الف. نکات اجرایی و بازرسی‌های لازم

### الف. ۵-۱ حفاظت و نگهداری

حفاظت از پوشش‌های محافظ بسته‌بندی شده در کیسه در مقابل رطوبت، قبل، در حین و بعد از تحویل در محل اجرا، لازم است. برای این منظور لازم است کیسه‌ها در یک فاصله مناسب از زمین (مثلاً به کمک پالت‌های چوبی) قرار گرفته و روی آنها در محیط‌های باز و مرطوب با نایلون پوشیده شود.

دقت شود تا مصالح به طور مناسب نگهداری و استفاده شود، چون انواعی از مصالح تحت تأثیر فشارهای زیاد دچار تغییر خصوصیات می‌شوند. در انبار کردن کیسه‌ها باید حداکثر تعداد مجاز کیسه‌هایی که می‌توان روی هم قرار داد، توجه شود. معمولاً برای مناطق خشک و خنک برای کیسه‌های سیمان، حداکثر ۱۰ کیسه به عنوان عدد مجاز قید شده است.

### الف. ۵-۲ توجه به تجهیزات

تجهیزات اصلی و جانبی پاشش باید به طور منظم از نظر مسائل زیر کنترل شود:

الف) تمیز و عاری بودن از مواد آلاینده (مانند گرد و خاک یا مواد باقی‌مانده از نوبت‌های قبلی پاشش).  
ب) تمامی اجزا وظیفه خود را درست انجام می‌دهند تا محصول نهایی کیفیت لازم را داشته باشد. برای مثال، فن‌ها، دمنده‌ها و مخلوط‌کن‌ها.

ج) نازل‌های هوا و پاشش مواد، عاری از هرگونه گرفتگی باشند.

د) شیرهای دورانی، لوله‌های مواد، لوله‌های هوای فشرده و لوله‌های آب، فاقد هرگونه نشت هستند.



### الف. ۵-۳ سرویس‌ها

باید کنترل شود که سرویس‌های مربوط به عملیات پاشش کافی و مناسب هستند:  
 الف) ولتاژ ثابت و مناسب است.  
 ب) آب از نوع آشامیدنی بوده و در کل زمان پروژه در حجم کافی و فشار ثابت تأمین می‌شود.  
 ج) هوای فشرده تمیز در فشار درست، موجود است.

### الف. ۵-۴ کارهای مقدماتی

همه سطوح زیر کار باید مطابق ضوابط این دستورالعمل آماده شوند. همچنین در مکان‌های اشاره شده در این دستورالعمل، نگهدارنده مکانیکی باید تأمین و مطابق ضوابط نصب شود. چنانچه شرکت تولید کننده برای آماده سازی سطح زیر کار، دارای دستورالعمل‌های خاص و یا اضافی نسبت به آنچه در این گزارش آمده است، می‌باشد باید به صورت کتبی آن را به مرکز اعلام تا نسبت به بررسی و تصمیم‌گیری اقدام لازم صورت گیرد.

### الف. ۵-۵ تکنیک اجرا

اجرا باید توسط عوامل آموزش دیده و به صورت دقیق صورت گیرد. خصوصاً رعایت پیمان‌های دقیق برای تأمین اختلاط مناسب ضروری است. ضخامت نهایی پاشش هر تک لایه به میزان قابل توجهی به نوع مصالح، شکل سطح زیر کار و مهارت اجرا کننده بستگی دارد، بنابراین ضخامت باید به نحو مناسب و مطابق با دستورالعمل ارائه شده توسط مرکز کنترل و هرگونه کسری ضخامت باید در انتهای هر دوره کاری، اصلاح شود. در صورت استفاده از چسب‌ها، توصیه‌های تولیدکننده چسب باید رعایت شده.  
 چگالی نهایی پوشش محافظ اجرا شده می‌تواند حداکثر دارای اختلافی معادل  $\pm 15\%$  با چگالی اعلام شده در گواهینامه فنی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد. طرح اختلاط و چگالی پوشش محافظ باید به گونه‌ای انتخاب شود که مناسب کاربردش برای محافظت در برابر آتش باشد.

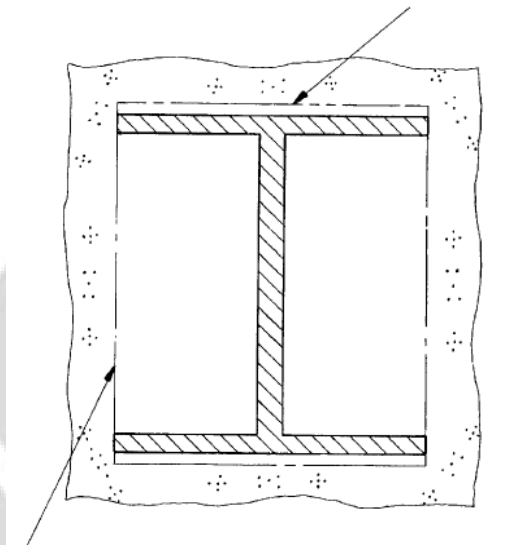
### الف. ۵-۶ حفاظت از مناطق مجاور

هنگامی که عملیات اجرا، در بالا یا مجاور ماشین‌آلات مکانیکی یا نزدیک سیستم‌های تهویه انجام می‌شود، احتیاط‌های ویژه‌ای برای جلوگیری از ورود مواد در حال پاشش به آن سیستم‌ها و تجهیزات صورت گیرد.

### الف. ۵-۷ حفاظت در حین اجرای پوشش

پوشش محافظ پس از اجرا تا زمان گیرش نهایی، تحت تأثیر شرایط مختلف محیطی است. در این مدت ضروری است تا پوشش محافظ در معرض خشک شدن سریع، باران، آب جاری، یخ زدن، حرکت سازه‌ای، ارتعاش و ضربه قرار نگیرد.

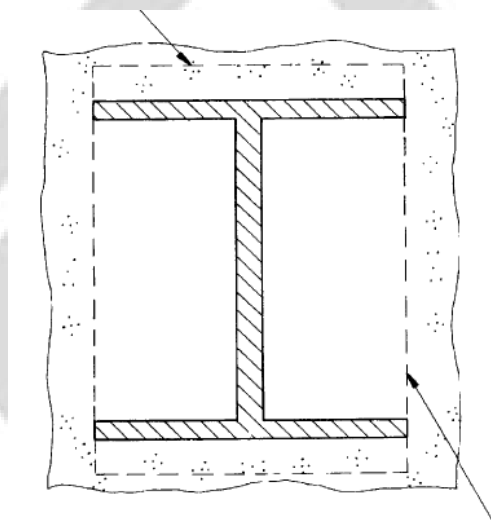
مش درگیر کننده برای مواد پاششی دوغابی که در فاصله حدود شش میلی متری از سطح زیر کار نصب شده تا امکان عبور کافی مواد پاششی را فراهم کند.



مش درگیر کننده، سطح زیر کار را برای پوشش محافظ شکل می دهد.

الف) مش درگیر کننده برای محافظت به شکل جعبه با استفاده از مواد پاششی دوغابی

مشی که نقش نگهدارنده برای پوشش های پشم معدنی (Mineral wool spray) را دارد و در یک سوم آخر پوشش قرار می گیرد.



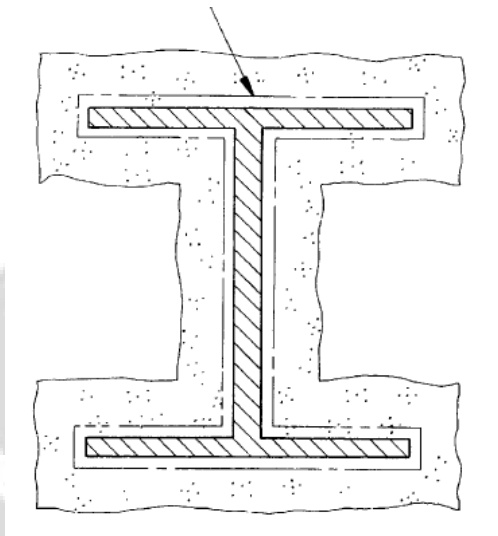
مش درگیر کننده یک سطح زیر کار برای پوشش محافظ را شکل می دهد.

ب) مش درگیر کننده / نگهدارنده برای محافظت به شکل جعبه با استفاده از پوشش های پشم معدنی

شکل الف. ۱- نگهدارنده های مکانیکی (ادامه دار)

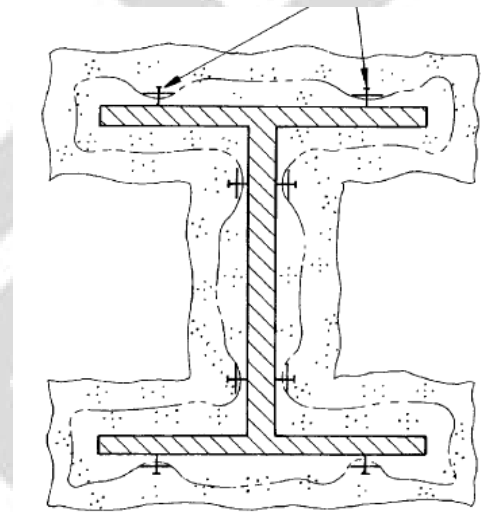


مش درگیر کننده برای مواد پاششی دوغابی که در فاصله حدود ۶ میلی متری از سطح زیر کار نصب شده تا امکان عبور کافی مواد پاششی را فراهم کند.



ج) مش درگیر کننده برای محافظت به شکل مقطع زیر کار (پروفیلی)

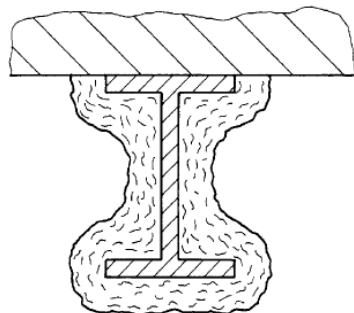
مش مسلح کننده شش ضلعی بافته شده (توری مرغی) که با کمک کلیپس های مخصوص به بین های جوش شده، متصل شده تا مش در محلش تثبیت شود.



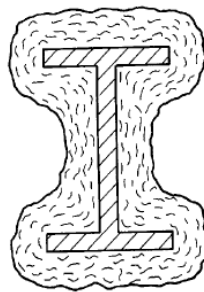
د) مش مسلح کننده

نکته: مش مسلح کننده اضافی ممکن است برای بعضی شرایط مانند ضخامت زیاد پوشش، لازم شود.

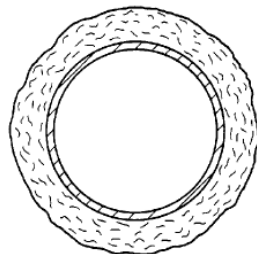
ادامه شکل الف. ۱- نگهدارنده های مکانیکی



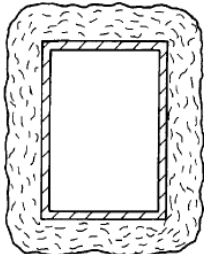
a)



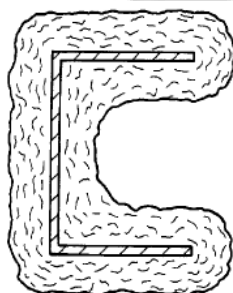
b)



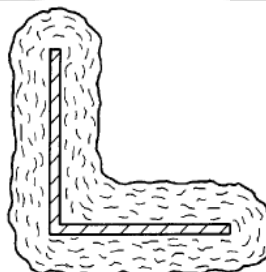
c)



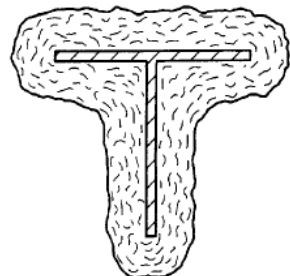
d)



e)

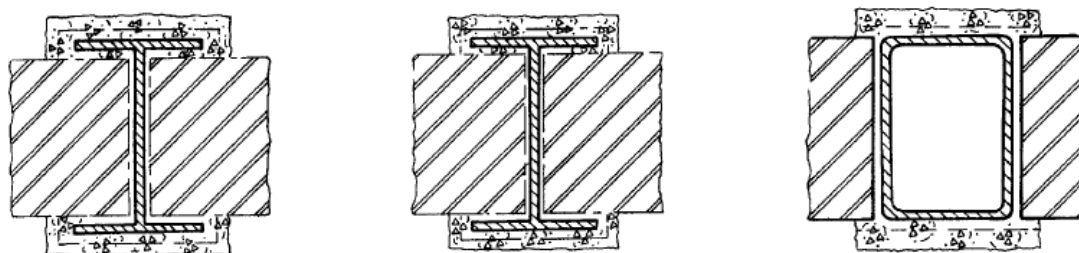


f)

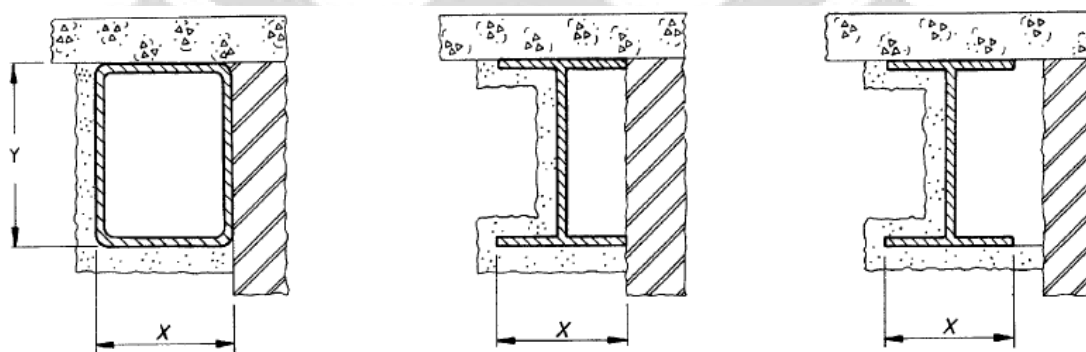


g)

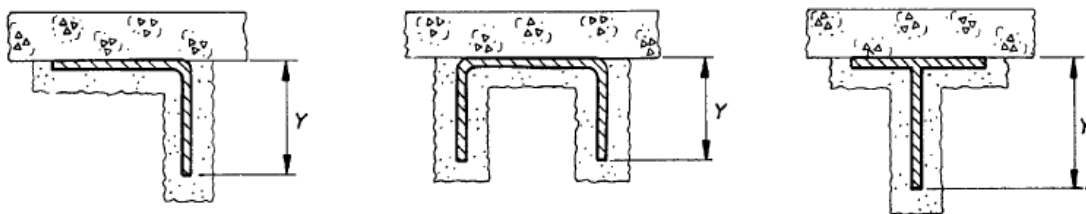
شکل الف.۲- محصور کردن و پروفیل‌ها با شکل داخل رونده



الف) مسلح کردن در همه حالت‌ها لازم است. مش ممکن است به دیوار یا فولاد متصل شود اما در هر شرایطی به هر دو مجاز نیست. اگر از صفحات مش فلزی منبسط شده با واشر به عنوان مسلح کننده غیر پیوسته استفاده شود، بین‌ها باید در فواصل ۲۵۰ میلی‌متری از هم قرار بگیرند. مش مسلح کننده پیوسته نیز می‌تواند به بال مقطع فولادی به وسیله پین‌ها و واشرها وصل شود.

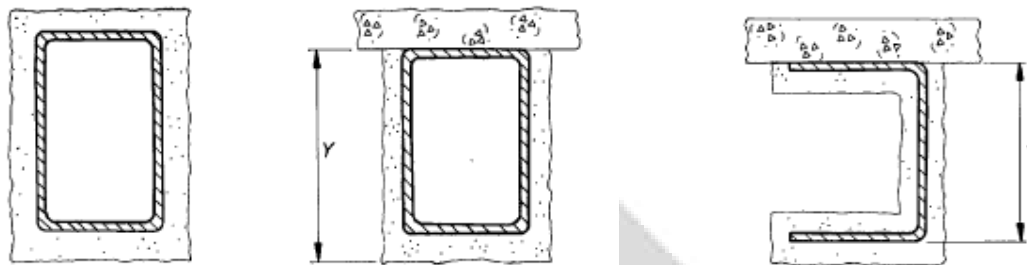


ب) اگر فاصله X از ۲۰۰ میلی‌متر تجاوز کند، مش مسلح کننده باید به بال پایینی متصل شود. مش مسلح کننده باید فقط به مقطع فولادی متصل شود اگر درزها را می‌پوشاند. اگر فاصله Y از ۴۰۰ میلی‌متر تجاوز کند، مش مسلح کننده باید به مقطع فولادی متصل شود.



ج) اگر فاصله Y از ۴۰۰ میلی‌متر تجاوز کند، مش مسلح کننده باید به مقطع فولادی متصل شود.

شکل الف.۳- حالت‌هایی که محصور کردن یا پروفیل با شکل داخلی رونده وجود ندارد. (ادامه‌دار)



د) اگر فاصله  $Y$  از ۴۰۰ میلی‌متر تجاوز کند، مش مسلح کننده باید به مقطع فولادی متصل شود. مش مسلح کننده باید به مقطع فولادی متصل شود. مش مسلح کننده باید به مقطع فولادی متصل شود. مش مسلح کننده باید به مقطع فولادی متصل شود.

ه) مقاطع توخالی دایره‌ای نیاز به مش مسلح کننده ندارند مگر آنکه قطر آنها از ۴۰۰ میلی‌متر تجاوز کند. در مقاطع توخالی مستطیلی به عنوان تیر باید از مش مسلح کننده استفاده شود اگر بعد  $Y$  از ۴۰۰ میلی‌متر تجاوز کند. اگر به عنوان ستون استفاده شود، در صورت افزایش هر بعد از ۴۰۰ میلی‌متر، نیاز به مش مسلح کننده می‌باشد.



و) اگر یک دیوار جدا کننده شامل یک درز انبساطی باشد، پوشش محافظ نباید درز را بپوشاند. لازم است که مصالح درز انبساطی مورد استفاده، به بال تیر آسیب نزنند و زیر تیر را در معرض هوا قرار ندهند.

ی) اگر فاصله  $X$  از ۲۰۰ میلی‌متر تجاوز کند، مش مسلح کننده باید به بال

ادامه شکل الف.۳- حالت‌هایی که محصور کردن یا پروفیل با شکل داخل رونده وجود ندارد.