نام درس :

اصول و مبانی معماری و شهر سازی

موضوع پروژه :

برج مخابراتی میلاد

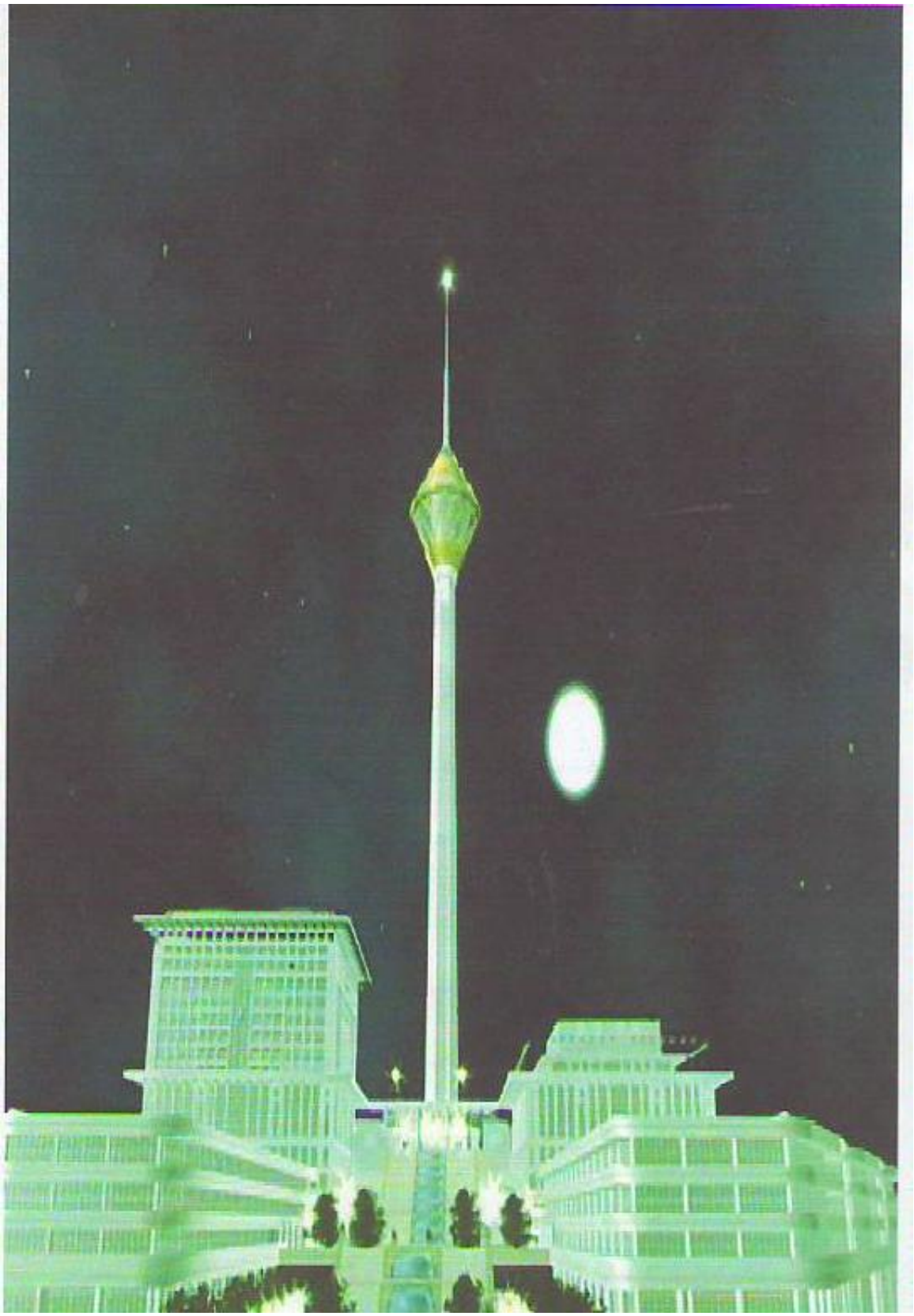
استاد :

جناب آقای مهندس احد محمد پور

تهیه کننده :

بهزاد راد

بهار 1390



فهرست مطالب :

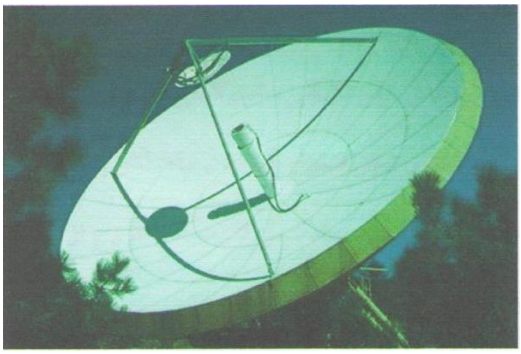
ردیف	عنوان	صفحه
1	تاریخچه برج	5
2	مطالعات شهرسازی و معماری	15
3	ژئوتکنیک	21
4	ژئوفیزیک	22
5	زمین شناسی	22
6	لرزه خیزی	23
7	باد	24
8	تکنولوژی ساخت	26
9	عملکردهای مختلف برج	28
10	عملکرد هواشناسی	29
11	ملاحظات عمومی و اقتصادی برج	32
12	سرویسهای قابل ارایه از برج	34
13	ایمنی سازه	36
14	خاکبرداری	37
15	فونداسیون	38
16	طراحی سازه در برابر آتش	46

17	طراحی سازه ای	46
18	بدنه اصلی برج	49
19	ساختمان راس برج	52
20	دکل آنتن	54

تاریخچه برج

در سال 1345 اولین فرستنده تلویزیون ملی ایران افتتاح شده و شروع به کار نمود . در دهه 1350 به تدریج به کیفیت و قدرت فرستنده های تلویزیونی و رادیو افزوده می گردید . در همان سالها با توجه به رشد فزاینده شهر تهران از حیث وسعت و جمعیت نیاز به برنامه ریزی اصولی تر و امکانات وسیعتری از سوی مسئولین ذیربط برای پخش برنامه ها احساس گردید .
ساخت و ساز بناهای بلند از یکسو و وجود تپه ماهوار ها و پستی بلندیهای متعدد در بخشهای میانی شهر، پخش امواج تلویزیونی را دچار مشکل می نمود . به همین جهت ، در طرح جامع عباس آباد احداث یک دکل بلند فلزی یا نظیر آن جهت فرستنده تلویزیون مطرح شد .
پیروزی انقلاب شکوهمند اسلامی در سال 1357 توجه به ارزشهای فرهنگی و به تبع آن دستگاهها و نهادهای فرهنگی کشور را از ابعاد گسترده تر و مهم تری برخوردار کرد . تولید و توزیع برنامه های فرهنگی با غنا و کیفیت بالا در جهت گسترش فرهنگ اسلام ناب و دفاع از ارزشهای والای آن درمقابل تهاجم فرهنگی دشمنان انقلاب

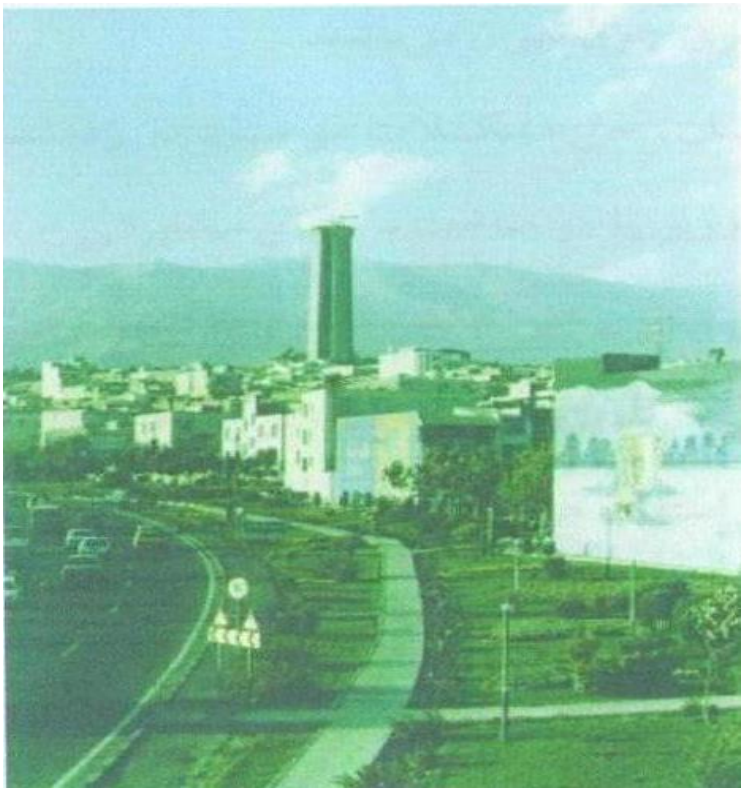
در راس برنامه ها و اهداف دستگاههای اجرایی قرار گرفت .
علیرغم تلاش های پیگیر و وسیع مسئولین امر در افزایش کمّی و کیفی برنامه های صدا و سیما و افتتاح شبکه های جدید ، مشکل پستی و بلندیهای اقلیم طبیعی تهران و پخش نامطلوب امواج تلویزیونی و رادیویی در سطح شهر همچنان به قوت خود باقی بود .
نصب آنتن ها و تقویت کننده های جدید و انتقال فرستنده ها بر بلندای کوههای حاشیه شهر تاثیر بسزایی در حل مشکل داشته است ، اما نتوانست مشکل یاد شده را به طور کامل مرتفع سازد .
از طرف دیگر اهمیت مخابرات و سیستم های ارتباطی امروزه بگونه ایست که میزان توفیق کشورها در امر توسعه فن آوری ، از وضعیت پیشرفت صنایع ارتباطی و مخابرات کشورها سنجیده می گردد .
در سالهای پس از پیروزی انقلاب ، پیشرفت چشمگیری در افزایش وسعت و کیفیت مخابرات کشور دیده می شود . ظهور فن آوری فیبر نوری ، استفاده از سیستم های ماهواره ای و گسترش قابل توجه شبکه های بی سیم در شهرهای مختلف کشور اسلامی از آنجمله است .



در این میان ، ارتباطات ماکروویو و بی سیم ، در مقایسه با سایر جنبه ها از کیفیت مناسب در سطح شهر تهران برخوردار نبوده است . علت این امر ، آنچنان که گفته شد وجود پستی و بلندیهای بسیار در سطح شهر بزرگ تهران بوده است . وجود این وضیعت اقلیمی و نیز افزایش روز افزون ساختمانها و برجهای بلند در سطح شهر باعث بروز اشکال در پخش امواج مخابراتی در مناطق مختلف شهر شده است . این اشکالات گاه به صورت عدم دریافت امواج بوسیله گیرنده ها و گاه به صورت ایجاد سایه های گوناگون و در نتیجه از بین رفتن کیفیت ارسال و دریافت امواج ماکروویو به ظهور می رسد .

این مناطق که در شهر وسیع و پر جمعیت تهران به میزان قابل توجهی دیده می شود موسوم به نقاط کور می باشند . در نقاط کور ارتباطات تلویزیونی ، رادیویی و مخابرات دچار مشکل می شوند . در نگاهی فراگیر ، اشکال ارسال و دریافت امواج ماکروویو خطرات عمده و

جدی در زمینه امنیتی ، جانی و اقتصادی فراوانی را به دنبال دارد.
هنگامی که خودروهای آتش نشانی ، آمبولانس ها ، نیروی نظامی و انتظامی در نقاط کور شهر قرار گیرند ارتباط آنان با مرکز کنترل و فرماندهی منقطع شده و این مشکل تا زمان خروج از مناطق کور مخابراتی ادامه می یابد .
از سوی دیگر تعدد مراکز بی سیم و عدم هماهنگی کلّی نهادها ، ارگانها و دستگاههایی که از ارتباطات بی سیم بهره می برند ، این اشکلات را مضاعف می کند . تداخل امواج و بروز مشکلات مشابه از جمله پیامدهای ناشی از این عدم هماهنگی است .

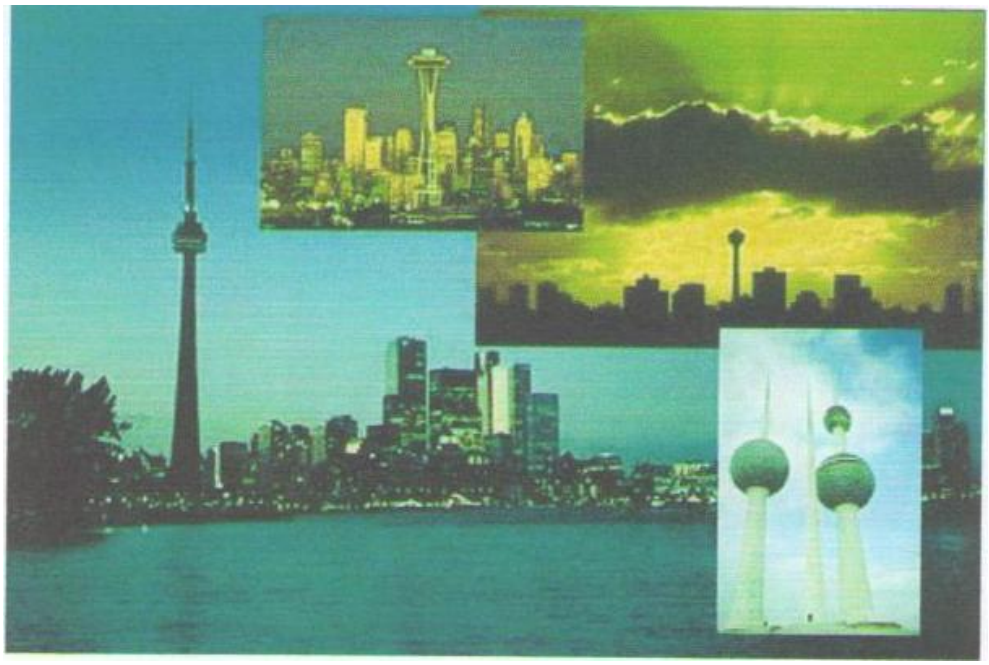


برای ایجاد هماهنگی کامل و تمرکز فرستنده ها لازم است مرکز ویژه ای عهده دار کنترل و رهبری ارتباطات ماکروویو گردد . این مرکز برای پوشش دادن به حداکثر نقاط کلان شهر تهران لازم است در ارتفاعات بالا به دریافت ، ساماندهی و پخش امواج مخابراتی مبادرت ورزد . همچنین بنا به ضرورتهای فنّی ، بر بلندای این نقطه خاص باید امکان استقرار پرسنل و تجهیزات در حد کافی فراهم گردد . لذا ، با توجه به ویژگیهای لازم یاد شده ، دکل های منفرد مخابراتی نمی تو انند از عهده این وظیفه بر آیند . گذشته از آنکه این سازه های فلزی ، فاقد ویژگی های زیبایی شناختی کافی و مناسب جهت جای گیری در بافت مرکزی شهر چون تهران می باشند .

کشورهای جهان ، حل مشکلات موجود در زمینه ارسال و پخش امواج ماکروویو را در ساخت برجهای مخابراتی – تلویزیونی در مجموعه فضاهای شهری خود دانسته اند . وجود سازه عظیم و مرتفعی چون برج مخابراتی – تلویزیونی ، علاوه بر حل مشکلات یاد شده ، بستر مناسبی برای استفاده های گسترده هواشناسی است . دستگاه های کنترل کیفیت هوا با استقرار در قسمت های مختلف برج در ارتفاعات بالا اطلاعات جامع و کاملی را در اختیار محققین و متخصصین مربوطه قرار می دهد . کاربرد هواشناسی در برجهای

مخابراتی – تلویزیونی جهان به میزان گسترده و فراگیر مشاهده می گردد .

از دیگر استفاده های مهم برجهای مخابراتی – تلویزیونی می توان به کاربرد تفریحی و جهانگردی آن اشاره نمود . هر ساله تعداد زیادی از مردم و جهانگردان از برجهای بلندی چون برج مخابراتی – تلویزیونی سی ان در شهر تورنتو کانادا و نیز برج آلالامپور در مالزی و سایر برجها دیدن می کنند .

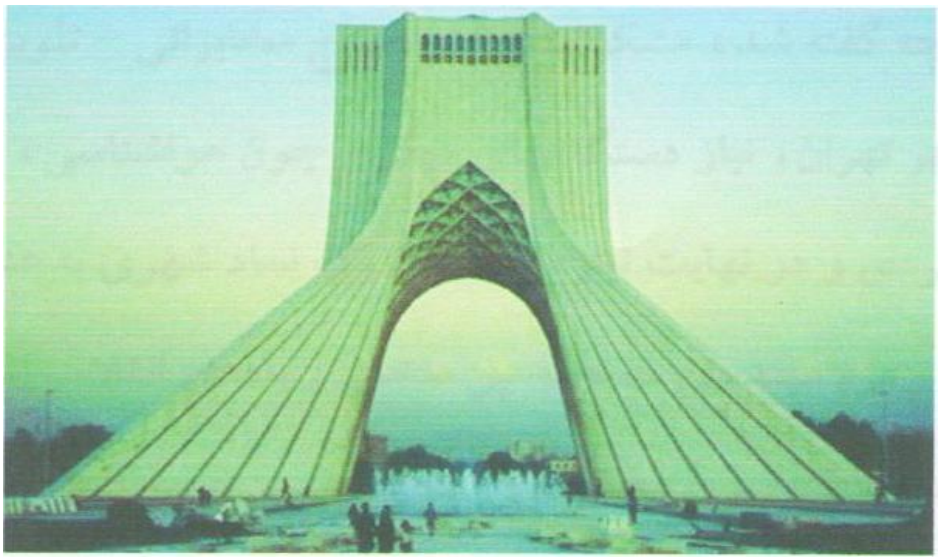


در جهت جلب جهانگرد و معرفی فرهنگ میهن اسلامی به دنیا ، کارشناسان ، در کنار تجهیزو رسیدگی به مراکز تاریخی و سیاحتی ، ساخت و ساز امکانات و مراکز پر جاذبه جهت جلب دیدگان مردم دنیا به سوی کشور را لازم و ضروری دانسته اند .

از هزاران سال پیش بشر ، برای انتقال مفاهیم از عناصر بصری به عنوان نماد بهره گرفته است . بشر موجودیست نمادگرا و در زندگی وی نشانها و سمبل ها در قالب های متنوع به وفور دیده می شود . تمدنهای مختلف بشری اقتدار و توانمندیها ، آرمانها و آرزوها ، وقایع و رویدادها ، پیروزی ها و حماسه های بزرگ خود را در قالب نمادها و یادمانهاری گوناگون به نمایش گذاشته اند .

بزرگترین و مهمترین شهرهای دنیا به وسیله نمادهای ویژه خود معرفی می شوند . شکل ، اندازه و خصوصیات نماد ، معرف مفاهیم مختلفی است که به صورت بصری به جهانیان عرضه می گردد .

در سال 1350 مهمترین عنصر نمادین بافت شهری تهران ، یعنی برج میدان آزادی ساخته و افتتاح گردید . این برج علیرغم زیبایی ویژه ، به



دلیل محدویت ها و شرایط زمانی خاص خود اولا فاقد عناصر ارزشی فرهنگ اسلامی و خصوصیات معماری سنتی و اصیل به میزان لازم بوده و ثانیا از ارتفاع نسبتا کمی یعنی در حدود 45 متر برخودار است . لذا با توجه به ظهور عصر انقلاب و حماسه آفرینی امت مسلمان ایران به عنوان بزرگترین و عظیم ترین رخداد تاریخ معاصر لازم بود سازه دیگری به عنوان یادمان انقلاب و نشان تمدن اسلامی و به زبانی دیگر نماد ورود کشور به قرن آینده در کلان شهر ساخته شود به طوری که از یکسو ویژگی های معماری اصیل ایرانی – اسلامی در آن به روشنی به کار رود و از سوی دیگر عظمت و اقتدار تمدن اسلامی را به نمایش بگذارد . علاوه بر موارد یاد شده ، کاربردی بودن این سازه خود مفهوم نمادین دیگری را در بردارد و آن ، ارزش بهره وری ، اهمیت ارتباطات و فرهنگ ارزشی خود باوری است .

بر اساس آنچه گفته شد ، مشکلات پخش امواج مخابراتی – تلویزیونی در کلان شهر تهران ، نیاز دستگاههای دیگری چون هواشناسی ، جنبه های جهانگیری و در نهایت نیاز به احداث یک نماد شهری به عنوان نشان اقتدار و عزم مهندسی متخصصین داخلی و یادمان انقلاب اسلامی منجر به پیشنهاد طرح برج مخابراتی - تلویزیونی تهران از سوی متخصصان به صورت یک حرکت خود جوش به دستگاه های اجرایی گردید .

در زمینه مکانیابی ، در راستای برنامه ریزی فیزیکی مجموعه ، تمامی تلاشها معطوف به یافتن مکان و یا مکانهای مناسبی بود که بتواند پذیرای کل مجموعه مورد بحث باشد و هدف اصلی پروژه،که همانا ایجاد خدمات شهری جهت بهبود محیط زیست و ارتقای فرهنگ جامعه است،برآورده نماید. عملکرد های مورد نظر و نیاز های مربوط ، تعنوان خصوصیات ایده آل مطرح می باشند.

- قابلیت انطباق بر یکی از هسته های شهری.
- دسترسی همگانی با سطح سرویس دهی مطلوب.
- قرار گیری در مرتفع ترین نقاط شهر.
- اشراف بر زیبا ترین مناظرو نقاط شهر.
- فضای لازم جهت عملکرد های پیشنهادی و توسعه آتی.
- مجهز به تاسیسات زیر بنایی.
- فاصله با فرودگاه وراه آهن .
- ایجاد پوشش تلویزیونی .

- قابلیت ارتباط و دید مستقیم با ایستگاههای مخابراتی .

- استقرار در میان کاربریهای هماهنگ و غیر مزاحم .

- بدون آلودگی محیطی (صوتی ، بوی بد و هوای آلوده ...) .

- استقرار در امتداد محورهای عهده شهر .

- استقرار در نقطه مناسب به لحاظ امکانات فنی زمین شناسی .

- پتانسیل برقراری ارتباط بصری با دیگر نشانه ها و فضاهای شهری .

- قابلیت برخورداری از فضاهای سبز و یا دیگر عناصر طراحی محیطی.

- قابلیت تملک .

مطالعات شهر سازی و معماری

الف) ساختمان برج

ساختمان برج بر سه بخش عهده تقسیم می گردد :

1 – ساختمان پای برج

2 – بدنه برج

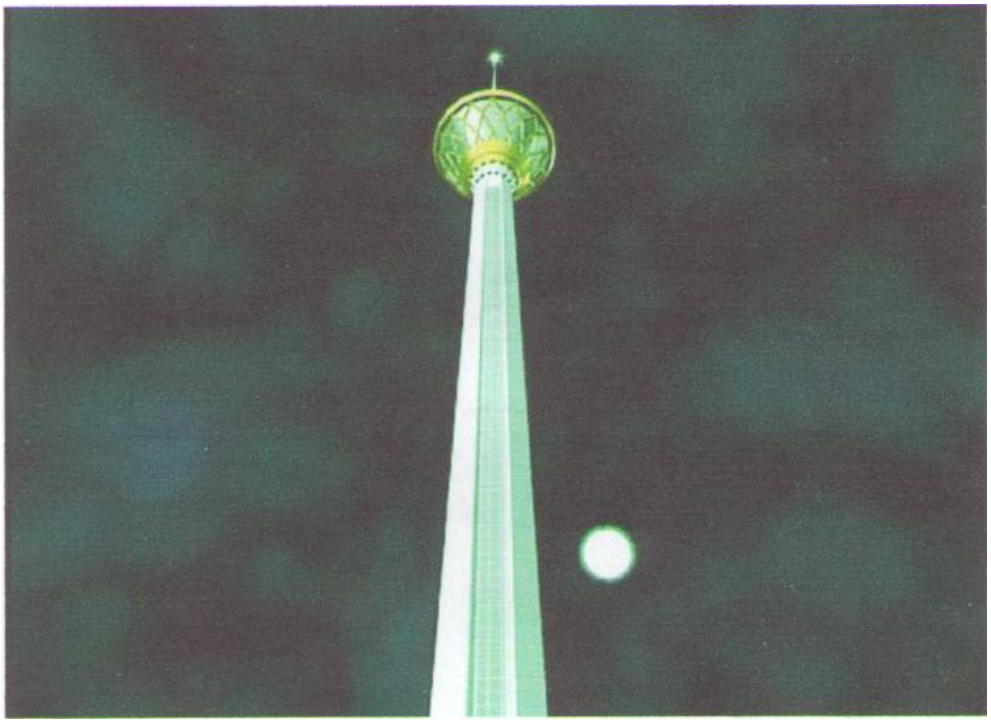
3 – ساختمان راس برج

ساختمان پای برج عمدتا اختصاص به فضاهای ورودی و ایجاد جاذبه های لازم در سطح ورودی به برج دارد . این بنا شش طبقه خواهد بود که در اطراف بدنه برج شکل می گیرد و عمدتا

مصارف تجاری خواهد داشت ، طبقه همکف که در حد جنوبی به صفحه گسترده ای مشرف به پارک کوی نصر می گردد بیشتر به مراکز تجاری و رستوران ها اختصاص خواهد داشت .

بدنه و یا شفت برج محل استقرار آسانسورها – پله فرار و داکتهای تاسیساتی است و در واقع به عنوان بخش سازه ای اصلی برج عمل می نماید .

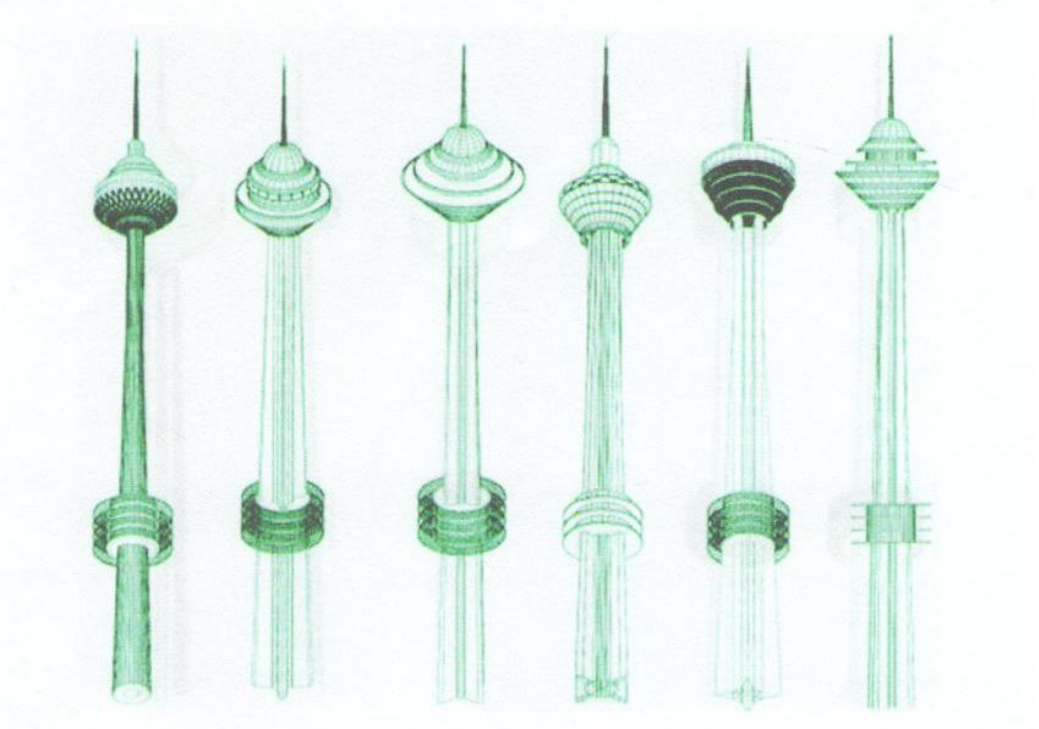
در بدنه برج 6 آسانسور قرار خواهد گرفت که از پشت نمای شیشه ای عبور خواهد نمود . آسانسورهای اختصاصی این بنا با سرعت 7 متر بر ثانیه قادر خواهد بود تا با صرف مدتی کمتر از یک دقیقه بازدید کنندگان را تا رستوران برج بالا ببرند و در طول سفر به ساختمان راس برج امکان دید به اطراف شهر وجود دارد .



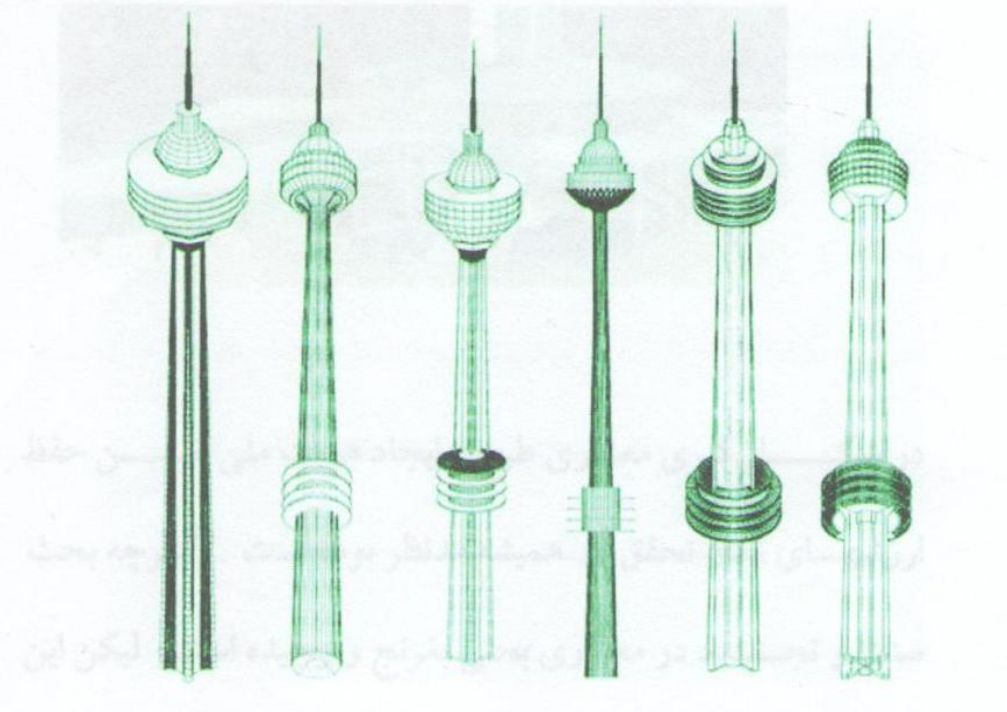
پله فرار برج در تمامی ارتفاع برج ادامه دارد . تعداد پله ها از همکف تا بالاترین نقطه برج 1638 عدد خواهد بود .

ساختمان راس برج در خود فضاهای فنی و جذب توریست را جای داده است که شامل فضاهای مختص فرستنده ها ، سالنهای دید به شهر ، رستوران گردان و دکل آنتن فلزی و فضاهای لازم پشتیبانی می باشد .

طراحی برج و مجموعه پایه با توجه به بدیع بودن آن معضلات و مشکلات خاص خود را طی نموده است . به منظور دستیابی به بهترین راه حل آلترناتیوهای گوناگونی از ساختمان برج تهیه گردید . چهار طرح طی یک آلبوم به عنوان چهار گزینه اصلی ارائه گردید و در نهایت دو گزینه به عنوان گزینه های برگزیده انتخاب شدند . گزینه اول دارای شفت دایره (آلترناتیویک) و گزینه دوم دارای شفت چهار پر (آلترناتیوچهار) بود . برای این گزینه ها طرح معماری برج در مرحله اول تهیه و ارایه گردید . مطالعه سازه ای نیز به منظور بررسی امکان تحقق هریک و بدست آوردن ابعاد سازه ای انجام پذیرفت .

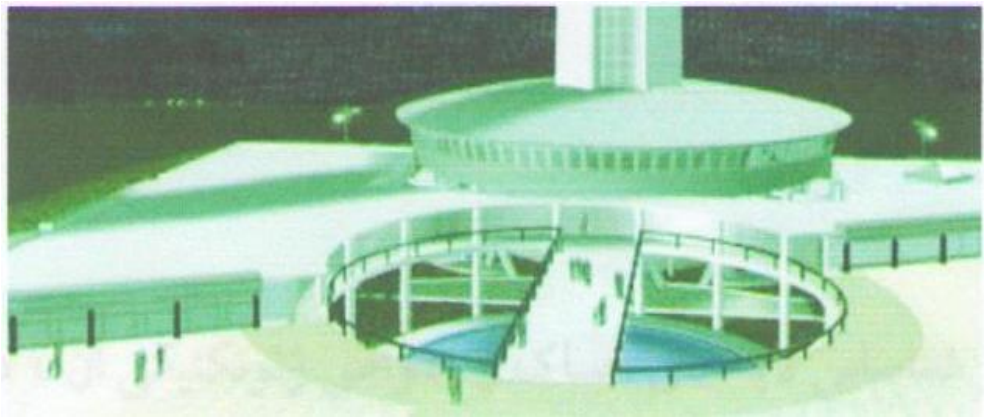


پس از بررسی های دقیقتر ، گزینه چهار (با شیفت چهار پر) با اعمال اندکی تغییر مورد تصویب قرار گرفت (گزینه 1 – 4) و مبنای طراحی نهائی گردید . لازم به توضیح می داند که در مسیر تهیه طرح شفت و راس برج ، جزئیات کار در این مرحله از دید سازه ای و اجرایی مرتبا با همکاران خارجی مطرح و کنترل شده و در صورت نیاز به هر گونه تغییری مراتب در طرح اعمال می گردید .



ب) ساختمان جنبی پای برج

مجموعه جنبی پای برج به منظور بهره برداری بهینه از پتانسیل ایجاد شده از جانب برج و در راستای تحقق اهداف اقتصادی طرح تنظیم گشته است . این مجموعه شامل فضاهای تجاری و فرهنگی از جمله موزه – سینما – آمفی تئاتر و گالری می باشد . گزارشات اقتصادی در این مرحله ، تراز مالی و اقتصادی پروژه را در صورت تحقق تمامی ابعاد آن ، کاملا مثبت نشان داده است و از این رو به نظر می رسد که این مجموعه به لحاظ مالی خود را بر هزینه های شهر تحمیل نخواهد نمود .

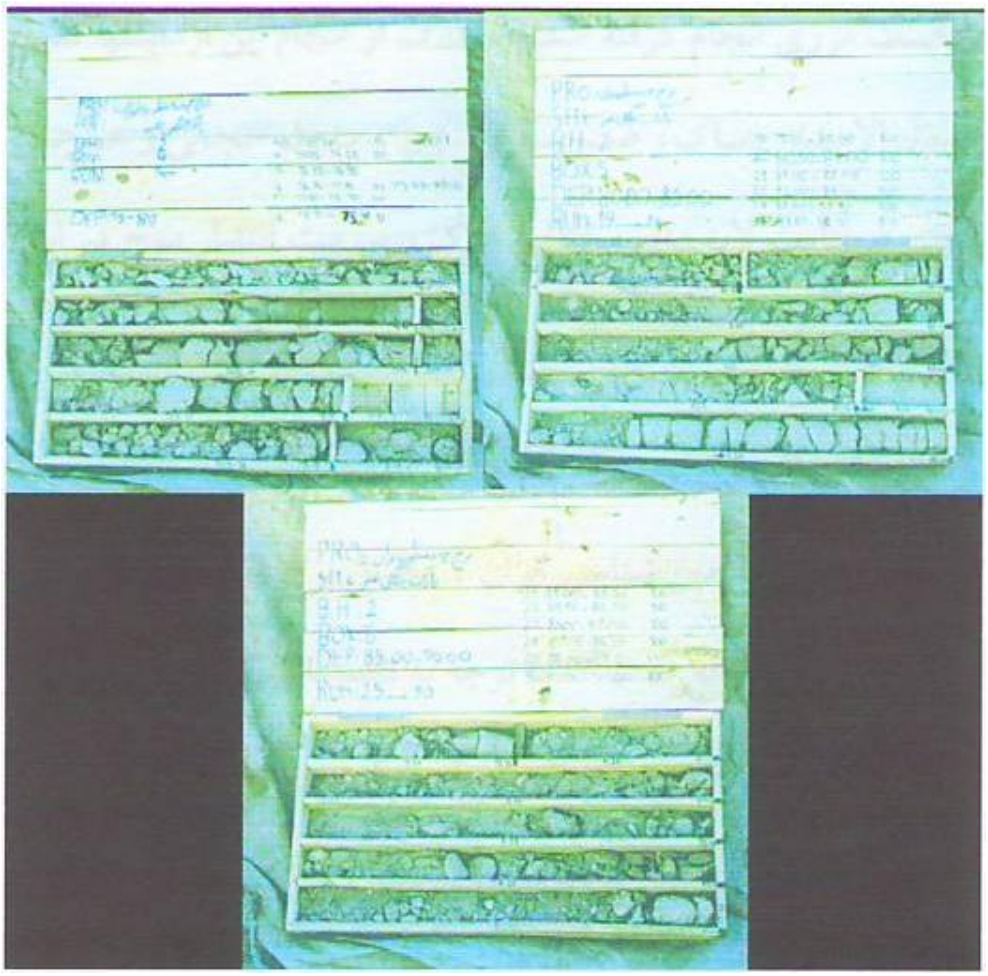


در شکل گیری معماری طرح ، ایجاد هویت ملی ضمن حفظ ارزشهای زمان تحقق آن همیشه مد نظر بوده است . گرچه بحث سنت و تجدید در معماری بحثی بغرنج و پیچیده است ، لیکن این معنی در ذهن مشاورین طراح به منزله پایه احراز شخصیت در بنا مطرح بوده است .

در این طرح استفاده از عناصری چون حیاط ، چال ، صفه و سبد سازه ای راس برج مورد توجه خاصی بوده است . بهره برداری از تضاد بین ارتفاع بلند برج در مقابل گستردگی ساختمان پایه نیز اهمیت ویژه ای داشته است .

ژئوتکنیک

به منظور شناسایی لایه های خاک و خواص ژئوتکنیکی آن ، در محل احداث برج 5 گمانه ماشینی با عمق 100 متر و 8 کمانه ماشینی با عمق 30 تا 60 متر و 2 گمانه دستی با عمق 8 تا 12 متر حفر شده و آزمایشهای مختلف آزمایشگاهی و محلی روی آنها انجام شد .



جنس خاک در محل عمدتا شن رس دار همراه با ماسه و یا

ماسه رس دار همراه با شن و لای می باشد و مقاومت طراحی آن برابر 13 کیلوگرم بر سانتی متر مربع است .

ژئوفیزیک

امروزه روش های ژئوفیزیکی در پروژه هایی نظیر سد و سازه های مهم ، نقش عمده ای در انجام اکتشافات زیر سطحی نظیر تعیین حفره ها و ناهنجاریها ، اکتشافهای منابع آب ، معادن و غیره دارد . در محل احداث برج ، آزمایشهای ژئوفیزیکی به روش لرزه ای شکست مرزی انجام گرفته است . هدف از انجام این آزمایشها تعیین مدول الاستیته خاک ، ضریب پواسون ، مدول حجمی و همچنین تعیین ضخامت لایه های مختلف خاک و سرعت انتشار موج در این لایه ها بوده است .

زمین شناسی

از نظر تقسیمات زمین شناسی ایران ، محل برج در محدوده واحد ساختمانی البرز واقع است که با توجه به تقسیمات کوچکتری که در این واحد به عمل آمده درقلمرو البرز مرکزی وگستره کوهپایه ای قرار می گیرد. منطقه کوهپایه ای البرز شامل رسوبات آبرفتی ضخیمی است که همراه با بالا آمدن کوه های البرز در اثر حرکت

کوهزایی ، از فرسایش شدید این کوه ها به وجود آمده است . این رسوبات جزو رسوبات سیلابی محسوب می شود و در مجموع دشت سیلابی تهران را به وجود آورده است .

با توجه به تقسیمات چینه شناسی متعددی که در این رسوب ها به عمل آمده ، محدوده طرح در قلمرو سازند هزار دره (سازند A) قرار دارد . جنس این سازند به طور کلی کنگلومرا همراه با دانه های درشت پراکنده در حد قلوه سنگ با خمیره ای از جنس سیلت و ماسه است که در محل طرح دارای خمیره ای از جنس کلیست می باشد و به طور موضعی دارای ریز لایه و عدسی هایی از جنس رس و ماسه سنگ است .

لرزه خیزی

به منظور بر آورد خطر زمین لرزه ، سابقه لرزه خیزی در گستره 200 کیلومتری ساختگاه برج مد نظر قرار گرفته است . مهم ترین گسل های این گستره عبارتند از :

- گسل مشا با طول 400 کیلومتر
- گسل شمال تهران با طول 90 کیلومتر
- گسل امازاده داود با طول 20 کیلومتر
- گسل شمالی ری

- گسل جنوبی ری

- گسل کهریزک

مهمترین گسلی که در صورت حرکت دوباره خود می تواند بیشترین مقدار شتاب زمین را در ساختگاه برج به وجود آورد ، گسل شمال تهران می باشد . این گسل در صورت حرکت با توجه به فاصله 7 کیلومتری از سازه ، و با استفاده از روابط کاهیدگی (Attenuation Relationships) ، توان لرزه ای 7/1 MS را خواهد داشت . با توجه به اطلاعات زمین لرزه ای گستره مورد نظر و انجام محاسبات آماری ، سه سطح با ریسک های مختلف در طراحی برج مورد استفاده قرار گرفته است .

باد

یکی از معیارهای طراحی سازه اصلی برج ، داشتن مقاومت کافی در برابر باد و راحتی ساکنین آن می باشد که در طراحی اجزای ساختمان راس برج مانند شیشه ها و همچنین دکل آنتن بسیار قابل توجه است . بدین منظور مطالعات گسترده ای در این زمینه انجام شده است که می توان آنها را به شرح زیر تقسیم بندی نمود :

- جمع آوری اطلاعات بادهای موجود

- انجام اندازه گیری های محلی

- ساخت تونل باد در مرکز تحقیقات آیرودینامیک دانشگاه علم و صنعت

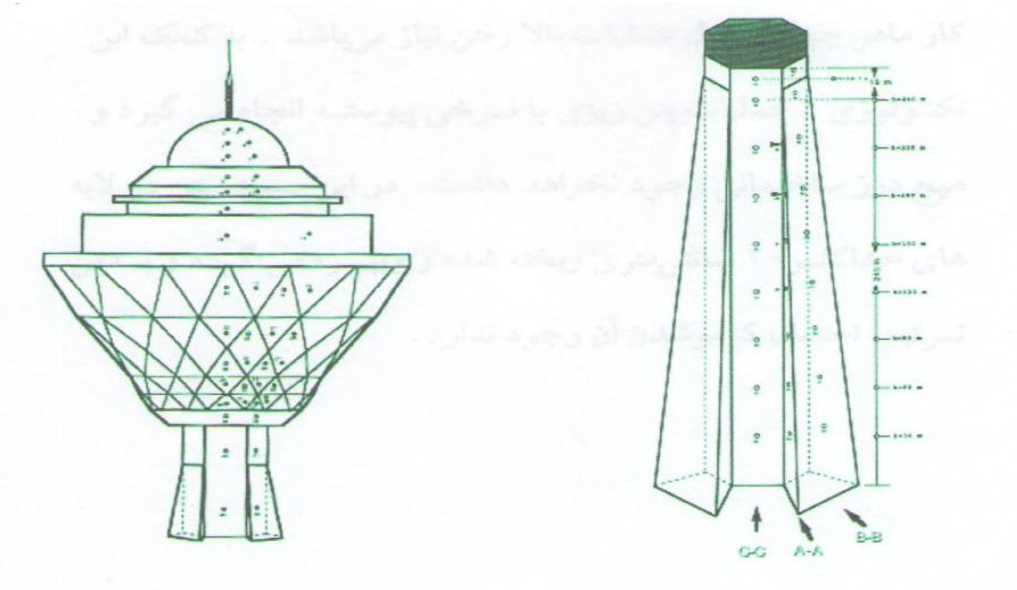
- ساخت مدل 150 : 1 و 300 : 1 از برج

- انجام آزمایش بر روی مدل برج در حالات مختلف و با توجه به اثر تپه و ساختمان های جنبی اطراف

- جمع بندی و تفسیر نتایج

در این آزمایش ها در نقاط مختلف مدل برج ، حس کننده های فشار جاگذاری شده و اختلاف فشار و سرعت جریان در قسمت های مختلف اندازه گیری گردید .

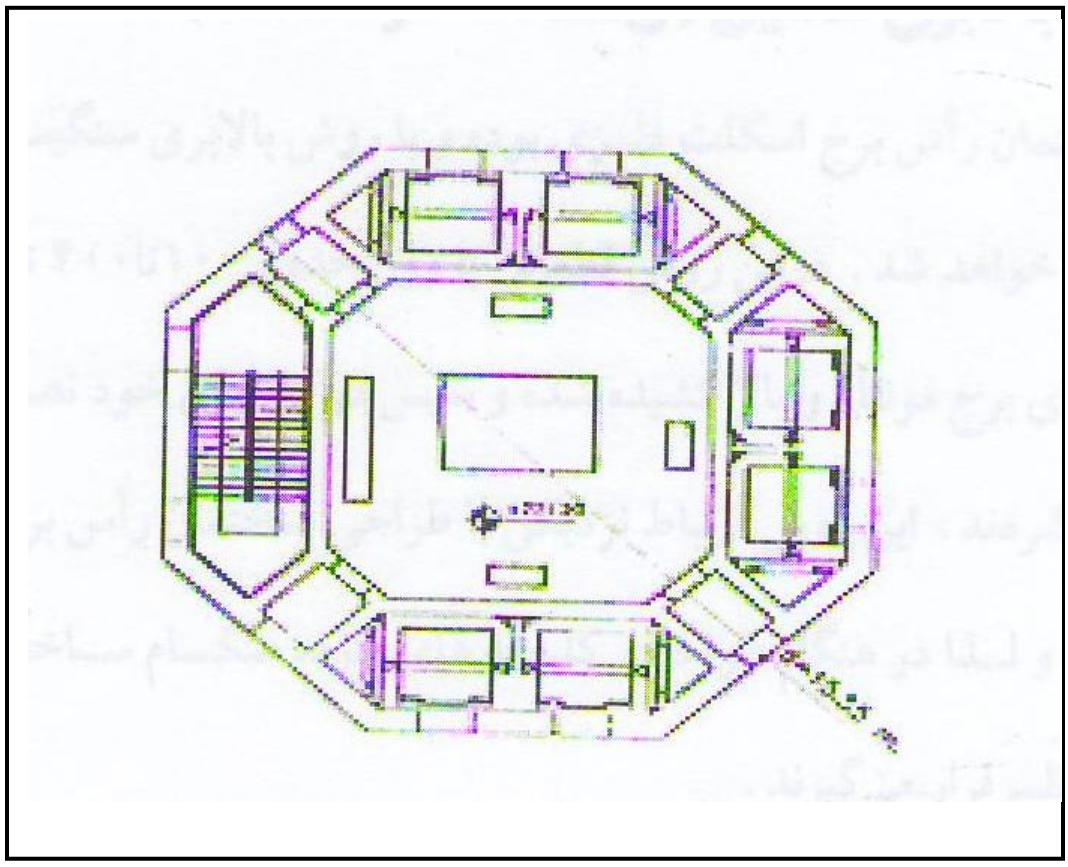
تصویر زیر محل حس کننده را در مدل نشان می دهد .

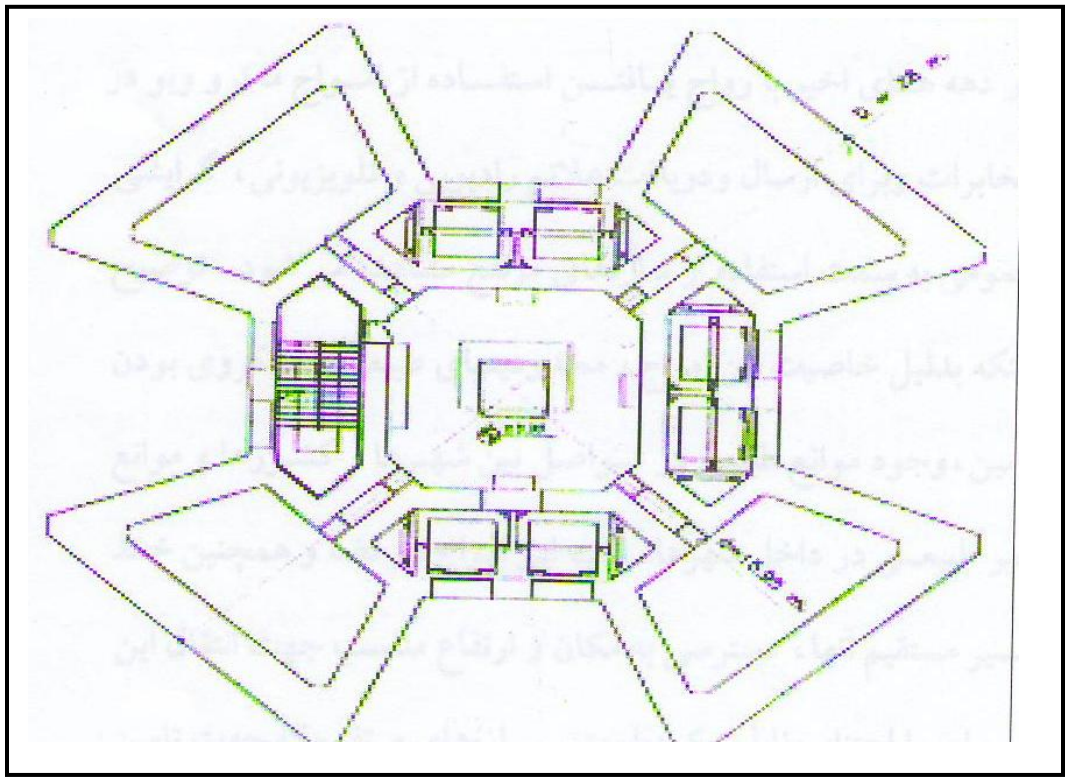


تکنولوژی ساخت

1)سیستم قالب لغزان (slip form)

یکی از روشهای بسیار کارآمد در اجرای سازه های بتنی مرتفع با مقطع و ضخامت دیواره متغیر همانند برجهای تلویزیونی ، برجهای خنک کننده ، دودکشها ، سیلوها ، برجهای آب و سکوهای دریایی ، سیستم قالب لغزان می باشد که سرعت پیشروی آن بسته به امکانات کارگاه بین 2 تا 3 متر در روز می باشد . مزیت عمده این سیستم کاهش زمان اجرای کار بوده و مزیت دیگر آن ، کاهش هزینه های اجرای پروژه می باشد . سیستم قالب یا اتکا به خود بالا می رود و فقط به 1 تا 2 نفر نیروی کار ماهر جهت کنترل عملیات بالا رفتن نیاز می باشد . به کمک این تکنولوژی ، عملیات بتن ریزی با نرخی پیوسته انجام می گیرد و هیچ درز ساختمانی وجود نخواهد داشت . در این سیستم بتن در لایه های حداکثر 20 سانتی متری ریخته شده و ویبره می گردد و بدین ترتیب احتمال کرمو شدن آن وجود ندارد .





2) بالابری سنگین (Heavy Lifting)

ساختمان راس برج اسکلت فلزی بوده و با روش بالابری سنگین اجرا خواهد شد . در این روش قطعاتی با وزن حدود 100 تا 400 تن در پای برج مونتاژ و بالا کشیده شده و سپس در سر جای خود نصب می گردند . این روش ارتباط نزدیکی با طراحی ساختمان راس برج دارد و لذا در هنگام طراحی ، کلیه بارهای وارده هنگام ساخت مد نظر قرار می گیرند .

عملکرد های مختلف برج

عملکرد مخابراتی – تلویزیونی

در دهه های اخیر با رواج یافتن استفاده از امواج ماکروویو در مخابرات و برای ارسال ودریافت علائم رادیویی و تلویزیونی،گرایشی عمومی به سمت استفاده از سازه های مرتفع مشاهده می شود. توضیح اینکه بدلیل خاصیت این امواج، محدودیتهای طبیعی آنها ، کروی بودن ذمین ، وجود موانع طبیعی در فواصل بین شهر ها و کشور ها و موانع غیر طبیعی در داخل شهر ها ، افت این امواج در فضا و همچنین خط مسیر مستقیم

آنها ، دسترسی به مکان و ارتفاع مناسب جهت انتقال این امواج را اجتناب ناپذیر کرده است . سازه های مرتفع که جهت تامین نیاز های مخابراتی به کار می روند ، به صورت سازه های فلزی از نوع مهاری یا خود ایستا و یا برجهای بتونی با طرح های مختلف می باشد .

آنچه که در اغلب کشور های جهان در مورد استفاده مخابراتی از دکلهای فلزی یا برجهای بتونی در عمل ملحوظ شده است ، ملاحظات و نیاز های دراز مدت ، استفاده چند منظوره (بویژه در داخل شهر های بزرگ) جهت پایین آوردن هزینه های اقتصادی بوده است .

عملکرد هواشناسی

برای دستیابی به اطلاعات هواشناسی روش های مختلفی با به کارگیری سیستمهای علمی و تکنولوژیکی وجود دارد که به عنوان مثال می توان از ماهواره ها- بالنهای هواشناسی- دستگاههای رادیو سوند- سیستمهای سنجش از دور رادار های صوتی- وبند پروفایلر و غیره نام برد. ولی موثر ترین وکم هزینه ترین روش استفاده از برجهای بلند هواشناسی است بطوریکه در حال حاضر اکثر شهر های بزرگ دنیا برجهای مخصوصی را برای ابتکار در اختیار دارند . در این برجها ابزار های اندازه گیری هواشناسی در ارتفاعات مختلف برج بطور ثابت

نصب شده و اطلاعات حاصله از آنها بکمک کامپیوتر ها مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرند .

ارتفاع این برجها گاهی اوقات تا چند متر می باشد . از آنجاییکه این اطلاعات بطور مستمر و در تمام ساعات شبانه روز بطور پیوسته در دسترس می باشد ، لذا برجهای هواشناسی در زمینه مطالعات لایه مرزی نسبت به سایر سیستمها ارجحیت دارد . این اطلاعات در تحقیقات مربوط به اقلیم شناسی- هواشناسی- آلودگی هوا- اندازه گیری وبند شیر- پتانسیل آلودگی هوا- اقلیم معماری- اقلیم کشاورزی و غیره ، کاربرد های وسیعی خواهد داشت و چون بعلت عدم دسترسی به پارامتر های جوی در لایه مرزی بسیاری از پدیده ها بر اساس محاسبات ریاضی به دست می آید با استفاده از اندازه گیریهاییکه توسط برج صورت می گیرد ، می توان دقت محاسبات را تا حد قابل قبولی افزایش داد .
بطورمثال در تحقیقات کشاورزی پتانسیل تبخیرو تعرق نیاز به دانستن فشار جزیی بخار آب با ارتفاع می باشد .
مسئله آلودگی هوا در شهر های بزرگ از مشکلاتی می باشد که شهر تهران نیز از آن فارغ نمی باشد . تهران به علت موقعیت خاص جغرافیایی و کمبود بارندگی سالانه و

خشک بودن هوای آن در اکثر فصول سال دارای تشعشع شبانه نسبتا زیادی بوده و لذا در اکثر ایام از

سال با وارونگی دما همراه است . البته شدت اینورژن در ایام مختلف سال متفاوت بوده و قله وارونگی بطور کلی تابع زمانی می باشد بطوریکه در فصل گرم سال ارتفاع این قله بالا و در فصل سرد و زمستان ارتفاع آن بسیار پایین و گاهی اوقات به حدود چند ده متر می رسد . بعلت عدم وجود رودخانه دائمی در این شهر و همچنین وجود کوههای مرتفع در اطراف آن و در نتیجه سکون نسبی هوا از یکسو و عدم رعایت اقلیم معماری –از دیاد جمعیت و وجود بیش از اندازه وسایل نقلیه از سوی دیگر موجب گردیده مسئله آلودگی بصورت حادی در آن ظهور نماید و از این رو لازمست با اجرای شیوه های خاص و تمهیدات لازم بر این مشکل فایق آمد . از عمده اقدامات اولیه ای که بایستی در این زمینه صورت گیرد ، مطالعات دقیق و جامع علمی در خرد اقلیم تهران و بررسی مسایل جوی در لایه مرزی می باشد .
ساختمان برج تهران خدمات قابل توجهی در این زمینه ارایه خواهد نمود . پارامترهای جوی مورد نظر برای بررسی مسائل

آلودگی هوا و تحقیقات فیزیک اتمسفر که توسط برج اندازه گیری خواهد شد ، عبارتند از :

1 – سمت و سرعت باد

2 – دمای جو

3 – نم نسبی

4 – فشار جو

5 – تابش کل خورشید

ملاحظات عمومی و اقتصادی برج

دکلهای فلزی در مناطق کم ظرفیت از نظر اقتصادی و زمان اجرا مقرون به صرفه می باشند . اما در نقاطی که در مخابرات اصطلاحا" مالتی جانکن یا چند راه مخابراتی نامیده می شود و از آن نقاط تقسیم ترافیک به چندین برابر مسیر مجزا امکان پذیر است ونسبت توسعه آنها به نقاط دیگر چندین برابر است و همچنین در داخل شهرهای بزرگ ، استفاده از برجهای بتونی به دلایل مشروحه ذیل مقرون به صرفه است می باشد :

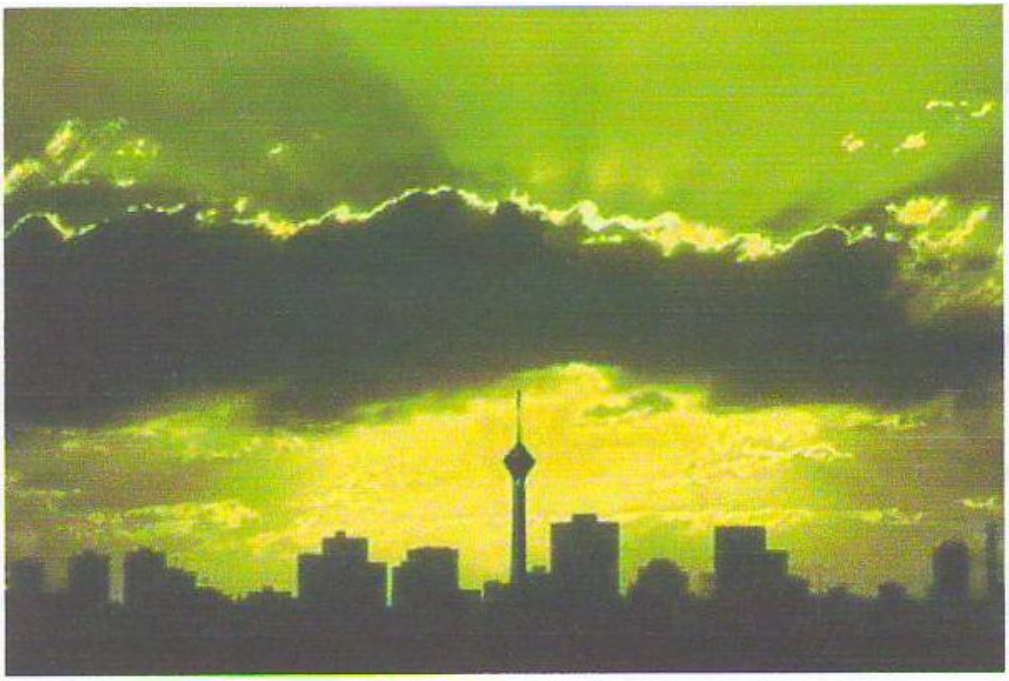
- نصب آنتن ها در ارتفاع بعلت وجود سکوهایی که پرسنل می توانند براحتی در آن رفت و آمد نمایند ، به سرعت و سادگی انجام می شود .
- در مقایسه با دکلهای فلزی ، برجها در ارتفاع معادل دارای فضای بیشتری هستند و ظرفیت آنتنی بیشتری فراهم می کنند .

- دسترسی به آنتنها برای مسائل نگهداری در کمترین زمان برای پرسنل فنی مقدور است .
- به علت نزدیکی فرستنده و گیرنده ها به آنتن ها افت کابلها و موجبرهای فرکانس بالا به حداقل می رسد و نیاز به قدرت فرستندگی و حساسیت گیرندگی کمتری می باشد ، همچنین صرفه جویی در موجبرها ، در قدرت ارسال و دریافت صورت گرفته و در نتیجه در هزینه سیستمها صرفه جویی قابل ملاحظه ای می شود .

- مجتمع بودن تجهیزات مخابراتی از قبیل رادیو ، تلویزیون ، تلفن ، موبایل ، پیجینگ و فرستنده و گیرنده های مایکروویو ضمن اینکه هزینه های اقتصادی را کاهش می دهد هماهنگی بین آنها را ساده تر می کند .
- با ملاحظات قبلی و از پیش طراحی شده ،لفزون سکوها یعنی توسعه پذیری برجها قابل حصول است و همچنین جابجایی تجهیزات

آنتن ها و موجبرهای مربوط و یا جایگزینی آنها به سهولت امکان پذیر است .

– استفاده های جانبی دیگر نظیر طرح معماری خاص به عنوان سمبل شهر و استفاده های مردمی و توریستی به علت دسترسی به بخشی از ارتفاع امکان پذیر می باشد .



- ارایه خدماتی در اتواع مختلف در روی زمین و در مجاورت برج به علت دسترسی به انواع سیگنالهای ارسالی و دریافتی به داخل یا خارج عملی می باشد .
- استحکام برجهای بتنی بیشتر و استهلاک آنها نسبت به دکلهای فلزی کمتر می باشد .

سرویسهای قابل ارایه از برج

مجموعه سرویسهای قابل ارایه به دو بخش استقرار آنتن ها در ارتفاع و سرویسهای قابل ارایه در مجاورت آن تقسیم می گردد . مجموعه آنتهایی که در ارتفاعات مختلف برج پیش بینی خواهد شد موارد زیر خواهد بو د :

- فرستنده تلویزیونی در باندهای مختلف
- فرستنده رادیویی FM
- تلفن متحرک
- پیام رسان
- گیرنده فرستنده ماکروویوهای شهری
- گیرنده فرستنده ماهواره ای
- گیرنده فرستنده ارتباطات مراکز خاص
- ارتباط ساختمانهای بلند (فرکانس بالا)
- سرویسهای تلفن – فاکس – تلکس – تله تکس
- سرویسهای کنفرانسی تصویری (داخلی و بین المللی)

- سرویسهای بانکی
- سرویسهای رزرواسیون پروازی با ترمینال
- سرویسهای داده پردازی برای اتصال به شبکه های بین المللی و داخلی
- سرویسهای تصویر خانگی (دریافت ماهواره ای و توزیع داخلی)
- سرویسهای خبرنگاری پخش زنده

- سرویسهای اطلاع رسانی

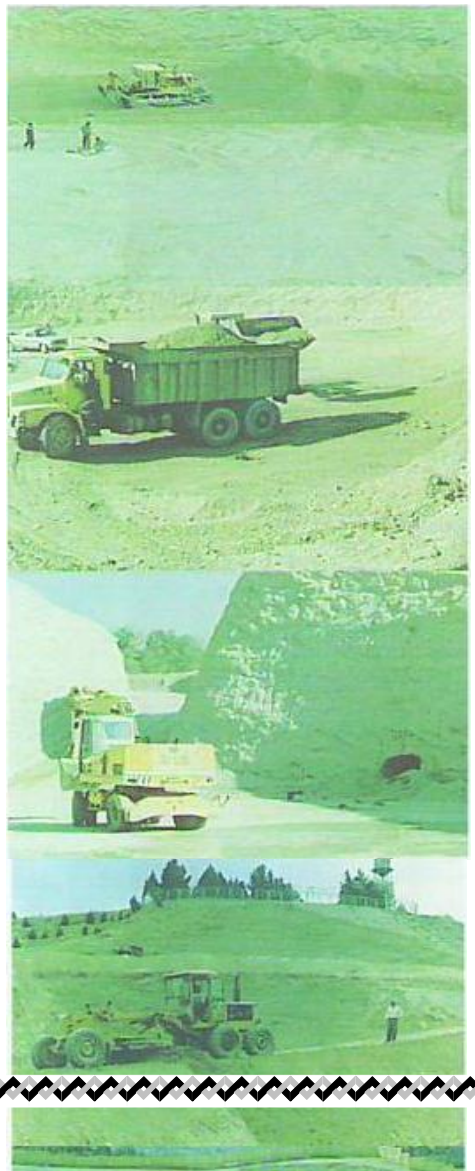
ایمنی سازه

طراحی سازه در برابر زلزله

با توجه به ویژگی و اهمیت خاص سازه برج تهران ، مطالعات لرزه خیزی و آنالیز ریسک جداگانه ای برای ساختگاه این سازه صورت گرفته است و این سازه برای سطوح مختلف زلزله (MCL ، MDL ، DBL) طراحی شده است . نتایج نشان می دهد که در کلیه سطوح ، سازه با ضرایب اطمینان قابل توجهی پاسخگوی بار وارده می باشد .

طراحی سازه در برابر باد

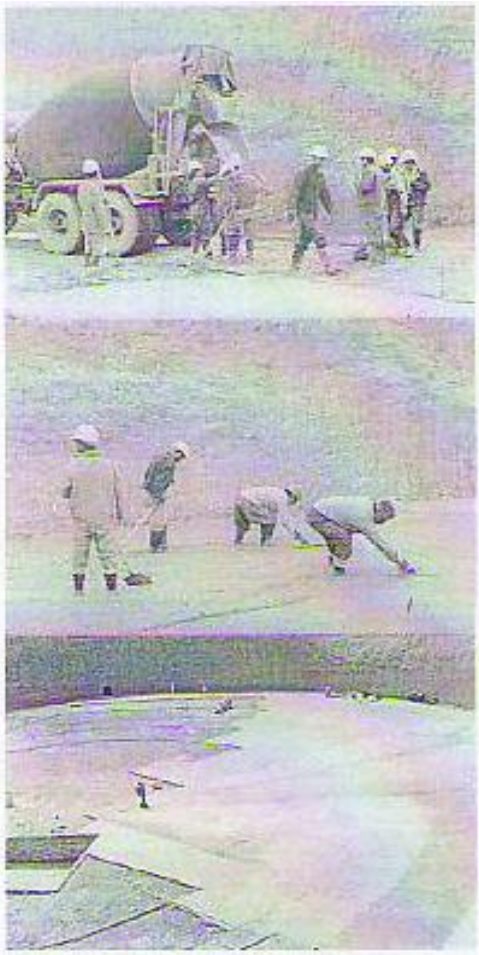
در منطقه احداث برج میلاد ، حداکثر سرعت باد ، با دوره بازگشت 100 سال و با احتساب ضریب تند باد لحظه ای (Gust factor) برابر 200 کیلومتر بر ساعت و بدون احتساب ضریب تند باد برابر 100 کیلومتر بر ساعت برآورده شده است . با توجه به حاکم بودن بار زلزله در طراحی برج ، این سازه نیروهای حاصل از باد را با ضریب اطمینان بسیار بالایی تحمل می کند .



خاکبرداری

عملیات خاکبرداری برج از تابستان سال 1375 آغاز شد و تا اوایل زمستان به طول انجامید . در این عملیات یک حجم استوانه ای شکل به قطر حدود 75 متر و ارتفاع 14 متر برداشته شد . علاوه بر این برای دسترسی ماشین آلات و تجهیزات به کف فونداسیون یک رامپ نیز ایجاد شد . حجم خاکبرداری در این مرحله حدود

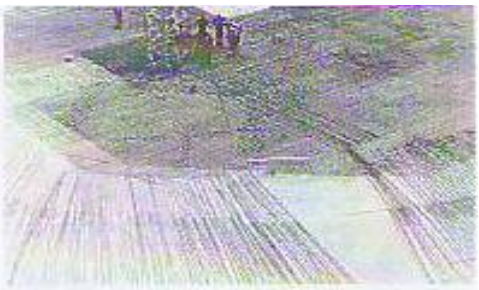
فونداسیون



پس از پایان عملیات گودبرداری فونداسیون و ایجاد راه های دسترسی ، بتن مگر فونداسیون در روز های پایانی سال 1375 ریخته شد .

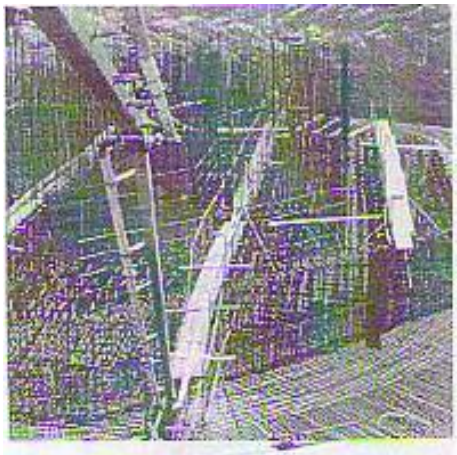
د اوایل سال 1376 ، شبکه سیستم ارت بر روی بتن مگر اجرا شده و بستن آرماتورها آغاز گردید .

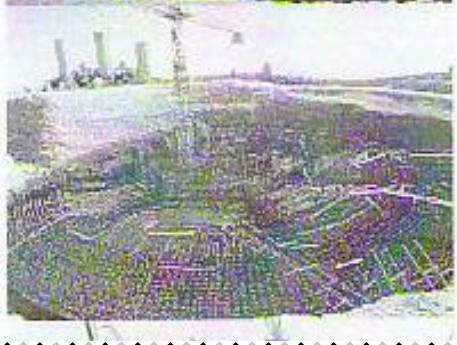
حجم بتن ریزی در پی گسترده برج که دارای قطر 66 متر و



اجرای آن در یک مرحله منتفی بوده و به همین دلیل عملیات آرماتور بندی و بتن ریزی آن در سه مرحله انجام شد .

1 - هسته مرکزی تا شعاع 17 m در این بخش پی گسترده دارای ارتفاع 3 متر بوده و در سه لایه که هریک دارای ضخامت یک متر و حجم تقریبی 1000 متر مکعب بودند





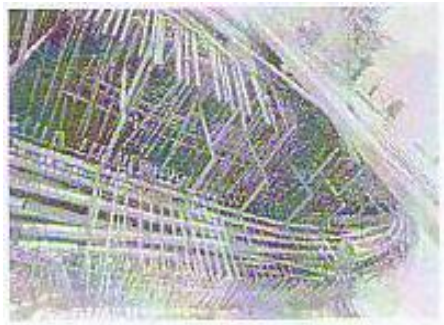
2 – بخش مبانی شعاع 28 m

– 17 این بخش از فونداسیون به

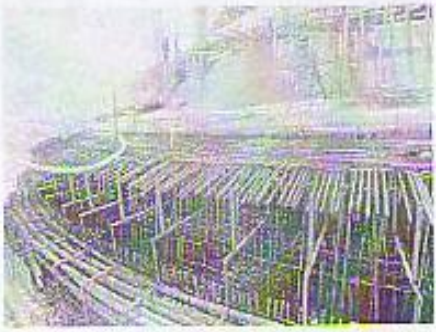
فونداسیون که شامل 6000 متر مکعب بتن بود همگی در آبان ماه 1376 و طی 8 مرحله ریخته شد .

در این قسمت ، به دلیل بزرگ بودن ابعاد بتن ریزی ها ، تمهیدات خاصی پیش بینی شده که برخی از آنها به شرح زیر است :

- پیش سرمایش مصالح .
- محافظت سطح بتن با استفاده از مواد شیمیایی



- نصب دماسنج در نقاط مختلف بتن و اندازه گیری مداوم افزایش دما در بتن .
- خنک کردن تدریجی سطح بتن .
- انجام آنالیزهای مختلف برای تعیین ابعاد قطعات و پیش بینی دماها و تنش های حراتی حاصله .



3 – کمربند انتهایی

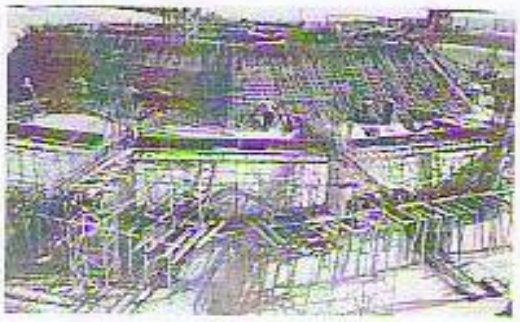
شعاع 28 – 33 m

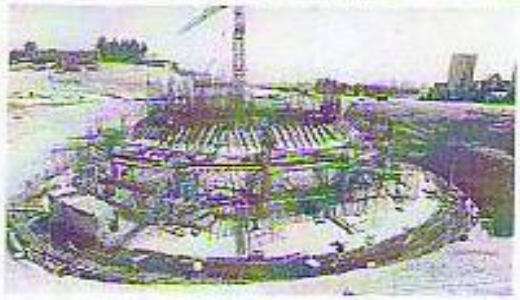
فشاری شعاعی در فونداسون ایجاد می نمایند .

پس از تامین مصالح پس کشیدگی و جا گذاری غلافها در فونداسون ، این بخش از فونداسیون در تیر ماه 1377 اجرا شد .

سیستم پس کشیدگی در فونداسیون شامل 184 دسته تاندون 27 رشته ای 0/6 اینچ با مقاومت نهایی 18600 کیلوگرم بر سانتی متر مربع و سطح مقطع 140 میلیمتر مربع (

از آن دوغاب در داخل غلاف ها تزریق گردید .

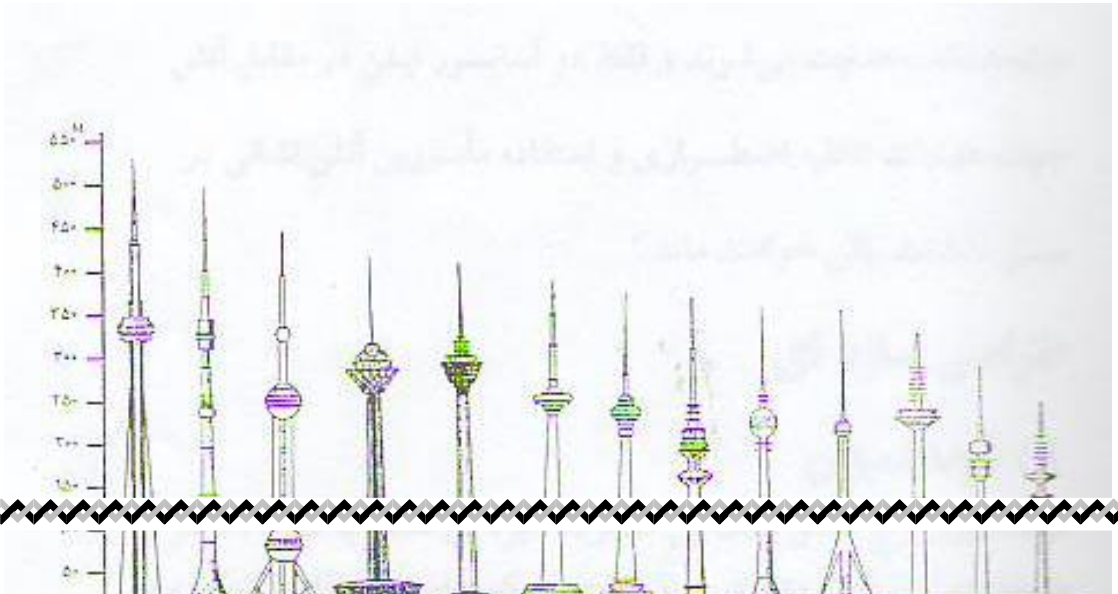




پس از تکمیل مراحل 1 و 2 پی گسترده (تا شعاع 28 متر) عملیات اجرایی سازه انتقالی آغاز شد . در این سازه ، هسته مرکزی تقریبا توپر بوده و دیوارهای مایل اطراف دارای ضخامت 1/7 متر می باشند .

قطر سازه انتقالی در محل اتصال به بی دایره ای بعنی در تراز 11 – برابر 49 متر بوده و در تراز صفر

گردید و به دلیل بزرگ بودن
ابعاد و پیچیده بودن شکل آن ،
در چند مرحله انجام شد . در
نهایت سازه انتقالی در اوایل
مرداد ماه 1377 تکمیل گردید



طراحی سازه در برابر آتش

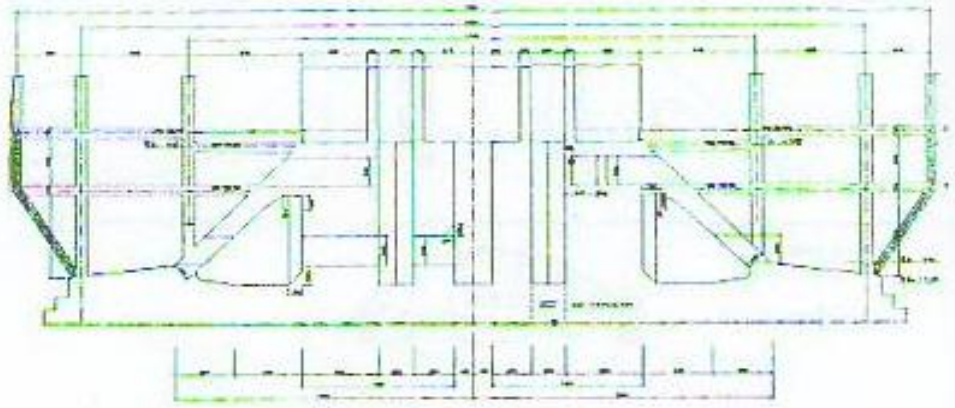
به منظور ایجاد شرایط مناسب ایمنی در مقابل آتش سوزی ، در پایین ترین طبقه ساختمان راس برج ، فضایی به عنوان منطقه امن از آتش پیش بینی شده است که در مواقع اضطراری جمعیت موجود در راس از طریق یک پله دوبل در آن طبقه گرد آمده و از طریق دو آسانسور مرتبط با این طبقه به پایین هدایت می گردند . پله فرار نیز تا طبقه همکف ادامه می یابد و در طول مسیر نیز به طبقات میانی داخل بدنه برج ارتباط و دسترسی دارد . کلیه آسانسورها در مواقع اضطراری به طبقه همکف هدایت می شوند و فقط دو آسانسور ایمن در مقابل آتش جهت عملیات تخلیه اضطراری و استفاده مامورین آتش نشانی در مسیر عملیات باقی خواهند ماند .

طراحی سازه ای

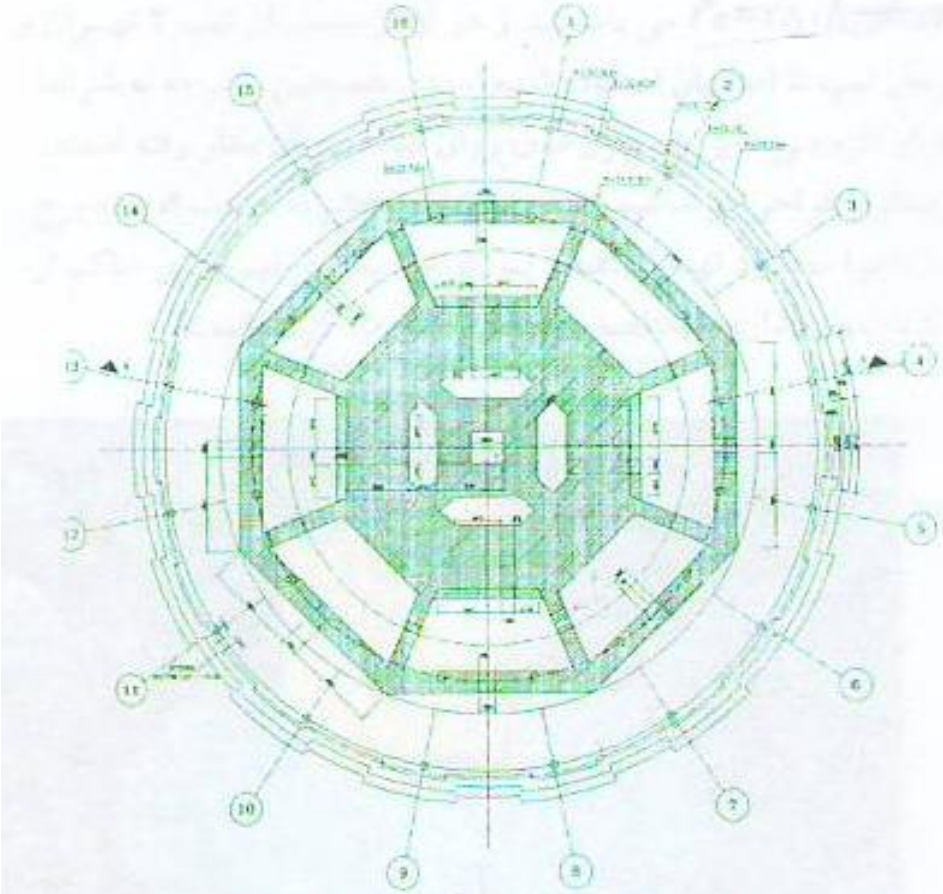
1) فونداسیون

فونداسیون برج شامل یک پی گسترده دایره ای شکل به قطر 66 متر و ضخامت 3 تا 4/5 متر در تراز 14- و یک سازه هرم نتقص شکل به ارتفاع 11 متر به نام سازه انتقالی می باشد که بر روی پی گسترده قرار گرفته است . قطر سازه انتقالی در تراز 00/0 برابر 28 متر و در محل اتصال به پی گسترده (تراز 11/00-) برابر 49 متر می باشد .

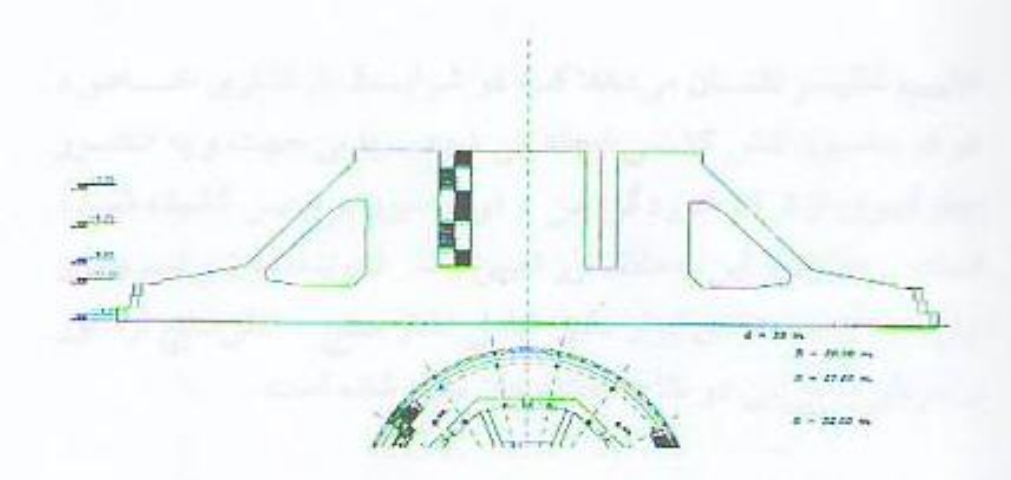
این سازه باعث یکنواخت شدن تنش ها در زیر فونداسیون می گردد .



TRANSITION SECTION



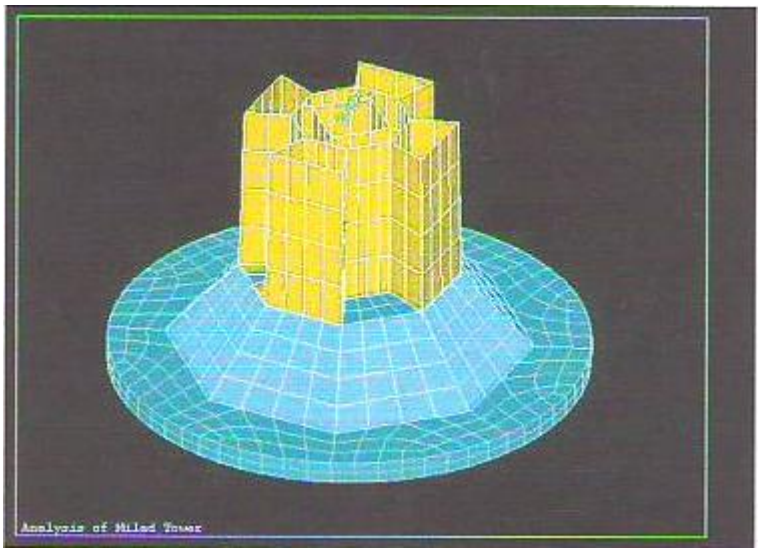
TRANSITION PLAN (AT EL.-11.00)



بتن مصرفی در فونداسیون ، B350 با مقاومت مشخصه cm

$f'c=۲۸۰ kg/cm^2$ د و در آن از سیمان تیپ 2 تهران و سیمان تیپ 5 اصفهان استفاده شده است . همچنین فوق روان کننده در آن بکار رفته است .

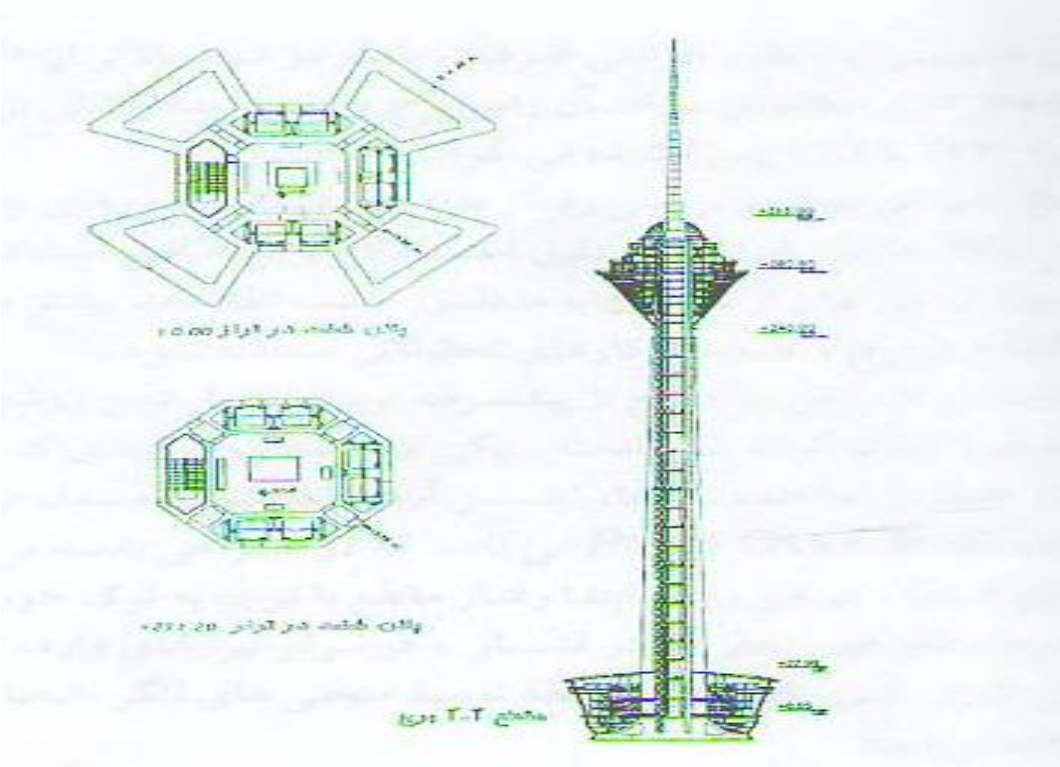
به منظور طراحی فونداسیون برج ، از این بخش به همراه بدنه برج مدل اجرا محدود تهیه شده و پس از استخراج نیروهای حاکم از ترکیبات بارگذاری مختلف ، طراحی گرفته است .



نتایج آنالیز نشان می دهد که در شرایط بارگذاری خاص ، در فونداسیون تنش کششی ایجاد می شود . بدین جهت و به منظور جلوگیری از ترک خوردگی بتن ، فونداسیون برج پس کشیده شده است . علاوه بر این به منظور تعیین رفتار فونداسیون و نیروهای وارده به آن ، تعدادی ابزار دقیق شامل فشار سنج ، تنش سنج آرماتور و کرنش سنج بتن در نقاط مختلف آن تهبیه شده است .

2) بدنه اصلی برج

بدنه اصلی برج از تراز 00 / 0 یعنی روی سازه انتقالی آغاز شده و تا تراز 315 متر ادامه می یابد شکل کلی بدنه عبارتست از یک 8 ضلعی مرکزی با تعدادی دیوار داخلی و 4 باله ذوزنقه شکل که به آن متصل می گردد . با افزایش ارتفاع ، 8 ضلعی مرکزی ثابت بوده و ابعاد باله ها کاهش می یابند بگونه ای که در تراز 240 باله ها حذف می شوند .



قطر بدنه برج در تراز 00 / 0 برابر 28 متر و در تراز 240 به بالا برابر 16/7 متر است . ضخامت دیوارها در بدنه متغیر بوده و با افزایش ارتفاع کاهش می یابد . حداکثر این ضخامت در تراز صفر برابر 1/60 متر و حداقل آن در ترازهای بالاتر 0/4 متر می باشد .

بتن مصرفی در بدنه اصلی برج B420 با مقاومت مشخصه $(f'c=۳۵۰kg/cm^2)$ ی باشد و در آن از سیمان تیپ 2 تهران به همراه افزودنی هایی مانند فوق روان کننده ، دیر گیر کننده و هوازا استفاده شده است . نسبت آب به سیمان در این بتن برابر 0/3 می باشد .

در بدنه برج آرماتورهای معمولی A3 به همراه آرماتورهای خاص A4 با تنش تسلیم $(fy=۵۵۰۰kg/cm^2)$ بکار رفته است که با استفاده از اتصال مکانیکی (Coupler) به یکدیگر متصل می شوند .

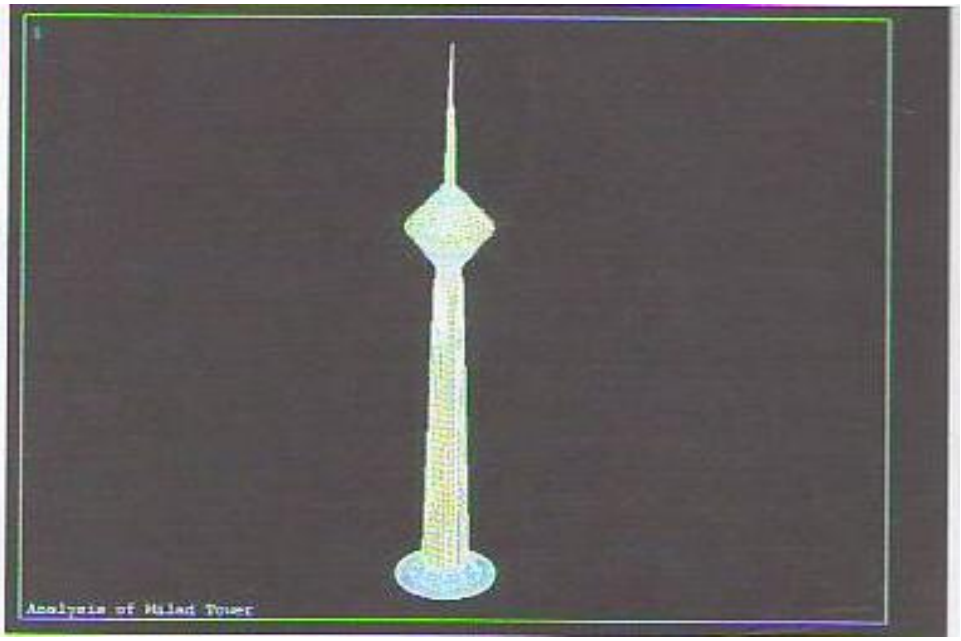
در ضمن به منظور افزایش ظرفیت مقطع در تراز بالاتر از 240 و کاهش تغییر مکانهای ساختمان راس برج و دکل ، بدنه اصلی برج از تراز 233 تا 345 پس کشیده می گردد .

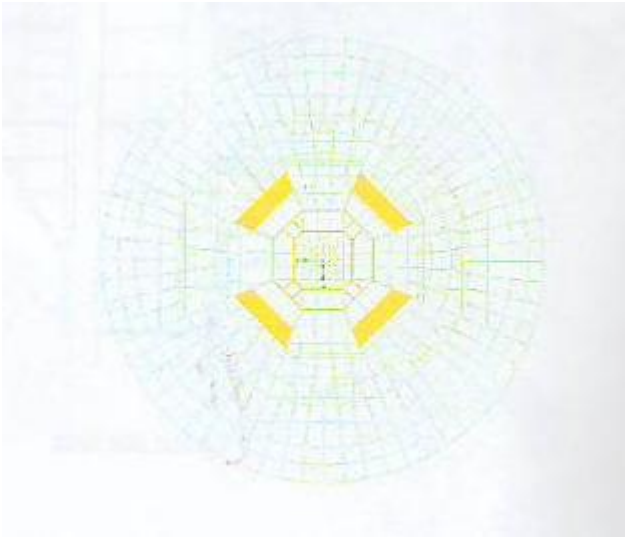
علاوه بر این به منظور بررسی رفتار بدنه برج در مقابل نیروهای وارده ، در نقاط مختلف آن از ابزار دقیق استاتیکی و دینامیکی استفاده شده است که می توان از نتایج آن به منظور کسب اطلاعات بیشتر جهت نگهداری برج و همچنین کارهای تحقیقاتی استفاده نمود .

به منظور طراحی بدنه برج از پیشرفته ترین و کامل ترین روش های موجود کمک گرفته شده است . یکی از روشهای جدیدی که رفتار غیر خطی ساختمان های بتن آرمه را بخوبی مدل می کند Push Over Method می باشد که در طراحی بدنه برج بکار رفته است . در این روش ابتدا رفتار مقطع با توجه به ترک خوردگی بتن و رفتار غیر خطی آن در فشار ، در برابر نیروهای وارده تعیین می شود . این رفتار در هر مقطع توسط منحنی های لنگر – انحنا نشان داده می شود .

سپس در یک پروسه تکراری (Iterative) ، مدل سازه تحت آنالیز طیفی قرار گرفته و پس از اصلاح مداوم مقادیر ممان اینرسی در مقاطع مختلف بدنه و آنالیز مجدد ، نیروهای وارد بر بدنه با توجه به میزان ترک خوردگی و کاهش ممان اینرسی بدست می آیند .

در نهایت به منظور کنترل نتایج روش فوق از مدل های اجزاء محدود و نرم افزارهای پیشرفته کمک گرفته شده و آنالیزهای مختلفی بر روی آن انجام شده است .



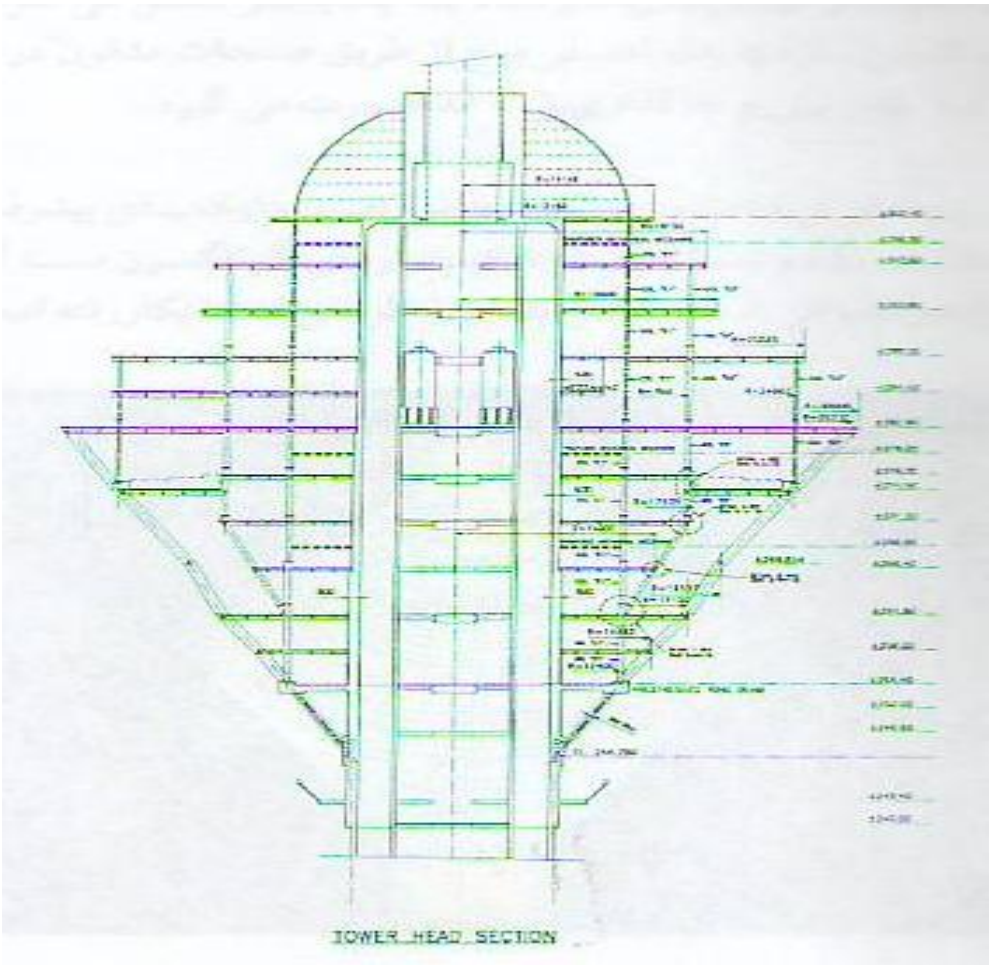


3) ساختمان راس برج

پس از پایان بدنه اصلی برج تا تراز 315 ، ساختمان 12 طبقه راس برج که از نوع اسکلت فلزی است پیرامون آن از تراز 247

تا 315 ساخته می شود . تصویر زیر ، نما و مقطع ساختمان

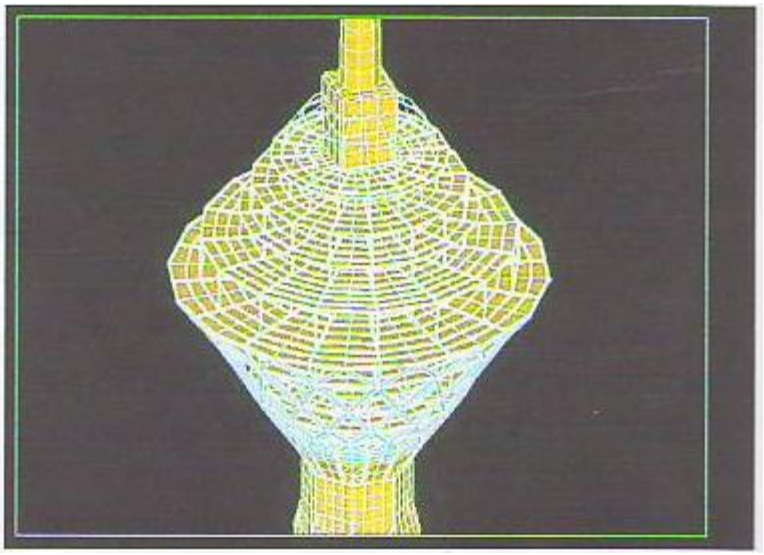
راس برج را نشان می دهد .



این ساختمان در تراز 247 با قطر 16/7 متر آغاز شده و در تراز 280/8 به بیشترین قطر خود یعنی 60 متر می رسد ، سپس دوباره قطر آن کم شده و در ارتفاع 302/4 به 25 کتر می رسد . زیر بنای این ساختمان حدود 12000 متر مربع می باشد .

این بخش از سازه پس از ساخت در کارخانه سازنده ، در

قطعات 100 تا 400 تنی در پای برج روی هم سوار می شوند و پس از بالا کشیدن و مهاربندی موقت ، به یکدیگر متصل می گردند .
اتصال این سازه به بدنه اصلی برج از طریق صفحات مدفون در بتن که قبلا پیش بینی و جاگذاری شده اند صورت می گیرد .
این بخش از سازه توسط نرم افزار های پیشرفته مدل شده و با اعمال ترکیب بارهای گوناگون به آن ، نیروهای بحرانی استخراج گردیده و در طراحی اعضا بکار رفته است .



4) دکل آنتن

با توجه به کاربرد های مخابراتی – تلویزیونی برج میلاد ، یک دکل 120 متری بر روی بدنه اصلی برج در تراز 315 نصب می شود و بدین ترتیب ارتفاع کل برج به 435 مترمی رسد . مقطع دکل در تراز

315 متر ، 16 ضلعی بوده و دارای قطر 6 متر می باشد که با افزایش ارتفاع ، قطر آن کاهش یافته و در تراز 382 به 3/5 متر می رسد .

پس از آن شکل دکل به مربع تبدیل شده و با بعد 1/9 متر تا تراز 408 ادامه می یابد . سپس با کاهش به 1/3 و در نهایت به 0/6 متر تا تراز 435 متر بالا می رود .

مشخصات دکل بگونه ای طراحی شده است که علاوه بر رفتار سازه ای مناسب در برابر نیروهای جانبی وارده ، نیازهای سازمان صدا و سیما را به منظور پوشش مناسب تلویزیونی شهر تهران بر آورده سازد .

از این بخش از سازه نیز با استفاده از نرم افزارهای رایانه ای مدل اجراء محدود تهیه شده و پس از استخراج نیروهای بحرانی از ترکیبات بارگذاری مختلف ، بر این اساس طراحی شده و سپس معیارهای تغییر مکانی و چرخشی مجاز در مورد آن کنترل شده است . علاوه بر این به

منظور محدود کردن ارتعاشات دکل در زمان باد ، میراگرهای (damping) خاصی بر روی آن طراحی شده است .

در دکل از فولادهای با مقاومت جاری شدن $fy = 3600\ kg/cm^2$ و $fy = 4800\ kg/cm^2$ و ضخامتهای $0/8\ cm$ تا $3\ cm$ استفاده خواهد شد .