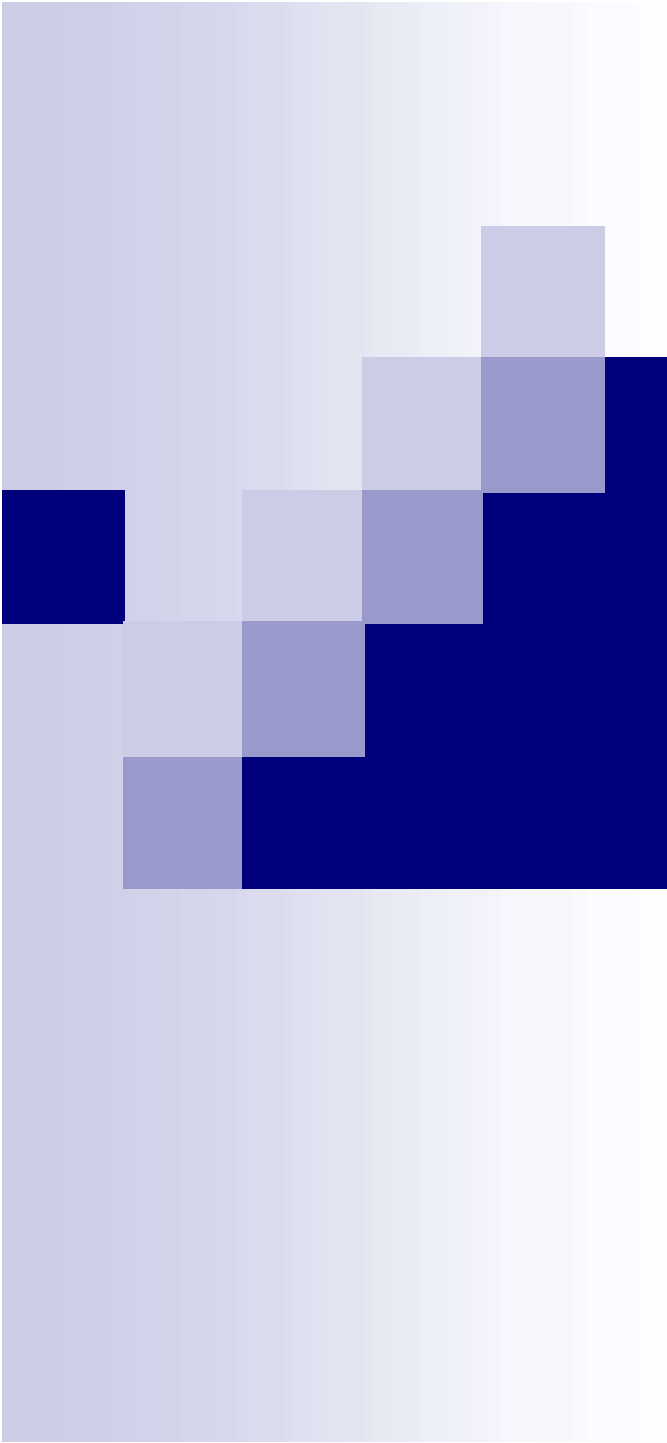




طراحی سیستمهای اسپرینکلر دوره تکمیلی

Resume



First CFPS Holder in Iran



SFPE Certified- Sprinkler Designer



First CWBSP Holder in the world



NFSA Certified- WB Hydraulic Calculation



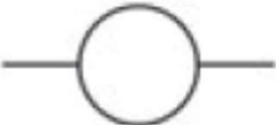
First CSITMS Holder in Iran



NFPA 13, 20, 25, 750 & 2001

- Author of the "Fire Sprinkler System Design" book in Iran
- Member of Technical committee of the "Iran National Standards Organization"
- Member of Technical committee of the "Tehran Fire Department"
- Member of Technical committee of the "BHRC- Ministry of Road and Urban Development"
- Member of Faculty of "National Fire Fighting and Urban Safety Congress"
- Lecturer of Tehran Fire department & Tehran Construction Engineering Organization

Legends (NFPA 170)

اسپرینکلر بالازن	
اسپرینکلر پایین زن	
اسپرینکلر با محافظ	
اسپرینکلر دیواری	
رایزر	
شیر (در حالت کلی)	



Legends:

شیر ستونی با نشانگر	
شیر دنده بیرونی با غلاف	
شیر پروانه ای نشان دهنده	
شیر یک طرفه	
شیر ممانعت از برگشت جریان شیر یک طرفه دوتایی	
شیر ممانعت از برگشت جریان شیر ناحیه فشار کم شده	



Legends:

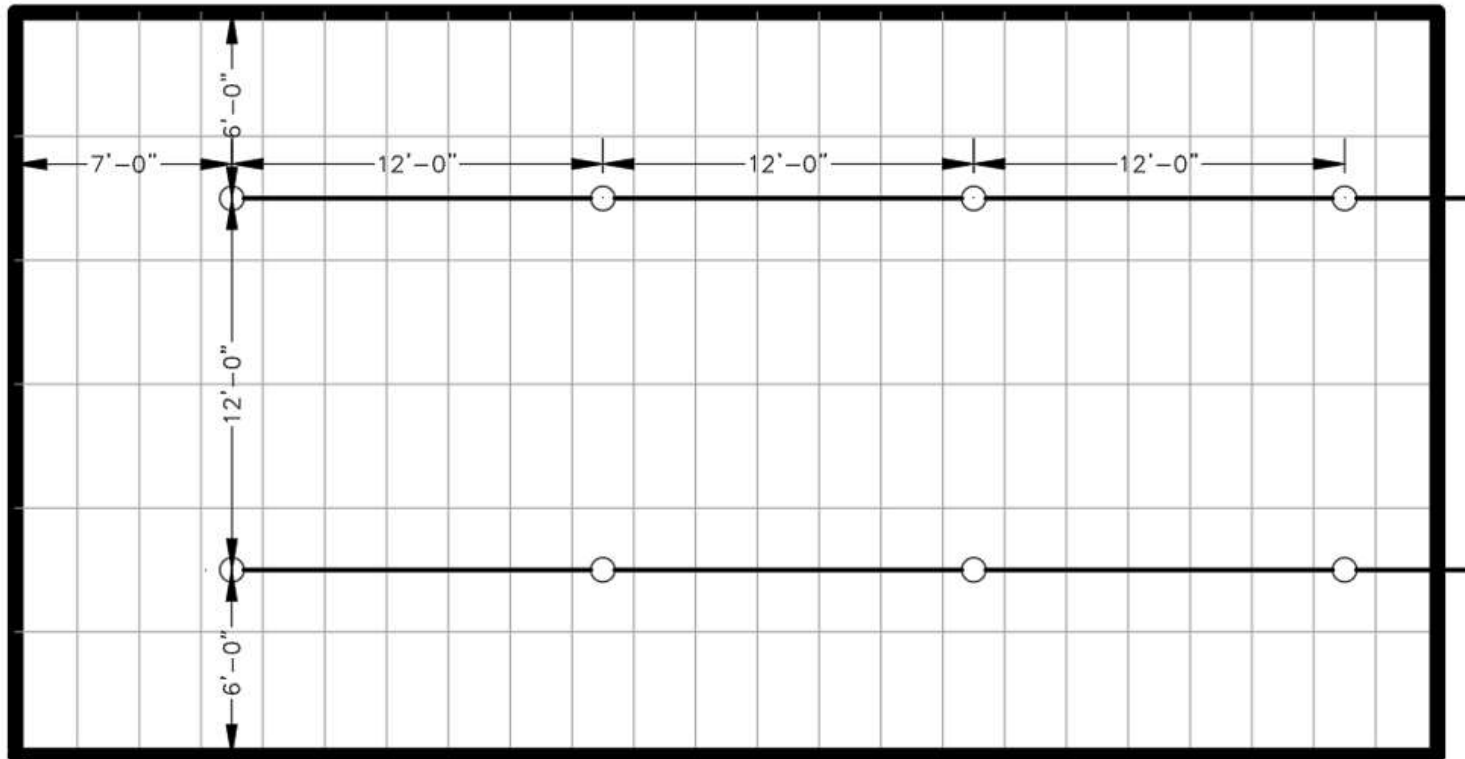
شیر یک طرفه هشداردهنده	
شیر لوله خشک	
شیر لوله خشک با تجهیزات سریع باز شونده	
شیر سیلابی	
شیر پیش عملگر	
انشعاب آتش نشانی دوتایی	
انشعاب آتش نشانی تکی	
پمپ آتش نشانی با محرک	

نوع خطر	سازه سقف	روش محاسبه سائزینگ	بیشترین مساحت پوشش مجاز	
			ft ²	m ²
کم خطر	غیر قابل اشتعال، غیر مسدود کننده	محاسبات هیدرولیکی	۲۲۵	۲۰
	غیر قابل اشتعال، مسدود کننده	محاسبات هیدرولیکی	۲۲۵	۲۰
	غیر قابل اشتعال، غیر مسدود کننده	جداول پیش تعیین شده	۲۰۰	۱۸
	غیر قابل اشتعال، مسدود کننده	جداول پیش تعیین شده	۲۰۰	۱۸
میان خطر	هر نوع	هر دو روش	۱۳۰	۱۲
پر خطر	هر نوع	جداول پیش تعیین شده	۹۰	۸/۴
	هر نوع	محاسبات هیدرولیکی با چگالی کمتر از $0.25 \frac{gpm}{ft^2}$	۱۳۰	۱۲
	هر نوع	محاسبات هیدرولیکی با چگالی حداقل $0.25 \frac{gpm}{ft^2}$	۱۰۰	۹
انبار توده بلند	هر نوع	محاسبات هیدرولیکی با چگالی کمتر از $0.25 \frac{gpm}{ft^2}$	۱۳۰	۱۰۰
	هر نوع	محاسبات هیدرولیکی با چگالی حداقل $0.25 \frac{gpm}{ft^2}$	۱۰۰	۹

جدول ۱-۱۳ مساحت پوشش اسپرینکلرها در سازه های رایج

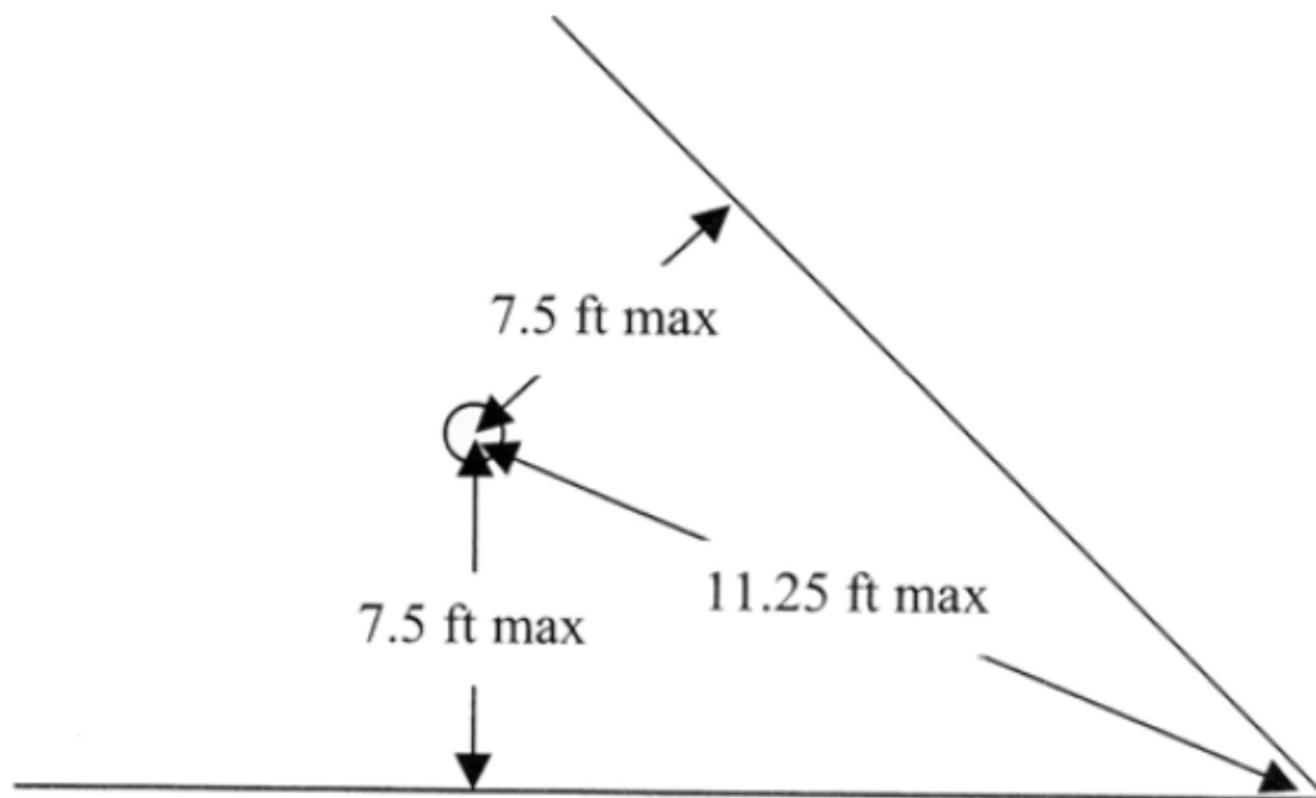
حداکثر فاصله بین اسپرینکلرها:

بیشترین فاصله مجاز اسپرینکلرها در محیطهای کم خطر و میان خطر برابر با ۱۵ فوت یا ۴۶۰ سانتیمتر است. در محیطهای پرخطر و انبارهای توده بلند، بیشترین فاصله مجاز متناسب با چگالی مورد نیاز تعیین می شود. اگر چگالی کمتر از $0.25 \frac{gpm}{ft^2}$ باشد، بیشترین فاصله مجاز ۱۵ فوت یا ۴۶۰ سانتیمتر و اگر چگالی $0.25 \frac{gpm}{ft^2}$ یا بیشتر باشد، بیشترین فاصله مجاز ۱۲ فوت یا ۳۷۰ سانتیمتر در نظر گرفته می شود.

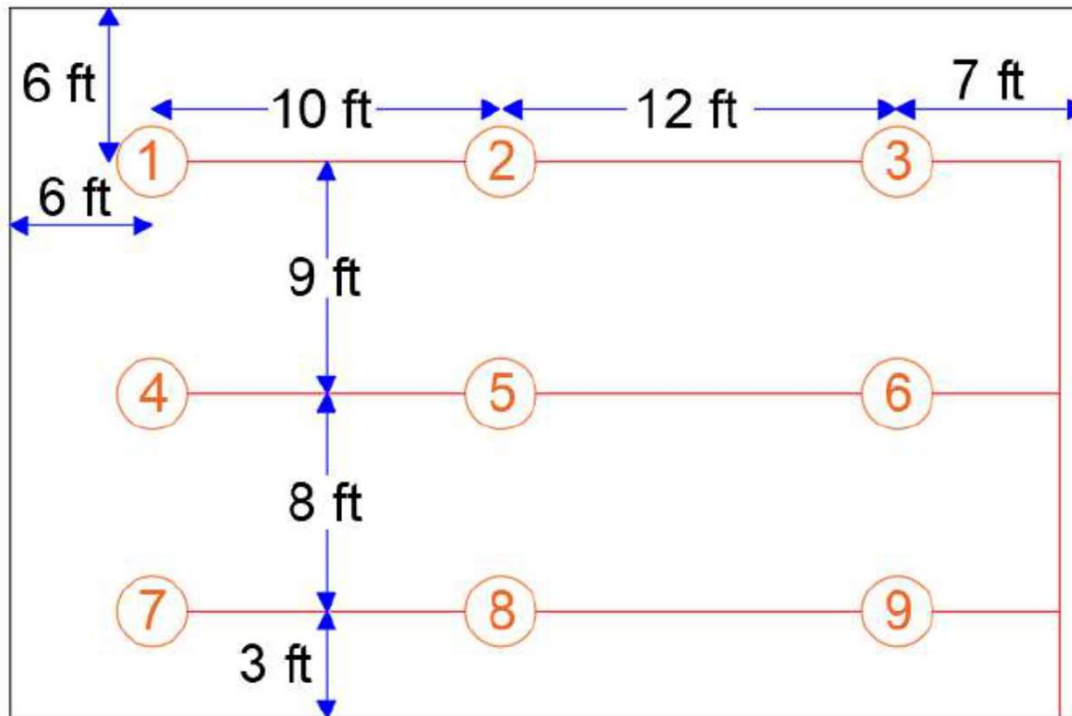


شکل ۹-۱۳ فاصله اسپرینکلرها از دیوار برابر است با نصف فاصله مجاز

رعایت فواصل تا دیوار و کنج وقتی زاویه بین دیوارها کمتر از ۹۰ درجه باشند:



مساحت پوشش اسپرینکلر:



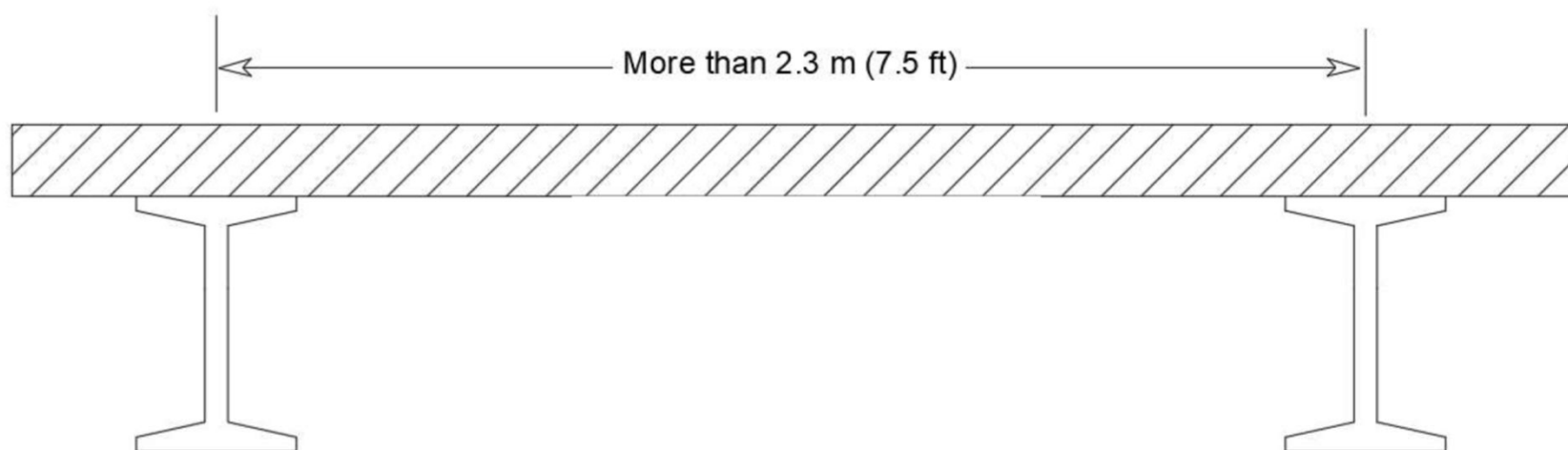
S فاصله دو اسپرینکلر روی یک شاخه

L فاصله دو اسپرینکلر روی دو شاخه مجاور

$$A = S \times L$$

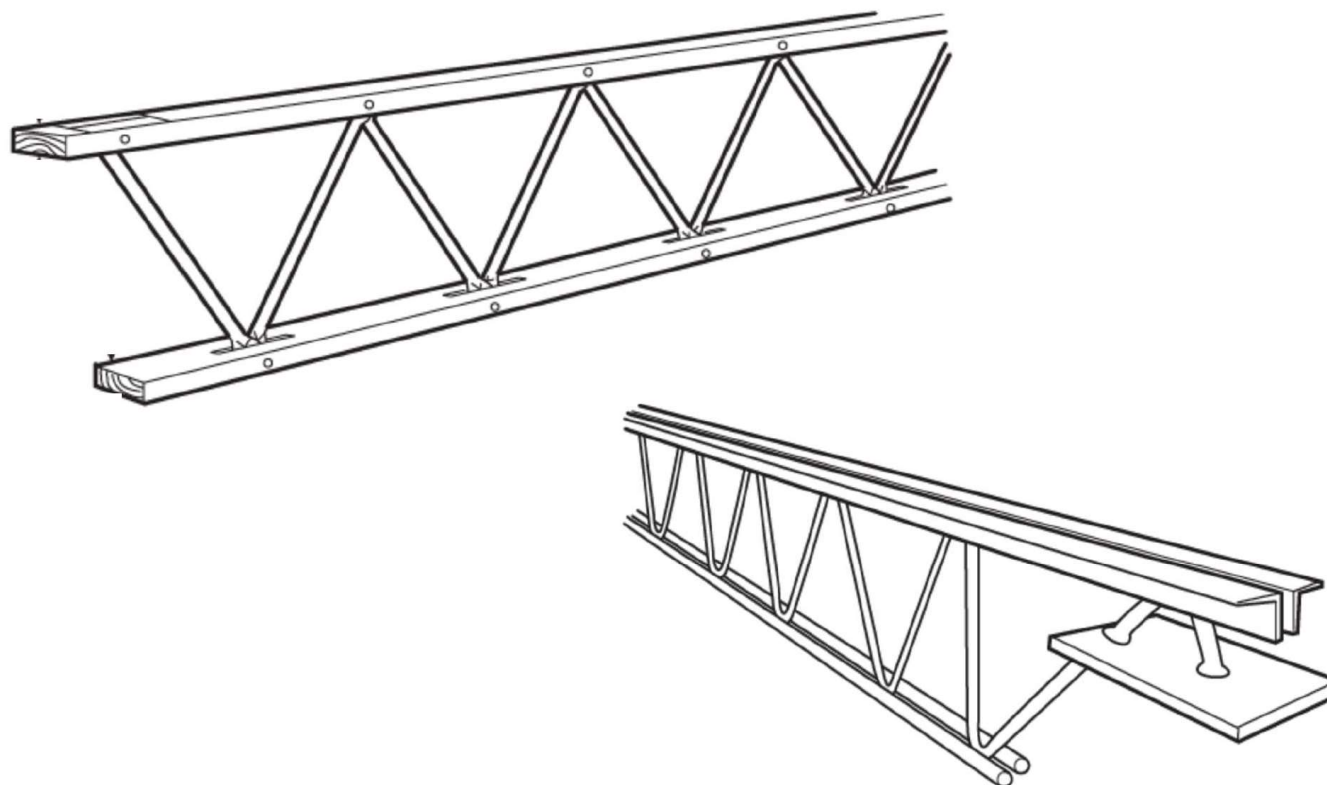
تعریف سازه غیر مسدود کننده (Unobstructed Construction):

بدون در نظر گرفتن جنس و شکل سازه، اگر فاصله بین اعضاء سازه ای از یکدیگر بیشتر از ۷/۵ فوت یا ۲۳۰ سانتیمتر باشد یا اینکه اعضاء سازه ای در فاصله حداکثر ۷/۵ فوت یا ۲۳۰ سانتیمتر از یکدیگر قرار گرفته باشند ولی بیش از ۷۰ درصد از سطح مقطع سازه باز باشد.



سازه غیر مسدود کننده :

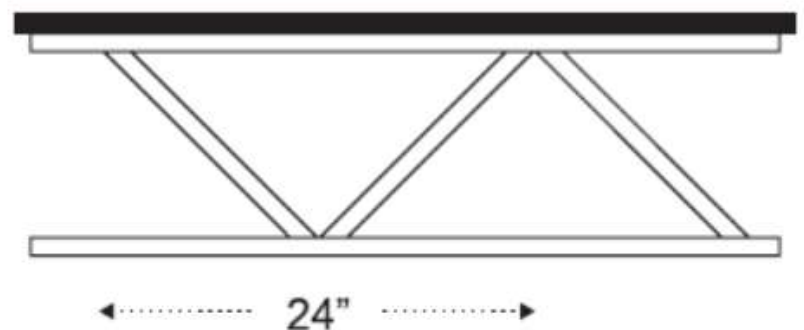
بدون در نظر گرفتن جنس و شکل سازه، اگر فاصله بین اعضاء سازه ای از یکدیگر بیشتر از $7/5$ فوت یا 230 سانتیمتر باشد یا اینکه اعضاء سازه ای در فاصله حداکثر $7/5$ فوت یا 230 سانتیمتر از یکدیگر قرار گرفته باشند ولی بیش از 70 درصد از سطح مقطع سازه باز باشد.



مثال) نوع سازه نمایش داده شده در شکل ۱۳-۱ را تعیین کنید. (ضخامت لبه ها را ۱/۵ اینچ در نظر بگیرید)



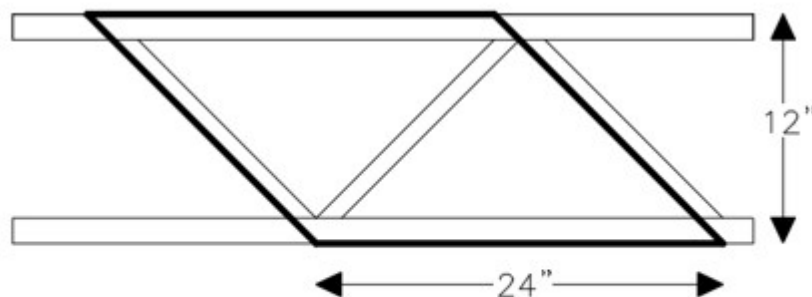
نمای روبرو



نمای جانبی

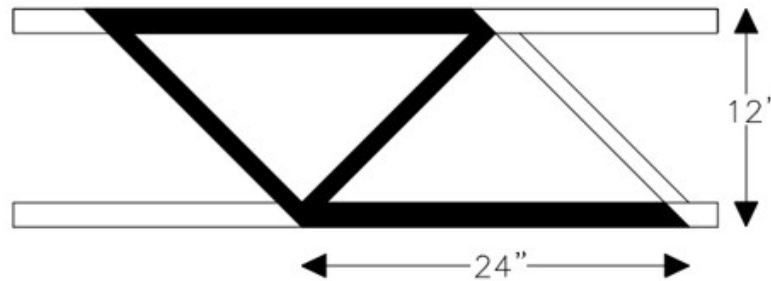
شکل ۱۳-۱ سازه مطرح شده در مثال

حل:



شکل ۱۳-۲ بخش تکرار شونده سازه به شکل متوازی الاضلاع

$$24 \times 12 = 288 \text{ in}^2$$



شکل ۳-۱۳ نمایش لبه های بالایی، پایینی و دو عضو مورب

- مساحت دو لبه پایینی و بالایی:

$$(24 \times 1.5) + (24 \times 1.5) = 72 \text{ in}^2$$

- مساحت دو عضو مورب:

$$(15 \times 1.5) + (15 \times 1.5) = 45 \text{ in}^2$$

- مجموع مساحت اعضاء سازه ای:

$$72 + 45 = 117 \text{ in}^2$$

ج- مساحت فضای باز سازه از تفاضل مقادیر بدست آمده در دو بخش قبلی بدست می آید:

$$288 - 117 = 171 \text{ in}^2$$

د- درصد فضای باز برابر است با:

$$171 \div 288 = 59\%$$

فضای باز محاسبه شده کمتر از ۷۰ درصد است، بنابراین سازه مطرح شده در مثال مسدود کننده می باشد.



سازه مسدود کننده : سازه پنلی (Panel Construction)

مساحت تشکیل شده بین اعضاء مجاور هم حداکثر ۳۰۰ فوت مربع (۲۸ متر مربع) باشد



شکل ۴-۱۳ سازه پنلی

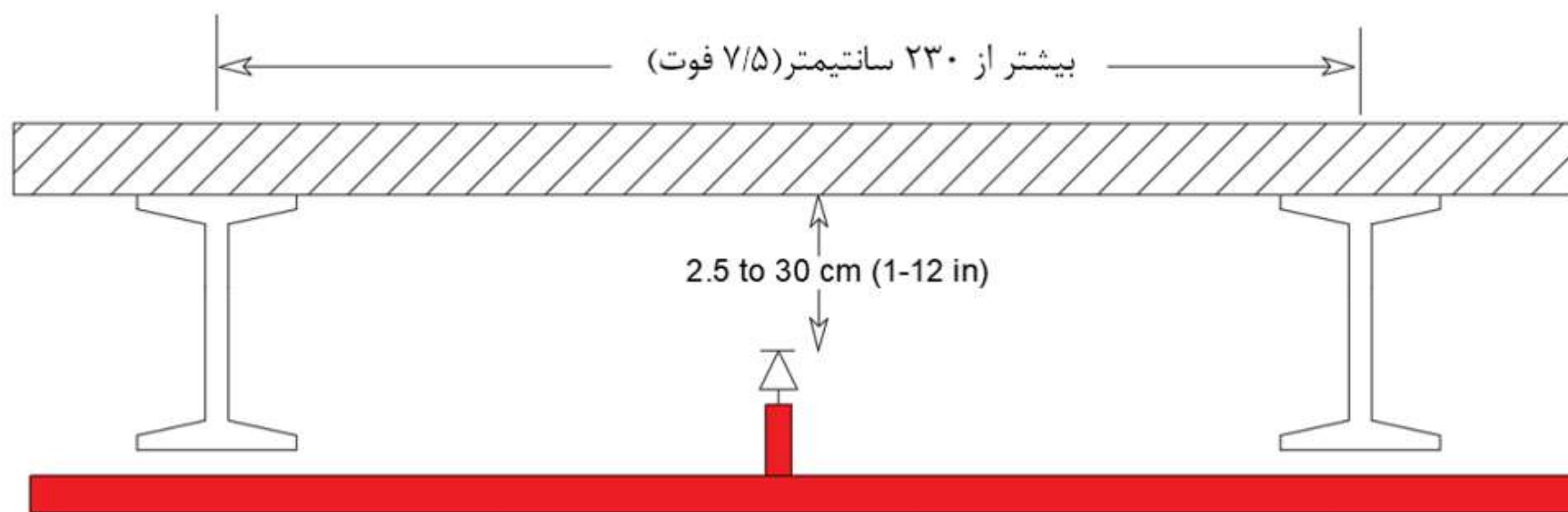
رعایت فاصله اسپرینکلر تا سقف



شکل ۲۶-۱۳ روش نادرست برای کمک به فعال شدن اسپرینکلر

فاصله اسپرینکلر تا سقف در سازه های غیر مسدود کننده:

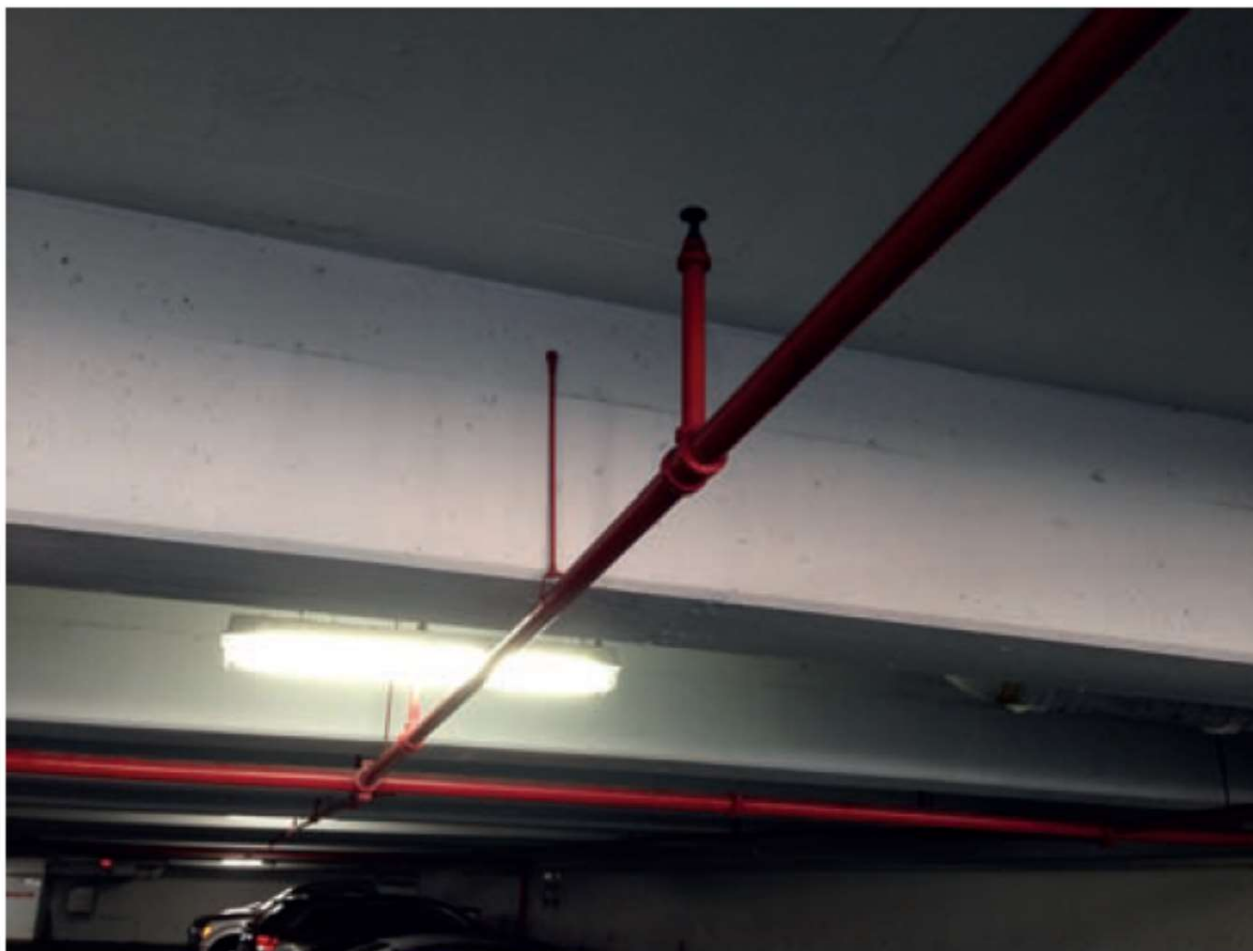
در سازه های غیر مسدود کننده فاصله دفلکتور از سقف باید بین ۱ تا ۱۲ اینچ باشد.



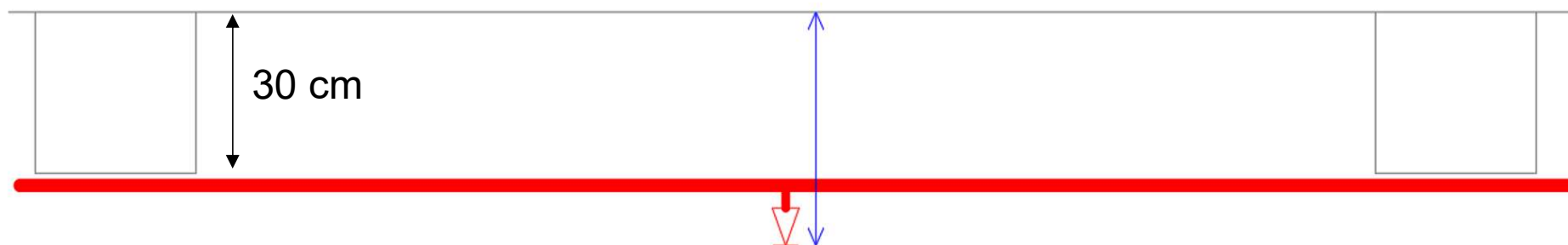
شکل ۲۷-۱۳ فاصله دفلکتور اسپرینکلرها در سازه های غیر مسدود کننده



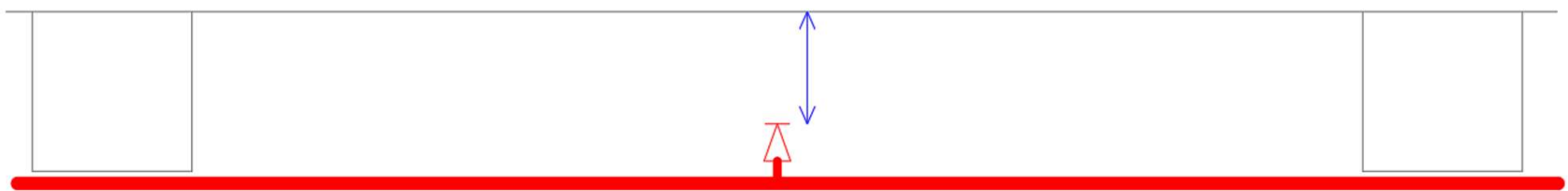
اهمیت انتخاب اسپرینکلر مناسب



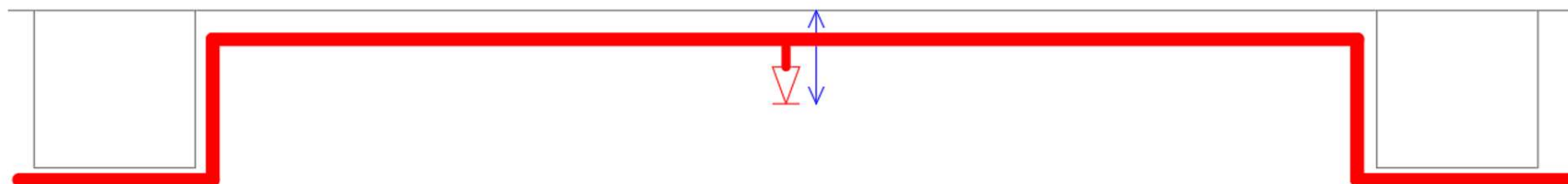
شکل ۲۳-۹ نصب اسپرینکلر در پارکینگ با سقف غیر مسدود کننده



شکل ۹-۲۴ عدم رعایت فاصله مناسب اسپرینکلر تا سقف

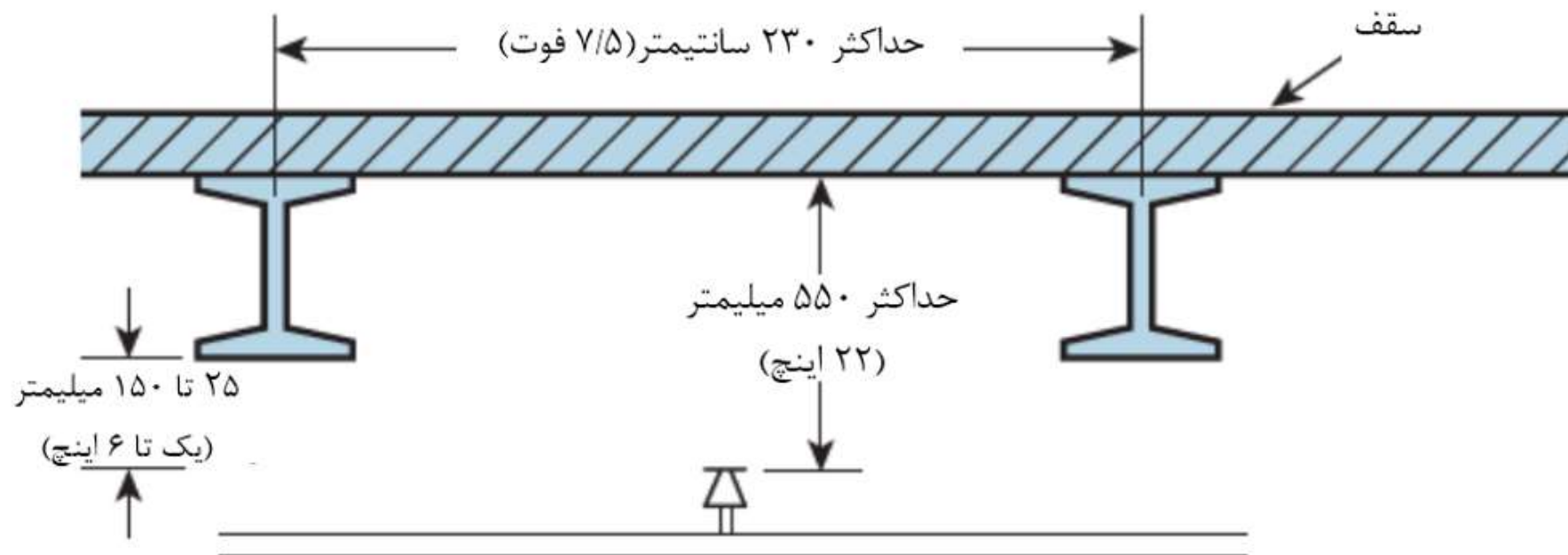


شکل ۹-۲۵ رعایت فاصله مناسب اسپرینکلر تا سقف



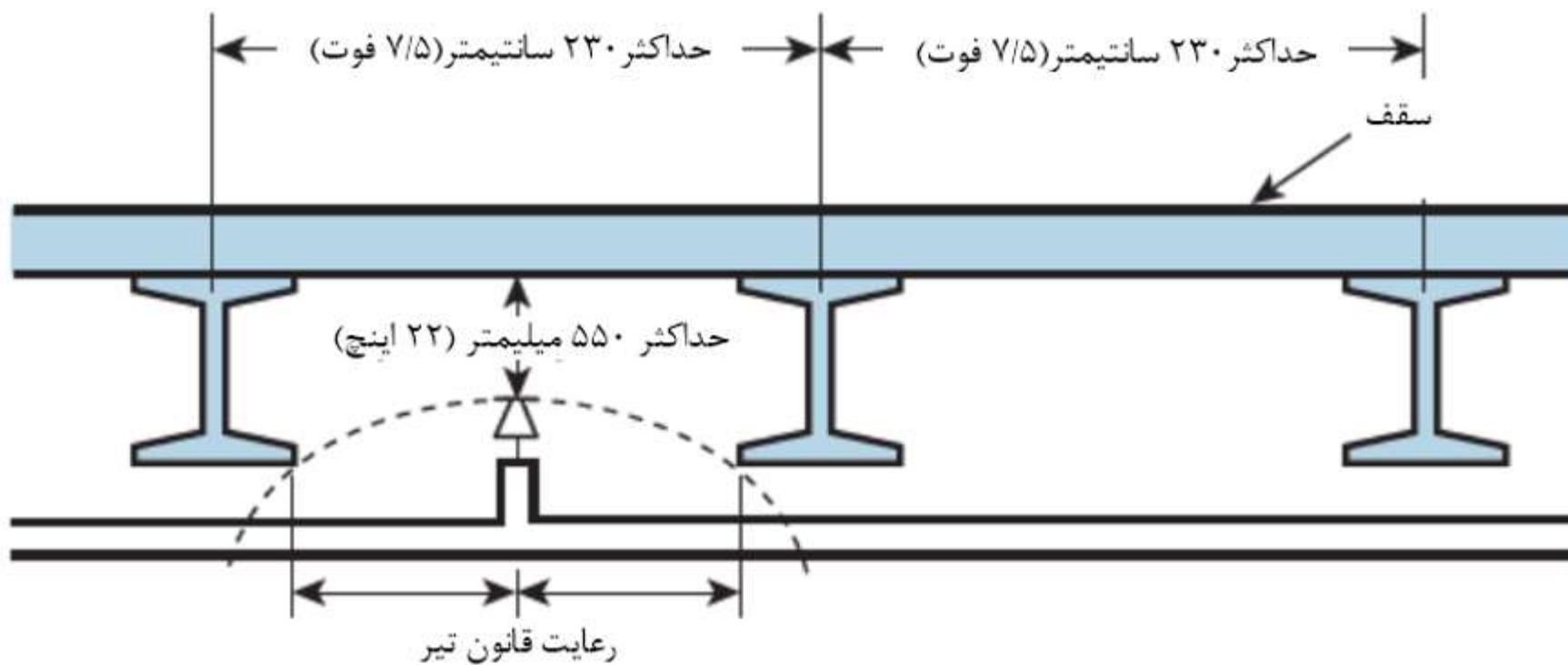
شکل ۹-۲۶ رعایت فاصله مناسب اسپرینکلر تا سقف (روش غیر معمول)

فاصله اسپرینکلر تا سقف در سازه های مسدود کننده:



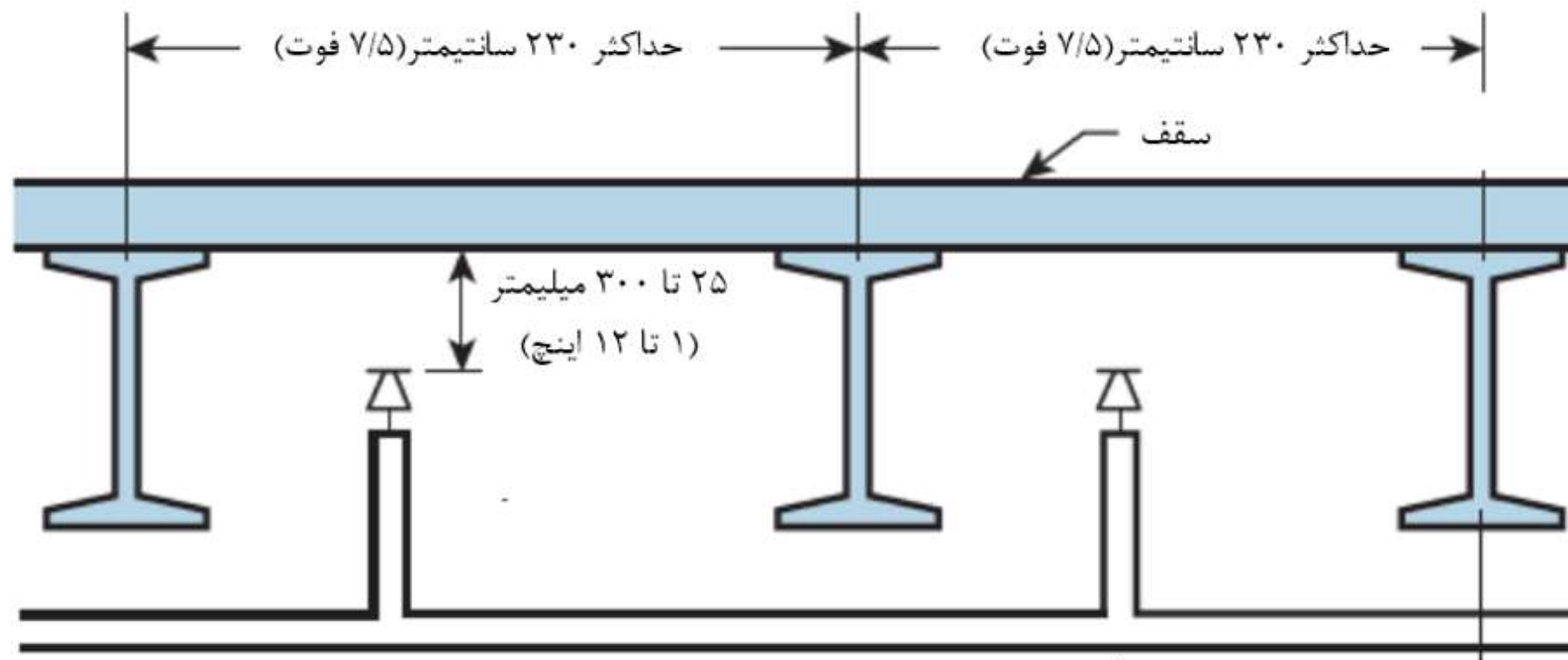
شکل ۲۸-۱۳ محل قرارگیری اسپرینکلرها در زیر سازه های مسدود کننده

فاصله اسپرینکلر تا سقف در سازه های مسدود کننده:



شکل ۲۹-۱۳ راهکار اول جانمایی برای اعضاء با عمق زیاد

فاصله اسپرینکلر تا سقف در سازه های مسدود کننده:

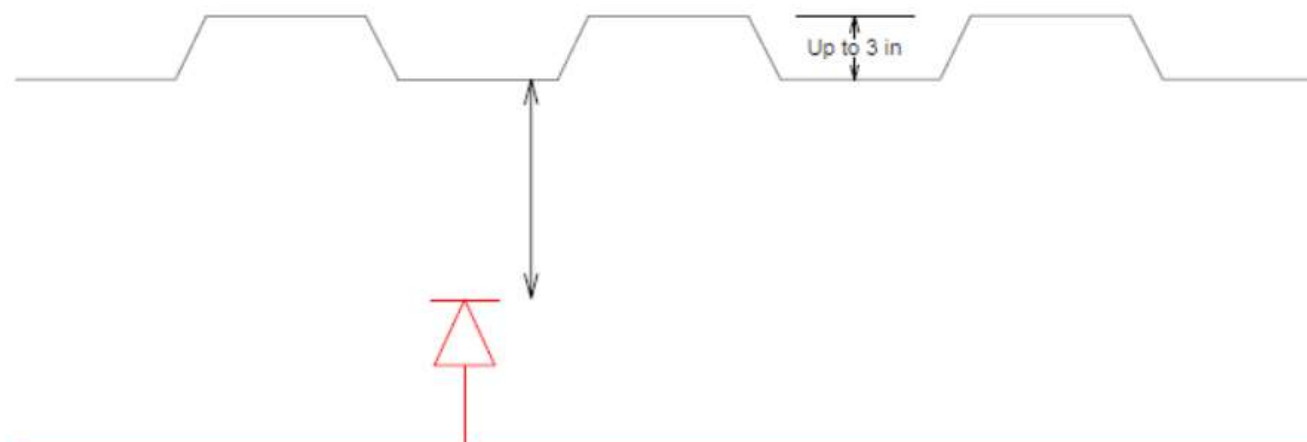


شکل ۳۰-۱۳ راهکار دوم جانمایی برای اعضاء با عمق زیاد

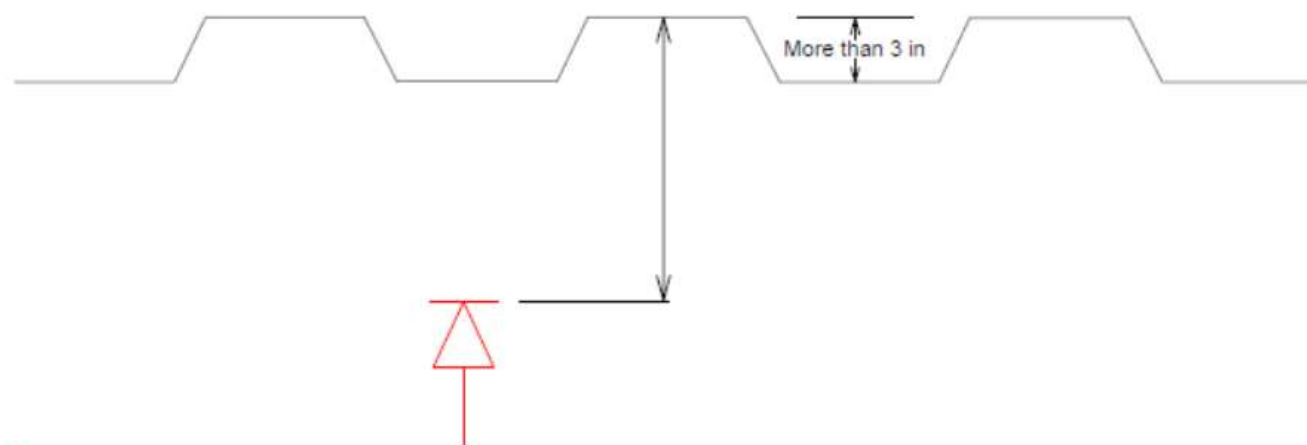
فاصله اسپرینکلر تا سقف متال دک:



شکل ۳۲-۱۳ سقف متال دک



شکل ۳۳-۱۳ اندازه گیری فاصله دفلکتور از سطح پایینی متال دک وقتی عمق حداکثر ۳ اینچ (۷۵ میلیمتر) است

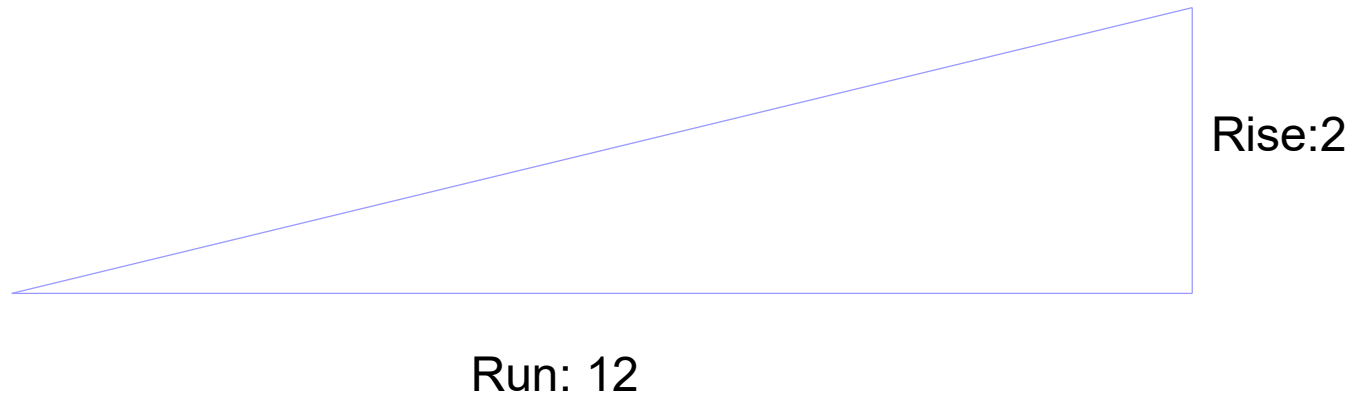


شکل ۳۴-۱۳ اندازه گیری فاصله دفلکتور از سطح بالایی متال دک وقتی عمق بیشتر از ۳ اینچ (۷۵ میلیمتر) است

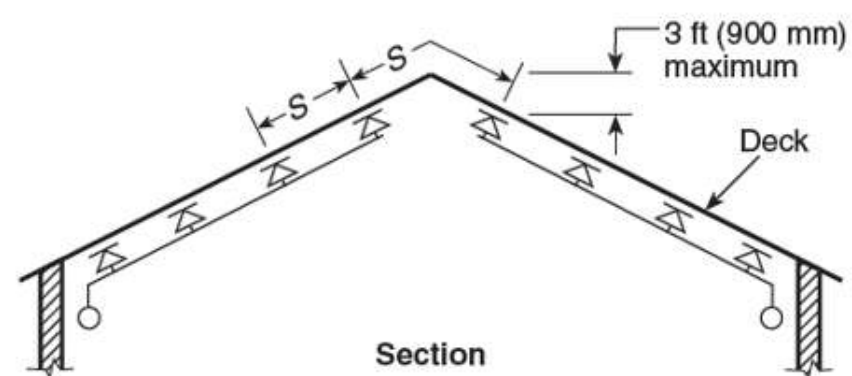
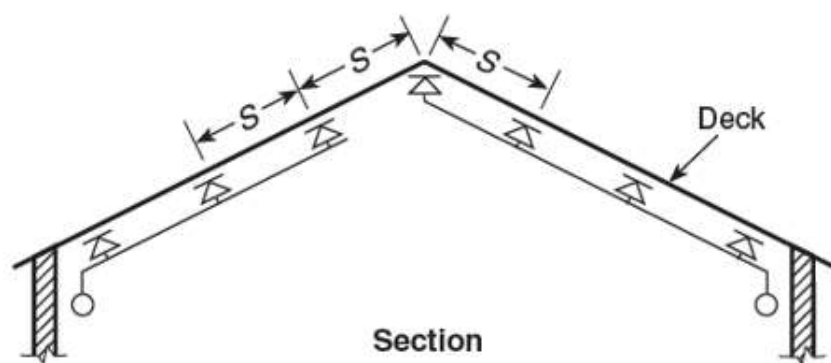


سقف شیبدار:

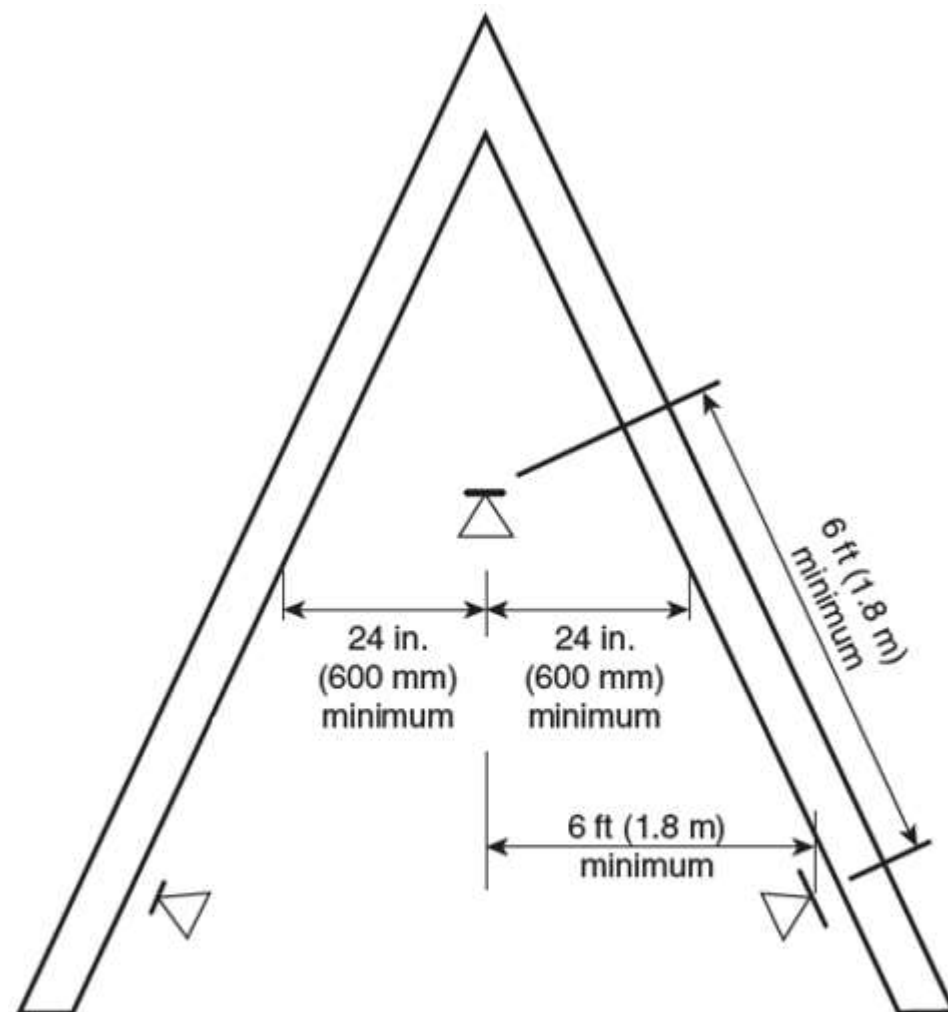
به سقف هایی با شیب بیشتر از ۲ در ۱۲ (معادل ۹/۴۶ درجه) شیبدار گفته می شود.



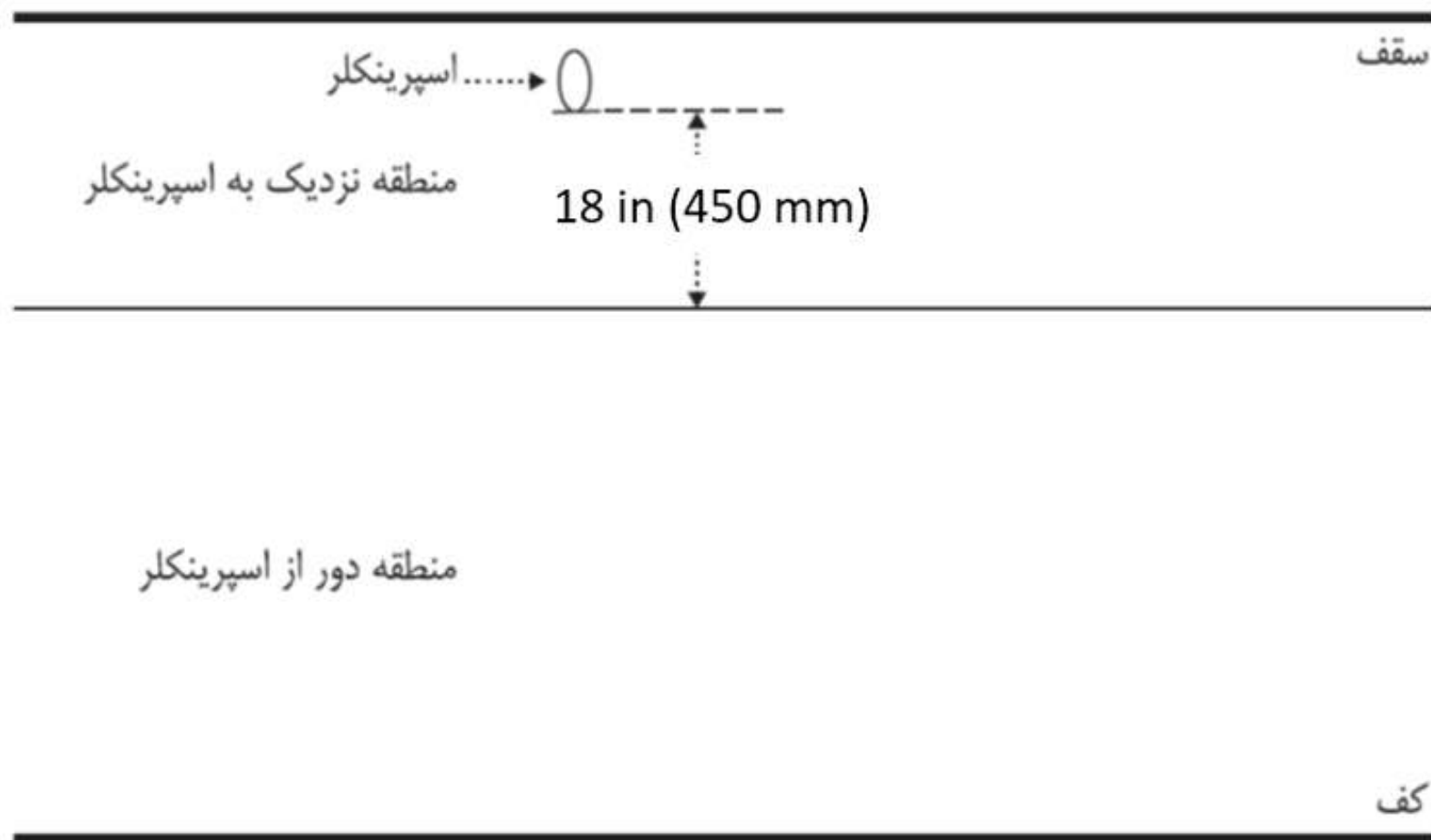
Pitched Roof:



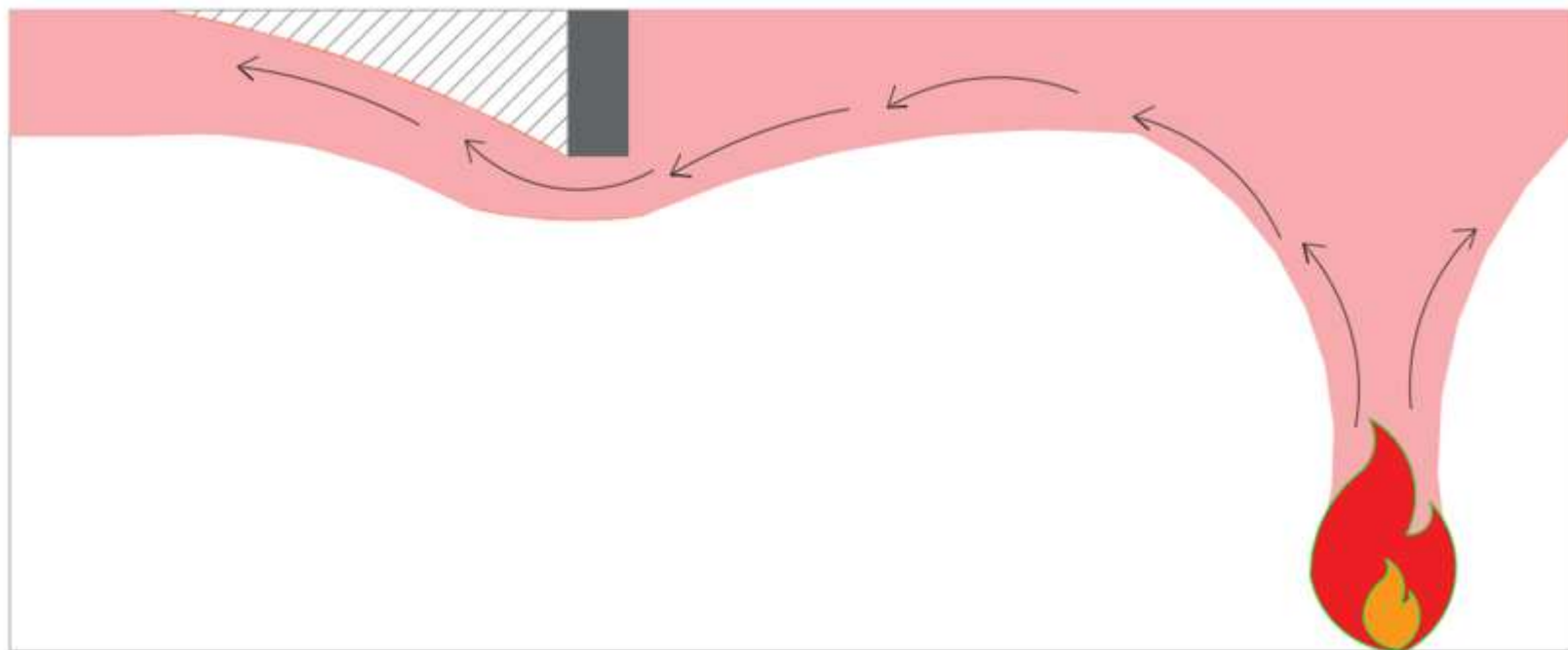
شکل ۳۵-۱۳ در هر دو تصویر فاصله بالاترین اسپرینکلر تا سقف حداکثر ۳ فوت (۹۰ سانتیمتر) است



شکل ۳۶-۱۳ نصب اسپرینکلرها در سقف های با شیب تند

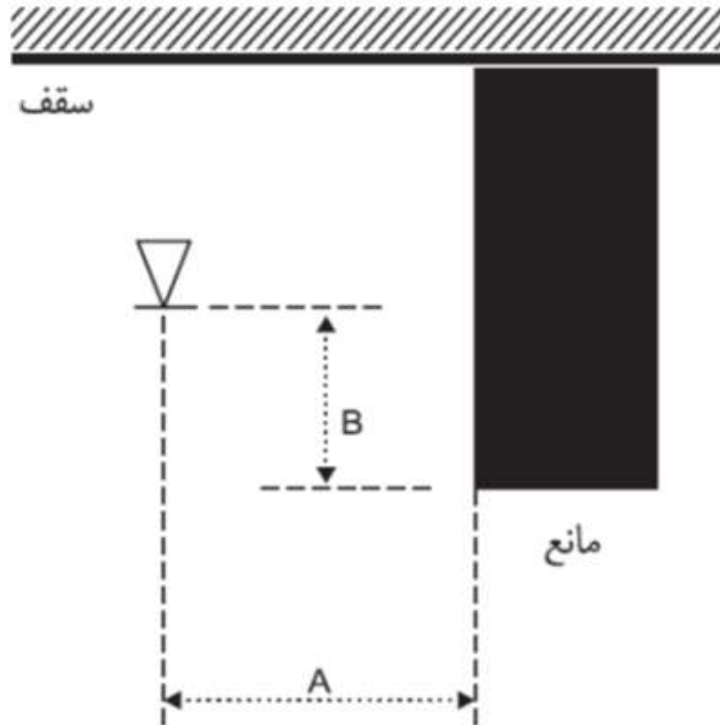


شکل ۱۴-۱ منطقه بندی به نسبت فاصله از اسپرینکلر از نمای روبرو



۱۴-۳ حرکت جت سقفی در لحظات اولیه حریق و تشکیل سایه تیر

موانع موجود در زون نزدیک: - قانون تیر

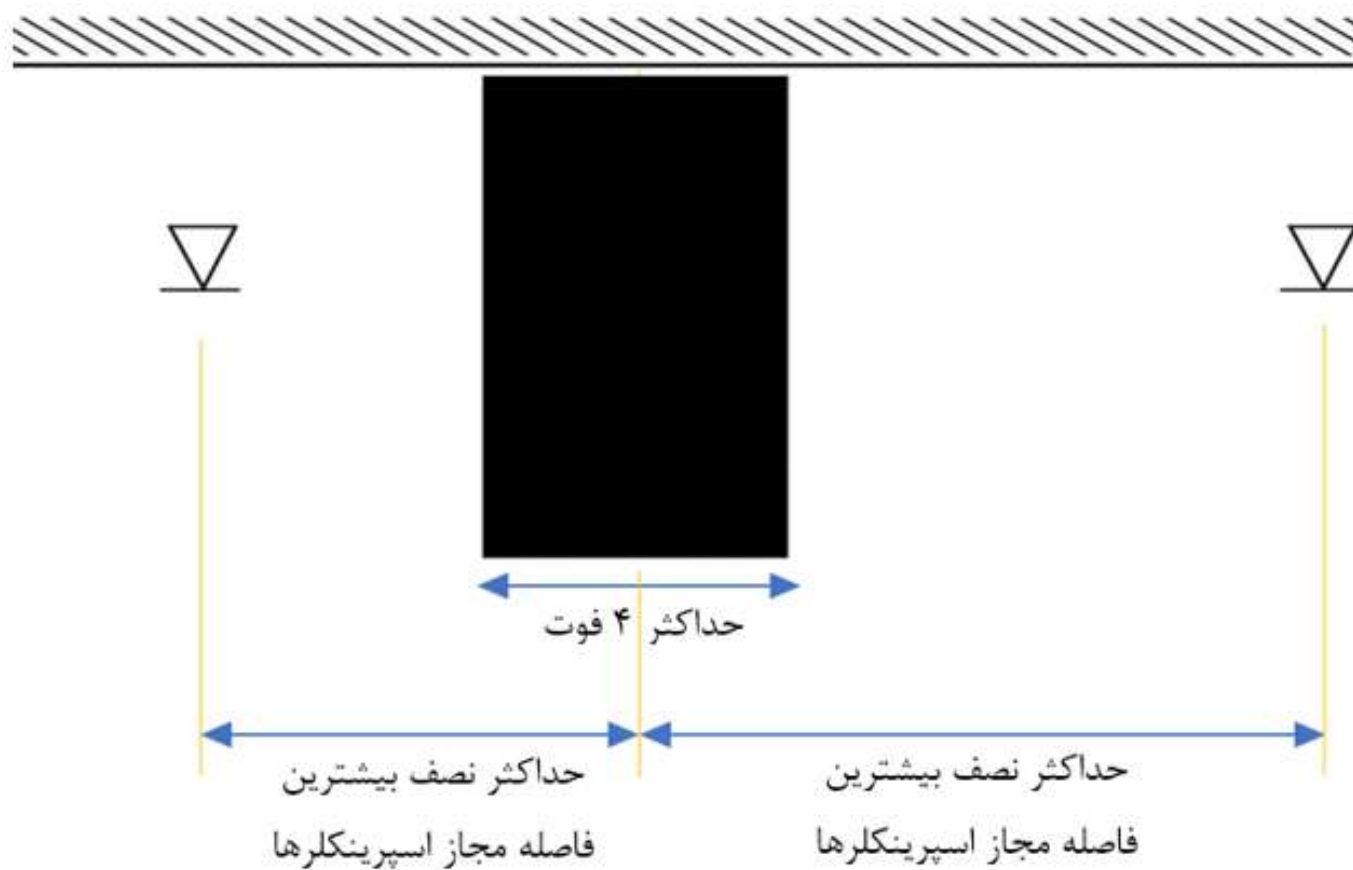


حداکثر فاصله عمودی دفلکتور از زیر مانع B		حداقل فاصله افقی اسپرینکلر از کنار مانع A	
اینچ	میلیمتر	فوت	میلیمتر
2.5	65	1	300
3.5	90	1.5	450
5.5	140	2	600
7.5	190	2.5	750
9.5	240	3	900
12	300	3.5	1100
14	350	4	1200
16.5	420	4.5	1400
18	450	5	1500
20	510	5.5	1700
24	600	6	1800
30	750	6.5	2000
35	875	7	2100

شکل ۴-۱۴ فاصله افقی اسپرینکلر تا لبه مانع با A و
فاصله عمودی دفلکتور تا زیر مانع با B
نمایش داده شده است

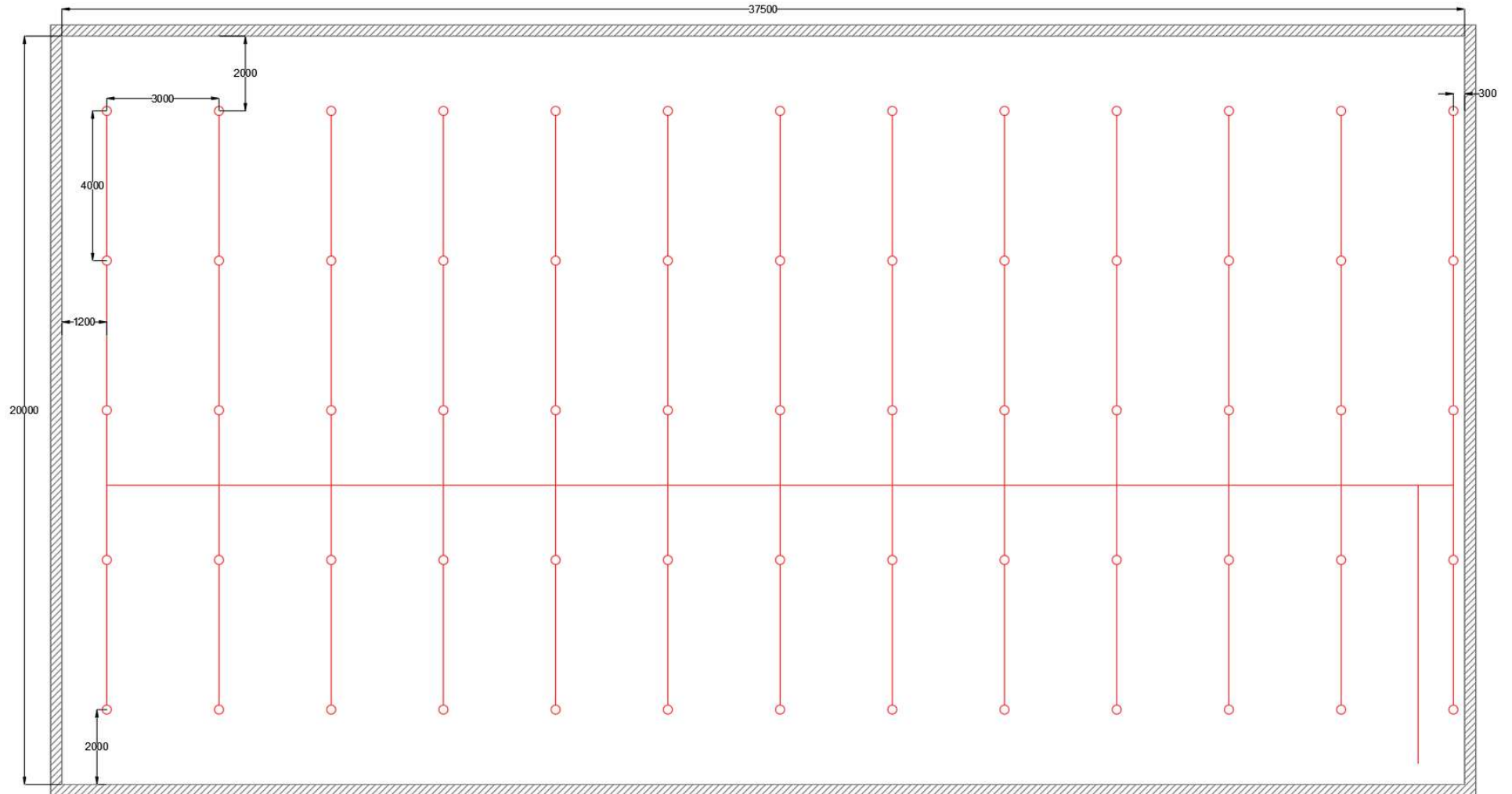
جدول ۱-۱۴ فاصله افقی و عمودی اسپرینکلر از مانع

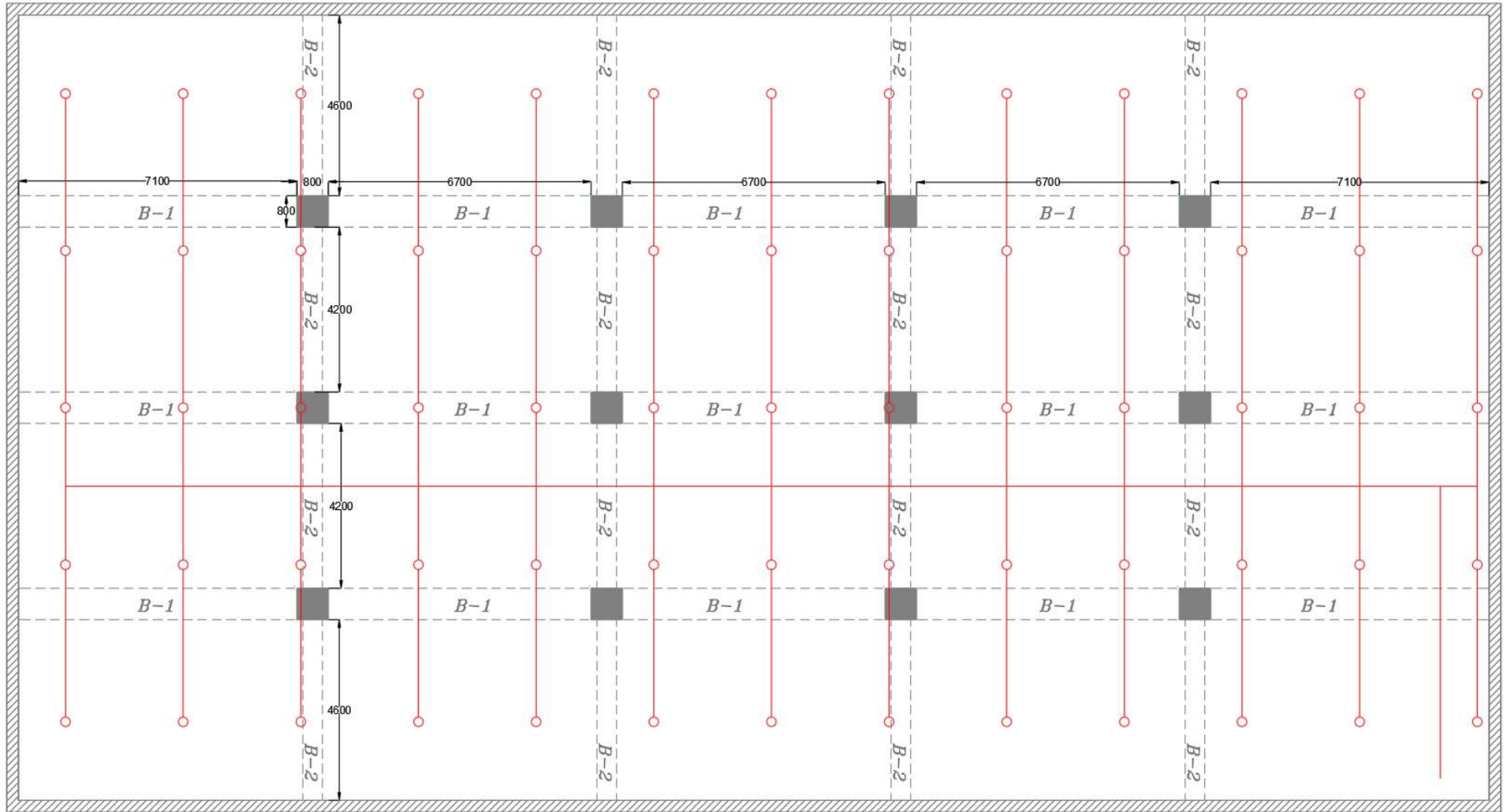
استثناء قانون تیر:



شکل ۵-۱۴ استثناء قانون تیر

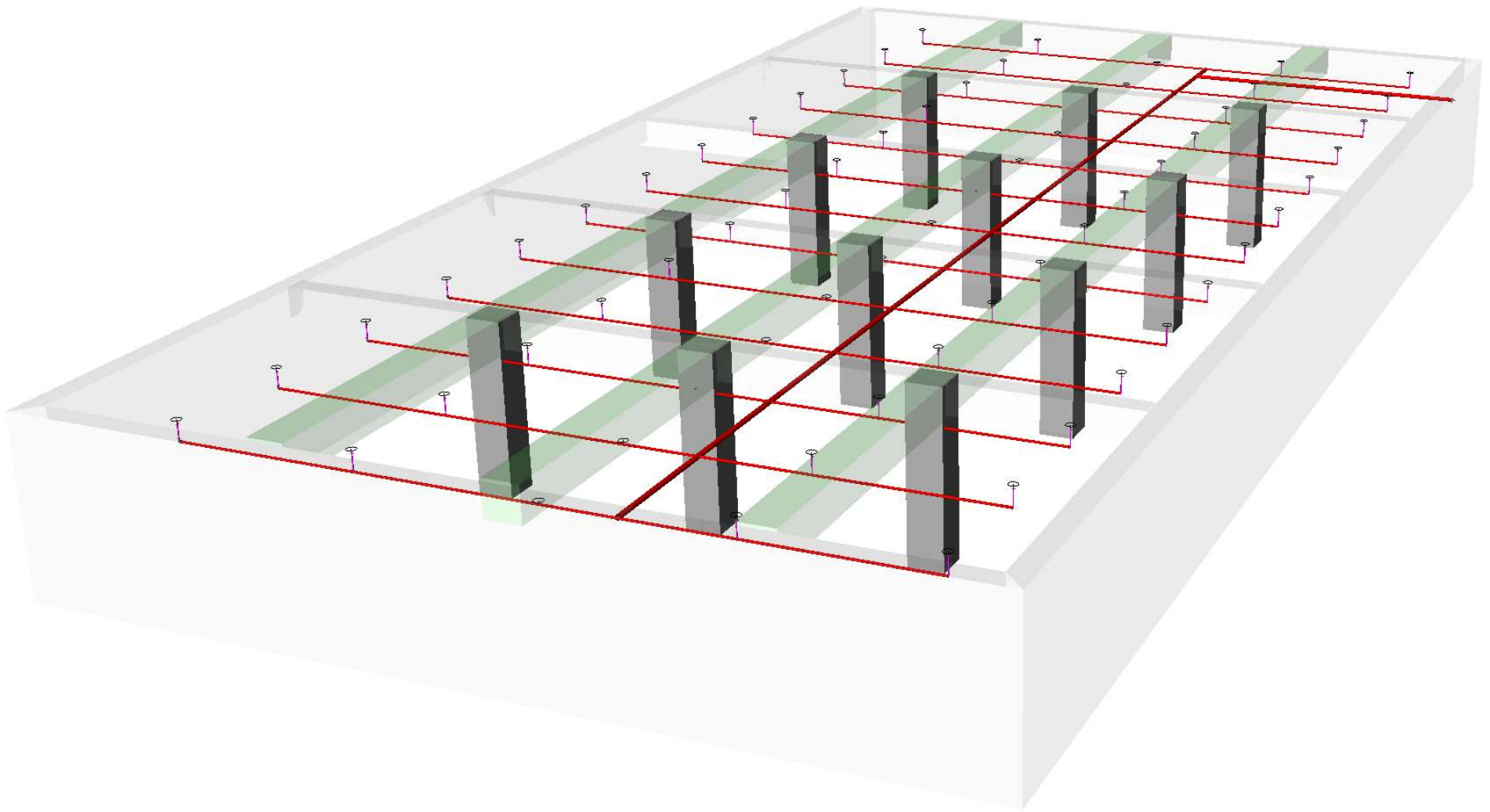
مثال: آیا چیدمان اسپرینکرها صحیح می باشند؟

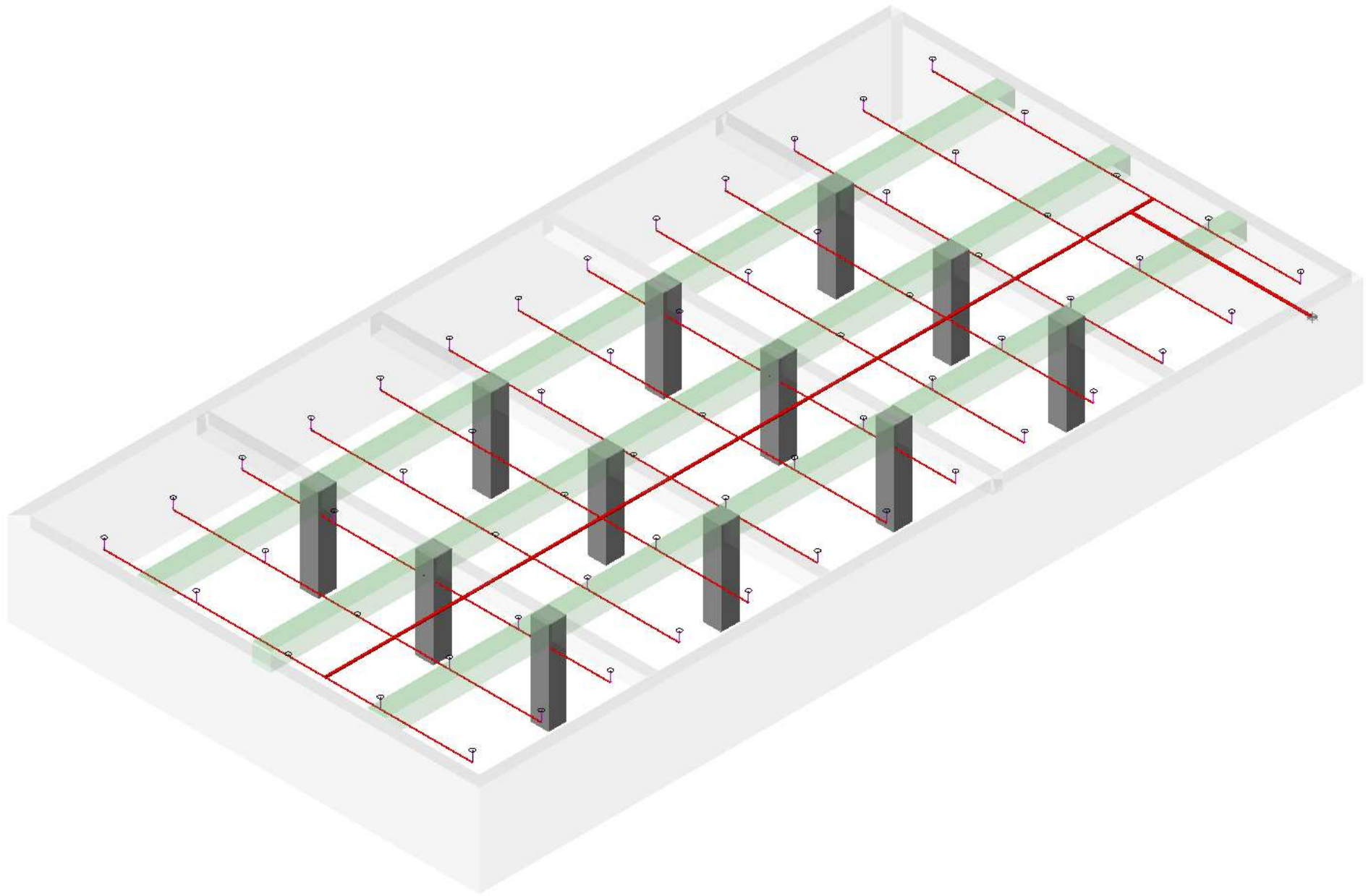


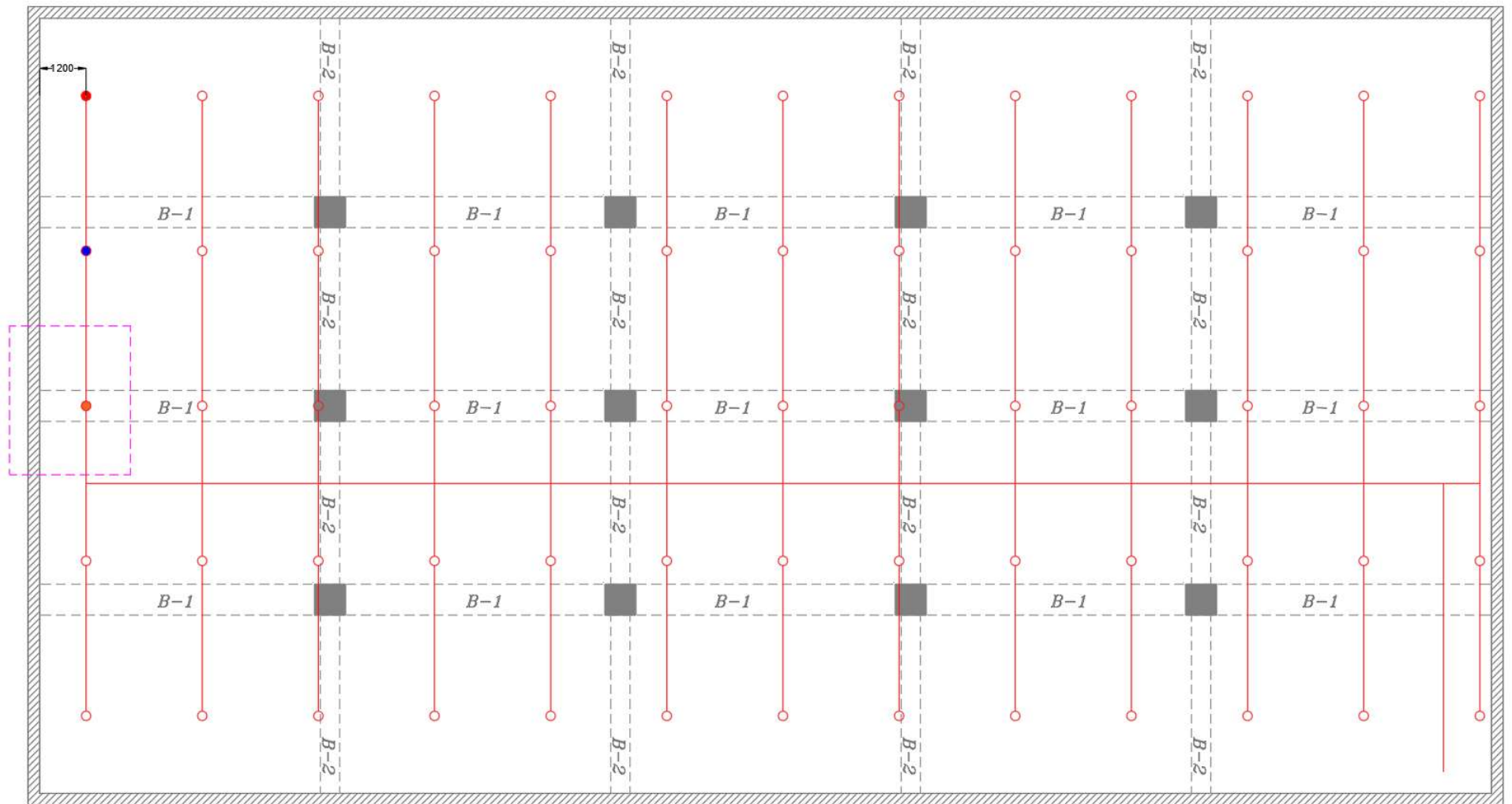


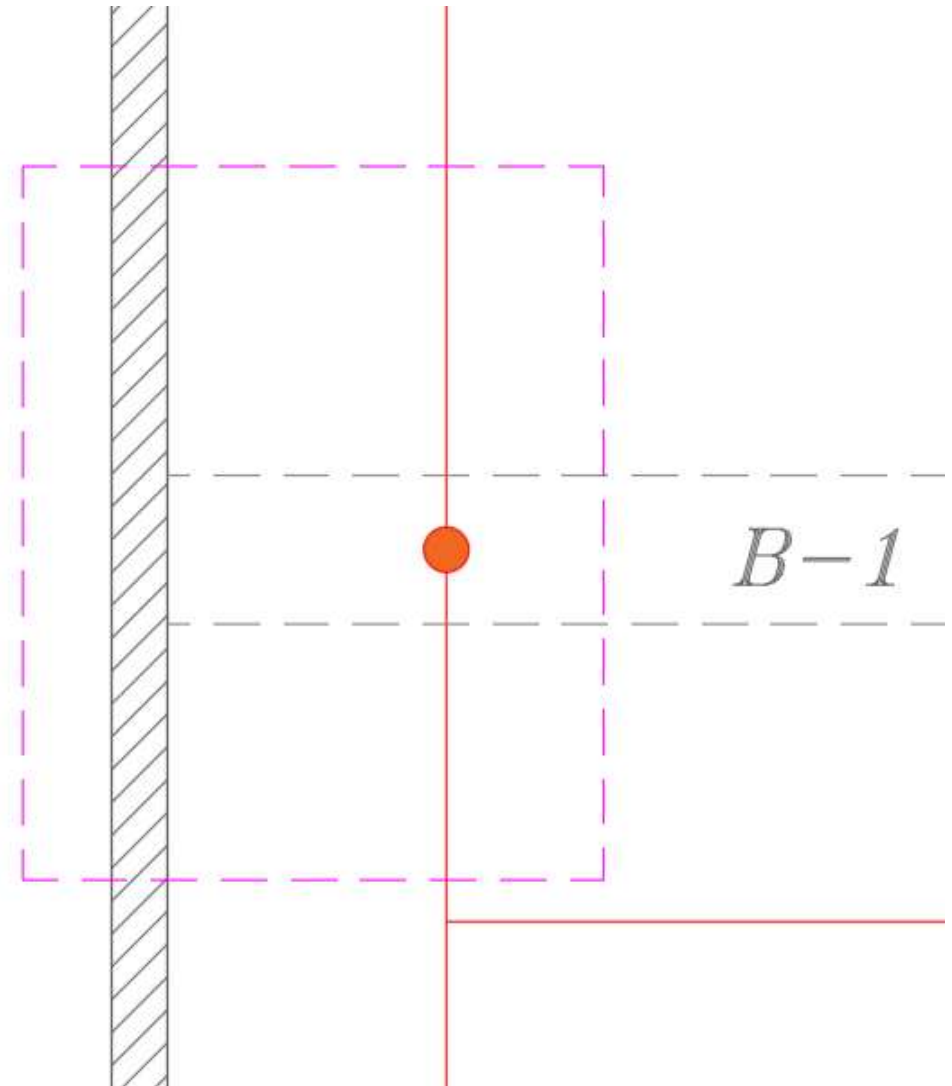
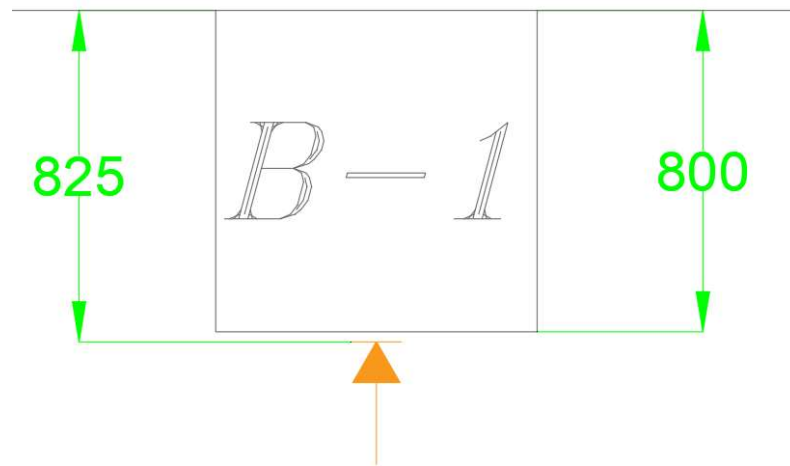
B-1: 800 mm

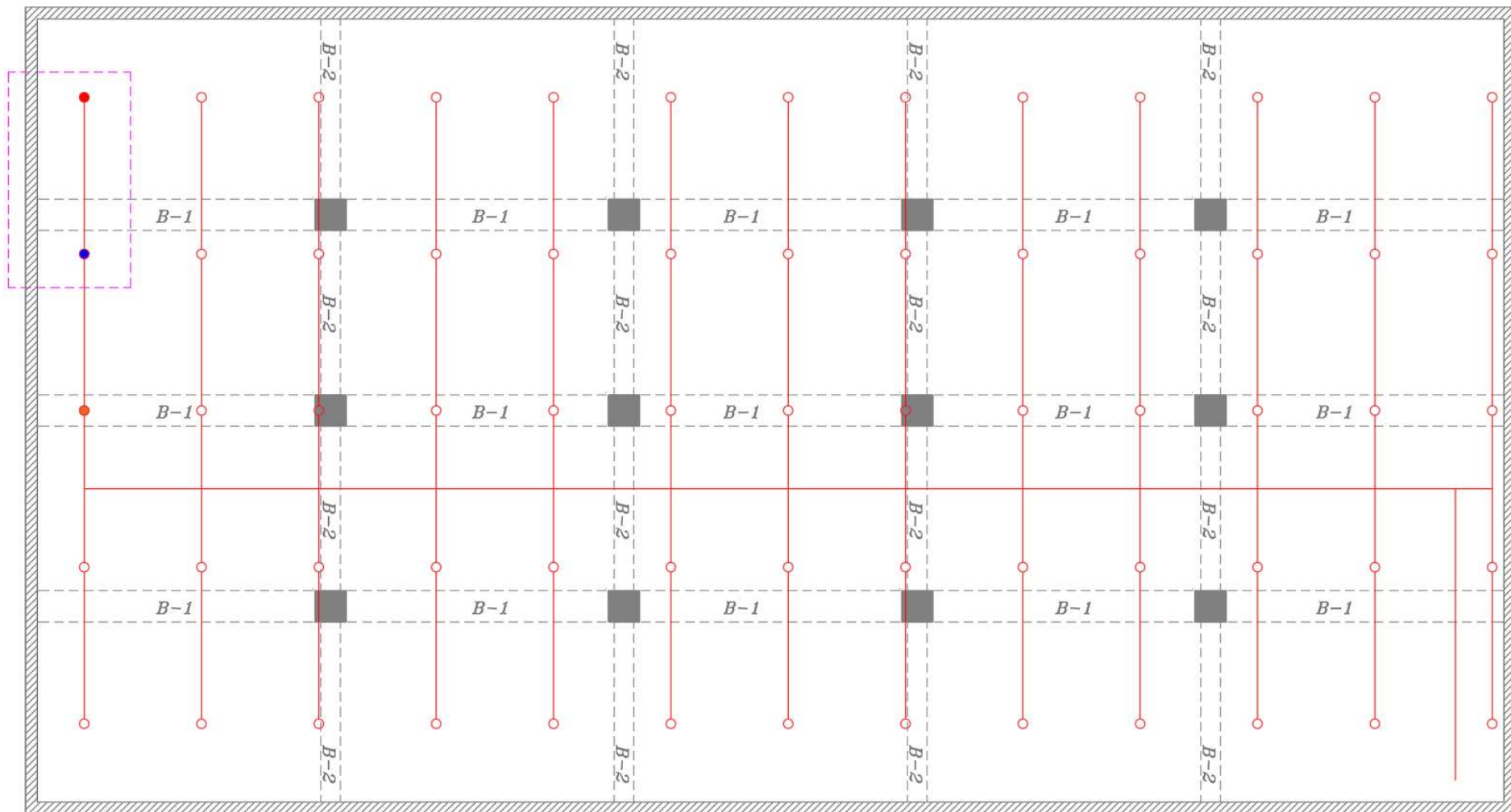
B-2: 700 mm

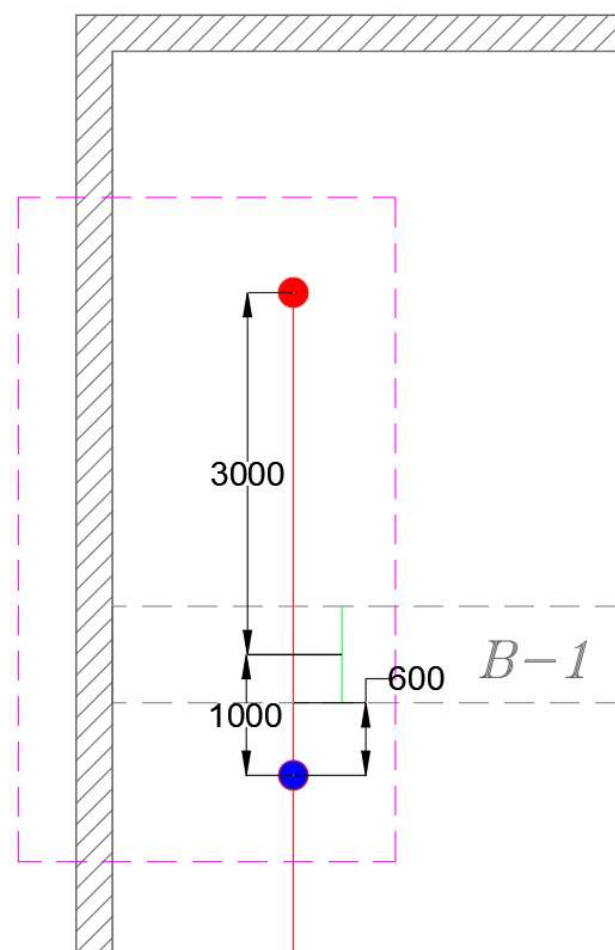
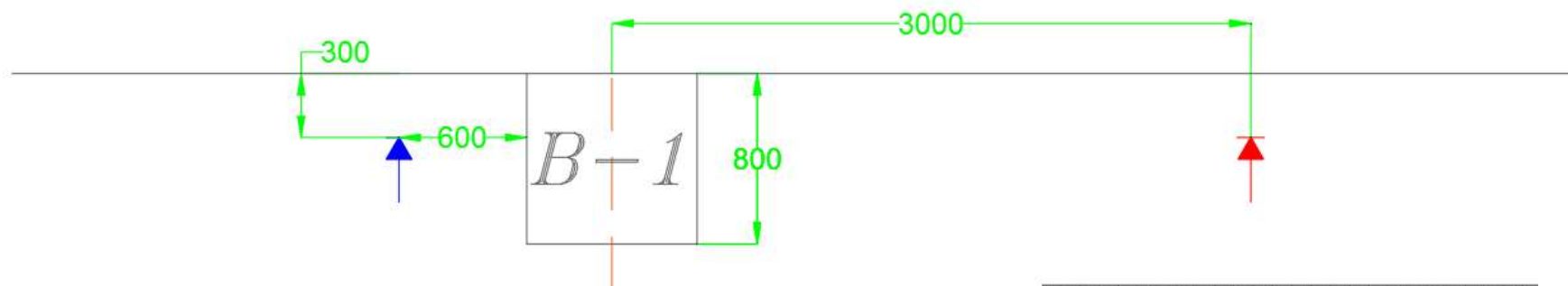


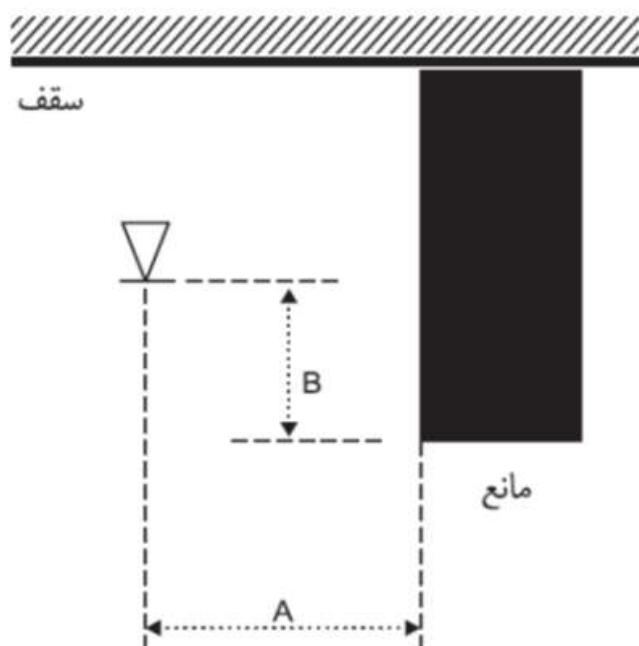
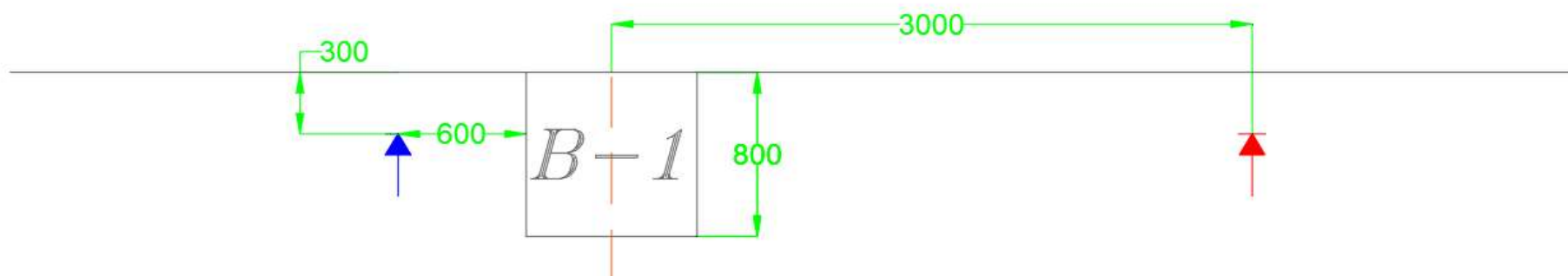












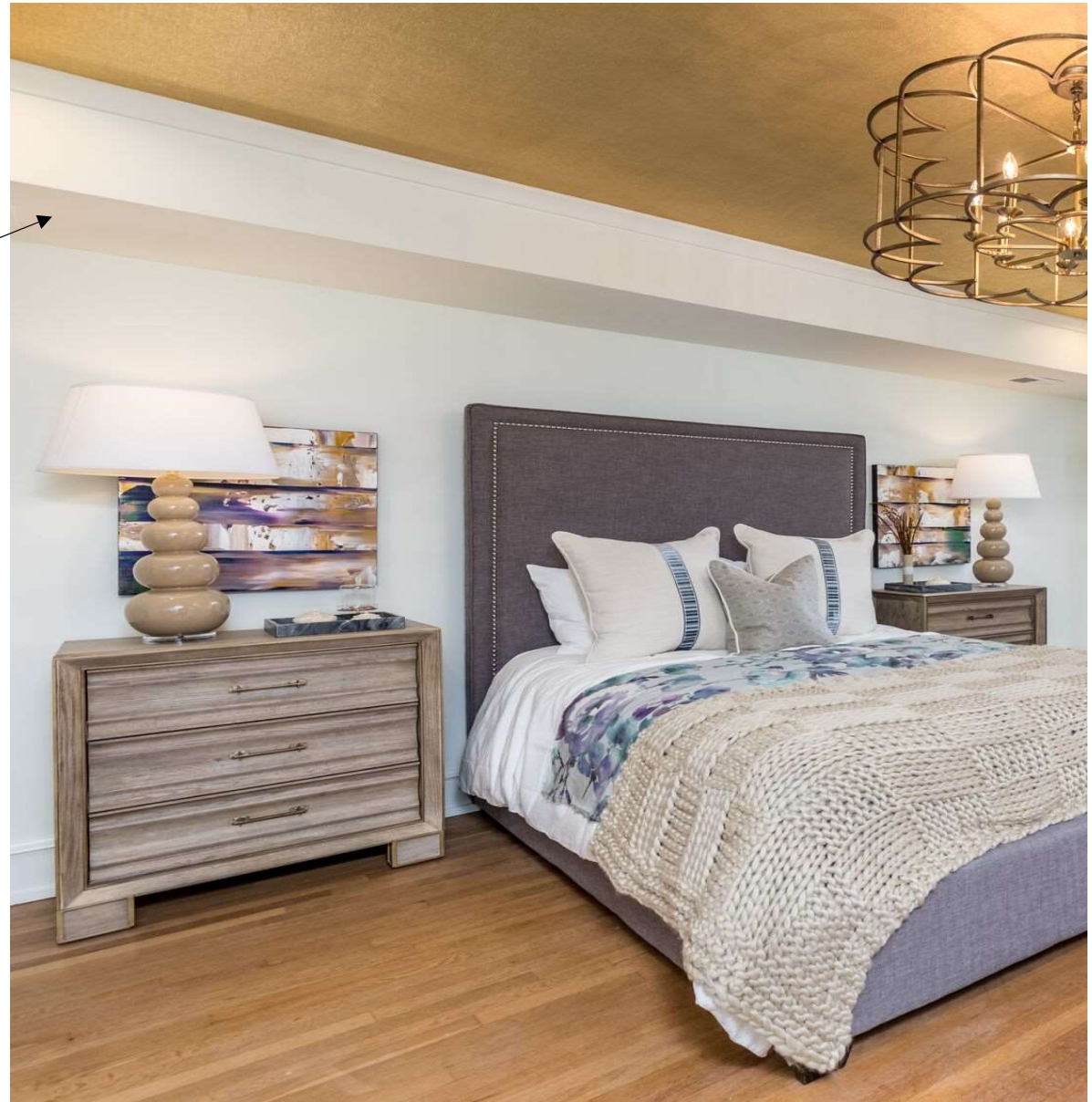
حداقل فاصله افقی اسپرینکلر از کنار مانع A		حداکثر فاصله عمودی دفلکتور از زیر مانع B	
میلیمتر	فوت	میلیمتر	اینچ
300	1	65	2.5
450	1.5	90	3.5
600	2	140	5.5
750	2.5	190	7.5
900	3	240	9.5
1100	3.5	300	12
1200	4	350	14
1400	4.5	420	16.5
1500	5	450	18
1700	5.5	510	20
1800	6	600	24
2000	6.5	750	30
2100	7	875	35

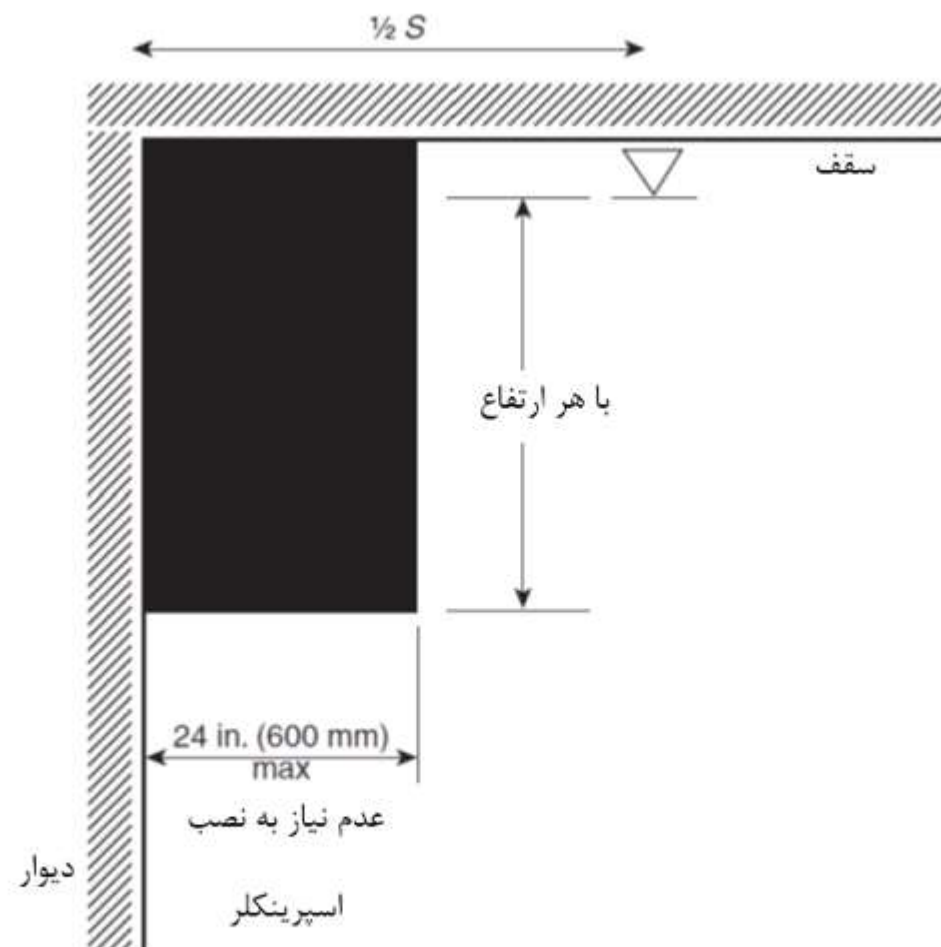
جدول ۱-۱۴ فاصله افقی و عمودی اسپرینکلر از مانع

شکل ۴-۱۴ فاصله افقی اسپرینکلر تا لبه مانع با A و
فاصله عمودی دفلکتور تا زیر مانع با B
نمایش داده شده است

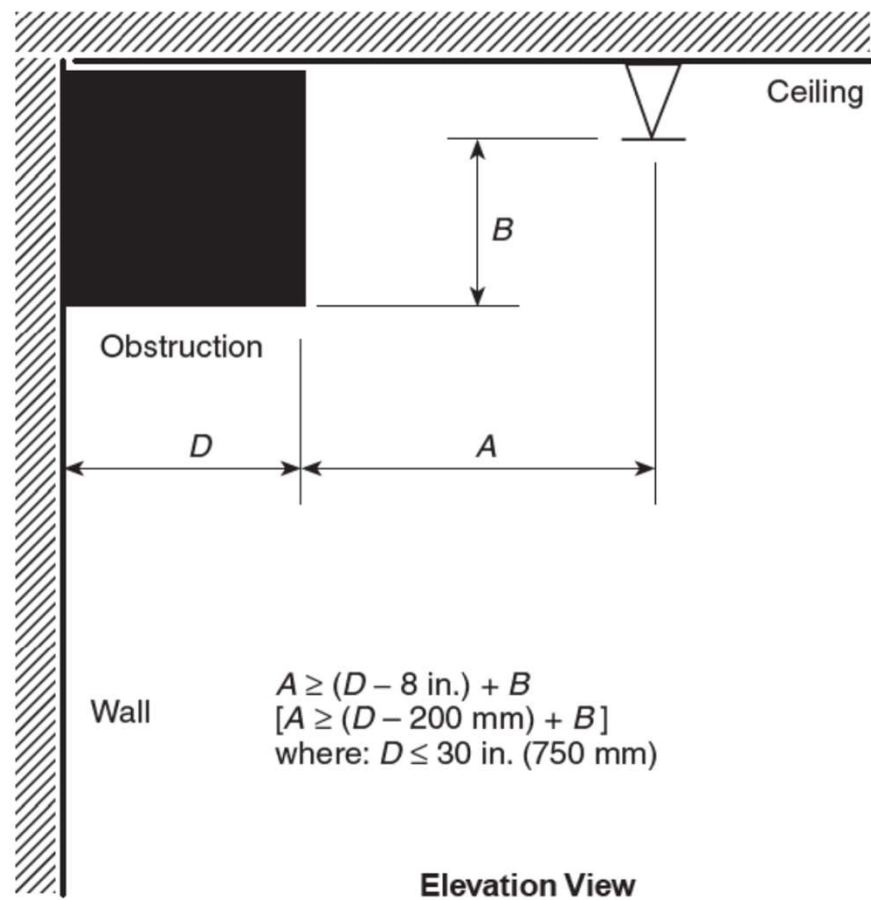


Soffit



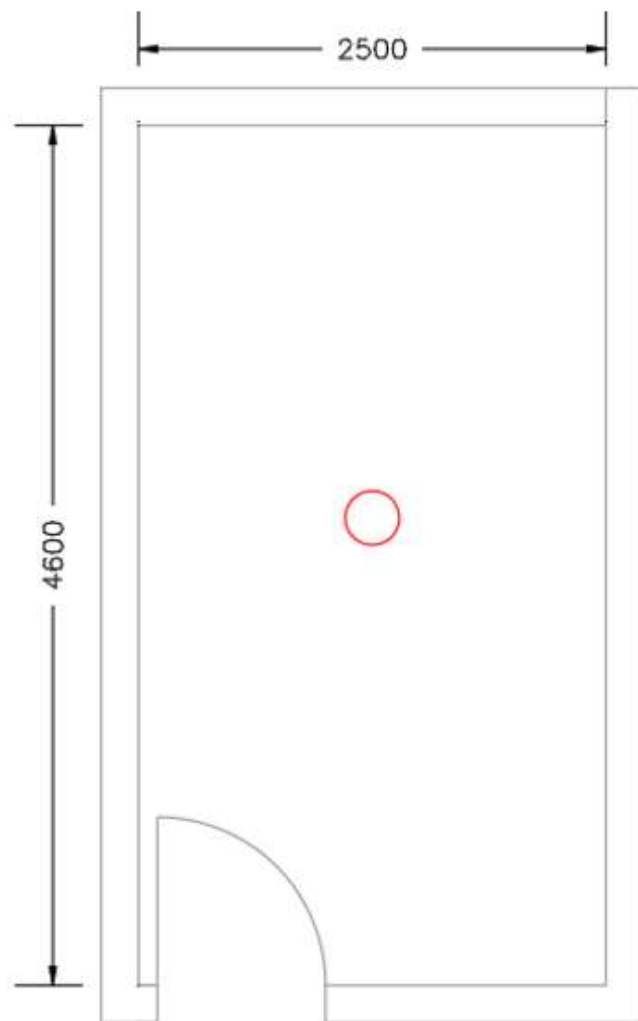


۱۳-۱۴ عدم نیاز به نصب اسپرینکلر در زیر مانع چسبیده به دیوار با عرض حداکثر ۲۴ اینچ

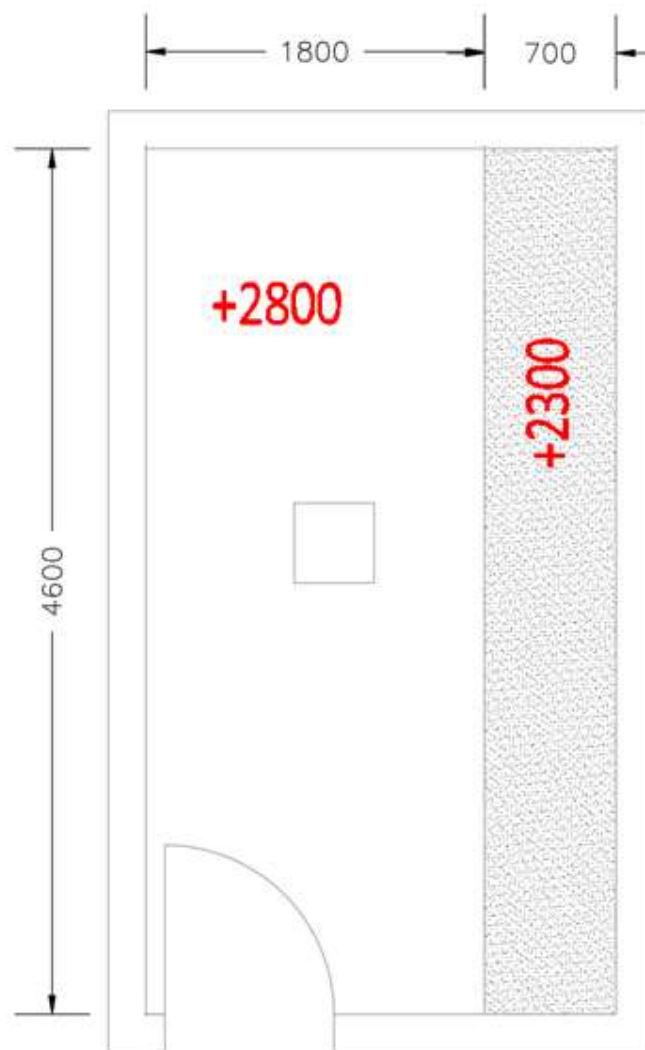


۱۴-۱۴ عدم نیاز به نصب اسپرینکلر در زیر مانع به شرط رعایت فرمول

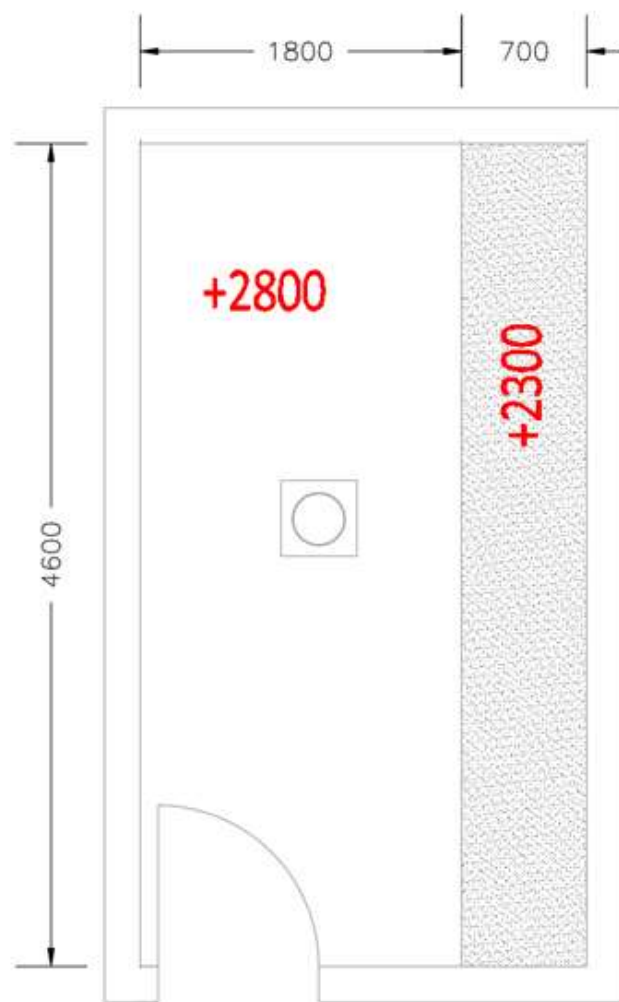
مثال: آیا محل نصب اسپرینکلر صحیح است؟



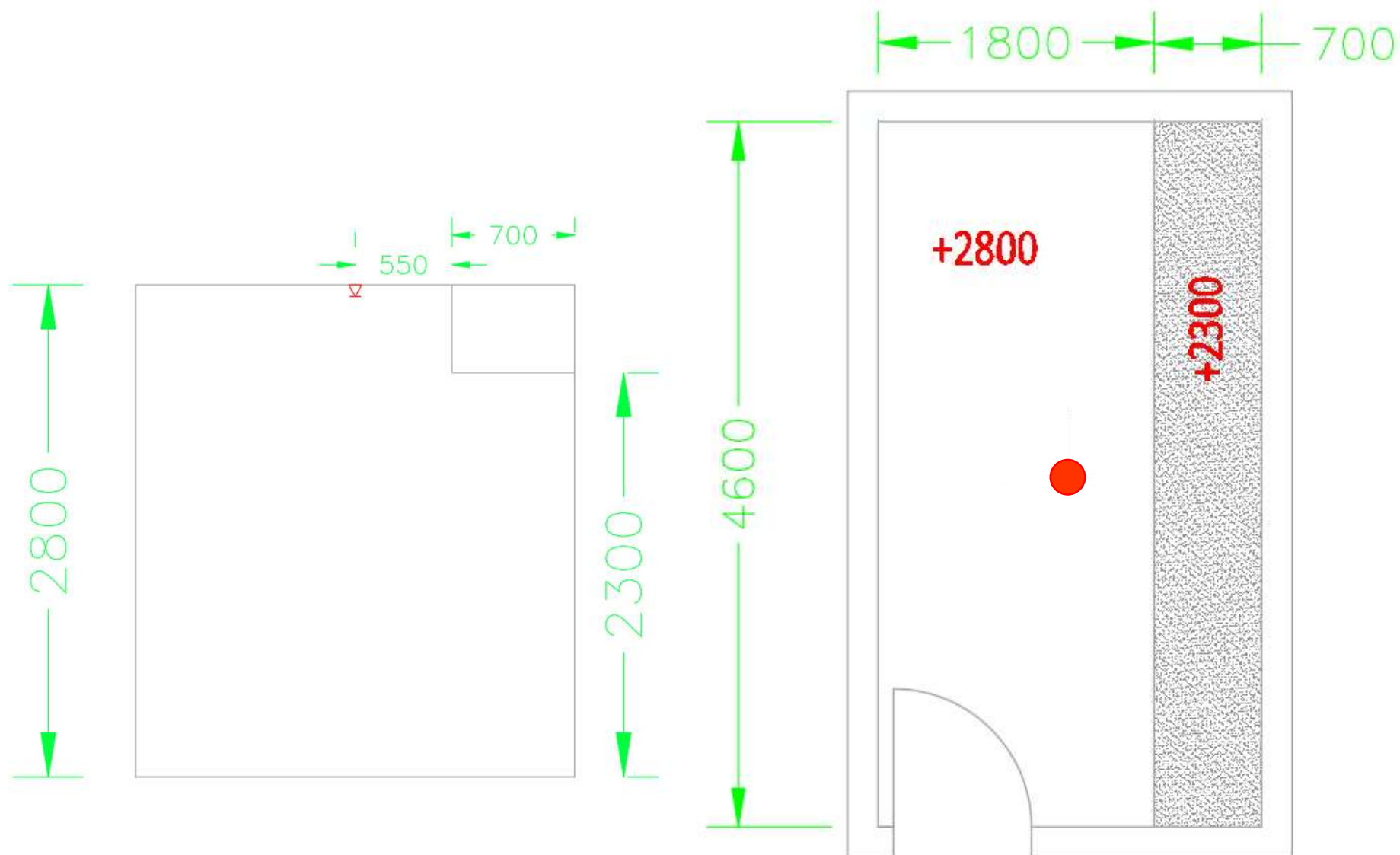
۱۴-۱۵ - نقشه جانمایی اسپرینکلر



۱۴-۱۶ - نقشه پلان معکوس سقف



۱۴-۱۷ - نقشه اسپرینکلر بر روی پلان معکوس سقف



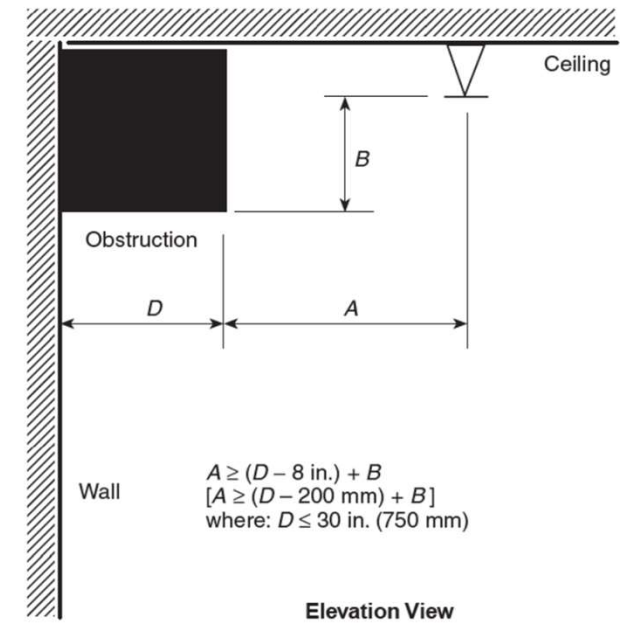
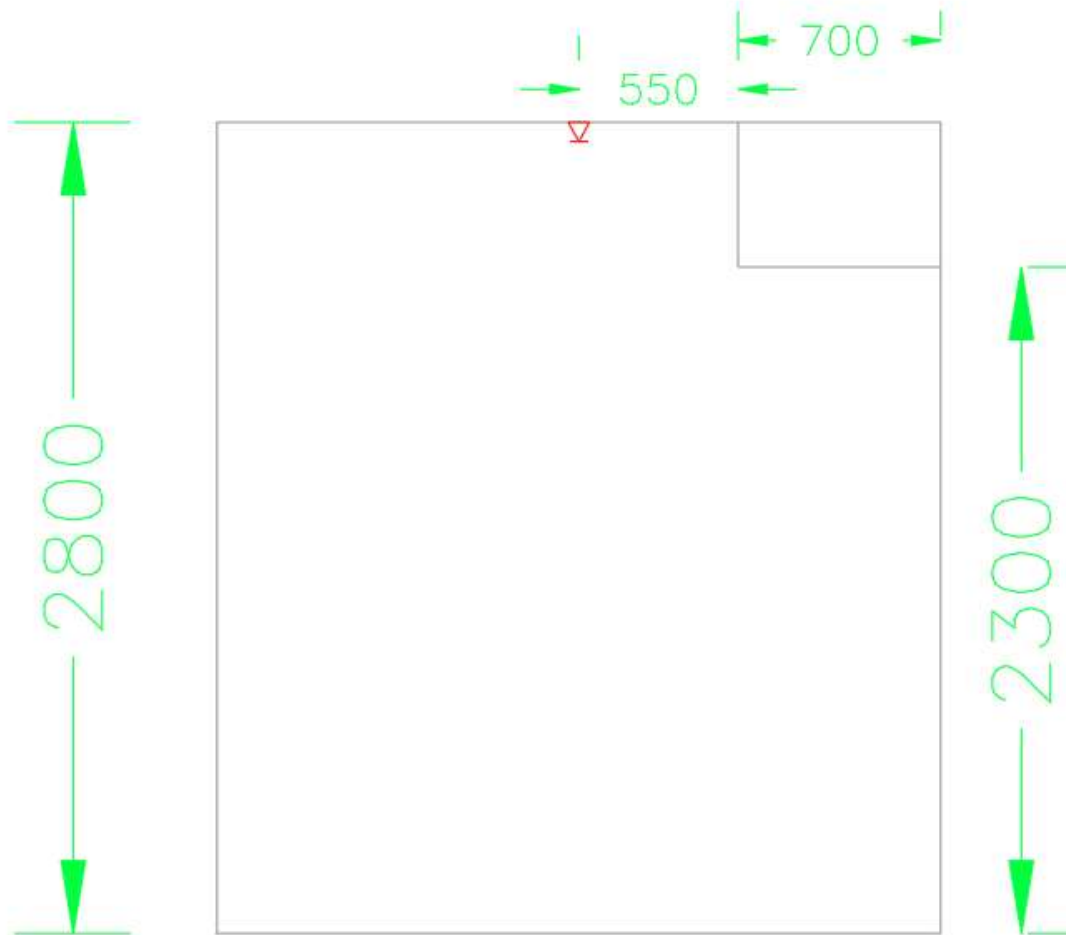
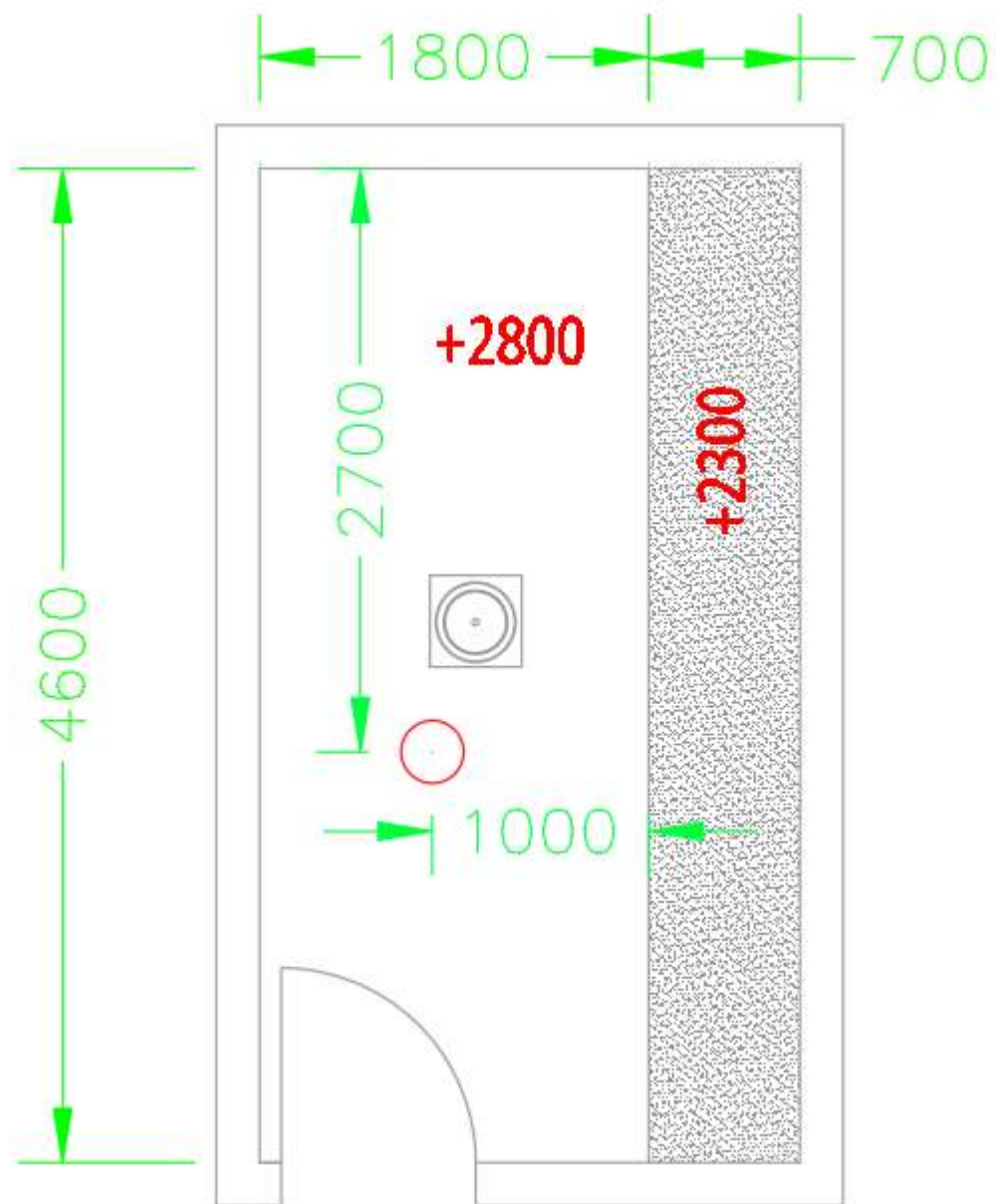


FIGURE 8.6.5.1.2(b) Obstruction Against Wall (SSU/SSP).

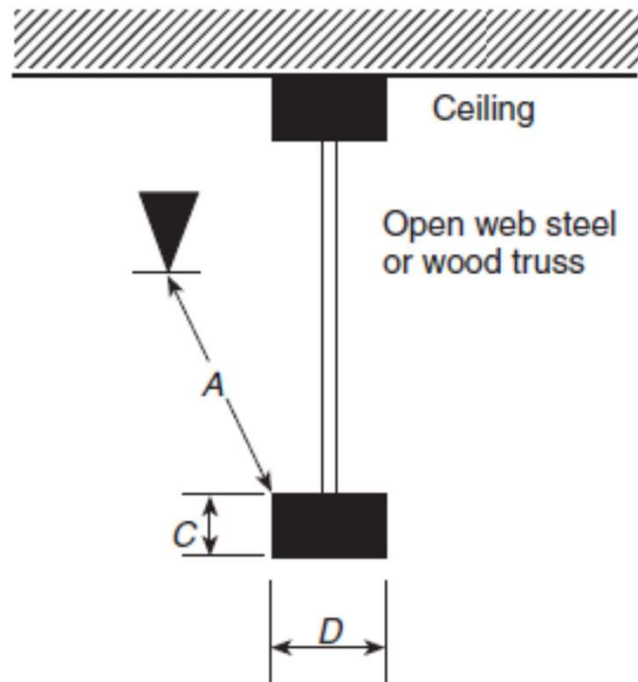
$$A \geq (D - 200) + B$$

$$A \geq (700 - 200) + 500$$

$$A \geq 1000 \text{ mm}$$

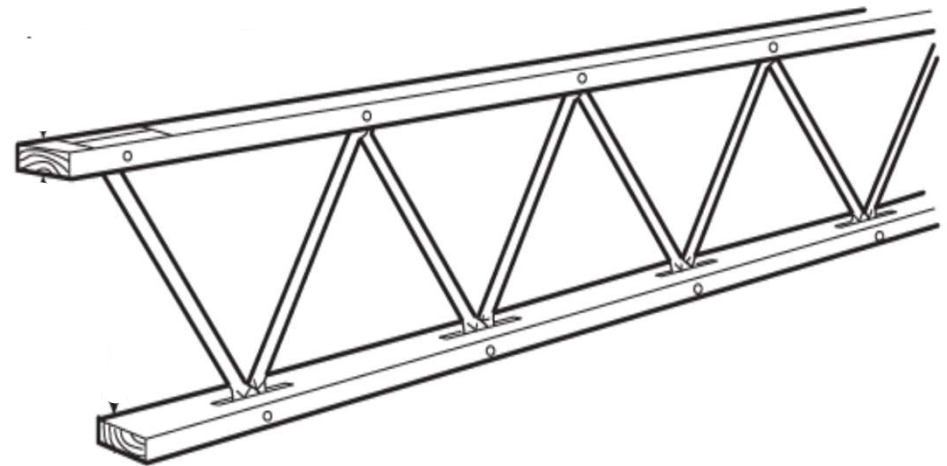


موانع موجود در زون نزدیک:
- قانون سه برابر

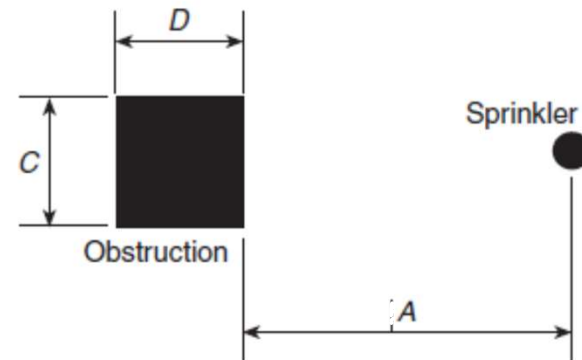
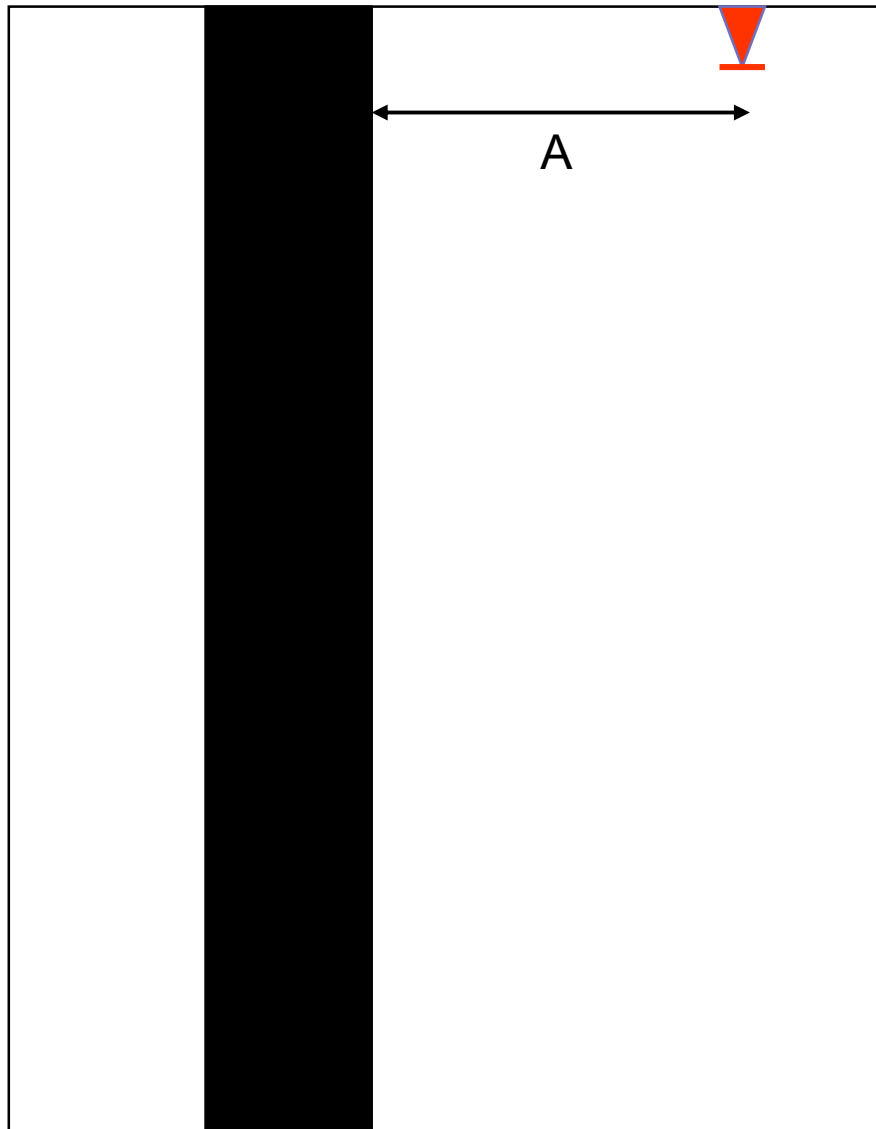


Elevation View of Truss
(Obstruction in horizontal orientation)

$A \geq 3C$ or $3D$
 $A \leq 24$ in. (600 mm)
(Use dimension C or D , whichever is greater)



قانون سه برابر



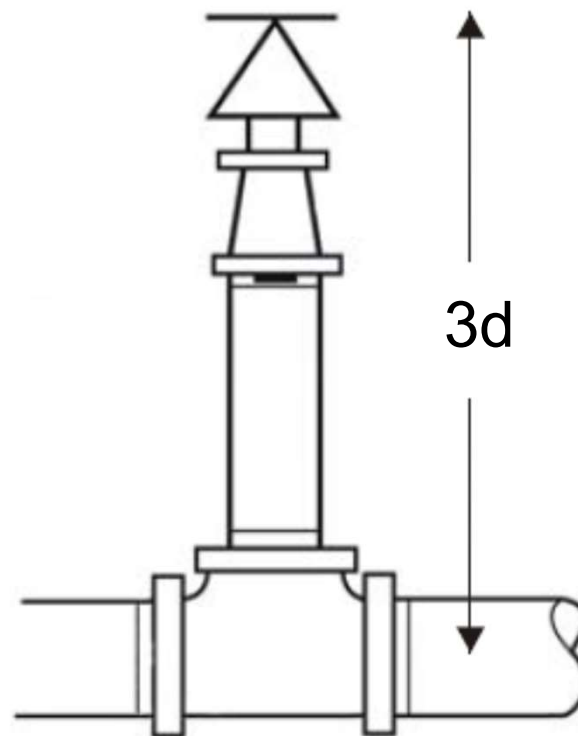
Plan View of Column
(Obstruction in vertical orientation)

$A \geq 3C$ or $3D$
(Use dimension C or D , whichever is greater)

FIGURE 10.2.7.2.1.3(a) Minimum Distance from an Obstruction in the Vertical Orientation (SSU/SSP).

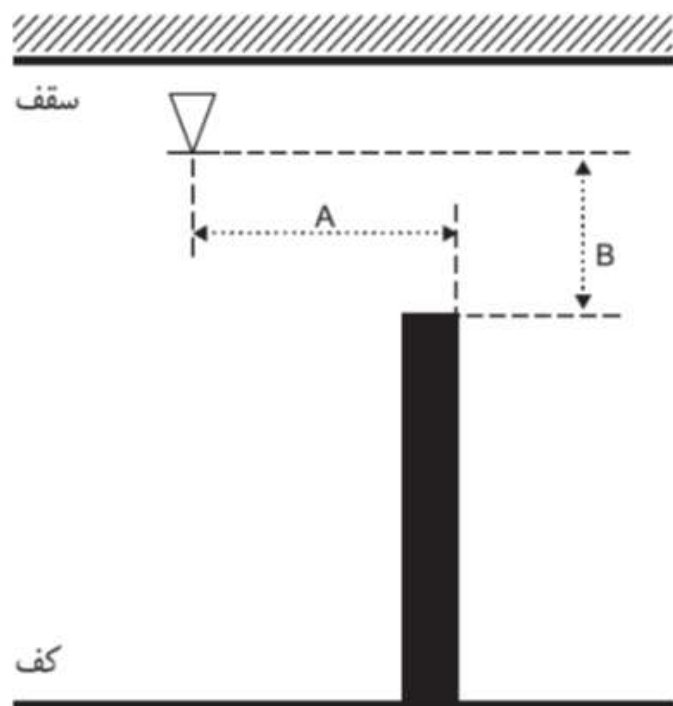


قانون سه برابر



3in or larger

قانون پارتیشن در محیط کم خطر

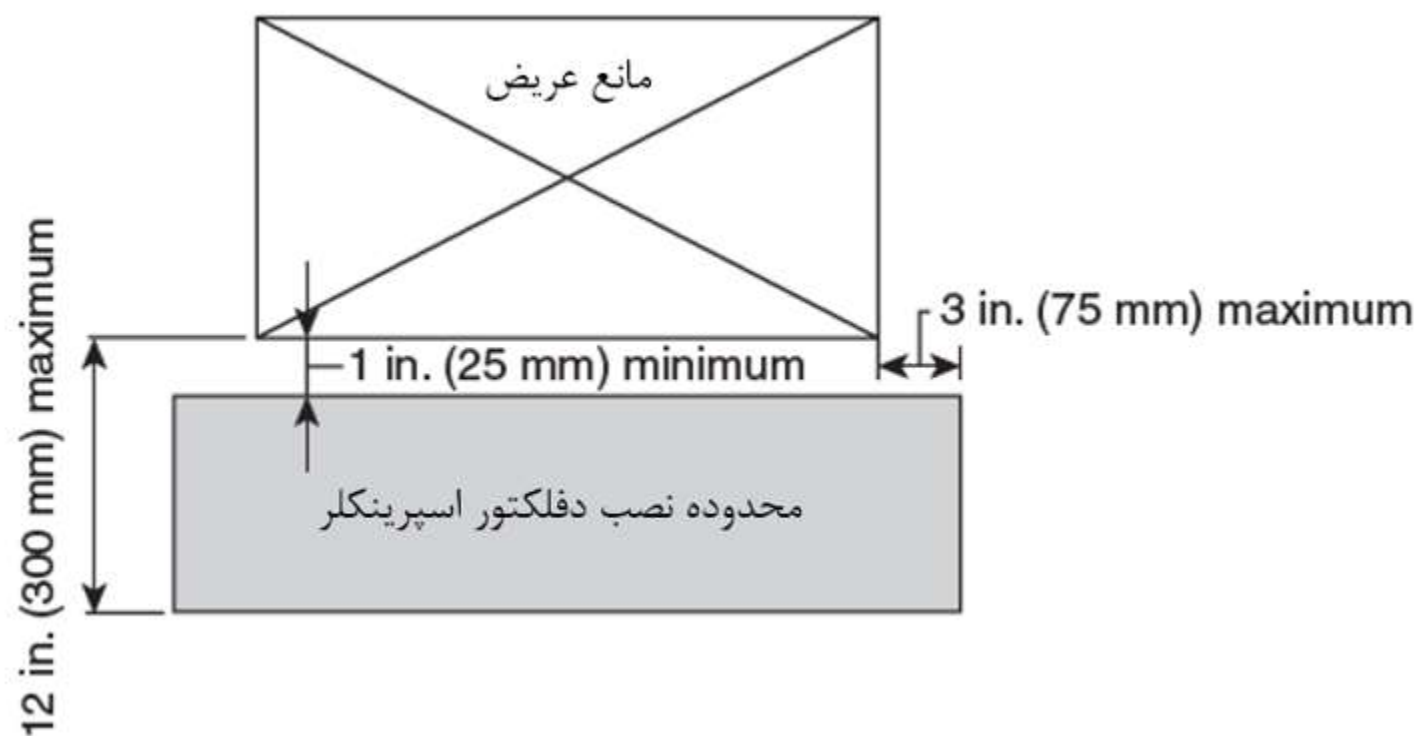


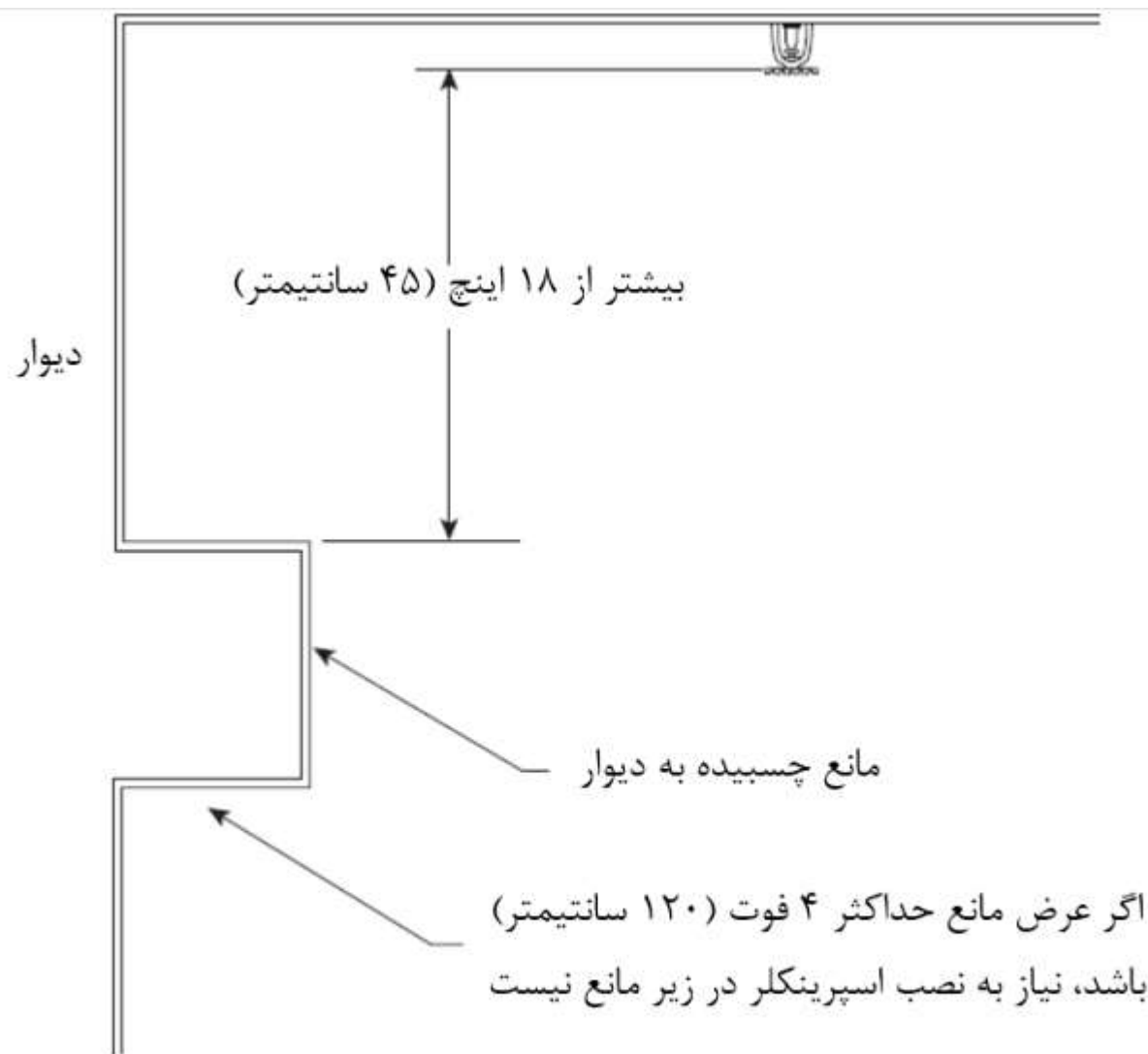
حداقل فاصله افقی اسپرینکلر از کنار مانع A		حداکثر فاصله عمودی دفلکتور از روی مانع B	
اینچ	میلیمتر	اینچ	میلیمتر
3	75	6	150
4	100	9	225
6	150	12	300
8	200	15	375
9.5	240	18	450
12.5	315	24	600
15.5	390	30	750

جدول ۱۴-۲ فاصله افقی و عمودی اسپرینکلر از موانع

شکل ۱۴-۲۲ فاصله افقی اسپرینکلر تا لبه مانع با A و فاصله عمودی دفلکتور تا بالای مانع با B نمایش داده شده است

موانع موجود در زون دورتر:
- قانون مانع عریض





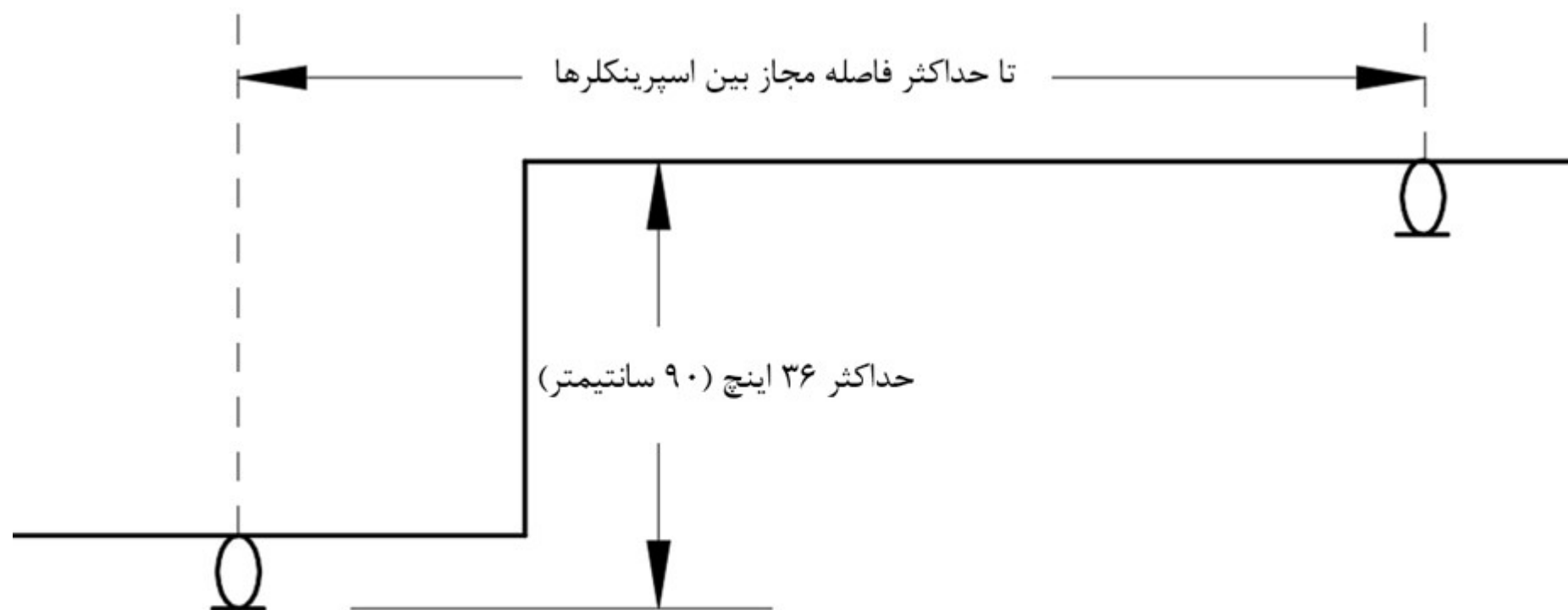
شکل ۲۴-۱۴ موانع چسبیده به دیوار با فاصله بیشتر از ۱۸ اینچ (۴۵ سانتیمتر) از اسپرینکلر



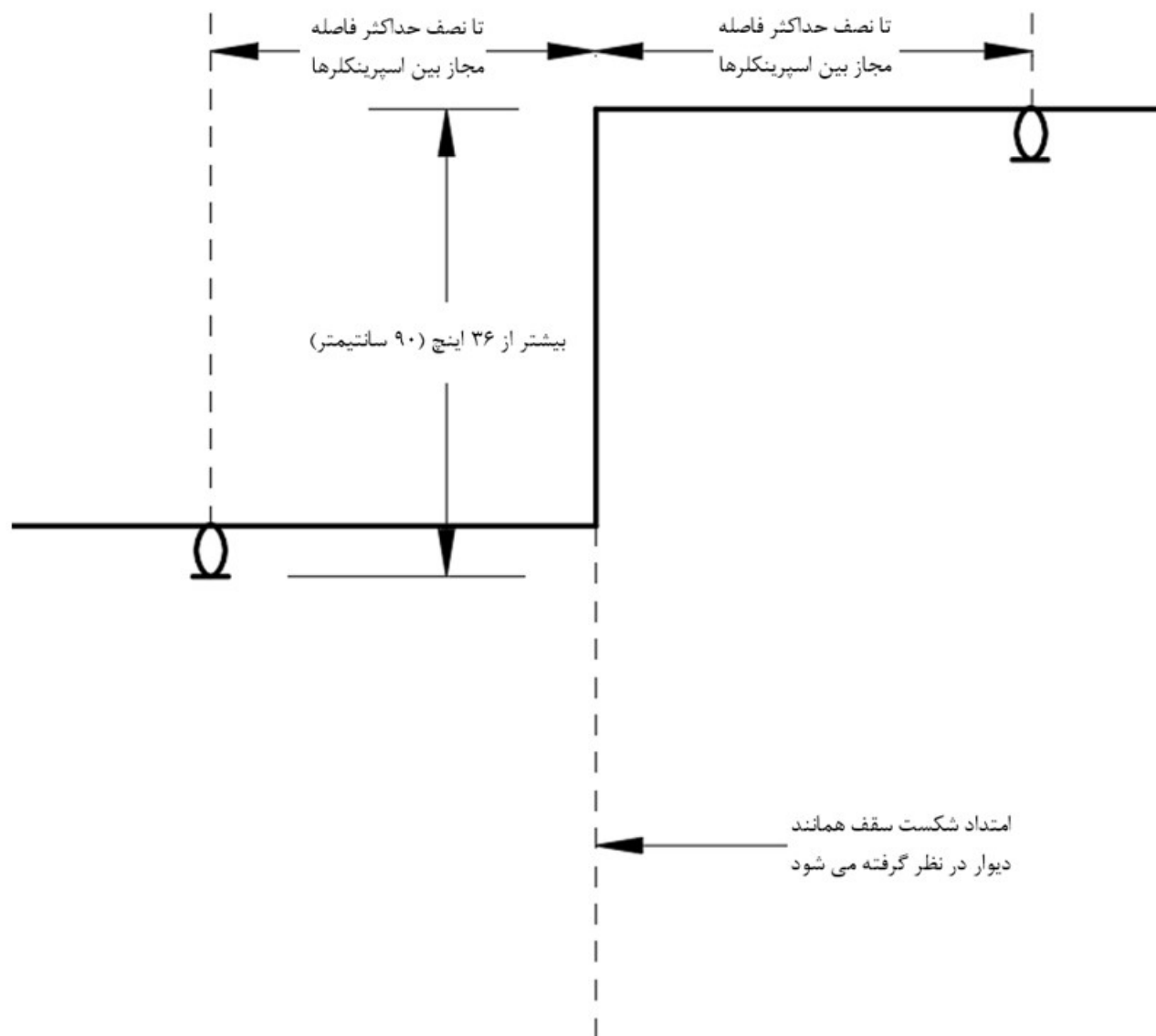
سقف های پله ای:



شکل ۴۲-۱۳ نمونه ای از سقف پله ای



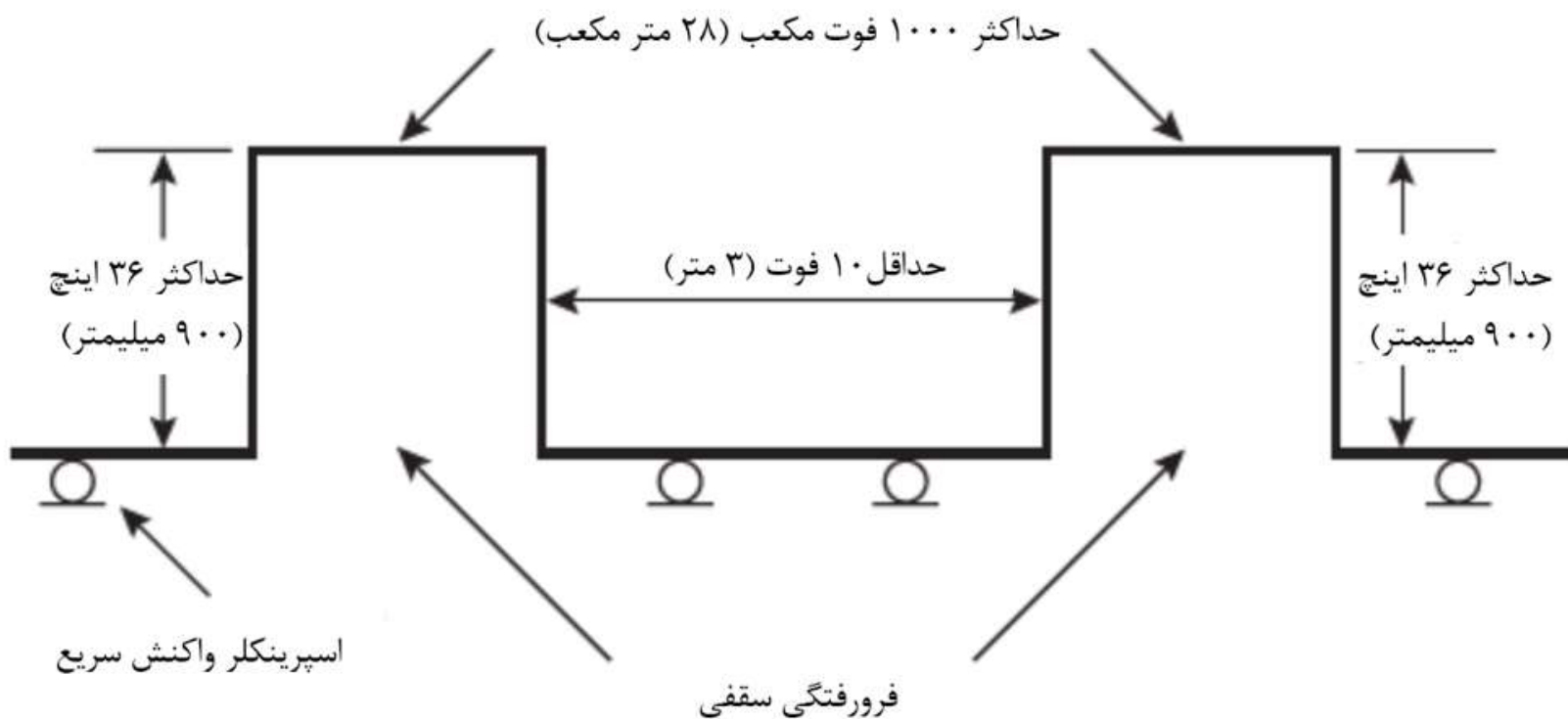
شکل ۴۳-۱۳ فاصله اسپرینکرها وقتی شکستگی و تغییر ارتفاع سقف قابل چشم پوشی باشد



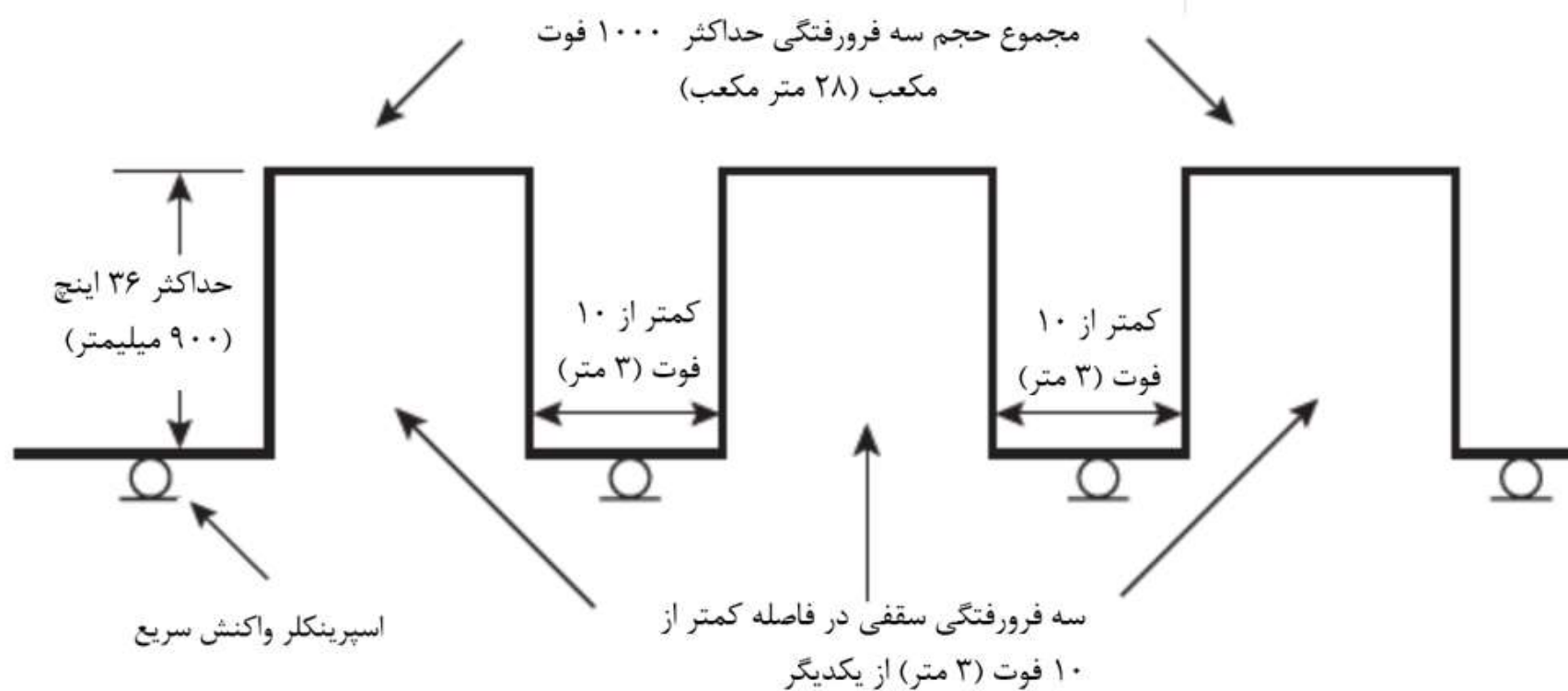
شکل ۴۴-۱۳ وقتی تغییر ارتفاع بیش از ۳۶ اینچ یا ۹۰ سانتیمتر باشد، امتداد شکستگی مانند دیوار در نظر گرفته می شود



شکل ۳۹-۱۳ فرورفتگی سقفی



شکل ۴۰-۱۳ شرایطی که اجازه می دهد اسپرینکلر داخل فرورفتگی سقفی نصب نشود



شکل ۴۱-۱۳ شرایط حذف اسپرینکلر از فرورفتگی هایی با فاصله کمتر از ۱۰ فوت (۳ متر)



نورگیر:



شکل ۳۸-۱۳ نورگیر

Skylight:



- **8.5.7.1** Sprinklers shall be permitted to be **omitted** from **skylights not exceeding 32 ft² (3.0 m²) in area, regardless of hazard classification, that are separated by at least 10 ft (3.0 m) horizontally from any other unprotected skylight or unprotected ceiling pocket.**
- - Sprinklers under glass or plastic skylights exposed to the direct rays of the sun shall be of the intermediate temperature classification.

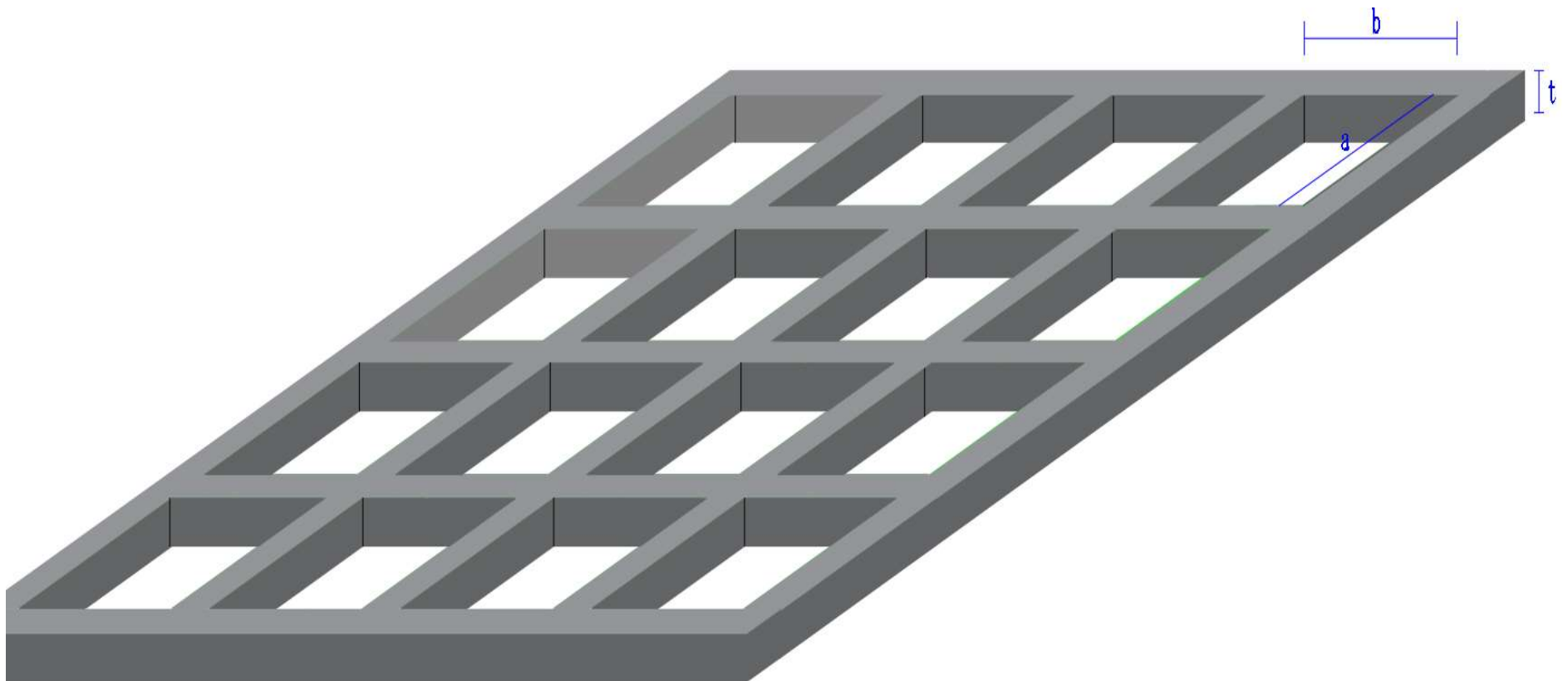
■ سقف شبکه ای (Open Grid Ceiling)



Open Grid Ceiling:

Types which allowed to be installed beneath sprinklers:

- 1) - The openings are $\frac{1}{4}$ in. (6 mm) or larger in the least dimension,
 - Thickness or depth of the material does not exceed the least dimension of the opening,
 - openings constitute 70 percent of the area of the ceiling material.
- 2) Listed type





Open Grid Ceiling:

Light Hazard:

Min. Clearance	Spacing
18 in (45 cm)	Less than 10' x 10'
24 in (60 cm)	Grater than 10' x 10' but Less than 10' x 12'
48 in (120 cm)	Grater than 10' x 12'

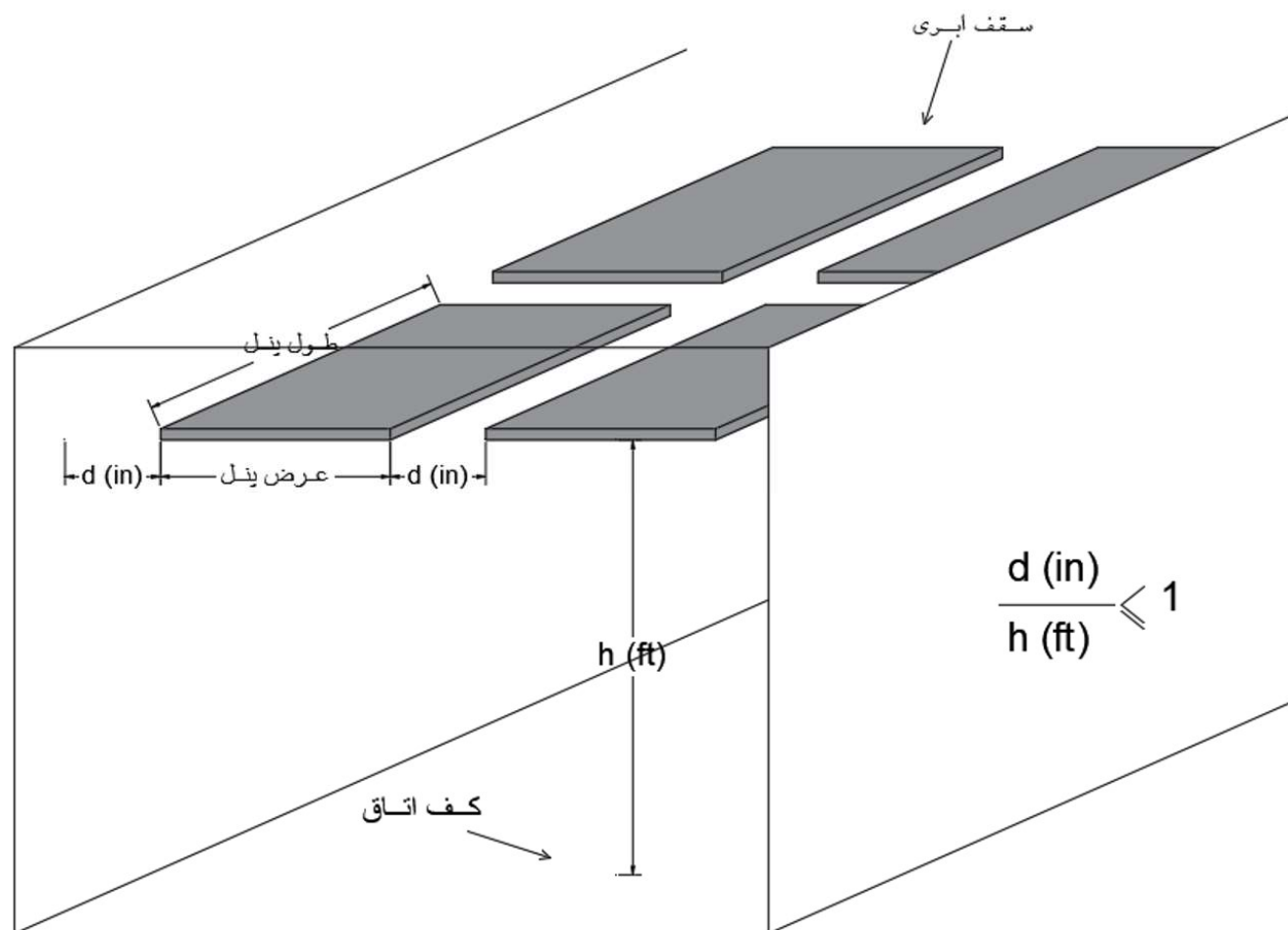
Ordinary Hazard:

Min. Clearance	Spacing
24 in (60 cm)	Less than 10' x 10'
36 in (90 cm)	Grater than 10' x 10'

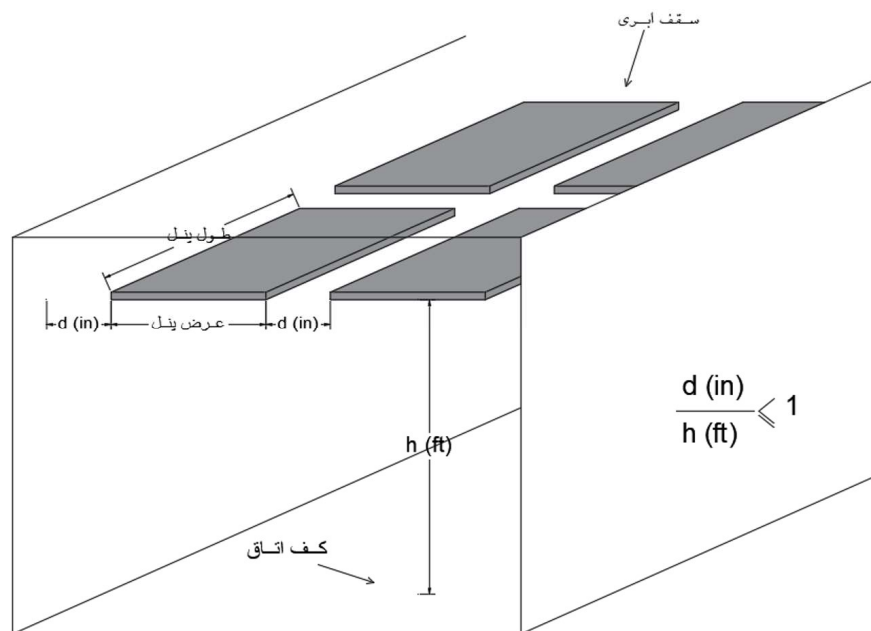
سقف ابری (Cloud Ceiling):



■ سقف ابری



شکل ۴۶-۱۳ - سقف ابری

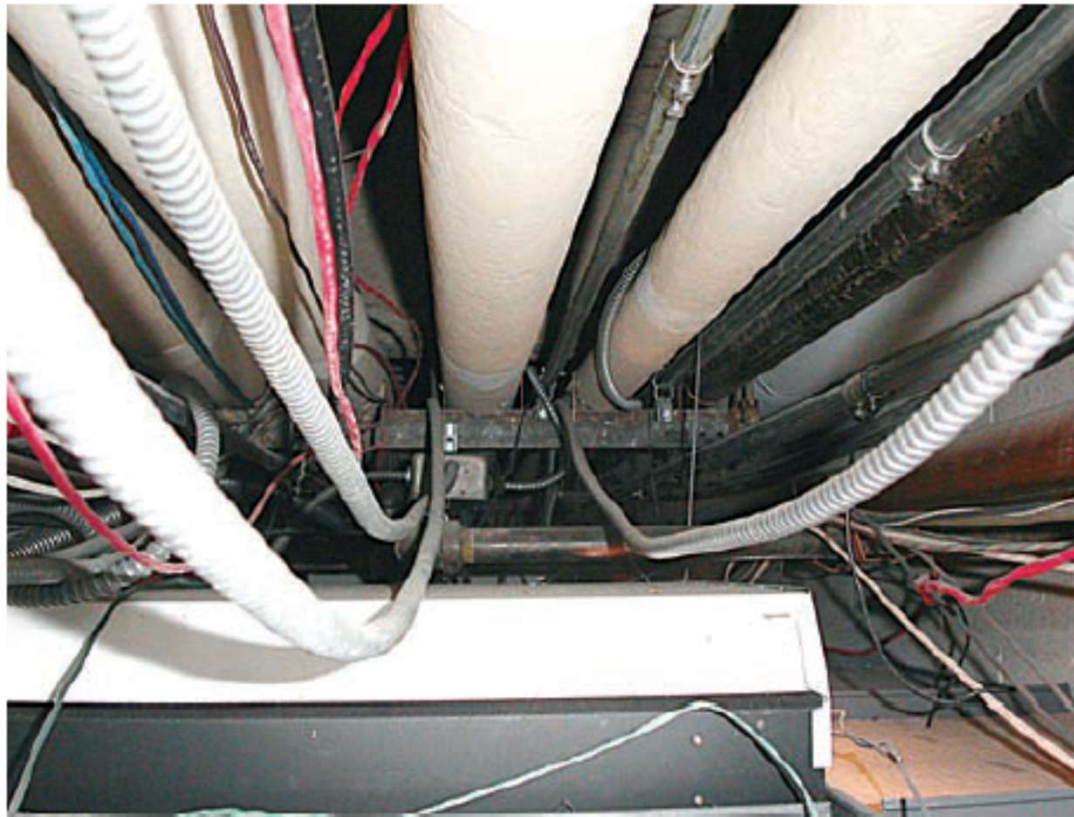


بیشترین مساحت مجاز (ft ²) بر اساس $\frac{d}{h} \leq 1 \frac{\text{in}}{\text{ft}}$	بیشترین مساحت مجاز (ft ²) بر اساس $\frac{d}{h} \leq 0.75 \frac{\text{in}}{\text{ft}}$	بیشترین مساحت مجاز (ft ²) بر اساس $\frac{d}{h} \leq 0.5 \frac{\text{in}}{\text{ft}}$	عرض پنل سقفی (ft)
-	70	175	2-<2.5
70	120	225	2.5-4
150	150	225	>4

جدول ۲-۱۳ - بیشترین مساحت پوشش مجاز متناسب با متناسب با عرض پنل و نسبت d به h

Concealed Space:

8.15.1.2.1* Concealed spaces of noncombustible and limited-combustible construction with minimal combustible loading having no access shall not require sprinkler protection.



Sidewall Standard Spray Sprinklers :



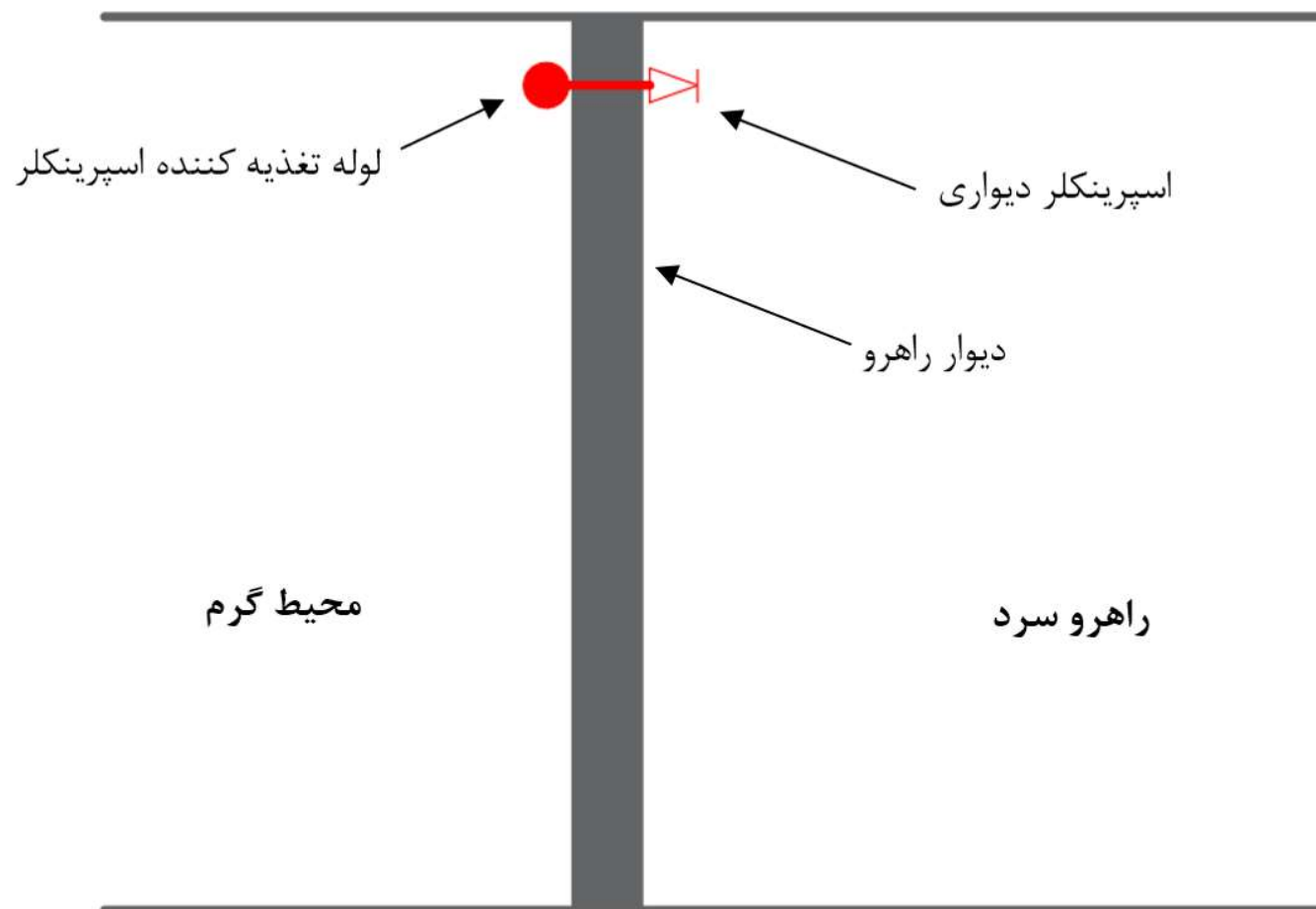
Horizontal Sidewall



Vertical Sidewall



شکل ۹-۲۷ نصب اسپرینکلر دیواری بر روی دیوار راهرو



شکل ۹-۲۸ نمای برش مثال مطرح شده در خصوص نصب اسپرینکلر دیواری

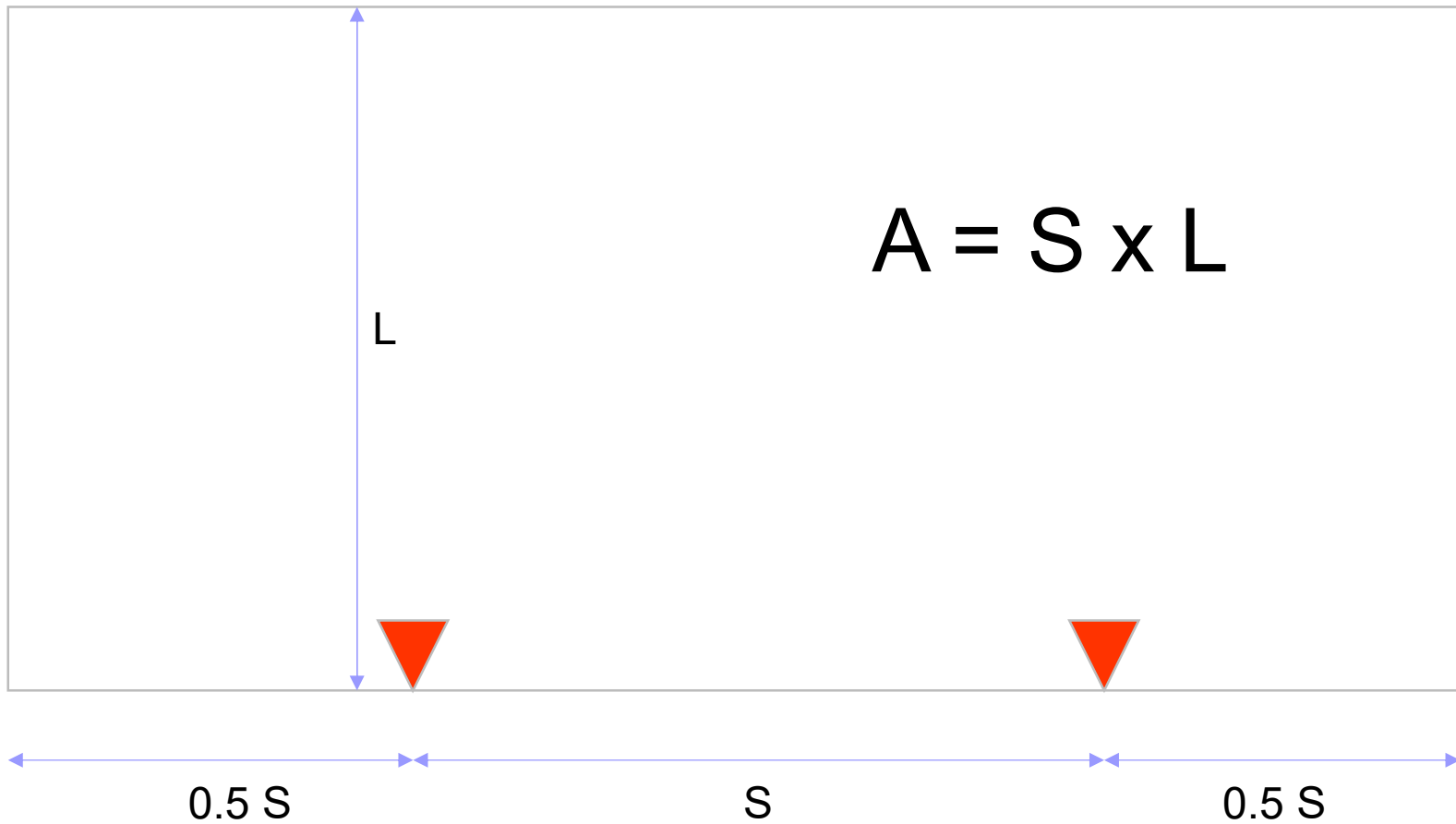
Sidewall Standard Spray Sprinklers :

محیط	وضعیت نازک کاری سقف	بیشترین فاصله مجاز اسپرینکرها در امتداد دیوار	بیشترین عرض قابل پوشش اتاق	بیشترین مساحت پوشش هر اسپرینکلر
کم خطر	قابل اشتعال	۱۴ فوت (۴/۳ متر)	۱۲ فوت (۳/۷ متر)	۱۲۰ فوت مربع (۱۱ متر مربع)
	غیر قابل اشتعال یا قابلیت اشتعال محدود	۱۴ فوت (۴/۳ متر)	۱۴ فوت (۴/۳ متر)	۱۹۶ فوت مربع (۱۸ متر مربع)
میان خطر	قابل اشتعال	۱۰ فوت (۳ متر)	۱۰ فوت (۳ متر)	۸۰ فوت مربع (۷/۴ متر مربع)
	غیر قابل اشتعال یا قابلیت اشتعال محدود	۱۰ فوت (۳ متر)	۱۰ فوت (۳ متر)	۱۰۰ فوت مربع (۹/۳ متر مربع)

جدول ۶-۱۳ مساحت پوشش و فاصله مجاز بین اسپرینکرها در محیط کم خطر و میان خطر



Sidewall Standard Spray Sprinklers :

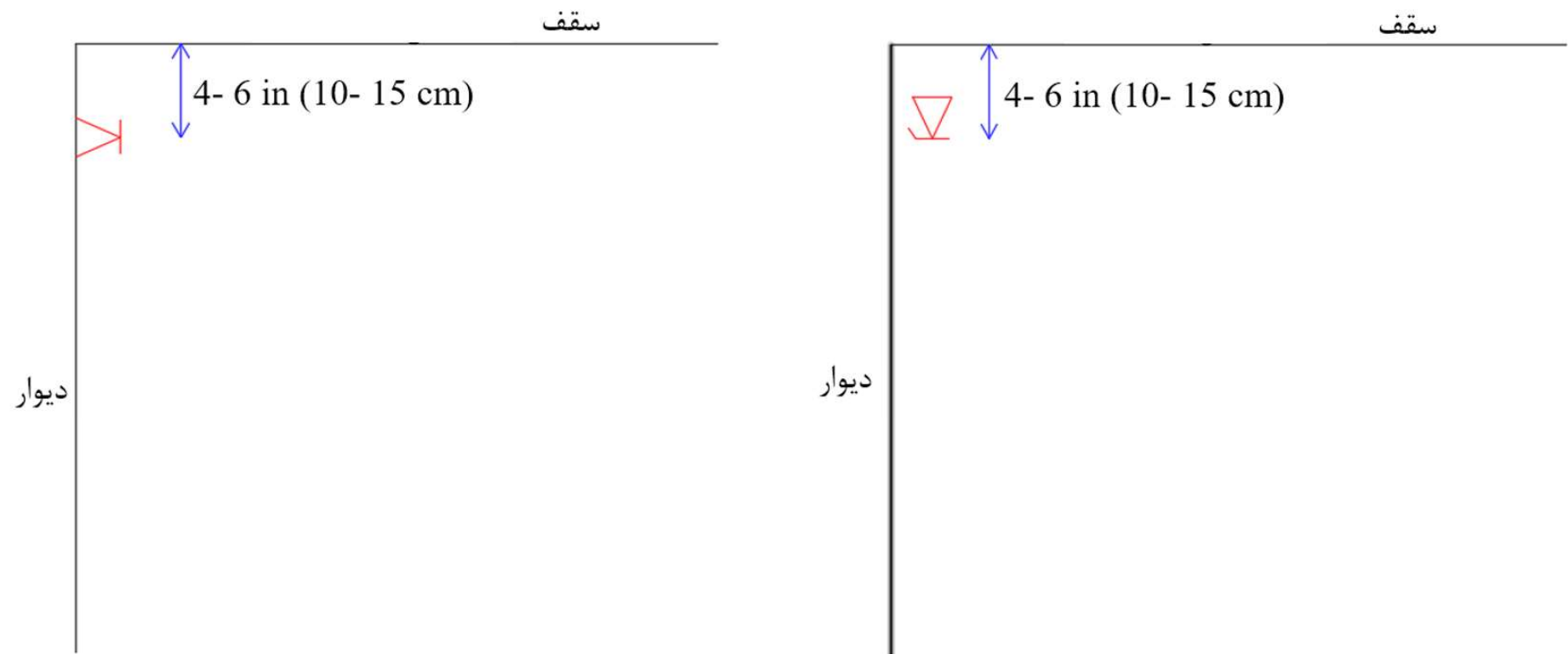




Sidewall Standard Spray Sprinklers :

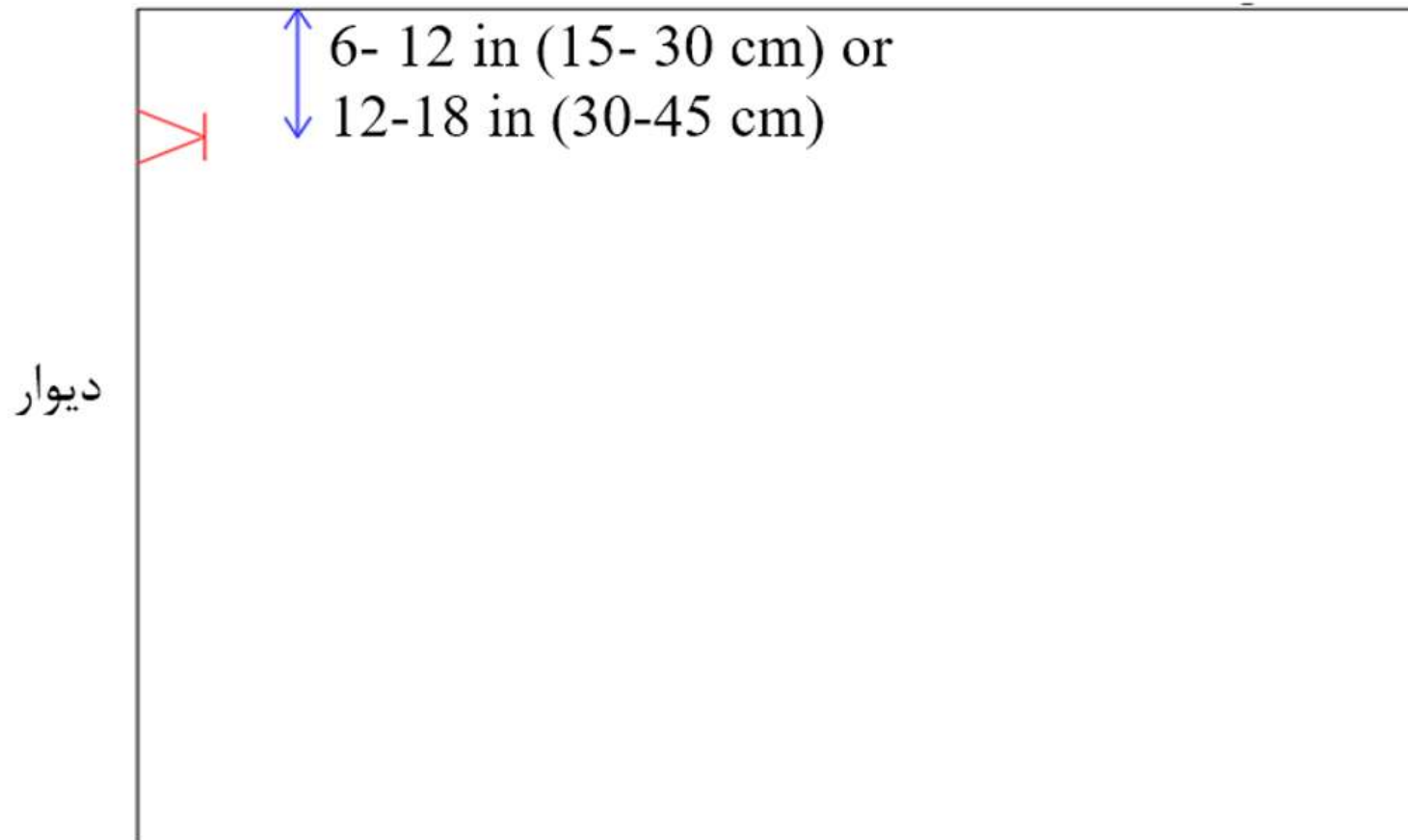
Distance Below Ceilings:

- **8.7.4.1.1.1** Unless the requirements of 8.7.4.1.1.2 are met, sidewall sprinkler deflectors shall be located not more than 6 in. (150 mm) or less than 4 in. (100 mm) from ceilings.
- **8.7.4.1.1.2** Horizontal sidewall sprinklers shall be permitted to be located in a zone 6 in. to 12 in. (150 mm to 300 mm) or 12 in. to 18 in. (300 mm to 450 mm) below noncombustible and limited-combustible ceilings where listed for such use.



شکل ۵۴-۱۳ فاصله اسپرینکلرهای دیواری از سقف

سقف از جنس غیر قابل اشتعال یا قابلیت اشتعال محدود



شکل ۵۵-۱۳ فاصله اسپرینکلرهای دیواری افقی فهرست شده برای نصب
در فاصل بیشتر از سقف متناسب با فشار تعیین شده توسط سازنده



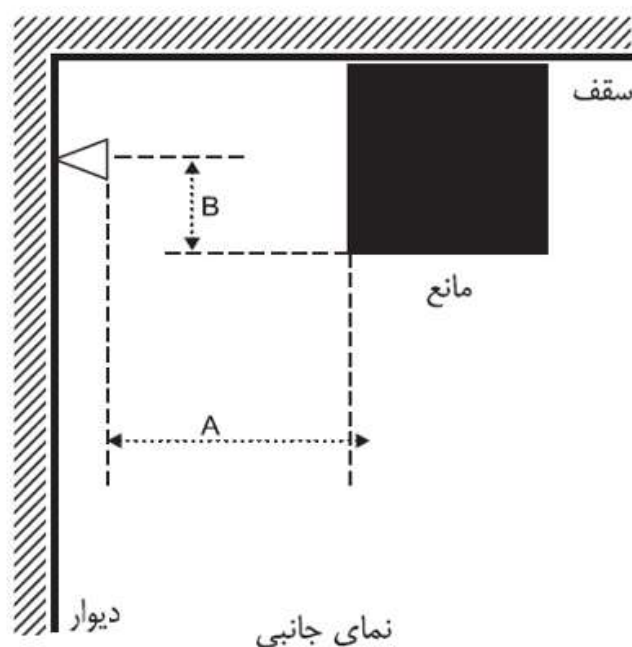
Sidewall Standard Spray Sprinklers :

Distance from Walls:

- **8.7.4.1.2.1*** Vertical sidewall sprinkler deflectors shall be located not more than 6 in. (150 mm) or less than 4 in. (100 mm) from the wall from which they are projecting.
- **8.7.4.1.2.2** Horizontal sidewall sprinkler deflectors shall be located no more than 6 in. (150 mm), and shall be permitted to be located with their deflectors less than 4 in. (100 mm), from the wall on which they are mounted.

Sidewall Standard Spray Sprinklers:

Obstruction in front of Sidewall Sprinklers



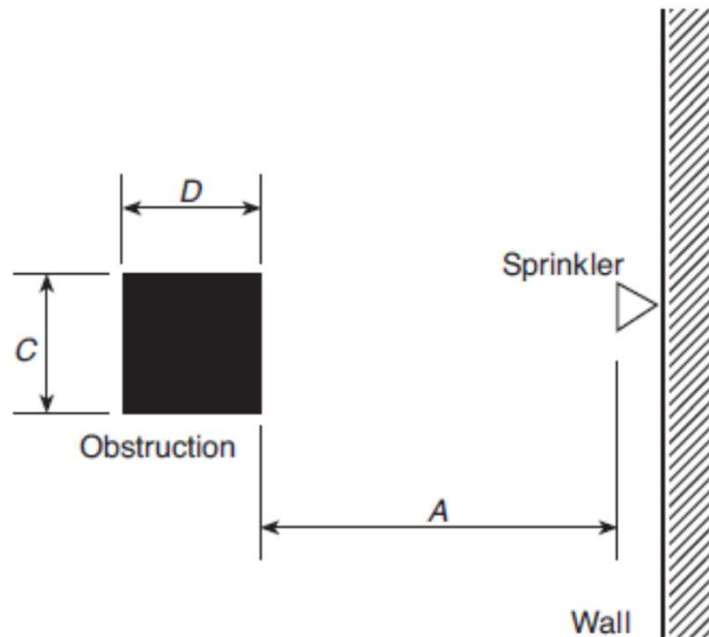
شکل ۲۵-۱۴ فاصله افقی اسپرینکلر تا لبه مانع با A و فاصله عمودی دفلیکتور تا بالای مانع با B نمایش داده شده است

حداقل فاصله افقی اسپرینکلر از کنار مانع A		حداکثر فاصله عمودی دفلیکتور از زیر مانع B	
میلیمتر	فوت	میلیمتر	اینچ
1200	4	25	1
1500	5	50	2
1700	5.5	75	3
1800	6	100	4
2000	6.5	150	6
2100	7	175	7
2300	7.5	225	9
2400	8	275	11
2600	8.5	350	14

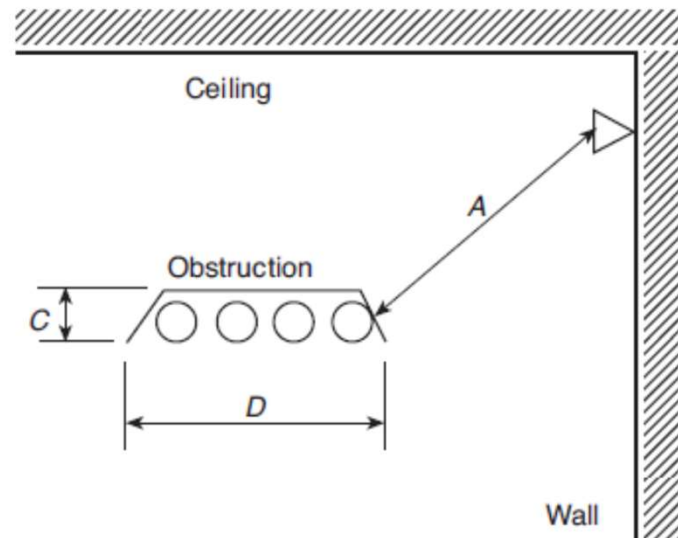
جدول ۳-۱۴ فاصله افقی و عمودی اسپرینکلر از موانع

Sidewall Standard Spray Sprinklers:

3 times Rule:



Plan View of Column
(Obstruction in vertical orientation)
 $A \geq 3C$ or $3D$
(Use dimension C or D , whichever is greater)



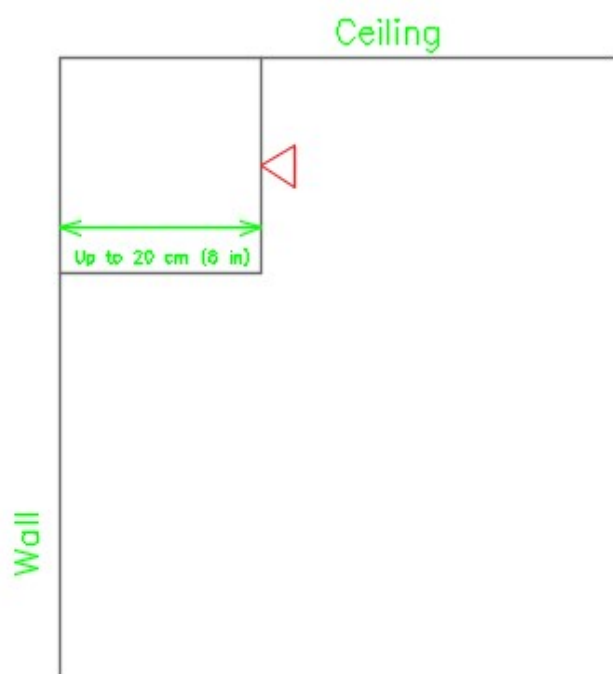
Elevation View of Pipe Conduit or Light Fixture

$A \geq 3C$ or $3D$
 $A \leq 24$ in. (600 mm)
(Use dimension C or D , whichever is greater)

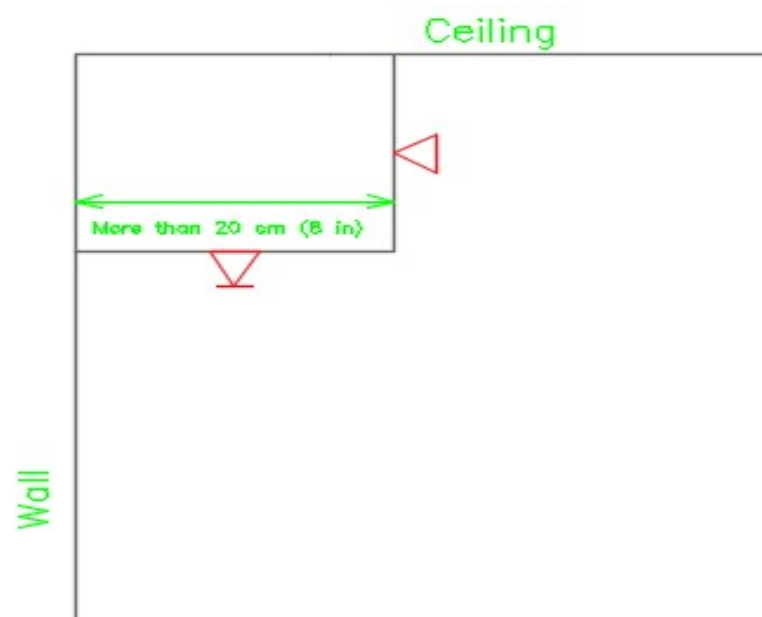
Clear distance: 24 in (Except vertical obstruction such as column)

Sidewall Standard Spray Sprinklers:

Sidewall sprinklers on Soffit



عدم الزام به نصب اسپرینکلر پایین زن زیر سافیت



الزام به نصب اسپرینکلر پایین زن زیر سافیت



2) Hydraulic Calculation

This Method calculate the water flow and pressure losses through the piping system. Then this method compares that demand with the pressure and the flows that are available from the water supply to determine if the water supply is appropriate for the system configuration and pipe size that were chosen.



Hazen -Williams:

$$p = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85}d^{4.87}}$$

where:

p = frictional resistance (psi per ft of pipe)

Q = flow (gpm)

C = friction loss coefficient

d = actual internal diameter of pipe (in.)



Table 27.2.4.8.1 Hazen–Williams *C* Values

Pipe or Tube	<i>C</i> Value*
Unlined cast or ductile iron	100
Black steel (dry systems including preaction)	100
Black steel (wet systems including deluge)	120
Galvanized steel (dry systems including preaction)	100
Galvanized steel (wet systems including deluge)	120
Plastic (listed) all	150
Cement-lined cast- or ductile iron	140
Copper tube, brass or stainless steel	150
Asbestos cement	140
Concrete	140

Steel Pipe Dimensions

Nominal Pipe Size (in.)	Outside Diameter		Schedule 10 ^a				Schedule 30				Schedule 40			
			Inside Diameter		Wall Thickness		Inside Diameter		Wall Thickness		Inside Diameter		Wall Thickness	
	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm
1/2 ^b	0.840	21.3	0.674	17.0	0.083	2.1	—	—	—	—	0.622	15.8	0.109	2.8
3/4 ^b	1.050	26.7	0.884	22.4	0.083	2.1	—	—	—	—	0.824	21.0	0.113	2.9
1	1.315	33.4	1.097	27.9	0.109	2.8	—	—	—	—	1.049	26.6	0.133	3.4
1 1/4	1.660	42.2	1.442	36.6	0.109	2.8	—	—	—	—	1.380	35.1	0.140	3.6
1 1/2	1.900	48.3	1.682	42.7	0.109	2.8	—	—	—	—	1.610	40.9	0.145	3.7
2	2.375	60.3	2.157	54.8	0.109	2.8	—	—	—	—	2.067	52.5	0.154	3.9
2 1/2	2.875	73.0	2.635	66.9	0.120	3.0	—	—	—	—	2.469	62.7	0.203	5.2
3	3.500	88.9	3.260	82.8	0.120	3.0	—	—	—	—	3.068	77.9	0.216	5.5
3 1/2	4.000	101.6	3.760	95.5	0.120	3.0	—	—	—	—	3.548	90.1	0.226	5.7
4	4.500	114.3	4.260	108.2	0.120	3.0	—	—	—	—	4.026	102.3	0.237	6.0
5	5.563	141.3	5.295	134.5	0.134	3.4	—	—	—	—	5.047	128.2	0.258	6.6
6	6.625	168.3	6.357	161.5	0.134 ^c	3.4	—	—	—	—	6.065	154.1	0.280	7.1
8	8.625	219.1	8.249	209.5	0.188 ^c	4.8	8.071	205.0	0.277	7.0	7.981	—	0.322	—
10	10.750	273.1	10.370	263.4	0.188 ^c	4.8	10.140	257.6	0.307	7.8	10.020	—	0.365	—
12	12.750	—	12.090	—	0.330	—	—	—	—	—	11.938	—	0.406	—

Equivalent Schedule 40 Steel Pipe Length Chart

Fittings and Valves	Fittings and Valves Expressed in Equivalent Feet of Pipe														
	1/2 in.	3/4 in.	1 in.	1 1/4 in.	1 1/2 in.	2 in.	2 1/2 in.	3 in.	3 1/2 in.	4 in.	5 in.	6 in.	8 in.	10 in.	12 in.
45° elbow	—	1	1	1	2	2	3	3	3	4	5	7	9	11	13
90° standard elbow	1	2	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	18	22	27
90° long-turn elbow	0.5	1	2	2	2	3	4	5	5	6	8	9	13	16	18
Tee or cross (flow turned 90°)	3	4	5	6	8	10	12	15	17	20	25	30	35	50	60
Butterfly valve	—	—	—	—	—	6	7	10	—	12	9	10	12	19	21
Gate valve	—	—	—	—	—	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6
Swing check*	—	—	5	7	9	11	14	16	19	22	27	32	45	55	65

اگر C Factor برابر ۱۲۰ نباشد

Value of C	100	130	140	150
Multiplying factor	0.713	1.16	1.33	1.51

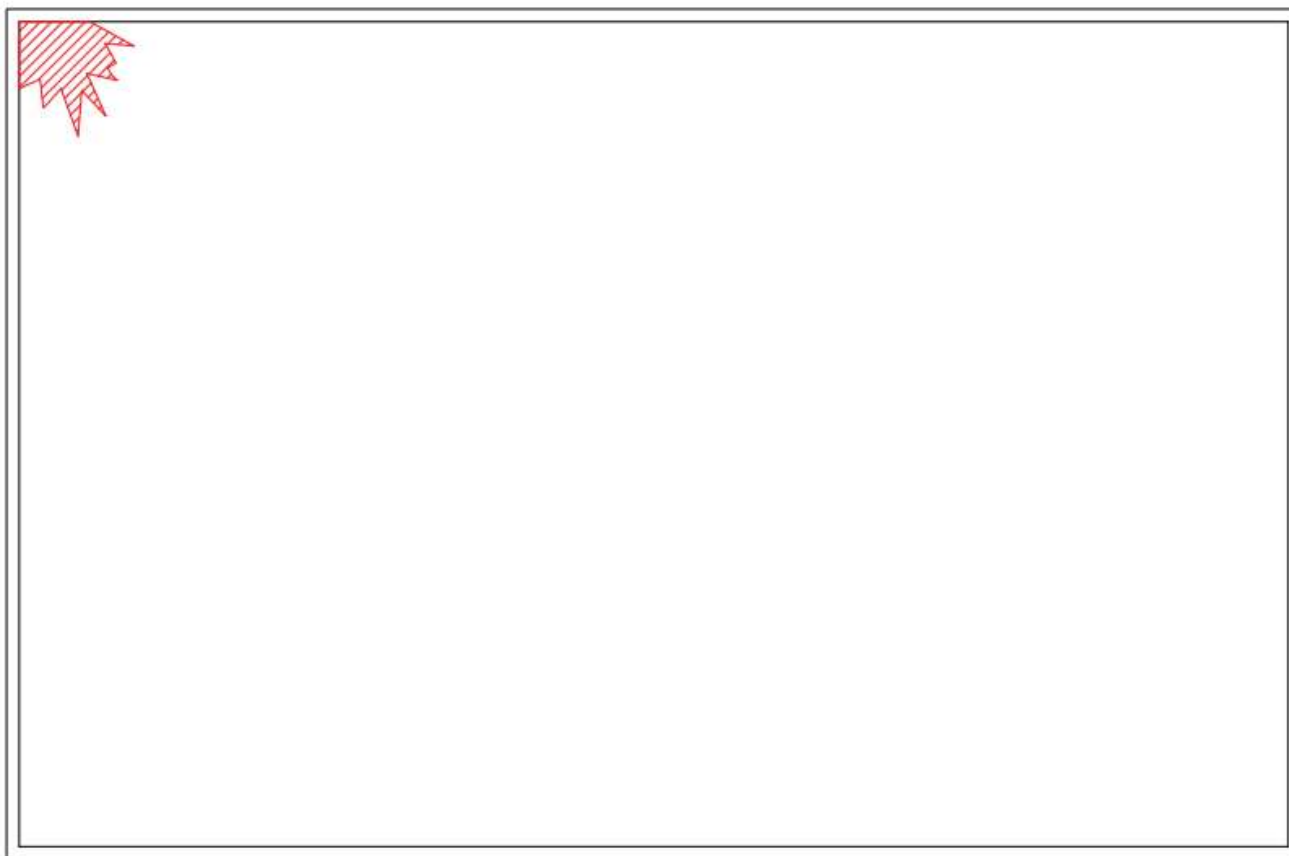
اگر قطر داخلی برابر رده ۴۰ نباشد

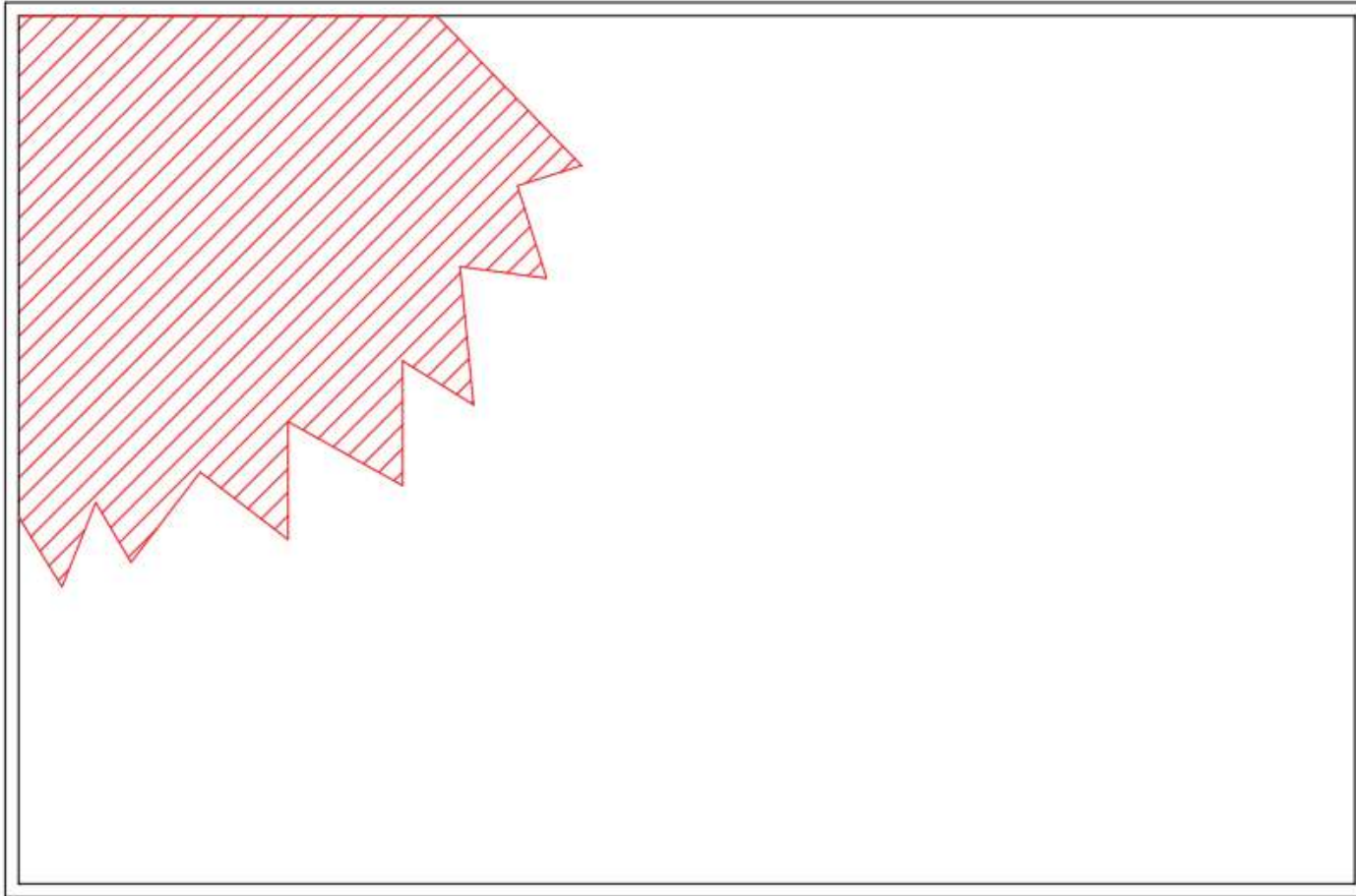
$$\left(\frac{\text{Actual inside diameter}}{\text{Schedule 40 steel pipe inside diameter}} \right)^{4.87} = \text{Factor}$$

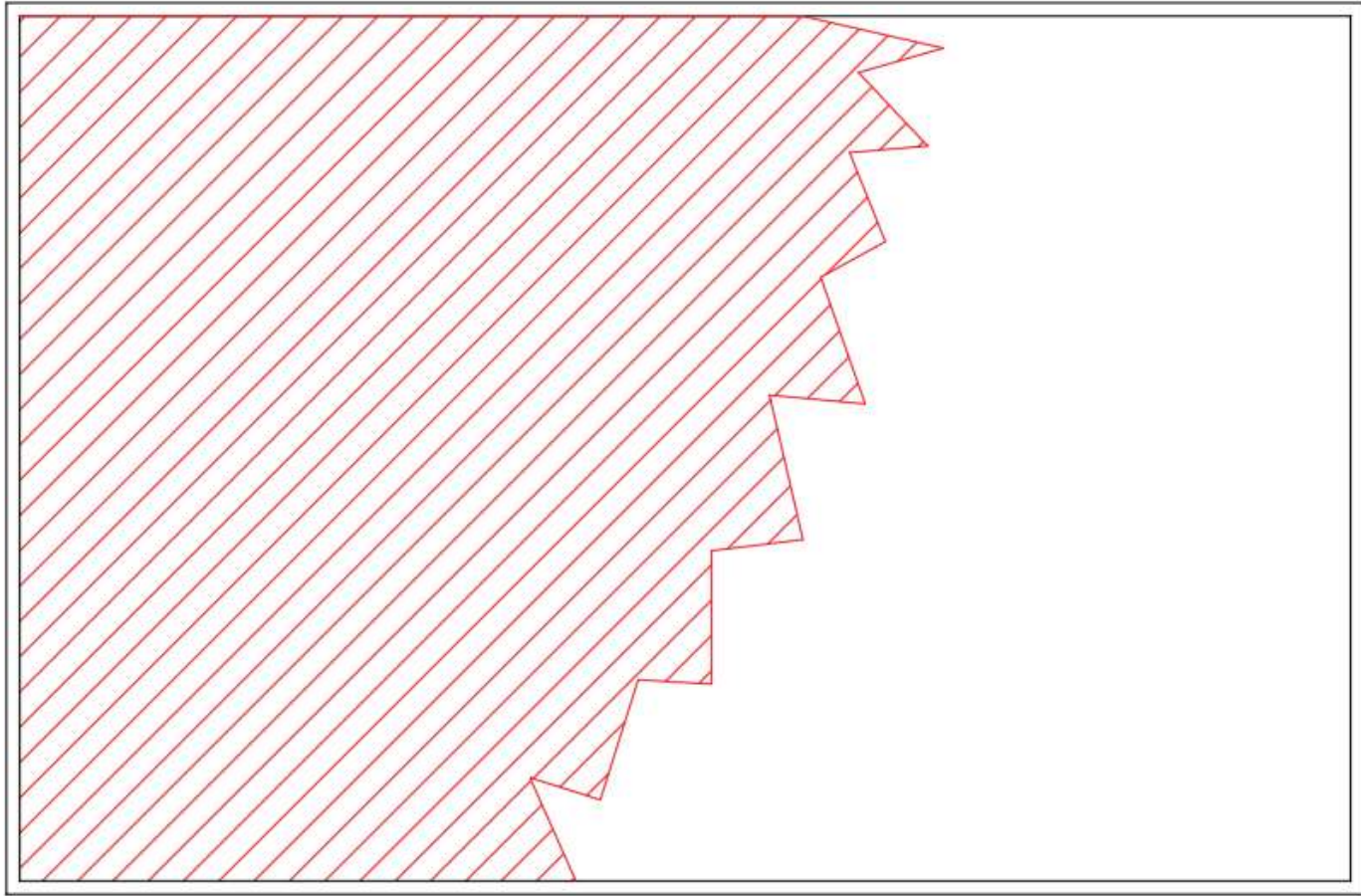


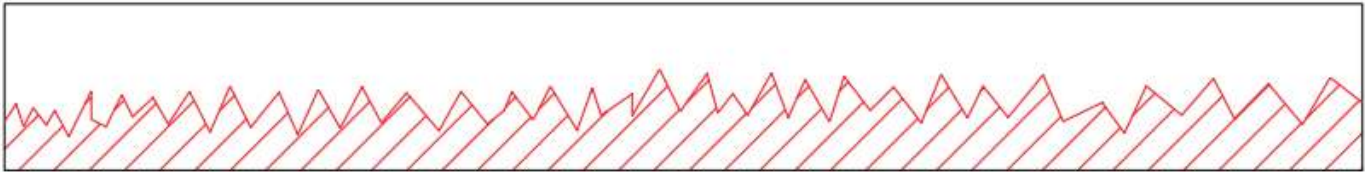
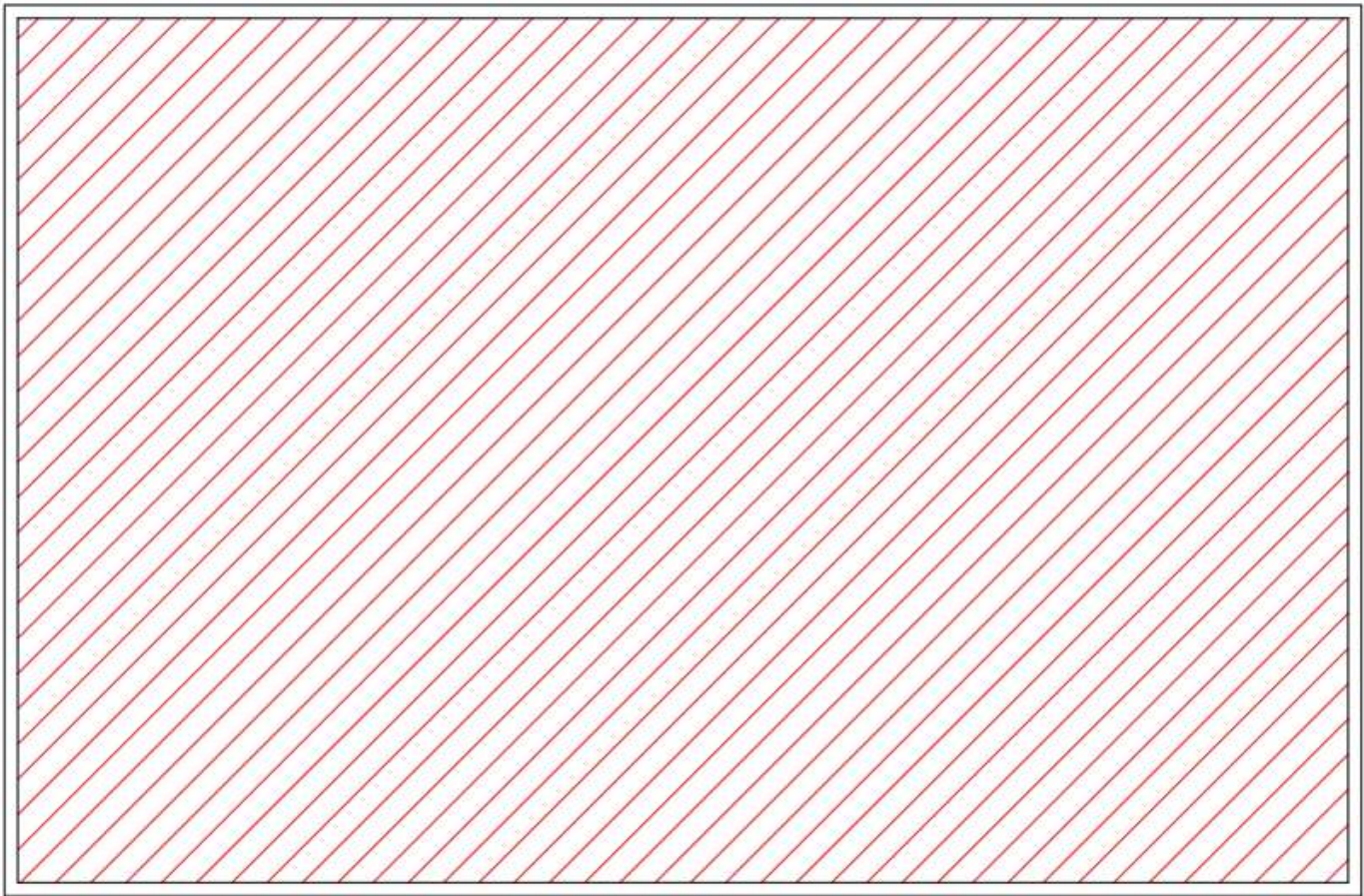
روند و پروسه انجام محاسبات هیدرولیکی، سیستمهای اسپرینکلر به ترتیب زیر است:

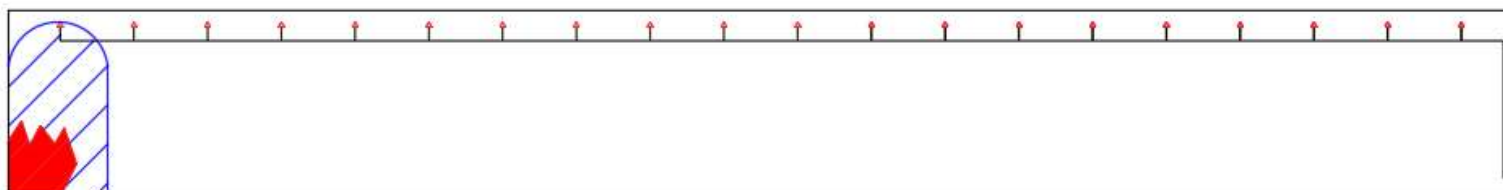
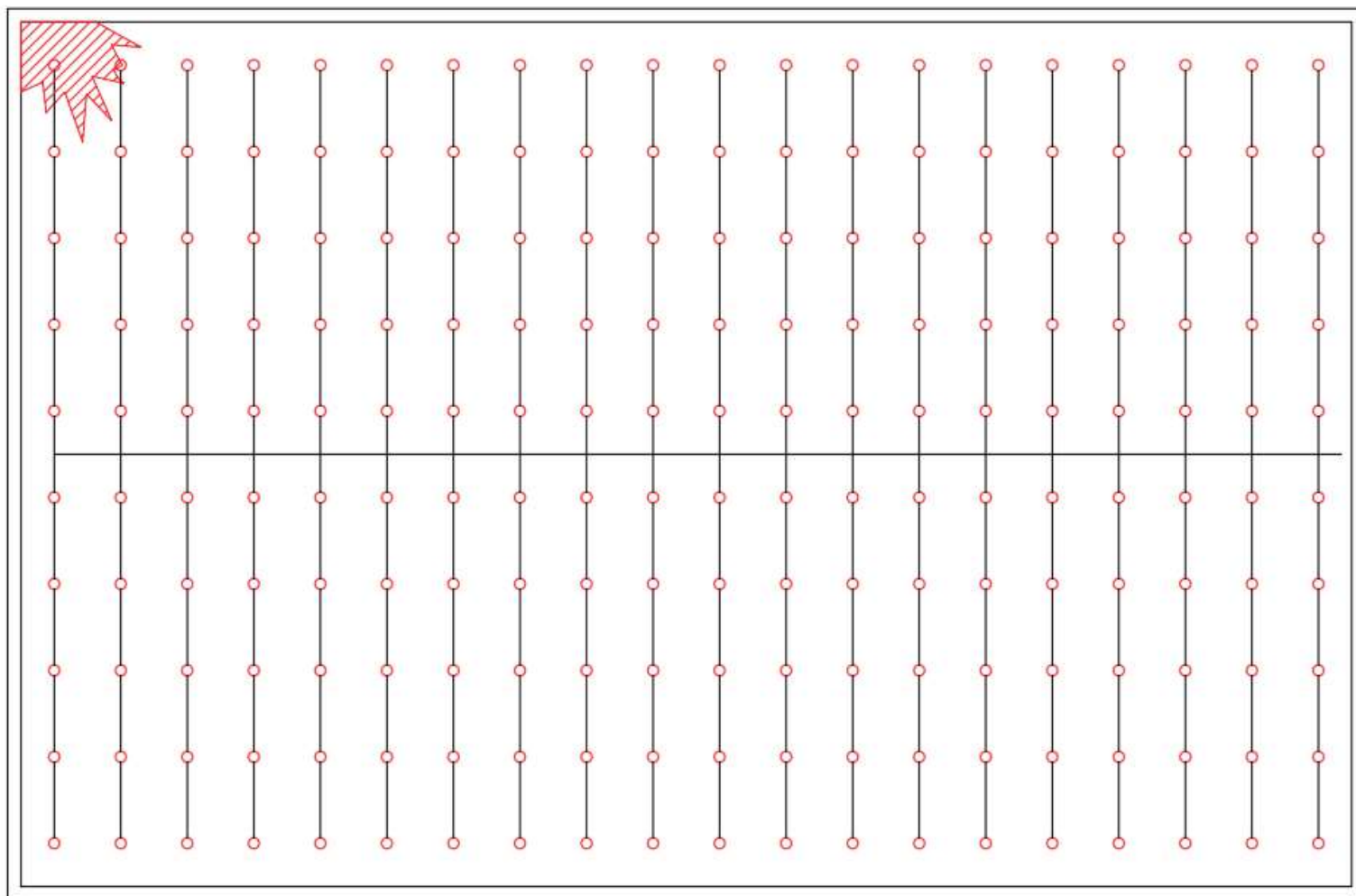
- (1) تشخیص کلاس خطر موجود در محیط
- (2) جانمایی اسپرینکلرها با توجه به قوانین مربوطه
- (3) انتخاب ترکیب لوله کشی مناسب
- (4) تعیین سائز اولیه برای لوله ها
- (5) تعیین مقدار آب خروجی مورد نیاز از هر اسپرینکلر
- (6) تعیین تعداد و محل دورترین اسپرینکلرها تا منبع سیستم از نظر هیدرولیکی، که در حریق فعال خواهند شد.
- (7) شروع محاسبه از دورترین اسپرینکلر به طرف منبع، جهت اطمینان از تأمین دبی و فشار مورد نیاز بر اساس سائز انتخاب شده برای لوله ها
- (8) مقایسه موارد محاسبه شده در مرحله ششم با مشخصات منبع آب سیستم

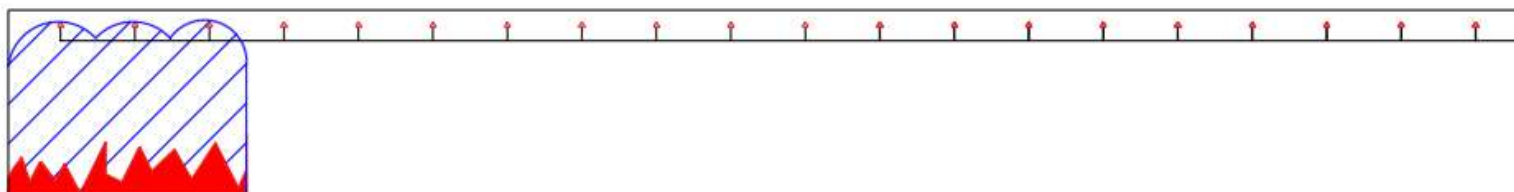
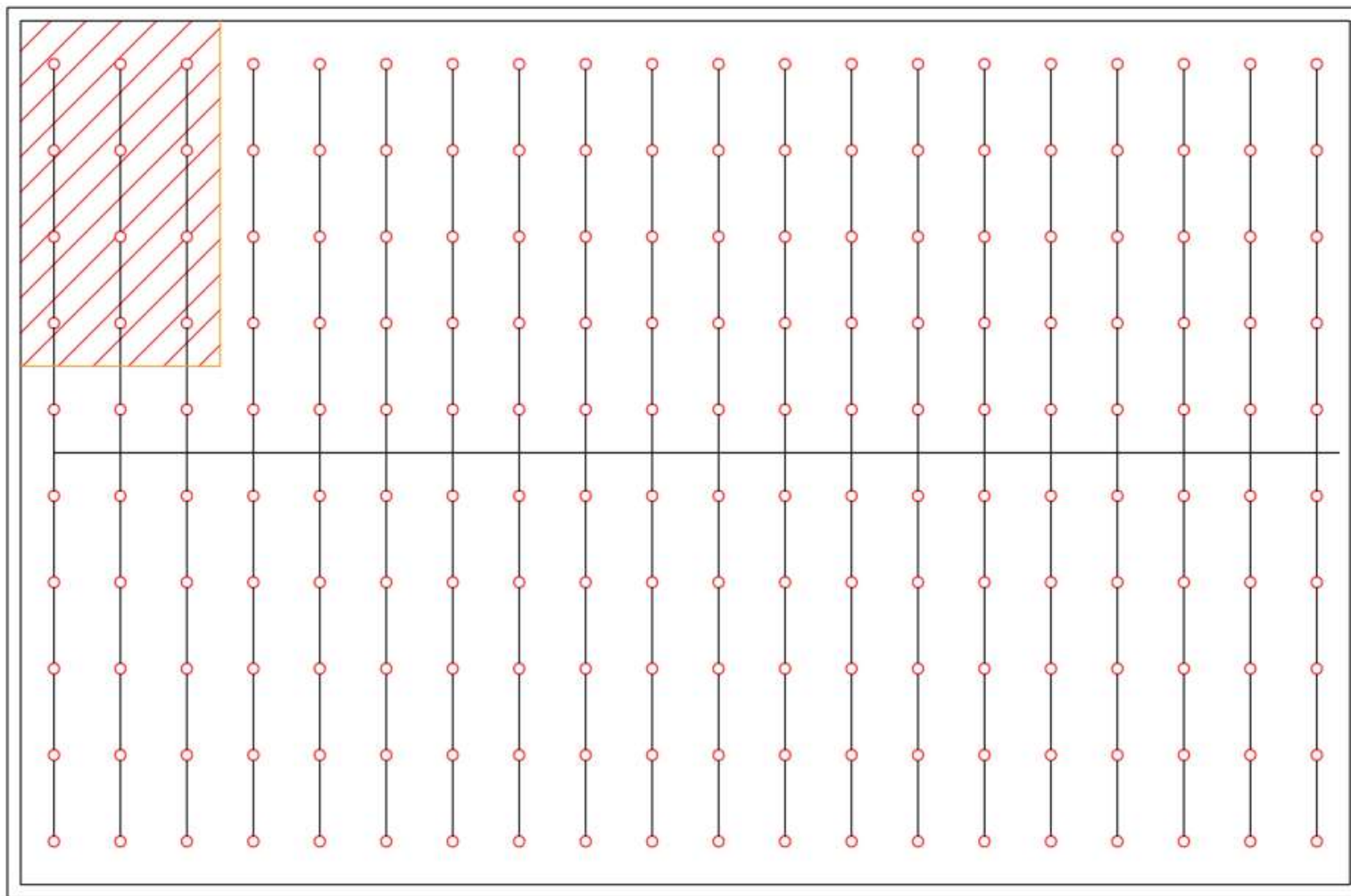


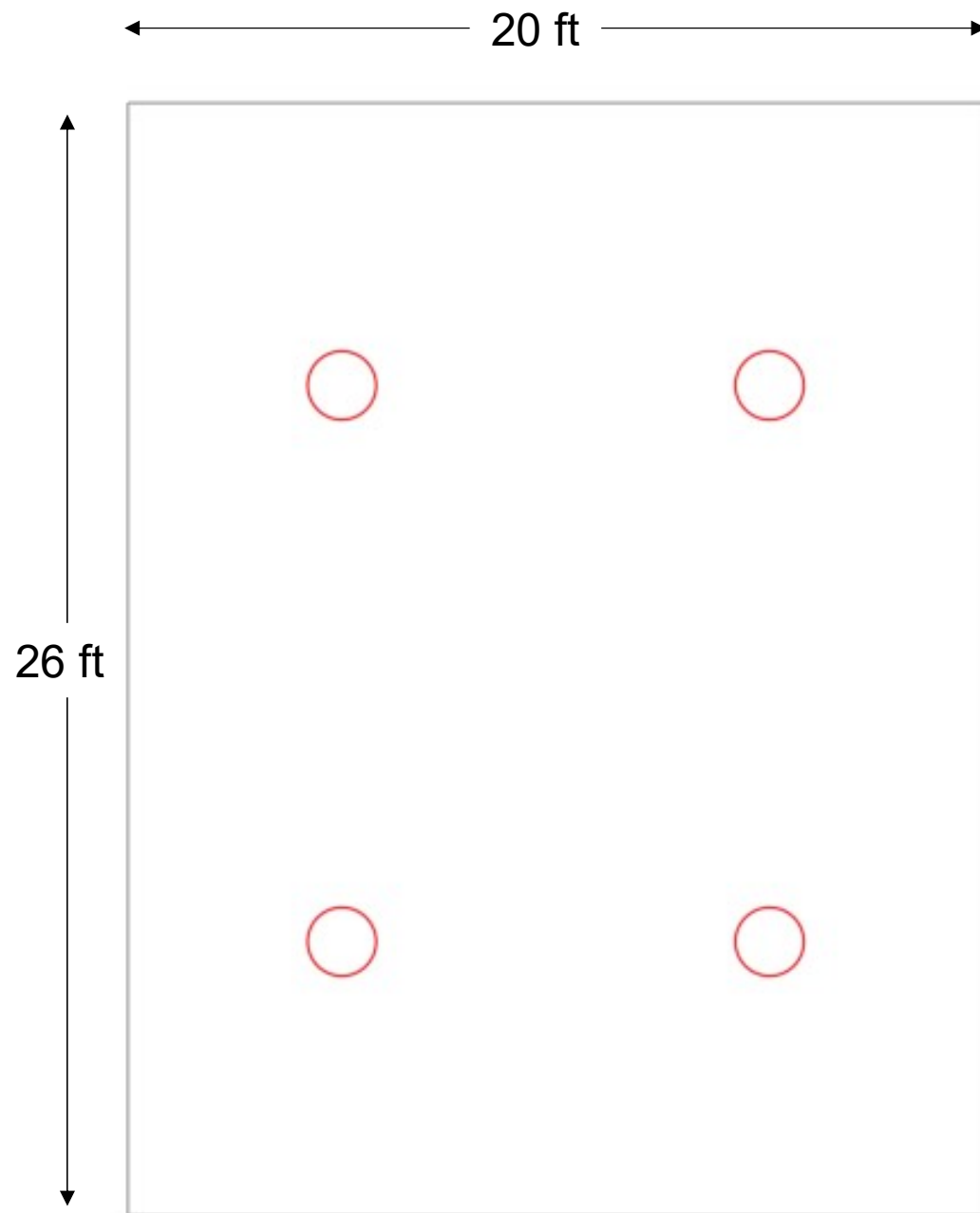






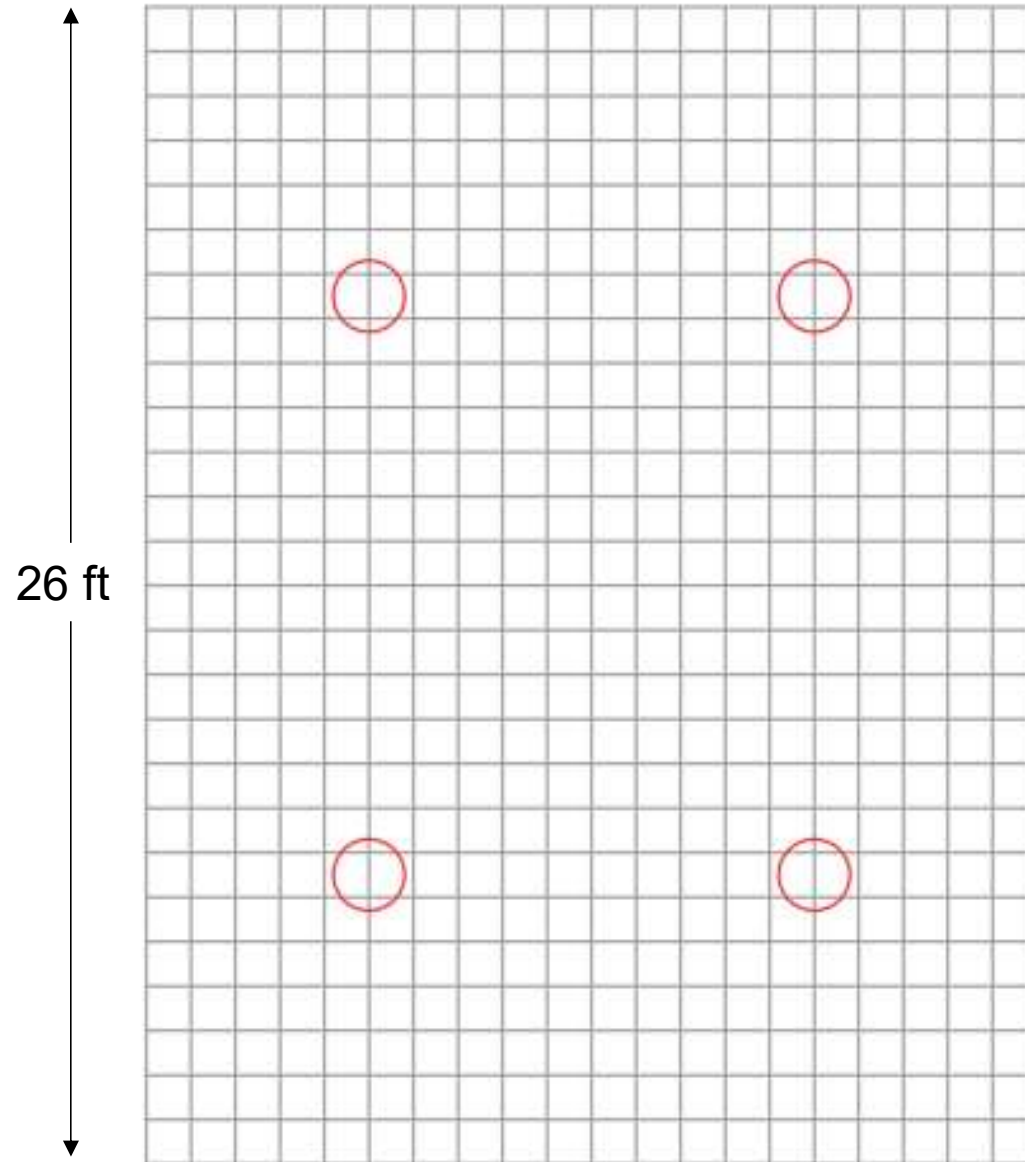


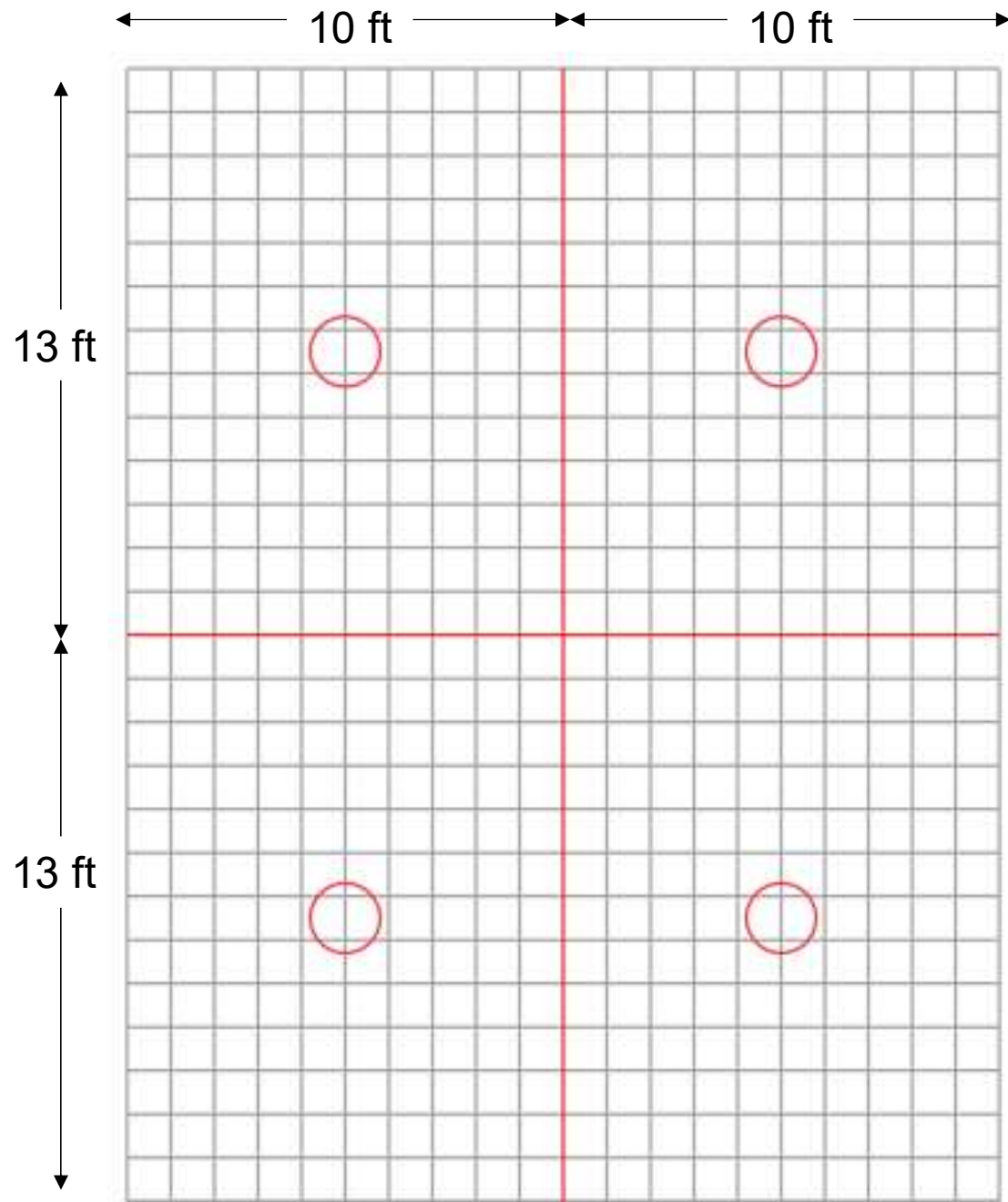






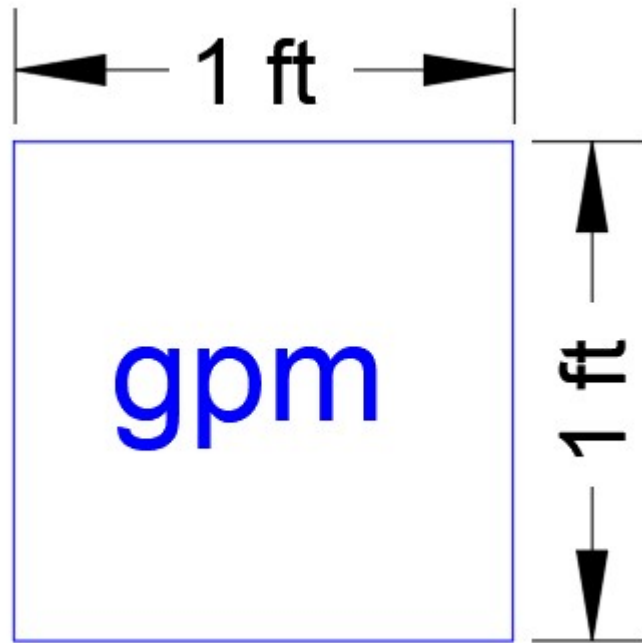
← 20 ft →



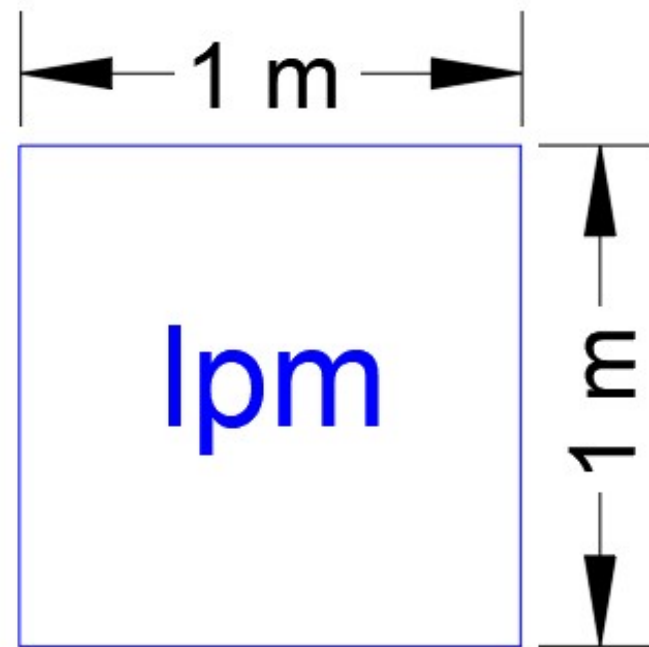


Density in Sprinkler Systems:

Flowrate over unit Area



Imperial unit
gpm/ft²



Metric unit
Lpm/m² or mm/min

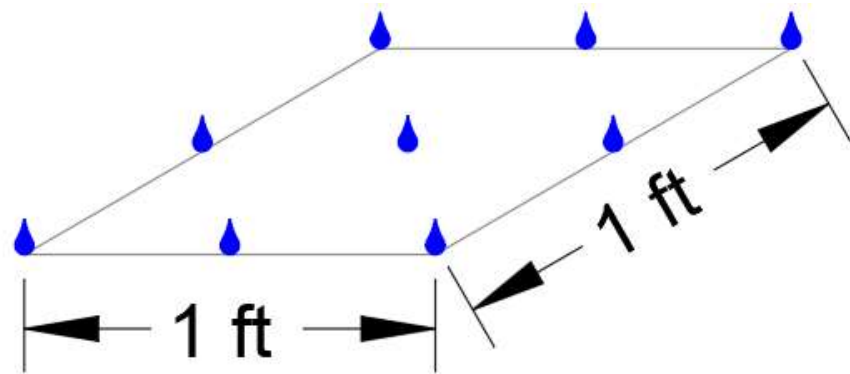


Fig. 1

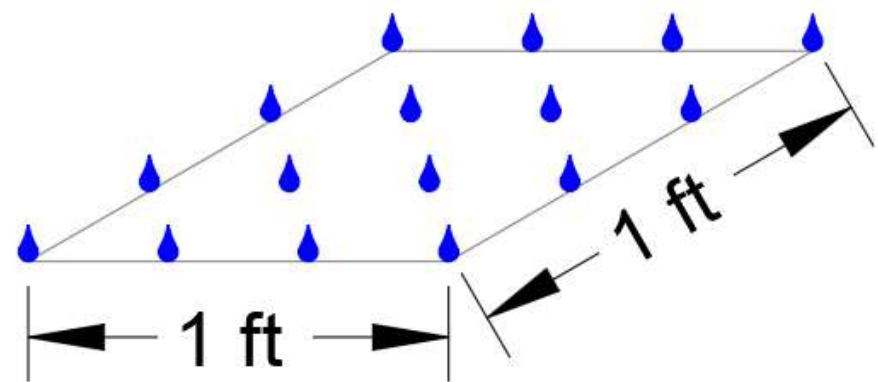


Fig. 2

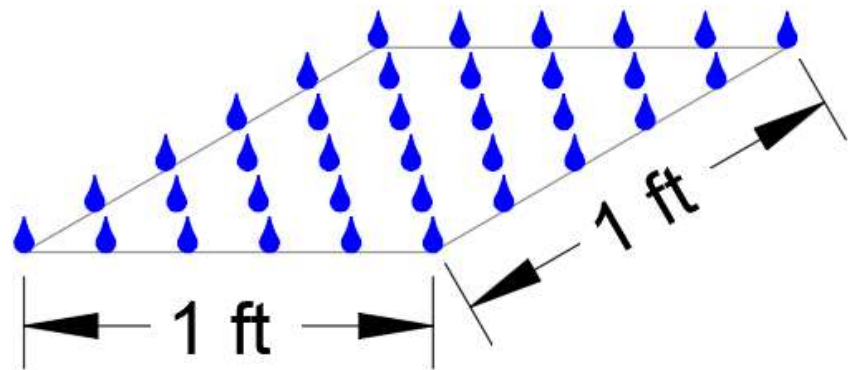


Fig. 3

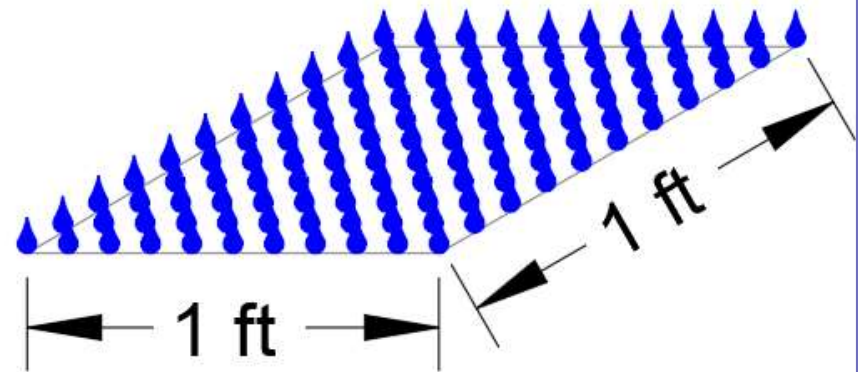
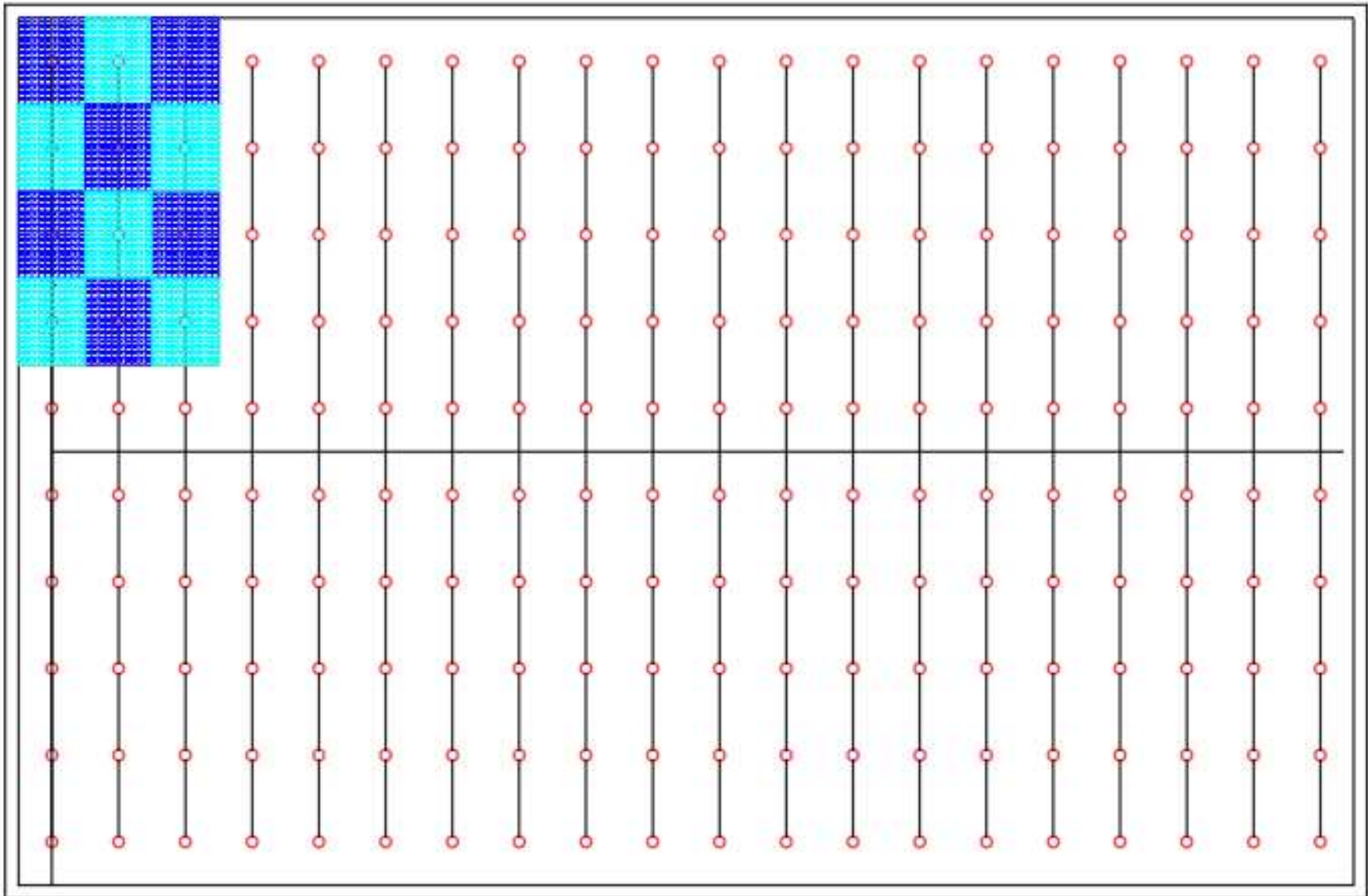
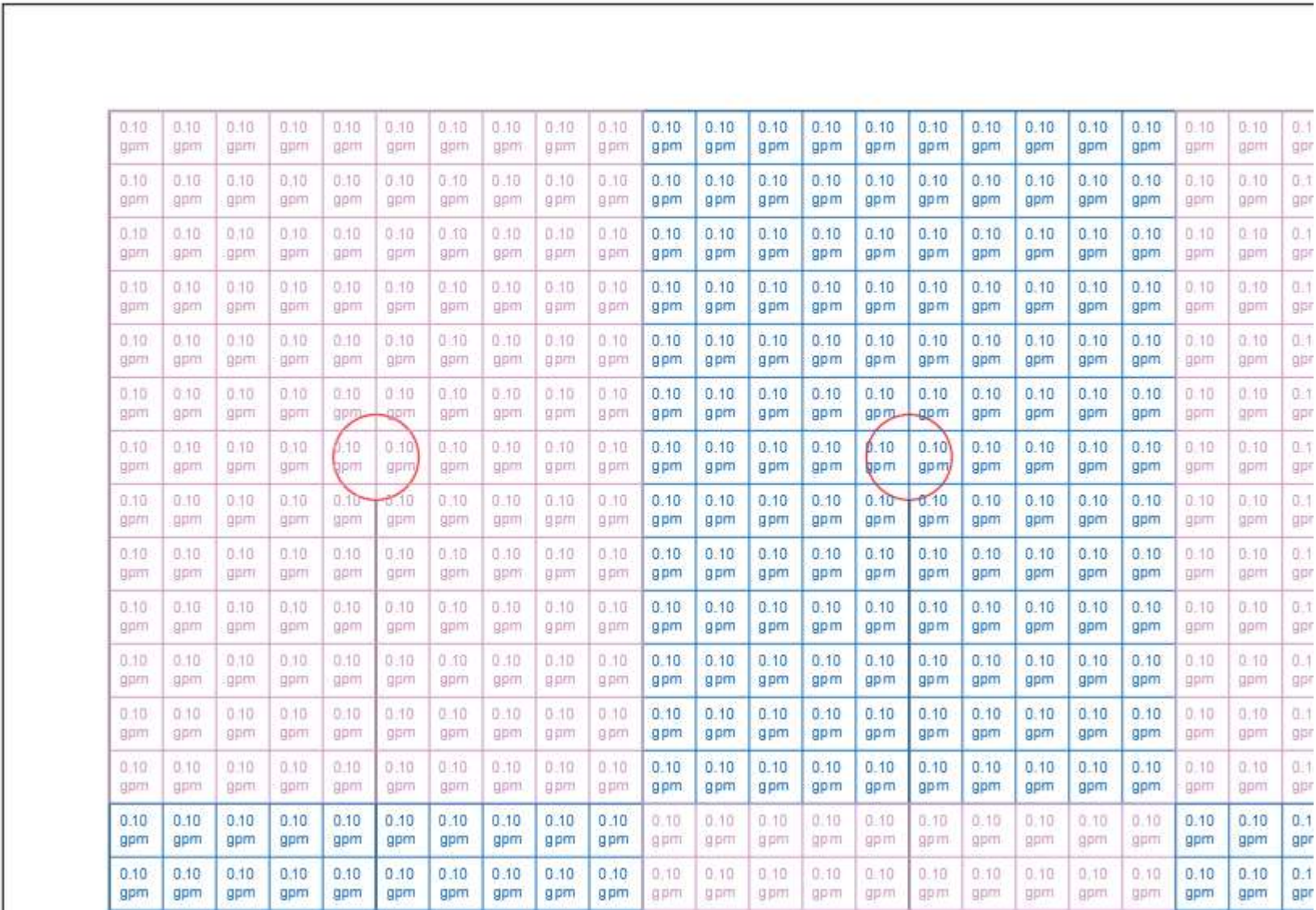


Fig. 4

OH1 and Density of 0.15 gpm/ft²

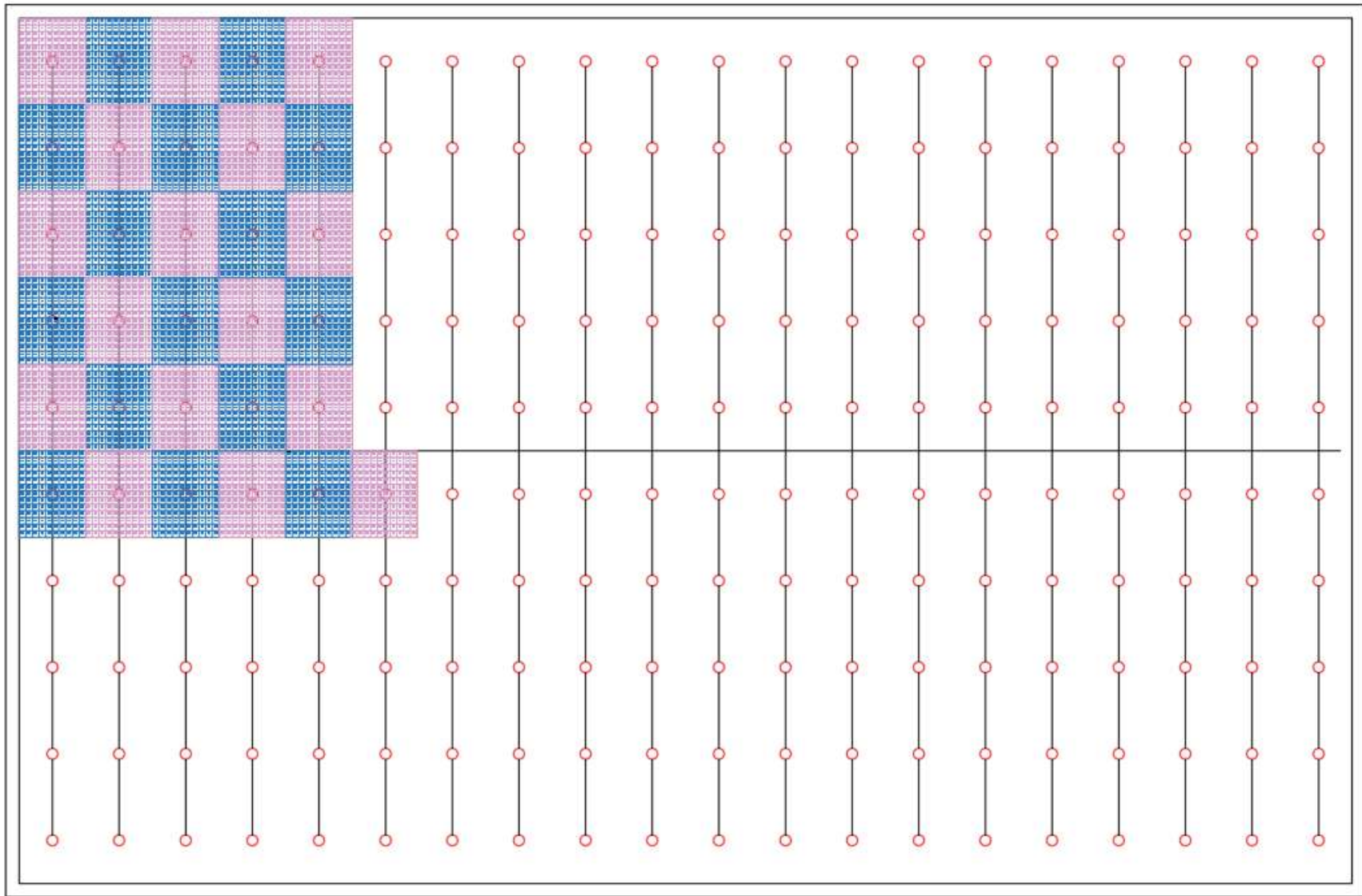


[illegible]

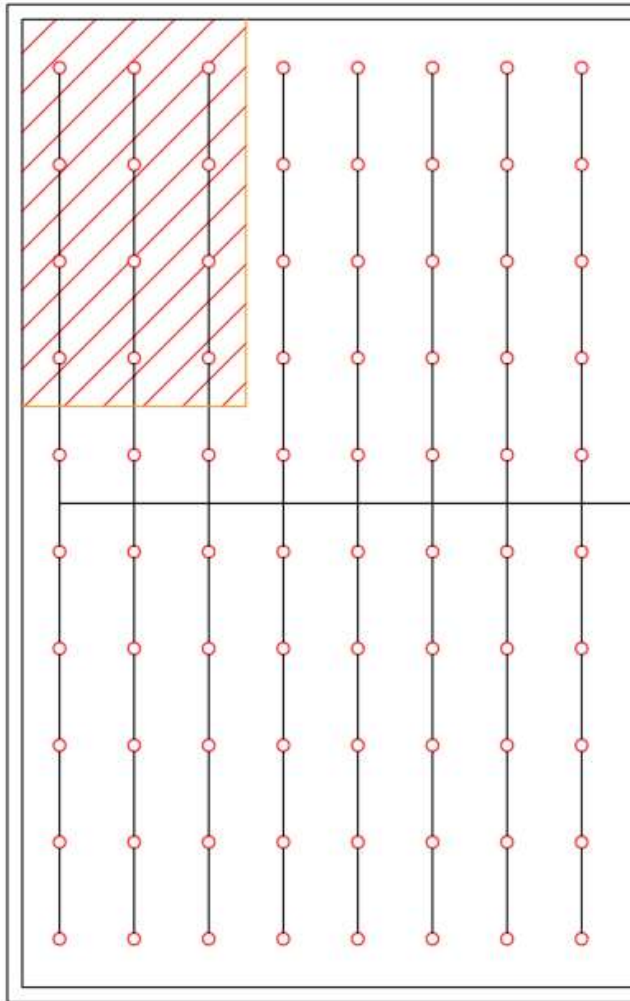




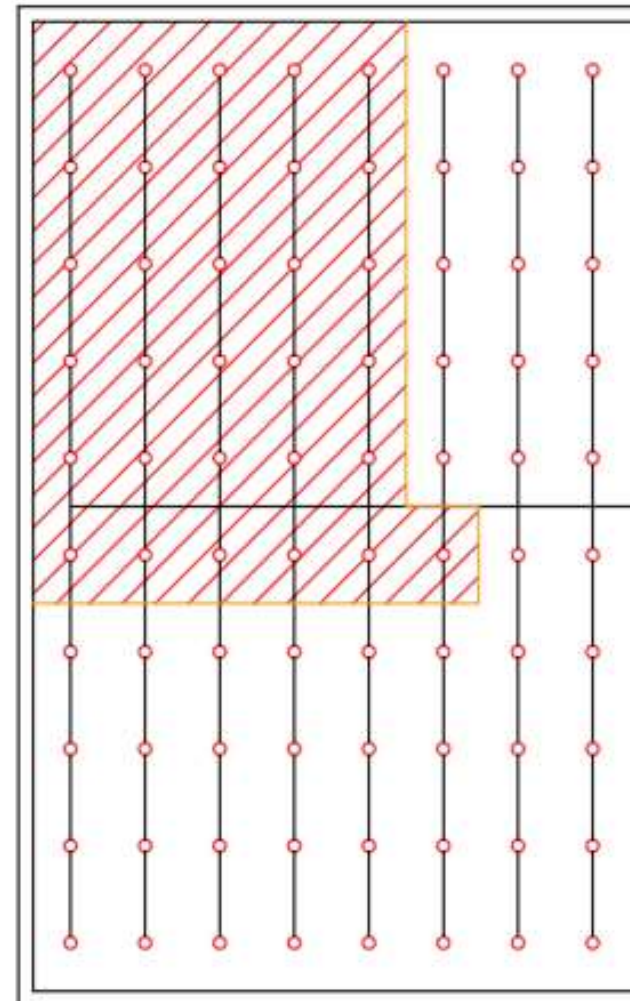
OH1 and Density of 0.10 gpm/ft²



Ordinary Hazard Group 1 (13 ft x 10 ft)



Density: 0.15 gpm/ft²



Density: 0.10 gpm/ft²

۱- استفاده از مقادیر تعیین شده در NFPA13 برای طراحی سیستمهای جدید

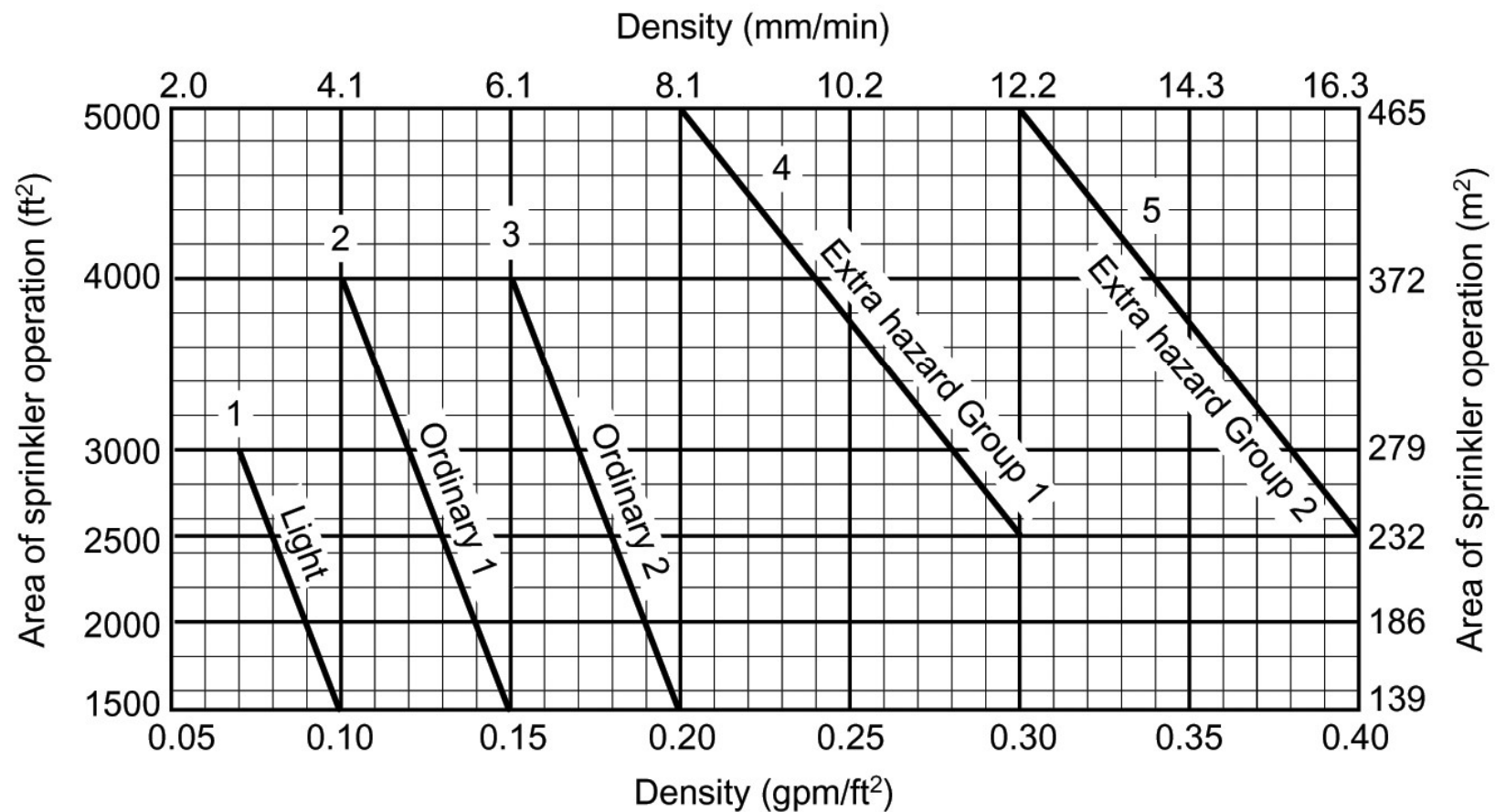
مساحت عملکرد اسپرینکلرها		چگالی		نوع خطر
m^2	ft^2	$\frac{mm}{min}$	$\frac{gpm}{ft^2}$	
140	1500	4.1	0.10	کم خطر (LH)
140	1500	6.1	0.15	میان خطر گروه یک (OH1)
140	1500	8.1	0.20	میان خطر گروه دو (OH2)
230	2500	12.2	0.30	پر خطر گروه یک (EH1)
230	2500	16.3	0.40	پر خطر گروه دو (EH2)

جدول ۲۰-۱ مقادیر چگالی و مساحت طراحی برای سیستمهای اسپرینکلر جدید

* Provided for **Wet systems, Horizontal Ceiling** and **Standard Response Sprinklers**

۲- بکارگیری نمودار مساحت/چگالی در ارزیابی یا اصلاح سیستمهای موجود

Area/density curves.



■ تنظیمات مساحت طراحی:

■ الف - سیستمهای لوله خشک : ۳۰٪ افزایش مساحت طراحی

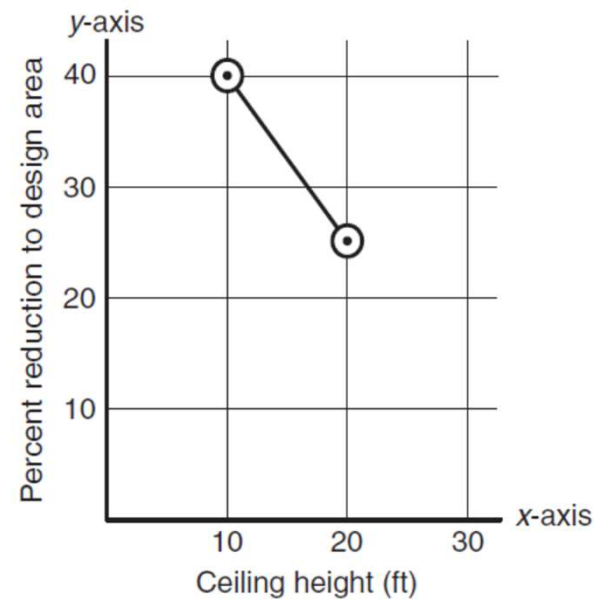
■ ب - سیستمهای پیش عمل کننده از نوع Double Interlock : ۳۰٪ افزایش مساحت طراحی

■ ج - استفاده از اسپرینکلرهای QR در سیستم تر (در محیطهای LH و OH)

$$Y = \frac{-3x}{2} + 55$$

If $x \leq 10$ ft : $x=10$

If $x > 20$ ft : $Y=0$



■ د - سقف های شیبدار: ۳۰٪ افزایش مساحت طراحی

- مساحت طراحی:

۱) محل قرار گیری مساحت طراحی دورترین قسمت (از نظر هیدرولیکی) نسبت به منبع است تا بتوان بیشترین فشار و بیشترین دبی مورد نیاز سیستم اسپرینکلر را محاسبه نمود.

۲) مستطیل شکل

۳) طول مستطیل موازی با شاخه

- تعداد اسپرینکلرهای واقع در مساحت طراحی

$$N = A_c / A_s$$

N : تعداد اسپرینکلرهایی که در حریق باز شده فرض می شوند

A_c : مساحت از منحنی "مساحت / چگالی"

A_s : مساحت پوشش هر اسپرینکلر در سیستم

* اگر جواب رابطه فوق اعشاری باشد، عدد صحیح بزرگتر را مبنای محاسبه قرار می دهیم.

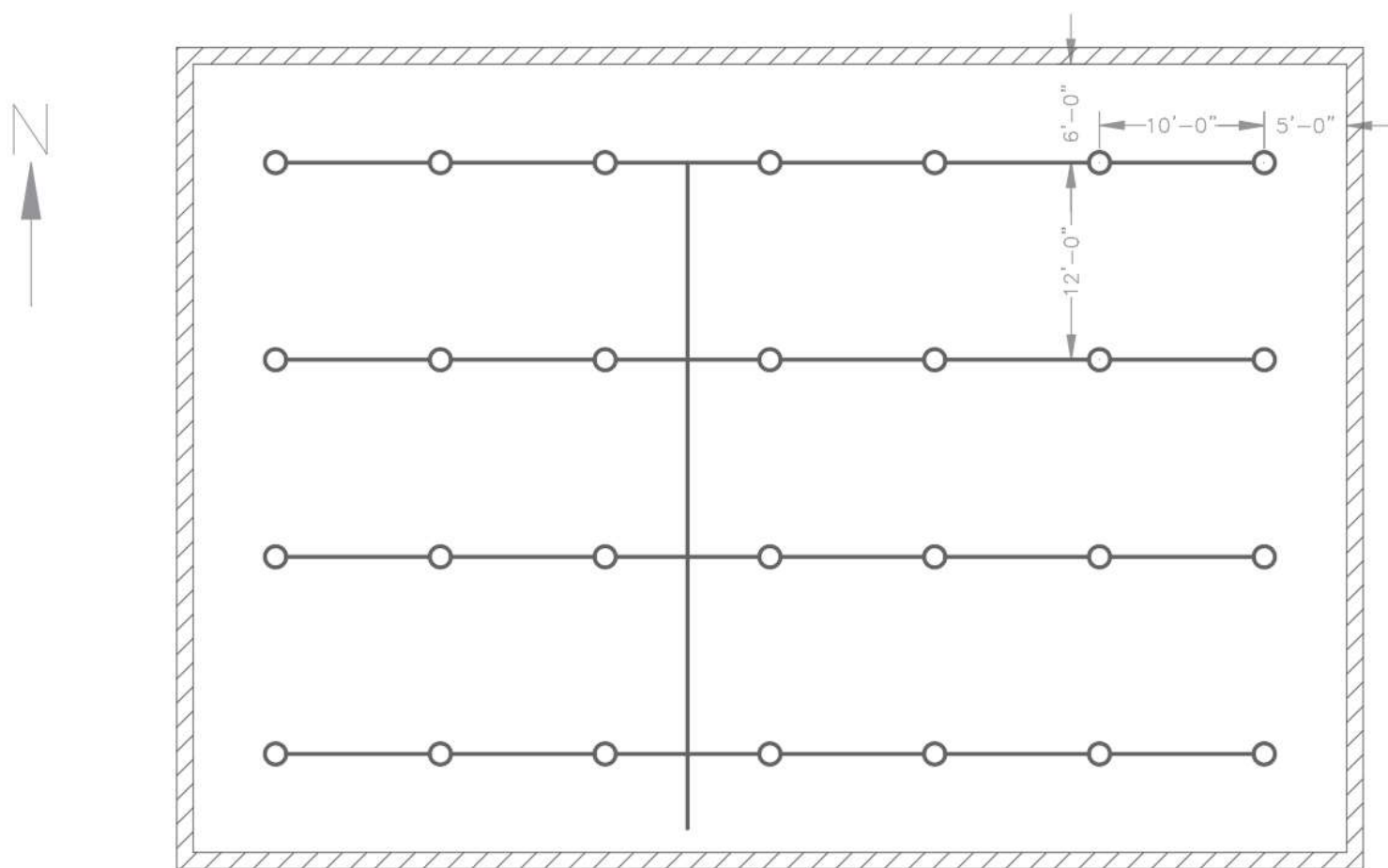
- تعداد اسپرینکلرهای واقع در شاخه آخر

$$N_{BL} = \frac{1.2 \sqrt{\text{Area}}}{S}$$

N_{BL} : تعداد اسپرینکلرهایی که در آخرین شاخه باز شده فرض می شوند

S : فاصله بین دو اسپرینکلر روی شاخه

مثال) در شکل ۱۴-۲۰، اگر مساحت طراحی ۱۵۰۰ فوت مربع، فاصله اسپرینکلرها روی شاخه ۱۰ فوت و فاصله شاخه ها ۱۲ فوت باشند، شکل مساحت طراحی را مشخص کنید.



شکل ۱۴-۲۰ مثال مطرح شده



حل) ابتدا مساحت پوشش اسپرینکلرها را محاسبه می کنیم.

$$A_s = S \times L = 10 \times 12 = 120 \text{ ft}^2$$

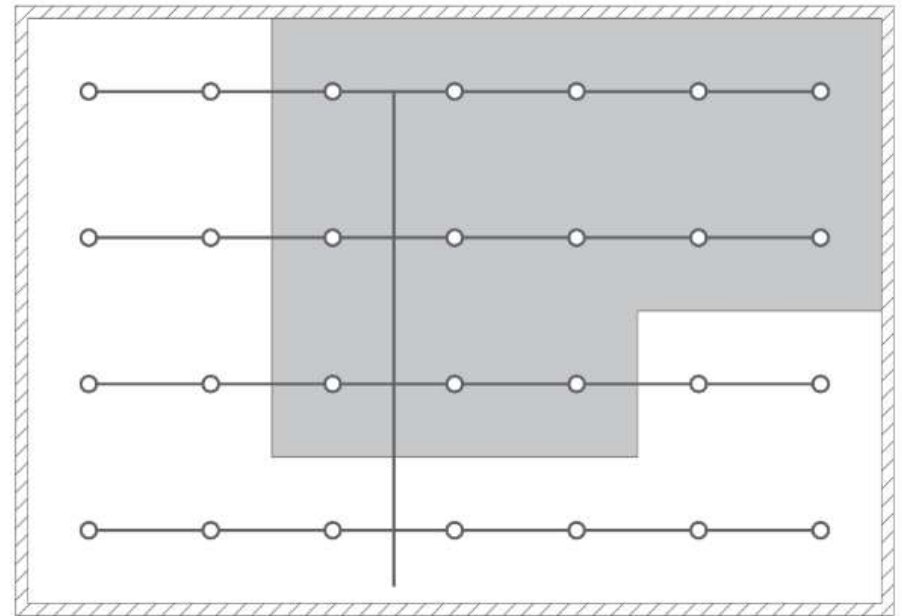
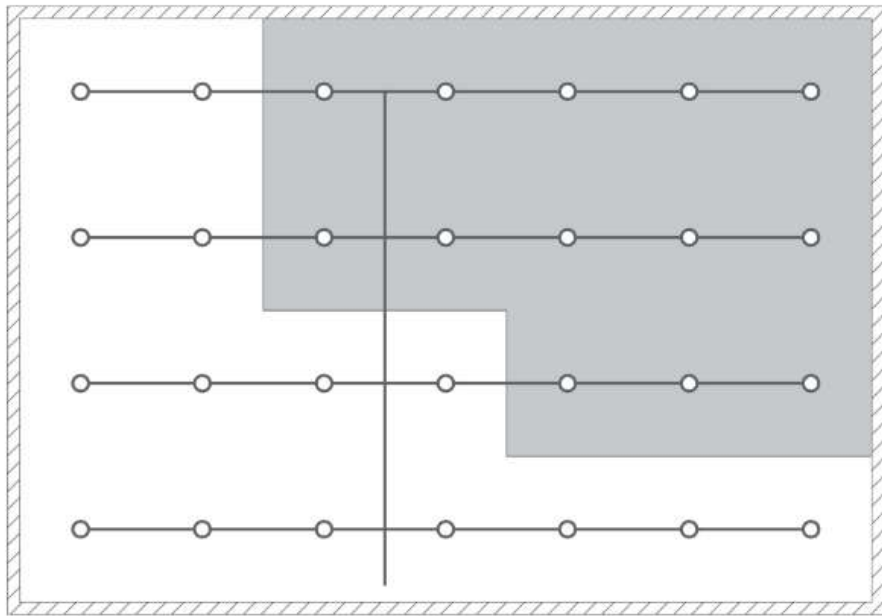
سپس بررسی می کنیم چه تعداد اسپرینکلر در مساحت طراحی قرار خواهد گرفت:

$$N = \frac{A_c}{A_s} = \frac{1500}{120} = 12.5 \approx 13$$

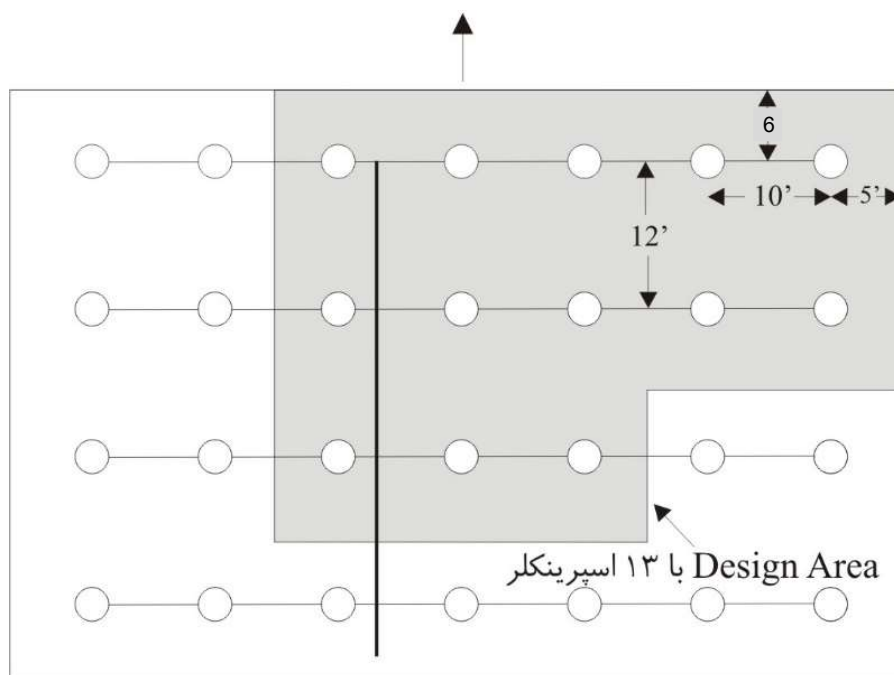
برای محاسبه تعداد اسپرینکلرهای قرار گرفته در طول مساحت طراحی، از رابطه زیر استفاده می کنیم:

$$N_{BL} = \frac{1.2\sqrt{Area}}{S} = \frac{1.2\sqrt{1500}}{10} = 4.6 \approx 5$$

کدام یک از مساحت های طراحی به درستی انتخاب شده است؟



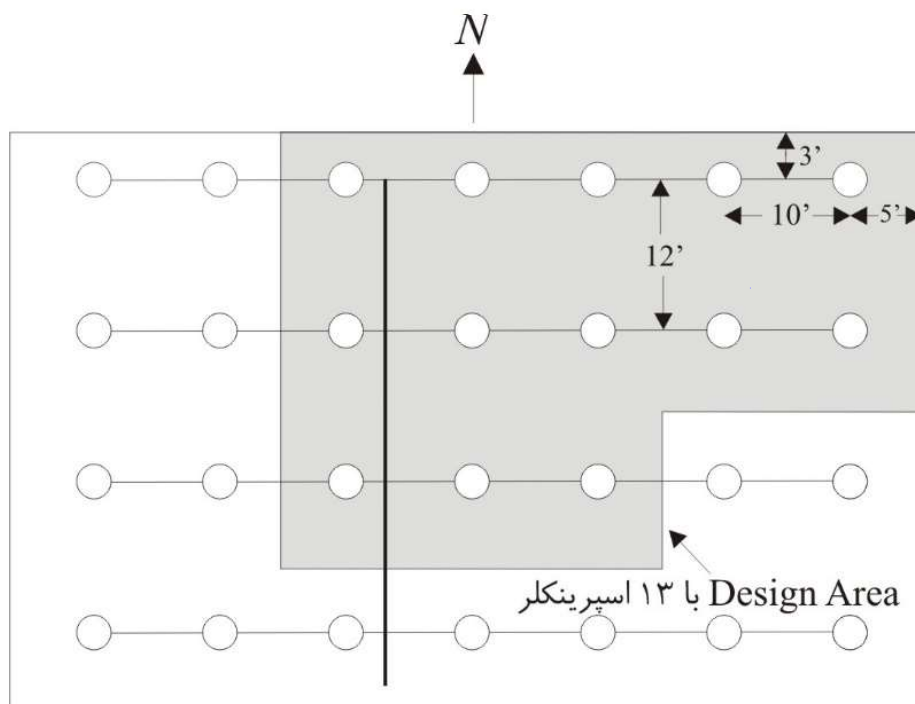
مثال) در محیط خطر معمولی گروه دو (OH2)، سیستم اسپرینکلر لوله تر با فواصل نشان داده شده در شکل ۴-۲۰، نصب شده است.



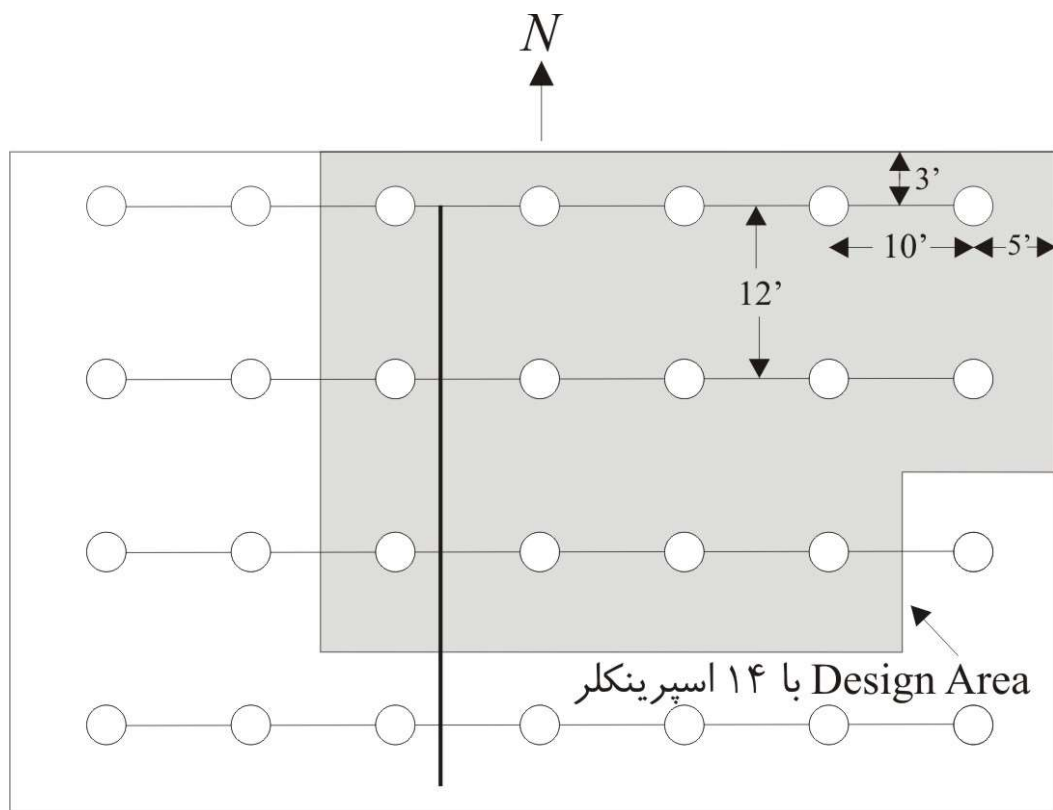
همانگونه که در شکل مشخص است، ۱۳ عدد اسپرینکلر در “مساحت طراحی” واقع شده اند و مساحت ۱۵۶۰ فوت مربع را پوشش می دهند. که از ۱۵۰۰ فوت مربع مربوط به محیط OH2 بیشتر و قابل قبول است.

$$13 \times (10 \text{ ft} \times 12 \text{ ft}) = 1560 \text{ ft}^2$$

اما اگر فاصله دورترین شاخه تا دیوار شمالی ۳ فوت باشد (شکل ۵-۲۰) چه اتفاقی خواهد افتاد؟



در این صورت ۱۳ اسپرینکلر فقط ۱۴۱۰ فوت مربع را پوشش می دهند که این مقدار از ۱۵۰۰ فوت مربع مورد نظر NFPA کمتر بوده و باید یک اسپرینکلر به سیستم اضافه شود. با اضافه کردن چهاردهمین اسپرینکلر، "مساحت طراحی" به ۱۵۳۰ فوت مربع افزایش پیدا کرده و نظر استاندارد، تأمین می شود. (شکل ۶-۲۰)



در این صورت ۱۳ اسپرینکلر فقط ۱۴۱۰ فوت مربع را پوشش می دهند که این مقدار از ۱۵۰۰ فوت مربع مورد نظر NFPA کمتر بوده و باید یک اسپرینکلر به سیستم اضافه شود. با اضافه کردن چهاردهمین اسپرینکلر، "مساحت طراحی" به ۱۵۳۰ فوت مربع افزایش پیدا کرده و نظر استاندارد، تأمین می شود. (شکل ۶-۲۰)



روش طراحی اتاق (Room Design Method)

Light Hazard:

- Doors must have automatic or self closer

Or

- Calculation must include two sprinklers from each adjoining space

Ordinary and Extra Hazard:

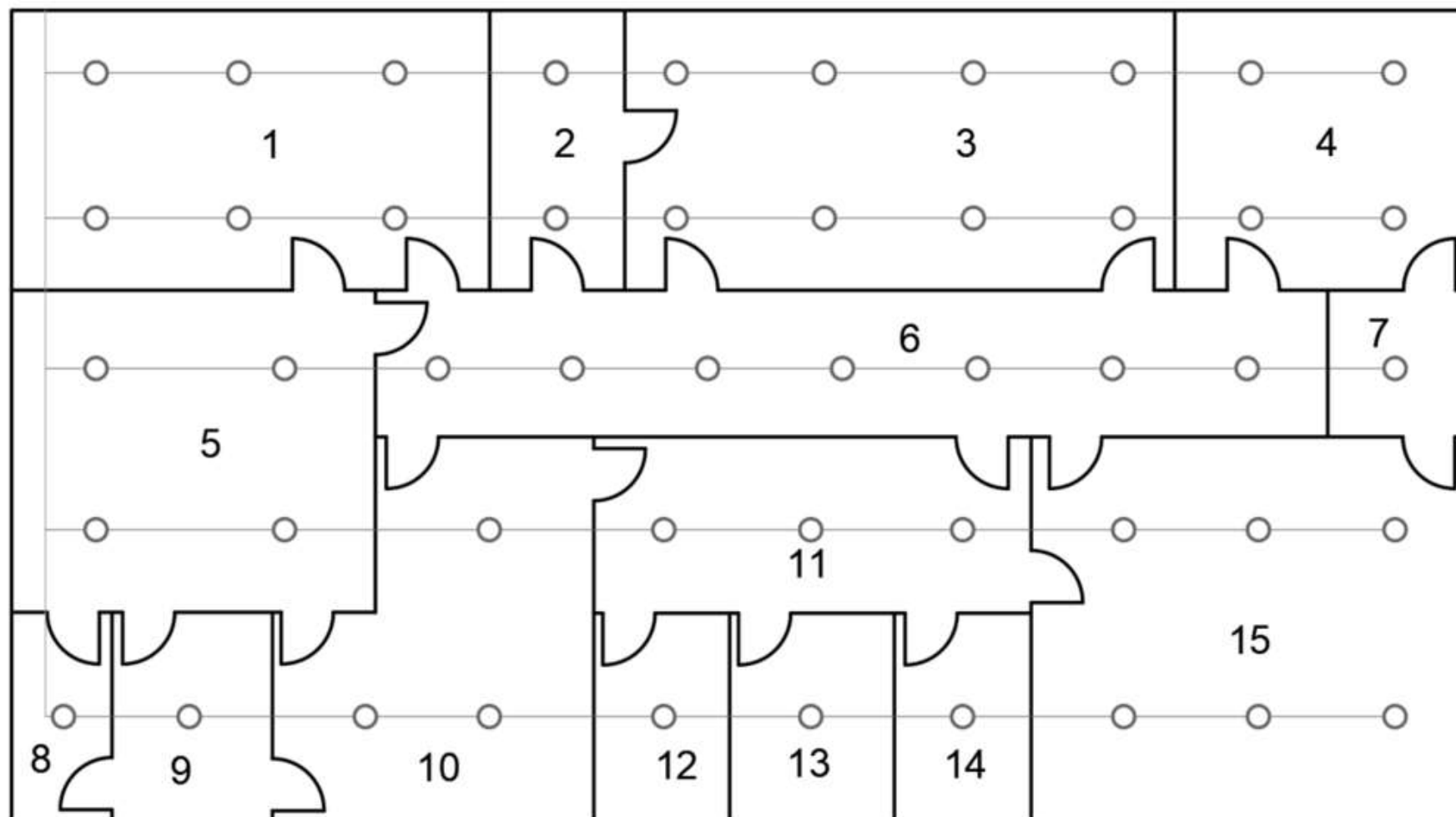
- Doors must have automatic or self closer with appropriate fire resistance rating

Corridors:

- When protected with a single row of sprinklers, calculate maximum of 5 sprinklers (or 23 meter for extended coverage sprinklers)



مثال) روش طراحی اتاق

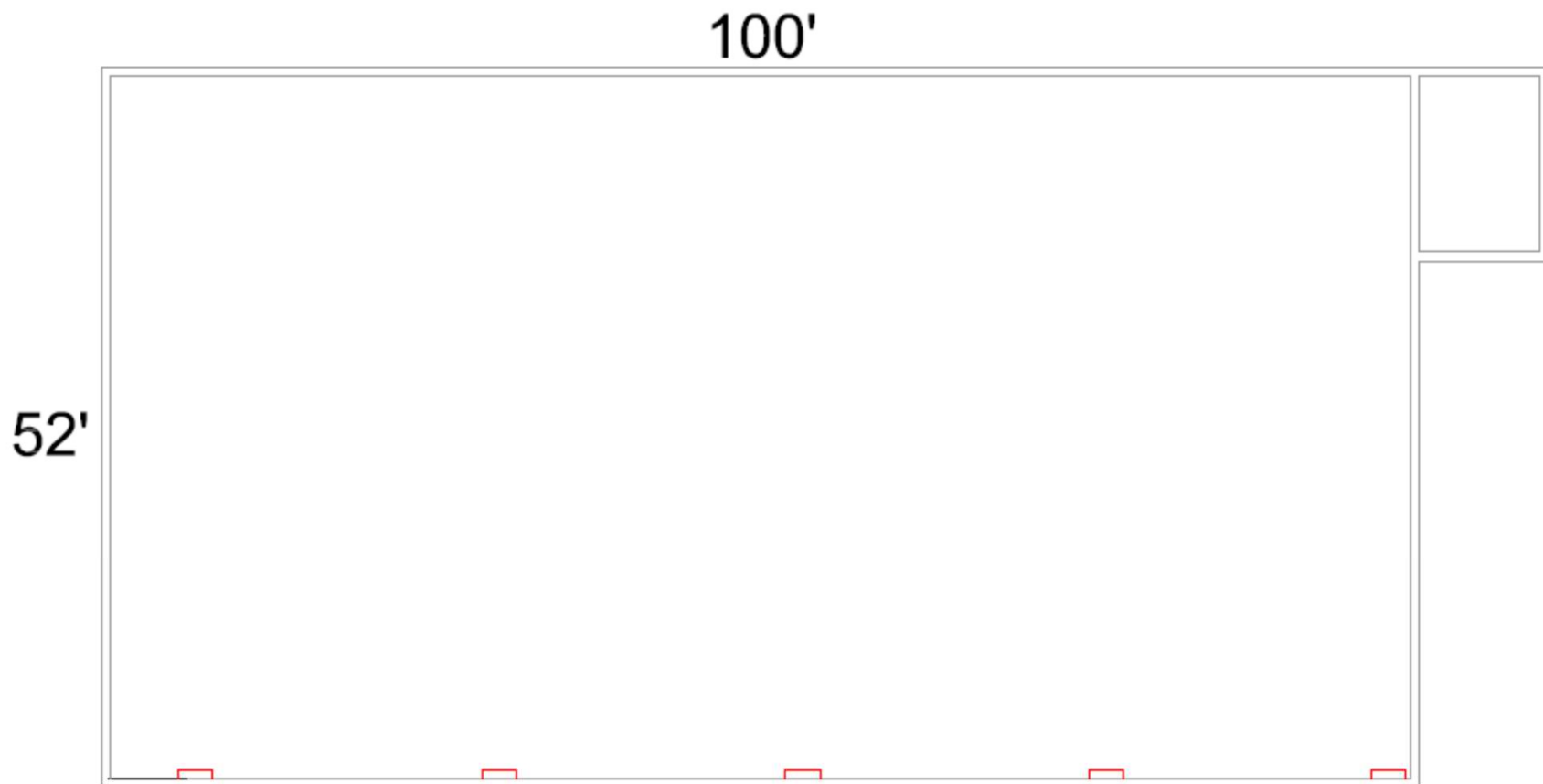


شکل ۲۰-۲۰ محیط کم خطر، بدون درب اتوماتیک



Room	Sprinkler in Room	Sprinkler Calculated		Room	Sprinkler in Room	Sprinkler Calculated
1	6	10		9	1	6
2	2	6		10	3	10
3	8	12		11	3	12
4	4	7		12	1	3
5	4	12		13	1	3
6	7	5		14	1	3
7	1	5		15	6	11
8	1	4				

- Parking
- Pipe Sch 40
- Standard spray Sprinkler, Standard Response, K factor: 5.6
- Ceiling height: 10 ft





■ جانمایی اسپرینکلرها

– حداقل اسپرینکلر مورد نیاز:

$N = \text{Parking area} / \text{Protection area of sprinkler}$

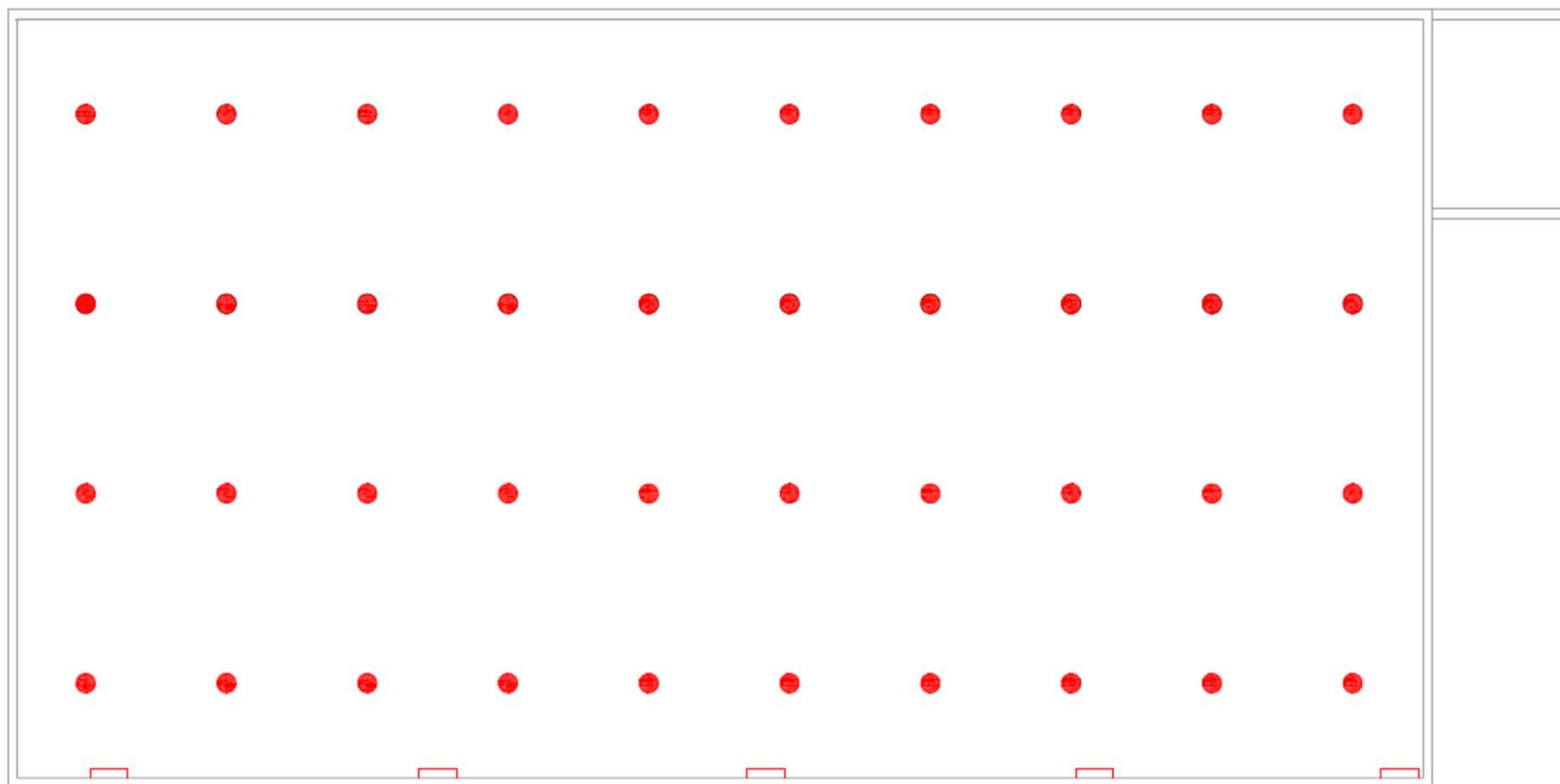
$$N = (100 \times 52) / 130 = 40 \text{ Pcs}$$

– چیدمان اسپرینکلرها در طول و عرض:

- a) 1 x 40
- b) 2 x 20
- c) 3 x 14
- d) 4 x 10

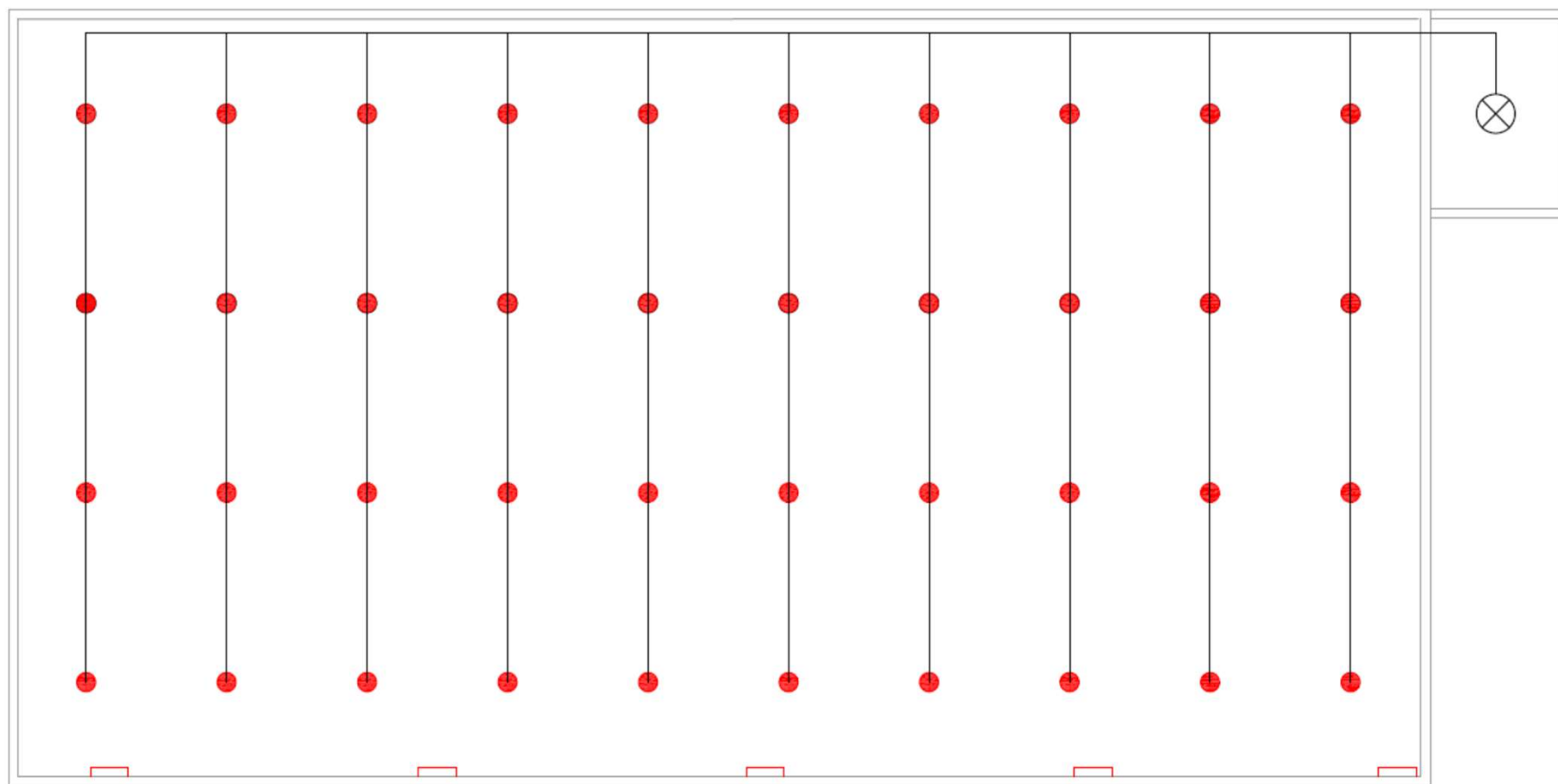


چیدمان اسپرینکرها:



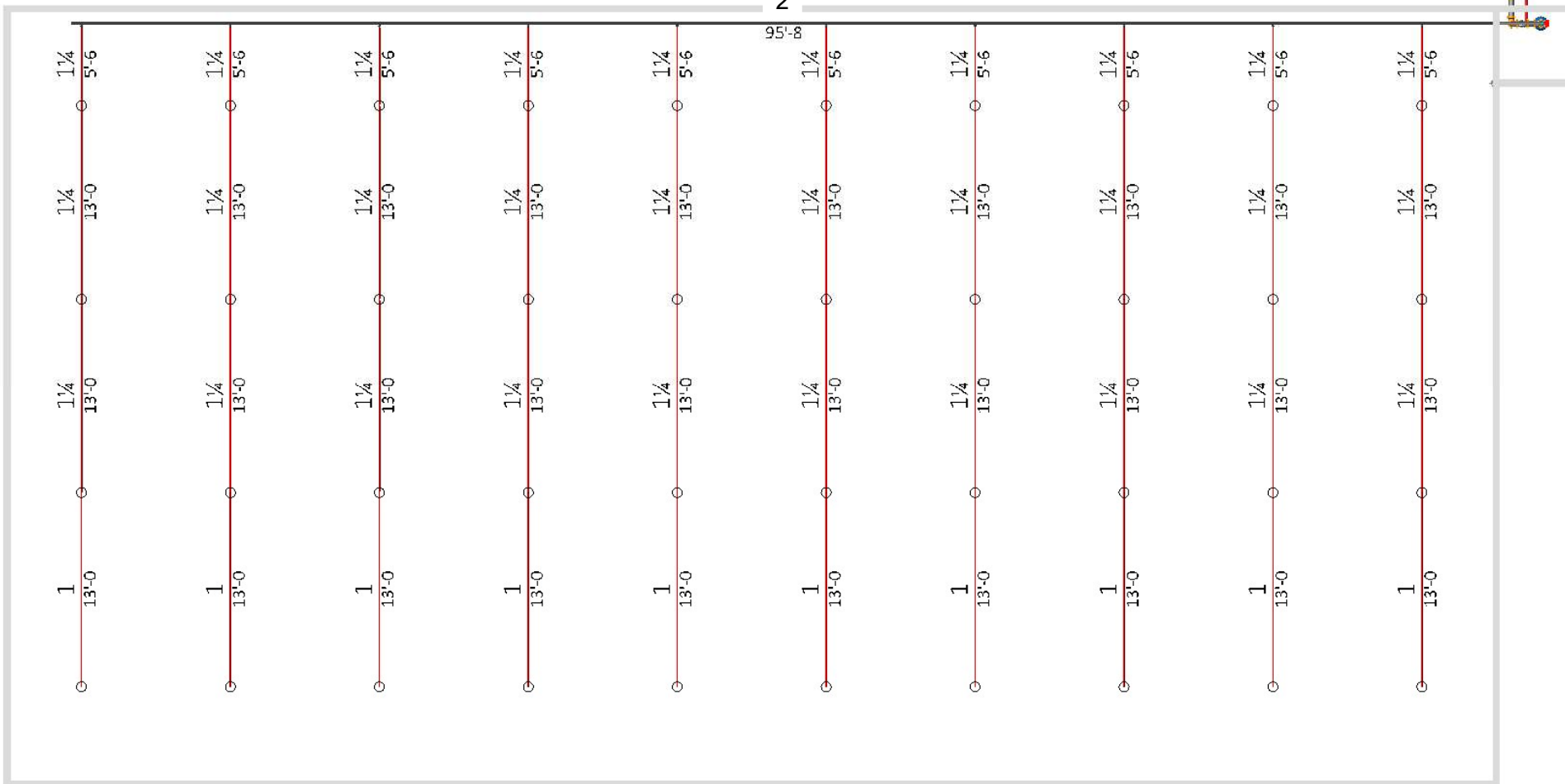


ترکیب لوله کشی سیستم:



انتخاب دلخواه سایز لوله ها:

2



■ محاسبه Design Area

- بکارگیری مقادیر تعیین شده در NFPA13 برای محیط OH1

Density: 0.15 gpm/ft²

Area of sprinkler operation: 1500 ft²

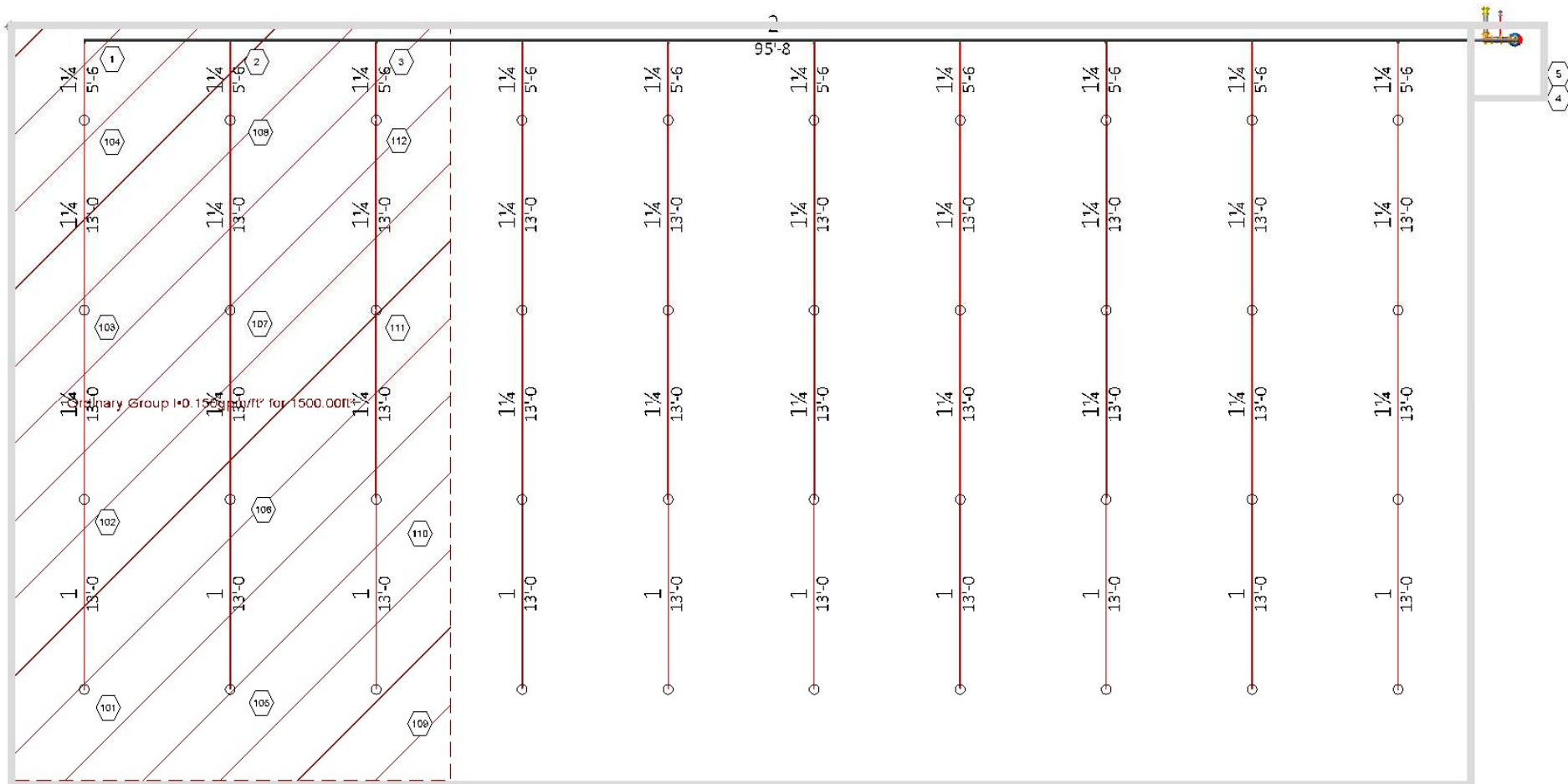
- تعداد اسپرینکلرهایی که در Design Area قرار می گیرند

$$N = \frac{1500}{13 \times 10} = 11.53 \sim 12 \text{ sprinklers}$$

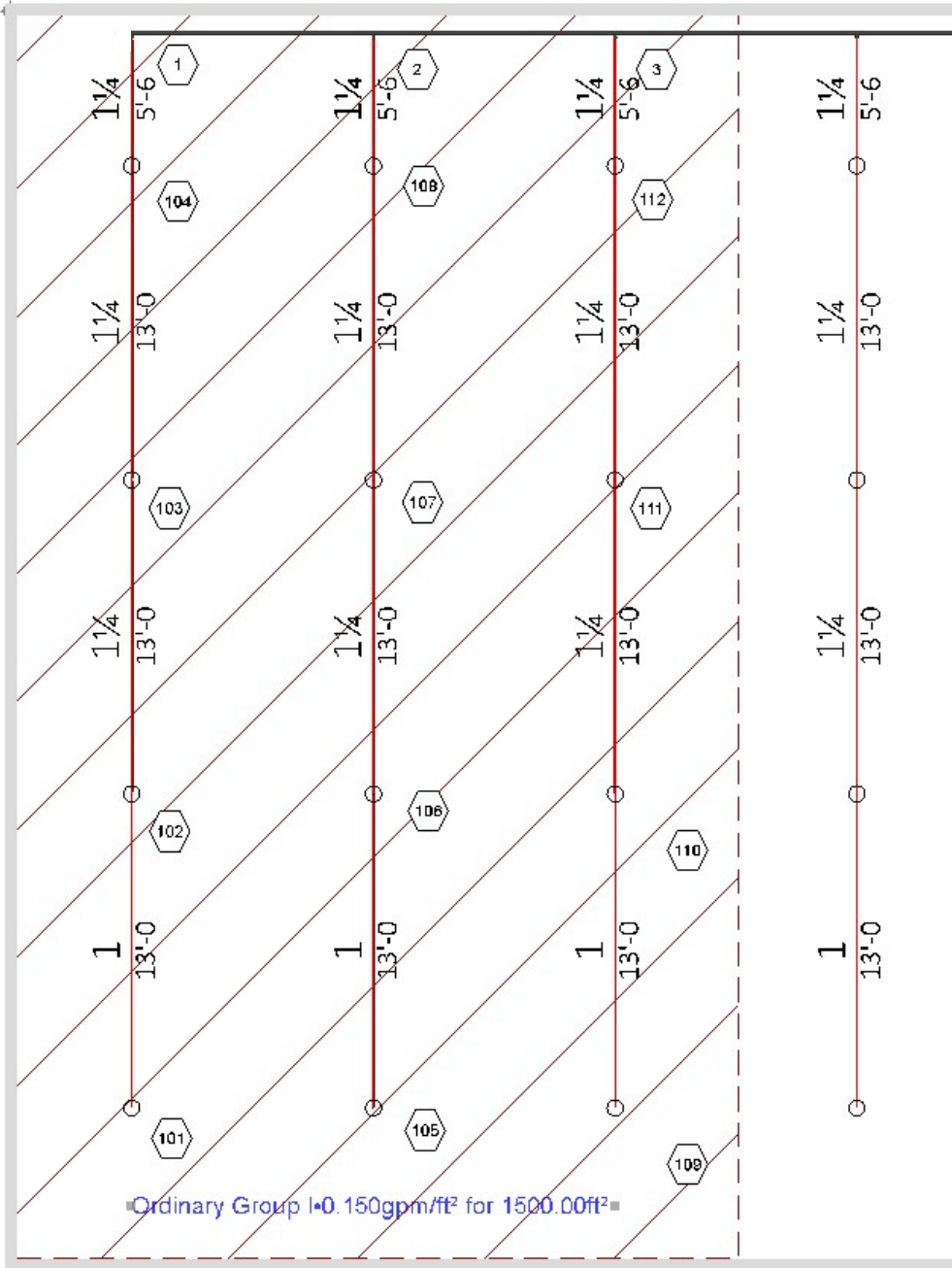
- تعداد اسپرینکلرهایی که در شاخه آخر قرار می گیرند:

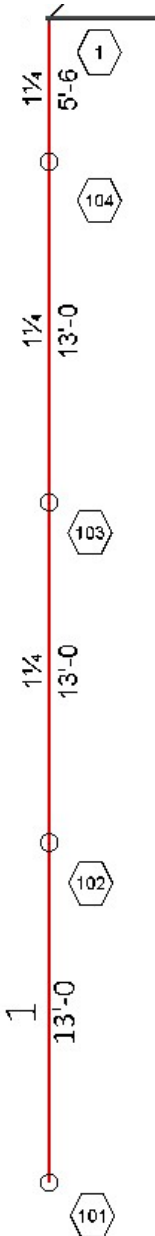
$$N_{\text{most remote branch}} = \frac{1.2\sqrt{1500}}{13} = 3.57 \sim 4 \text{ sprinklers}$$

■ مساحت طراحی



■ مساحت طراحی





Node 101:

$$Q = \text{Area of Sprinkler} \times \text{Density} = 130 \times 0.15 = 19.5 \text{ gpm}$$

$$Q = K\sqrt{P} \Rightarrow P = \left(\frac{Q}{K}\right)^2 = \left(\frac{19.5}{5.6}\right)^2 = 12.1 \text{ psi}$$

Node 102:

$$P_{102} = P_{101} + P_{L_{101-102}} * S$$

$$= 12.1 + \frac{(4.52)(19.5)^{1.85}}{(120)^{1.85}(1.049)^{4.87}} * 13 = 12.1 + (0.124 * 13) = 13.7 \text{ psi}$$

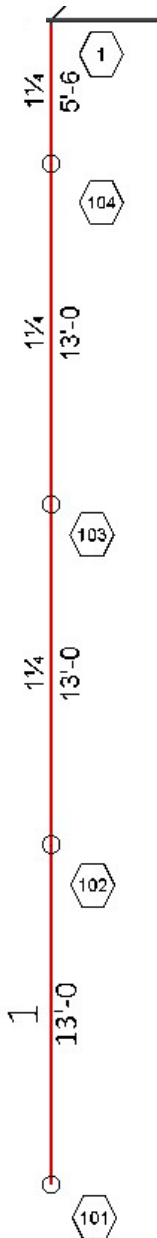
$$Q = K\sqrt{P} \Rightarrow Q = 5.6\sqrt{13.7} = 20.7 \text{ gpm}$$

Node 103:

$$P_{103} = P_{102} + P_{L_{102-103}} * S$$

$$= 13.7 + \frac{(4.52)(19.5+20.7)^{1.85}}{(120)^{1.85}(1.38)^{4.87}} * 13 = 13.7 + (0.125 * 13) = 15.4 \text{ psi}$$

$$Q = K\sqrt{P} \Rightarrow Q = 5.6\sqrt{15.4} = 21.9 \text{ gpm}$$



Node 104:

$$P_{104} = P_{103} + P_{L_{103-104}} * S$$

$$= 15.4 + \frac{(4.52)(19.5+20.7+21.9)^{1.85}}{(120)^{1.85}(1.38)^{4.87}} * 13 = 15.4 + (0.27 * 13) = 19 \text{ psi}$$

$$Q = K\sqrt{P} \Rightarrow Q = 5.6\sqrt{19} = 24.4 \text{ gpm}$$

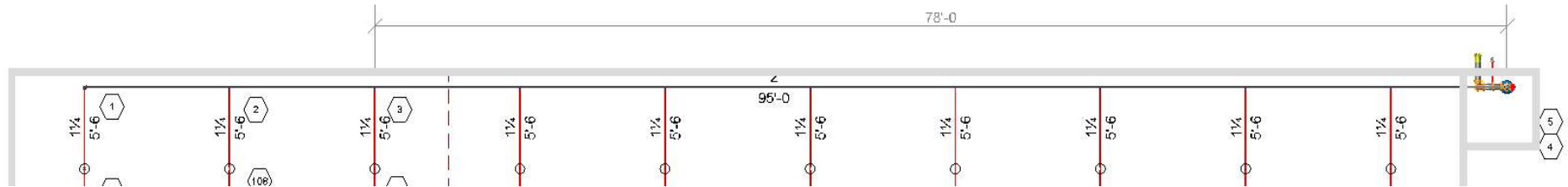
Node 1:

$$P_1 = P_{104} + P_{L_{104-1}} * S$$

$$= 19 + \frac{(4.52)(19.5+20.7+21.9+24.4)^{1.85}}{(120)^{1.85}(1.38)^{4.87}} * (5.5 + 3) = 19 + (0.51 * 8.5) = 23.3 \text{ psi}$$

Equivalent K Factor Of Most Remote Branchline:

$$k_{eq} = \frac{Q}{\sqrt{P}} = \frac{86.5}{\sqrt{23.3}} = 17.9$$



Node 2:

$$P_2 = P_1 + P_{L_{1-2}} * S$$

$$= 23.3 + \frac{(4.52)(19.5+20.7+21.9+24.4)^{1.85}}{(120)^{1.85}(2.067)^{4.87}} * 10 = 23.3 + (0.07 * 10) = 24 \text{ psi}$$

$$Q = k_{eq} \sqrt{P} = 17.9 \sqrt{24} = 87.7 \text{ gpm}$$

Node 3:

$$P_3 = P_2 + P_{L_{2-3}} * S$$

$$= 24.0 + \frac{(4.52)(86.5+87.7)^{1.85}}{(120)^{1.85}(2.067)^{4.87}} * 10 = 24.0 + (0.262 * 10) = 25.9 \text{ psi}$$

$$Q = k_{eq} \sqrt{P} = 17.9 \sqrt{25.9} = 91.1 \text{ gpm}$$

Node 4:

$$P_4 = P_3 + P_{L_{3-4}} * S$$

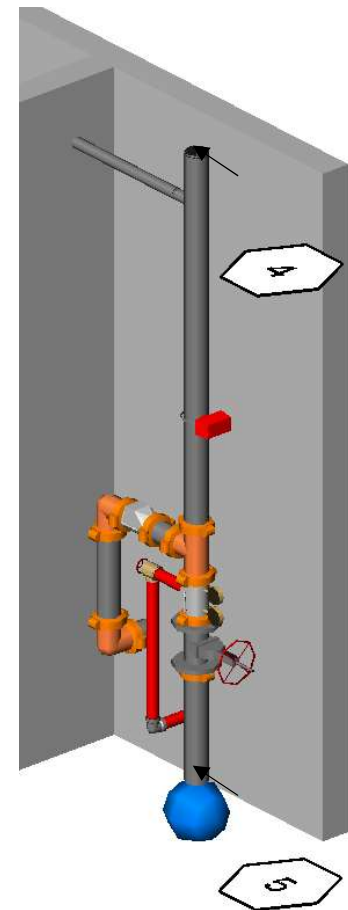
$$= 25.9 + \frac{4.52(86.5+87.7+91.1)^{1.85}}{(120)^{1.85}(2.67)^{4.87}} \times (78 + 10) = 25.9 + (0.571 \times 88) = 76.1 \text{ psi}$$

Supply:

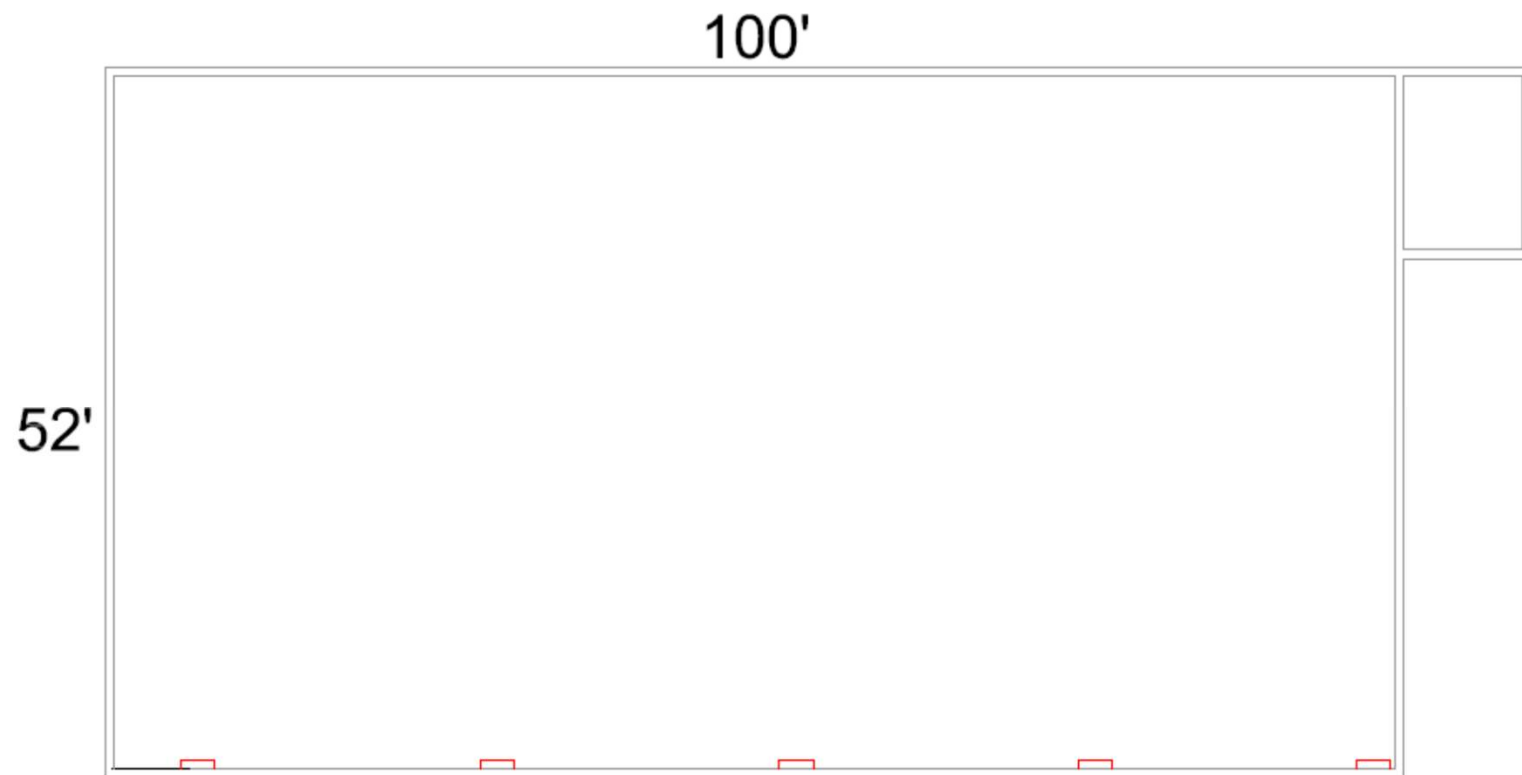
$$\begin{aligned} P_5 &= P_4 + P_{L_{4-5}} \times (H_{Riser} + L_{eq(Check Valve)} + L_{eq(OS\&Y)}) + (0.433 \times H_{Riser}) = \\ &76.1 + \frac{4.52(86.5+87.7+91.1)^{1.85}}{(120)^{1.85}(4.026)^{4.87}} \times (10 + 22 + 2) + (10 \times 0.433) \\ &= 76.1 + (0.022 \times 34) + 4.3 = 81.1 \text{ psi} \end{aligned}$$

Flowrate: 265.3 gpm

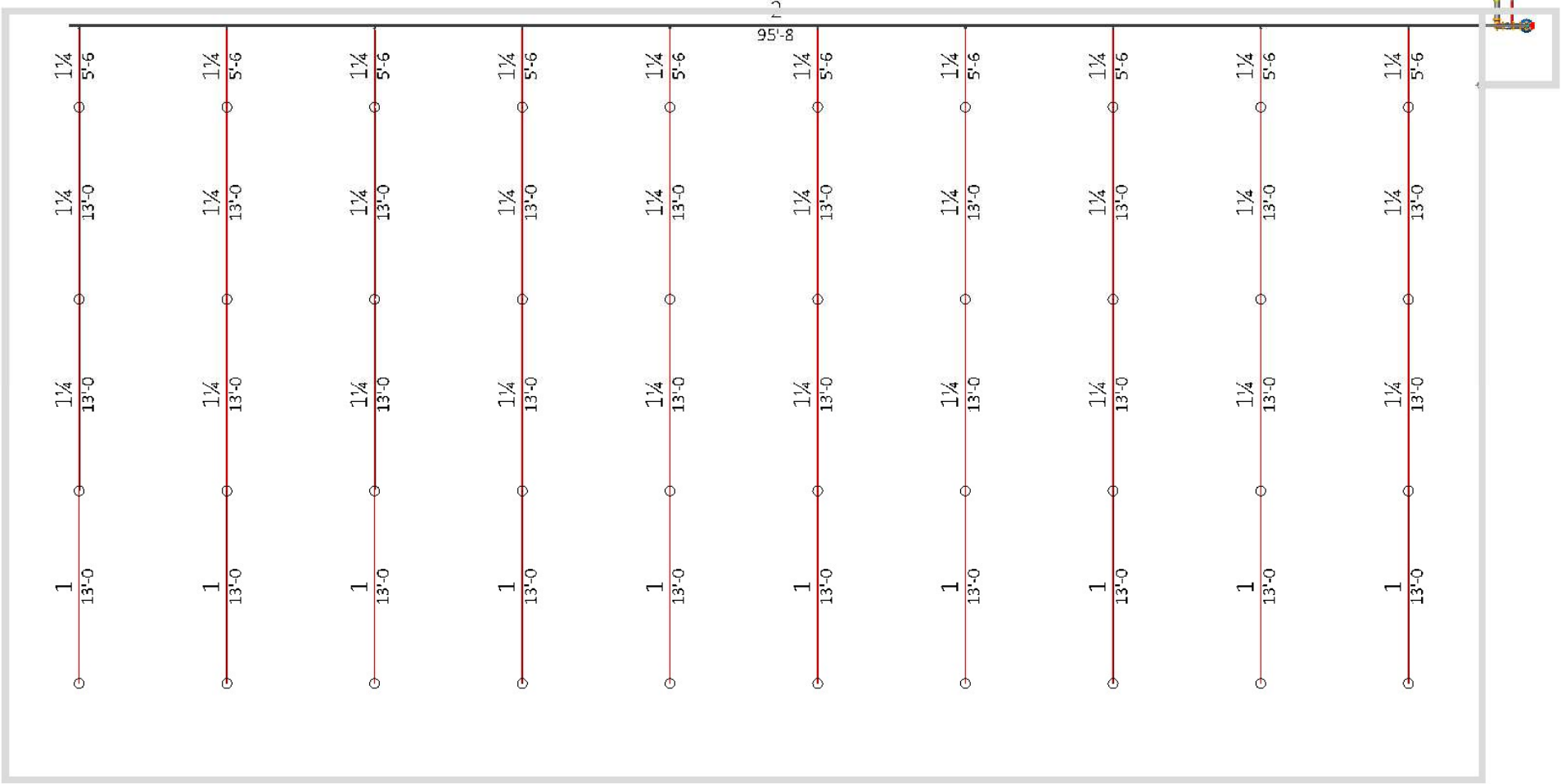
Pressure: 81.1 psi



- Parking
- Pipe Sch 40
- Standard spray Sprinkler, **Quick Response**, K factor: 5.6
- Ceiling height: 10 ft



انتخاب دلخواه سایز لوله ها:



■ محاسبه مساحت طراحی یا Design Area

- بکارگیری منحنی مساحت/ چگالی و محیط OH1

Density: 0.15 gpm/ft²

Area of sprinkler operation: 1500 ft²

Area adjustment for QR Sprinklers:

$$y = \frac{-3x}{2} + 55 = \frac{-3(10)}{2} + 55 = 40\% \Rightarrow \text{Design Area} = 900 \text{ ft}^2$$

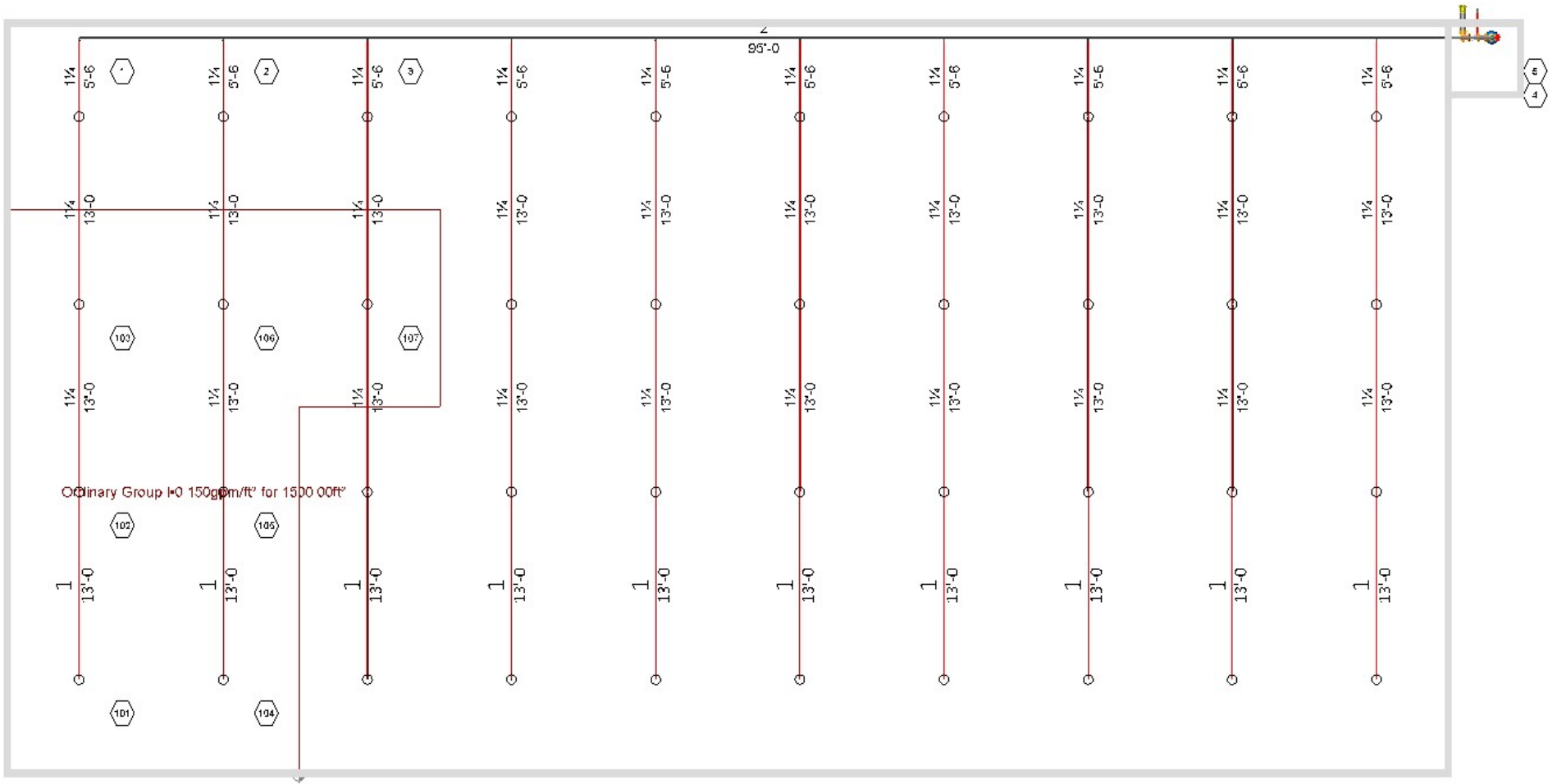
- تعداد اسپرینکلرهایی که در مساحت طراحی قرار می گیرند:

$$N = \frac{900}{130} = 6.92 \sim 7 \text{ sprinklers}$$

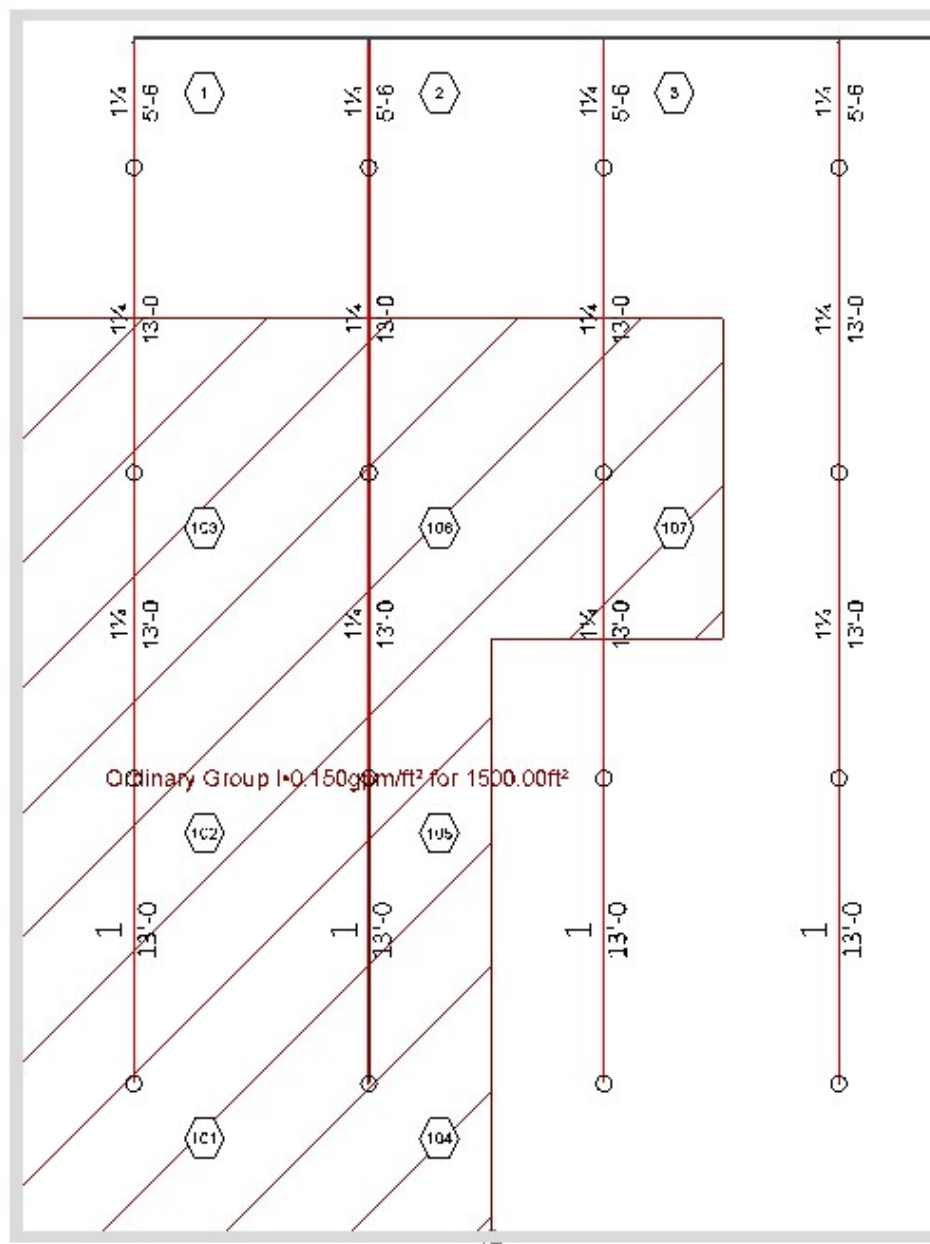
- تعداد اسپرینکلرهایی که در شاخه آخر قرار می گیرند:

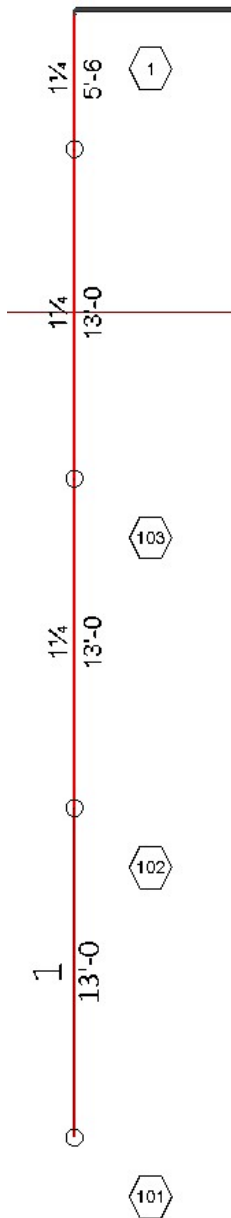
$$N_{\text{most remote br.}} = \frac{1.2\sqrt{900}}{13} = 2.77 \sim 3 \text{ sprinklers}$$

■ مساحت طراحی



مساحت طراحی





Node 101:

$Q = \text{Area of Sprinkler} \times \text{Density} = 130 \times 0.15 = 19.5 \text{ gmp}$

$$Q = K\sqrt{P} \Rightarrow P = \left(\frac{Q}{K}\right)^2 = \left(\frac{19.5}{5.6}\right)^2 = 12.1 \text{ psi}$$

Node 102:

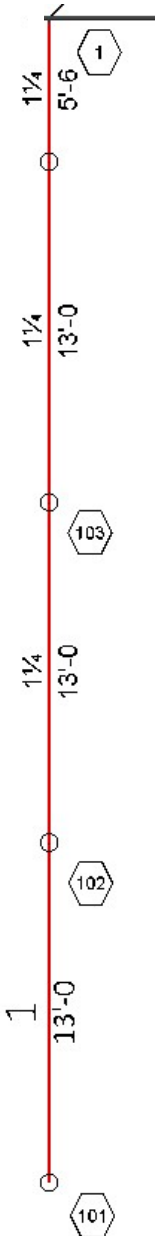
$$\begin{aligned} P_{102} &= P_{101} + P_{L_{101-102}} * S \\ &= 12.1 + \frac{(4.52)(19.5)^{1.85}}{(120)^{1.85}(1.049)^{4.87}} * 13 = 12.1 + (0.124 * 13) = 13.7 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$Q = K\sqrt{P} \Rightarrow Q = 5.6\sqrt{13.7} = 20.7 \text{ gpm}$$

Node 103:

$$\begin{aligned} P_{103} &= P_{102} + P_{L_{102-103}} * S \\ &= 13.7 + \frac{(4.52)(19.5+20.7)^{1.85}}{(120)^{1.85}(1.38)^{4.87}} * 13 = 13.7 + (0.125 * 13) = 15.4 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$Q = K\sqrt{P} \Rightarrow Q = 5.6\sqrt{15.4} = 21.9 \text{ gpm}$$



Node 1:

$$P_1 = P_{103} + P_{L_{103}-1} * (L + L_{eq(elbow)})$$

$$= 15.4 + \frac{(4.52)(19.5+20.7+21.9)^{1.85}}{(120)^{1.85}(1.38)^{4.87}} * (13+5.5+3) = 15.4 + (0.278 * 21.5) = 21.4 \text{ psi}$$

Equivalent K Factor of Most Remote Branchline:

$$k_{eq} = \frac{Q}{\sqrt{P}} = \frac{62.1}{\sqrt{21.4}} = 13.4$$

Next steps:

- Pressure of Node 2
- Flowrate of 2nd branch line by applying equivalent K Factor
- Pressure of Node 3
- Flowrate of 3rd branch line by !!
- System Demand



Quick Response Sprinklers:

Flowrate: 151.3 gpm

Pressure: 42.1 psi

Standard Response Sprinklers:

Flowrate: 265.3 gpm

Pressure: 81.1 psi

Saving:

Flowrate: %43

Pressure: %48

Water Tank Capacity (60 minutes): 26,000 Liter



0912 122 0 544



021 88618330



Hesam_Tavoosi@yahoo.com



Hesam Tavoosi, CFPS, CWBSP, CSITMS