www.SoftGozar.com

گفت و گویی صمیمانه با پدر زلزله ایران ● بتن با مقاومت اولیه ک بالا ● اصلاح رفتار مقاومتی خاک با استفاده از الیاف طبیعی ● طراحی و قرارگیری بهینه مسیر بزرگراهها با استفاده از GIS ● معرفی گرایش های ارشد رشته عمران ● تحلیل اجرای ساختمان و نکات پیرامون آن ● بررسی ابرسازه های برتر جهان

دالان

Dalan
The Specialist Journal
of the Green Structure Group of Birjnad University
Summer 2014 .No 04 Year I سال اول .شماره چهارم.تابستان ۱۳۹۳
فصلنامه تخصصی گروه علمی و مهندسی سبز سازه دانشگاه بیرجند

www.SoftGozar.com

سلام مخاطبان عزیز!

دالان مجله ای خاص و منبعی پر از علاقه‌مندی‌های شما می‌باشد که توسط گروه کوچکی راه‌اندازی شده و نگهداری می‌شود و در این مدت توانسته نظر طیف وسیعی از مخاطبان را به خود جلب کند، اما همانند هر مجله پرمخاطبی هزینه‌های جانبی زیادی از جمله هزینه انتشار مجله، طراحی گرافیکی مجله و هزینه نویسندگان و هزینه های مربوط به سایت سبز سازه را دربردارد. تاکنون نیز جهت حفظ استقلال، هیچ‌گاه تبلیغات متفرقه و یا پشتیبان مالی برای وبسایت در نظر گرفته نشده است و مخارج وبسایت با حمایت‌های شما دوستان و پس اندازهای شخصی دست‌اندرکاران تأمین شده است. اگر شما نیزمجله دالان را مطالعه می کنید با حمایت خود، این مجله و گروه علمی را پابرجا و بی‌نیاز نگاه دارید. باشد که ما نیز با خیالی آسوده از چگونگی تأمین شدن هزینه‌های ماهیانه، تلاش خود را در راستای گسترش خدمات افزایش بخشیم.

شما می توانید با مراجعه به قسمت "کمک به مجله دالان" در سایت "sabzsaze.com" هر میزان را که می توانید به این کار علمی و پژوهشی کمک کنید.

با تشکر از حمایت شما

شرایط ارسال مقالات

نشریه علمی-تخصصی دالان از مقالات ، آثار تحقیقی و ترجمه های مفیددانشجویان ، اساتید و نویسندگان استقبال می کند. لطفا جهت ارسال مقاله ها به نکات زیر توجه فرمایید:

مقاله ها در فرمت ورد و بصورت تایپ شده ارسال شود.

کلیه مقالات علمی ترجیحا منطبق با"مجموعه اصول و قواعد مناسب برای انتشارات علمی (سند یونسکو NS/۱۷۷)" باشد. این کار ما را در ویراستاری مقاله وآماده سازی آن جهت چاپ یاری می کند. کتاب هایی مانند دستور خط فارسی مصوب فرهنگستان زبان و ادب پارسی و اصول آماده سازی مقالات علمی برای چاپ از وزارت فرهنگ و آموزش عالی می توانند به عنوان مرجع مورد استفاده قرار بگیرند.

مقاله ها به شیوه " راهنمای ارسال مقالات" که در وب سایت این مجله به نشانی www.sabzsaze.com موجود است ، تهیه و ارسال شود.

کلیه عکس ها ، شکل ها و نمودارها به ورد جداگانه و خارج از فایل متنی ارسال شود.

در صورت ارسال ترجمه ، اصل مطلب به پیوست ارسال گردد.

از پذیرش مقالاتی که قبلا چاپ شده است معذوریم.

نشریه دالان در ویرایش و کوتاه کردن مطالب آزاد است.

رفع مسئولیت

مقالات مندرج الزاما بیانگر مواضع و دیده گاه های دالان نبوده و نویسندگان شخصا مسئول مندرجات خود می باشند.

دالان هیچگونه مسئولیتی نسبت به مفاد اگهی های منتشر شده ندارد و بدیهی است تاییدکننده ی محتوای آنها نیست.

همکاری با ما و عضویت در هیئت تحریریه

نشریه علمی-تخصصی دالان از کلیه علاقمندان به همکاری حرفه ای در تمامی بخش ها دعوت به عمل می آورد. لطفا رزومه و سوابق علمی ، پژوهشی و یا فنی خود را به نشانی پست الکترونیکی mag@sabzsaze.com ارسال نمایید.درصورتی که در حال حاضر یا قبلا با سایر نشریات داخلی و یا خارجی همکاری داشته اید، حتما سمت و مدت حضور ودر صورت جدایی ، دلیل آن را ذکر کنید.

www.SoftGozar.com

sabzsaze.com

دالان

نشریه علمی و تخصصی
گروه مهندسی سبز سازه دانشگاه بیرجند

سال اول ● شماره چهارم ● تابستان ۱۳۹٤ ● Vol. 1 ● No. 4 ● Summer 2014 ●

صاحب امتیاز : گروه علمی و دانشجویی سبز سازه دانشگاه بیرجند ◆ **مدیر مسئول** : مهندس حسن بصیرانی مقدم ◆ **شورای سردبیری** : دکتر محمدرضا دوستی، دکتر حمیدرضا ناصری ، دکتر مرتضی عراقی ، دکتر محمد اکبری ،مهندس حسن بصیرانی مقدم ، علی زارع ، کتایون قلاسی مود، محمدرضا رستمی پور ، علی مولایی ، وحید خرم نژاد ،مژگان نقاش مودی ، سید سعید سرفرازی ، مائده عقابی ، امیرحسین شمشیرگران ◆ **ویراستاری** :امیرحسین زربان ،کتایون قلاسی،مائده عقابی **طراحی گرافیکی و صفحه آرایی** : سید سعید سرفرازی◆ **آماده سازی فنی:** تیم فنی سبز سازه **لیتوگرافی و چاپ** : معاونت فرهنگی دانشگاه بیرجند

فهرست مطالب

۱ سرمقاله ۲ ویرایش دوم پرتال سبزسازه ۳ گفت و گو با پدر مهندسی زلزله ایران
۹ بتن با مقاومت اولیه بالا ۱۸ اصلاح رفتار مقاومتی خاک با استفاده از الیاف طبیعی
۲۲ طراحی و قرارگیری بهینه مسیر بزرگراه ها با استفاده از GIS ۲۹ گرایش‌های‌کارشناسی ارشد رشته عمران ۳۰ اجرای ساختمان (قسمت اول) ۳۸ برترین ابرسازه های جهان

www.SoftGozar.com

MahGraph.ir

گروه طراحی حرفه ای ماه گراف | شاید برترین در گراف

- وبسایت و وبلاگ
- مجلات و کتب
- مجلات و کتب
- ست کامل اداری
- بنر و پوستر
- لوگو و فلش

با بیش از ۷ سال سابقه فعالیت
دارای رتبه های برتر کشوری و بین المللی

رضایت مشتریان، برند برتر ماست!

سرمقاله

پیشرفت پیش نیاز دیده شدن و عزت است.

برای اینکه هر گروه ، ارگان و سازمانی عزت خود را بدست آورد و بتواند حرفی برای گفتن داشته باشد ، نیازمند پیشرفت و باور سازی در نگاه تمامی کسانیست که پیش از آن اعتمادی به سازمان نداشته اند. قبل از پرداختن به موضوع، ذکر این نکته لازم است که منظور از پیشرفت، توسعه مصطلح در غرب نیست. در غرب امروز مبتنی بر نظریه «روستو» سیر تاریخی توسعه به تولید و مصرف انبوه ختم می‌شود که البته با دستگاه معرفت‌شناسی غرب در نوع نگاه به انسان همسو و منطبق است. اما پیشرفت در اندیشه و گفتمان جامعه ما اعم از رشد مادی است و حوزه اخلاقیات، عدالت و معنویت را نیز در بر می‌گیرد. اگر از منظر علمی به این نوع پیشرفت نظر فکنیم خواهیم فهمید که گروهی که فاقد پیشرفت باشد نمی‌تواند به خودشکوفایی و ظهور استعدادهای خود نائل آید. در سلسله نیازهای آدمی که توسط اندیشمندان طرح می شود، بدون تأمین نیازهای زیستی و امنیت، رشد و شکوفایی میسر نخواهد شد. افرادی می‌توانند رشد نمایند که زیرساخت های لازم را با خلاقیت در هم آمیزند و همت خود را به رخ دیگران بکشند. اگر با دیدی فراتر از این به موضوع متمرکز شویم، درمی یابیم که امروزه ملت‌های فقیر جهان هیچ جایگاهی در گفتمان‌های بین‌المللی ندارند، برایشان تصمیم گرفته می‌شود و آنان تابعی از دولت‌ها و قدرت‌های مرکزی هستند. فقر، فقر می‌آورد و فقر علمی و عدم اعتماد به آنها باعث می شود اساسا دیده نشوند.بنابراین علم نیز تأیید می‌کند که عزت و جایگاه اجتماعی بدون پیشرفت محقق نخواهد شد و نمونه‌ای خلاف این قاعده در جهان وجود ندارد.

با این نگاه تابستان ۹۳ توانست برای سبزسازه ای ها و طرفداران مجله دالان روزهای خوبی را رقم بزند ، روزهایی که علیرغم نامهربانی ها برای خودشان خاطره های جذابی شدند ، در پس ساعت ها بحث ، بررسی و برنامه ریزی کارگروه های مختلفی با هدف مشارکت تمامی دانشجویان دانشگاه بیرجند در جهت رشد و پرورش فکری و حرفه ای آن ها تشکیل گردید تا از این پس همه دانشجویان رشته عمران بتوانند با هر توان و هنری که دارند به نوعی توانایی هایشان را در مسیر عمران بروز دهند.

در نگاهی اجمالی می توانیم این کار گروه ها را برای شما اینگونه معرفی نماییم:

کارگروه مجله دالان که در آن تمامی دانشجویان علاقه مند می توانند در زمینه های جمع آوری و تولید مقالات ، تبلیغات ، طراحی گرافیکی ، نشر دیجیتال و سایر بخش های آن همکاری کنند ، همانطور که می دانید امروز شمار مخاطبان مجازی دالان از مرز ۲۰ هزار نفر نیز عبور کرده است.

کارگروه کتب آموزشی و علمی که در آن به تالیف و تولید کتب علمی مرتبط با رشته عمران پرداخته می شود و با انتشار این کتب و ثبت آن در کتابخانه ملی ایران شما می توانید رزومه ای قابل توجه کسب نمایید.

کارگروه همایش های علمی که در آن بصورت ویژه بر روی یک همایش علمی خاص فعالیت می گردد و فراتر از آن شما می توانید همایش های درون دانشگاهی و همچنین فرا دانشگاهی نیز برگزار نمایید.

کارگروه پرتال جامع سبز سازه که بصورت متمرکز و غنی بر روی محتوای علمی عمران کار می کند و شما می توانید محتوایتان را در آن نشر دهید .

کارگروه تبلیغات و طراحی که برای آن گروه مهندسین که علاقمند به افزایش هوش هیجانی و خلاقیت به همراه کسب درآمد هستند، مورد توجه خواهد بود.

کارگروه محاسبه و مشاوره ساختمانی که برای دانشجویان سال چهارم و کارشناسی ارشد عمران مناسب است بطوری که می توانند در گروه سبزسازه پروژه های علمی و همچنین ساختمانی را انجام دهند.

از همه شما دوستان و علاقه مندان به رشد در رشته عمران دعوت می شود تا با مراجعه به سایت و کسب اطلاعات بیشتر با مدیر هر بخش ارتباط برقرار نمایید و علاوه بر کسب تجربه علمی و توان عملی فضای فکری تان را در رشته عمران تغییر دهید.

امید است بتوانیم از گروه سبزسازه برای تمامی دانشجویان رشته عمران پلی بسازیم که بتواند همه انها را به پیشرفت و عزت برساند.

با سپاس از همراهیتان
گروه علمی و مهندسی سبزسازه

ویرایش دوم پرتال سبزسازه منتشر شد!

در آستانه دومین سالگرد فعالیت رسمی گروه آموزشی و مهندسی سبزسازه بر آن شدیم تا نسخه ای جامع تر ، کاملتر و همچنین با محیط کاربری جذاب تری را برای مخاطبان این پایگاه فراهم آوریم ، این پایگاه که تا پایان پاییز سال ۱۳۹۳ به بهره برداری کامل خواهد رسید ، از تمامی توان علمی شما دوستان با درآمد زایی قابل توجه دعوت به همکاری می کند.
شما در این نسخه پس از تکمیل آن خواهد توانست به بخش عظیمی از اطلاعات مورد نیازتان دست یابید که از جمله آن می توان به موارد زیر اشاره داشت:

۱. فروشگاه اینترنتی وسیع با قابلیت خرید کتب ، مقالات و جزوات برتر دانشگاهی

۲. ثبت نام آنلاین دوره های آموزشی گروه

۳. دانلود رایگان نرم افزار ها و جزوات دانشگاهی

www.SoftGozar.com

۴. مقالات دانشگاهی

و ده ها قابلیت دیگر...

باشد تا بتوانیم گامی نو در عرصه علمی جامعه عزیزمان برداشته باشیم.

گفتگو با پدر مهندسی زلزله ایران
مهندس علی اکبر معین فر

تهیه شده در واحد صداحبه و تحقیق موسسه آموزشی ۸۰۸

قسمت دوم

در این شماره از مجله ی دالان، با نگاهی متفاوت به بررسی سیر تغییر و تحول تاریخچه ی ساخت و ساز و نیز تاریخچه ی تدوین اولین گزارشهای علمی زلزله های رخ داده شده در ایران خواهیم پرداخت. در ادامه روند تکاملی تدوین آیین نامه ها و استانداردهای ساختمانی در کشورمان را از ابتدا تا کنون بررسی خواهیم کرد.

مهمان این شماره جناب آقای مهندس علی اکبر معین فر هستند، پیشکسوتی که با ۸۵ سال سن و سابقه تصدی گریِ سمت های مهم اجرایی عمرانی در کشور، مارا با پیشینه ی شروع ساخت و ساز مهندسی در ایران و سیر تکاملی شکل گیری اولین آیین نامه های استانداردهای ساختمانی از یکصد سال پیش تا کنون آشنا خواهند کرد. خدمات ایشان چه پیش از انقلاب اسلامی و چه پس از آن بسیار حائز اهمیت است.

جناب مهندس معین فر بعد از انقلاب اسلامی دارای سمت های اجرایی مهمی در کشور بودند که از مهمترین آنها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تصدی گری وزارت نفت در کابینه دولت مهندس بازرگان به عنوان اولین وزیر نفت ایران
- نماینده ی مردم تهران در اولین مجلس شورای اسلامی پس از انقلاب
- مشاور وزیر و رئیس سازمان برنامه و بودجه ی کشور

ایشان از سال ۱۳۴۰ به مدت هشت سال به عنوان استاد درس سازه های بتنی و درس مهندسی زلزله در دانشگاه پلی تکنیک تهران فعالیت داشتند و از پایه گذاران و اولین تدوین کنندگان آیین نامه های مختلف عمرانی کشور از جمله استاندارد ۵۱۹ ، استاندارد ۲۸۰۰ و آیین نامه ی بتن ایران می باشند. خدمات مهندس معین فر طیف وسیعی از امور مربوط به مهندسی راه و ساختمان یا مهندسی عمران را شامل می شود.

دالان: دوران پس از بازگشت شما به ایران چگونه بود و با چه رویدادهایی همراه بود؟

پس از بازگشت از ژاپن، دولت امینی تشکیل شده بود. جناب مهندس فتح الله برومند که رئیس دفتری فنی در بانک ساختمانی بودند به عنوان مدیر عامل سازمان مسکن انتخاب شده بودند. پس از بازگشتم به ایران، ایشان هم بنده را برای معاونت خودشان در سازمان مسکن برگزیدند. در اثنای کار، ما به مشکلات زیادی برخورد کردیم . مورد عمده ی مشکلات هم این بود که دولت امینی با شکست مالی مواجه شده بود. همان سال، سیل عظیمی در تهران آمد و قرار شد که با عنوان سازمان مسکن خانه بسازیم.

سپس اسدالله علم روی کار آمد و از آنجایی که با الهی آشنایی داشت و سازمان مسکن را رقیب بانک ساختمانی میدانست آن را منحل کرد. این جریان مصادف با شهریور ۱۳۴۰ بود. در ۱۰ شهریور ۱۳۴۰ زلزله ی بویین زهرا اتفاق افتاد. یک زلزله ی بزرگ که مرکز آن در ۴۰کیلومتری تهران بود. تهران شدیداً تکان خورد و ما ساختمانهای خیلی محکمی نداشتیم ولی بعضی ساختمانها که به نسبت مستحکم بودند (درخیابان سعدی) دچار ترک هایی شده اما به طور کلی خسارت چندانی متوجه تهران ایجاد نشد. بعد از زلزله،

مهندس الهی ما را احضار نمودند و خواستار عزیمت ما به بویین زهرا شدند. این زلزله حدود ۱۲۰۰۰ الی ۱۵۰۰۰ کشته داده بود. یونسکو هم دو گروه برای بازدید از مناطق زلزله زده فرستاده بود.

دالان: در واقع اولین گزارش های علمی از زلزله های رخ داده شده در ایران، از بویین زهرا شروع شد؟

o اولین گزارش مربوط به تاچتی نایتو هاگی وارا بود. یکی از کارهایی که یونسکو انجام داد بررسی این مسئله بود که آیا مقرراتی در ایران برای مقاوم سازی ساختمان ها در مقابل زلزله موجود هست ؟ و پاسخ این بود : خیر .

دالان: در آن ایام ساخت بیشتر سازه ها برگرفته از دانش شخصی خود مهندسین بود؟

o بیشتر، دانش شخصی بود. چون مهندسین ساختمانی اکثرا از کشور های اروپایی، مدرک اخذ می نمودند و موضوع زلزله مورد نیاز کشور های اروپایی نبود. بنابراین مهندسی سازه وجود داشت ولی با مهندسینی که تحصیلات مربوط به زلزله را دارا نبودند.

دالان: در آن زمان به علت عدم تدوین آیین نامه ای در کشور با آیین نامه های لاتین کار می کردند؟

o آیین نامه مقرراتی در کشور داشتیم اما نه با نام مقررات بلکه با نام مشخصات فنی ساختمان ، که زیر نظر وزارت دارایی تهیه شده بود. در واقع این آیین نامه، راهنمایی بود برای ساخت سازه که مطالب محتوای آن لازم بود ولی کافی نبود.

یک جلسه به نام برنامه در سازمانی تشکیل دادند. در این جلسه آقای مهندس عبدالحسن بهنیا استاد دانشگاه فنی ، رئیس دفتر فنی سازمان برنامه حضور داشت.

دالان: در مورد ایشان بیشتر توضیح دهید.

o ایشان رئیس دفتر فنی سازمان برنامه و مهندس صفی عصر مدیر عامل سازمان برنامه بودند . این دو عزیز در سازمان برنامه و بودجه بودند و کمیسیونی در سازمان برنامه با حضور مامورین یونسکو تشکیل شد . در این کمیسیون در رابطه با نیاز ایران به مقررات ملی برای ساختمانهای مقاوم در برابر زلزله بحث شد. جناب بهنیا بنده را درجریان امور قرار داده و من در سازمان برنامه به عنوان کارشناس دفتر فنی انتخاب شدم. کار اصلی ما تعیین مقررات مربوط به ساختمانهای مقاوم در مقابل زلزله بود .

دالان: در چه سالی؟

▣ این کاری که شروع کردیم سال ۴۳ آماده شد. بنده کار را آماده کردم. سپس کمیسیونی تشکیل شدکه اعضای آن به شرح زیر بود:

▣ آقای مهندس جواد صالحی: که پس از من به ژاپن رفته بودند .

▣ آقای دکتر کشی افشار: دکتر کشی افشار رئیس موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران بود.

▣ آقای مهندس کورس آموزگار: ایشان بعدها رئیس مسکن و شهرسازی شدند.

▣ برادر جناب آموزگار: ایشان تازه از امریکا آمده بودند .

این کمیسیون متشکل از افراد معدودی بود که در آن ، آیین نامه را به تصویب رساندیم و سپس هم اقدام به یافتن محملی قانونی برایش نمودیم. تنها محمل قانونی که آن موقع میتوانستیم پیدا کنیم قانون برنامه و بودجه بود که بر طبق آن ما می توانستیم مقررات مربوط به طرح های عمرانی را تهیه کنیم.

من این را یادآور شوم که هنگامی که در ژاپن بودم دومین کنفرانس جهانی مهندسین زلزله تشکیل شده بود. در آنجا از تمام دنیا تعداد کشورهایی که آیین نامه داشتند از تعداد انگشتان دو دست کمتر بود. خوشبختانه وقتی که در سال ۴۲و۴۳ توانستیم آئین نامه ایران را تهیه کنیم، ایران جزء نخستین کشور های صاحب آیین نامه بود.

دالان: این گزارش از زلزله هایی بود که تا آن موقع ثبت شده بود؟

▣ نه گزارش نبود. بخشی از آن در رابطه با چگونگی ساخت سازه های مقاوم در برابر زلزله بود . قسمت بعد محاسبات ساختمان در برابر زلزله نام داشت که برگرفته از آیین نامه ی شهر سانفرانسیسکو بود.

بنابراین نمیتوان نام گزارش کار را بر آن گذاشت بلکه دستورالعمل لازم مربوط به کار برای طرحهای عمرانی و طرحهای شهری بود. البته ما این حق را نداشتیم. خیلی کوشش کردیم که حداقل از مقررات شهرداری استفاده کنیم. شهرداری هم آنچنان علاقه نشان نمی داد پس مجبور شدیم از طریق مؤسسه ی استاندارد جلو برویم و در قالب استاندارد بارهای وارده بر ساختمان ۵۱۹ کار را ارائه دهیم .

کار ما در سازمان برنامه اینها بود. پس از آن یک سیستم سازمان برنامه روی کار آمد. در سیستم سازمان برنامه محمدرضا رادپی یکی از مدیریت های معاونت فنی را در قالب دفتر تحقیقات سازمان به عهده گرفت. در آن قالب آغاز به کار کردیم و مقداری از مقرارت کلی مثلا پوشش کف فرودگاه را ثبت و وضع کردیم. باز در قالب کمک به سازمان برنامه با استفاده از قانون استانداردها شروع به وضع مقررات و استانداردهایی برای مصالح وغیره نمودیم. پنج عدد جزوه به عنوان استانداردها ارائه شد و این کارهایی بود که آن زمان صورت گرفت. برای اولین بار در دانشگاه پلی تکنیک، واحد مربوط به زلزله (ساختمان مقاوم در برابر زلزله) را ابداع کردیم.

دالان: هنوز هم بعد ازگذشت ۵۰ سال در دانشگاه آزاد، مقطع کارشناسی، مهندسی زلزله تدریس نمی شود.

o درحالیکه باید تدریس شود. آن زمان با تدریس این واحدها مقاومت میشد. عنوانی که من برای تدریس قبول کردم ، بتن ارمه بود ولی کاری که بنده کردم این بود که در کنارش ساعتی را برای تدریس آنچه لازم بود لحاظ کردم.

دالان: پس شما چندسال به عنوان استاد دانشگاه در دانشگاه پلی تکنیک همکاری می کردید؟

o من تقریبا ۸-۷ سال در اونجا بودم.

دالان: تا زمان انقلاب؟

o تا زمان انقلاب نبودم. قبل از انقلاب طوری بودکه ممنوع المنبر بودیم.

دالان: جناب معین فرا شما این نتایج و در واقع این گذشته را در کاهش تخریب سازه ها در برابر زلزله

مثمر ثمر می دانید؟

o بله. حتما مثمر ثمر بوده.

دالان: تا اکنون چه اندازه رشد داشتیم؟

o ببینید این دوره ها باز باید تقسیم شود.یک دوره زلزله بوئین زهرا بود البته باید بگویم استارت این جریان را در حقیقت زلزله لار زد . اما شروع وضع مقررات زلزله با زلزله ی بوئین بود. این یک دوره ست.

تا به انقلاب میرسیم. در این فاصله ما پیشرفت خوبی در اندازه گیری شتاب حرکت زمین در ایران داشتیم . دست کم این شد که ما موفق شدیم تا قبل از انقلاب ۳۳۰ دستگاه آنالوگ شتابنگار را درکشور نصب کنیم .

دالان: اولین ثبت شتاب زلزله چه سالی شکل گرفت؟

o اولین شتاب زلزله را ما درجهرم داشتیم.سال ۱۳۵۱ که زلزله قیر آمد.

دالان: آیا آن دستگاه های آنالوگ قدیمی، دقت دستگاه های امروزی را دارد ؟

o دقتش را داشت اما زحمتش زیاد بود. در حال حاضر ما در حدود هزار و صد دستگاه دیجیتال در جاهای مختلف کشور داریم.

دالان : حال می خوا هیم برسیم به اینکه شما در این سالها یعنی از سال ۶۲ تا الان در زمینه ی مهندسی عمران چه خدماتی انجام دادید. البته پیش زمینه ای خدمت مخاطبان عرض میشود:

آقای مهندس معین فر به قولی پدر مهندسی زلزله در ایران هستند چون در تدوین اولین آیین نامه ها، اولین گزارشهای علمی رسمی در برابر زلزله های ثبت شده در ایران به صورت علمی نقش داشتند. قبل از انقلاب هم که از دانشگاه پلی تکنیک تدریس ایشان در درس مهندسی زلزله شروع شد و همچنین ایشان از بنیان گذاران و پایه گذاران استانداردها و آیین نامه ها از جمله استاندارد ۵۱۹ و ۲۸۰۰ آیین نامه ی بتن ایران هستند.

دالان:حالا به طور کلی تاریخچه ای از اولین آیین نامه ای که شما پایه گذاری کردید بفرمایید .

o در ایران زلزله های مختلفی رخ میداد. شاید پس از هر زلزله عده ای به خود می آمدند و به فکر می افتادند ولی به طور کلی تا زلزله ی بویین زهرا نه آیین نامه ای و نه دستورالعملی شکل نگرفت.زلزله سال ۱۳۴۱ بویین زهرا بسیار تکان دهنده بود. مسیون های یونسکو هم که آمده بودند اولین سؤالی که مطرح کردند این بود که شما چه مقرراتی برای مقاوم سازی سازه در برابر زلزله دارید؟ و جواب هم این بود که هیچ.

آنها به دنبال دستگاهی می گشتند که وظیفه ی ضبط چنین قوانین و آیین نامه هایی را به عهده بگیرد . و آن موقع تنها سازمان مورد اعتماد برای این امر سازمان برنامه بود . سازمان برنامه، دفتر فنی داشت. دفتر فنی آن هم متأسفانه در اختیار خارجی ها بود. بیشتر کارشناسان، خارجی بودند. خلاصه در این دفتر فنی کارشناسان داخلی و خارجی همه با هم حضور داشتند و برای ثبت قوانین همه نظر میدادند .

در سازمان برنامه آقای مهندس بهنیا به عنوان رئیس گروه مشاورین فنی فعالیت میکرد که بعدها به نام دفتر فنی ، هیئت های یونسکو با ایشان تماس گرفتند و خدمت ایشان متذکر شدند که کشور شما زلزله خیز است و به مقرراتی برای ساخت سازه های مقاوم در برابر زلزله نیاز دارید. . سپس برای پیگیری همین موضوع جلسه ای ترتیب داده شد و نام من هم در آن جا ذکر گردید.

دالان : سال ۴۸ را می فرمایید؟

o نه سال ۴۱. خلاصه در آنجا نام من برده می شود و تصمیم می گیرند که من به سازمان برنامه و بودجه بیایم.

مرحوم بهنیا از من دعوت کردند که به سازمان برنامه و بودجه بروم و گفتند تنها کاری که باید انجام دهم ایجاد آیین نامه ای برای ساختمانها است. و چون در ابتدا نه مشاور و نه آشنایی ای داشتیم بنده به توصیه ی مرحوم بهنیا دستورالعملی برای ساخت سازه های آجری ارائه دادم. اولین چیزی که من تهیه کردم و از طرف دستگاه آقای مهندس بهنیا تکثیرشد

" زلزله و ساختمانهای مسکونی کوچک" بود . این مطلب الهام گرفته از تجربه هایی بود که از زلزله ی بویین زهرا کسب شد.

دالان : ۲۸۰۰ را می فرمایید؟

o حتی ۲۸۰۰ با تغییراتی که کرده در حقیقت مولود آن است.

دالان: اسم آن آیین نامه دقیقا چه بود؟

o هنوز آیین نامه را نگفتم . برای برای نوشتن آیین نامه ، ما از همان نشریه زلزله و ساختمانهای مسکونی کوچکی که تهیه کرده بودیم الهام گرفتیم. بعد نیاز به این بود که در مورد روش محاسبه تعیین ضریب زلزله اقدامی شود.

دومین کاری که من انجام دادم تعیین ضریب زلزله در ایران بود . ضرب زلزله را خیلی ساده در نظر گرفتم یعنی ضریبی که به جرم ساختمان بزنیم بعد بگوییم نیروی جانشین چقدر است. اصلاً آن موقع بحث نیروی قائم ناشی از زلزله، مطرح نبود .

دالان : مثلاً یک دهم ؟ چقدر؟

o من خدمتتان عرض می کنم . در ژاپن تعداد طبقات ساختمان را محدود کرده بودند، زیرا دید آنها این بود که زلزله به ساختمان های بلند آسیب بیشری می رساند . خوب چرا؟

چون بر این باور بودند که هر چه جرم ساختمان بیشتر باشد نیروی بیشتری به آن وارد شده در نتیجه آسیب بیشتری می بیند.

در رابطه با تعیین ضریب زلزله هم عرض کنم که اینگونه تعریف کردند:" تا ۱۶ متر ارتفاع که بالا می رویم ضریب را۲۰ درصد می گیریم (۰.۲) و بعد هر طبقه ای که بالا میرویم ۱صدم اضافه میشود." بنابراین وقتی تعداد طبقات به ۹ می رسد،حد نهایی ضریب را شاهد خواهیم بود. خوب این الهامی بود که ما از کارهای استاتیک ژاپن گرفته بودیم . در سال ۱۹۶۰ دومین کنفرانس جهانی مهندسی زلزله تشکیل شد، در این جا بحثی مطرح شد که بسیار نوین بود و باعث شد بعدها ظهور آسمان خراش ها را در ژاپن شاهد باشیم. ما ناگزیر بودیم تمام آیین نامه ها را بررسی کنیم و ببینیم هر یک چه می گویند. آن موقع یو وی سی و این حرف ها هم وجود نداشت ، البته یو وی سی بود ولی به این شکل

متداولی که می بینید نبود.
ما بدنبال این بودیم که با الهام از همه ی آیین نامه ها ضریب زلزله در ایران را تعیین کنیم.گفتنی است که در آن زمان اصلا موضوع زونینگ و پهنه بندی زلزله و غیره مطرح نبود .
آیین نامه ای وضع کردیم با نام" آیین نامه ایمنی ساختمانها در برابر زلزله" و آیین نامه ای که بیشترین همخوانی را با ما داشت آیین نامه ی شهری سانفرانسیسکو بود چون به هرحال سانفرانسیسکو شهرت داشت.

دالان: آیا واقعه ی انقلاب باعث شد که در کارها وقفه ایجاد شود یا خیر؟

o نه وقفه ایجاد نشد. بچه هایی داشتیم که از خارج آمدند و نیز در مورد دستگاه های شتاب نگارمان باید بگویم الان باعث افتخار مملکتمان هستند. مطلبی که میخواستم عرض بکنم این بود که خواستم اسم شخصی را بیاورم که یکی از اساتید من در ژاپن بودند.ایشان جان مینامی نام داشتند. جان مینامی یک ژاپنی بود که در آمریکا خیلی خوب کار کرده بود و استاد دانشگاه واسدای توکیو بود . در ضمن خودشان شاگرد تاچینایتا بودند. من از ایشان خیلی چیزها یاد گرفتم.

دالان : آن کنفرانس زلزله فرصت خوبی برای کسب تجربه بود. درست است؟

o بله فرصت خیلی خوبی بود. حالا دیگر کنفرانس ها جنبه دید و باز دید دارد و بسیار هم شلوغ می شود ولی آن کنفرانس طوری بود که فقط سیصد نفر جمع شده بودند. در آنجا با کار هایی که جینت کمیتی کرد آشنا شدیم. جینت کمیتی چه بود؟

استراکچر اینجینیر آف نورسر کالیفورنیا اند استراکچر اینجینیر سورسر کالیفورنیا. شمال و جنوب کالیفورنیا و استراکچر اینجینیری که اسوسیشن .گزارش بسیار جالبی بود. آن موقع که فتوکپی می خواستیم فتوکپی ای نبود ، باید روی کاغذ های خاصی می نوشتیم ، من عمداً اینها را می گویم تا ببینید ما در چه عصری بودیم.

دالان : این آیین نامه هاچند بار ویرایش شد ؟

o ویرایش نشد . بعد توضیح خواهم داد که چه شد.

ما برای ثبت آیین نامه نیاز به قانونی کردن آن داشتیم. برای قانونی کردن ما از قانون برنامه ی مملکت که سازمان برنامه را برای طرح های مربوط به خود یعنی کارهای عمرانی ناگزیر کرده بود استفاده کردیم. یعنی اجازه داده بود که مقررات مربوطه را وضع کند. بنابراین در طرح های عمرانی ما این ها را اجباری کردیم.

دالان: چه سالی شد ؟

o شاید سال ۴۳ . بنابراین سال ۴۳ ما این آیین نامه را داشتیم.

دالان : بعد از این آیین نامه ی ۵۱۹ شکل گرفت . در این ارتباط توضیح بفرمایید .

o عرض می شود که هم زمان با اینکه این کار را انجام می دادیم ، در سازمان برنامه یک مسئله ی دیگری پیش آمده بود. مسئله ی صادرات مملکت و اینکه کالاها بدون هیچ استانداردی بیرون می رود . از آنجایی که ایران عضو استاندارد جهانی ایزو بود بنابراین باید از استانداری تبعیت می کرد. ناگزیر باید مؤسسه ی استانداردی در ایران ایجاد می شد.یک مؤسسه ی استاندارد و تحقیقات صنعتی در ایران تأسیس شده بود ولی پول بود وهمچنین وابسته به وزارت صنایع.
خوب برای صادرات آیین نامه ای وضع شده بود ولی برای تمام این کارها بالاخره نیاز به مقداری ساپورت مالی بود. برای این کار به سازمان برنامه مراجعه ونیز کار حمایت مالی آن انجام شد. قرار شد که مقررات مربوط به مصالح ساختمانی و غیره هم نوشته شود بنابراین استاندارد مربوط به سیمان، استاندارد مربوط به کاشی لعابی، استاندارد مربوط به شن و ماسه و غیره ثبت گردید.
یکی از مشکلات همین بود که مصالح ساختمانی مدتها بود که صادر میشد ولی مشخصاتی برای عرضه نداشت. البته مشخصاتی خود کارخانه ها داشتند اما این کافی نبود. خوشبختانه برای تمام اینها کمیته هایی تشکیل شد. این کمیته ها با پول سازمان برنامه فعالیت می کردند و با چتر مؤسسه ی استاندارد برای مصالح ساختمانی.

دالان :این فعالیت ها در چه سالی شروع شد؟

o این فعالیت ها از همان سال های ۴۱،۴۰ به بعد انجام شد. اولین استاندارد هم پرچم ایران بود. دومی عکس شاه بود.

دالان : پس تدوین ۵۱۹ به چه سالی بر می گردد؟

o به سال ۴۷،۴۸ آن موقع ها. ما اصرار داشتیم که این آیین نامه شماره استاندار بگیرد در حالی که اصلا استاندارد نبود. در حقیقت ما اسم آن را آیین کاربرد گذاشتیم و رسمی کردن آن به این علت بود که بتوانند به آن ریفر بدهند. بیشتر کارمن همین مطالعات بود تا موقعی که آقای مرحوم مهندس بهنیا در سال ۱۹۶۵ به من پیشنهاد شرکت در همایشی از طرف یونسکو را نمودند(در اسکوپیه).
البته ناگفته نماند که یونسکو از خود ایشان دعوت کرده بود ولی به دلیل مسائلی ایشان بنده را به جای خود فرستادند و از یونسکو خواستند که از من دعوت به عمل آورد.
بعد از مدتی دیدم از من دعوت شد و اصلا پای من هم به یونسکو باز شد و بعدها عضو مسیون های یونسکو بودم .

دالان : چند مدال افتخاری هم از اتحادیه ی اروپا در ارتباط با مهندسی زلزله و غیره دارید.

o عرض می شود که ما به اسکوپیه رفتیم و خیلی هم خوشحال بودیم. سال ۶۳ من ۳۳سالم بود. برای یک جوان سی و چند ساله دعوت شدن از طرف یونسکو افتخار بود

دالان : فکر کنم سال ۶۵ میلادی بود. درست است؟

o بله ، سال ۶۵ میلادی.سال ۶۴ زلزله ی آلاسکا رخ داد و بعد ۶۵ سومین کنفرانس جهانی در نیوزلند برگزار شد.

در اسکوپیه جناب آمبرزی را دیدم.از ایشان علت دعوت نمودن از من را جویا شدم . ایشان ذکر کردند من مطمئن بودم که جناب بهنیا تشریف نمی آورند چون زلزله در تخصص ایشان نبود. از طرفی اگر من از شما دعوت می کردم یونسکو موافقت نمی نمود. ولی بسیار دوست داشتم که بیایید.

دالان : پیش از این با ایشان در تهران آشنا شده بودید؟

o بله ، در تهران یکدیگر را دیده بودیم و کارهای مشترکی نیز در زمینه زلزله با هم داشتیم.

دالان : آن موقع فکر کنم شما سی و چند سالتان بود.

o بله . خیلی جوان بودم . با جناب مگردیچیان قرار گذاشتیم مسئله ی بررسی بر روی بارهای قائم ناشی از زلزله را راه بیندازیم . حق بر این است که او بسیار کوشا بود. توانسته بود در پلی تکتیک هم آیین نامه ای امریکایی را جا بیندازد . خلاصه یک کمیته تشکیل دادیم و تا آنجا که می توانستیم از دوستانی که دستی در کار داشتند کمک گرفتیم. مرحوم دکتر مهدی قالیبافیان عجیب وقت می گذاشتند و بسیار زحمت می کشیدند. مگردیچیان که عاشق این کار بود.جا دارد از عزیزانی که نقشی در کار داشتند یاد کنم:

- مهندس اوهانجانیان
- دکتر مهرآیین
- دکتر خجسته بخت
- دکتر رازانی

اینها کسانی بودند که در تدوین آیین نامه ها بسیار کوشا بودند و کار را در سطح علمی بالایی انجام می دادند. بخشی از کار مربوط به زلزله بود و ما برای اینکه صورت استانداردی به آن بدهیم آن را در ۵۱۹ ذکر کردیم. حالا چرا نام آن ۵۱۹ بود ؟ برای این که تا آن موقع ۵۱۲ نوع استاندار اعم از نخود و لوبیا و غیره صادر شده بود. ما هم نام این استاندارد را ۵۱۹ گذاشتیم البته در این اسم ۵۱۹ ، بعدها تحولی ایجاد کردیم. بعدها وقتی خواستیم برای آیین نامه هم این معامله را انجام بدهیم با آقای دکتر زاهدی استاد دانشگاه علم و صنعت بحث کردیم. من پیشنهاد کردم که شماره ای را بزنیم که حالا حالا ها انواع دیگر استاندارد های دیگر به آن نرسند.

ما گفتیم از ۲۸۰۰ شروع می کنیم و بعد ها می گوییم ۲۸۰۲-۲۸۰۱و همین طور جلو می رویم. خلاصه که این عدد را همینطوری انتخاب کردیم و برای همه جز ما سوال است که این عدد چه معنی ای میدهد. بنابراین ۵۱۹ را هم برایتان توضیح دادم ولی ۵۱۹ عدد واقعیست.

دالان : در ارتباط با آیین نامه استاندارد ۵۱۹ و ۲۸۰۰ صحبت شد. آیین نامه بتنی ایران چه سالی شکل گرفت؟

o برای بتن هم همین فکر را داشتیم خصوصا پس از مشورتی که با دکتر قالیبافان داشتیم علاقه پیدا کردیم که بتن در ایران متداول شود.چون متاسفانه متداول نمیشد و اصلا مهندسان از خود ساختمان بتنی اکراه داشتند برای اینکه قالب بندی دارد، زحمت دارد و مثل آهن نیست که اگر اشتباهی هم صورت گیرد مسئله ای نداشته باشد. در سازمان برنامه اصرار داشتیم در مصرف فولاد صرفه جویی شود، از این نظر که فولاد از خارج وارد میشد. بنابراین همین مسئله باعث شد بتن آرمه بیشتر ترویج یابد. البته مشکل این جا بود که در ایران ما یک آیین نامه ملی نداشتیم. با دوستان و آقای اوهانجانیان و دکتر قالیبافان که صحبت کردیم گفتیم این هدف خیلی کار و وقت می برد. قرار شد که ما جزوه تهیه کنیم و آرام آرام جا بیندازیم، به صورت جزوه هم درآمد. من نمیدانم با چه شماره هایی بود ولی شماره ها را گذاشته بودیم ۱.۲.۳. ۴ الی آخر . مثل اینکه ۴ یا ۵ تا جزوه درآمده بود، بعد هم زیاد تعقیب نشد تا اینکه بعد از انقلاب با کوششی که در سازمان برنامه صورت گرفت در زمان آقای مهندس شفاعت وآقای مهندس هاشمی یک عده از دوستان دعوت کردند و آبا را تهیه کردند که همانطور که می بینیم آبا الان مقداری جا افتاده.

دالان : شما الان به طور خاص در ۲۸۰۰ و آیین نامه مهندسی " زلزله طراحی ساختمان" در برابره زلزله نقش فعال دارید ؟

o نقش بنده این است که به عنوان عضو کمیته تدوین هستم . مسئولیت پهنه بندی را نیز بر عهده دارم.

دالان : هم اکنون ویرایش چهارم آیین نامه ی ۲۸۰۰ آماده ی ارائه است؟

o امیدواریم با زحمتی که دوستان می کشند به طور قطعی در سال ۹۱ خارج شود.

دالان : پس اولین ویرایش ۲۸۰۰سال ۶۶ بود ؟ و در واقع از طرف موسسه استاندارد الزام شد که در سازه های در حال ساخت "طراحی سازه های مقاوم در برابر زلزله " رعایت شود.

o نه یک پشتوانه دیگر هم پیدا کردیم . پشتوانه دیگر هم این بود که آن موقع مرکز تحقیقات این را علاوه بر اینکه به عنوان استاندارد رسمی مملکت شناخت بلکه به طور اخص به تصویب هیئت دولت رساند. در حقیقت به این شکل هم نیست که نه مثل آن ایمنی ساختمان در برابر زلزله باشد که فقط در طرح های عمرانی مطرح گردد و نه مثل آیین نامه ۵۱۹ که به عنوان آیین کاربرد ، مصوب موسسه استاندارد باشد.

.یعنی هم این ها را دارد هم یک پشتوانه دولتی. گرچه این پشتوانه دولتی مبنای قانونی ندارد ولی خصوصا با توجه به اینکه در مقررات ملی آمده مبنای قانونی پیدا می کند.

دالان : تدوین مجموعه مقررات ملی ساختمان از چه سالی شروع شد؟

o تدوین مقررات از خیلی سال قبل شروع شد. شاید ۱۲-۱۰ سال قبل ! با همت آقای مهندس هاشمی ،معاون وزارت خانه،و آقای بهرام غفاری که مدیر کل آنجا بودند ، شروع شده بود. ولی این تدوین مقداری جنبه افتخاری و عشق و علاقه داشت. با علاقه جلو می رفت . تا بعد که قانون نظام مهندسی الزاماتی را ایجاد کرد. یک شورای عالی مقررات درست کردند و مقداری دکان و دستگاه وسیع تر شده بود ولی واقعا اصل موضوع همان عشق اولیه بود.آن عشق اولیه شاید بیشتر کارساز بود. من برای این عشق یک نکته ای را به شما بگویم. ما در حدود شانزده سال پیش شروع به وضع مقررات کردیم و در حین کار

به بخش های مختلفی برخوردیم.وقتی به بخش مقررات سازه های فلزی رسیدیم فکر کردیم که حالا چه کسی می تواند این بار را بر دوش بگیرد و آن را آماده کند. دیدیم تنها کسی که میتواند این کار را انجام دهد جناب آرک مگردیچیان است که الان در آمریکاست . با خود گفتیم چگونه ایشان را متقاعد کنیم این کار را انجام دهند . و به این نتیجه رسیدیم که از طریق عاطفه این کار را بکنیم. یک نامه تهیه کردیم . نامه را من تهیه کردم و به امضاء بنده و مرحوم قالیبافان و جناب اوهانجانیان رسید. عرض می شود که من نامه را به این شکل شروع کردم " مهره ی عشق بدان نام و نشان است که بود. بعد هم توضیح دادیم که" ما سر پیری تنها بهانه ای که برای زنده بودن خودمان داریم کار خیر است. از تو هم خواهش می کنم بیا کمک کن و قسمت ساختمان های فلزی را تهیه کن".
ما این را فرستادیم . حالا می خواهم عکس العمل این جریان را بگویم .اولاً مگردیچیان بعد ازچند ماهی آن بخش را به بهترین نحو حاضر کرد و برایمان فرستاد. و بعد از بازگشت به تهران به من گفت که با خواندن نامه ام دلش به سوی ایران پر کشیده و این کار را از روی عشق انجام داده بدون دریافت دست مزد یا پاداشی!

دالان : در مقررات ملی ساختمان در مبحث ششم که راجع به بارگذاری هست در واقع میتوان گفت ۲۸۰۰ شکانده شد. مبحث بتونی آن در مبحث نهم ادغام شد، مبحث فولادی آن رفت در مبحث دهم و همچنین بارگذاریش در مبحث ششم قرار گرفت. یعنی از آن استفاده شد؟
o بتنیش بیشتر! در آبا وارد شده.

دالان: یعنی در بخش زلزله ی آن وارد شده؟
o بله بخش زلزله .
دالان : ولی اعضای کمیته تدوین مباحث ۹و ۱۰ و۶ همان افرادی نیستند که در ۲۸۰۰ هستند؟
o در آیین نامه ۵۱۹ مبحث ۶ الان یک کمیته ی جدید تحت ریاست آقای دکتر آقاکوچک تشکیل شده و افرادی از جمله من در آن هستند.

دالان : الان به نظر میرسد این استاندارد ۲۸۰۰ مرجعیت خود را از دست داده است.
o چرا ؟ چه کمبودی دارد؟
دالان : نه . الان میخواهیم یک سازه فولادی طراحی کنیم . در خود مبحث فصل دهم ، طرح لرزه ای جامع و کاملی هست و به ۲۸۰۰ارجاعی داده نمیشود.
o خوب منافات پیدا نمی کند.
دالان : منافات پیدا نمی کند اما یک دو دستگی در ویرایش های بعدی پیدا شده است.

oدر واقع امر هم آیین نامه باید با مقررات فرقی داشته باشد. همه جای دنیا هم این گونه هست .
ما چون مقررات نداشتیم نمیتوانستیم افراد را مجبور به اجرای آیین نامه ها بکنیم.

دالان : باید استاندارد ۲۸۰۰ رعایت شود؟
o بله باید رعایت شده باشد. میتوان قرار داد که بسته می شود ذکر نمود که استاندارد شماره فلان استرالیا را باید ملاک قرار داد ، اینکه مسئله ای نیست .

دالان : خوب من سؤال بعدی را در ارتباط با مهندسین محاسب خواهم پرسید.انجمن مهندسین محاسب قبل از انقلاب شکل گرفت.بعد از انقلاب چند سال تقریبا هیچ گونه فعالیتی نداشت.
بعد ها دوباره فعالیت خود را از سر گرفت.در حال حاضر مثل این که اعضا و هیئت مدیره جدید تقویت شده اند ولی متاسفانه وب سایت اینترنتی ندارند.
و میتوان گفت بین همه انجمن ها بزرگترین ضعف مهندسین محاسب این است که در اینترنت نیست و راه دسترسی به آن معلوم نمی باشد و عضو جدید فقط با معرفی اعضای قدیمی گرفته میشود.
o بله. خوب آن که معرفی اش اشکال ندارد!

دالان : نه این مشکلی ایجاد نمیکند ولی خوب تعداد اعضایش هم به نسبت انجمن‌های‌دیگر کمترهست.
o بله مدتی ببینید در ابتدا اصلا انجمن به آن صورت نبود. یادم هست ما از دوستانی که در محاسبات ساختمان خبره بودند طی چندین جلسه در دانشگاه تهران دعوت به عمل آوردیم. و تصمیم بر این شد که برای انجمن اساسنامه ای تهیه شود تا فرمی به خودش بگیرد. و با اینکه چندین سال از تشکیل آن می گذشت ولی به آن صورت قدرت عملی برای اعضا ایجاد نشده بود.
کم کم خیابانی که مرکزیت داشت برای این امر اجاره شد و به طور کلی کارها توسعه یافت و خدا را شکر روز به روز هم پیشرفت میکند.

دالان : خوب بحث بعدی را در مورد نظام مهندسی ساختمان دنبال می کنیم. الان ۵ دوره از نظام مهندسی ساختمان می گذرد و تازه وارد دوره ی ششم شدیم. در این ۵ دوره گذشته اگر سابقه ای از نظام مهندسی خود سراغ دارید که به همین شکل قبل از انقلاب با نام دیگری بوده بیان کنید. و اینکه عملکرد نظام مهندسی ساختمان را چطور ارزیابی میکنید ؟ به نظر شما آیا آن ان جی اوی هست که مطالبات مهندسین را برآورده کند؟
o از آخرشروع میکنم . نه همچنین ان جی اوی نیست برای خاطر اینکه وابسته به وزارت مسکن و شهرسازی قدیم و وزارت شهرسازی و راه حالا هست . به قول مرحوم قالیبافیان که میگفت جی ان جوس، ان جی او دولتیست. واقعاً این طور هست. اما اگر سابقه اش را در گذشته بخواهید در همان سالهایی که شاه یک فضای باز سیاسی داد قانونش گذاشته بود. قانونی که اسمش انجمن نظام معماری و شهرسازی بود. قانون گذاشته شده بود ولی خوب هنوز اجرا نشده بود.

دالان: به عنوان آخرین صحبت، توصیه ای برای جوانانمان که الان واقعاً چند نسل باشمافاصله‌دارندبفرمایید.

o نا امید نباید بود. به هرحال از نسیمی، دفتر ایام به هم میخورد. از ورق گردانی لیل‌النهاراندیشه‌کن.

www.SoftGozar.c

بتن با مقاومت اولیه‌ی بالا

سجاد آزادی
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی سازه دانشگاه سمنان
S_Azadi@Semnan.ac.ir

چکیده
امروزه بتن به عنوان پر کاربرد ترین مصالح ساختمانی شناخته شده است .از این رو هر روزه تحقیقات فراوانی به منظور تطبیق هر چه بهتر خواص بتن با خواص مورد انتظار و مطلوب، در سراسر دنیا در حال انجام بوده و حاصل این پژوهش ها و تحقیقات، گونه های جدیدی از بتن با توجه به نیازهای موجود است.
یکی از این گونه ها، بتن با مقاومت اولیه ی بالا می باشد که با توجه به نیاز فزاینده ای که به استفاده ی سریع تر از ساختمان ها و تأسیسات در حال ساخت وجود دارد، استفاده از آن در حال توسعه است.
در این مقاله به معرفی این گونه از بتن ها که زیر مجموعه ای از بتن های هدفمند هستند پرداخته شده است.
واژه های کلیدی : بتن با مقاومت اولیه ی بالا، بتن توانمند ، تعمیر سریع روسازی راه ها

مقدمه
معرفی بتن توانمند **(High Performance Concrete)**
به طور کلی واژه ی بتن توانمند ممکن است به بتنی اطلاق شود که کارایی افزونتری برای کاربرد مورد نظر نسبت به بتن معمولی داشته باشد.
به عنوان مثال بتنی که در برابر شرایط مختلف سرویس، پایایی و دوام کاملا بهتری را فراهم می کند، بتنی که خواص فوق العاده ای را در سنین اولیه دارا می باشد و یا بتنی که دارای خواص مقاومتی فو ق العاده افزونتری نسبت به بتن معمولی می باشد، نمونه هایی از بتن های توانمند می باشد.
خواصی که بتن های توانمند ممکن است دارا باشند عبارتند از:
- مقاومت نهایی بالا.
- مقاومت اولیه ی بالا.
- مدول الاستیسیته ی بالا.
- دوام بالا.
- کارایی بالا.
- قابلیت پمپاژ بالا.
- قابلیت پرداخت بالا.
- قابلیت بالا برای ریختن در هوای سرد وگرم.
- و کنترل کامل هیدراسیون بتن.

معمولا بیش از یک مورد از خواص فوق برای یک کاربرد خاص مورد نیاز است؛ مثلاً در آسمانخراش ها مقاومت نهایی بالا، مدول الاستیک بالا، قابلیت پمپاژ بالا و توانایی ریختن بتن بدون متراکم کردن مورد نیاز می باشد.
این بتن ها ممکن است حاوی مصالحی از قبیل خاکستر بادی **(Fly Ash)**، روباره ی کوره ی آهن گدازی **(Slag)** {که به صورت کاملا ریز آسیاب شده است}، دوده ی سیلیسی **(Silica Fume)** ، الیاف، افزودنی های شیمیایی، و مصالح گوناگون دیگر، به صورت تنها یا به صورت مخلوط های گوناگون با یکدیگر باشند.
امروزه، مهندسین استفاد ه ی فزاینده ای از بتن های توانمند در کاربردهای گوناگون از جمله کارهای راهسازی شامل؛ ساخت بزرگ راه های جدید، تعمیر راههای موجود، نوسازی و اجرای روکش جدید راه ها، ساخت آسمانخراش ها و سازه های بلند و غیره به عمل می آورند.
مقاومت بالاتر، اختیارات طراحی ساز ه ای بیشتری را فراهم می نماید. خواص بهبود یافته ی بتن در سنین اولیه، ساخت و ساز و کارهای مربوط به نوسازی را تسهیل می نماید و کیفیت را بهبود می بخشد و دوام بالاتر، دور ه ی سرویس را افزایش می دهد که ممکن است منجر به کاهش هزینه ی سازه در طول عمر مفید آن گردد.
برنامه ی استراتژیک تحقیقات بزرگراه ها که تحت نظارت انجمن ملی تحقیقات آمریکا می باشد یک سری معیارهای کمی به منظور انجام پژوهش های خود در مورد بتن های توانمند در زمینه ی کاربرد آنها در کارهای مربوط به راه سازی، ارائه نموده است، که در جدول شماره ی ۱ نشان داده شده اند.

جدول شماره‌ی ۱ : معیارهایی برای بتن توانمند

حداقل ضریب دوام فراست (Frost)	حداکثر نسبت آب به سیمان	حداقل مقاومت فشاری	نوع بتن توانمند	
۸۰ درصد	۰٫۴۰	۱۴ Mpa (۲۰۰۰ psi) در مدت ۶ ساعت	گریه A با سیمان تیپ III	بتن با مقاومت اولیه ی خیلی بالا «VES»
۸۰ درصد	۰٫۲۹	۱۷ Mpa (۲۵۰۰ psi) در مدت ۴ ساعت	گریه B با سیمان PBC-XT	
۸۰ درصد	۰٫۳۵	۳۵ Mpa (۵۰۰۰ psi) در مدت ۲۴ ساعت	بتن با مقاومت اولیه ی بالا «HES»	با سیمان تیپ III
۸۰ درصد	۰٫۳۵	۷۰ Mpa (۱۰۰۰۰ psi) در مدت ۲۸ روز	بتن با مقاومت خیلی بالا «HSC»	با سیمان تیپ I

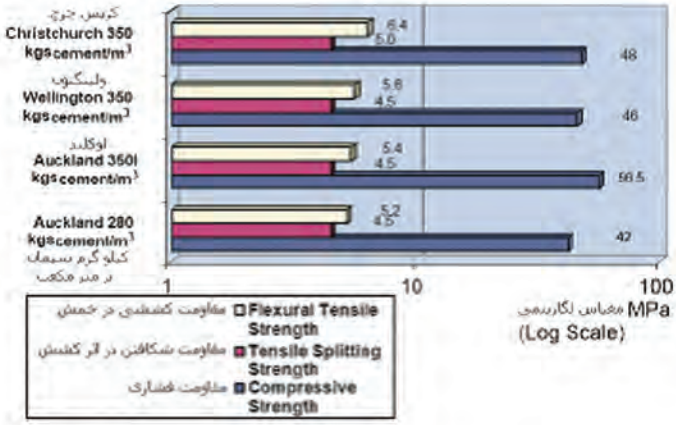
- در تعاریف فوق حداقل مقاومت مورد نظر باید در مدت زمان معین شده، از زمان اضافه کردن آب به مخلوط، حاصل شود.
- مقاومت فشاری از آزمایش سیلندرهایی به ارتفاع ۲۰۰ میلیمتر (۸ اینچ) به قطر ۱۰۰ میلیمتر (۴ اینچ) و با سرپوشهای نئوپرن، تعیین می شود.
- نسبت آب به سیمان بر پایه ی کلیه ی مصالح سیمانی می باشد.
حداقل ضریب دوام باید پس از ۳۰۰ سیکل یخ زدن وآب شدن بر طبق دستورالعمل **A** از (**AASHTO T ۱۶۱**) **ASTM C ۶۶۶** حاصل شود.
- این تعاریف کاری از بتن توانمند با در نظر گرفتن چندین فاکتور مهم در ساخت و طراحی، روسازی و سازه های بزرگ راه ها اختیارگردیده اند.

بتن با مقاومت اولیه ی بالا و بتن با حصول مقاومت خیلی سریع
بتن با مقاومت اولیه ی بالا(**HES**) همچنین بتن سریع الاثر(**Fast Track Concrete**) نیز نامیده می شود، که در مدت کوتاه تری نسبت به بتن معمولی به مقاومت تعیین شده اش دست می یابد.
بازه ی زمانی که در آن مقاومت تعیین شده باید به دست بیاید ممکن است از ساعات یا حتی دقایقی اندک تا چندین روزتغییر کند . در صورتی که بتن در مدت زمان اندک و در حد حداکثر چند ساعت به مقاومت اولیه ی بالا یی دست یابد، بتن با حصول مقاومت خیلی سریع **Very Early Strength Concrete** یا (**VES**) نامیده می شود.
مقاومت اولیه ی بالا با استفاده از اجزاء ترکیبی سنتی تشکیل دهنده ی بتن و تکنیک های سنتی قابل دست یابی است، همچنین در پاره ای از موارد مصالح یا تکنیکهای ویژه مورد نیاز است.
شیوه های دست یابی به مقاومت اولیه بالا
مقاومت اولیه ی بالا با استفاده از یک و یا ترکیبی از موارد زیر ، بسته به دور ه ای که در آن باید مقاومت تعیین شده به دست آید و همچنین شرایط کاری، قابل حصول می باشد:
۱. استفاده از سیمان تیپ **HE** یا **III** (سیمان با مقاومت اولیه ی بالا).
به طور کلی شش نوع عمده سیمان پرتلند وجود دارد که هر یک در موارد خاصی دارای کاربرد می باشند . جدول شماره ۲ انواع سیمان پرتلند و کاربرد هر یک را نشان می دهد.

جدول شماره‌ی ۲ : انواع سیمان پرتلند و کاربردهای آنها

نوع سیمان پرتلند	مورد استفاده	نرمی بلین (Blaine) m^2/Kg
تیپ I	کاربردهای عمومی و ساخت و سازهای معمولی بتنی.	۳۷۰
تیپ II	بتن در معرض تأثیر ملایم سولفات ها و یا هنگامی که گرمای ملایم هیدراسیون مورد نیاز است.	۳۷۰
تیپ III	مقاومت بالای بتن در یک مدت زمان کوتاه (مقاومت اولیه ی بالا).	۵۴۰
تیپ IV	هنگامی که گرمای ملایم هیدراسیون ضروری است این نوع سیمان مناسب می باشد.	۳۸۰
تیپ V	هنگامی که بتن در معرض تأثیر شدید سولفات ها قرار می گیرد مورد استفاده قرار می گیرد.	۳۸۰
سیمان سفید	کاربردهای معماری ؛ هنگامی که بتن با ملات سفید یا رنگی مورد نیاز است.	۴۹۰

۲. استفاده از عیار (محتوا) سیمان بالا (۴۰۰ تا ۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب).
توجه به این نکته ضروریست که در مناطق مختلف با مصالح سنگی متفاوت و عیار سیمان یکسان، مقاومت های گوناگونی به دست می دهد.
شکل شماره ی ۱ نشان می دهد که بتن برای سه محصو ل مختلف با مصالح سنگی متفاوت ، با عیار سیمان یکسان، مقاومت های فشاری و نیز نسبت های آب به سیمان مختلفی خواهد داشت ، که این موضوع ناشی از تفاوت در مقاومت سنگ دانه های مختلف موجود در محل های گوناگون و نیز تفاوت در نیاز های آبی آنهاست.
همچنین در این شکل مقاومت دو نوع بتن با مصالح سنگی یکسان که فقط عیار سیمان آنها متفاوت است باهم مقایسه شده. و همان گونه که در شکل مشاهده می شود، با افزایش عیار سیمان، مقاومت بتن افزایش می یابد.



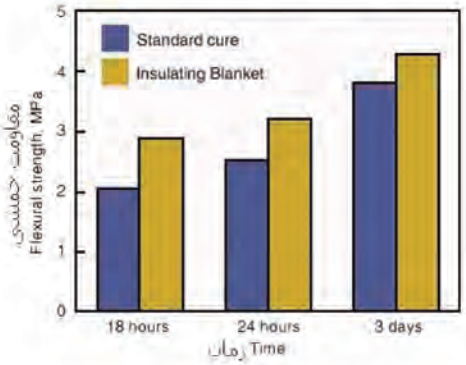
شکل شماره ۱
- مقایسه‌ی مقاومت بتن‌های با عیار سیمان یکسان و مصالح سنگی گوناگون.
- مقایسه دو بتن با مصالح سنگی یکسان و عیار سیمان گوناگون.
(Brantz 1999)

۳. استفاده از نسبت پایین آب به مصالح سیمانی (نسبت جرمی ۲/۰ تا ۴۵ /۰)
برای بتن با مقاومت اولیه ی بالا لازم است که نسبت آب به سیمان از مقدار ۴۲ /۰ برای سیمان تیپ **I** و از مقدار ۰/۴۵ برای سیمان تیپ **III** تجاوز ننماید.
توجه به این نکته ضروریست که یک محدودیت عملی برای کاهش میزان آب مخلوط وجود دارد که مانع از کم کردن آب تا رسیدن به نسبت آب به سیمان مطلوب می شود. این محدودیت عملی کارایی بتن تازه می باشد.
بسته به نوع سنگ دانه ی مصرفی، حداقل آب مورد نیاز برای مخلوط در محدوده ی ۱۵۰ تا ۱۷۰ لیتر بر متر مکعب (معادل با اسلامپ ۴۰ میلیمتر)، تغییر می کند.
برای رسیدن به یک نسبت آب به سیمان پایین تر در مخلوط بتنی با حداقل آب مصرفی ، نیازمند افزایش عیار سیمان یا استفاده از مواد افزودنی فوق روا ن کننده، و یا تلفیقی از هر دو روش می باشیم.
۴. استفاده از دمای بالاتر برای بتن تازه مخلوط شده.
درجه ی حرارت یک عامل تعیین کننده و کلیدی در حصول مقاومت است . هیدراسیون یک واکنش شیمیایی است و به وسیله ی درجه ی حرارت کنترل می شود.
۵. استفاده از دمای عمل آوری بالاتر برای بتن.
در دمای کمتر از ۱۲ درجه ی سانتی گراد، سیمان به صورت

بسیار کندی واکنش می دهد؛ هر چند بتنی که در دمای حدود ۸ درجه ی سانتی گراد، عمل آوری شده است ، مقاومت نهایی بالاتری نسبت به بتن های عمل آوری شده در دماهای بالاتر خواهد داشت.
در بالای ۴۰ د رجه ی سانتی گراد ، حصول مقاومت بتن بسیار سریع می باشد، ولی مقاومت نهایی آن در معرض خطر قرار می گیرد (سیمان های آمیخته بر پایه ی روباره آهن گدازی، چنین ویژگی هایی را نشان نمی دهند).

۶. استفاده از مواد افزودنی شیمیایی از قبیل زودگیرکننده ها (**Accelerators**) و یا کاهنده های آب سطح بالا **(HighRange Water Reducers)**
زودگیرکننده ها، زمان گیرش اولیه ی بتن را کاهش داده و همچنین مقاومت اولیه ی بالاتری به دست می دهند . این مواد به عنوان ضدیخ عمل نمی کنند بلکه گیرش و نیز سرعت حصول مقاومت را تسریع م ی کنند و در نتیجه بتن را در برابر خسارت ناشی از یخ زدگی در هوای سرد، مقاوم تر می نمایند.
تندگیرکننده ها همچنین در ساخت و سازهای سریع، که نیازمند برداشت سریع قالب ها، گشایش سریع بر روی ترافیک عبوری و یا اعمال زودهنگام بار بر روی سازه هستند، مورد استفاده قرار می گیرند.دو نوع ماد ه ی افزودنی زودگیرکننده وجود دارد:
- مواد افزودنی زودگیرکننده بر پایه ی کلراید، مانند کلراید کلسیم.
- مواد افزودنی زودگیرکننده غیر کلرایدی
یکی از موثرترین و اقتصادی ترین مواد افزودنی زودگیرکننده کلراید کلسیم می باشد که به اشکال مایع یا دانه ریز فلس مانند وجود دارد و می بایست الزامات **ASTM D ۹۸** را برآورده کند. برای بتن غیر مسلح کلراید کلسیم تا حد ۲ درصد می تواند مورد استفاده واقع شود.
به علت نگرانی هایی که در مورد خوردگی فولاد مسلح کننده در اثر وجود کلراید کلسیم وجود دارد حدود پایین تری برای کلراید در مورد بتن مسلح اعمال می شود. بتن پیش تنیده و بتنی که در آن آلومینیوم یا فلزات گالوانیزه کار گذاشته شده است، به علت قابلیت فزاینده ی خوردگی فلز مدفون در بتن، نباید حاوی هیچ گونه مصالحی باشد که مواد اصلی تشکیل دهنده ی آن کلریدها هستند.
به طور کلی استفاده از کلراید کلسیم به منظور حصول مقاومت اولیه ی بالا توصیه نمی شود، ولی در صورت استفاده، به هیچ عنوان نباید بیش از ۲ درصد مورد استفاده قرار بگیرد . بروز گیرش آنی در صورت استفاده افزون بر ۲ درصد از کلراید کلسیم بسیار محتمل است و حتی در موارد بسیاری با مقادیری کمتر از ۲ درصد، نیز رخ می دهد. به طور کلی استفاده از کلراید کلسیم به مقدار زیاد کارایی مخلوط بتنی را کاهش می دهد.
۷. استفاده از خاکستر بادی **(Fly Ash)**،دوده ی سیلیسی (میکرو سیلیس) و یا روباره ی کوره ی آهن گدازی که به صورت کاملا ریزی آسیاب شده باشد ، **(Ground Granulated Blast Furnace Slag : GGBFS)** .
افزودن دوده ی سیلیسی به دو طریق در بتن مفید واقع می شود:
- اول اینکه، ذرات ریز دوده ی سیلیسی به صورت فیزیکی فضای خالی موجود در ماتریس سیمان را کاهش می دهند.
- و دیگر اینکه دوده ی سیلیسی مقاومت فشاری و سرعت حصول آن و نیز دوام بتن را افزایش می دهد . بتن ساخته شده با دوده ی سیلیسی اگر با نسبت های صحیح مخلوط شده باشد، می توانند به مقاومتهای فشاری اولیه و نهایی خیلی بالا دست یابد. بتن های پیش ساخته ای با مقاومت فشاری در حدود) **Mpa** ۱۳۵ **۲۰۰۰۰ psi**) در آمریکا با استفاده از دوده ی سیلیسی تولید شده است .
۸. استفاده از عمل آوری بخار یا عمل آوری در اتوکلاو.
کاربرد این شیوه در تولید قطعات پیش ساخته ی بتنی است.
علاوه بر این، عمل آوری در افزایش مقاومت فشاری نهایی، کاهش فرسایش سطحی، و مقاومت افزون تر در مقابل سایش موثر است . عمل آوری این اجازه را می دهد که آب بیشتری برای واکنش هیدراسون خمیر سیمان موجود باشد که این موضوع منجر به افزایش و توسعه ی بهترمقاومت می شود.

۹. استفاده از عایق بندی و ایزولاسیون به منظور حفظ گرمای هیدراسیون.
روکش های عایق کننده و یا سایر اقداماتی که به منظور عایق کردن و ایزولاسیون بتن از محیط خارج صورت می گیرد، می توانند در ۲۴ ساعت اول به منظور کمک کردن به حصول مقاومت از طریق حفظ گرمای هیدراسیون، مورد استفاده قرار بگیرد.
در بعضی از پروژه ها به منظور حفظ گرمای هیدراسیون و عمل آوری از پوشش های عایق کننده ای از جنس فو م های پلی استایرن**(Poly Styrene Foams)** استفاده می شود.
به هر حال، در هنگام برداشتن این روکش ها، به منظور اجتناب از شوک حرارتی ، می بایست احتیاط های لازم صورت بگیرد. شوک حرارتی، ممکن است باعث ایجاد ترکهای پیش رس در بتن بشود.
شکل شماره ۲ مزایای عمل آوری با روکش**(Blanket Curing)** را در توسعه ی مقاومت اولیه برای کاربردهای ترمیمی، لکه گیری و کاربردهایی که نیازمند مقاومت اولیه ی بالا می باشند، تشریح می کند:

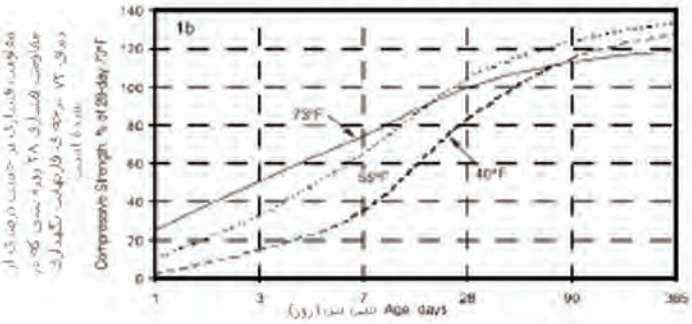


شکل شماره ی ۲
اثر ایزولاسیون با روکش بر روی بتن با مقاومت اولیه‌ی بالا.
بتن دارای سیمان تیپ یک (I) با عیار ۴۲۱ کیلوگرم بر متر مکعب و نسبت آب به سیمان ۰٫۳۰ بوده است. (Grove 1989)

۱۰. استفاده از سیمانهای زود سخت شونده ی ویژه مانند، سیمانهای کلسیم آلومینات.
سیمان کلسیم آلومینات از سیمان های بر پایه ی سیمان پرتلند، نمی باشد. این سیمان در کاربردهای ویژه به منظور کسب مقاومت اولیه ی بالا (حصول مقاومت طراحی در یک روز)، مقاومت در برابر درجه حرارت های بالا، و مقاومت در برابر سولفات ها، اسیدهای ضعیف و آب دریا به کار می رود.

مخلوط سیمان پرتلند و سیمان کلسیم آلومینات به منظور تولید بتن ها و ملات های زودگیر مورد استفاده قرار گرفته است . جنبه کاربردی بتن با سیمان کلسیم آلومینات شامل کف های صنعتی مقاوم در برابر مواد شیمیایی، مقاوم در برابر حرارت و مقاوم در برابر خوردگی، پوشش های نسوز و کاربردهای تعمیراتی است.
استانداردهایی که در رابطه با این نوع سیمان وجود دارند عبارتند از استاندارد انگلیسی-۲ BS۹۱۵ یا استاندارد فرانسوی NF P۱۵-۳۱۵ .
هیدرات هایی که مسئول سخت شدگی سریع و حصول مقاومت اولیه در این نوع سیمان هستند به مرور زمان تغییر می یابند،نامیده می شود همواره رخ م ی دهد. این فرایند شامل « تبدیل » که این پدیده منجر به کاهش مقاومت می شود. این فر ایند که تبدیل هیدرات آلومینات کلسیم شش گوشه ای(Hexagonal) CAH۱۰ با پایداری کم به هیدرات آلومینات تری کلسیم مکعبی (چهار گوشه) C۳AH۶ با پایداری زیاد ، آلومین آبدار AH۳ و آب می باشد . با گذشت زمان و به ویژه در شرایط وجود رطوبت و وجود حرارت، این تبدیل سبب کاهش ۵۳ درصدی در حجم مصالح هیدراته شده، می شود . ولیکن، این تغییر حجم داخلی بدون تغییر چشمگیر در ابعاد کلی عضو بتنی رخ می دهد که منجر به افزایش تخلخل خمیر سیمان و کاهش مقاومت فشاری آن می شود. در نسبت های آب به سیمان پایین ، آب کافی برای همه ی آلومینات کلسیم برای انجام واکنش و تشکیل CAH۱۰ وجود ندارد. آب آزاد شده از فرایند تبدیل CAH۱۰ با بقیه ی آلومینات کلسیم باقیمانده واکنش می دهد که تا اندازه ای اثرات تبدیل را جبران می نماید.
بنابراین طرح بتن با دوام با استفاده از این نوع سیمان می بایست بر پایه ی کارایی و عملکرد بلند مدت باشد و نه بر پایه ی مقاومت زیاد ولی گذرایی که می تواند در ابتدا اتفاق بیفتد. مقاومت های فشاری بلند مدت Mpa ۴۰ برای بتن ساخته شده با سیمان کلسیم آلومینات، در صورتی که به درستی طرح شده باشد ، قابل حصول و رایج است. مقاومت های بالاتر با استفاده از سنگ های درشت دانه ای از جنس سنگ آهک - در مقایسه با تعدادی از سنگ دانه های دیگر که عملکردی به خوبی این سنگ دانه ها ندارند - قابل حصول است.
به دلایل فوق توصیه می شود که سیمان های آلومینات کلسیم در بعضی از انواع ساخت و سازها از قبیل بتن پیش تنیده مورد استفاده واقع نشوند.
برپایه ی این واقعیات، بتن ساخته شده با این سیمان باید دارای حداکثر نسبت آب به سیمان کلی ۰/۴ (شامل آب جذب شده توسط سنگ دانه) وحداقل عیار سیمان ۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد.
به علت تبدیل احتمالی، سیمان کلسیم آلومینات غالباً در کاربردهای غیر سازه ای به کار می رود و در کاربردهای ساز ه ای هم با اتخاذ احتیا طهای لازم مورد استفاده قرار میگیرد و یا

ااینکه اصلا به کارنمی رود (Taylor۱۹۹۷) .
کاربردهای بتن با مقاومت اولیه ی بالا
بتن با مقاومت اولیه ی بالا در موارد زیر دارای کاربرد است:
۱. در بتن پیش تنیده؛ به منظور ایجاد شرایط مناسب برای اعمال زود هنگام تنش.
۲. در بتن پیش ساخته؛ به منظور تولید سریع اعضا و اجزای بتنی.
۳. ساختن سریع ساختمان ها و ساز ه های درجا ساخته شده (در جا ریخته شده).
۴. قالب گیری سریع برای استفاده ی مجدد از قالبها، در مورد بتن های درجا ریخته شده یا بتن های پیش تنیده و یا در مواردی که بتن ریزی با قالب لغزنده صورت می گیرد.
۵. ساخت و ساز و بتن ریزی در هوای سرد؛
هوای سرد به یک بازه ی زمانی اطلاق می شود که در آن میانگین درجه حرارت روز انه به کمتر از ۴ درجه ی سانتی گراد (۴۰ درجه ی فارنهایت) برای مدت سه رو ز متوالی یا بیشتر، افت می کند . این شرایط حکم می کند که یک سری اقدامات احتیاطی در حین ریختن، پرداخت، عمل آوری و محافظت از بتن در برابر اثرات ناشی از هوای سرد صورت گیرد.
در حالت خمیری، اگر دمای بتن به پایین تر از -۴ د رجه ی سانتی گراد (در حدود ۲۵ درجه ی فارنهایت) افت کند، بتن یخ می زند. اگر بتن خمیری یخ بزند مقاومت بالقوه ی آن می تواند تا بیش از ۵۰ درصد کاهش یابد و همچنین بر دوام آن تأثیر منفی خواهد داشت. شکل شماره ی ۳ اثر یخ زدگی بتن خمیری را بر افت مقاومت بالقو ه ی آن نشان میدهد.



شکل شماره ۳
اثر یخ زدگی بتن خمیری بر افت مقاومت بالقوه ی آن.
اقتباس شده از:
National Ready Mixed Concrete Association of America CIP27; Cold Weather Concreting

بتن باید تا رسیدن به مقاومت فشاری حداقل ۵/۳ مگاپاسکال (۵۰۰psi)،در مقابل یخ زدگی محافظت شود، که این زمان برای اغلب بتن های معمولی که در دمای ۱۰ درجه ی سانتی گراد (۵۰ درجه ی فارنهایت)، نگهداری شده اند، در حدود دو روز بعد از ریختن بتن می باشد. در حالی که برای بتن با مقاومت اولیه ی بالا این زمان به صورت کاملا قابل توجهی کمتر است.
علاوه بر این ، مدت زمانی که باید در هوای سرد، دمای بتن برای تکمیل فرآیند هیدراسیون در حدود معینی حفظ شود و از هدر رفتن گرمای بتن جلوگیری شود، بسیار کمتر از بتن های معمولی می باشد.

این موضوع علاوه بر اینکه باعث صرفه جویی در زمان می شود، باعث صرفه جویی اقتصادی به دلیل هزینه ی کمتر برای گرم کردن بتن و نیز به دلیل صرفه جویی صورت گرفته در زمان می گردد.

۶. تست های آزمایشگاهی تسریع شده.

۷. در شاتکریت هایی که نیاز به مقاومت اولیه ی بالا می باشد.

۸. تعمیر و ترمیم سریع روسازی های بتنی موجود برای استفاده ی مجدد و احداث سریع روساز ی های بتنی جدید و یا ایجاد روکش های بتنی ترمیمی بر روی روسازی های آسفالتی آسیب دیده ی موجود؛

استفاده از بتن با مقاومت اولیه ی بالا در ترمیم روسازی های موجود، بخصوص در مناطقی که دارای ترافیک نسبتاً سنگین هستند، بسیار حائز اهمیت می باشد و در حال حاضر تقریباً رایج است . هزینه ی اجرای روسازی ها با استفاده از بتن با مقاومت اولیه ی بالا، ممکن است از بتن معمولی بالا تر باشد که این موضوع ناشی از خدمه ی اجرایی بیشتر مورد نیاز، سایر نظامات و مقدماتی که باید به منظور فراهم آوردن امکانات اجرایی در آخر هفته و روزهای تعطیل فراهم شود ، هزینه ی بالاتر مربوط به دستمزد کارکردن عوامل اجرایی در نیمه شب ها و روزهای تعطیل ونیز طبیعت کوتاه مدت ریختن درجای بتن با مقاومت اولیه ی بالا ، می باشد. این هزینه ها ممکن است تا حدی به وسیله ی کاهش زمان اجرا و نیز اثری که بر روی استفاده ه کنندگان از جاده خواهد داشت، جبران شود.

در کانادا برای بازسازی سریع ورودی های شلوغ رستوران های غذای آماده در طول شب و برگرداندن سریع آنها به سرویس دهی مجدد در طول صبح روز بعد، از بتن های با مقاومت اولیه ی بالا استفاده می شود. (Lessard et al ۱۹۹۴)

مزایای استفاده از بتن با مقاومت اولیه ی بالا در ترمیم روسازی های موجود و احداث روسازی های جدید عبارتند از:

- سرعت بخشیدن به ساخت و ساز و کاهش زمان به علت فراهم آمدن امکان جا به جا شدن سریعتر تجهیزات مورد استفاده بر روی روسازی ایجاد شده و بکارگیری سریعتر آنها برای ادامه ی کار.
- به حداقل رساندن تأخیرهای ترافیکی.
- کاهش تراکم (ماشین آلات و ابزار و ادوات) در منطقه محل انجام پروژه.
- حداقل کردن اتلاف درآمد از طریق کاهش زمان آغاز بهره برداری و شروع اخذ عوارض.

و مزایای گوناگون دیگر.

در روسازی با پیشبرد سریع، استفاده از مخلوطهای با مقاومت اولیه ی بالا ، به ترافیک عبوری تنها چند ساعت پس از ریختن بتن اجازه ی گشایش می دهد.

-۹ بازسازی و ترمیم باندهای پرواز هواپیما در فرودگاه ها.

از دیگر موارد استفاده ه ی بتن با مقاومت اولی ه ی بالا که می توانستیم آن را ذیل عنوان مورد شماره ی ۸ از کاربردهای بتن با مقاومت اولیه ی بالا ، یعنی ؛ تعمیر و ترمیم سریع روسازی های بتنی موجود برای استفاده ی مجدد و یا ایجاد روکش های بتنی ترمیمی بر روی روسازی های آسفالتی آسیب دیده ی موجود ، نیز بیان نمائیم ؛ بازسازی باند پرواز فرودگاه ها می باشد که این باز سازی می تواند تعمیر روسازی بتنی و یا روکش روسازی آسفالتی آسیب دیده ی باند فرودگاه باشد . از آنجا که به خصوص در فرودگاه های شلوغ باند پرواز برای مدت طولانی نمی تواند بسته نگه داشته شود، لذا می بایست از رو شهایی به منظور ترمیم و تعمیر سریع باند فرودگاه و گشایش سریع آن برای استفاده ی مجدد استفاده نمود، که یکی از این روش ها استفاده از بتن با مقاومت اولیه ی بالا است.

از موارد کاربرد بتن با مقاومت اولیه ی بالا در ترمیم و تعمیر باند فرودگاه ها، می توان به عنوان نمونه ، به بازسازی و ترمیم باند پرواز فرودگاه بین المللی فونیکس(**Phoenix Sky Harbor International Airport**) ، واقع در بندر فونیکس ماریکوپاکانتی ایالت آریزونا(**Phoenix , MaricopaCounty , Arizona**) در آمریکا، اشاره کرد؛ این فرودگاه که چهارمین فرودگاه شلوغ جهان با وسعتی در حدود ۱۰۱۱ /۷ هکتار است دارای سه باند پرواز می باشد که عملیات ترمیم و تعمیر بر روی یک باند آن به همراه باند تاکسی مربوط به آن به طول ۱۱ هزار فوت (حدوداً ۳۳۵۳ متر) به اجرا در آمده است و در طول اجرای این عملیات است. این عملیات شامل تعویض روسازی بتن آسفالتی (قیری) یا روسازی بتنی در باند ۲۶-۸ ،باند پرواز همچنان قابل استفاده بوده است.

حداقل شرایط مورد نیاز برای بتن با مقاومت اولیه بالا

حداقل شرایطی که بتن با مقاومت اولیه ی بالا می بایست تأمین نماید، با توجه به نوع کار مورد نظر که در آن از بتن با مقاومت اولیه ی بالا استفاده می شود متفاوت خواهد بود و مؤسسات و بخشنامه های گوناگون با توجه به حوزه ی کاری خود و میزان کارایی مورد انتظار از بتن با مقاومت اولیه ی بالا، یک سری شرایط حد اقل را برای آن تعیین نموده اند که این بتن به منظور پذیرش می بایست آنها را براورده نماید.

به عنوان مثال حداقل شرایطی که بتن با مقاومت اولیه بالا می بایست بر اورده کند بنابر دستورالعمل دپارتمان حمل و نقل ایالتی نیویورک، مطابق جدول شماره ی ۳ می باشد.

جدول شماره ۳: شرایط مورد نیاز برای بتن با مقاومت اولیه‌ی بالا مطابق دستورالعمل دپارتمان حمل و نقل ایالتی نیویورک

خصوصیت	حداقل	مطلوب	حداکثر
مقاومت فشاری ۲۸ روزه	۲۶ Mpa	-	-
مقاومت فشاری در حین گشایش ترافیک	۱۷ Mpa	-	-
محتوای هوا در حالت خمیری	۵٫۰ درصد	۶٫۵ درصد	۸٫۰ درصد
محتوای هوا در حالت سخت شده	۵٫۰ درصد	۶٫۵ درصد	۸٫۰ درصد
نسبت آب به سیمان	-	-	۰٫۴۴
اسلامپ*	۲۵ mm	-	۱۵۰ Mm

* حداقل اسلامپ امکان متراکم کردن و پرداخت مطلوب بتن را فراهم می آورد و حداکثر اسلامپ به منظور جلوگیری از جدایی دانه ها (Segregation)، وضع گردیده است.

نکاتی در مورد بتن آماده ی با مقاومت اولیه ی بالا

از آنجا که زمان گیرش بتن با مقاومت اولیه ی بالا، کوتاه است و گیرش در این بتن ها سریع اتفاق می افتد، به منظور تسریع در زمان ساخت و ساز، حمل این بتن به کارگاه و سایت کاری می بایست با سرعت هر چه تما م تر صورت بگیرد.این موضوع، معمولاً نیازمند آماده کردن مناسب سایت کاری ، به منظور تسهیل دسترسی

تجهیزات متحرک ساخت و ساز وبتن ریزی و کامیون های حمل و نقل بتن ، به محل های مورد نظر برای بتن ریزی می باشد. ممکن است نیاز به استفاده از مواد افزودنی کندگیر کننده(**Retarders**) به منظور کاهش نرخ هیدراسیون، نیز وجود داشته باشد.

علاوه بر این ممکن است یک سری اصلاحات و تعدیل ها، در مورد اختلاط، حمل کردن، ریختن و عمل آوری نیز مورد نیاز باشد . واضح است که زمان حمل و نقل می بایستی به خوبی مدیریت شود، به این علت که، بر کارآیی و میزان نیاز به استفاده از مواد افزودنی کندگیر کننده، تأثیرگذار خواهد بود.

نکته ی دیگری که حائز اهمیت است ، اجتناب و جلوگیری از تجمع و تمرکز کامیون های حاوی محموله های بتن تحویلی، در نقطه ی تخلیه می باشد؛ زیرا در آنجا ، در محموله های دوم و بعد از آن در حین انتظار برای تخلیه، افت اسلامپ رخ می دهد.

این تمرکز و تجمع کامیون ها، در طول نمونه برد اری از اولین کامیون محموله ی بتن تحویلی روز برای اخذ نمونه های آزمایشی مختلف، تمایل به شکل گیری دارد.

نمونه هایی از بتن های با مقاومت اولیه ی بالا

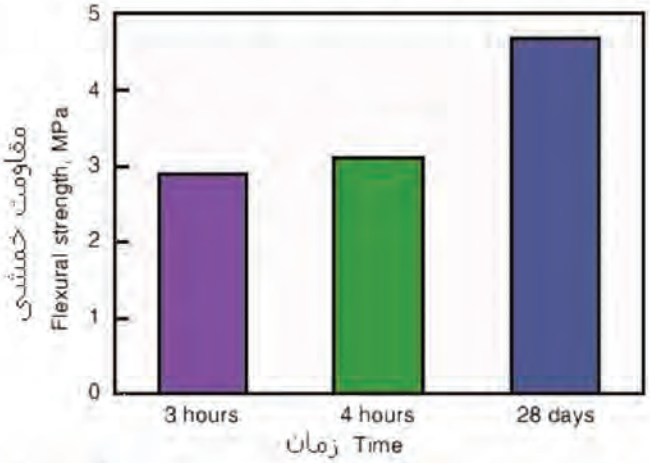
۱. نمونه ای از یک مخلوط بتنی سریع الاثر (با مقاومت اولیه ی بالا) که به عنوان پوشش بتنی پیوندی شاهراه به کار رفته است شامل ۳۸۰ کیلوگرم سیمان تیپ سه ۴۲ کیلوگرم خاکستر بادی (**Fly Ash**) تیپ C ۶/ ۵ ، درصد هوا، یک کاهنده ی آب و یک نسبت آب به مصالح سیمانی ۰/۴ بوده است. داده های مقاومتی برای این بتن با اسلامپ ۴۰ میلیمتر در جدول شماره ۴ ارائه شده اند.

جدول شماره ۴ : داده‌های مقاومتی برای پوشش پیوندی با مقاومت اولیه‌ی بالا

عمر بتن	مقاومت فشاری (MPa)	مقاومت خمشی (MPa)	مقاومت پیوند (MPa)
۴ ساعت	۱،۷	۰،۹	۰،۹
۶ ساعت	۷،۰	۲،۰	۱،۱
۸ ساعت	۱۳،۰	۲،۷	۱،۴
۱۲ ساعت	۱۷،۶	۳،۴	۱،۶
۱۸ ساعت	۲۰،۱	۴،۰	۱،۷
۲۴ ساعت	۲۳،۹	۴،۲	۲،۱
۷ روز	۳۴،۲	۵،۰	۲،۱
۱۴ روز	۳۶،۵	۵،۷	۲،۳
۲۸ روز	۴۰،۷	۵،۷	۲،۵

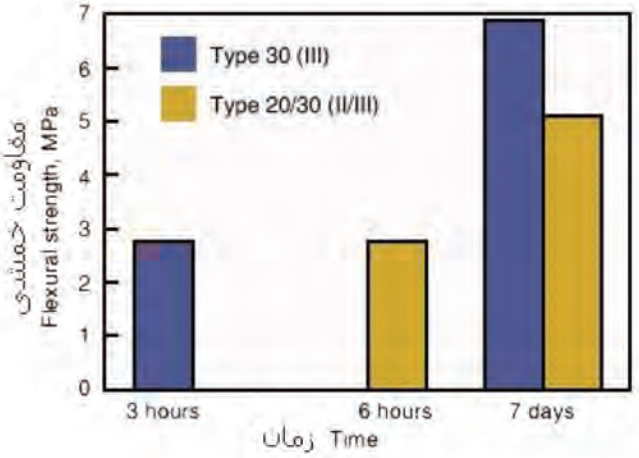
اقتباس شده از : Knuston and Riley 1987

۲. اشکال شماره ۴ و ۵ توسعه ی مقاومت اولیه را در بتن هایی که به منظور گشایش عبور و مرور و ترافیک ظرف مدت ۴ ساعت پس از بتن ریزی، طرح شده اند، تشریح می کند:



شکل شماره ۴

توسعه ی مقاومت یک مخلوط بتنی با مقاومت اولیه ی بالا که با استفاده از ۳۹۰ کیلوگرم بر متر مکعب سیمان زود سخت شونده، ۶۷۶ کیلوگرم بر متر مکعب ماسه، ۱۱۱۵ کیلوگرم بر متر مکعب درشت دانه ی با حداکثر اندازه ی اسمی ۲۵ میلیمتر، یک نسبت آب به سیمان ۴۶ / ۰، یک اسلامپ ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلیمتری و روان کننده(**Plasticizer**) و کندگیرکننده(**Retarder**) ساخته شده است. گیرش اولیه پس از یک ساعت اتفاق افتاده است.(۲۰۰۱ **Pyle**)



شکل شماره ۵

توسعه ی مقاومت یک مخلوط بتنی با مقاومت اولیه ی بالا که با استفاده از ۵۰۴ تا ۵۲۸ کیلوگرم بر مترمکعب سیمان تیپ سه یا تیپ دو/سه ، درشت دانه ی با حداکثر انداز ه ی اسمی ۲۵ میلیمتر، یک نسبت آب به سیمان ۳۰ / ۰، یک روان کننده (**Plasticizer**) ، یک ماده ی ، افزودنی کنترل کننده ی هیدراسیون(**Hydration Control Admixture**) و یک زودگیرکننده(**Accelerator**) ساخته شده است. گیرش اولیه پس از یک ساعت اتفاق افتاده است. (۲۰۰۱ **Pyle**)

۳. بتن با مقاومت اولیه ی بالا، متشکل از سیمان پرتلند تیپ یک (**GP I**) با عیار ۳۵۰ کیلوگرم برمتر مکعب بتن، به همراه مواد افزودنی فوق روان کننده و زودگیرکننده ؛ ۵ تا ۱۰ درصد ا ضافه بها برای تقریباً ۱۰۰ درصد بهبود مقاومت نسبت به بتن معمولی در مدت ۲۴ ساعت به همراه زمان گیرش تسریع شده، و مناسب برای قطعات بتنی پیش ساخته و بتن ریزی در محل. این بتن یک مقاومت اولیه ی بالای عالی از خود نشان می دهد . با توجه به اشکال شماره ی ۶ و ۷ ، توسعه ی مقاومت اولیه در این نوع بتن در مدت ۲۴ ساعت ، در شرایط اعمال حرارت و در دمای ۴۲ درجه سانتی گراد، تقریبا ۵۰ درصد، و در شرایط عادی و در دمای ۲۰ درجه ی سانتی گراد، تقریباً ۱۰۰ درصد نسبت به بتن معمولی افزایش می یابد.

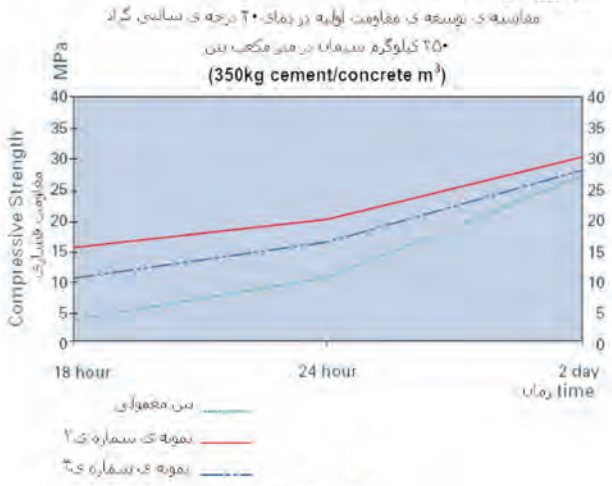
در اشکال شماره ی ۶ و ۷ این نوع بتن با عنوان نمونه ی شماره ی ۳ معرفی شده است.

با استفاده از این بتن با یک افزایش هزینه ی ۵ تا ۱۰ درصدی، قادر به برداشت سریع قالب های پیش ساخته و یا بالا بردن سریع پانل های شیبدار خواهیم بود. با این نوع بتن همچنین می توانیم به یک مقاومت نهایی در حدود ۱۰ درصد بیشتر از بتن معمولی، دست یابیم.

۴. بتن با مقاومت اولیه ی بالا متشکل از سیمان پرتلند تیپ سه (**HE III**) با عیار ۳۵۰ کیلوگرم بر متر

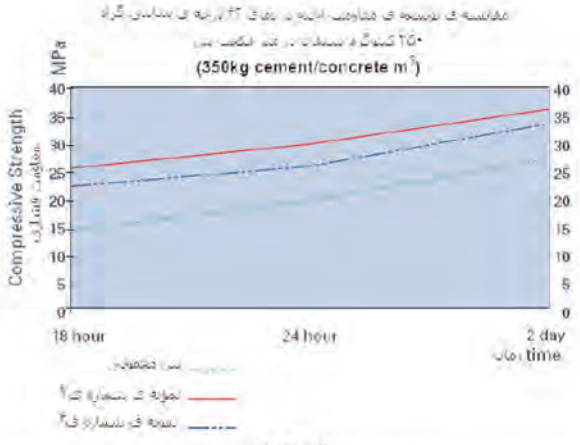
مکعب ؛ درصد اضافه بها برای تقریباً ۵۰ درصد بهبود مقاومت نسبت به بتن معمولی در مدت ۲۴ ساعت به همراه زمان گیرش عالی، پرداخت خوب و ۵ درصد بهبود در مقاومت نهایی . ، این نوع بتن یک بتن اقتصادی است که بهبود مقاومت اولیه ی خوبی از خود نشان می دهد. با توجه به اشکال شماره ی ۶ و ۷ توسعه ی مقاومت اولیه در این نوع بتن در مدت ۲۴ ساعت، در شرایط اعمال حرارت و در دمای ۴۲ درجه ی سانتی گراد ، تقریباً ۳۰ درصد ، و در شرایط عادی و در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد، حدوداً ۵۰ درصد نسبت به بتن معمولی افزایش می یابد.

در اشکال شماره ی ۶ و ۷ این نوع بتن با عنوان نمونه ی شمار هی ۴ معرفی شده است. این بتن، یک بتن عالی برای تولیدکنندگان قطعات پیش ساخته، با توسعه ی مقاومت اولیه و قابلیت پرداخت عالی، می باشد همچنین در این بتن با افزایش هزینه ای در حدود ۵ درصد نسبت به بتن معمولی، برداشتن سریع قالب های پیش ساخته امکان پذیر می گردد و به علاوه گیرش سریعتری نیز رخ می دهد.



شکل شماره ۶

مقایسه‌ی حصول مقاومت اولیه در دو نمونه بتن با مقاومت اولیه‌ی بالا با بتن معمولی در شرایط عادی و در دمای ۲۰ درجه‌ی سانتی گراد



شکل شماره ۷

مقایسه‌ی حصول مقاومت اولیه در دو نمونه ی بتن با مقاومت اولیه‌ی بالا با بتن معمولی در شرایط وجود حرارت و در دمای ۴۲ درجه ی سانتی گراد

عملکرد طولانی مدت بتن های با مقاومت اولیه ی بالا

از آنجا که اولین مورد و عمده ی کاربرد بتن با مقاومت اولیه ی در کارهای مربوط به راه سازی و روسازی، خصوصاً دربزرگ راه ها می باشد، لذا عمده ی بررسی های مربوط به عملکرد بلند مدت بتن با مقاومت اولیه ی بالا توسط مؤسسات وپژوهشکده های مرتبط با راه صورت گرفته است که در اینجا نتایج تعدادی از این بررسی ها ارائه میشود.

تجربیات مستقیمی که توسط دپارتمان های ایالتی حمل و نقل آمریکا، شامل دپارتمان حمل و نقل میشیگان **(MDOT)** ، صورت گرفته است حاکی از آن است که مخلوط های با مقاومت اولیه ی بالا**(HESC)** ، خواص مقاومتی بی نقصی از خود نشان داد ه اند، ولی در عملکرد دراز مدت دچار نقصان گردیده اند که منجر به خرابی و زوال روسازی گردیده است .

نمودارهای **SEM** ، ریز ترک های مفرط و فزاینده ای را نشان داده اند که این ریز ترک ها ناشی از کرنش های انقباضی بزرگ به عنوان نتیجه ی گرمای اولیه ی هیدراسیون می باشند.

ترک های آب رفتگی و جمع شدگی احتمالاً به سبب افزایش سریع در مدول الاستیک (آب رفتگی در حالت مهار شده را افزایش می دهد) و تنش های حرارتی و کرنش های انقباضی یا کرنش های ناشی از آب رفتگی (به سبب محتوای سیمان بالا و نسبت پایین آب به سیمان) افزایش می یابد.

افزایش سریع مقاومت بر روی شکل و توزیع فضایی فرآورده های هیدراسیون تأثیر می گذارد ؛ هرچه یکنواختی توزیع فرآورده های هیدراسیون کمتر باشد، خصوصیات نفوذ ناپذیری ضعیف تر می شود و ماتریس سیمان دارای ویژگی های مناسبی برای عملکرد طولانی مدت مناسب نخواهد بود.

با این کمبودکه در مورد مخلو ط های با مقاومت اولیه ی بالا وجود دارد، توصیه می شود که الیاف سلولزی فرآوری شده به منظور مسلح کردن ماتریس سیمان در مدت تازگی آن، به مخلوط اضافه گردد.

فرض کنیم که با اضافه کردن این الیاف محتوای سیما ن می تواند ۲۰ تا ۲۵ درصد کاهش یابد ، بدین وسیله نسبت آب به سیمان بالا می رود و گرمای هیدراسیون کاهش می یابد.

سرعت کمتر هیدراسیون توزیع بهتر فرآورده های آن را ممکن می سازد و در نتیجه خصوصیات نفوذناپذیری بهبود می یابد.

Neeraj Buch,Ph.D. ; Impact Of Processed Cellulose Fibers On) (PCC Properties) (Aug۱۹۹۷- Aug۱۹۹۸

برنامه ی تحقیقات استراتژیک بزرگراه، عملکرد بلند مدت تعمیرات تمام عمق روسازی های بتنی را که با استفاده از بتن با مقاومت اولیه ی بالا ساخته شده اند، در یک مطالعه و مونیتورینگ کارگاهی و میدانی پنج ساله مورد بررسی قرار داده است **(SHRP C-۲۰۶)** .

هدف از این پژوهش تشریح کردن وتأیید اعتبار تکنولوژ ی هایی که اجاز ه ی گشایش زودهنگام تعمیرات تمام عمق - با استفاده از بتن سیمان پرتلند - روسازی ها را، بر روی ترافیک عبوری می دهند، و همچنین مستند کردن اطلاعات مورد نیاز برای به کار بردن این تکنولوژی در موارد مشابه در آینده بوده است.

فاکتورهای مورد آزمایش شامل نوع مصالح، مقاومت در هنگام گشایش و طول قسمت تعمیر شده بوده است . به طور کلی ۱۱ نوع مخلوط بتنی با مقاومت اولیه ی بالا با زمان های گشایش متغیر بین ۲ تا ۲۴ ساعت در دو سایت کارگاهی آگوستا، جورجیا **(Augusta , Georgia)** و ورمیلیون، اوهایو**(Vermillion , Ohio)** مورد ارزیابی قرار گرفته است. عملکرد بلند مدت این بخش های آزمایشی با استفاده از مطالعات بلند مدت اداره ی کل بزر گراه های

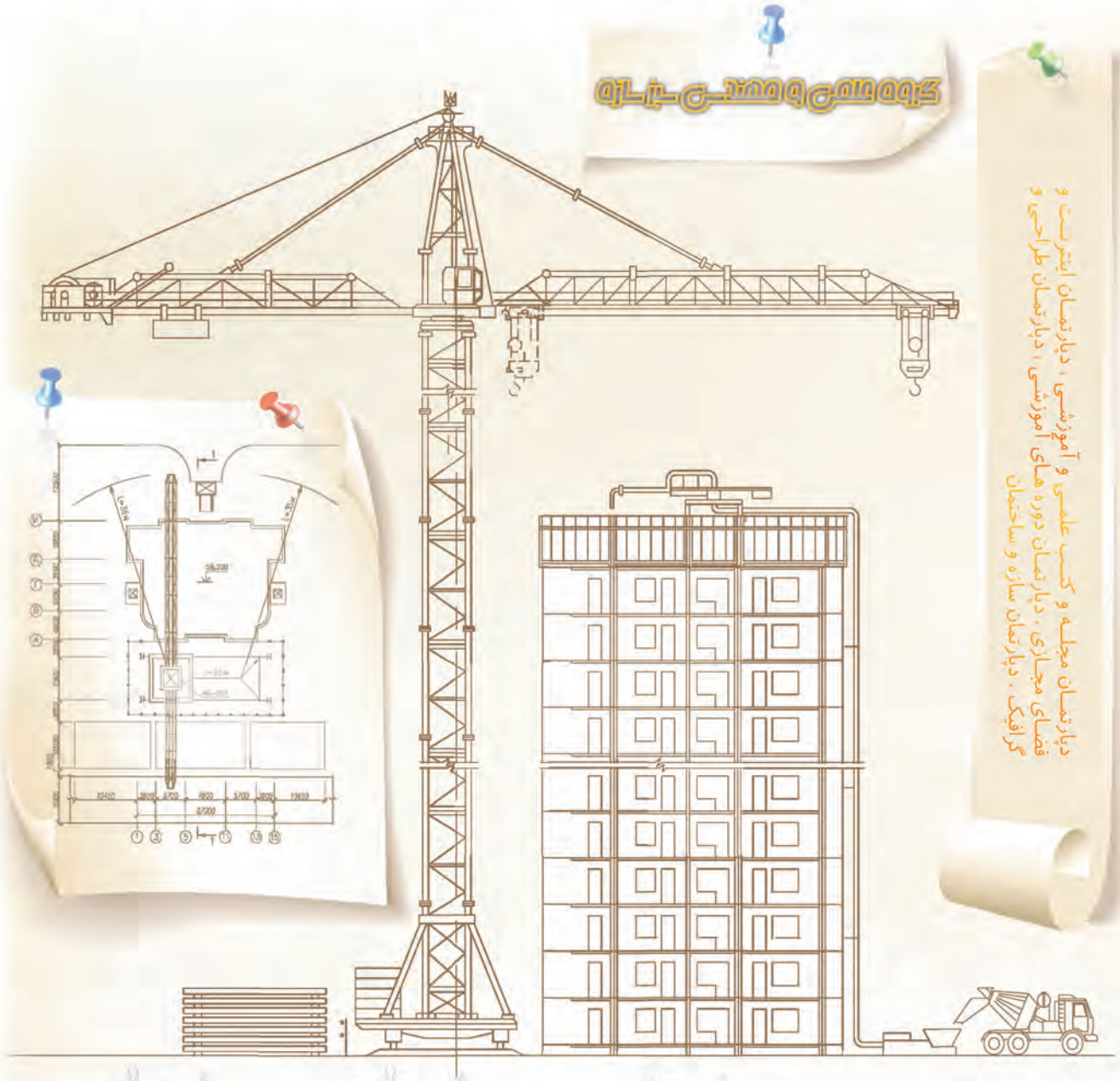
دپارتمان حمل و نقل ایالات متحده (FHWA) ، مورد ارزیابی واقع شده است.
برنامه ی بررسی و دیده بانی شامل هدایت و اجرای یک بررسی بصری از میزان خسارت وارده به صورت سالانه، به منظوردیده بانی و مشاهده ی توسعه ی ترک خوردگی ها، شکست ها و گسلشها، پکیدگی و قلو ه کن شدگی ها بوده است.نتایج این دید ه بانی و بررسی بلند مدت نشان داد که، تعمیرات تمام عمق ساخته شده با استفاده از بتن سیمان پرتلند با مقاومت اولیه ی بالا، می توانند یک عملکرد بلند مدت خوب را فراهم نمایند ولیکن شرایط حرارتی نامطلوب در حین نصب و اجرای آنها می تواند سبب گسیختگی های زودرس گردد.
این مطالعه همچنین نشان داد که خرابی ناشی از خستگی در اثر گشایش زودهنگام ، به ویژه برای تعمیرات با طول ۷/۳ متر (۱۲ فوت) و یا کمتر، ناچیز و قابل چشم پوشی است . منحصرا بر پایه ی ملاحظات خستگی، این تعمیرات تمام عمق را می توان در مقاومت های کمتر از مقاومت هایی که به صورت نوعی توصیه شده است، بر روی ترافیک عبوری گشود . ولیکن، گشایش در مقاومت های خیلی کمتر از حدود توصیه شده به دلیل ریسک و خطر گسیختگی های زودرس تصادفی ناشی از بارهای سنگین منفرد در سنین اولیه، توصیه نمی شود.
(H.Thomas - Yu Jgannath Mallela - Michael Darter ERES Consultants Inc.)

نکات تکمیلی
- در هنگام طرح مخلوط های با مقاومت اولیه بالا، توسعه ی مقاومت تنها معیاری که باید مورد ارزیابی واقع شود ، نمی باشد؛ دوام، سخت شدگی اولیه،انقباض اتوژنوس یا خود به خود(Autogenous Shrinkage) ، انقباض ناشی از خشک شدن، افزایش دما، و همچنین سایر خواص می باید به منظور تعیین سازگاری با پروژ ه ی مورد نظر مورد ارزیابی واقع شوند . در موارد معدودی تخریب زود هنگام بتن، ناشی از ترک های جمع شدگی فزاینده یا سایر شرایط محیطی منجر به کارایی غیر رضایت بخش تعمیرات تمام ضخامت ، روسازی های بتنی و دال های بتنی تعویض شده ، گردیده است . این نگرانی ها با داشتن توجه کامل و نیز داشتن درک صحیح از اثرات تغییرات در طرح اختلاط، می تواند به حداقل برسد. ممکن است شیو ه های ویژه ی عمل آوری از قبیل مه پاشی به منظور کنترل ترکهای جمع شدگی پلاستیک مورد نیاز باشد. استفاده از رزین های غشاء ساز ویژه ی عمل آوری برای بتن های با مقاومت اولیه ی بالا، می تواند یکی از شیو ه های مقابله با ایجاد ترکهای جمع شدگی پلاستیک در آنها باشد.
در این گونه بتن ها، که در مقابل کاهش رطوبت ناشی از گرمای ایجاد شده در اثر هیدراسیون، باد و نور مست قیم خورشید حساس هستند و در این حالت در آنها تر ک های جمع شدگی پلاستیک ایجاد می شود، با استفاده از این گونه رزین های غشاء ساز، می توان از خروج آب مورد نیاز برای هیدراسیون بتن و نیز ایجاد ترک های پلاستیک جلوگیری کرد.
- در موارد بسیاری استفاده از بتن با مقاومت اولیه ی بالا می تواند از طریق تسریع در ساخت و ساز و کاهش زمان اجرای پروژه می تواند منجر به کاهش هزینه ی اجرای پروژه و صرفه جویی مالی قابل توجهی گردد.
به عنوان نمونه در سال ۱۹۹۵ عرشه ی پل جاکوز -کارتیر (Jacques-Cartier) واقع در شربروک (Sherbrooke) کانادا بین ماه های آگوست و نوامبر، با استفاده از ۱۸۰۰ متر مکعب بتن ۶۰ مگاپاسکال با مقاومت اولیه ی بالا ، بازسازی گردید که (Blais et al , ۱۹۹۶) توسعه ی مقاومت سریع این بتن باعث تسریع ساخت و ساز و صرفه جویی ۱۵۰۰۰۰ دلاری در هزینه ی اجرای پروژه گردید .این صرفه جویی بدون در نظر گرفتن صرفه جویی ناشی از هزینه های تأخیر استفاده کنندگان می باشد.
- نسبت های اختلاط و همچنین شیوه های عمل آوری و سایر موارد در رابطه با بتن با مقاومت اولیه ی بالا می تواند به گونه ای تعیین شود که این بتن در مدت چند ساعت به درجه ای از هیدراسیون برسد، که برای بهبود کافی خواص فیزیکی مورد نیاز می باشد. این موضوع عمدتاً در موارد ترمیم روسازی ها و جایگزینی دالها در طول بازسازی روساز ی های بتنی رخ می دهد.
در طول این باز ه ی زمانی کوتاه - که تبخیر آب می تواند برای بتن بسیار زیان آور باشد - این احتمال وجود دارد که مقدار از دست رفتن آب به سطوح بحرانی نرسد. به عنوان مثال بر پایه ی استاندارد ASTM C ۳۰۹ (مشخصات مربوط به ترکیبات عمل آوری)، معمولاً اتلاف آب تا حد ۰/۵۵ کیلوگرم بر متر مربع پس از ۷۲ ساعت برای باقی ماندن آب کافی برای هیدراسیون قابل قبول است . نرخ تبخیر آب از بتن سخت شده به شرایط حدی (حداکثر دما، حداکثر رطوبت و ...) نسبت آب به سیمان و بلوغ بتن بستگی دارد، ولی نرخ تبخیری در حدود ۰/۰۳ کیلوگرم بر مترمربع بر ساعت، در طول چند روز اول و تحت شرایط خشک شدن نسبتاً شدید محتمل می باشد.
با این نرخ تبخیر، در طول یک پریود ۷۲ ساعته ، ۲/۲ کیلوگرم بر متر مربع آب از دست می رود، که دارای شدت کافی برای اعمال تأثیر شدید بر نرخ هیدراسیون می باشد.
در طول باز ه ی زمانی ۶ تا ۱۰ ساعتی مربو ط به بتن با مقاومت اولیه ی بالا، این نرخ خشک شدن باعث از دست رفتن ۰/۳ کیلوگرم بر متر مربع آب می شود که احتمالاً برای بتن با مقاومت اولیه ی بالا مضر نخواهد بود، ولی اطمینان یافتن از این موضوع نیازمند انجام پژوهش های کافیست.

نتیجه گیری

از آنجا که در کشور ما همواره مشکلات فراوانی در ساز ه ها به علت عدم عمل آوری و یا عمل آوری ناکافی و نامناسب، به وجود می آید بتن با مقاومت اولیه ی بالا به علت حصول مقاومت اولیه ی بالا و عدم نیاز به عمل آوری طولانی مدت، می تواند گزینه ی مناسبی برای کاربرد در برخی از موارد باشد . به علاوه بتن با مقاومت اولیه ی بالا در صورت طرح و اجرای با مطالعه ، صحیح و مناسب با توجه به شرایط و محل اجرای پروژه ، می تواند به عنوان یکی از بهترین گزینه ها به منظور ترمیم و تعمیر سریع روساز ی های بتنی یا آسفالتی موجود و در نتیجه کاهش تأخیرهای ترافیکی به کار رود. همچنان که اخیراً تحقیقات فراوانی در این زمینه توسط مراکز تحقیقاتی مرتبط با راه و حمل و نقل ، در آمریکا و سایر کشورها صورت گرفته و یا در حال انجام است.

References:
۱-Bickley, J.A., Ryell, J., Rogers, C., and Hooton, R.D., "Some Characteristics of High-Strength Structural Concrete: Part ۲," Canadian Journal for Civil Engineering, National Research Council of Canada, December ۱۹۹۴.
۲-PCA, Freedman, Sidney, High-Strength Concrete, IS۱۷۶T, Portland Cement Association, ۱۹۷۱.
۳-ACI, "State-of-the-Art Report on High-Strength Concrete," ACI ۳۶۳R-۹۲, ACI Committee ۳۶۳ Report, American Concrete Institute, Detroit, ۱۹۹۲.
۴-Knutson, Marlin, and Riley, Randal, "Fast Track Concrete Paving Opens Door to Industry Future," Concrete Construction, Concrete Construction Publications, Inc., Addison, Illinois, January ۱۹۸۷, pages ۴-۱۳.
۵-Klieger, Paul, Early-High-Strength Concrete for Prestressing, Research Department Bulletin RX۰۹۱, Portland Cement Association, ۱۹۵۸.
۶-Wolsiefer, John, "Ultra High-Strength, Field Placeable Concrete with Silica Fume Admixture", Concrete International, American Concrete Institute, Detroit, April ۱۹۸۴, pages ۲۵-۳۱.
۷-Popovics, Sandor, Rajendran, N., and Penko, Michael, "Rapid Hardening Cements for Repair of Concrete," ACI Materials Journal, American Concrete Institute, Detroit, January-February ۱۹۸۷, pages ۶۴-۷۳.
۸-Lessard, M., Dallaire, E., Blouin, D., Aïtcin, P.-C., "High Performance Concrete Speeds Reconstruction For McDonald's," Concrete International, Vol. ۱۶, No. ۹, September, pages ۴۷-۵۰.



اصلاح رفتار مقاومتی خاک با استفاده از الیاف طبیعی

نشاط اخوت[1]، رضا پورحسینی[2]، سید مهدی ابطحی[3]، سید مهدی حجازی[4]
۱- دانشجوی دوره کارشناسی ارشد مهندسی خاک و پی، دانشگاه یزد
۲- استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه یزد
۳- استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان
۴- دانشجوی دوره دکتری مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی اصفهان

neshat_okhovat@yahoo.com
r_porhoseini@yazduni.ac.ir
mabtahi@cc.iut.ac.ir
hejazi110@tx.iut.ac.ir

www.SoftGozar.com

چکیده

جهت بررسی و اندازه گیری تأثیر متغیرهای مختلفی چون نوع الیاف، درصد وزنی (نسبت وزن خشک الیاف به وزن خشک خاک) و طول الیاف بر بهبود رفتار برشی خاک ماسه ای تسلیح شده (با توزیع تصادفی)، از الیاف طبیعی همچون کاهجو و کنف در آزمایش برش مستقیم استفاده شد. نتیجه شاخص در این آزمایش ها، افزایش مقاومت برشی مخلوط ماسه با توزیع تصادفی الیاف در بازه رطوبتی ۱۱ تا ۱۴ درصد است. اما در رطوبت بیشتر رفتار خاک مسلح متفاوت میگردد. افزایش طول الیاف تا ۲۰ میلیمتر با ثابت ماندن درصد الیاف، مقاومت برشی را افزایش میدهد؛ درحالیکه افزایش بیشتر طول، کاهش مقاومت را در پی دارد.

کلمات کلیدی: الیاف طبیعی، خاک مسلح، مقاومت برشی، برش مستقیم

مقدمه

تقویت خاک های ضعیف و نامناسب جهت بکارگیری در شیروانی ها، پی ها، بستر جاده ها، سدها و ... برای ایجاد پیکربندی خاکی با ویژگی های مهندسی دلخواه، تثبیت و تسلیح خاک نامیده میشود. تسلیح خاک با الیاف از یک طرف شامل استفاده مستقیم از الیاف بصورت تصادفی در ماتریسی همانند خاک است و از طرف دیگر شامل استفاده از الیاف با آرایش یافتگی مشخص، همچون خانواده ژئوسینتتیکها است. در واقع، خاک مسلح ماده مخلوطی، ناشی از ترکیب و بهینهسازی خواص تک تک مواد تشکیل دهنده آن است [۱]. روشهای فیزیکی مثل افزودن المانهای گسسته با توزیع تصادفی همچون استفاده از الیاف طبیعی و مصنوعی، یک روش نسبتاً موفق در بهبود عملکرد خاک است. همچنین مطالعات نشان میدهد که خصوصیات تنش- کرنش- مقاومت خاکهای تسلیح شده با توزیع تصادفی الیاف تابعی از میزان الیاف، نسبت طول به عرض، و سطح اصطکاک الیاف در امتداد خاک و الیاف و خصوصیات مقاومتی است [۲] . تسلیح خاک با الیاف، بهبود قابل توجه در مقاومت، ظرفیت باربری، شکلپذیری و تغییرات حجم ماتریس (خاک) را به همراه دارد. وایدل برای اولین بار در سال ۱۹۶۹ مفهوم تسلیح خاک با الیاف را معرفی نمود. وی بیان کرد که استفاده از المان تسلیح در خاک، مقاومت برشی آن را افزایش میدهد [۳]

مطالعات آزمایشگاهی انجام شده برروی خاکهای مخلوط شده با الیاف گوناگون، نتایج قابل توجهی را نشان میدهد. در بیشتر موارد، افزودن الیاف به خاک، افزایش قابل توجهی در پایداری خاک در مقابل شرایط مختلف به همراه دارد. مطالعات قبلی نشان میدهد که افزودن الیاف بطور قابل توجهی مقدار **CBR** ماسه و رس مسلح با الیاف پلیپروپیلن را بدون هیچ نشانی از شکست بعد از آزمایش، افزایش میدهد [۴] و نشست ناگهانی خاکهای منبسط شونده کاهش میابد [۵]. لاستیک تایر ضایعاتی ظرفیت باربری ماسه ضعیف را بالا میبرد اما ترکیب نخ تایر لاستیک و جداره های لاستیک سبب افزایش بیشتری در ظرفیت باربری میشود [۶]. افزودن ژئوتکستایل از الیاف نارگیل بافته شده نیز تأثیر خوبی بر CBR دارد [۷]. افزایش مقاومت فشاری محصورنشده هم یکی از موارد مورد بحث در مطالعات آزمایشگاهی بوده است [۹,۸,۳] . مقاومت کششی بارزترین خصوصیت الیاف است که منجر به افزایش مقاومت کششی مخلوطهای خاکی می شود [۱۱,۱۰,۷] . افزایش میزان الیاف باعث افزایش سهم الیاف در افزایش مقاومت کششی میشود و افزایش طول الیاف این سهم را کاهش میدهد [۱۲]. با افزایش نسبت طول به عرض الیاف، مقاومت پیک و تغییرات حجم کل افزایش میابد [۱۳] و تنش محصورکننده بحرانی در مقدار پایینتری رخ میدهد [۱۴]. در نسبت طول به عرض کمتر، تورم کمتر میشود [۴]. اگر نسبت طول به عرض و تمرکز الیاف ثابت بماند، طول بیشتر الیاف مقاومت مخلوط را نسبت به الیاف کوتاهتر بیشتر میکند [۱۵]. اگر طول الیاف نسبت به اندازه دانه ها بیشتر باشد تأثیر بیشتری خواهد داشت و این مقدار باید حداقل برابر با اندازه دانهها باشد (بدون توجه به نسبت طول به عرض). زمانی که طول الیاف با اندازه دانهها و اندازه منافذ یکی شد، تأثیر الیاف از بین میرود [۱۵]. افزایش طول الیاف، تغییر مشخصی در زاویهٔ اصطکاک داخلی ایجاد نمی-کند، در حال یکه چسبندگی و مقاومت برشی نهایی به صورت غیرخطی افزایش می یابد [۱۶,۱۷] . افزایش طول باعث افزایش حداکثری در مقدار UCS [۹] افزایش ، افزایش و افزایش شکلپذیری میشود. کاهش در سختی [۱۸] و میزان رطوبت بهینه [۱۶] نیز بدنبال افزایش طول

رخ می دهد. افزایش مقاومت برشی نیز یکی از نقش های مهم الیاف درمخلوط های خاکی است . هرچند استفاده از پودر لاستیک در ماسه ضعیف کاهش مقاومت برشی را در پی دارد [۱۸]. تحت شرایط بارگذاری زهکشی شده و زهکشی نشده در آزمایشات سه محوری، مقاومت افزایش می یابد .[۱۹]. تغییرات مقاومت برشی با بررسی پارامترهای مقاومت برشی نیز مورد مطالعه قرار گرفته است. چسبندگی با افزودن الیاف تحت تأثیر قرار میگیرد [۴]. اما استفاده از الیاف پلی پروپیلن در خاک ماسه ای هیچ تغییری در چسبندگی ایجاد نمیکند [۲۰]. افزایش در زاویه اصطکاک داخلی مخلوطها [۱۶] و رشد غیر خطی آن در بعضی نمونه ها آشکار است [۸]. چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی مؤثر نیز به طور مشخصی در آزمایش فشاری سه محوری افزایش می یابد. زاویه اصطکاک داخلی، تحت بارگذاری زهکشی شده، کمی بیشتر از بارگذاری زهکشی نشده است [۱۹] .

افت مشخص در سختی اولیه مصالح زمانی رخ میدهد که الیاف سبب افزایش تنش گسیختگی ماسه میشوند [۱۵] اما برخی آزمایشات تأثیر قابل توجهی در سختی اولیه [ماسه نشان نداده اند].

از سوی دیگر، با عبور از قرن بیستم، و اتمام منابع تجدید ناپذیر، نیاز به مصالحی که دوستدار محیط زیست هستند؛ بیشتر احساس می شود. تحقیقات زیادی در کشورهای مختلف بر خواص مکانیکی و عملکرد فیزیکی مصالح تسلیح شده با الیاف طبیعی صورت گرفته است. الیاف طبیعی مانند الیاف خرما، کتان، سیسال، کنف، بامبو و نارگیل علاوه بر این مزایا دارای برتری های دیگری همچون هزینه کمتر، فراوانی منابع و زیست تجزیه پذیر بودن، می باشد. به همین جهت تحقیق پیش رو به بررسی تأثیر پارامترهایی همچون درصدهای متفاوت از میزان الیاف کنف و کاه جو، طولهای مختلف و درصد رطوبت بر بهبود خواص برشی خاک ماسه ای می پردازد.

مصالح مورد استفاده

خاک

خاک مورد استفاده در این تحقیق نوعی ماسه استاندارد می باشد. منحنی دانه بندی آن (ASTM D۴۲۲-۸۷) در شکل (۱) آمده است. قطر متوسط دانه ها ۰/۲۷ میلیمتر می باشد.در تراکم به روش پروکتور استاندارد ASTM D۶۹۸-۹۱ رطوبت بهینه آن برابر با ۱۴ درصد و وزن مخصوص ۶۷/۱ گرم بر سانتیمتر مکعب می باشد. براساس استاندارد ASTMD۸۵۴-۹۲ چگالی دانه‌های خاک (Gs۷۳/۲)تعیین گردید. این خاک فاقد خواص خمیری بوده و بر طبق طبقه بندی متحد خاک از نوع SP میباشد. ضریب یکنواختی (Cu) برابر با ۵/۱ و ضریب خمیدگی (Cc) برابر با ۲/۱ دارد .

الیاف

الیاف مورد استفاده جهت تسلیح، الیاف بریده شده کاهجو و رشته های الیاف کنف است. الیاف کنف به طور گسترده در شمال ایران کشت میشود.

کاهجو نیز در آب و هوای معتدل و حتی بعضی مناطق سردسیر قابل کشت است. الیاف مورد آزمایش در دسته الیاف ساقه ای قرار میگیرند. این الیاف با درصد وزنی (۰/۵ ، ۱ Wf)و ۲ درصد وزن خشک خاک، با خاک مخلوط شدند. الیاف علاوه بر استفاده به صورت توزیع تصادفی در خاک، به طول های ۱۲-۱۰ میلی متر ، ۱۸-۲۰ میلی متر و ۳۰-۲۸ میلی متر بریده شده و در یک درصد وزنی خاص جهت بررسی اثر طول به مخلوط اضافه گردیدند.

آماده‌سازی نمونه‌ها

برای تهیه نمونه های ماسه مسلح شده با الیاف کاهجو، ابتدا خرده های ریز و پودر شده کاهجو که اندازه آنها برابر یا کمتر از اندازه دانه های خاک است جدا می گردد تا در محاسبه وزن الیاف دخالتی نداشته باشد. زیرا کاربرد الیافی با اندازه برابر و یا کوچکتر از اندازه دانه های خاک تأثیری در بهبود خواص خاک ندارد [۱۵].

برای مخلوط کردن الیاف با ماسه، دو روش مورد بررسی قرار گرفت. در روش اول، الیاف کاهجو ۲۴ ساعت قبل از اضافه شدن به مخلوط (مدت زمانی که الیاف حداکثر افزایش حجم را در اثر جذب آب دارند) داخل نیمی از آب موردنظر برای آزمایش غوطه ور شدند. سپس در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد و درون کیسه نایلونی قرار داده شدند تا رطوبت از دست نرود. در این فاصله زمانی، الیاف با جذب آب متورم شده و درگیری بهتری با دانه های خاک پیدا میکنند. بعد از طی این دوره زمانی الیاف به خاک اضافه می گردد. در روش دوم ابتدا خاک را با نیمی از میزان آب موردنظر مخلوط کرده و سپس با اضافه کردن تدریجی الیاف به خاک و افزودن مابقی آب، مواد را در دمای محیط مخلوط می کنیم. این اختلاط تا زمانی که یکنواختی مخلوط به طور قابل قبولی بدست آید؛ ادامه می یابد. این مدت زمان ۳ تا ۵ دقیقه برای درصدهای پایین و برای ۲ درصد الیاف و ۰ درصد به رطوبتهای طول بلندتر تا ۷ دقیقه هم به طول انجامید. از آن جایی که این زمان باعث کم شدن رطوبت نهایی نمونه می گردد؛ در حدود ۵ موردنظر اضافه شد. بعد از مخلوط کردن، نمونه ها درون نایلون قرار داده می شد تا الیاف به تورم مطلوب خود برسد. در هر دو روش، نتایج بدست آمده ۰ درصد اختلاف نسبت به یکدیگر به دست آمد. به همین دلیل در کلیه نمونه ها از روش دوم که اتلاف رطوبت کمتری را هم از آزمایشات برش با ۵ به دنبال داشت؛ استفاده شد. ضمن اینکه چون هنگام اختلاط الیاف کنف، خصوصاً در درصد الیاف بالاتر، برهمگیری بالا و شکل توده ای الیاف در حالت مرطوب، بیشتر ایجاد می شود؛ برای این نوع الیاف نیز روش دوم، مطلوب تر است. از آنجایی که شرایط مختلفی از قبیل روش انجام آزمایش، شرایط آب و هوایی و نگهداری نمونه ها، رفتار مکانیکی الیاف طبیعی را تحت تأثیر قرار میدهد؛ با استفاده از روش های استاندارد، با انجام آزمایش و نگهداری نمونه ها در شرایط نسبتاً یکسان، سعی شد که این موارد تحت کنترل قرار گیرد.

بعد از عمل آوری، نمونه ها به جعبه برش مدور ۶۳*۶۳ میلیمتری دستگاه برش مستقیم منتقل گردید و با چکش ۱۲۳ گرمی سطح نمونه متراکم و یکنواخت شد. در نهایت، صفحه فلزی را روی آن قرار داده و سپس با چکش پلاستیکی، سطح نمونه تا ارتفاع ۲۰ میلیمتری که ارتفاع قالب برش است؛ تراز می گردد. تنش های نرمال اعمال شده برابر با ۵۰ و ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوپاسکال و سرعت اعمال بار برشی ۰۶/۱ میلیمتر بر دقیقه میباشد. این آزمایشات تحت شرایط CU و طبق استاندارد ASTM D۳۰۸۰-۹۰ صورت گرفته و حداقل سه آزمایش روی هر ترکیب انجام شده است. برای بررس تأثیر رطوبت بر مقاومت برشی در درصدهای مختلف الیاف نیز از چهار بازه رطوبتی ۱۲-۱۱ و ۱۴-۱۳ و ۱۶-۱۵ و ۱۸-۱۷ درصد برای هر ترکیب استفاده‌شد.

ارائه و تفسیر نتایج: آزمایش تراکم

در جدول ۲ نتایج آزمایشات تراکم به روش پروکتور استاندارد ASTMD۶۹۸-۹۱ روی خاک غیر مسلح و مسلح با الیاف در درصد وزنی خشک خاک ۱ و ۰/۵ و ۲ نشان داده شده است. بنابر نتایج ارائه شده با افزایش میزان الیاف، درصد رطوبت بهینه افزایش می یابد که میتوان علت آن را ظرفیت بالای جذب آب الیاف نسبت به خاک اطرافش

دانست. همچنین افزایش میزان الیاف، باعث کاهش چگالی خشک حداکثر میشود و دلیل آن می تواند چگالی کمتر الیاف در مقایسه با دانه های خاک و مانعی برای نزدیک شدن دانه های خاک به هم باشد.

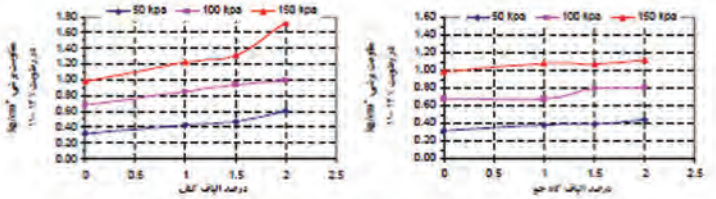
از آنجا که نتایج آزمایش تراکم روی خاک مسلح شده با کاهجو و کنف تقریباً مشابه به دست آمد و در عمل به دست آوردن چگالی نهایی با این دقت امکان پذیر نمی باشد؛ برای نمونه های ساخته شده با هر دو نوع لیف از مقادیر به دست آمده در جدول زیر استفاده شد. هر نمونه با درصد وزنی مشخص از الیاف با درصدهای رطوبت متفاوت، در چگالی خشک حداکثر مربوطه وزن شده و درجعبه برش متراکم شده اند.

جدول ۲- مقادیر رطوبت بهینه و چگالی خشک حداکثر در هر درصد وزنی از الیاف

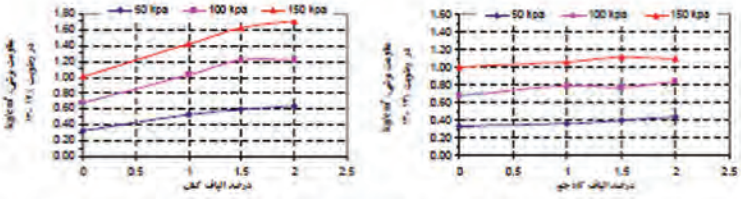
رطوبت بهینه، ٪	چگالی خشک حداکثر، g/cm^3	میزان الیاف، ٪
۱۴	۱/۶۷	۰
۱۴/۵	۱/۵۸	۱
۱۵	۱/۵۳	۱/۵
۱۶	۱/۵۲	۲

آزمایش برش مستقیم

شکلهای (۲) تا (۵) نمونهای از تأثیر افزایش میزان الیاف بر مقاومت برشی را در رطوبتهای مختلف نشان می دهد. در محدوده رطوبت ۱۲-۱۱ درصد با افزایش میزان الیاف کاهجو و کنف تا ۲ درصد وزنی، مقاومت برشی افزیش یافته است. در تنش نرمال ۵۰ کیلو پاسکال، بیشترین رشد مقاومت برشید برای کاهجو تا ۲۶ درصد و برای الیاف کنف تا ۴۷ درصد (کاربرد ۲ درصد الیاف) نشان داده شده است. همچنین در تمام ترکیب های آزمایش با افزایش تنش نرمال، افزایش مقاومت برشی مشهود است. بین ۱۴-۱۳ درصد رطوبت نیز همین میزان افزایش در مقاومت رخ داده است. در واقع الیاف، دانه های خاک را به هم قفل میکند و ماتریس واحدی را با دانه ها تشکیل میدهد و لغزش را محدود می کند (شکل های (۲) و (۳)) .

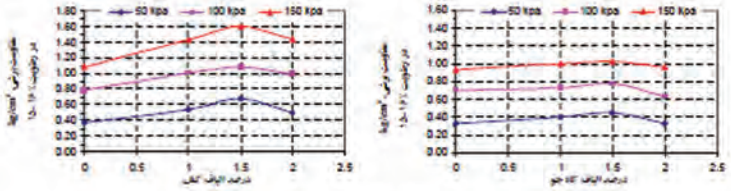


شکل ۲ - تغییرات مقاومت برشی نسبت به درصد الیاف در رطوبت ۱۲-۱۱ درصد

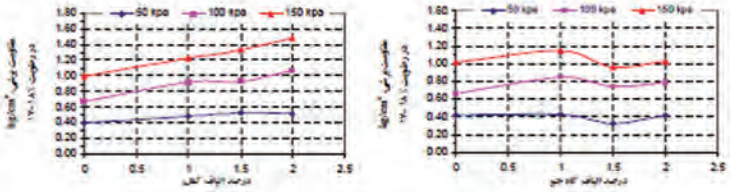


شکل ۳ - تغییرات مقاومت برشی نسبت به درصد الیاف در رطوبت ۱۴-۱۳ درصد

همان طور که در نمودارهای شکل (۴) مشاهده می گردد؛ با افزایش میزان الیاف تا ۵/۱ درصد، مقاومت برشی افزایش و بعد از آن کاهش می یابد. در تنش نرمال ۵۰ کیلوپاسکال، برای الیاف کاهجو تا ۲۸ درصد افزایش مقاومت برشی و در کنف ۴۵ درصد افزایش مشاهده شد. علت کاهش مقاومت برشی نیز میتواند ناشی از تمایل به توده شدن الیاف کنف در ۲ درصد وزنی و عدم امکان به دست آوردن مخلوط کاملاً یکنواخت بیان کرد که در اثر آن در سطح برش، سهم الیاف و خاک در کنترل گسیختگی یکسان نخواهد بود. ضمن اینکه، همانطور که در دو درصد الیاف کاهجو نیز مشاهده شد، تعداد بالای الیاف در سطح برش، درگیری الیاف با خاک را کم میکند و کاهش چسبندگی و تغییر ناچیز اصطکاک بین اجزا را نسبت به ماسه غیر مسلح ایجاد می کند.



شکل ۴ - تغییرات مقاومت برشی نسبت به درصد الیاف در رطوبت ۱۶-۱۵ درصد



شکل ۵ - تغییرات مقاومت برشی نسبت به درصد الیاف در رطوبت ۱۸-۱۷٪

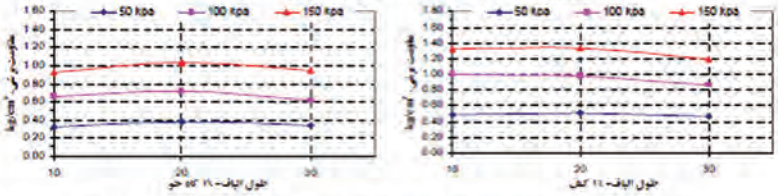
از رطوبت ۱۸-۱۷ ۱۷٪ درصد رفتار خاک مسلح تغییر می کند. علت این امر، حضور آب در بین ذرات خاک در اثر افزایش رطوبت بیش از حد رطوبت بهینه می باشد. تمایل بیشتر الیاف به غوطه وری و توده شدن از یک سوی، کاهش چسبندگی ذرات و از دیگر سوی، ناهماهنگی در عملکرد ماتریس در مقاطع مختلف را سبب می گردد. ممکن است حضور بیشتر الیاف در بعضی سطوح، افزایش اصطکاک و حتی چسبندگی را به دنبال داشته باشد و یا عدم حضور الیاف در قسمتی از سطح، از دست رفتن مقاومت را ایجاد کند(شکل ۵)

بررسی تأثیر الیاف بر پارامترهای مقاومت برشی، چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی، رفتار غیر خطی و متغیری را نشان داد. این نتیجه بیانگر این مطلب است که پارامترهای چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی تنها از درصد وزنی الیاف تأثیر نمی پذیرند و باید مجموعه خصوصیات الیاف، خاک، تغییرات رطوبت و میزان الیاف را جهت دریافت رفتار واقعی خاک، دخیل دانست.

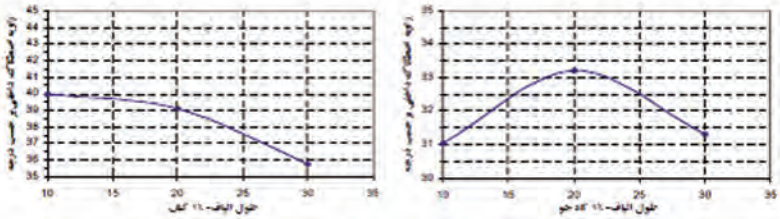
در یک میزان ثابت از درصد حضور الیاف نیز تأثیر تغییرات طول بر روی مقاومت برشی بررسی شد. طولهای ۱۲-۱۰ **mm** و ۲۰-۱۸ **mm** و ۳۰-۲۸ **mm** در ۱ درصد وزنی الیاف و در رطوبت بهینه تحت آزمایش برش قرار گرفتند. افزایش طول الیاف کنف تا ۲۰ **mm** باعث افزایش بسیار ناچیز مقاومت برشی و افزایش طول تا ۳۰ **mm** سبب افت مقاومت میشود. در خاک مسلح شده با الیاف کاهجو نیز همین رفتار مشاهده شد. بدین ترتیب تا ۲۰ **mm** افزایش طول، از تنش نرمال ۵۰ تا ۱۵۰ کیلوپاسکال، بین ۱ تا ۱۰ درصد افزایش مقاومت برشی بیشتری نسبت به خاک مسلح شده با الیاف کنف به دست آمد. ولی تا ۳۰ **mm** افزایش طول، کاهش مقاومت برشی نسبت به ۲۰ **mm** طول، در هر دو نوع الیاف با اختلافی حدود دو درصد ایجاد شد (شکل ۶و۷) .

نسبت به خاک غیرمسلح، با یک درصد الیاف ۲۰ میلیمتری کنف، مقاومت برشی در تنش نرمال ۱۰۰ **kpa** تا ۳۱ درصد و با الیاف کاهجو تا ۱۴ درصد افزایش نشان داد. اما در خاک مسلح شده با الیاف با توزیع طولی تصادفی در یک درصد وزنی از

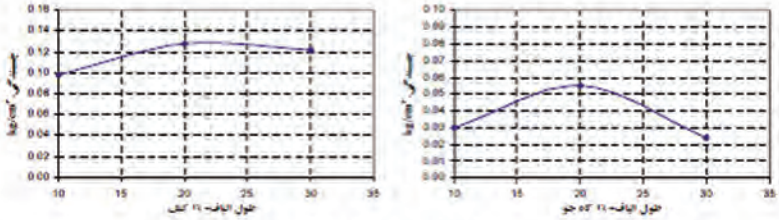
الیاف و در رطوبت بهینه، الیاف کنف، ۴ درصد و الیاف کاهجو، ۹ درصد تأثیر بیشتری نسبت به الیاف ۲۰ میلیمتری داشته است.



شکل ۶- تغییرات مقاومت برشی نسبت به طول الیاف (در ۱ درصد وزنی) و در رطوبت ۱۴-۱۳ درصد



شکل ۷- تغییرات زاویه اصطکاک داخلی نسبت به طول الیاف(در ۱ درصد وزنی) و در رطوبت ۱۴-۱۳ درصد



شکل ۸- تغییرات چسبندگی نسبت به طول الیاف(در ۱ درصد وزنی) و در رطوبت ۱۴-۱۳ درصد

از بررسی نمودار شکلهای (۷) و (۸) میتوان تا حدی عملکرد الیاف را بیان کرد. در خاک مسلح شده با ۲۰mm الیاف کنف و کاهجو، افزایش چسبندگی بین ذرات را میتوان مشاهده کرد. این در حالی است که این افزایش طول، قفل و بست ذرات را هنگام استفاده از الیاف کنف از بین می برد. افزایش بیشتر طول در هر دو نوع خاک مسلح، هم زمان کاهش چسبندگی و اصطکاک بین ذرات را در پی دارد و سبب میشود ذرات الیاف- خاک به صورت یک ماتریس واحد عمل نکنند.

نتیجه‌گیری

نتایج ارائه شده در این مطالعه را میتوان به صورت زیر خلاصه نمود:

- ۴۷ درصد افزایش مقاومت برشی با افزودن الیاف کنف تا دو درصد وزنی و در بازه رطوبتی ۱۴-۱۰ درصد، بیانگر تأثیر قابل ملاحظه الیاف در مخلوط خاک مسلح شده با الیاف کنف است.
- در محدوده رطوبت بهینه ، با افزایش میزان الیاف کنف تا ۵/۱ درصد وزنی، ۴۵ درصد افزایش مقاومت برشی و تا ۲ درصد وزنی، افت مقاومت برشی مشهود است.
- در محدوده رطوبتی ۱۸-۱۷ درصد یعنی رطوبتی بیش از رطوبت بهینه نیز با افزایش میزان الیاف کنف تا دو درصد وزنی مقاومت برشی افزایش می یابد .
- الیاف کاهجو در مقایسه با الیاف کنف افزایش کمتری در مقاومت برشی نشان میدهند. افزایش رطوبت از ۱۱ به ۱۴ درصد، ۲۶ درصد افزایش مقاومت را تا میزان دو درصد وزنی از الیاف کاهجو نشان میدهد. اما تا ۱۵ درصد رطوبت، افزایش مقاومت تنها تا ۵/۱ درصد وزنی از الیاف قابل مشاهده است.
- رفتار خاک مسلح شده با الیاف کاهجو در میزان رطوبت بالاتراز رطوبت بهینه، روند منطقی را دنبال نمیکند و الیاف بر افزایش یا کاهش مقاومت برشی خاک مسلح اثر معنی داری ندارند.
- در یک درصد وزنی الیاف کاهجو و کنف در محدوده رطوبت بهینه، افزایش طول تا ۲۰ میلی متر، افزایش مقاومت برشی را در پی دارد. اما افزایش مقاومت برشی در خاک مسلح شده با الیاف کاهجو رشد بیشتری را نشان میدهد. افت مقاومت برشی به دنبال افزایش طول نشان دهنده کاهش تأثیر الیاف با طول بلندتراست.

مراجع

۱. Consoli, N.C., Vendruscolo, M.A., Fonini, A., Rosa, F.D., (۲۰۰۹), "Fiber reinforcement effects on sand consider in a wide cementation range", Geotextiles and Geomembranes, Elsevier, ۲۷, pp ۱۹۶-۲۰۳.

۲. Zornberg, J.G., (۲۰۰۲), "Discrete framework for limit equilibrium analysis of fiber-reinforced soil", Geotechnique ۵۲ (۸), pp ۵۹۳-۶۰۴.

۳. Akbulut, S., Arasan, S., Kalkan, E., (۲۰۰۷), "Modification of clayey soils using scrap tire rubber and synthetic fibers", Applied Clay Science, Elsevier, ۳۸, pp ۲۳-۳۲.

۴. Nataraj, M.S., McManis, K.L., (۱۹۹۷), "Strength and deformation properties of soils reinforced with fibrillated fibers", Geosynthetics International, ۴ (۱), pp ۶۵-۷۹.

۵. Freitag, D.R., (۱۹۸۶), "Soil randomly reinforced with fibers, Journal of Geotechnical Engineering", ASCE, ۱۱۲(۸), pp ۸۲۳-۸۲۶.

۶. Yoon, Y.W., Cheon, S.H., Kang, D.S., (۲۰۰۴), "Bearing capacity and settlement of tire-reinforced sands", Geotextiles and Geomembranes, Elsevier, ۲۲, pp ۴۳۹-۴۵۳.

۷. Subaida, E.A., Chandrakaran, S., Sankar, N., (۲۰۰۹), "Laboratory performance of unpaved roads reinforced with woven coir geotextiles", Geotextiles and Geomembranes, Elsevier, ۲۷, pp ۲۰۴-۲۱۰.

۸. Chauhan, M.S., Mittal, S., Mohanty, B., (۲۰۰۸) "Performance evaluation of silty sand subgrade reinforced with fly ash and fibre", Geotextiles and Geomembranes, Elsevie,r ۲۶, pp ۴۲۹-۴۳۵.

۹. Yetgin, S., Cavdar, O., Cavdar, A., (۲۰۰۸), "The effects of the fiber contents on the mechanic properties of the adobes", Construction and Building Materials, Elsevier, ۲۲, pp ۲۲۲-۲۲۷.

۱۰. Marandi, S.M., Bagheripour, M.H., Rahgozar, R., Zare, H., (۲۰۰۸), "Strength and Ductility of Randomly Distributed Palm Fibers Reinforced Silty-Sand Soils", American Journal of Applied Sciences, ۵ (۳), pp ۲۰۹-۲۲۰.

۱۱. Cai, Y., Shi, B., Ng, Ch.W., Tang, Ch.sh., (۲۰۰۶), "Effect of polypropylene fiber and lime admixture on engineering properties of clayey soil", Engineering Geology, ۸۷, pp ۲۳۰-۲۴۰.

۱۲. Maher, M.H., Gray, D.H., (۱۹۹۰), "Static response of sands reinforced with randomly distributed fibers", Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, ۱۱۶

.۱۳. Ranjan, G., Vasan, R.M., Charan, H.D., (۱۹۹۶), "Probabilistic analysis of randomly distributed fiberreinforced
soil", Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, ۱۲۲, pp ۴۱۹-۴۲۶.
۱۴. Maher, M.H., Ho, Y.C., (۱۹۹۴), "Mechanical properties of kaolinite/ fiber soil composite", Journal of
Geotechnical Engineering, ASCE, ۱۲۰ (۸), pp ۱۳۸۱-۱۳۹۳.
۱۵. Ghazavi, M., Barmaki, A., (۲۰۰۵), " Effect of crumbed tire particles used for improvement of shrinkage
property of clay specimens", ۲nd national congress in civil engineering.
۱۶. Ghavami, Kh., Filho, R.D., Barbosac, N.P., (۱۹۹۹), "Behaviour of composite soil reinforced with natural
fibres", Cement and Concrete Composites, ۲۱, pp ۳۹-۴۸.
۱۷. Yetimoglu, T., Inanir, M., Inanir, O.E., (۲۰۰۵), "A study on bearing capacity of randomly distributed
fiber–reinforced sand fills overlying soft clay", Geotextiles and Geomembranes, Elsevier, ۲۳, pp ۱۷۴-
۱۸۳.
۱۸ .مهـران نیـا، ن.، وفائیـان، م.، (۱۳۸۵)، "ارزیابـی نقـش الیـاف کارخانه لاستیکسازی در تسلیح خاکهای ماسهای"، هفتمین کنگره بین المللی مهندسی
عمران.
۱۹. Chen, Ch.W., (۲۰۰۶), "Drained and Undrained Behavior of Fiber–Reinforced Sand".
۲۰. Yetimoglu, T., Salbas, O., (۲۰۰۳), "A study on shear strength of sands reinforced with randomly
distributed discrete fibers", Geotextiles and Geomembranes, Elsevier, ۲۱, pp ۱۰۳-۱۱۰

www.SoftGozar.com

طراحی و قرارگیری بهینه مسیر بزرگراهها با استفاده از GIS

مهندس سعیدیان ۱، کاظم کاووسی نیا ۲
۱- استادیار گروه عمران دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد راه و ترابری دانشگاه فردوسی مشهد

Saeidiant.t.b@um.ac.ir
Kawoosi@gmail.com

چکیده

بزرگراه ها ، قسمتی از زیرساخت های جامعه می باشند که شریان های بنیادی آن را تشکیل می دهند. طریقه **GIS** یک ابزار ارزشمند در فرآیند ، برنامه ریزی و طرح بزرگراه ها را فراهم می کند . برای بدست آوردن بهترین قرارگیری راه بزرگراهی که از لحاظ اقتصادی مناسب و سازگار و موافق با محیط می باشد ، انواع مختلف داده های آماری را باید در یک زمان در نظر گرفت و چون مدیریت و اداره کردن این مقدار عظیم داده های آماری بصورت دستی راحت نیست ، **GIS** کمکی بزرگ در این زمینه است.

مشکل اساسی طراحی بزرگراهها پیدا نمودن مقرون به صرفه ترین راه اتصال دو نقطه بر پایه توپوگرافی ، شرایط خاک، عوامل اقتصادی-اجتماعی و اثرات آب و هوایی و محیطی همزمان با اجرای طرح و ضروریات عملیاتی است . داده های لازم برای داشتن یک پایگاه اطلاعات جاده ای برای طرح از ضروریات محسوب می شود و نوع جغرافیا و توپوگرافی محلی که بزرگراه در آن واقع می شود باید مورد ارزیابی دقیق قرار گیرد تا بتوانیم تصمیم گیری لازم برای طرح بزرگراهها و جاده ها ، بخصوص در راههای برون شهری به کمک سیستم اطلاعات مکانی و مدل های پیشنهادی آن اتخاذ نماییم .

در این مقاله تعیین مسیر بهینه بزرگراه ها به کمک سیستم اطلاعات مکانی در یک سیستم حمل و نقلی که باید در آن سرویس دهی انجام پذیرد، در نظر است. واضح است که محاسبه بهینه ترین و کوتاه ترین مسیرها بر روی یک شبکه از میان تعدادی از شبکه ها و همچنین تحلیل های مربوط به آن یکی از مهمترین کارها می باشد. انتخاب یک مدل مناسب بر پایه **GIS** از بین مدل های بی شمار یک مرحله اساسی در کاربردهایی از شبکه های جاده ای موجود می باشد. سپس برای بهینه سازی قرارگیری های بزرگراه به هدف بهبود کارایی محاسباتی و کیفیت راه حل ها بهینه سازی گام به گام پیشنهاد می شود که نتایج کارآمدتری از روشهای موجود ارائه می دهد و در ضمن کیفیت پاسخ ها را بهبود می بخشد.

مقدمه

مشکل اساسی طراحی بزرگراهها پیدا کردن مقرون به صرفه ترین راه اتصال دو نقطه بر پایه توپوگرافی ، شرایط خاک ، عوامل اقتصادی-اجتماعی و اثرات آب و هوایی و محیطی همزمان با اجرای طرح و ضروریات عملیاتی است . به دلیل این مشکل ، طراحی سنتی بزرگراهها به مهندسان با تجربه ای نیاز دارد که مرتباً شیوه های دیگر را برای یافتن بهترین راه حل پیدا کنند. بهینه سازی قرارگیری بزرگراهها یک مشکل پیچیده مهندسی است.

فاکتورهایی که در مراحل طراحی باید مورد بررسی قرار گیرند پیچیده و وابسته به هم هستند . اگرچه مدل های ریاضی مختلفی برای حل مشکل بهینه سازی قرارگیری بزرگراهها ارائه شده است، ولی با این حال بیشتر آنها بر قرارگیری افقی و قائم تکیه می کنند و راه حل مناسبی برای این مشکل پیشنهاد نمی کنند . مدل هایی که برای قرارگیری سه بعدی بزرگراهها ارائه شده اند بسیار کم و از نظر کارآیی بسیار محدودند [۱]

تمامی بررسی ها به ایجاد پایگاههای اطلاعاتی در فاصله های منظم در مقدارها و سطوح متفاوت احتیاج دارد . در اینجاست که سیستم های **GIS** و داده های آماری که از راه دور حس می شوند ، منابع آماری بهینه را در تحلیلهای طیفی و فضایی و در فاصله های مختلف زمانی پیشنهاد می کنند که برای انجام بررسی های متفاوت حمل ونقل می تواند کمک کند.

بهینه سازی طرح راه یک پروسه رایانه ای شده است که تابع هدف مرکب از هزینه های اصلی راه ، شامل یکسری محدودیتهای طرح از قبیل قوس ، شیب ومسافت دید را کمینه می کند . هزینه های فراوانی از قرارگیری از قبیل هزینه تملک اراضی ، عملیات خاکی و هزینه های محیطی حساس به جغرافیا می باشند .

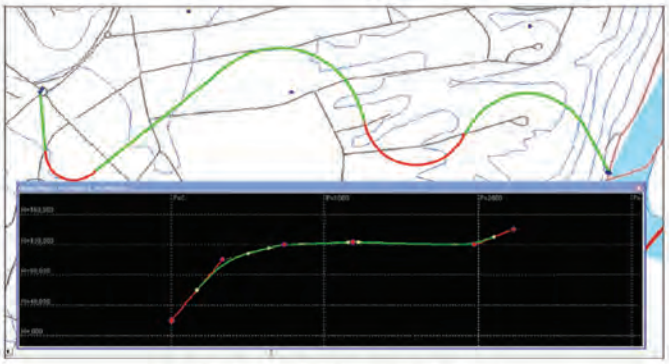
سیستم اطلاعات جغرافیایی(**GIS**) ممکن است برای محاسبه این هزینه ها برای استفاده در مدلهای بهینه سازی طرح راه مورد بهره برداری قرار گیرد . هزینه های اصلی راه که حساسیت قرارگیری می باشند می توانند در این گروه ها دسته بندی شوند : ۱. هزینه های وابسته به محل اجرای راه: شامل هزینه های تملک اراضی وهزینه های محیطی؛ ۲. هزینه وابسته به طول : شامل هزینه گارد ریل؛ ۳. هزینه وابسته به سطح : شامل هزینه روسازی؛ ۴. هزینه وابسته به حجم : شامل هزینه عملیات خاکی؛ ۵. هزینه های استفاده کنندگان : شامل هزینه عملکرد وسایل نقلیه ، هزینه زمان سفر و هزینه تصادفات [۲].

بهینه سازی طرح راه نیاز به انتخاب مسیر بهینه شده بین نقاط انتهایی داده شده در یک فضای جستجو دارد که این با به حداقل رساندن هزینه های کلی راه که خود در معرض یک سری از محدودیتها شامل قوس حداقل ، مسافت دید و محدودیتهای شیب می باشد ، میسر می شود . در ارائه یک مدل بهینه سازی طرح راه بدست آوردن ارتباط بین هزینه ها و قرارگیری بسیار مهم است به این خاطر که تابع کلی هزینه می تواند با در نظر گرفتن خصوصیات قرارگیری به حداقل برسد .

سیستم مبتنی بر GIS ۲برای طراحی

اولین مرحله در طرح ریزی جاده اغلب گزینه های پیش طراحی مسیر های جاده در یک نقشه است. پیش طرح ها داده های ورودی برای تحلیل مطالعات حمل و نقلی ، سود- هزینه و محیطی می باشد. به طور متداول در طرح ریزی جاده در این سطح به جزئیات و توسعه در **Arc Map** توجه و پیش طراحی جاده ها ساده می گردند. با کمترین تلاش طراح می تواند کل خطوط در **Arc Map** را با توابعی برای محاسبه ی انحنا در سطح عمودی و افقی ایجاد کند. قوسهای ایجاد شده می توانند اساس کدگذاری شبکه حمل و نقلی باشند یا به عنوان ورودی برای محاسبه سرعت رانندگی که متغیری در محاسبه ی هزینه های زمانی در تحلیل سود- هزینه است، مورد استفاده قرار گیرند [۳].

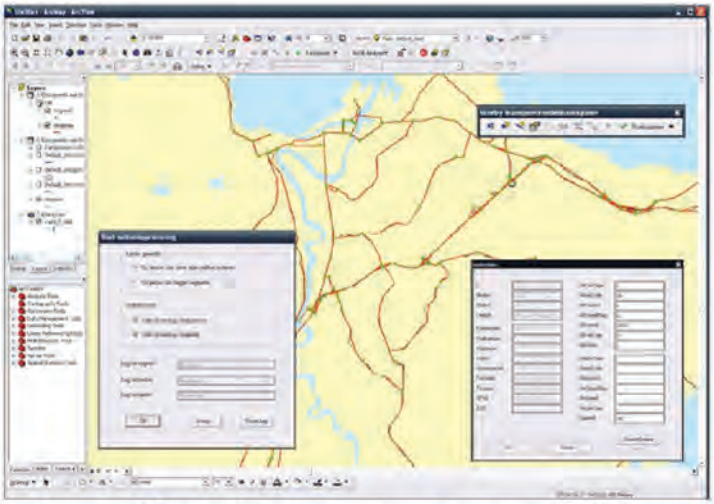
داده های ورودی مورد نیاز در تجهیزات یک شبکه حمل و نقلی از خطوط توپوگرافی محیط و فضای اطراف حاصل می شود. کاربر می تواند پیش طراحی یک خط مرکزی راه را توسط تنظیم کردن نقاط زاویه در نقشه را انجام دهد. طرح هندسی به حداقل سه نقطه برای تولید انحنا نیاز دارد. منحنی های تولید شده اگر برای بر طرف کردن نیاز های هندسی مناسب بودند با رنگ سبز نشانه گذاری می شوند و اگر آن ها خارج از محدودیتها باشند با رنگ قرمز.



شکل 1 – ایجاد طرح اولیه با توجه به توپوگرافی

بعد از ایجاد طرح اولیه مدل های حمل ونقلی توسعه می یابند و مدل های فنی، استراتژیک و کاربردی گوناگونی مورد استفاده قرار می گیرند. در اینجا بر مدل های حمل و نقل استراتژیک منطقه ای که **RTM**(مدل حمل و نقل منطقه ای) نامیده می شود تمرکز خواهیم کرد. **RTM** شامل تمام زیر بناهای اصلی حمل و نقل عمومی مانند جاده ها، خطوط آهن، مسیرهای اتوبوس ها و قایق ها می شود. اهدافی که از این مدل دنبال می شود شامل مدیریت مجموعه داده ها ، کنترل ذخیره سازی، وارد کردن و فرستادن فایل های متنی با فرمت خاص، ایجاد ساختار های لینک- گره از شبکه که چند بخش کردن شبکه های حاصل را توسط گزینه های خاص از پیش تعریف شده کنترل می کند ، دستکاری شبکه ها و ایجاد شبکه های خطی حمل و نقل عمومی می باشد.

براساس داده های آماری، کاربر می تواند مراکز ثقلی برای نسبت دادن سطح منطقه ای به شبکه ی حمل و نقل تولید کند. زیر بنای حمل ونقل عمومی براساس شبکه ی فیزیکی می باشد و بخشی از کارهای لازم برای ایجاد خطوط از قبل تعریف شده اند و بخشی دیگر براساس ورودی های کاربر می باشند. پس از اضافه کردن ویژگی های خاص به شبکه کاربر مدل حمل و نقل را محاسبه می کند. هنگامی که محاسبات تمام شدند، کاربر می تواند نتایج به دست آمده از مدل حمل و نقل را به **Arc GIS** منتقل کند تا نتایج بررسی شده و تحلیل های اضافی و عرضه ی تولید انجام شوند.



شکل 2 – ایجاد مدل حمل و نقل با استفاده از Arc Map

برای تحلیل تأثیرات محیطی تغییرات زیر بنایی در محیط با تحلیل آلودگی هوا و آلودگی صوتی ناشی از ترافیک جاده ای را محاسبه می شود. این محاسبات مبتنی بر شبکه های جاده ای، حجم ترافیک ها و انواع گوناگون ساختمان ها و منازلی می باشد که در معرض تأثیرات ناشی از ترافیک جاده ای هستند. آماده سازی و ایجاد داده های ورودی برای تجزیه و تحلیل های محیطی یک فرآیند دشوار است. شبکه ی جاده ای در مناطق شهری پیچیده است و مدل از ویژگی های متعددی برای ایجاد شبکه ی لینک - گره استفاده می کند. به علاوه، انواع بسیار زیادی از داده های مربوط به کاربری ها و ویژگی های آن ها وجود دارند که باید برای ساخت بهترین مجموعه ی داده ای ورودی برای محاسبات جمع آوری و کنترل شوند[۳]

Arc GIS انواع داده های ورودی را برای مدل محیطی فراهم می کند، داده ها را برای پایگاه داده مورد نظر می نویسد و نتایج حاصل از محاسبات را تحلیل می کند. همچنین قابلیت لازم را برای دستکاری کردن ویژگی های شبکه جاده ای حفظ می کند. این کار بخشی از طرح ریزی پروژه است که مورد تحلیل قرار می گیرد و علاوه بر انحنا، طرح هندسی جدید را محاسبه می کند و تحلیل های سود-هزینه برای طرح ها را انجام می دهد. ارائه نتایج تحلیل سود- هزینه در یک نقشه بسیار مفید است و مقایسه ی داده های تحلیل سود- هزینه با داده های تحلیل حمل و نقل یا محاسبات محیطی ساده تر می گردد.

بهینه سازی قرارگیری در شبکه حمل و نقل

عملکرد بزرگراه در طی دوره طراحی و بهره برداری حائذ اهمیت است، نه تنها بر روی هزینه های ساخت و تأثیرات انتقالی بلکه بر روی شبکه حمل و نقل نیز مؤثر است. فاکتورهایی که اساساً شامل این تصمیم گیری می شوند شامل :

۱.تأثیرات بر روی سیاست ها، اقتصاد و دفاع ملی، نیاز برای دولت ها ۲. نقش آن در شبکه حمل و نقلی و رابطه آن با برنامه ریز شهری؛ ۳. تاثیر پذیرفتن از جغرافیا، آب و هوا، زمین لرزه، زمین شناسی و ...؛

۴. طول ؛ مسیر، موقعیت مواد اولیه ، هزینه های ساخت و مدت دوره ؛ ۵. در نظر گرفتن توریست، و مناظر در طول مسیر [۴] . در طی طراحی قرارگیری افقی، چندین نقطه کنترلی بین نقاط شروع و پایانی انتخاب خواهد شد، و زوایا و شعاع قوس ها برآورد می گردد. در طراحی قرارگیری عمودی بر اساس شعاع قوسهای عمودی تطبیق می یابد. این روش با قرارگیری های توأم عمودی و افقی همراه است و پیکر بندی بخش عرضی در « طراحی افقی » اصل می باشد، که اغلب در ساخت بزرگراه استفاده می شود. سطح وسیع بر اساس استانداردهای « روسازی راه » و « بستر راه » می باشد، که اغلب در ساخت بزرگراه استفاده می شود.

در اینجا هدف ما یکنواخت سازی مهندسی بزرگراه و مدل مورد نیاز ترافیکی در موقعیت بزرگراه جدید می باشد. ما از **GIS** برای طرح ریزی موقعیت بزرگراه و تعیین ترافیک عملکردی استفاده می کنیم و اتوکد را برای طراحی این تنظیمات بکار می بریم و هماهنگ سازی فرآیند موقعیت بزرگراه جدید را نسبت به مدل **GIS** آن، تعیین می کنیم [۵] . اساساً دیدگاه های اقتصادی و محیطی در بهینه سازی مسیر جدید بکار می رود. در اینجا دیدگاه اقتصادی شامل دو عامل می شود به نام هزینه های وابسته به ساخت بزرگراه و صرفه جویی زمانی در مدت زمان حرکت ترافیک عملکردی .

همچنین دیدگاه محیطی نیز شامل دو فاکتور می شود به نام بارگذاری ترافیک محیطی و تخریب اکولوژیکی که در نتیجه ساخت بزرگراه جدید به وجود می آید. با توجه به آمارها، بالغ بر ۶۰٪ **Co۲**، ۵۰٪ **Nox** (اکسیدهای نیتروژن) ۳۰٪ **Hc** (هیدروکربن)ها در شهرهای بزرگ در اثر دود اتومبیل ها تولید می گردد [۶] . همان گونه که حفاظت محیطی مهم است کاهش بار محیطی ترافیک به هنگام طراحی بزرگراه نیز مهم است.

برای مسیر جدید بر اساس اطلاعات **DEM** (مدل ارزیابی دیجیتالی) برای هر گزینه ، هزینه های ساخت، فعالیت، فضای سبز اشغال شده و نواحی حاصلخیز محاسبه می شود. گروهی از شبکه های جدید مطابق با گزینه ها شکل می گیرند و افزایش ظرفیت برای تعیین ترافیک استفاده می شود، در نتیجه ترافیک و میانگین سرعت آن در طول هر لینک بدست می آید، سپس مدت زمان کل ترافیک و آلوده کننده های حاصل از ترافیک می تواند محاسبه شود. نواحی ترافیکی به پایگاه داده های **GIS** به صورت عددی مشخصی شود، اتصال بین نواحی و شبکه های جاده ای می تواند به طور خود بخودی بعد از یک تناوب وارد شده به شبکه موجود انجام شود. در اینجا اتصال یعنی پیدا کردن نزدیکترین گره ها به مراکز نواحی در چندین زمان. چندین روش برای تعیین ترافیک عملکردی وجود دارد. این مطالعه از یک یک روش افزایش ظرفیت برای تعیین ترفیک عملکردی استفاده می کند تا جریان های ترافیکی و سرعت حرکت آنها در اتصالات را بدست آورد. برای محاسبه ترافیکعملکردی آنرا به ۴ بخش تقسیم می کنیم به صورت ٪۴۰ و ٪۳۰ و ٪۲۰ و ٪۱۰ از کل ترافیک و آنها را به طور پیوسته تعیین می کنیم. این فرآیند در زیر شرح داده شده است [۷] :

مرحله صفر: تقسیم ترافیک **OD** (عملکردی) کل **Q** به ۴ بخش:

$$Q_1 = Q\times 40\%,\quad Q_2 = Q\times 30\%,$$

$$Q_3 = Q\times 20\%,\quad Q_4 = Q\times 10\%.$$

مرحله ۱: محاسبه مدت زمان حرکت هر اتصال به تابع اجرایی فعال (۱) :

$$t_a(q_a) = t_a(0)\{1+\alpha(\frac{q_a}{C_a})^{\beta}\}$$

مدت زمان حرکت در طول لینک **a** : **ta** مدت زمان حرکت با سرعت جریان آزاد: **ta**(۰) حجم ترافیک در طول لینک ، **qa**:**a**، ظرفیت لینک **a** : **Ca** ، پارامترها α,β ، $(\alpha=0.045,\ \beta=4)$

مرحله ۲: محاسبه کوتاهترین مسیرهای بین **OD** و تعیین تطابق ترافیک **OD** بر روی کوتاهترین مسیرها. $Q_i,\ i=1.2.3.4$

مرحله ۳: محاسبه زمان سفر در شبکه : $T_i = T_{i-1} + \sum q_a \times t_a(q_a)$

مرحله ۴: محاسبه آلوده کننده های پخش شده از ترافیک:

$$G_j = \sum_{a=1..n} q_a \times m_j \times i_a$$

که درآن **mj** فاکتور پخش آلوده کننده ها در وسیله میانگین استکه از انترپوله از جدول ۱ به دست می آید .

مرحله ۵: انجام مرحله ۱ تا ۸[۴=**i**] .

جدول ۱- فاکتورهای پخش آلوده کننده ها در وسیله میانگین

Pollutant (mg) \ Speed (km/h)	16	32	48	64	80	97
G_1 (CO)	59.55	30.11	21.26	17.15	14.34	12.47
G_2 (HC)	7.08	4.63	3.63	2.98	2.5	2.27
G_3 (NO_2)	3.16	3.55	3.9	4.39	4.81	5.16

پس از آن بر اساس نقشه و شبکه حمل و نقلی موجود در ناحیه مزبور، ما گزینه ها را در **DEM** ایجاد می کنیم و آنها را به اتوکد منتقل و مطابق با هر کدام، قرارگیری های افقی و عمودی را ایجاد می کنیم و از طریق آنالیز های فضایی در **GIS** طول راه، فضای سبز و زمین های حاصل خیز اشغال شده را محاسبه می کنیم. ما این نتایج را در جداولی فهرست می کنیم و ردیفهایی را که همه تناوبات سبب افزایش ترافیک و آلوده کننده های پخش شده می شوند را مورد بررسی قرار می دهیم[۸] . اگر چه همراه با اطلاعات موجود در این جداول ما نمی توانیم قضاوت کنیم که کدام گزینه بهتر است، ولی با انتخاب یک حالت بهینه ، ما باید آنها را یکنواخت سازیم. پول مورد نیاز که ارزش زمانی است می تواند با انتخاب هر گزینه و حرکت بر روی آن مورد استفاده قرار گیرد. ما به درستی نمی توانیم هزینه های اجتماعی حاصل از تخریب فضای سبز و زمین های مستعد را برآورد کنیم ولی با مقایسه گزینه ها می توان بهترین گزینه را انتخاب کرد . [۹]

قرارگیری با کمترین هزینه

داده های آماری فضایی و غیرفضایی ، هر دو برای تعیین کمترین هزینه در انتخاب قرارگیری مناسب استفاده می شوند. داده های آماری برای هر گونه تجزیه و تحلیل **GIS** در دو قالب داده های آماری، که عبارتند از مدل اطلاعات آماری برداری و مدل اطلاعات آماری رستری استفاده می شوند، که برای این منظور از **Arc GIS** چه در مدل برداری و چه رستری یا در ترکیب این دو از اطلاعات آماری استفاده می شود. در یک مدل داده های

آماریِ برداری، هر موقعیت به عنوان یک مختصه جداگانهٔ **y** ، **x** ثبت می شود . نقاط به عنوان یک مختصه جداگانه ضبط و ثبت می شوند . در یک مدل داده های آماری رستری ، هر موقعیت به عنوان یکمختصه جداگانه **y** ، **x** ثبت می شود و یک منبع سوم ، مقدار آن نامیده می شود. به این ترتیب تصاویر حسی از راه دور تفسیر می شوند و برای طرح و فرمت دیجیتالی ارائه می شوند. به این منظور که برای تحقیقات آینده و تجزیه و تحلیل آنها با استفاده از کامپیوترها قابل قبول باشند . این داده های آماری در دسترس ، دیجیتالی شده (مدل داده های آماری برداری) سپس با استفاده از ابزار تبدیل جدانشدنی در نرم افزار به مدل داده های آماری رستری تبدیل شدند. اولین مرحله در آماده سازی رستر ها این است که در مورد اندازه ی سلول رستر یا اندازه ی شبکه تصمیم بگیریم . انتخاب اندازه ی سلول به هنگامی که تفسیر بصری و تصویر حسی از راه دور انجام می شود ،براساس حداقل واحد نقشه می باشد. بعد از آن اندازه ها را بایستی بر اساس نظریه پایداری اختصاص داد.

پایداری مقاومت پیشنهاد شده برای حرکت به آن سوی سلول می باشد. یعنی اینکه به هنگام پیدا کردن کوتاه ترین راه، الگوریتم در راه انتخاب سلولهایی با کمترین مقدار می باشد، بنابراین براساس طبقه بندی های مختلف در یک لایه، مقاومت ها برای هر سطح در نظر گرفته می شوند. آن را می توان بدین شکل درک کرد که حرکت از یک زمین بی حاصل ارزان تر از حرکت از یک زمین ساختمان سازی شده خواهد بود، یا مالک شدن زمینهای دولتی آسانتر از عبور کردن از یک زمین خصوصی است. بنابراین برای هر لایه، طبقه بندی ها مشخص می شوند و یک مقدار سنگینی در نظر گرفته می شود. دامنه مقاومت از
۱ تا ۱۰۰ است، طبقه بندی مشخص شده به عنوان یک (طبقه بندی مطلوب) یا آسانتر برای قرارگیری بزرگراه مقدار مقاومت کمتری می دهد و طبقه بندی تعریف شده به عنوان (طبقه بندی غیر مطلوب) یا مشکل برای قرارگیری بزرگراه، مقاومت بالاتری نشان می دهد [۱۰] .

مرحله ی بعدی تولید مدل هزینه رستری (**CRM**) است که دسته های داده های اطلاعاتی را که از پیش طبقه بندی شده با یکدیگر یکی می کنیم. ساده ترین روش این است که فقط آنها را به یکدیگر اضافه کنیم ، در حالی که روشهای پیچیده تر را نیز می توان به کار برد. با این وجود، بر اساس فاکتورهای خاص، برخی شبکه ها مهم تر از شبکه های دیگر هستند به عنوان مثال، جلوگیری از شیب های تند ممکن است به اندازه ۲ برابر کاربری زمین مهم باشد، بنابراین تأثیر این رستر شیب را می توان وزن بالا داد. هزینه رستری نهایی ، نتیجه ی جمع کردن دسته های اطلاعاتی وزن شده می باشد. بعد از آماده کردن تأثیر رستر آنها به وسیله ی دستور در مدل **Arc GRID** ترکیب می شوند، که این رسترها در این مدل به عنوان نمونه برای ۴ گزینه به این صورت ترکیب می شوند [۱۰] :

CRM1 = use1 + slope1 + soil1 + drain1 + roads1 + litho1
CRM2 = use2 + slope1 + soil2 + drain2 + roads2 + litho2
CRM3 = use3 + slope3 + soil3 + drain3 + roads3 + litho3
CRM4 = use4 + slope4 + soil4 + drain4 + roads4 + litho4

جدول 2- درصد تأثیر چهار مدل

CRM	luse	Slope	Litho	roads	drainp	soil
	%	%	%	%	%	%
1	50	10	10	10	10	10
2	10	50	10	10	10	10
3	10	10	50	10	10	10
4	10	10	10	10	10	50

با استفاده از هزینه رستری، تابع فاصله ی محاسبه شده هزینه، یک رستر خروجی (بازده) تولید می کند که در آن هر سلول به عنوان یک اندازه در نظر گرفته می شود که حداقل هزینه جمع شونده برگرداندن به منبع می باشد. عامل، رستر هزینه را می گیرد و مقداری را برای هر سلول در هزینه ی بازده که رستر اندازه گیری کرده محاسبه می کند که این هزینه، حداقل هزینه ی جمع شده از تهیه ی آن سلول از نزدیکترین منبع می باشد . هر سلول در رستر وزن شده ی هزینه، مقداری را مشخص می کند که جمع حداقل هزینه های سفر را ارائه می دهد که به وسیله ی برگشتن در طول راه با کمترین هزینه به نزدیکترین منبع آن رخ خواهد داد . هزینه رستری بر اساس فاصله و سنگینی ، حداقل هزینه ی محاسبه شده ی رسیدن هر سلول به نزدیکترین منبع را نشان می دهد اما تصمیم نمی گیرد که از کدام راه به آنجا برسد . که برای اینکار باید رستر مسیر تشکیل شود؛ رستر مسیر یک نقشه بزرگراه را فراهم می کند که راهی را مشخصی کند که از هر سلول گذر می کن». این عامل در مدل های تحلیل فضایی نیز بکار می رود.

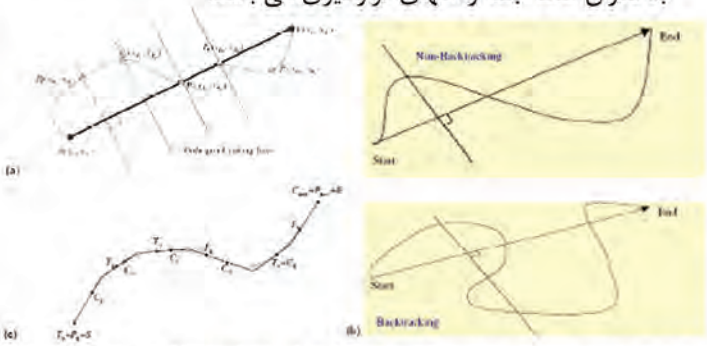
در نهایت بایستی داده های مورد نیاز مورد تجزیه و تحلیل صورت گیرند، که برای کوتاهترین راه این داده ها فراهم می آید: یک منبع و یک محل تصویر مقصد ، سطح رستر هزینه ، فاصلهٔ وزنی هزینه ، تصویر محل مسیر . بعد از آماده کردن همهٔ داده های موردنیاز ، از تحلیل گر فضایی استفاده می شود تا کوتاهترین راه را ایجاد کند. برای محاسبه ی سود، کوتاهترین راه که به عنوان داده های خروجی نرم افزار است، رستر هزینه و سود مقادیر سلول ها و قرارگیری مسیر کوتاه را پوشش می دهد، که با هم جمع می شوند و سود مشخص می گردد .

تقسیم بندی مسائل بزرگبه قسمت های کوچکتر می تواند زمان محاسبات را کاهش و پاسخ بهتری به دست دهد در بسیاری از فرآیندهای بهینه سازی این موضوع به خوبی مشاهده شده است. اگر چه هدف ابتدائی بسیاری از مدل های توسعه داده شده رسیدن به بهترین قرارگیری است، اما کارآیی محاسباتی مدل ها نیز از آنجایی که بطور گسترده بر درجه تطبیق مدل اثر می گذارد حائز اهمیت است. از آنجایی که الگوریتم ژنتیک (**GA**) می تواند بدون وقفه و گیر کردن در محاسبات در بهینه سازی محلی را در فضای پیوسته جستجوکند، چهار نقطه تمایز مهم الگوریتم ژنتیک برسایر روشهای جستجو به این صورت خواهد بود : -۱ الگوریتم ژنتیک با کد گذاری مجموع پارامترها کار می کند نه با خود پارامترها؛ -۲ الگوریتم ژنتیک در میان جمعیتی از نقطه ها جستجو می کند نه یک نقطه منفرد ؛ -۳ از اطلاعات به دست آمده (تابع هدف) استفاده می کند نه از اطلاعات فرعی و کمکی ؛ -۴ از قوانین جهش احتمالی استفاده می کند نه فقط از قوانین جبری [۱۱] .

مطابق قسمت های قبل اشاره شد که نقاط ابتدائی و پایانی برای مسیر انتخابی داده می شود. فرض می شود که نقطه های بر خورد (**pi** ها) در طول خطوط عمودی قطع کننده قرار گیرند (صفحات برای حالت قرارگیری سه بعدی) که از نقاط میانی قرار گرفته از بازه های برابر بین نقاط ابتدا و انتها می گذارد .

Pi ها در ابتدا با خطوط مستقیم مرتبط شده اند. سپس قوس های دایره ای تطبیق داده شده اند. شعاع قوس ها با استفاده از معیار طراحی **(AASHTO)** محاسبه می شود. بنابراین مسئله به پیدا کردن **Pi** هایی که به عنوان متغیرهای تصمیم با آنها رفتار می شود کاهش می یابد . ما چهار حالت برای فرآیند جستجو استفاده می کنیم : ۱. بهینه سازی قرارگیری افقی بدون هماهنگی در مسیر ۲، **(Backtracking)**. بهینه سازی قرارگیری افقی با هماهنگی در مسیر ، ۳. بهینه سازی قرارگیری افقی و عمودی بدون هماهنگی در مسیر ، ۴. بهینه سازی قرارگیری عمودی و افقی با هماهنگی در مسیر [۱۲] .

هماهنگی در مسیر نشان می دهد که جستجو در جهت رو به جلو انجام می شود و قرارگیری نمی تواند بیشتر از ۱۸۰ درجه خم شود. در حالیکه اگر هماهنگی در مسیر مهم نباشد چنین خم شدنی جایز است (شکل **۳b**) . همان طور که پیش از این اشاره شد نقاط بر خورد **PI** ی متغیرهای بهینه سازی قرارگیری هستند و یک مجموعه از نقطه های برخورد که یک جایگزین مشخص بزرگتر را شرح می دهد (شکل **Ti** ، **ci** ، **۳c**) نقاط ابتدا و انتهای انحنا و نقاط حالت مماس را نشان می دهند. برای علامت گذاری مناسب ما قبلاً مشخص کردیم که **Cn+۱=Pn+۱=E** , **T۰=P۰=S** به عنوان نقاط ابتدا و انتهای قرارگیری می باشد.



شکل 3 - a : ساخت یک مورد قرارگیری با 5 نقطه (خطوط برش متعامد) ، b : قرارگیری هماهنگ و ناهماهنگ با مسیر ، c : نقاط انحنا و مماس

هر نقطه برخورد با سه متغییر تصمیم در مختصات **(x,y,z)** مشخص می شود برای یک قرارگیری که با **n** نقطه برخورد مشخص می شود کروموزوم کد گذاری شده از **۳n** ژن تشکیل می شود. بنابراین کروموزوم به صورت زیر مشخص می شود [۱۳] :

$$\Lambda = [\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \ldots, \lambda_{3n-2}, \lambda_{3n-1}, \lambda_{3n}] = [x_{P_1}, y_{P_1}, z_{P_1}, \ldots, x_{P_n}, y_{P_n}, z_{P_n}]$$

در حالیکه λ_i کروموزم ، ژن **i** امین برای **i=۱,...,۳n** و مختصات **i** امین نقطه برخورد برای همه **i=۱,...,n** برقرار باشد. برای اپراتورهای مختلف **GA** این کروموزوم به وجود می آید و جهشهای مستقیم ، یکنواخت، غیر یکنواخت ، کاملاً غیر یکواخت، تلاقی ساده ، تلاقی دو نقطه ، تلاقی محاسباتی و تلاقی ابتکاری برای مسیر انجام می گیرد که از جهشهای بکار رفته در بهینه سازی با الگوریتم ژنتیک می باشند. این اپراتورهای گسترش یافته همگی در هر مرحله استفاده می شوند. در الگوریتم توسعه داده شده کاربر می تواند تناوب بکار گرفتن هر اپراتور را انتخاب کند. برای مثال اپراتور تلاقی ساده می تواند یکبار، دوبار یا چهار بار از هر فرآیند انتخاب برای تولید گروهی که گزینه های قرارگیری بزرگراه هستند استفاده شود. هر اپراتور جهش چهار مرتبه و هر اپراتور تلاقی دو مرتبه برای تولید جمعیت جدید استفاده می شوند، جمعیت ابتدایی به طور تصادفی تولید می شود و تعداد گزینه ها در جمعیت ابتدایی با تعداد نقاط برخورد ضربدر ۱۰ تنظیم می شود. تعداد نقطه های تقاطع توسط کاربر مشخص می شود، واضح است که هر چه تعداد نقاط تقاطع افزایش یابد گنجایش محاسباتی نیز افزایش می یابد. وقتی ما راه حل جدیدی را کاندید می سازیم بهترین گزینه (ارزان ترین مورد) با استفاده از نتیجه گیری انتخاب می شود و راه حل های ضعیف(گزینه های پرهزینه) در طول نسل های موفق دور انداخته می شوند [۱۲] .

هنگام مشاهده یک گزینه قرارگیری بهینه از طریق یک فرآیند بهینه سازی خروجی های مورد نظر مختصات سه بعدی خطوط آکس قرارگیری بزرگراه می باشند. برای شرح قرارگیری بزرگراه نمایشپارامتری مفید است . در روش پیشنهادی ، قرارگیری هموار و پیوسته در یکفضای مشخص داده شده مورد بررسی قرار می گیرد [۱۴] .

حروف پررنگ برای نمایشبردارها در فضا بکار می روند . قرار می دهیم **p(u)=[x(u),y(u),z(u)]T** که مکان بردار در طول قرارگیری **L** است که :

$$u = \frac{\int_0^u \|\mathbf{P}'(t)\|\,dt}{\int_0^1 \|\mathbf{P}'(t)\|\,dt} \quad \text{and} \quad \|\mathbf{P}'(u)\| = \sqrt{(x'(u))^2 + (y'(u))^2 + (z'(u))^2}$$

اساساً **p** توسط **u** پارامتری می شود ، که آن شکست طول کمان گذر کرده از آن نقطه را نشان می دهد اگر **L** قرارگیریی باشد که **E,S** را متصل کند پس بردار مثبت **P(u** باید در **P(۰)=S** و **P(۱)=E.P(u** بر قرار باشد و همچنین باید پیوسته و در بازه به طور پیوسته مشتق پذیر باشد :

$$E=[x_E, y_E, z_E]^T \qquad S=[x_S, y_S, z_S]^T$$

فرمول مدل شامل دو بخش است: -۱ تابع هدف و -۲ محدودیتها. تابع هدف تابع هزینه کل است که دارای پنج جزء اساسی هزینه کاربر **(Cu)** ، هزینه اشغال کاربری برای راه **(CR)** ، هزینه روسازی **(CP)** ، هزینه احجام خاکی **(CE)** و هزینه سازه ای **(CS)** به شکل نشان داده شده در فرمول زیر می باشد [۱۳] :

$$\underset{x_{P_1}, y_{P_1}, z_{P_1}, \ldots, x_{P_n}, y_{P_n}, z_{P_n}}{\text{Minimize}} \quad C_T = C_U + C_R + C_P + C_E + C_S$$

$$\text{subject to} \quad x_0 \le x_{P_i} \le x_{\max}, \quad i = 1, \ldots, n$$
$$y_0 \le y_{P_i} \le y_{\max}, \quad i = 1, \ldots, n$$

که **(x۰,y۰)** مختصات **Y** و **X** در گوشه پایینی چپ منطقه مورد مطالعه است. مختصات نقاط برخورد و مختصات گوشه سمت راست بالای منطقه مورد مطالعه هستند. هزینه کاربر شامل هزینه زمان مسافرت، هزینه کار کرد ماشین و هزینه تصادف است. هزینه راه درست شامل مناطق از زمین که توسط قرارگیری راه گرفته می شوند و به ویژگیهای آنها خسارت وارد می شود. به طور اساسی هزینه ها باید به شکل تابع ای از متغییرهای تصمیم **(pi** ها) فرمول بندی شوند.

محدودیتهای طراحی و عملیاتی در بهینه سازی قرارگیری باید لحاظ شود از بین آنها فاکتورهای مهم عبارتند از : ۱. شرایط لازم قرارگیری، ۲.محدودیت انحناء افقی (محدودیت شعاع حداقل)، ۳. محدودیت شیب، ۴. محدودیت انحناء عمودی(روابط مربوط به قوس های گنبدی و کاسه ای) و ۵. محدودیتهای فضای عمومی. در بهینه سازی گام به گام مرحله ای به طور مختصر به این صورت باید عمل شود :

تقسیم مسائل به قطعات مناسب، قطعه بندی مسیر مطالعاتی، اندازه جمعیت برای هر نسل، چک کردن واریانس نتایج، روش بهینه سازی مرحله ای، دقت در تفسیر نتایج[۱۵] .

برای مسائل قرارگیری می توان مقادیر جواب کاملاً متفاوتی را برای قرارگیری های مختلفی که نیازمند به پل یا تونل به ازای خاک برداری یا خاکریزی دارند را مشاهده نمود . بنابراین باید در توضیح دادن کاربردهای روش مرحله ای دقت کرد . اگر چه بیشترین بهبود در تابع هدف در بین چند نسل ابتدایی مشاهده می شود ، ولی تعداد نسل های جستجوی خاص مسئله توسط کاربر مشخص می شوند. جواب به طور منطقی خوب در بین ۲۰۰ نسل مشاهده خواهد شد. از آنجایی که بهبود در تابع هدف بعد از ۲۰۰ نسل قابل صرفه نظر کردن است (کمتر از ۱٪ می شود) راه حل را می توان راه حل بهینه در نظر گرفت[۱۲].

نتیجه گیری

به منظور ساخت هر گونه راه جدید، اولین پیش شرط این است که یک قرارگیری انتخاب شود. عاقلانه است که همیشه بهترین قرارگیری بزرگرهها با حداقل هزینه ها را انتخاب کنیم. ویژگیهای مختلف فیزیکی از زمین مانند کاربری زمین، پوشش زمین، نوع خاک، سنگ شناسی، شیب، سطح مورد نیاز از زمین و غیره که در ایجاد قرارگیری راه در نظر گرفته می شوند به کمک GIS برای کاربر براحتی قابل دسترسی و کاربرد در موارد مورد نیاز است.

بهینه سازی قرارگیری بزرگراه مسئله پیچیده ای است و دارای تعداد بی شماری گزینه برای ارزیابی شدن در فضای پیوسته جستجو می باشد، به علاوه توابع هزینه، به سختی فرمول بندی می شوند، مشتق نا پذیرند، همچنین پیچیده و مجازی نیز هستند. بنابرطبیعت مسئله، جستجوی کاراتر و سریع تری را به جای روش های معمولی لازم دارد و کمک اصلی GIS این است که یک کاربر می تواند به سهولت بسیار از گزینه های راه که در دورهٔ خیلی کوتاه زمانی مطلوب شامل مقدار عظیمی از پارامترهای قرارگیری بزرگراه هستند را بدون هیچ گونه هزینهٔ اضافی مقایسه نماید. اهداف این کار که ملاحظه گردید به طور کلی شامل: ۱. تعیین راهی با حداقل قیمت و ساختن مدل براساس شبکه، ۲. قطعی کردن راه با حداقل قیمت براساس معیار سنگینی پارامترها، ۳. ایجاد راهی با حداکثر ایمنی در خصوص طراحی قوسهای توأمان. در اینجا فاکتورها و محدودیتهای طرح (مانند قوس حداقل، مسافت دید و محدودیت های شیب) برای طراحی بزرگراه با در نظر گرفتن گزینه های مختلف قرارگیری ایمن و بهینه بررسی و انتخاب گزینه نهایی با توجه به الگوریتم ژنتیک که برای بهینه سازی قرارگیری بزرگراه از روش های تکنیک هوش مصنوعی (AI) استفاده می کند شرح داده شد. که در آن بهینه سازی مرحله ای بر پایه اندازه های متفاوت جمعیت و قطعه بندی محیط مطالعه به قطعه های مناسب می باشد. برای تقسیم بندی محیط مطالعه پیشنهاد می شود که بهینه سازی یک مرحله ای برای تعداد کمتری متغییر های تصمیم (Pi) ها اجرا شود. سپس محل های (Pi) های مربوط برای تقسیم بندی بر این اساس باید انتخاب شوند : ۱. بر اساس یک نقاط شکست طبیعی در مقاطع مورد مطالعه، ۲. امکان ساخت سازه ها، ۳. دقت مورد نیاز . طول قطعه ها همچنین بر اساس دقتمورد نیاز و لزوم صرفه جویی زمان محاسبه متفاوت است.

مراجع

۱. Musa, M. K. A, Mohamed, A. N ,(۲۰۰۱) Alignment and Locating Forest Road Network by Best-Patch Modeling Method, Research Officer Malaysian Centre for Remote Sensing (MACRES) No. ۱۳ Jalan Tun Ismail, ۵۰۴۸۰ Kuala Lumpur.

۲. Jong, J., (۱۹۹۸) Optimizing Highway Alignment with Genetic Algorithms. Ph.D. Dissertation, Department of Civil Engineering, University of Maryland, College Park, Maryland.

۳. Snorre Ness & Roar Norvik, (۲۰۰۸) Towards a GIS-Based System for Roads and Transport Plannig in Norway, SINTEF Technology and Society Department of Road and Transport Studies, ESRI User Conference.

۴. Zhang H.Y., Zhu Z.X.(۱۹۹۷). Surveying and Design of Highway, Press of People Communication, Beijing.

۵. Cheng D.W, Li X.H. and Zhou C.M.(۲۰۰۱). A GIS-Based Network Analysis Techniques for Transportation Planning, Journal of Highway and transportation research and development of China, No.۵, ۶۴-۶۷.

۶. Li T.Z., Wang W. and Li X.G. (۲۰۰۱). Control system for urban road pollution , Transportation and Computer, No.۱, ۱-۸۳۸۰ Proceedings

۷. Paez A., Miyamoto K. And Kitazume K. (۲۰۰۱). Transportation Network and Accessibility Analysis in Eastern Asia Based on a Geographical Information System, Journal of Eastern Asia Society for Transportation Studies,Vol.۴ , No.۶ ۲۱۱-۲۲۶

۸. Zhongzhen YANG, Tao FENG, Jia PENG, Optimizing Highway Alinment in Road Network, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.۴, October, ۲۰۰۳

۹. Nakamura H. et al (۱۹۹۷). Social economic evaluation of Road investment, Toyo Keizai Sinho Sya,Tokyo.

۱۰. B.Srirama K, Mukti Advani, and S.K.Pathan, LEAST COST HIGHWAY ALIGNMENT USING GIS TECHNIQUE, Project Scientist, TRIPP, IIT Delhi, India

۱۱. Goldberg, D. E. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning. Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Massachusetts, ۱۹۸۹.

۱۲. Jong, J.-C. and Schonfeld, P. An Evolutionary Model for Simultaneously Optimizing ۳-Dimensional Highway Alignments. Transportation Research-B, in press, ۲۰۰۳.

۱۳. Jong, J.-C., Jha, M. K., and Schonfeld, P. Preliminary Highway Design with Genetic Algorithms and Geographic Information Systems. Computer Aided Civil and Infrastructure Engineering, ۱۵(۴), ۲۰۰۰, pp ۲۶۱-۲۷۱.

۱۴. Lovell, David J. Automated Calculation of Sight Distance from Horizontal Geometry, ASCE Journal of Transportation Engineering, Vol. ۱۲۵, No. ۴, July/August, ۱۹۹۹, pp. ۲۹۷-۳۰۴.

www.SoftGozar.com

گرایش های ارشد رشته عمران

قسمت دوم

به درخواست شما مخاطبان گرانقدر دالان تصمیم گرفتیم تا معرفی جامعی از گرایش های ارشد عمران برایتان ارائه دهیم ،گرایش های مختلف کارشناسی ارشد عمران عبارتند از : آب،مهندسی آب و فاضلاب ، برنامه ریزی و حمل و نقل ، مکانیک خاک و پی ، راه وترابری ، رودخانه ، زلزله ، سازه ،سازه های دریایی، سازه های هیدرولیکی ، محیط زیست و مدیریت و ساخت هستند که در دید کلی تعداد واحد های مقطع کارشناسی ارشد عمران در تمام گرایش ها برابر ۳۲ واحد است که شامل ۲۴ واحد دروس تئوری و عملی، ۲واحد سمینار و ۶ واحد پایان نامه است.

مهندسی زلزله

زلزله از بزرگترین خطرات طبیعت برای انسان است. حادثه ای که نه فقط از لحاظ جانی بلکه از لحاظ اقتصادی، روانی و اجتماعی اثرات مخرب با دامنه تأثیر طولانی مدت از خود به جا می گذارد.

گرایش مهندسی زلزله به طراحی سازه ها با توجه به بار زلزله می پردازد. همچنین وظیفه بهسازی و مقاوم سازی سازه های موجود که در مناطق لرزه خیز قرار دارند را بر عهده دارند.

هدف از این رشته نیز تربیت افرادی است که بتوانند با تحلیل بارهای ناشی از زلزله، در خصوص مقاوم سازی ساختمانها، تأسیسات آبی، انواع سازه های خاکی و سایر تأسیسات در برابر زلزله اظهار نظر کارشناسی کنند

در این گرایش از مهندسی عمران نیروهای وارد بر سازه در اثر وقوع زلزله کاملاً تحلیل می شود و براساس این تحلیل ، سازه هایی جهت مقابله با این نیروی ناشناخته طراحی می‌شوند به همین جهت یک مهندس زلزله می تواند در مورد پروژه های خاص و مهم ، دخالت زیادی در امر طراحی داشته باشند.این مهارتها پس از مطالعه رفتار لرزه ای سازه‌های مختلف ، مطالعه رفتار دینامیکی اتصالات گوناگون ، مطالعه خواص مکانیک مصالح تحت بارهای دینامیک و ... بدست می آید.

دروس اصلی گرایش زلزله عبارتند از:

ریاضیات مهندسی پیشرفته، دینامیک سازه ها، مهندسی زلزله پیشرفته و دینامیک خاک (که دو مورد اول با گرایش سازه مشترک می باشد.)

همچنین برخی از دروس اختیاری این گرایش عبارتند از:

اثر زلزله بر سازه های ویژه، ساختمانهای بتنی و فلزی مقاوم در برابر زلزله، طراحی لرزه ای، روش اجزاء محدود، تحلیل خطرپذیری سازه ها در برابر زلزله، ارتعاشات تصادفی، اندرکنش خاک سازه، اندرکنش آب سازه، مکانیک محیط های پیوسته، روش های ترمیم و تقویت ساختمانها در برابر زلزله و .....

از دروس مهم مورد نیاز برای این گرایش از دوره کارشناسی می‌توان دروس مبانی

مهندسی زلزله، مقاومت مصالح، تحلیل سازه¬ ها و (تا حدودی) سازه های فولادی را نام برد

. از آنجایی که این دوره دانشجویان را برای انجام محاسبات و ارائه طرح های مقاوم سازی در برابر زلزله و نیز اشتغال به فعالیت های پژوهشی، توسعه ای و کاربردی در امر مهندسی زلزله آماده می نماید.

فارغ التحصیلان زمینه فنی کافی برای احراز مشاغل زیر را دارند:

- همکاری با وزارتخانه ها و سازمانهای مسئول اجرای طرح های عمرانی و صنعتی مانند وزارت راه و شهرسازی، وزارت نیرو، وزارت صنایع و شهرداری ها.
- وارد شدن در بحث تحلیل خطر و همکاری با مهندسین مشاور صنعتی، جهت مشارکت در طراحی و نظارت بر اجرای سازه های خاص و ساختمانهای صنعتی نظیر کارخانجات، سیلوها، برجها، سدها،نیروگاه¬ها، لوله های انتقال گاز و ....
- همکاری با مهندسین مشاور سازه و پی، جهت مشارکت در طراحی و نظارت بر اجرای پروژه های موضوع فعالیت این مؤسسات و وارد شدن در مقوله مقاوم سازی.
- همکاری با مؤسسات پژوهشی که به نحوی درگیر امر تحقیقات در رابطه با زلزله ¬ شناسی و مهندسی زلزله و کاهش خطرات ناشی از زلزله می باشند.

مهندسی سازه های هیدرولیکی:

این رشته در زمینه تحلیل و طراحی سازه هایی که به نوعی با آب سروکار داشته و در ساختمان‌های هیدرولیکی به‌کار برده می شوند، مانند سدهای انحرافی، سدهای مخزنی ، مخازن آب ، تونلهای آب بر ، تأسیسات انتقال آب، تأسیسات حفاظتی در مقابل سیل و ... در نظر گرفته شده است. فعالیت دارد. در واقع این گرایش ترکیبی از گرایش‌های سازه و آب می‌باشد. برخی معتقدند، این موضوع اگر چه نوعی انعطاف را برای متخصصین این رشته در دو حوزه آب و سازه به ارمغان اورده و نوعی مزیت به شمار می رود اما از آنجا که در هر دو حوزه مذکور امکان حضور افراد خبره تر و متخصص تر که منحصراً گرایش سازه و یا آب را دنبال کرده اند، وجود خواهد داشت، نوعی محدودیت نیز محسوب می شود. به هر حال ضرورت این دوره با توجه به حجم سرمایه گذاری کشور در صنعت آب و نیاز فوق العاده به جمع آوری و نگهداری آبها و استفاده صحیح از آنها در جهت تامین آب آشامیدنی شهر یا تولید برق و نیز توسعه کشاورزی کاملاً مشهود است.

دروس اصلی گرایش سازه هیدرولیکی عبارتند از:

ریاضیات مهندسی پیشرفته، هیدرولیک پیشرفته، طراحی هیدرولیکی سازه‌ها و روش اجزاء محدود

همچنین برخی از دروس اختیاری این گرایش عبارتند از:

هیدرودینامیک، سدهای خاکی، سدهای بتنی، دینامیک سازه‌ها،اندرکنش آب و سازه، مکانیک محیط‌های پیوسته، هیدرولیک محاسباتی، آبهای زیرزمینی مدیریت برنامه ریزی واقتصادمهندسی محیط سدهای بتونی هیدرولوژی پیشرفته الودگی ابهای سطحی زیرزمینی مهندسی رودخانه مکانیک خاک پیشرفته تیوری الاستیسیته سازه های بتن ارمه وپیشرفته پی سازی پیشرفته تونل سازی

از دروس مهم مورد نیاز برای این گرایش از دوره کارشناسی می‌توان مکانیک سیالات، هیدرولیک، دینامیک، دینامیک سازه‌ها (در حد آشنایی)، آبهای زیرزمینی و ریاضیات را نام برد

فارغ التحصیلان این دوره می‌توانند با وزارتخانه‌ها و سازمانهای مسئول اجرای طرحهای عمرانی در زمینه آبرسانی مانند وزارت نیرو، وزارت کشاورزی، وزارت راه و شهرسازی و شهرداری‌ها همکاری داشته باشند. همچنین همکاری با مهندسین مشاور سدسازی و منابع آب، نظارت بر اجرای پروژه‌ها موضوع فعالیت این شرکت ها و مشارکت در طراحی سازه‌های هیدرولیکی نظیر سدها، اسکله‌ها، کانال های آبرسانی و ... از دیگر زمینه‌های کاری فارغ‌التحصیلان این گرایش است.

در هر یک از موارد فوق فازهای طراحی سازه‌های هیدرولیکی، اجرا و نظارت بر آنها بطور مستقیم زیر نظرمهندسان سازه‌های هیدرولیکی انجام می‌شود که این خودبازار کار مناسبی را برای مهندسان سازه‌های هیدرولیکی فراهم می‌کند. البته فارغ التحصیلان سازه‌های هیدرولیکی می‌توانند در شاخه‌های دیگر مانند سازه، آب و سازه های دریایی نیز مشغول بکارشوند.

مهندسی برنامه ریزی و حمل و نقل:

گرایش حمل و نقل شامل چهار بخش مجزا به نام های حمل و نقل دریایی ، ریلی ، هوایی و جاده ای می باشد. که مهندسین باتوجه به توانایی های خود می توانند در هر یک از این زیر مجموعه ها به تحصیل و فعالیت بپردازند.

- برنامه ریزی حمل و نقل شامل: مدیریت سیستم های حمل و نقل، مطالعه تولید، توزیع و جذب سفر، مکان یابی احداث پارکینگ ها و ...
- سیستم های هوشمند حمل و نقل شامل: طراحی چراغ های راهنمایی با زمانبندی های هوشمند، تسهیلات هوشمند حمل و نقل مانند تشخیص تصادفات، فاصله ایمنی وسایل نقلیه، پارکینگ های هوشمند و ...
- ایمنی ترافیک، تصادفات و ریسک شامل: بهبود ایمنی معابر و راه ها، تعیین نقاط حادثه خیز، مدلسازی و پیش بینی تصادفات و ...
- حمل و نقل ریلی شامل: طراحی خطوط حمل و نقل ریلی بین شهری و درون شهری، برنامه ریزی ایستگاه ها و فواصل زمانی حرکت قطارها
- حمل و نقل هوایی و دریایی شامل: برنامه ریزی حمل و نقل هوایی و دریایی، طرح فرودگاه ها و بنادر

مهندسی ترافیک شامل: مدلسازی جریان ترافیک با و یا بدون استفاده از نرم افزار های کامپیوتری، بررسی تاثیرات پارامترهای جریان ترافیک مانند سرعت،

حجم و تاخیر بر مصرف سوخت و محیط زیست، فرهنگ سازی ترافیک و ...

دروس اصلی گرایش حمل و نقل عبارتند از:

تحلیل سیستم های حمل و نقل، مهندسی ترافیک پیشرفته، برنامه ریزی حمل و نقل،تحقیق در عملیات و تقاضا در حمل و نقل

همچنین برخی از دروس اختیاری این گرایش عبارتند از:

حمل و نقل هوایی، حمل ونقل دریایی، اقتصاد حمل و نقل،لوجستیک، طراحی فرودگاه، ایمنی در ترافیک و .....

از دروس کارشناسی مهم مورد نیاز برای این گرایش از دوره کارشناسی می‌توان مهندسی ترافیک و مهندسی ترابری را نام برد.

زمینهٔ فعالیت، آیندهٔ شغلی و شرکت های عمرانی مرتبط با این گرایش

بر خلاف گرایش راه و ترابری، مهندسین حمل و نقل معمولا در داخل شهرها به فعالیت مشغولند.

فارغ التحصیلان گرایش حمل و نقل عموماجذب مهندسان مشاور، واحدهاو ادارات مختلف راه و ترابری، شهرداری ها، سازمان های حمل و نقل ترافیک و شرکت‌های مطالعات جامع حمل و نقل می گردند.

از معروف ترین مراکز و شرکتهای مرتبط با این رشته می¬توان به وزارت راه و شهرسازی، سازمان راهداری و حمل و نقل جاده¬ای، پژوهشکده حمل و نقل، شرکت راه¬آهن جمهوری اسلامی، سازمان بنادر و کشتیرانی، سازمان بنادر و دریانوردی، اشاره کرد.

سازه های دریایی:

سازه های دریایی از گرایش های جدید رشته مهندسی عمران در مقطع کارشناسی ارشد در ایران است. این گرایش در چند سال اخیر و برای اولین بار در دانشگاه های تهران و تربیت مدرس ایجاد شد. در کشورهای پیشرفته سازه های دریایی به سه بخش مهندسی دریا، مهندسی سواحل و مهندسی سازه های دریایی تقسیم می شود که در کشور ما کلیه این گرایش ها تحت عنوان سازه های دریایی تدریس می شود.

هدف دورهٔ کارشناسی ارشد سازه های دریایی آموزش افرادی است که با شناخت کافی از اصول طراحی سازه ها و نیز آشنایی با کارهای دریایی، دارای توانایی‌های لازم جهت طراحی و نظارت بر اجرای پروژه¬های تخصصی این گرایش بوده و ضمناً توان تحقیقاتی کافی جهت حل مسائلی که در این زمینه¬ ها با آن روبرو می¬ شوند را دارا باشند. این پروژه¬های تخصصی می¬تواند شامل انواع اسکله¬ها، موج¬شکن¬ ها، سکوهای دریایی، دیوارهای ساحلی و تأسیسات حفاظتی سواحل، ستون های مهاربند و کلیه تأسیسات بندری باشد.

در گرایش سازه های دریایی سه محورoffshore,nearshore,onshoreمطرح‌است.

در بخش offshore به تحلیل و طراحی سازه های دور از ساحل مانند سکوهای نفتی، سکوهای تفریحی و خطوط لوله کف دریا در آبهای عمیق پرداخته می شود.

و دربخش on shore وnear shoreبه تحلیل وطراحی سازه‌های ساحلی نزدیک ساحل مانندا‌سکله‌های فولادی و بتنی،موج‌شکن‌ها، خطوط لوله ساحلی و همچنین تحلیل جریانات رسوب،تثبیت سواحل و... پرداخته می شود.

ارتباط این گرایش با سایر گرایش های کارشناسی ارشد

این گرایش با گرایش های سازه و آب و تا حدودی سازه‌های هیدرولیکی در ارتباط می¬باشد.

دروس اصلی گرایش سازه های دریایی عبارتند از:

ریاضیات مهندسی پیشرفته، مبانی هیدرولیک دریا، دینامیک سازه¬ های دریایی، ژئوتکنیک دریایی و اصول طراحی سازه های متعارف دریایی.

همچنین برخی از دروس اختیاری این گرایش عبارتند از:

سکوهای دریایی، طراحی بنادر، مهندسی سواحل، روش اجزاء محدود، اجرای سازه¬ های دریایی و روش¬های عددی در مهندسی دریا و ...

امکان ادامه تحصیل در مقطع دکترای سازه‌های دریایی در داخل کشور، در دانشگاه تهران وجود دارد. این در حالی است که فارغ التحصیلان این گرایش می¬ توانند در گرایش های سازه یا آب نیز ادامه تحصیل دهند. همچنین گرفتن بورس برای ادامه تحصیل در خارج از کشور نیز امکان¬ پذیر است. بهترین دانشگاه¬ های دنیا در زمینه سازه‌های دریایی دانشگاه تگزاس امریکا و دانشگاه دلف هلند می¬ باشند.

از جنبه آینده شغلی، سازه های دریایی بدلیل مرتبط بودن با صنعت نفت و گاز، نسبت به سایر گرایش‌های عمران دارای بازارکار بهتر و درآمد بالاتری است.فارغ التحصیلان این گرایش، جهت تحلیل و طراحی سازه های دریایی باید در دفاتر مهندسین مشاور در شهر تهران مشغول بکار شوند و برای کارهای اجرایی باید در جنوب و یا شمال کشور مستقرشوند.

مهندسی آب:

با توجه به اینکه توسعه کشور در زمینه‌های کشاورزی، صنعتی،عمران و ... بستگی به میزان آب قابل استفاده دارد، می‌توان صنعت آب در ایران را در زمره صنایع مادر به حساب آورد.هدف از این دوره تربیت متخصصانی است که بتوانند در زمینه های مختلف شناخت منابع و نیازهای آبی، ذخیره و کنترل و انتقال ، انحراف و توزیع آب ، بهره برداری و مدیریت منابع آب و برنامه ریزی در سطوح بالا برای سیاستهای آبی مملکت در

مراحل مختلف طراحی، نظارت ، مدیریت و اجرای پروژه های آبی می باشند.همچنین مهندسی عمران گرایش آب آموزش های لازم در زمینه طراحی و مکان یابی سدها، سیستم های جمع آوری آب را به مهندسین می دهد.

این دوره کارشناسی ارشد خود شامل سه گرایش اصلی هیدرولیک، هیدرولوژی و مدیریت و برنامه ریزی منابع آب می باشدکه دارای واحدهای اجباری مشترک بوده و در دروس اختیاری، دانشجو می تواند در یکی از این سه گرایش اصلی واحدها را بگذراند و تخصص پیدا کند. لازم به ذکر است که این دوره کارشناسی ارشد، تنها مخصوص رشته مهندسی عمران نبوده و از میان مهندسین مکانیک(حرارت و سیالات) و کشاورزی(آبیاری) نیز دانشجو می پذیرد.

این دوره می تواند مکملی برای دوره¬های دیگر کارشناسی ارشد عمران باشد که مهمترین آنها سازه‌های هیدرولیکی و سازه‌های دریایی است.

دروس اصلی گرایش آب عبارتند از:

ریاضیات مهندسی پیشرفته، هیدرولیک پیشرفته، هیدرولوژی مهندسی پیشرفته، روش های عددی در مهندسی آب و تحلیل سیستمهای منابع آب(۱)

همچنین برخی از دروس اختیاری این گرایش عبارتند از:

مبانی هیدرولیک دریا، تحلیل سیستم های منابع آب(۲)، آبهای زیرزمینی، مهندسی رودخانه، روش اجزاء محدود، هیدرودینامیک، طراحی هیدرولیکی سازه ها، کنترل کیفیت منابع آب، اکتشاف و استخراج منابع آب، مهندسی سواحل، اثرات زیست محیطی توسعه منابع آب و .....

امکان ادامه تحصیل در این گرایش در مقطع دکترا در داخل و خارج کشور وجود دارد و از جنبهٔ آینده شغلی، فارغ التحصیلان این دوره زمینه فنی کافی برای احراز مشاغل زیر را دارند:

همکاری با وزارتخانه ها و سازمانهای مسئول برنامه ریزی، طرح و اجرای پروژه هایی در زمینه مهندسی آب نظیر پروژه های آبرسانی، منابع آب و مهندسی رودخانه

همکاری با مهندسین مشاور مجری طرح های مهندسی آب

همکاری با سازمانها و شرکتهای دولتی و منطقه ای در مورد پروژه های آبی

بنابر موارد گفته شده وزارت جهاد سازندگی، وزارت نیرو و بخش خصوصی از جمله مراکز جذب فارغ التحصیلان این دوره می‌باشند.

مهندسی محیط زیست :

مهندسی محیط زیست در برگیرنده طیف وسیعی از آموزش ها می باشد. از تصویه آب و هوا گرفته تا دفع فاضلاب.

نظارت بر حسن اجرای پروژه¬های تخصصی در زمینه¬ های مختلف مهندسی محیط زیست، شناخت و کنترل آلودگی منابع آب ، خاک و هوا - کنترل آلودگیهای حاصل از مواد زائد جامد - برنامه ریزی و مدیریت اجرای طرحهای زیست محیط و ... بر عهده ی یک مهندس محیط زیست می باشد

. این گرایش کارشناسی ارشد، مختص گروه مهندسی عمران نمی باشد و از رشته های مهندسی آب، مهندسی مکانیک، مهندسی محیط زیست (بهداشت محیط)، شیمی (نساجی) و مهندسی پلیمر نیز پذیرش دانشجوی کارشناسی ارشد دارد.

هدف دوره کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، آموزش افرادی است که دارای توانائیهای لازم جهت طراحی و نظارت برحسن اجرای پروژه های تخصصی در زمینه های مختلف مهندسی محیط زیست بوده و در ضمن قادر به انجام تحقیقات لازم جهت حل مسائل و مشکلات زیست محیطی کشور باشند

از جمله پروژه های تخصصی مرتبط با این رشته می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- شناخت و کنترل آلودگی منابع آب، خاک و هوا
- طراحی تاسیسات آب و فاضلاب شهری، روستایی و صنعتی
- کنترل آلودگی‌های حاصل از مواد زائد جامد
- برنامه ریزی و مدیریت اجرای طرح های زیست محیطی
- ارزیابی زیست محیطی طرح‌های عمرانی

دروس اصلی گرایش محیط زیست عبارتند از:

شناخت و مدیریت برنامه ریزی محیط زیست، آلودگی مواد زاید جامد و روش‌های کنترل آن، آلودگی هوا و روش‌های کنترل آن، تصفیه آب و تصفیه فاضلاب

همچنین برخی از دروس اختیاری این گرایش عبارتند از:

آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، مواد زاید خطرناک، روش‌های عددی در مهندسی محیط زیست، طراحی تصفیه خانه آب و فاضلاب، آلودگی صدا و کنترل آن، مدیریت و برنامه‌ریزی محیط زیست، زباله‌سوزی، تصفیه فاضلاب‌های صنعتی، آلودگی خاک، آلودگی‌های دریا و روش های کنترل آن، تصفیه آب، روش‌های ارزیابی زیست محیطی پروژه‌ها، طراحی تجهیزات کنترل آلودگی هوا، اندازه‌گیری و ارزیابی آلودگی هوا، تهویه صنعتی، کنترل آلودگی هوا در محیط‌های بسته، مدیریت کیفی منابع آب و ....

فرصت‌های شغلی این گرایش:

- همکاری با وزارتخانه ها و سازمانهای مسئول برنامه¬ریزی در زمینه مهندسی محیط زیست، مهندسین مشاور و شرکتهای مجری طرحهای مهندسی محیط زیست و صنایع مختلف جهت کنترل و یا کاهش آلودگی‌های زیست‌محیط
- همکاری با مراکز تحقیقاتی و پژوهشگاهها در ارتباط با موضوعات و گرایشهای مهندسی محیط‌زیست
- همکاری با مراکز آموزش عالی و مراکز آموزشی جهت تکمیل کادر هیئت علمی مهندسی محیط‌زیست

مهندسی رودخانه:

در این دوره پذیرفته شدگان به مطالعه و شناسایی هر چه عمیق تر مسائل فرسایش و رسوب در رودخانه ، کنترل سیلابها و ساماندهی آنها خواهند پرداخت. در صورت عدم کنترل¬های مذکور خسارات بسیاری نشای از رسوب، سیلاب و تغییر مسیر جریانها بر بودجه های مملکتی وارد خواهدآمد.

فارغ التحصیلان این دوره دارای توانایی ها و قابلیت های زیر می باشند:

شناسایی علل فرسایش در حوضه¬ های آبریز رودخانه ها، مکانیسم انتقال رسوب و چگونگی رسوب گذاری و انباشتگی آن در مسیر جریان و در محل سازه های آبی

شناسایی انواع رودخانه ها، مورفولوژی و رفتار رودخانه‌ها

توانایی جمع آوری و پردازش آمار و اطلاعات جریان و رسوب رودخانه و شبیه سازی و تهیه مدلهای ریاضی در زمینه مزبور،

طراحی تأسیسات کنترل سیلاب و اصلاح مسیرهای جریان رودخانه‌ای

تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش های مدلهای فیزیکی و هیدرولیکی در زمینه مهندسی رودخانه و آزمایش آنها

تجزیه و تحلیل اثرات اجرای پروژه‌های

مهندسی رودخانه بر روی مسائل زیست محیطی و اثرات اقتصادی و اجتماعی آنها

دروس اصلی گرایش رودخانه عبارتند از:

ریاضیات مهندسی، هیدرولیک پیشرفته، هیدرولیک محاسباتی، هیدرولوژی مهندسی پیشرفته، فرسایش‌ورسوب‌پیشرفته‌مهندسی‌رودخانه(۱)، مهندسی رودخانه (۲)، روشهای مهندسی کنترل سیلاب، طراحی هیدرولیکی سازه¬ها

همچنین برخی از دروس اختیاری این گرایش عبارتند از:

پی¬ سازی و پایداری شیروانی¬ ها، اثرات زیست محیطی طرح های مهندسی رودخانه، رودشناسی، برنامه¬ ریزی و مدیریت رودخانه، مدلسازی در مهندسی رودخانه و سواحل، آبخیزداری و حفاظت

گرایش رودخانه مقطع دکترا ندارد ولی برای فارغ‌التحصیلان این دوره امکان ادامه تحصیل در مقطع دکترا در سایر گرایش¬ها مانند مهندسی آب و مهندسی محیط زیست، در داخل و خارج کشور وجود دارد. از جنبه آینده شغلی نیز فارغ‌التحصیلان این دوره شرایط احراز مشاغل زیر را دارند:

- کارشناس حفاظت آبها
- کارشناس هیدرولیک
- کارشناس مدل فیزیکی مهندسی رودخانه و مخازن سدها
- کارشناس برنامه¬ ریزی و مدیریت پروژه ¬ های مهندسی رودخانه
- مدیر پروژه¬ های ساماندهی رودخانه
- کارشناس پروژه¬ های زیست محیطی و اکولوژی مهندسی رودخانه
- کارشناس پژوهشی مراکز تحقیقی آب و امور مرتبط با مهندسی رودخانه

مهندسی آب و فاضلاب:

امروزه وجود مشکلات آلودگی آب های سطحی و زیر زمینی و فاضلاب های صنعتی از یکسو و ضرورت تأمین و انتقال آب مورد نیاز جوامع شهری و صنعتی از سوی دیگر احساس نیاز به متخصصین رشته مهندسی آب و فاضلاب را دو چندان ساخته است.

در این دوره پذیرفته شدگان به مطالعه و شناسایی هر چه عمیقتر مسائل آب و فاضلاب ، بهره برداری بهینه از تأسیسات آب و فاضلاب و روشهای رشد و توسعه علوم مهندسی در این گرایش و ... می پردازد.

این رشته با دو گرایش : "عمران آب و فاضلاب" و "تأسیسات (مکانیک) آب و فاضلاب " طیف وسیعی از موضوعات دو حوزه آب و فاضلاب را در بر می گیرد. لازم به ذکر است که تنها گرایش عمرانِ آب و فاضلابِ این دوره مخصوص رشته مهندسی عمران می¬باشد و برای گرایش تأسیسات(مکانیک) آب و فاضلاب آن، از میان مهندسان مکانیک(جامدات و سیالات) دانشجو پذیرفته می¬ شود.

فارغ التحصیلان این دوره دارای توانایی ها و قابلیت های زیر می¬باشند:

- توانایی در تجزیه و تحلیل کنترل کیفیت منابع آب جهت مصارف آب شرب و صنعتی
- توانایی در تجزیه و تحلیل، شناخت و بررسی فرآیندهای مختلف تصفیه آب و فاضلاب
- توانایی در تجزیه و تحلیل و کنترل عوامل طراحی در شبکه جمع¬ آوری آبهای سطحی و فاضلاب و تصفیه¬ خانه فاضلاب
- بررسی استفاده از فاضلاب های تصفیه شده و تجزیه و تحلیل اثرات زیست محیطی ناشی از فاضلاب ها
- برنامه¬ ریزی و مدیریت در زمینه اجرای پروژه‌های آب و فاضلاب و بهره ¬برداری اقتصادی از شبکه¬ها و تصفیه‌خانه ¬ های آب و فاضلاب
- ایجاد توانمندی جهت پذیرش مسئولیت در اداره آب و فاضلاب شهرها

دروس اصلی گرایش آب عبارتند از:

ریاضیات مهندسی، طراحی ایستگاه های پمپاژ، فرآیندهای تصفیه آب و فاضلاب و آزمایشگاه، خطوط انتقال و شبکه توزیع آب، شبکه جمع¬ آوری و خطوط انتقال آبهای سطحی و فاضلاب.

همچنین برخی از دروس اختیاری این گرایش عبارتند از:

طراحی منابع و تصفیه¬ خانه¬ های آب و فاضلاب، استانداردهای مواد و مصالح ساختمانی، رسوب گذاری و روش های پیشگیری، مهندسی محیط زیست و اکولوژی مدیریت پروژه و بهره برداری از تاسیسات آب و فاضلاب خوردگی در فلزات جنبه های مکانیکی خوردگی طراحی تجهیزات مکانیکی تصفیه خانه های آب و فاضلاب

از دروس موردنیاز از دوره کارشناسی می¬ توان دروس هیدرولوژی مهندسی، آبهای زیرزمینی، اقتصاد مهندسی، متره و برآورد پروژه، مکانیک سیالات و هیدرولیک را نام برد.امکان ادامه تحصیل در این گرایش در مقطع دکترا در داخل و خارج کشور وجود دارد.

از جنبه آینده شغلی وزارت جهاد سازندگی، وزارت نیرو، اداره آب و فاضلاب شهرها، و بخش خصوصی و ... از جمله مراکز جذب فارغ التحصیلان این دوره است.

www.SoftGozar.com

قسمت اول

اجرای ساختمان

امیرحسین شمشیرگران | دانشجوی کارشناسی عمران |دانشگاه بیرجند

تعریف ساختمان: در حالت کلی به هر چیزی که ساخته می شود ساختمان می گویند ولی در این بخش منظور از ساختمان بناهای ساخته شده با مصالح بنایی (آهن - سیمان - گچ - آجر و غیره) است ، شاید بتوان گفت:یک ساختمان خوب از نظر ما: مفید،قابل استفاده ،زیبا ودلنشین،راحت وآرام بخش،محکم وبادوام است.از نظر اقتصادی کم هزینه بوده و با نیازهای روحی و جسمی استفاده کننده ،زمین وشرایط محیطی هماهنگ است.در این قسمت سعی بر توضیح جامع هر چند مختصر از اجرای یک ساختمان به صورت یک سری مراحل پی در پی داریم.دید دالان به شما همچون پیمانکاری است که قصد اجرای یک پروژه مسکونی را دارد.امیدواریم که تا پایان انجام پروژه از بسته های آموزشی ما در شماره های مختلف دالان بهره ی کافی را ببرید.

انواع ساختمان :

الف) از نظر مصالح مصرفی: اسکلت بتنی - اسکلت فلزی - آجری - خشتی و گلی

ب)از نظر کاربرد مصرف: مسکونی - اداری - تجاری - آموزشی - بیمارستان - انبارها - ورزشگاه ...

از نظر مصالح مصرفی :

-۱ ساختمان های اسکلت بتنی : اسکلت این نوع ساختمان ها (تیرهای اصلی و ستون ها) از بتن مسلح (بتن آرمه) با فرمول ترکیبی به قرار زیر ساخته می شود.

فولاد (به صورت میلگرد ساده و یا آجدار)+ سیمان + آب + ماسه + شن = بتن آرمه

معایب:

۱.ساخت آن زمان زیاد می برد

۲. سنگینی وزن بتن (افزایش بار مرده) و ...

محاسن:

۱.عمر طولانی (بتن ۲۸ روزه ٪۹۰ مقاومت خود را بدست می آورد و ۱۰ ٪ باقی مانده در ۲۰ تا ۲۵ سال بدست می آید.)

۲. مقاومت در مقابل نیروهای (کششی - فشاری و...)

۳. مقاومت در برابر آتش سوزی و...

بارمرده ساختمان شامل بارهای ثابت و غیرقابل جابجایی ساختمان مانند بارهای سقف و تیر و ستون و... می باشد و بار زنده در ساختمان شامل بارهای قابل جابجایی (متحرک) ساختمان مانند میز، صندلی ، انسان و.. می باشد.

۲. ساختمان اسکلت فلزی: اسکلت این نوع ساختمان ها (پل ها و ستون ها) از پروفیل های فولادی بوده و اتصالات آن معمولاً از جوش یا پیچ و مهره استفاده می شود.

معایب:

۱.زنگ زدگی در برابر رطوبت

۲. در برابر آتش سوزی های شدید تغییر شکل می دهد.

۳.جوش نامناسب : در ساختمانهای فلزی اتصال قطعات به همدیگر با جوش ، پرچ ، پیچ صورت میگیرد . استفاده از پیچ و مهره وتهیه ، ساخت قطعات در کارخانجات اقتصادی ترین ، فنی ترین کار می باشد که در کشور ما برای ساختمانهای متداول چنین امکاناتی مهیا نیست . اتصال با جوش بعلت عدم مهارت جوشکاران ، استفاده از ماشین آلات قدیمی ، عدم کنترل دقیق توسط مهندسین ناظر ، گران بودن هزینه آزمایش جوش و ...برزگترین ضعف میباشد.و...

محاسن:

۱. ساخت (اجرای) اسکلت سریع صورت می گیرد.

۲.فضای کمتری اشغال می کنند. و...

اتصالات اسکلت فلزی در ایران به وسیله ی جوش انجام می شود و در برخی کشور ها از پیچ ومهره استفاده می کنند.

در اتصالات اسکلت فلزی از تسمه و نبشی و در اتصالات زیر ستون از پلیت PL یا صفحه ی فولادی استفاده می کنند.

سازه های فلزی پیچ ومهره ای دارای سرعت اجرای بسیاربالا و مقاومت زیادتری نسبت به اتصالات جوشی دارد.

ازآنجایی که هنوز استاندارد دقیق وکاملی نسبت به اتصالات جوشی وجود ندارد.

سازه‌های بتن آرمه در مقابل سازه های فولادی معمولاً نیاز به هزینه کمتر و زمان بیشتری برای ساخت دارد، در حالی‌که سازه‌های فولادی ابتدا نیاز به سرمایه زیادی برای خرید آهن آلات دارد ولی در عوض شاهد سرعت اجرای بالاتری خواهیم بود. بنابراین در ساختمان‌های عادی کمتر از ۶ طبقه در نهایت از این منظر تفاوت زیادی وجود ندارد گر چه هر سازنده‌ای با توجه به شرایط و معیار های خود تصمیم‌گیرنده اصلی است.
اما با توجه به استفاده و کاربرد بیشتر از سازه های فولادی در مقایسه با سازه های بتنی ما در این قسمت سعی بر توضیح سازه های فولادی (اسکلت فلز) را داریم .

مر حله اول : گذراندن مراحل اولیه اداری و تهیه نقشه :
مراحل اداری جهت اجرای ساختمان به ترتیب به شرح زیر می باشد :
۱.درخواست صدور مجوز ساخت از سوی مالک به شهرداری منطقه (۱.تکمیل فرم درخواست مجوز ۲.ارائه اسناد مالکیت ۳.کروکی دقیق محل)
۲.پرداخت حق تشکیل پرونده و بازدید در وجه دفتر خدمات شهرداری و اخذ رسید.
۳.بازدید کارشناس شهرداری از محل و کنترل میزان عقب نشینی،ارتفاع کلی ساختمان و... ودادن گزارش کتبی
۴.مراجعه مالک به یکی از دفاتر مهندسی (دارای مجوز نظام مهندسی) و تهیه نقشه ساختمانی مورد نظر
۵.تائید نقشه توسط "واحد دایره ساختمان شهرداری" و مهر تائید آنها
۶.مراجعه به دفتر مهندسی و تهیه نقشه های فونداسیون ،معماری،تاسیسات مکانیکی،برقی و... توسط طراح
۷.به تائید رسیدن نقشه های فوق توسط "کمیته ی فنی نظام مهندسی"
۸.تعیین ناظرین ساختمان (حداقل ۳ نفر)توسط "دفتر نمایندگی نظام مهندسی"
۹.امضای برگه ی تعهد ما بین ناظر و مالک مبنی بر این که تا آخر عمر سازه مسئول هرگونه خرابی است.
۱۰.تائید نهایی نقشه ها توسط نظام مهندسی
۱۱.بازگشت مالک ساختمان به همراه نقشه های تائید شده نظام مهندسی به شهرداری
۱۲.استعلام شهرداری از کلیه سازمان های ذیربط همچون اداره برق،مخابرات،گاز و...
۱۳.ارسال مالک به "واحد نوسازی و درآمد شهرداری"جهت پرداخت عوارض و سایر حقوق
۱۴.ارسال مالک به "سازمان بیمه تامین اجتماعی" جهت بیمه نمودن ساختمان
۱۵.صدور پروانه ساخت و تعیین مدت اعتبار پروانه توسط شهرداری
۱۶.امضای فتوکپی صفحه اول پروانه توسط ناظران
۱۷.قبل از شروع عملیات تخریب به ادارات گاز،برق،آب مراجعه کرده و قطع موارد
۱۸.بازدید مامور ادارات فوق از زمین در صورت نبودن مشکل عملیات تخریب آغاز می شود
۱۹.مراجعه مالک به همراه اصل پروانه به ادارات پست و اخذ کد پستی برای واحد ها
۲۰.شروع مراحل و عملیات ساختمانی(از قبیل تخریب و آماده سازی زمین،نقشه برداری زمین،پی کنی جهت اجرای ساختمان و...)
مرحله دوم : تخریب و آماده سازی زمین :
پس از تهیه نقشه های مورد نظر وگذراندن کلیه کارهای اداری در مرحله اول،مرحله دوم (تخریب و آماده سازی زمین)شروع می شود.

گام اول : تخریب مجموعه قدیمی جهت آماده سازی مجدد زمین
گام دوم : در اغلب موارد بعد از تخریب و حمل مواد اضافی به خارج از مجموعه عملیات گود برداری آغاز می شود.
به منظور گودبرداری یک لودر چرخ لاستیکی به محل ساختمان آورده شده و شروع به کار می کند برای گودبرداری تا عمق موردنظر باید مرتب توسط کارگران اندازه گیری شود که بیش از مقدار مورد نظر گودبرداری نشود.به همراه گود برداری باید خاک و مصالح استخراج شده ی اضافی توسط وسایل نقلیه ی مخصوص به خارج از مجموعه هدایت شوند.

گام سوم : ایمن سازی گود برداری وجلوگیری از تخریب سازه های مجاور
یکی از مهمترین مشکلات و دغدغه های موجود در رشته مهندسی عمران، احداث سازه ها، حفاظت از گودبرداری و ساختمان های موجود در مجاورت آن می باشد و در صورت عدم رعایت روش های مناسب به منظور حفاظت گودها و همچنین شیب های در حال احداث، منجر به خسارت جبران ناپذیری خواهد گردید و مخاطرات بوجود آمده ناشی از نشست های احتمالی و تقلیل ظرفیت باربری و تغییر مکان های جانبی موجب ایجاد ترک در سازه های مجاور گود خواهد شد. به منظور جلوگیری از موارد ذکر

شده لازم است قبل از شروع عملیات گودبرداری از روش های نگهداری و مهار بندی جانبی استفاده شود تا در محیطی پایدار و ایمن بتوان عملیات را ادامه داد.

اهداف اصلی ایمن سازی گودبرداری:

-۱حفظ جان انسان های داخل و خارج از گود .

-۲ حفظ اموال داخل و خارج از گود .

-۳ فراهم آوردن شرایط ایمن و مطمئن برای اجرای کار .

در این راستا سیستم های حفاظت جانبی بطور کلی شامل موارد زیر می شوند:

- (Truss – Raker)
- جداره های مهاربندی شده توسط المان های افقی و مایل (Braced wall using wale struts)
- جداره های مهاربندی شده توسط المان های کششی (Soldier beam& lagging)
- جداره های مهاربندی شده توسط سپر کوبی (Braced sheet pile)
- جداره های مهاربندی شده توسط شمع های درجا (Bored pile walls)
- جداره های مهار بندی شده توسط دیوار دیافراگمی(Diaphragmwalls–Slurrywall)
- جداره های مهاربندی شده توسط نیلینگ (Soil nailing)
- جداره های مهاربندی شده توسط انکراژ Anchorage))
- جداره های مهاربندی شده توسط دوخت به پشت - پین گذاری(Tie back)

جداره های مهاربندی شده توسط خرپا

این روش، یکی از مناسبترین و متداولترین روشهای اجرای سازه نگهبان در مناطق شهری است .برای اجرای این نوع سازه نگهبان ابتدا در محل عضوهای قائم خرپا که در مجاورت دیواره گود قرار دارند،چاه هایی را حفر می کنیم . آنگاه درون شمع را آرماتوربندی کرده و عضو قائم را در داخل شمع قرار می دهیم و سپس شمع را بتن ریزی می کنیم .پس از سخت شدن بتن انتهای تحتانی عضو قائم به صورت گیردار در داخل شمع قرار خواهد داشت . سپس خاک محصور بین اعضای قائم و افقی خرپاها را درسرتاسر امتداد دیواره به صورت مرحله به مرحله بر می داریم و در هر مرحله اعضای افقی و قطری خرپارا به تدریج نصب می کنیم تا آنکه خرپا تکمیل شود .

مرحله سوم : پی سازی

گام اول : امتحان مقاومت زمین

یک صفحه بتنی ۲۰*۲۰*۲۰ یا ۲۰*۵۰*۵۰ از بتن آرمه گرفته و روی آن به وسیلهٔ گذاشتن تیرآهنها فشار وارد می آورند . وزن آهنها مشخص و سطح صفحه بتن هم مشخص است فقط یک خط کش به صفحه بتنی وصل می کنند و به وسیله میلیمترهای روی آن میزان فرورفتگی زمین را از سطح آزاد مشخص و اندازه گیری می کنند ولی اگر بخواهند ساختمانهای بسیار بزرگ بسازند باید زمین را بهتر آزمایش کنند . برای این منظور با دستگاه فشار سنج زمین را اندازه گیری می کنند و آزمایش فوق برای ساختمانهای معمولی در کارگاه است .

گام دوم : پی کنی

پس از عملیات فوق پی کنی را آغاز می کنند و پس از پی کنی شفته ریزی شروع می شود . اصولا پی کنی با دودلیل انجام می گیرد: .

۱.دسترسی به زمین بکر

۲.برای محافظت پایه ساختمان‌مراحل اج رای یک ساختمان از پی سازی تا فرش ک ف

گام سوم : قالب بندی پی که به صورت بلوک چینی انجام می شود.

گام چهارم : اجرای بتن مگر

بتن مگر (بتن با عیار کم سیمان که بتن نظافت نیز نامیده می شود.) معمولا با ضخامت ۱۰ الی۱۵ سانتی مترو از هر طرف ۱۰ الی ۱۵ سانتی متر بزرگتر از خود فونداسیون ریخته شود.

دلایل استفاده از بتن مگر :

۱.برای جلو گیری از تماس مستقیم بتن اصلی فونداسیون با خاک.

۲.برای رگلاژ کف فونداسیون و ایجاد سطحی صاف برای ادامه پی سازی.

ضخامت بتن مگر در حدود ۱۰سانتی متر بو ده و معمولا قالب بندی از روی بتن مگر شر وع می شود .

گام پنجم: پی سازی

پی را باید با مصالح مناسب بسازند تا به سطح زمین رسیده و قابل قبول برای هر گونه بنا باشد مصالحی که در پی بکار می رود باید قابلیت تحمل فشار مصالح بعدی را داشته باشد و ضمناً چسبندگی مصالح نسبت به یکدیگر به اندازه ای باشد که بتوانند در مقابل بارهای بعدی تحمل کند و فشار را یکنواخت به تمام پی ها انتقال دهد چون هرچه ساختمان بزرگتر باشد فشارهای وارده زیادتر بوده و مصالحی که در پی بکار می رود باید متناسب با مصالح‌بعدی‌باشد.

پی سازی را با چند نوع مصالح انجام می دهند مصالحی که در پی بکار می رود عبارتند از : شفته آهکی ، پی سازی با سنگ ، پی سازی با بتن ، پی سازی با بتن‌مسلح.

در این قسمت به پی سازی با بتن مسلح می‌پردازیم.

مرحله‌چهارم:آرماتوربندی‌پی

گام اول : آرماتور بندی پی

قبل از اتمام گام پنجم در مرحله سوم (پی سازی) آرماتور بندی پی جهت مسلح کردن بتن‌صورت می گیرد.

کلیه مصالح بنائی ازجمله بتون تاب وتحمل ک شش را نداشتند ودراندک مدت درمقابل نیروی ک ششی ازهمدیگر گسیخته میشوند و حداکثر نیر وی که بتون می تواند تحمل نماید ۳۲کیلوگرم برسانتی مترمربع میباشد و این در صورتی است ک ه بتن با مشخصات عالی ساخته شده باشد که در کارگاه های معمولی کمتر می توان به این نتیجه رسید برای اینکه تاب تحمل نیروی کششی در بتن را درحد دلخواه برسانیم ازفولاد که معمولا به صورت میلگرد آجدار یا ساده می باشد استفاده می کنند در مقاطعی که بتن تحت تاثیر نیروی کشش ی باشد فولاد گذاری میشود فولاد آلیاژی است ک ه از آهن کربن تشکیل شده هر قدر درصد کربن بیشتر باشد فولاد سخت تر و شکننده تر شده و خاصیت شکل پذیری آن کمتر می شود فولادی که در ساختمان مصرف می شود باید به راحتی ش کل پذیر باشد تا همیشه و همه آن بصورت دلخو اه وسرد خم‌شوند.

در پی میلگردها را در دو جهت به صورت مشبک به یکدیگر بافته و آن را حدود ۵ سانتی متر بوسیله فاصله گذار (اسپیسر) بالاتر از

کف رو بتن مگر قرار می دهیم.
اسپیسر میلگرد (فاصله گذار) :المانی به منظور ایجاد فاصله ی میلگرداز سطح بیرونی بتن مورد استفاده قرار می گیرد.
انواع اسپیسر : ۱. فلزی ۲. بتنی ۳. پلاستیکی (اقتصادی)
فواید اسپیسر :
۱.مانع از رسیدن عوامل خورنده محیط به سطح میلگرد.
۲. فاصله مناسب میان میلگرد تا سطح بیرونی بتن.
۳.قرار گرفتن آرماتور به صورت کامل در بتن.
انواع آرماتور :۱. آرماتور طولی (اصلی) ۲. آرماتور عرضی (خاموت)

خاموت ها وظیفه نگهداری آرماتور های طولی و جلوگیری از کمانش آنها در هنگام فشار های زیاد و چند کاربرد بسیار مهم دیگر نیز دارند.لذا اهمیت رعایت ضوابط خاموت گذاری کمتر از آرماتور های طولی نیست.
نکات مهم در اجرای آرماتور بندی پی:
۱.میلگردها عاری از هر گونه گل،روغن،زنگ زدگی،خوردگی،پوسته و... باشند.
۲.تمامی میلگردها باید توسط قیچی مخصوص بریده شوند نه دستگاه هوابرش (حرارت باعث کاهش افت کیفیت میلگرد می شود.)
۳.از خم کردن آرماتور در دمای زیر ۵ درجه سانتی گراد خودداری شود.
۴.از باز و بسته کردن خم ها به منظور شکل دادن مجدد میلگرد ها خودداری شود.
۵.تمامی میلگرد ها باید به صورت سرد و در دمای معمولی خم شوند.
۶.فاصله بین میلگرد ها تا سطح قالب بندی حداقل ۵ سانتی متر باشد.(باعث افزایش عمر و استحکام پی می شود.)
۷.محافظت میلگرد ها در برابر زنگ زدگی،خوردگی،پوسته و... (برای ایجاد پیوستگی بهتر بین بتن و میلگرد)
۸.میلگرد ها توسط سیم آرماتور (مفتول فلزی نرم به قطر ۱.۵ الی ۲ میلیمتر) به هم متصل شوند نه توسط جوش.(استفاده از جوش باعث کاهش مقاومت کششی آرماتور می شود.)
۹.در انتهای آرماتور چه در جهت طولی و چه در جهت عرضی یک خم گونیا داده می شود تا میلگردها و بتن بهتر بهم گیر کنند.
۱۰.برای اتصال آرماتور های طولی،طول روی هم آمدن دو قطعه باید به اندازه ی ۴۰ تا ۴۵ برابر قطر میلگرد مصرفی باشد. (Over lap)
۱۱.میلگرد مورد استفاده در آرماتور باید آجدار باشد.(جهت تحکیم بیشتر با بتن)
۱۲.فاصله خاموت ها (آرماتورهای عرضی)از یکدگر حداکثر ۲۰ سانتی متر باشد.
۱۳.وجود اسپیسر برای ایجاد فاصله آرماتور تا سطح بیرونی بتن .
۱۴.میلگردهای فلزی قبل از بتن ریزی براساس طرح و محاسبه به یکدیگر بسته و یکپارچه می شوند تا از جا به جا شدن آنها طی عملیات بتن ریزی تا گیرش بتن جلوگیری شود.
۱۵. در اجرای آرماتور از افراد ماهر و متخصص به کار استفاده شودو مهندس ناظر موظف است قبل از اجرای بتن ریزی از آرماتور بندی فونداسیون بازدید به عمل آورده و تا پایان بتن ریزی نظارت مستمر و مستقیم داشته باشد.
انواع میلگرد : ۱- میلگرد ساده ۲- میگرد آجدار ۳- میلگرد آجدار پیچیده
فولادی که در ایران برای میلگرد تولید می شود به ۳ گروه تقسیم می شود :
۱.فولاد نوع A-۱
۲. فولاد A-۲
۳.فولاد A-۳

فولاد A-۱ : از نوع صاف بوده ، مقاومت تسلیم : ۲۴۰۰ Kg/Cm۳ ، مقامت کششی : ۳۶۰۰ Kg/Cm۳

فولاد A-۲ : از نوع آجدار بوده ، مقاومت تسلیم : ۳۴۰۰ Kg/Cm۳ ، مقامت کششی : ۵۰۰۰ Kg/Cm۳

فولاد A-۳ : از نوع آجدار بوده ، مقاومت تسلیم : ۴۰۰۰ Kg/Cm۳ ، مقامت کششی : ۶۰۰۰ Kg/Cm۳
خواننده مراحل بعدی و چگونگی ساخت ساختمان در شماره بعدی دالان باشید.

برترین ابرسازه‌های جهان

برج تایپه ۱۰۱ (Taipei ۱۰۱) که همچنین با نام مرکز مالی جهانی تایپه (Taipei World Financial Center) معروف است یک آسمانخراش ۱۰۱ طبقه ای با ارتفاع کل ۵۰۹ متر در تایپه تایوان است. این آسمانخراش از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۰ بلندترین برج جهان بود (که این لقب با افتتاح برج خلیفه دبی از آن گرفته شد.)

داستان ساخت این برج مربوط به زمانی است که " چن شوی بیان " شهردار آن زمان تایپه قصد داشت تا در تایپه ، پایتخت تایوان ، یک بنای یادبود بسازد.

طرح اولیه مربوط به سه ساختمان بلند بود ، اما شهردار تایپه می خواست یک بنای منحصر به فرد و بی همتا برای شهر و کشورش بسازد ، بنایی که بتواند رکورد بشکند و در کتاب گینس ثبت شود. او و همکارانش پس از بررسی طرح های مختلف ، این آسمانخراش ۱۰۱ طبقه را که براساس شاخه گیاه بامبو طراحی شده است ، انتخاب کردند . جالب است بدانید برای طراحی داخلی این ساختمان از راهنمایی و دیدگاه های استادان " فنگ شویی " که روش باستانی فرهنگ شرق در طراحی و چیدمان بناهاست استفاده شده است . هدف فنگ شویی ایجاد حس هماهنگی در فضای ساختمان است .

شهر ممنوعه و دیوار چین براساس اصول فنگ شویی ساخته شده است . در تایپه ۱۰۱ ، پنجره ها ، چارچوب درها ، جهت اتاق ها و ... نیز براساس اصول فنگ شویی تنظیم شده است .

هزینه ساخت این برج ۱.۵ میلیارد یورو و بیشتر آن صرف فن اوری ایمن سازی این برج شده است .

پس از حادثه تروریستی ۱۱سپتامبر و ویرانی برج های دوقلو مرکز تجارت جهانی نیویورک ،سازندگان این برج همه سیستم های ایمنی ساختمان را بار دیگر مورد بازنگری قرار دادند .

حادثه ۱۱ سپتامبر به معماران و مهندسان ثابت کرد که حادثه ای مثل اتش سوزی در یک آسمانخراش میتواند حتی از زلزله یا توفان هم خطرناک تر باشد ، به همین دلیل اسکلت فولادی برج را با نوعی ماده ضد حریق پوشاندند .

این آسمانخراش به گونه ای ساخته شده است که توانایی تحمل طوفانها و زمین لرزه های قوی را داشته باشد. گفته میشود این ساختمان میتواند بادهایی با سرعت ۶۰ متر بر ثانیه و بزرگترین زلزله هایی که در یک چرخه زمانی ۲۵۰۰ سالی رخ میدهد را تحمل کند.

آسمانخراشها باید علاوه بر داشتن قابلیت انعطاف پذیری در مقابل بادها و زلزله ها برای جلوگیری از آسیب سازه بتوانند از صلبیت کافی برخوردار باشند تا هم احساس امنیت ساکنین را فراهم کنند و هم از تخریب شیشه ها و دیوارهای پرده ای و دیگر امکانات برج جلوگیری شود.

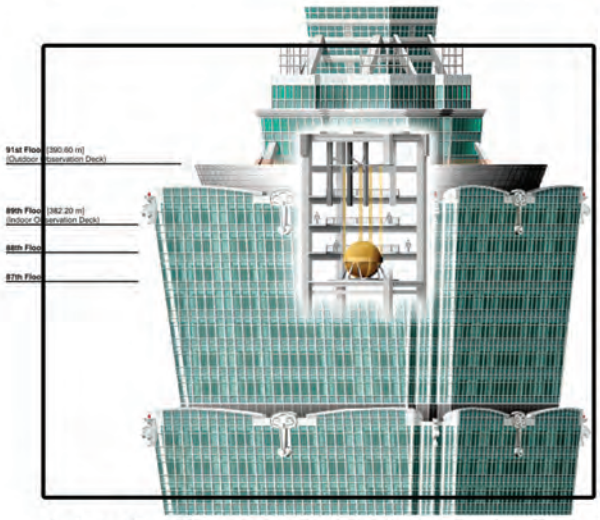
برای رسیدن به این مهم ۳۶ ستون برج تایپه ۱۰۱ را پشتیبانی میکنند که از این ۳۶ ستون ۸ تای آنها " ابر ستون " هایی هستند که با بتن ۱۰۰۰۰PSI ساخته شده اند.

پی این برج از ۳۸۰ شمع که هر کدام به عمق ۸۰ متری زمین فرستاده شده اند تشکیل شده است. در واقع این شمع ها بیش از ۳۰ متر در داخل سنگ بستر زمین داخل شده اند. هر کدام از این شمع ها قطری برابر ۱,۵ متر دارد و میتواند به تنهایی ۱۰۰۰ تا ۱۳۲۰ تن را تحمل کند.

استحکام این برج در تاریخ ۳۱ مارس ۲۰۰۲ (در زمان ساخت این برج) زمانی که زلزله ای به بزرگی ۶,۸ ریشتر تایپه را لرزاند ثابت شد. پس از زلزله با بررسی های انجام شده معلوم شد هیچ خسارتی به سازه وارد نشده است و ساخت برج به روند عادی ادامه یافت.

یکی از نکات جذاب این برج رنگ آن است. با توجه به نورپردازی های مختلف، این برج در هر روز هفته دارای رنگی خاص است. شنبه نیلی، یکشنبه بنفش، دوشنبه قرمز، سه شنبه نارنجی، چهارشنبه زرد، پنج شنبه سبز و در روز جمعه رنگ آن آبی است.

راز مقاومت این برج در کره فولادی است به وزن ۶۶۰ تن که



تصاویری از پاندول میراگر استفاده شده در تایپه ۱۰۱ برای جلوگیری از جابجایی بیش از اندازه برج ساخت تایپه ۱۰۱

راز مقاومت این برج در کره فولادی است به وزن ۶۶۰ تن که در بین طبقه ۸۷ تا ۹۲ تایپه ۱۰۱ به ۱۶ بازوی فولادی آویخته شده است. این پاندول غول پیکر تعادل ساختمان را در برابر زلزله‌های بسیار شدید و طوفان‌های مهیب که در این منطقه امری عادی و همیشگی است، حفظ می‌کند.

ساخت تایپه ۱۰۱ بین سالهای ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۴ میلادی انجام شد. در زمان تکمیل پروژه (سال ۲۰۰۴) رکوردهای زیر را از آن خود کرد:

۱. بیشترین ارتفاع از زمین تا بالاترین نقطه معماری: ۵۰۹٫۲ متر - که قبلا برای برجهای دوقلوی پتروناس مالزی بود با ارتفاع ۴۵۲ متر

۲. بیشترین ارتفاع از زمین تا سقف: ۴۴۹٫۲ متر - که قبلا برای برج ویلیس (**Willis Tower**) بود با ارتفاع ۴۴۲ متر

۳. بیشترین ارتفاع از زمین تا آخرین طبقه قابل بهره برداری: ۴۳۹٫۲ متر - که مجددا برای برج ویلیس بود با ارتفاع ۴۱۲٫۴ متر

۴. پرسرعت ترین آسانسور: با سرعتی معادل ۱۰۱۰ متر در دقیقه! که برابر است با ۱۶٫۸۳ متر بر ثانیه و ۶۰٫۶ کیلومتر بر ساعت. که البته در حال حاضر این رکورد نیز توسط برج خلیفه شکسته شده است با آسانسورهایی با سرعت ۱۸ متر بر ثانیه که برابر است با ۶۴ کیلومتر بر ساعت

۵. بزرگترین تایمر شمارش معکوس جهان که برای شمارش لحظه های مانده به سال جدید استفاده شد.

این دالان ادامه دارد...

www.SoftGozar.com

گروه علمی و مهندسی سبز سازه

www.SoftGozar.com

کتب و مقالات | دوره های آموزشی | مشاوره ساختمانی

گروه علمی و مهندسی سبز سازه با هدف ایجاد روحیه تحقیق و پژوهش و ارتقای فضای علمی دانشگاهی با هدف اصلی آموزش علوم روز عمران در فضای دانشگاهی کشور و گسترش آن به خارج از دانشگاه و یاری دانشجویان در رسیدن به اهداف علمی و شغلی آنها در مهر ۱۳۹۲ آغاز بکار کرد .

در آینده نزدیک با برگزاری دوره های علمی وتخصصی عمران به تمامی مخاطبان و طرفداران دالان ثابت خواهیم کرد که این گروه می تواند آنها را در رسیدن به اهداف علمی و شغلیشان یاری نماید.

فصلنامه تخصصی عمران و معماری دالان
رایانامه: info@civil30.ir
سایت : www.sabzsaze.com
پیامک : ۳۰۰۰۲۵۵۴۰۰۰۰۰۶