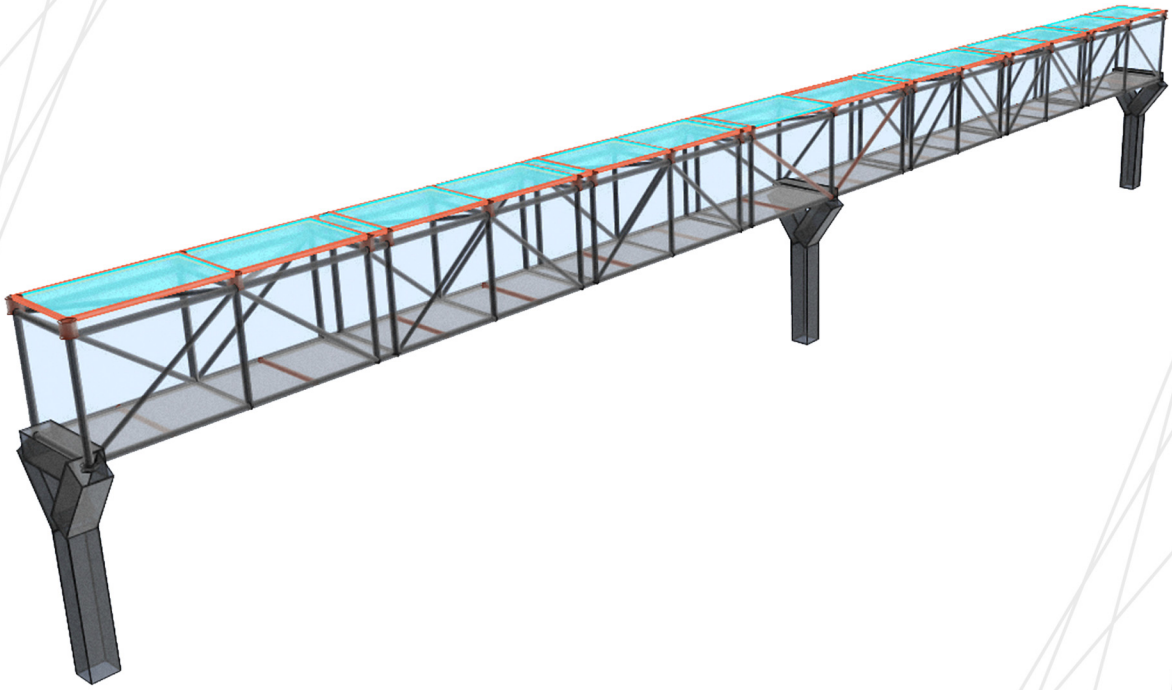
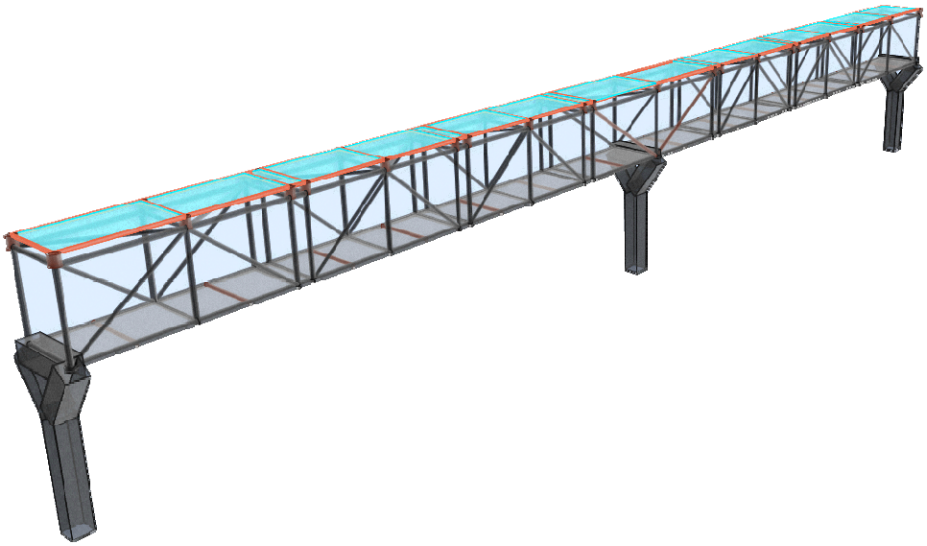
دفترچه محاسبات سازه پل عابر پیاده با دهانه ۴۵ متر



تیر ماه ۱۳۹۲

1–کلیات

این دفترچه شامل گزارش محاسبات تحلیل و طراحی سازه پل عابر پیاده فولادی واقع در مشهد می باشد .در دفترچه محاسبات حاضر به مدلسازی و طراحی سازه خرپایی پل ، ستون ها و فونداسیون پرداخته می شود.



خرپای مورد استفاده در پل ، ازلوله های افقی و عمودی فولادی و المان های مورب اتصال دهنده تشکیل شده است. طول کل پل ۴۵ متر می باشد که از دو دهانه ی ۲۲.۵ متری تشکیل شده است. عرض پل ۲ متر و ارتفاع کف تا سقف خرپای فلزی ۲.۵ متر در نظر گرفته شده است. ارتفاع ستون ها از روی پی تا زیر خرپا مجموعا ۶.۵ متر می باشد. بیشترین ارتفاع سقف سازه از سطح تراز کف به ۹.۳ متر می رسد. طول المان ها متغیر است. کلیه المان های خرپا از پروفیل های لوله است و اتصالات مربوطه به صورت جوش مستقیم در نظر گرفته شده است.

پایان نامه ارشد و دکتری عمران
مدیر گروه بهمراه تیم متخصص در انجام پایان نامه ارشد و دکتری عمران از پروپوزال تا دفاع و ثبت مقاله همراه شماست
https://telegram.me/omranihayesharif

۲-آیین نامه های مورد استفاده در طراحی سازه

- (راهنمای بارهای وارد بر ساختمان) مبحث ششم مقررات ملی ساختمان
- آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله - ویرایش سوم ۲۸۰۰
- مبحث دهم مقررات ملی ساختمان، طرح و اجرای ساختمان های فولادی
- آئین نامه انجمن فولاد آمریکا AISC

۳-مشخصات مصالح مصرفی

.

پروفیلهای مورد استفاده در ساخت بخش های فولادی سازه از نوع ST 37 با مقاومت مشخصه

$fy = 2400\ kg/cm^2$ و $Fu=3700\ kg/cm^2$ می باشند.

الکترودهای مصرفی از نوع E60XX می باشد.

پیچ های مصرفی از نوع پر مقاومتH.R.8.8 می باشند .

مشخصات مصالح										
Material	Fy	Fu	EffFy	EffFu	SSCurveOpt	SSHysType	SHard	SMax	SRup	FinalSlope
	Kgf/cm2	Kgf/cm2	Kgf/cm2	Kgf/cm2						
A992Fy50	2400	3700	3700	3700	Simple	Kinematic	0.015	0.11	0.17	-0.1

4– مدلسازی و تحلیل

-هندسه سازه پس از مدلسازی سه بعدی در نرم افزار AutoCAD به نرم افزار SAP2000 VER 14.0.0 منتقل گردیده و به روش حالات حدی طراحی می گردد؛ لازم به ذکر است که:

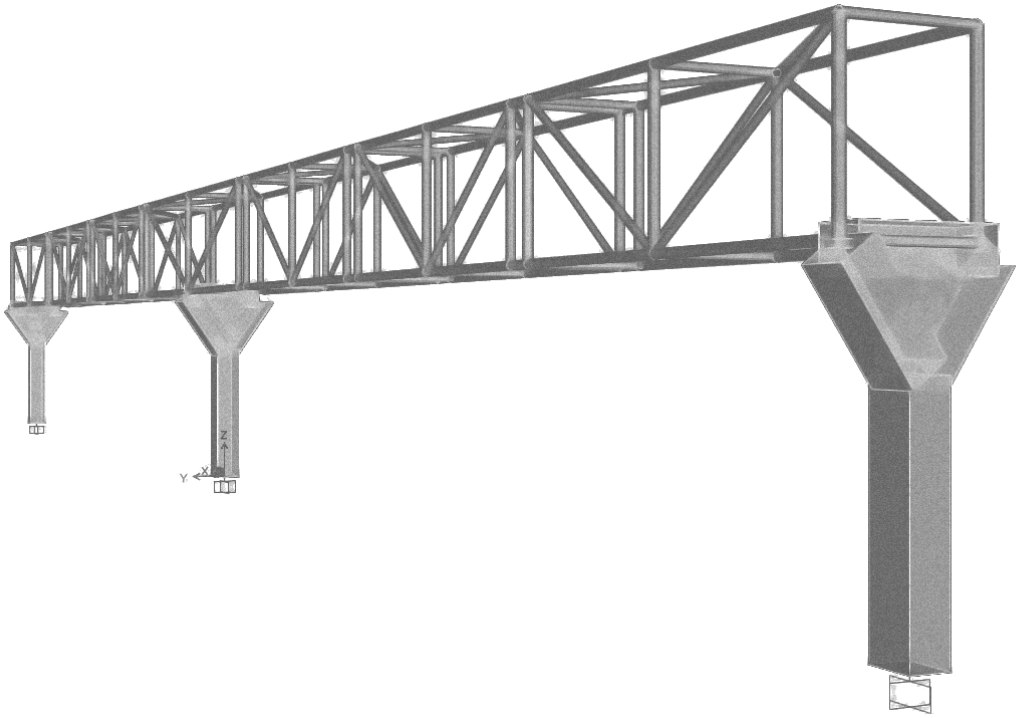
- پرلین ها و پوشش ساندویچ پنل سقف مجموعه در فایل مدلسازی شده اند.

- آنالیز سازه به صورت الاستیک خطی , و هم چنین غیر خطی صورت گرفته است.

- در مدلسازی سازه لنگر انتهایی المان های لوله ای آزاد نشده است. کلیه اتصالات پرلین ها و المان های خرپا به صورت گیردار در نظر گرفته خواهد شد.

- برای مهاربندی سازه در برابر بارهای جانبی نظیر باد و زلزله از المان های قطری لوله ای استفاده می شود. همچنین اتصال پای بعضی از ستون ها به زمین به صورت گیردار خواهد بود.

Preferences Steel Design	AISC-LRFD93			طراحی	تنظیمات	آیین نامه و	
THDesign	FrameType	PatLLF	SRatioLimit	MaxIter	PhiB	PhiC	PhiT
Envelopes	Braced Frame	0.75	0.95	1	0.9	0.85	0.9
PhiV	PhiCA	CheckDefl	DLRat	SDLAndLLRat	LLRat	TotalRat	NetRat
0.9	0.9	No	120	120	360	240	240



5- بارگذاری:

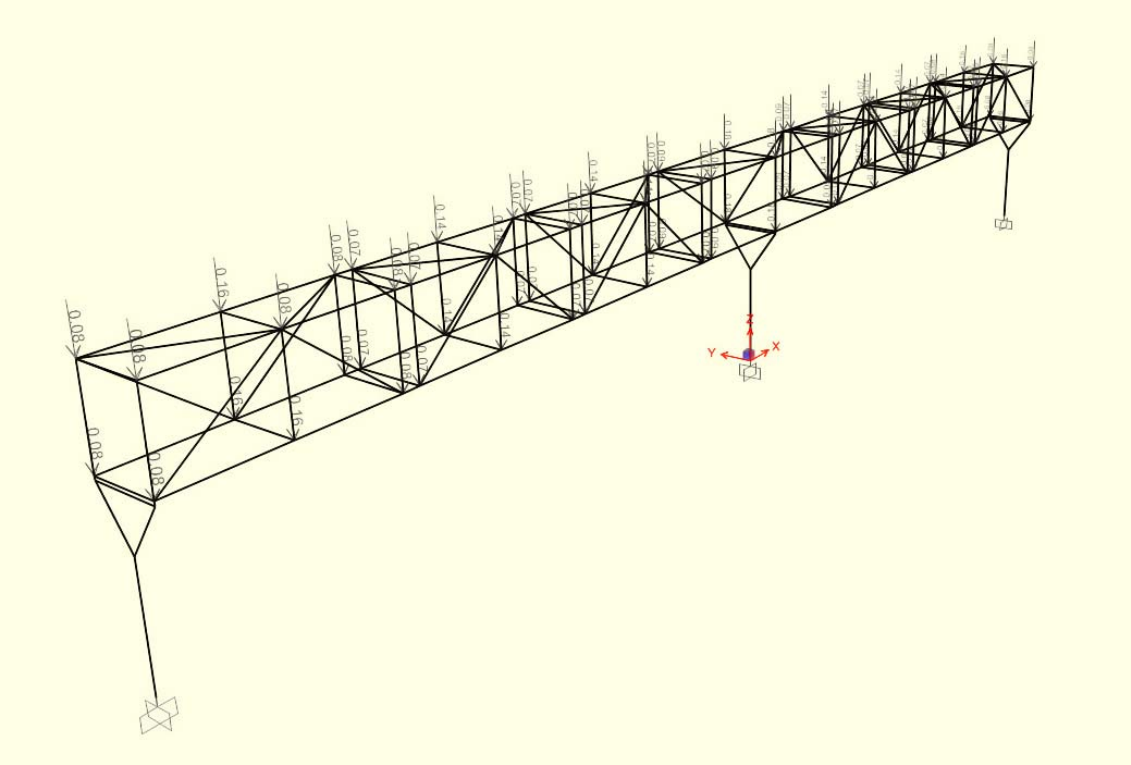
۵–۱–بارگذاری ثقلی

۵-۱- ۱-بار مرده

بار مرده، بار برف و اثر مکش باد روی سقف و کف سازه به صورت بار گسترده یکنواخت به صفحات مدلسازی شـده اختصـاص داده شده است. که توزیع این بارها به بین گره های خرپا با توجه به سطح بارگیر هر گره توسط نرم افزار صورت می گیرد.

بار مرده ناشی از پوشش سقف و کف پل و اتصالات و تاسیسات احتمالی به اندازه 20 کیلوگرم در متر مربـع در نظـر گرفتـه شده. از آنجا که پرلین ها در سازه مدل شده اند وزن آنها به همراه وزن سایر المان ها توسط نرم افزار محاسبه و به عنـوان بـار مرده در نظر گرفته خواهد شد.

به علت وجود تابلوهای تبلیغاتی در طرفین پل و با در نظر گرفتن پوشش ورق گالوانیزه برای آن ها مقدار 40 کیلوگرم بر متـر مربع به عنوان بار مرده ناشی از تابلوهای تبلیغاتی به گره های خرپای فولادی به صورت بار متمرکز اختصاص داده می شود.



۵-۱-۲-بار برف و بار زنده

با توجه به محل احداث پروژه در جاده مشهد ، بار معادل برف مطابق با مبحث ششم از مقررات ملی ساختمان، منطقه جزو مناطق با برف زیاد در نظر گرفته شده و بار برف به میزان 150 کیلوگرم بر مترمربع در نظر گرفته می شود. با توجه به شیب کمتر از ۱۵ درجه بام، ضریب شیب Cs ، در محاسبه بار برف وارده به بام برابر با ۱ می باشد.

همچنین بازنده ناشی از عبور و مرور یا تجمع افراد روی راهرو پل مطابق با مبحث ششم مقررات ملی ساختمان برابر با 500 کیلوگرم بر متر مربع در نظر گرفته می شود.

5–2– بارهای جانبی

۵-۲-۱- بار جانبی ناشی از باد:

با توجه به ضوابط بارگذاری بار جانبی باد در مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ، شدت بار باد در نزدیکی شهر مشهد برابر با 40.5 دکانیوتن بر متر مربع در نظر گرفته می شود. با توجه به وجود تابلوهای تبلیغاتی در ظرفین پل تمام سطح جانبی خرپای فولادی به عنوان سطح بادگیر در نظر گرفته شده است. با توجه به شیوه اتصال تابلو ها به بدنه پل (توسط پرلین به گره های خرپای فولادی) بار جانبی جذب شده ناشی از باد به صورت متمرکز و به صورت رفت وبرگشتی به سازه اعمال می شود.

نیروی باد وارد بر سازه از رابطه :

$$F=p.A$$

محاسبه می شود. در این رابطه:

P فشار یا مکش ناشی از باد است که بر اساس ضوابط زیر محاسبه می شود.

$$P=Ce * Cq * q$$

A مساحت سطحی از ساختمان است که فشار یا مکش P بر آن وارد می شود.

Ceضریبی است به نام «ضریب اثر تغییر سرعت» که با توجه به نوع سازه و شکل هندسی آن تعیین می گردد. با توجه به ضوابط بند 6-6-7 مبحث ششم مقدار 2 برای سازه با ارتفاع کمتر از 10 متر و در نواحی بیرون شهرها و محل های بدون ساختمان های متعدد و یا انبوه درختان در نظر گرفته می شود.

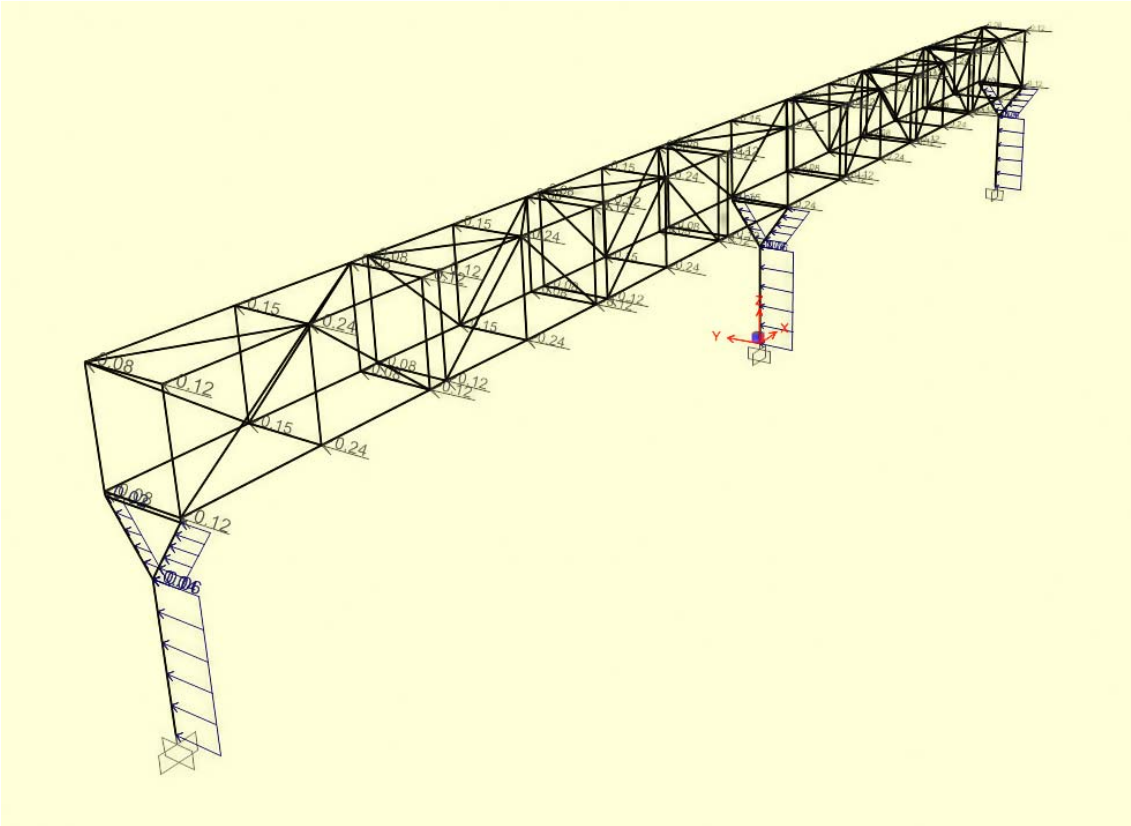
Cq ضریبی است به نام «ضریب شکل» که مطابق جدول 6-6-3 برای سطوح رو به باد برابر با 0.8 و برای سطوح پشت به باد برابر با 0.5 در نظر گرفته می شود. مقدار ضزیب شکل برای سطوح موازی باد و سقف سازه با توجه به شیب کم آن برابر با 0.7 در نظر گرفته می شود.

بر این اساس مقدار فشار باد در این پروژه برای سطوح رو به باد برابر:

Ce=	2
Cq=	0.8 or 0.5
q=	40.5
P(kg/m2)=CexCqxq	**64.5 or 40.5**

علاوه بر این بارگذاری اثر مکش باد - با ضریب شکل 0.7 - برای سطوح فوقانی و تحتانی دارای پوشش و همچنین جهات موازی با باد سازه نیز باید در نظر گرفته می شود.

Ce=	2
Cq=	0.7
q=	40.5
P(kg/m2)=CexCqxq	**56.7**



5-2-2: بار جانبی زلزله

اثر نیروی زلزله به صورت خودکار توسط نرم افزار و بر اساس جرم واقعی سازه و با مشارکت 20 درصد بار زنده برای خاک نوع 3 در تحلیل و طراحی سازه در نظر گرفته می شود. با توجه به شکل کلی سازه و شباهت آن به ساختار پاندول وارونه ضریب رفتار سازه در برابر زلزله مطابق آیین نامه 2800 برابر با 3.5 در گرفته می شود.

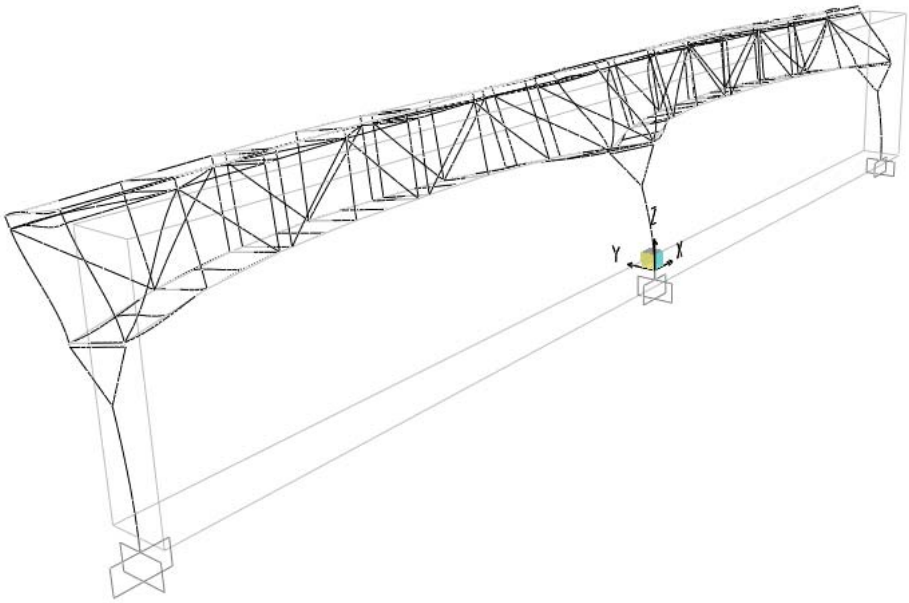
ضریب لرزه خیزی منطقه (مشهد) برابر با 0.35 ، ضریب بازتاب سازه برابر با 2.75 و ضریب اهمیت 1 در نظر گرفته می شود. لازم به ذکر است با توجه به جرم نسبتا کم سازه بار های ناشی از باد نسبت به بارهای ناشی از زلزله غالب خواهند بود.

5-2-3- بار ناشی از تغییرات درجه حرارت:

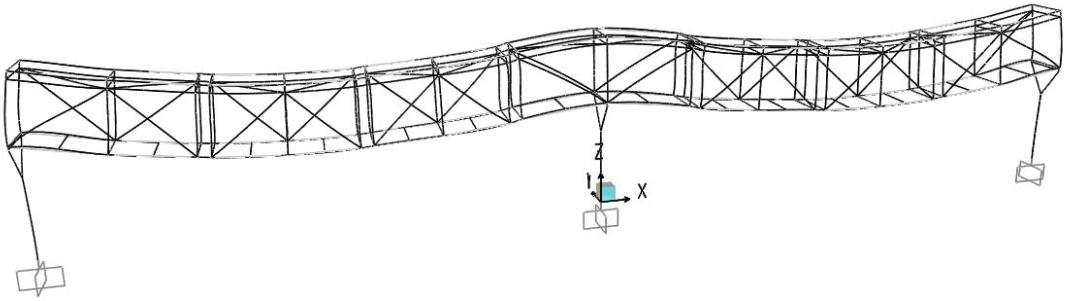
با توجه به اهمیت تغییرات درجه حرارت در سازه های فضاکار، تغییرات درجه حرارت در زمان مونتاژ و نصب نسبت به زمان بهره برداری 35 درجه مثبت و 45 درجه منفی در نظر گرفته می شود. اثر نیروهای حاصل از انبساط و انقباض سازه در تغییرات حرارانی فصول مختلف در ترکیب بارهای مربوطه مطابق آیین نامه دیده شده است.

6– کنترل تغییر شکل های سازه

مطابق بند 6-6-10-3 مبحث ششم مقررات ملی ساختمان سختی جانبی سازه باید به حدی باشد که تغییر مکان جانبی ایجاد شده در هر تراز سازه، زیر اثر بارهای ناشی از باد، از 0/005 برابر ارتفاع آن تراز از سطح زمین تجاوز نکند. بر این اساس تغییر شکل جانبی مجاز برای ستون با ارتفاع 4.8 متر 2.4 سانتی متر و برای بالاترین تراز یازه در ارتفاع 7.3 متری 3.8 سانتی متر می باشد. در حالی که حداکثر تغییر شکل موجود در تراز فوقانی ستون ها و همچنین بالاتریتن تراز سازه ، کمتر از مقادیر مجاز می باشد.

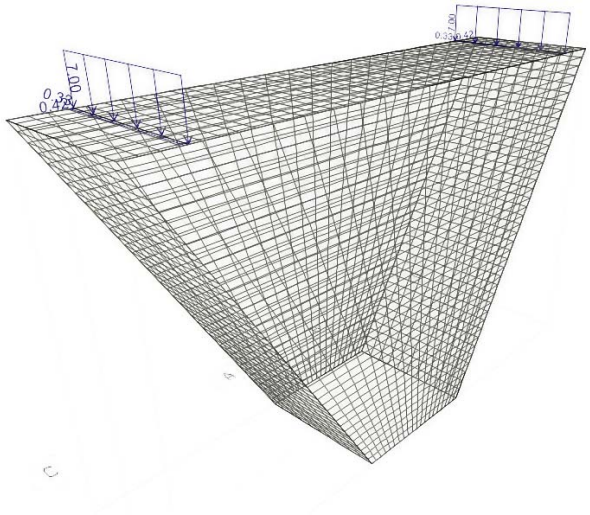


تغییر شکل های سازه تحت اثر بار ثقلی نیز به این صورت کنترل می شود که خیز موجود در مقاطع مختلف سقف و خرپا های افقی تحت بارهای زنده نباید از 1/360 طول دهانه و تحت بارهای زنده و مرده نباید از 1/240 طول دهانه بیشتر شود. که باتوجه به سختی زیا المان هلی خرپا این کنترل نیز پاسخگوست. مقدار حداکثر تغییر شکا در قسمت میانی دهانه 22.5 متری برابر با 1.1 سانتیمتر تحت بارهای سرویس است که از حداقل مقدار مجاز 6.25 سانتیمتر به مراتب کمتر است.

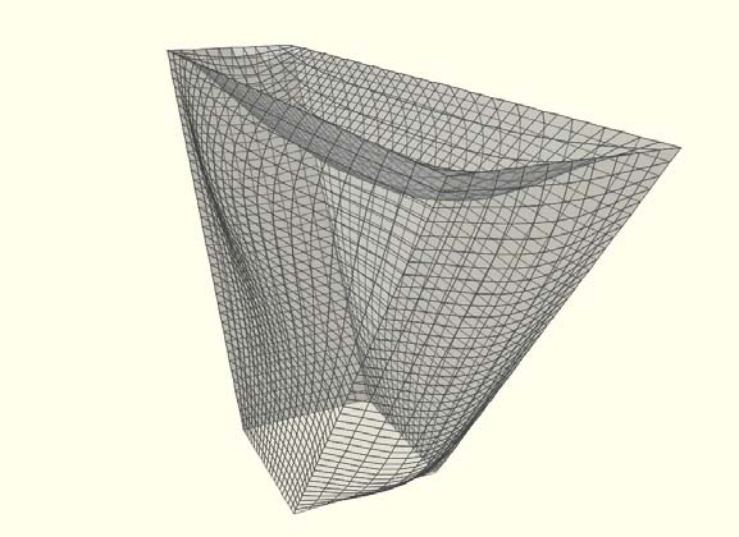


7– کنترل تنش های پوسته فلزی ستون

قسمت جامی شکل واقع در بالای ستون ها به صورت یک پنج وجهی فلزی در نرم افزار sap مدل شـده اسـت. نیـروی هـای حاصل از تحلیل سازه از فایل محاسباتی برداشت شده و در سه جهت اصلی به نواری که طول آن مساوی عـرض سـتون اسـت اختصاص داده می شود.



بعد از تحلیل مجموعه به روش اجزای محدود در نرم افزار SAP تنش های S22، Smax و ... در پوسته های فلزی کنترل می شود که باید از مقادیر مجاز آیین نامه ای کمتر باشند.



8– ترکیب بار های طراحی

ترکیب بارهای مورد استفاده برای طراحی سقف با توجه به مبحث دهم مقررات ملـی سـاختمان بـر اسـاس طراحـی بـه روش حالات حدی LRFDبه صورت زیر در نظر گرفته شده است. در ترکیب بارهای در نظر گرفته شرایط بنـد 6-7-2-5-11-3 مبحث ششم در نظر گرفته شده.

ردیف	شرایط	ترکیب بار
1	ترکیب بار مبنا (مرده + بهره برداری)	1.4 D 1.25D+1.5L
2	ترکیب بار مرده ، بهره برداری و زلزله یا باد	D+1.2L+1.2(E or W) 0.85 D + 1.2 (E or W)
3	ترکیب بارهای مرده، بهره برداری و آثار حرارتی، جمع شدگی و نشست تکیه گاهها	D+1.2L+T 1.25D + 1.25T

ترکیب بارهای مورد استفاده در فایل SAP به همراه ضرایب آن ها در جدول زیر ذکر شده است.

9– برآورد اجزای سازه

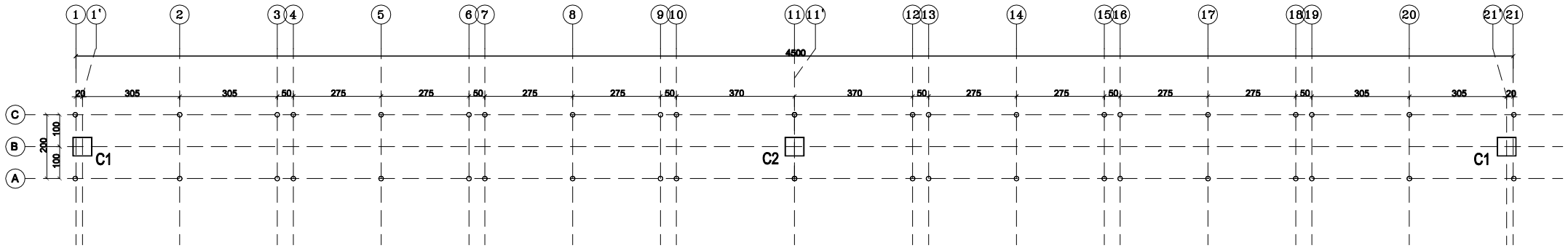
Section	ObjectType	TotalLength	TotalWeight
		m	Tonf
P4.5"	114-4	170.18	1.85
P5"	127-6	84.00	1.50
P6"	152.4-6	302.86	6.56
PERLIN	80*40*2	132.00	0.48
COL	th=1 cm		4.47
SUM			**14.86**

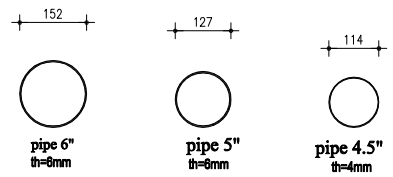
آلبـــوم نقشه های سازه

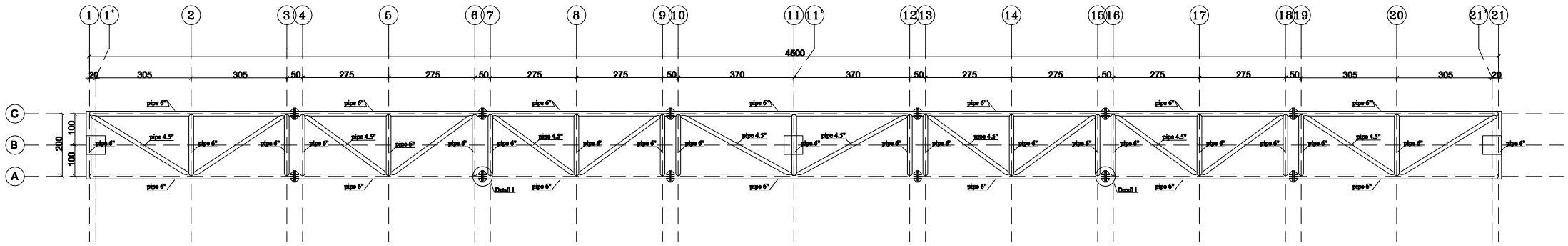
عنوان پروژه:

پل عابر پیاده با دهانه ٤٥ متری

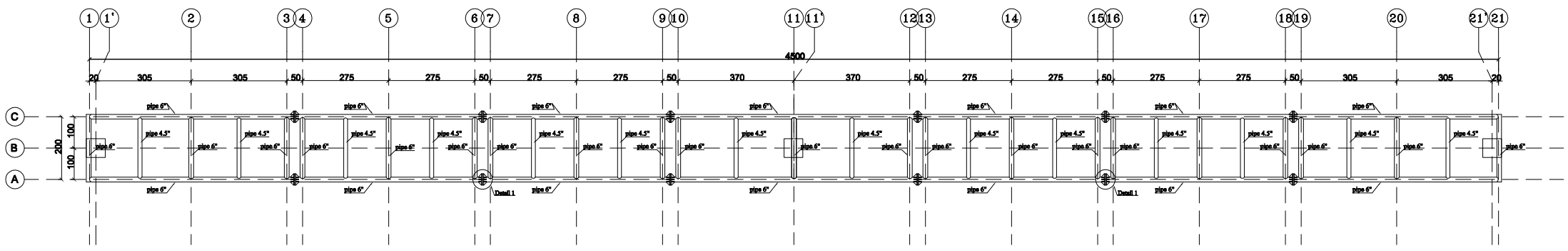
تابستان ۱۳۹۲







Plan Top Level



Plan Bot Level

دفتر فنی مهندسی ۴۹۷

توجـــه:

این گزارش نبایستی توسط هیچ شخص یا سازمان دیگری غیر از کارفرمای پروژه بدون اجازه کتبی، از این مشاور مورد استفاده قرار گیرد. بدیهی است در صورت استفاده این گزارش توسط اشخاص دیگر، این مشاور هیچگونه مسئولیتی در قبال هزینه ها و خسارت وارده نخواهد داشت.

نقشه های مرجع:

نام پروژه:

پل عابر پیاده با دهانه ۴۵ متر

نام کارفرما:

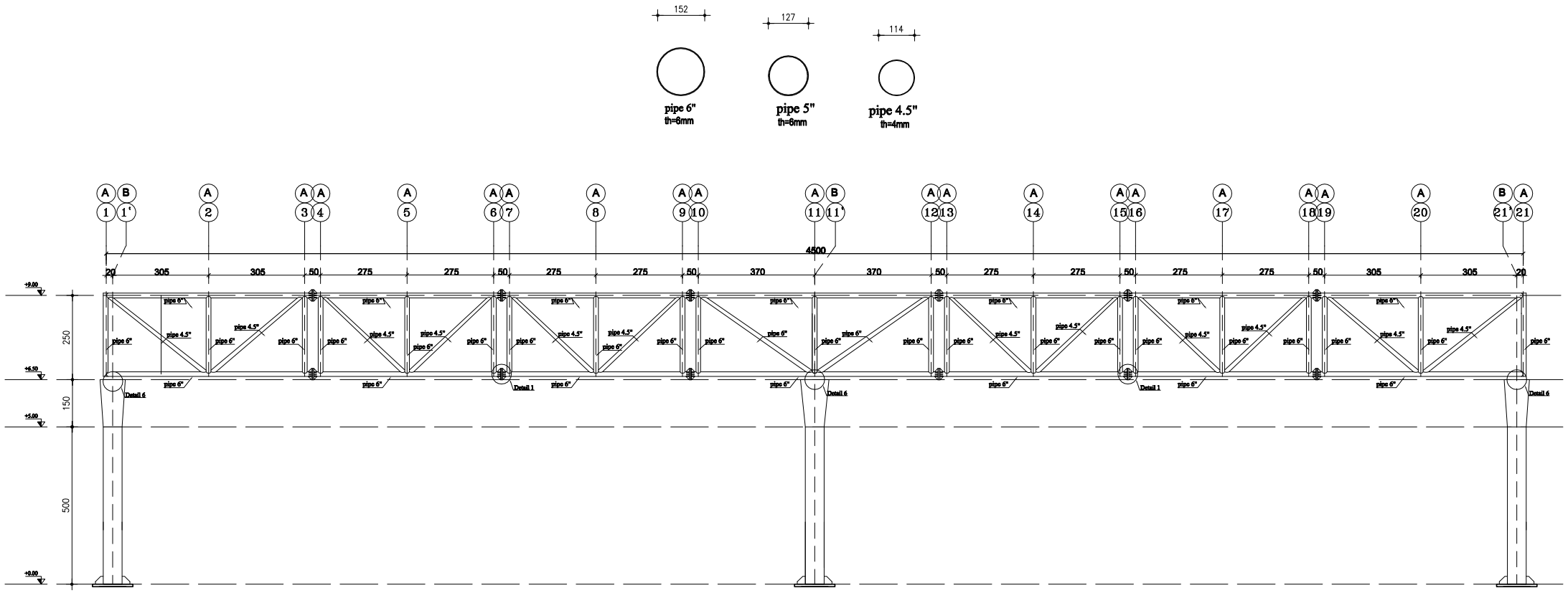
وزارت راه و شهر سازی

مشـاور:

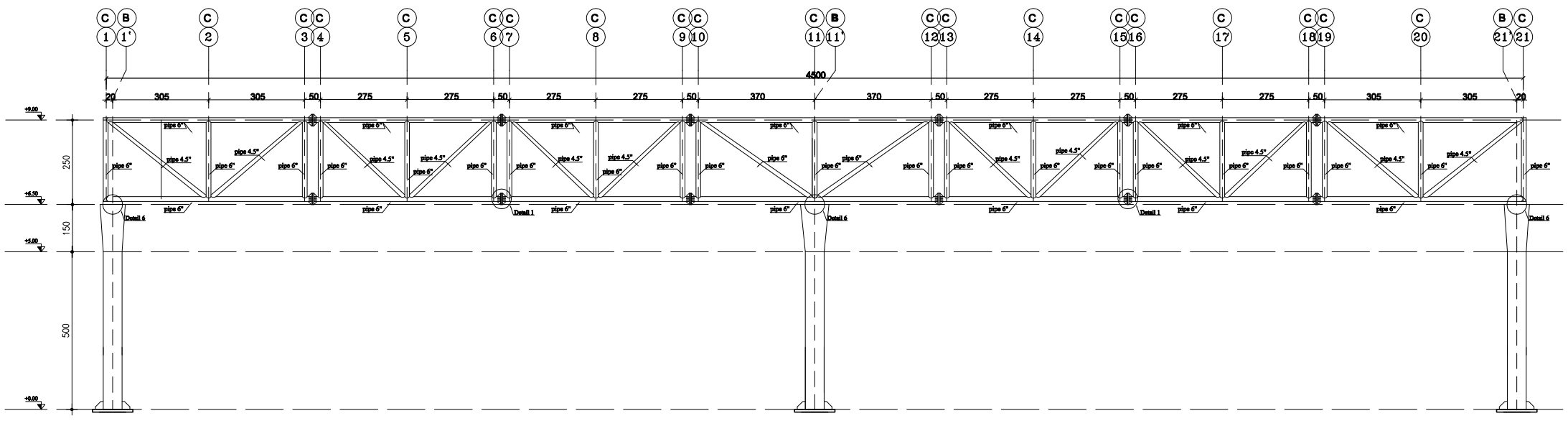
دفتر فنی مهندسی ۴۹۷

عنوان نقشه:

چک شده توسط	تاریخ	ترسیم شده توسط	مقیاس نقشه
	۱۳۹۲/۰۴/۱۷		
شماره نقشه			



Axis A



Axis C

دفتر فنی مهندسی ۴۹۷

توجـــه:

این گزارش نبایستی توسط هیچ شخص یا سازمان دیگری غیر از کارفرمای پروژه بدون اجازه کتبی از این مشاور مورد استفاده قرار گیرد. بدیهی است در صورت استفاده این گزارش توسط اشخاص دیگر، این مشاور هیچگونه مسئولیتی در قبال هزینه ها و خسارت وارده نخواهد داشت.

نقشه های مرجع:

نام پروژه:

پل عابر پیاده با دهانه ۴۵ متر

نام کارفرما:

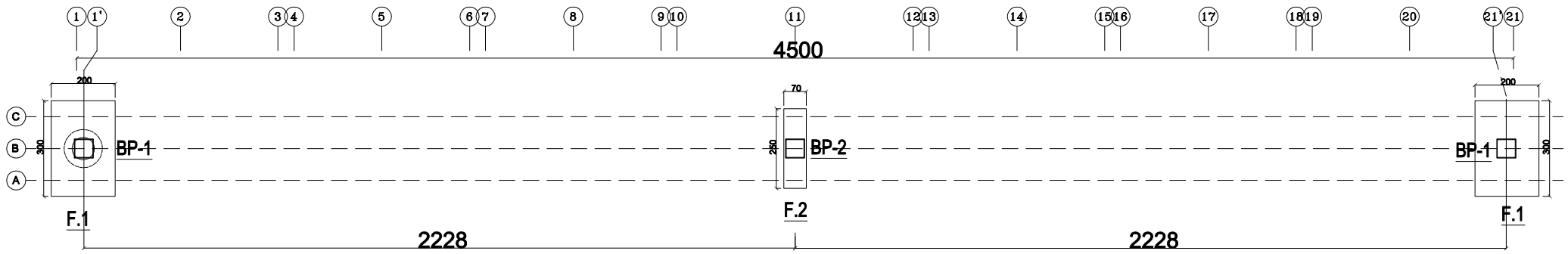
وزارت راه و شهر سازی

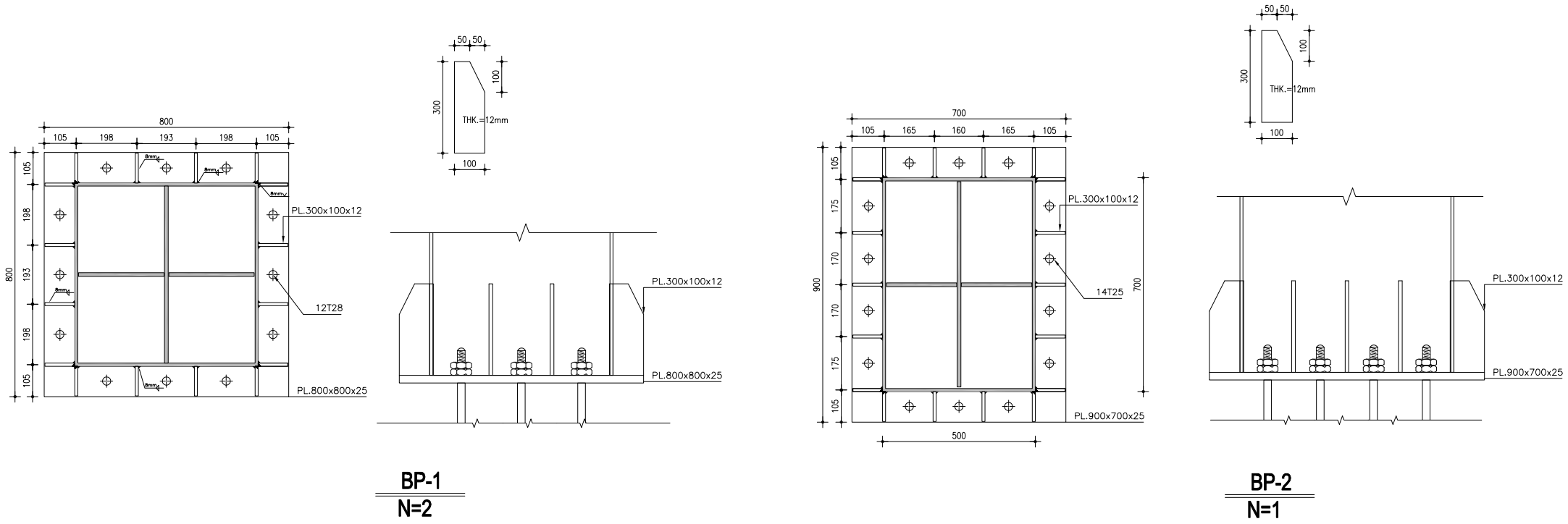
مشـاور:

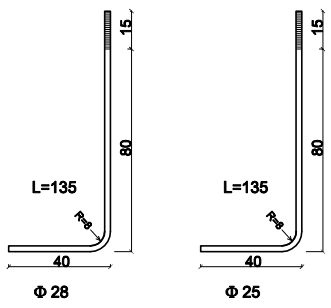
دفتر فنی مهندسی ۴۹۷

عنوان نقشه:

چک شده توسط	تاریخ	ترسیم شده توسط	مقیاس نقشه
	۱۳۹۲/۰۴/۱۷		
شماره نقشه			







نمایش بولت

توضیحات:

۱-محل دقیق تلاقی دو آکس بوسیله دوربین پیاده میشود.

۲-از قبل دو نقطه محل تلاقی دو آکس و آکس ستون طبق نقشه روی کف ستون علامت زنی میشود. (علامت بهتر است بوسیله سنبه زنی انجام گردد.)

۳-جای گذاری کف ستون باید به گونه ای باشد که آکس پیاده شده روی فنداسیون با نقطه آکس مشخص شده روی کف ستون دقیقا منطبق باشد. (به جهت کف ستون دقت شود.)

دفتر فنی مهندسی ۴۹۷

توجـــه:

این گزارش نبایستی توسط هیچ شخص یا سازمان دیگری غیر از کارفرمای پروژه بدون اجازه کتبی از این مشاور مورد استفاده قرار گیرد. بدیهی است در صورت استفاده این گزارش توسط اشخاص دیگر، این مشاور هیچگونه مسئولیتی در قبال هزینه ها و خسارت وارده نخواهد داشت.

نقشه های مرجع:

نام پروژه:

پل عابر پیاده با دهانه ۴۵ متر

نام کارفرما:

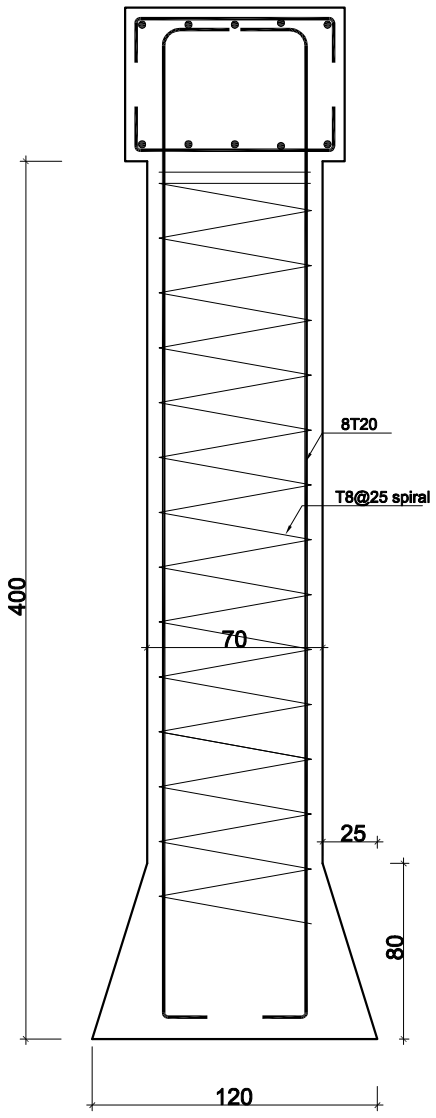
وزارت راه و شهر سازی

مشـاور:

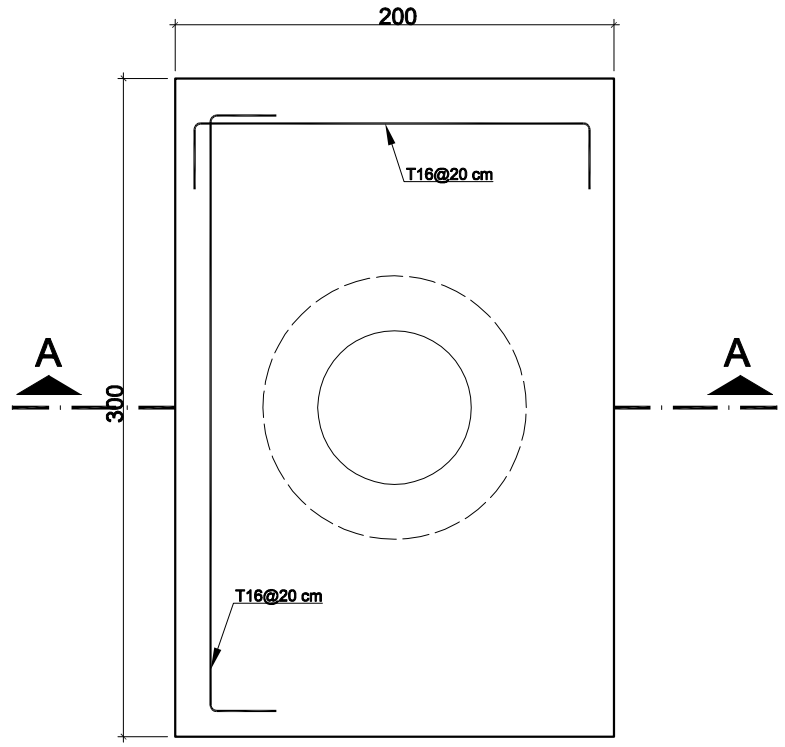
دفتر فنی مهندسی ۴۹۷

عنوان نقشه:

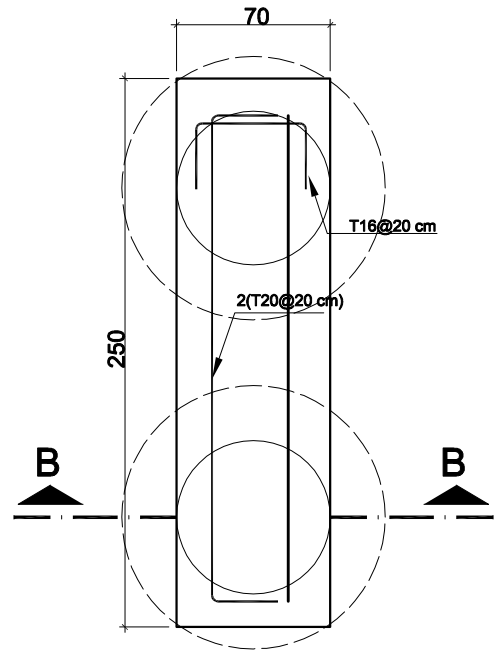
چک شده توسط	تاریخ	ترسیم شده توسط	مقیاس نقشه
	۱۳۹۲/۰۴/۱۷		
شماره نقشه			



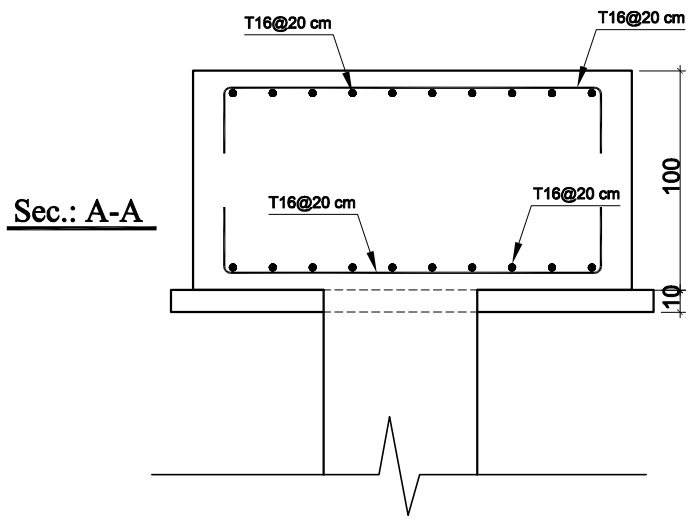
P1



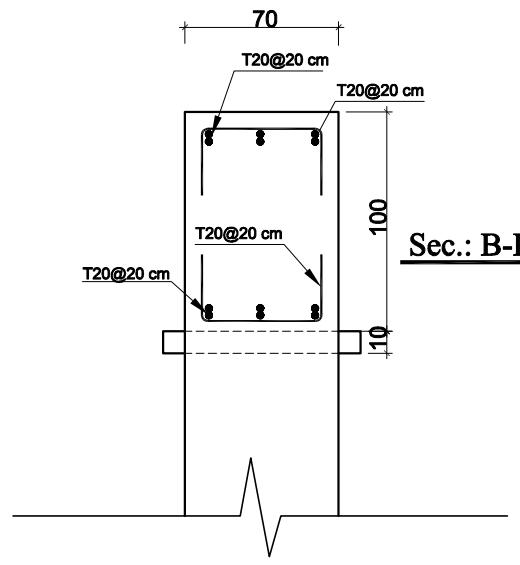
Foundation F1



Foundation F2



Sec.: A-A



Sec.: B-B

دفتر فنی مهندسی ۴۹۷

توجـــه:

این گزارش نبایستی توسط هیچ شخص یا سازمان دیگری غیر از کارفرمای پروژه بدون اجازه کتبی، از این مشاور مورد استفاده قرار گیرد. بدیهی است در صورت استفاده این گزارش توسط اشخاص دیگر، این مشاور هیچگونه مسئولیتی در قبال هزینه ها و خسارت وارده نخواهد داشت.

نقشه های مرجع:

نام پروژه:

پل عابر پیاده با دهانه ۴۵ متر

نام کارفرما:

وزارت راه و شهر سازی

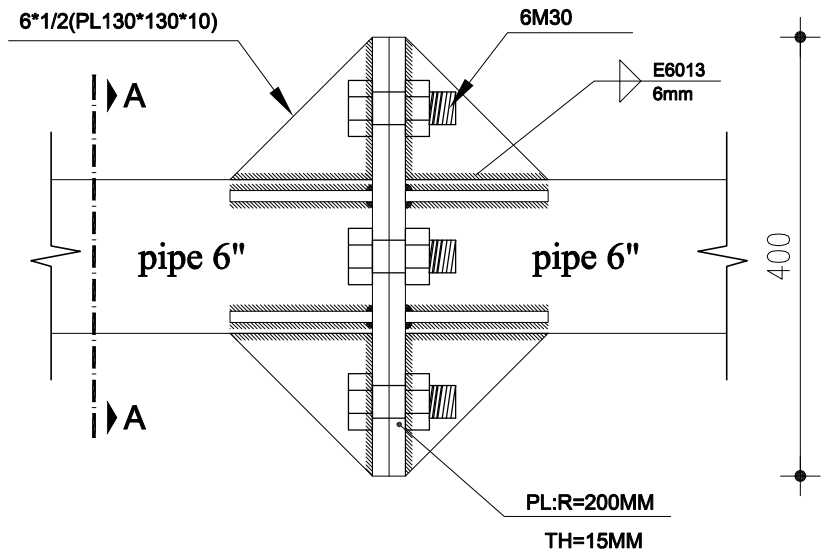
مشـاور:

دفتر فنی مهندسی ۴۹۷

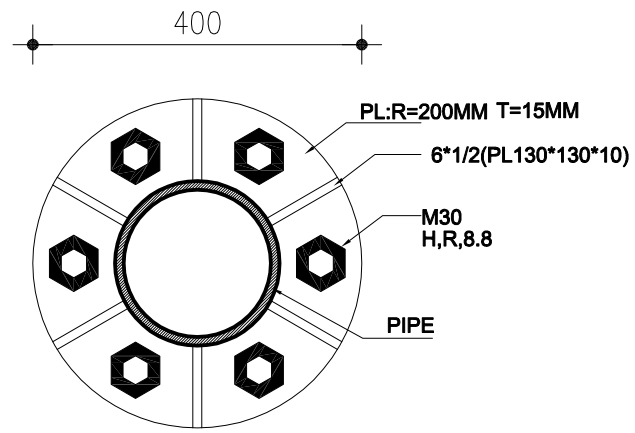
عنوان نقشه:

مقاطـــع فونداسیون

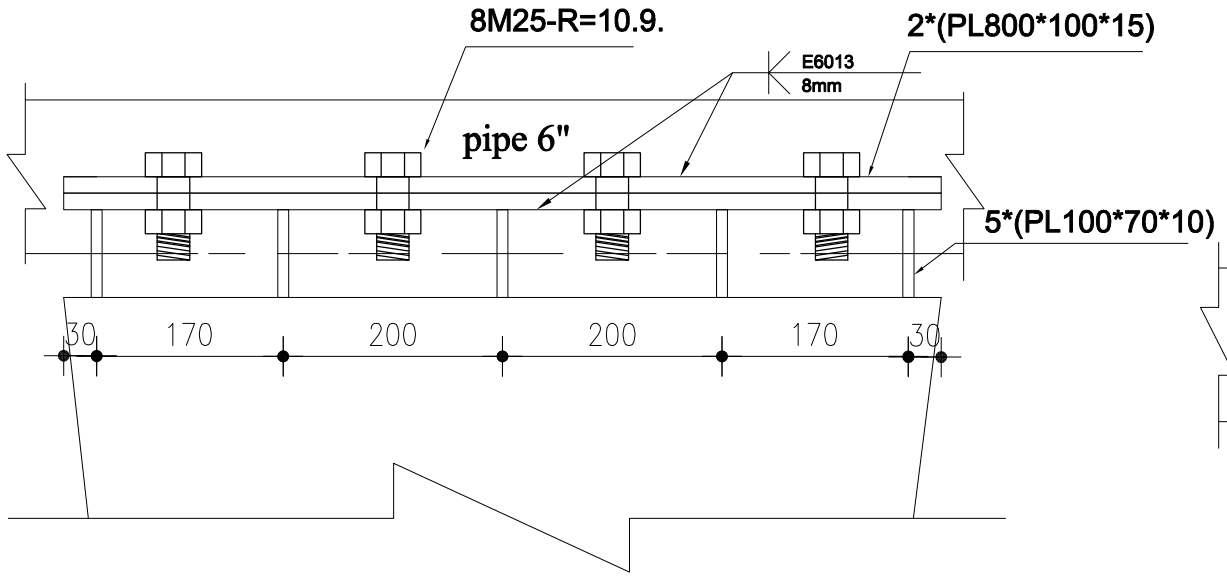
چک شده توسط	تاریخ	ترسیم شده توسط	مقیاس نقشه
	۱۳۹۲/۰۴/۱۷		1/25
شماره نقشه			

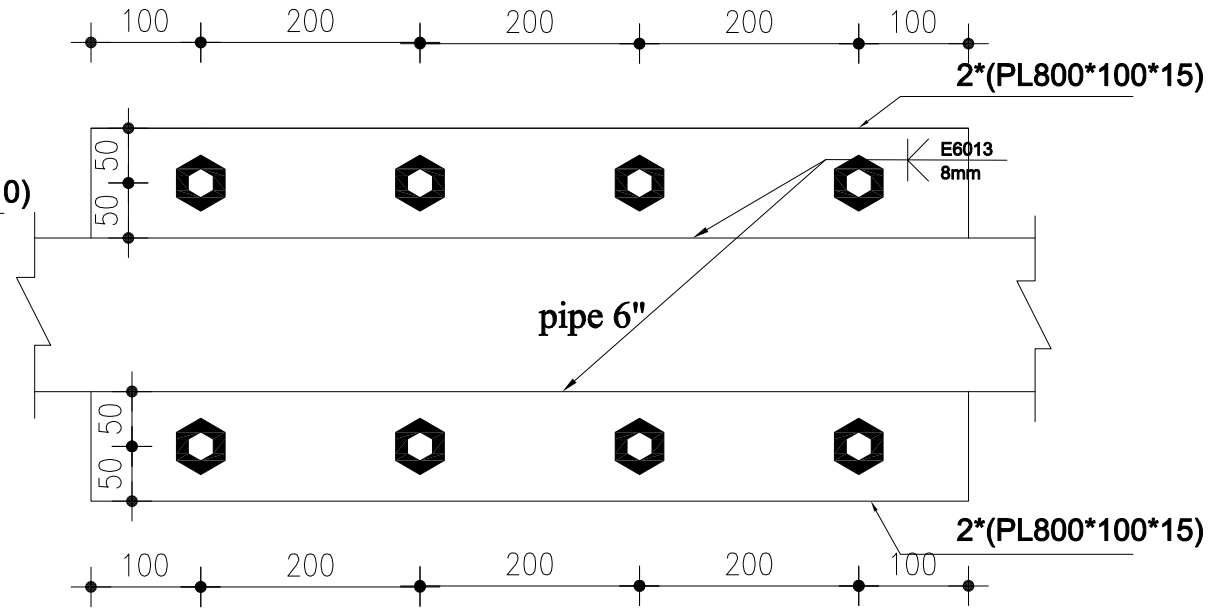


Detail 1



Sec A-A





Det. 6

دفتر فنی مهندسی ۴۹۷

توجـــه:

این گزارش نبایستی توسط هیچ شخص یا سازمان دیگری غیر از کارفرمای پروژه بدون اجازه کتبی از این مشاور مورد استفاده قرار گیرد. بدیهی است در صورت استفاده این گزارش توسط اشخاص دیگر، این مشاور هیچگونه مسئولیتی در قبال هزینه ها و خسارت وارده نخواهد داشت.

نقشه های مرجع:

نام پروژه:

پل عابر پیاده با دهانه ۴۵ متر

نام کارفرما:

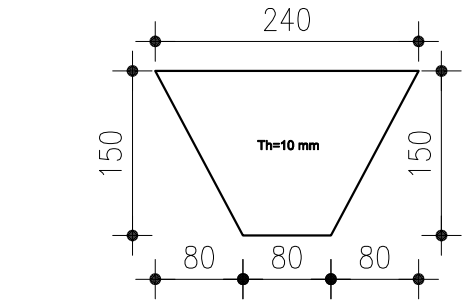
وزارت راه و شهر سازی

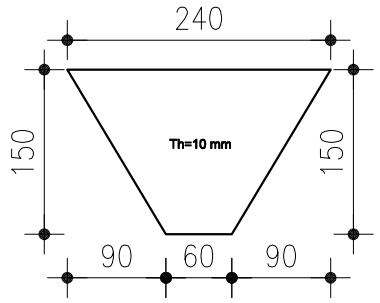
مشـاور:

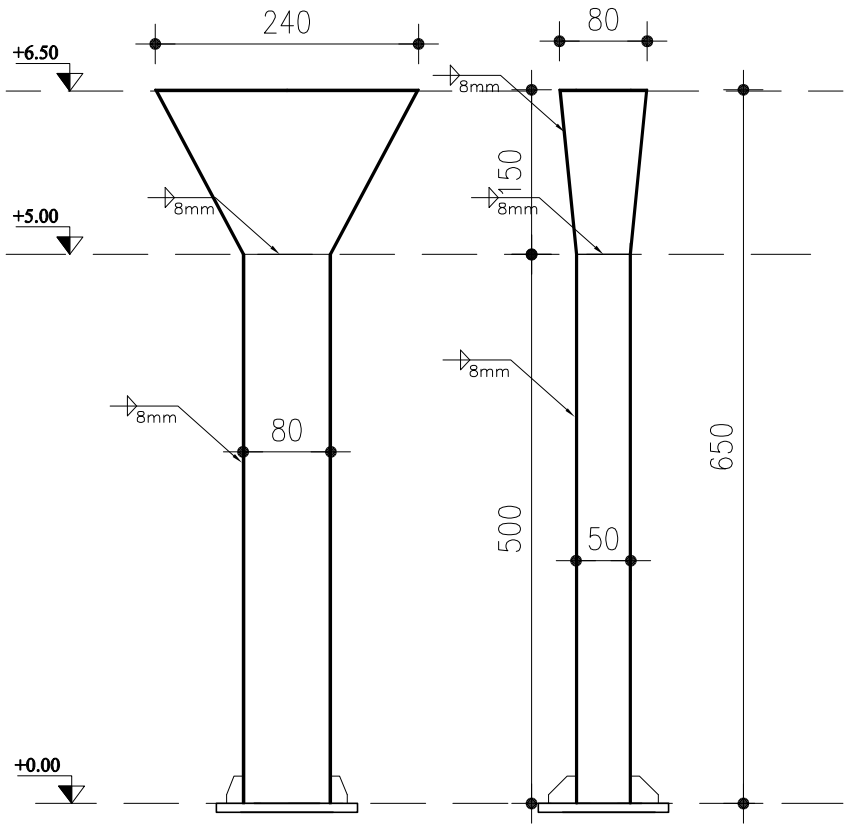
دفتر فنی مهندسی ۴۹۷

عنوان نقشه:

مقیاس نقشه	ترسیم شده توسط	تاریخ	چک شده توسط
		۱۳۹۲/۰۴/۱۷	
			شماره نقشه

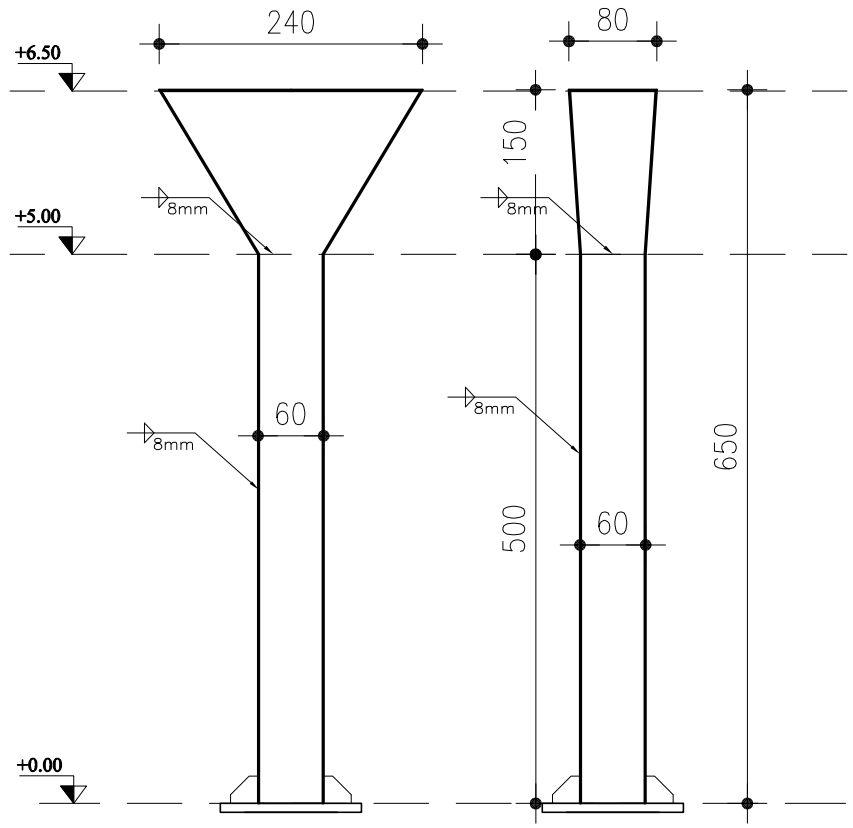






C2

N=1



C1

N=2

در محل قرار گیری ستون تا حداقل ۵ متر از هر طرف در کنار جاده گاردریل استاندارد نصب شود

دفتر فنی مهندسی ۴۹۷

توجـــه:

این گزارش نبایستی توسط هیچ شخص یا سازمان دیگری غیر از کارفرمای پروژه بدون اجازه کتبی از این مشاور مورد استفاده قرار گیرد. بدیهی است در صورت استفاده این گزارش توسط اشخاص دیگر، این مشاور هیچگونه مسئولیتی در قبال هزینه ها و خسارت وارده نخواهد داشت.

نقشه های مرجع:

نام پروژه:

پل عابر پیاده با دهانه ۴۵ متر

نام کارفرما:

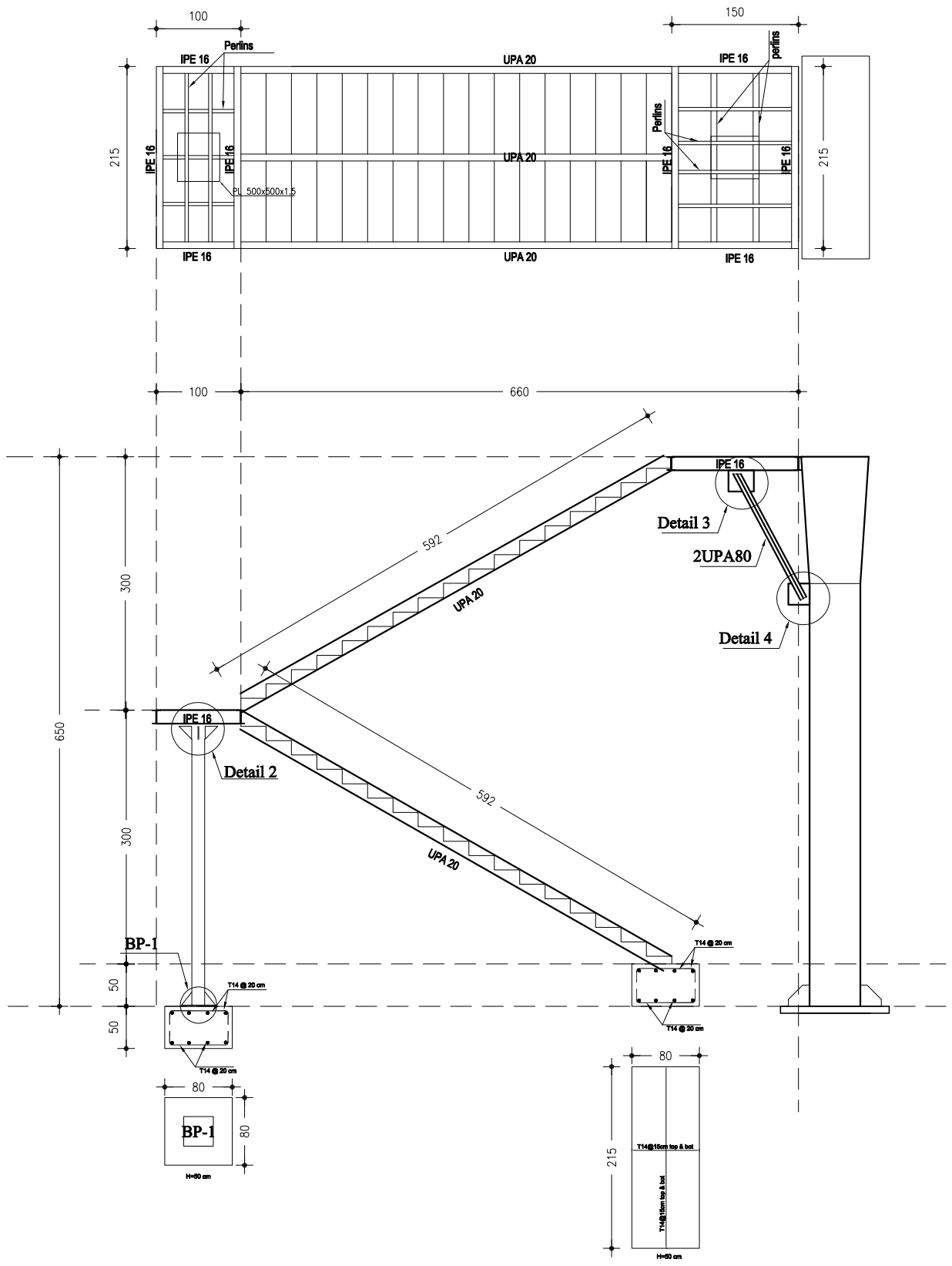
وزارت راه و شهر سازی

مشـاور:

دفتر فنی مهندسی ۴۹۷

عنوان نقشه:

چک شده توسط	تاریخ	ترسیم شده توسط	مقیاس نقشه
	۱۳۹۲/۰۴/۱۷		
شماره نقشه			



دفتر فنی مهندسی ۴۹۷

توجـــه:

این گزارش نبایستی توسط هیچ شخص یا سازمان دیگری غیر از کارفرمای پروژه بدون اجازه کتبی از این مشاور مورد استفاده قرار گیرد. بدیهی است در صورت استفاده این گزارش توسط اشخاص دیگر، این مشاور هیچگونه مسئولیتی در قبال هزینه ها و خسارت وارده نخواهد داشت.

نقشه های مرجع:

نام پروژه:

پل عابر پیاده با دهانه ۴۵ متر

نام کارفرما:

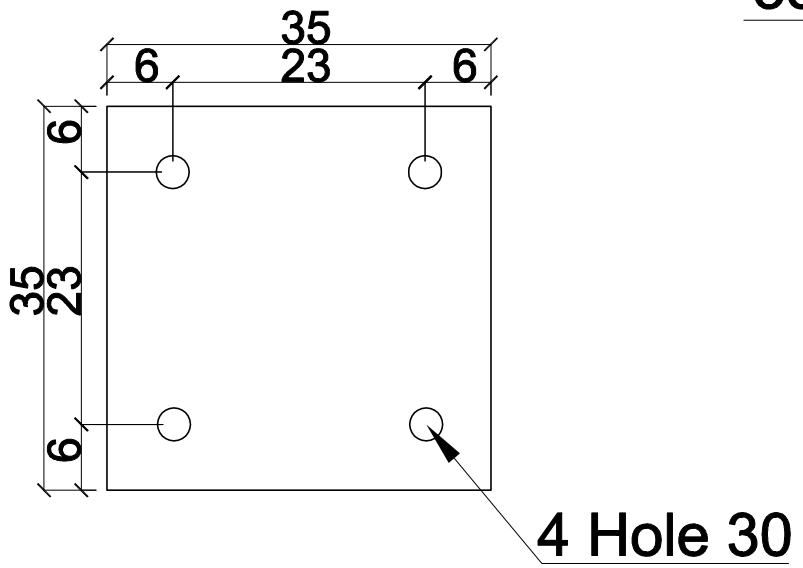
وزارت راه و شهر سازی

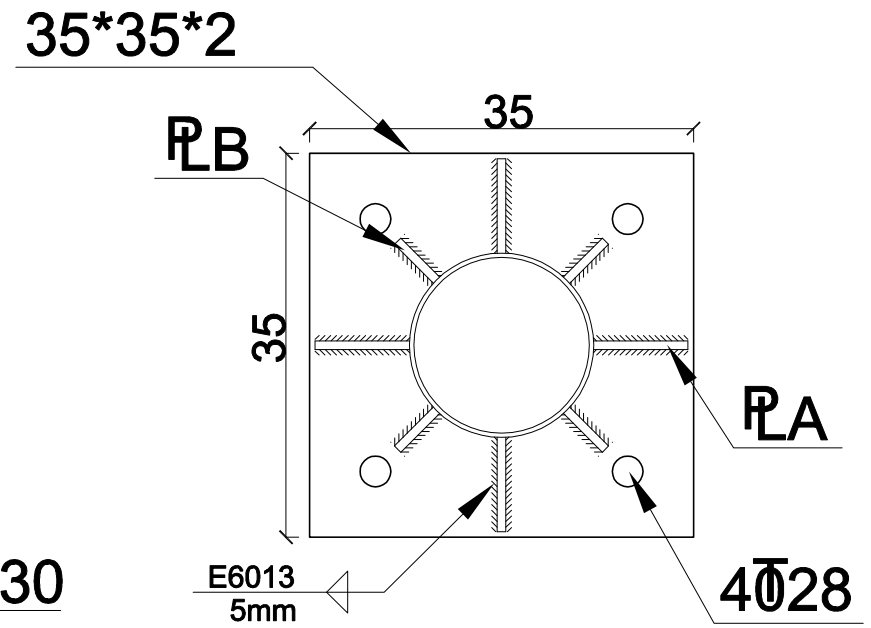
مشـاور:

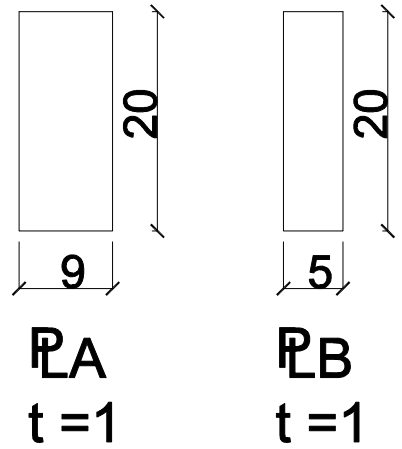
دفتر فنی مهندسی ۴۹۷

عنوان نقشه:

چک شده توسط	تاریخ	ترسیم شده توسط	مقیاس نقشه
	۱۳۹۲/۰۴/۱۷		
شماره نقشه			

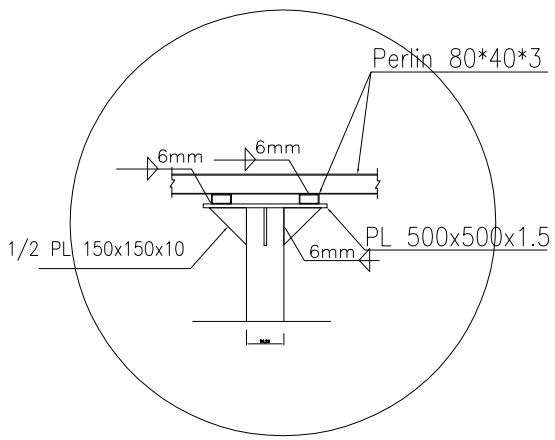




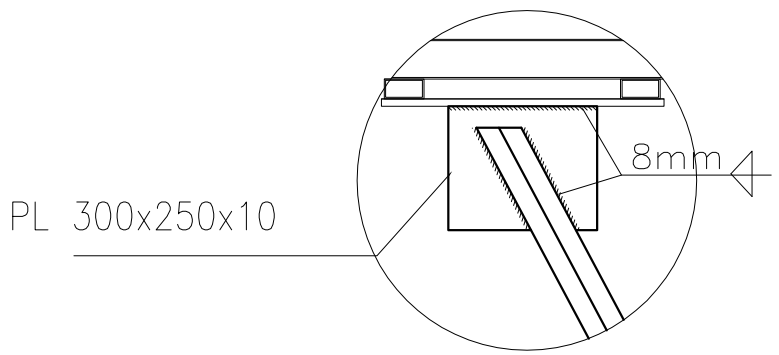


BP-1 کف ستون

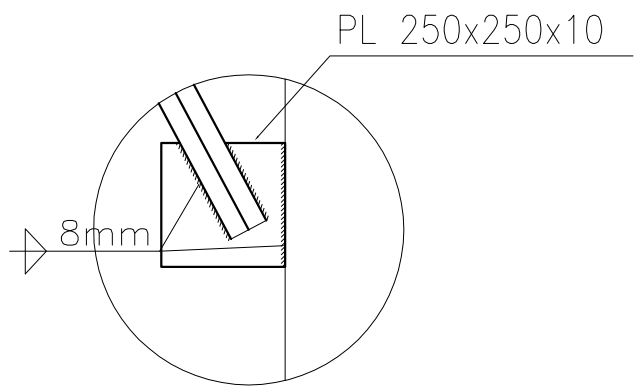
N=1



Detail 2



Detail 3



Detail 4

دفتر فنی مهندسی ۴۹۷

توجـــه:

این گزارش نبایستی توسط هیچ شخص یا سازمان دیگری غیر از کارفرمای پروژه بدون اجازه کتبی از این مشاور مورد استفاده قرار گیرد. بدیهی است در صورت استفاده این گزارش توسط اشخاص دیگر، این مشاور هیچگونه مسئولیتی در قبال هزینه ها و خسارت وارده نخواهد داشت.

نقشه های مرجع:

نام پروژه:

پل عابر پیاده با دهانه ۴۵ متر

نام کارفرما:

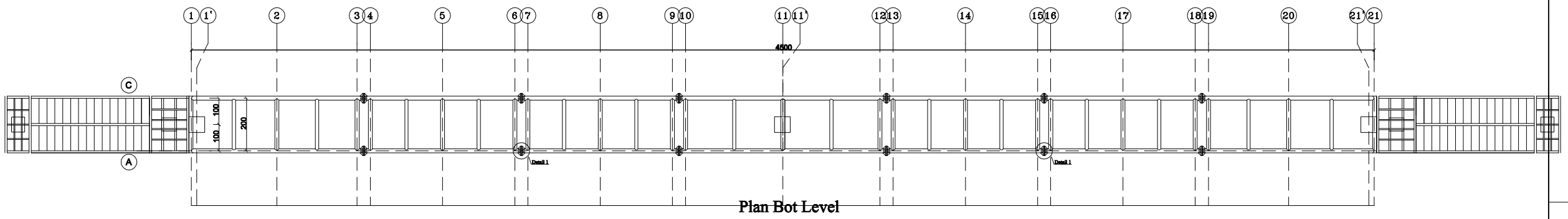
وزارت راه و شهر سازی

مشـاور:

دفتر فنی مهندسی ۴۹۷

عنوان نقشه:

چک شده توسط	تاریخ	ترسیم شده توسط	مقیاس نقشه
	۱۳۹۲/۰۴/۱۷		
شماره نقشه			



Plan Bot Level

دفتر فنی مهندسی ۴۹۷

توجـــه:

این گزارش نبایستی توسط هیچ شخص یا سازمان دیگری غیر از کارفرمای پروژه بدون اجازه کتبی، از این مشاور مورد استفاده قرار گیرد. بدیهی است در صورت استفاده این گزارش توسط اشخاص دیگر، این مشاور هیچگونه مسئولیتی در قبال هزینه ها و خسارت وارده نخواهد داشت.

نقشه های مرجع:

نام پروژه:

پل عابر پیاده با دهانه ۴۵ متر

نام کارفرما:

وزارت راه و شهر سازی

مشـاور:

دفتر فنی مهندسی ۴۹۷

عنوان نقشه:

چک شده توسط	تاریخ	ترسیم شده توسط	مقیاس نقشه
	۱۳۹۲/۰۴/۱۷		
شماره نقشه			