



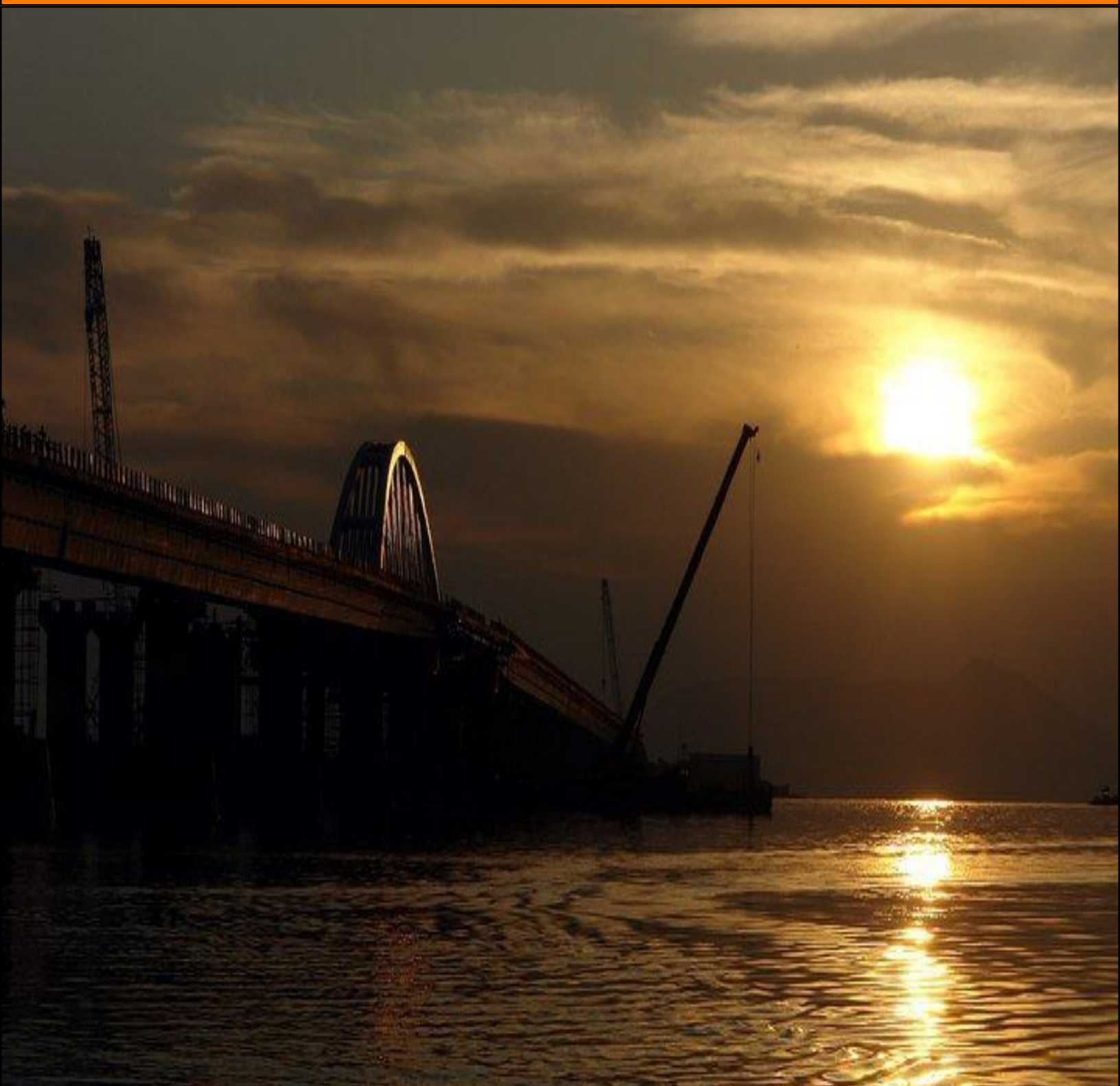
شماره ششم، مهر ماه 1392، تعداد صفحات 40

September 2013, Volume 6, Pages 40

Civil Engineering Newsletter

خبرنامه تخصصی عمران

هسته علمی عمران دانشجویان ایرانی دانشگاه های جنوب شرق آسیا



پل میان گذر دریاچه ارومیه ایران - عکس از مهندس میثم بنایی



خبرنامه تخصصی عمران

صاحب امتیاز: هسته علمی عمران دانشجویان دانشگاه های جنوب شرق آسیا

سر دبیر: دکتر روح اله کلاته جاری

ویراستار و گرافیک: دکتر روح اله کلاته جاری، سید اسماعیل محمدیان یاسوج

تحریریه این شماره:

دکتر حمیدرضا خوشنود هاشمی، دکتری عمران (سازه)

هوفر شکروی، دانشجوی دکتری عمران (سازه)

یوسف کریمی واحد، دانشجوی دکتری عمران (سازه و زلزله)

علیرضا والی پور، دانشجوی دکتری عمران (مدیریت ساخت)

حسام کامیاب، دانشجوی دکتری عمران (محیط زیست)

امیر رضا طلایی، دانشجوی دکتری عمران (محیط زیست)

بهروز گردان، دانشجوی دکتری عمران (ژئوتکنیک لرزه ای)

مهدی محرمی مینق، دانشجوی دکتری عمران (مدیریت ساخت)

بابک فرمانبردار، دانشجوی دکتری عمران (مهندسی سازه)

سید مهدی سجادی، دانشجوی دکتری عمران (حمل و نقل و ترافیک)

محسن عقایی، دانشجوی دکتری عمران (ژئوتکنیک)

طه مهمان نواز، دانشجوی دکتری عمران (مهندسی سازه)

هادی سروری، دانشجوی دکتری عمران (مدیریت ساخت)

الناز طالبی، دانشجوی دکتری عمران (مهندسی سازه)

فرشاد زحمتکش، دانشجوی دکتری عمران (مهندسی سازه)

خلیل مشعل پورفرد، دانشجوی فوق لیسانس عمران (مهندسی سازه)

آنیته مصلحتی، دانشجوی دکتری عمران (محیط زیست)

رامین عندلیب، دانشجوی دکتری عمران (مهندسی سازه)

سید اسماعیل محمدیان یاسوج، دانشجوی دکتری عمران (مهندسی سازه)

مطالب این شماره

- 1 پل میان گذر دریاچه ارومیه
- 2 اصلاح مش بندی المان ها در برنامه ABAQUS با استفاده از تقسیم بندی قطعات
- 5 معرفی نرم افزار OpenSees
- 6 مدیریت ریسک در قرارداد های PPP
- 8 تولید سوخت بیودیزل از طریق ریزجلبک ها آبهای شیرین
- 8 بتن های خود ترمیم شونده بیولوژیکی
- 10 تحلیل طیفی سدهای خاکی با استفاده از روش المان محدود
- 15 کاربرد BIM در مدیریت پروژه های عمرانی
- 17 تحلیل استاتیکی غیر خطی مدی بر مبنای معادل سازی سه خطی
- 18 بررسی تکنیک های مختلف تثبیت خاک ها در شرایط متفاوت
- 24 معرفی سازمان نظام مهندسی ساختمان
- 28 بتن سبک هوادار
- 29 تکنولوژی ساخت بتن با مقاومت بالا (HSC)
- 31 بادبندهای ضد کمانش BRB
- 33 آزمایش اعضای بتن آرمه
- 35 تخریب پیشرونده
- 37 تصفیه شیرابه با استفاده از پروسه اکسیداسیون پیشرفته
- 38 تولید سوخت بیودیزل از طریق ریزجلبک ها آبهای شیرین
- 39 بررسی کاربرد صافی بیولوژیکی چکنده در تصفیه هوای آلوده به فرمالدئید

پل میان گذر دریاچه ارومیه (عکس روی جلد)

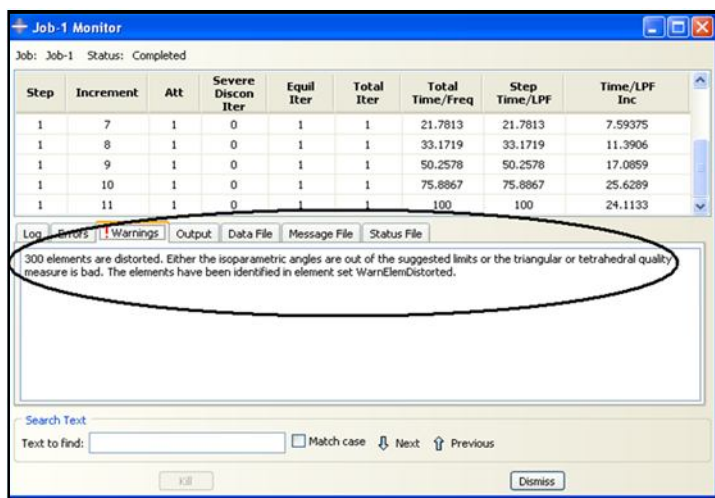
دریاچه ارومیه با مساحت نزدیک به 4000 کیلومتر مربع و میانگین ارتفاع 4.5 متر دریاچه بزرگی در منطقه کوهستانی شمال غربی ایران میباشد. کمترین عرض دریاچه در قسمت میانی و به 15.4 کیلومتر میباشد. مسیر تردد وسایل نقلیه سنگین قبل از ساخت پل، از طریق دور زدن دریاچه و یا حمل توسط شناور های موجود انجام میگردد. با احداث این پل تردد وسائط نقلیه با امنیت بیشتر و زمان کمتر امکان پذیر گردیده است. این پل بزرگترین پل کشور و فنی ترین پروژه وزارت راه و ترابری میباشد. مراحل اولیه ساخت پل در سال 1358 با برداشت مصالح سنگی کوههای اطراف و با خاک ریزی سمت ارومیه و پس از آن ساحل تبریز آغاز گردید. با توجه به وجود جریان آب در شمال و جنوب دریاچه و مشکلات زیست محیطی و شسته شدن مصالح نیاز به ساخت پلی در مسیر دریاچه مورد توجه قرار گرفت. طرح کنونی به طول تقریبی 1400 متر شامل 19 دهانه جهت ارتباط استانهای آذربایجان غربی و شرقی اجرا گردیده؛ دهانه اصلی به طول 100 متر و متشکل از دو قوس متقارن میباشد که در قسمت بالا به هم نزدیک میگردد. دهانه های کناری به شکل تیرهای جعبه ای مرکب فولادی - بتونی بوده و مسیر تردد راه آهن و ماشین رو را فراهم مینماید.

اصلاح مش بندی المان ها در برنامه ABAQUS با استفاده از تقسیم بندی قطعات

E-mail: hrkshoshnoud@yahoo.com

دکتر حمیدرضا خوشنود هاشمی - دکتری عمران (سازه) - UTM

در این مقاله قصد آموزش مدلسازی را نداشته و فرض بر آن است که خوانندگان با مدل کردن چنین پروژه هایی آشنایی دارند. در حالت کلی و بدون استفاده از تقسیم بندی قطعه در حین تحلیل پروژه، در بخش Warning برنامه هشدار می مینی بر اعوجاج تعدادی از المانها نشان داده می شود (شکل 3) که معرف المانهای با زوایای تند و خارج از محدوده توصیه شده می باشد. هشدارها نوعا خطا نبوده، لیکن می توان در همگرایی و دقت نتایج اثر گذار باشد.



شکل 3

اصلاح شبکه بندی با المانهای اعوجاج یافته

برای بررسی این المانها می توان به ماژول Mesh رفته و نماهای جلو و عقب مقطع

تیر را با استفاده از گزینه های  و  Apply Front View (شکل 4a) و

Apply Back View (شکل 4b) ارائه نمود. همانطور که ملاحظه می شود جان

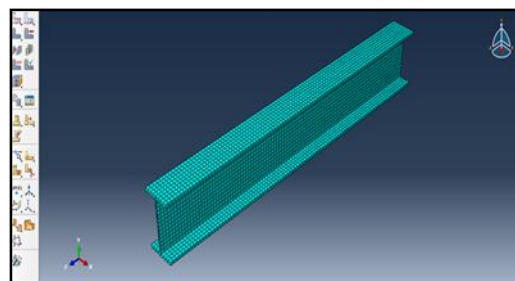
تیر در هر دو انتها دارای المانهای با زوایای تند بوده و این امر بروز هشدار را در حین

تحلیل سبب شده است. این مشکل ناشی از شبکه بندی خودکار برنامه در حین

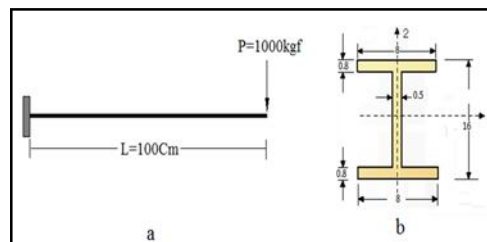
ایجاد المانها در جان و بالهای برنامه صورت گرفته است. اصولا مش بندی خودکار

برنامه با المانهای حجمی برای قطعات با مقطع نزدیک به مربع مستطیل بهترین

کاربرانی که با نرم افزار اجزاء محدود ABAQUS آشنایی دارند به دفعات ملاحظه نموده اند که ایجاد مش بندی با المانهای شش وجهی Hexahedral در ماژول Mesh برای قطعات سازه ای که دارای هندسه ساده نیستند عموما توسط برنامه میسر نبوده و المانهای ضعیف تری (به لحاظ هندسی) همچون المانهای چهار وجهی Tet و یا گوه ای Wedge توسط برنامه بکار گرفته می شود. همگرایی چنین المانهایی به جهت زوایای تند آنها عموما سخت تر از المانهای Hex بوده و نهایتا مدل ضعیف تری را ایجاد می کنند. درعین حال حتی در مواردی که برنامه قابلیت استفاده از المانهای Hex را در قطعه ای دارند باز مشاهده می شود که در مواردی از المانهای با زوایای نامناسب و تند ایجاد کرده که مستقیم در همگرایی نتایج می تواند موثر باشد. یکی از راههای موثر برای اجتناب از چنین مواردی بکاری گیری گزینه تقسیم بندی Partition در قطعات می باشد. برای مثال در پروژه نمونه شکل 1، تیر طره فولادی را با مشخصات زیر در نرم افزار ABAQUS مدل کردیم. طول تیر 1 متر با مقطع I بوده که در انتها بار 1000 کیلوگرم را حمل می کند. مشخصات مقطع در شکل 2 نشان داده شده است.

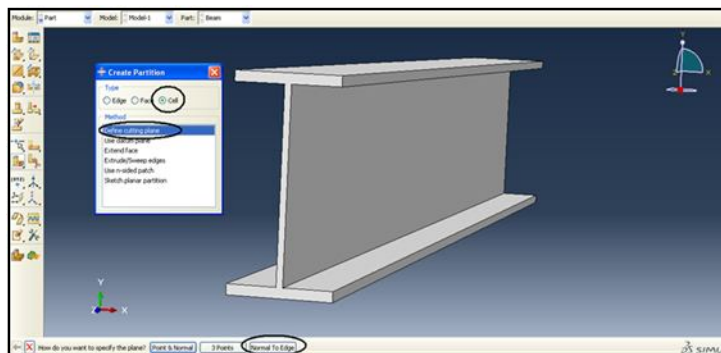


شکل 1



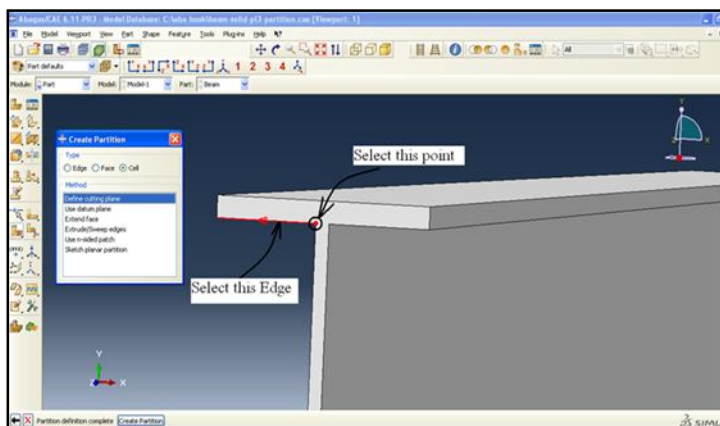
شکل 2

گزینه Point & Normal تعیین صفحه برش بر مبنای معرفی یک نقطه از صفحه برش و بردار عمود بر آن انجام می شود. با استفاده از گزینه 3 Points معرفی صفحه برش بر مبنای معرفی سه نقطه از این صفحه انجام می شود و نهایتاً با استفاده از گزینه Normal to Edge معرفی صفحه برش بر مبنای معرفی صفحه برش و نقطه ای در صفحه برش انجام می شود.



شکل 5

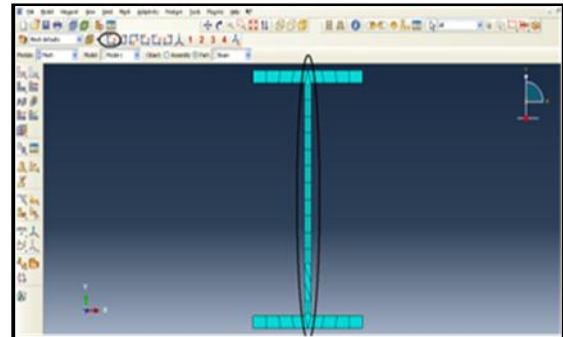
در پروژه حاضر می خواهیم دو صفحه برش منطبق با دو صفحه عمودی جان تیر معرفی کنیم. در نتیجه گزینه Point & Normal را کلیک می کنیم. در جواب به سوال "Select a point" نقطه تلاقی وجهه پایینی بال چپ با صفحه قائم سمت چپی جان را با موس انتخاب می کنیم. در جواب به سوال "Select a normal direction (straight edge or datum axis)" لبه پایینی بال چپ را با موس انتخاب می کنیم (شکل 6).



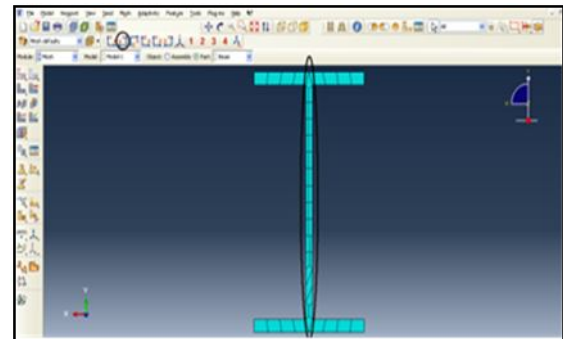
شکل 6

در انتها برای ایجاد تقسیم بندی، دکمه Create Partition را در پایین صفحه نمایش کلیک می کنیم (شکل 7a).

نتیجه را خواهد داد. در نتیجه برای حل مشکل کافیتس مقطع عرضی I شکل را به قطعات مستطیلی مجزا تبدیل کنیم تا مش بندی خودکار به المانهای نزدیک به مربع مستطیلی منجر شود.



(a)



(b)

شکل 4

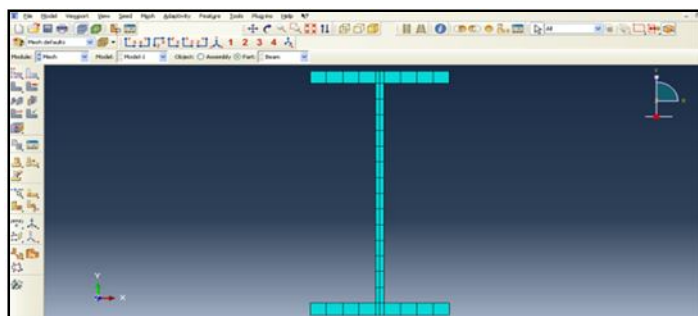
تقسیم یک قطعه در برنامه ABAQUS با استفاده از دستور Partition انجام می شود. این تقسیم می تواند تقسیم بندی یک لبه؛ یک وجهه و یا بروی کل حجم قطعه اعمال شود. برای انجام تقسیم بندی به ماژول Part رفته و گزینه Partition را از منوی Tools انتخاب می کنیم و یا مستقیماً از میله ابزار دگمه

Create Partition را فشار دهید. در کادر تبدالی Create Partition

ابتدا دگمه رادیویی Cell را انتخاب می کنیم تا عمل تقسیم بندی بروی کل حجم یک قطعه انجام شود (شکل 5). سپس در بخش Method روش تقسیم بندی را انتخاب می کنیم. با استفاده از گزینه Define cutting plane می تواند با

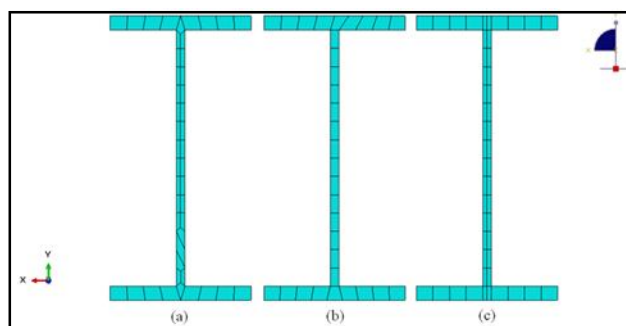
معرفی صفحه برش اقدام به تقسیم بندی قطعه نمود. در این حالت در زیر صفحه نمایش روشی که با آن صفحه برش معرفی می شود، پرسیده می شود. با استفاده از

مش بندی نشان می دهد. همانطور که در این شکل دیده می شود در این حالت مش بندی در کل مقطع کاملاً منظم می باشد.

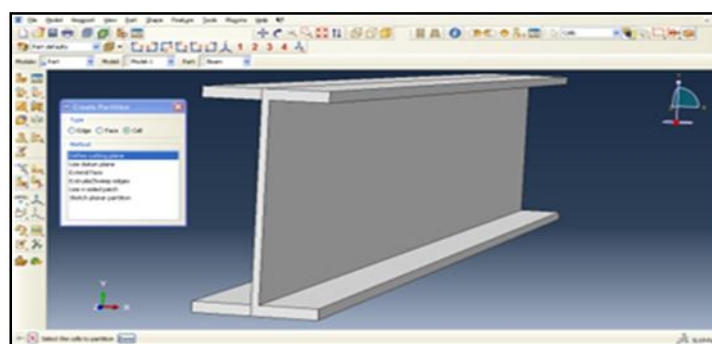


شکل 8

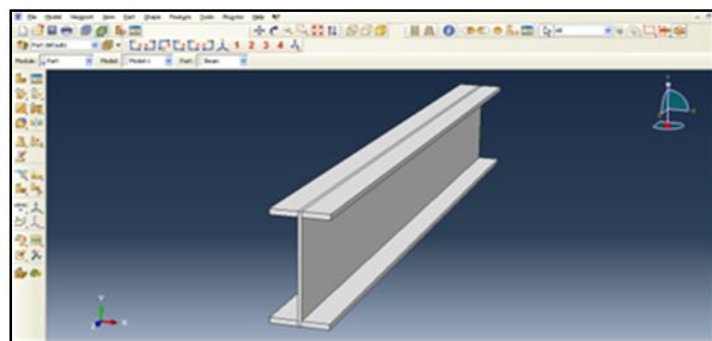
در صورتیکه مجدداً تحلیل در ماژول Job انجام شود پیام هشدار قبلی حذف می شود. شایان ذکر است در صورتیکه در بخش Partition، می شد از دو صفحه افقی در محل اتصال بالها و جان تیر نیز برای تقسیم بندی تیر استفاده نمود. در این حالت نیز چون المانهای ایجاد شده دارای زوایای تند نیستند پیام هشدار برنامه در هنگام تحلیل حذف می شوند و لیکن المان بندی مقطع عرضی تیر در یک انتها متقارن نخواهد بود. در شکل 9 مقاطع عرضی تیر در سه حالت فوق نشان داده شده است. شکل 9a المان بندی مقطع عرضی تیر را بدون تقسیم بندی تیر نشان می دهد. همانطور که دیده می شود بعضی از المانها دارای زوایای تند می باشند. شکل 9b المان بندی مقطع عرضی تیر را با تقسیم بندی صفحات افقی موازی بال نشان می دهد. در این حالت مشکل زوایای تند المانها حل شده لیکن المان بندی بصورت متقارن نیست. شکل 9c المان بندی مقطع عرضی تیر را با تقسیم بندی صفحات عمودی موازی جان نشان می دهد. در این حالت علاوه بر حل مشکل المانهای با زوایای تند، المان بندی نیز متقارن است.



شکل 9



(a)



(b)

شکل 7

روند فوق را برای معرفی تقسیم بندی قرینه نیز انجام می دهیم. در نتیجه در جواب به سوال "Select the cells to partition" قسمت راستی تیر را که هنوز تقسیم بندی بال و جان در آن انجام نشده است، با موس کلیک می کنیم. سپس دکمه Done را کلیک نموده و گزینه Point & Normal را کلیک می کنیم. در این مرحله نقطه محل تلاقی وجه پایینی بال سمت راستی را با صفحه قائم سمت راستی جان با موس انتخاب می کنیم. در ادامه برای معرفی جهت نرمال، لبه پایینی بال پایینی را انتخاب و دکمه Done را فشار می دهیم. کادر تبدیلی Create Partition را با زدن ضریبدر انتها راست این کادر می بندیم (شکل 7b).

برای بررسی تغییرات ایجاد شده ناشی از ایجاد تقسیم بندی به روی مش بندی تیر به ماژول Mesh رفته و مجدداً شبکه بندی تیر را بصورت زیر انجام می دهیم. گزینه Seed Part اندازه تخمینی المانها را 1 سانتیمتر معرفی نموده و Ok را در کادر تبدیلی Global Seed فشار دهید. گزینه Mesh Part را انتخاب و دکمه Yes را در پایین صفحه نمایش کلیک می کنیم. شکل 8 مقطع جانبی تیر را پس از

معرفی نرم افزار OpenSees

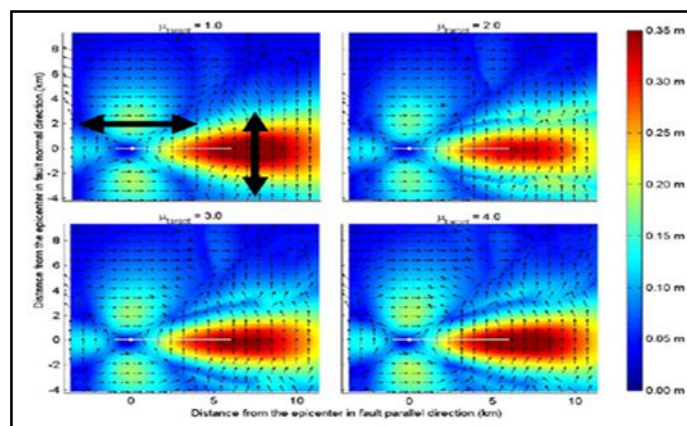
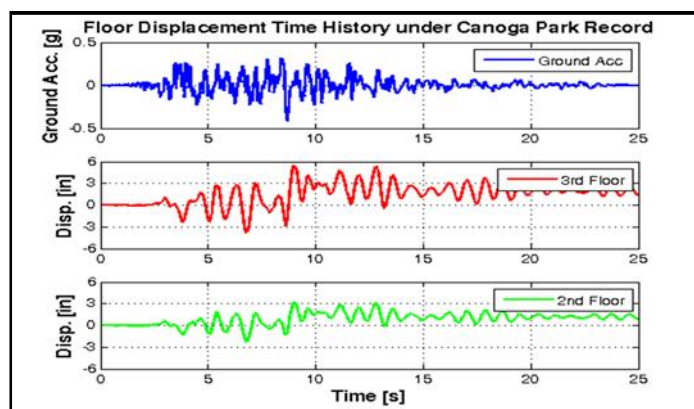
E-mail: yousefwahedy@yahoo.com

یوسف کریمی واحد - دانشجوی دکتری عمران (سازه و زلزله) - UTM

امروزه محققین برای امر پژوهش از نرم افزارهای بسیاری برای بررسی مدل های مختلف جهت اثبات صحت فرضیات استفاده می کنند. یکی از نرم افزارهای که در زمینه مهندسی زلزله جهت تحلیل سازه ها استفاده می شود نرم افزار opensees (open system for earthquake engineering simulation) به معنای سیستم باز جهت شبیه سازی در مهندسی زلزله می باشد.

ژئوتکنیکی را با مدل های مختلفی شامل مدل نیرو- تغییر شکل، مدل ممان- انحناء و مدل تنش- کرنش مصالح تعریف کرد. این برنامه با داشتن مجموعه ای از مواد، مقاطع، المانها و ابزارهای قدرتمند آنالیز برای شبیه سازی عددی سیستم های خطی و غیر خطی مفید می باشد. همچنین قابلیت انجام انواع مختلف آنالیز از جمله آنالیز های غیرخطی استاتیکی، رفت و برگشتی استاتیکی، تاریخچه زمانی دینامیکی، تحریک های یکنواخت تکیه گاهی، تحریک های چندگانه تکیه گاهی و ... را دارا می باشد. همچنین قابلیت انجام انواع آنالیز به صورت متوالی و ذخیره خروجی های هر آنالیز در فایل های مجزا، قابلیت نوشتن کد مجزا (مانند عبارت شرطی) در داخل کد مدل را دارا می باشد. انواع شبیه سازی های ماکرو و میکرو را با استفاده از این نرم افزار می توان انجام داد. کتابخانه کامل مصالح و المان و دستورات آنالیزی، OpenSees را به ابزار قدرتمندی برای شبیه سازی عددی سیستم های سازه ای و ژئوتکنیکی تبدیل کرده است، کتابخانه مصالح OpenSees بسیار گسترده بوده که مهمترین آنها شامل مصالح Gap، مصالح سخت شونده، مصالح الاستیک بدون تحمل کششی، مصالح هیستریزیس، مصالح ویسکوس، مصالح Pinching (کاهش سختی و مقاومت در دوره های بارگذاری) می باشد. بدون شک برای کارهای تحقیقاتی و پژوهشی مختلف در زمینه مهندسی عمران و حتی رشته های مهندسی دیگر می توان از قابلیت های بالای این برنامه استفاده کرد.

برای دسترسی به اطلاعات و مثالهای کاربردی از این نرم افزار می توان به سایت http://opensees.berkeley.edu/wiki/index.php/Main_Page مراجعه نمود.



مدیریت ریسک در قرارداد های PPP

E-mail: valipoor1802@yahoo.com

علیرضا والی پور - دانشجوی دکتری عمران (مدیریت ساخت) - UTM

یک قرارداد بلند مدت جهت دستیابی به اهداف مشترک در ارائه زیرساخت ها و خدمات عمومی توسط بخش خصوصی که به طور کلی بخش عمومی مسئولیت توسعه آنها را بر عهده دارد. انواع مختلفی از مدل های مشارکت عمومی-خصوصی وجود دارد که می تواند شامل همه یا بخشی از ویژگی های زیر باشد:

- بخش دولتی امکانات تحت اختیار خود را برای مدتی از قرارداد به بخش خصوصی منتقل می کند.
 - بخش خصوصی وظیفه طراحی، ساخت، گسترش و یا نوسازی طرح را بر عهده دارد.
 - بخش دولتی ویژگی های عملیاتی طرح را مشخص می کند.
 - بهره برداری از طرح و ارائه خدمات برای یک مدت معین به بخش خصوصی واگذار می گردد.
 - در پایان قرارداد بخش خصوصی پروژه را به بخش دولتی منتقل می کند.
- با این حال، اگر چه دولتها به طور روز افزون برای تأمین مالی پروژه های خود از روش مشارکت عمومی-خصوصی استفاده می کنند، اما موفقیت در چنین پروژه هایی به علت پیچیدگی و زمان بر بودن و نیز هزینه بالای آن ها دشوار است. برای آنکه هیچ خطری شرکای قرارداد را تهدید نکند و همچنین پروژه ها بتواند درآمدزایی کافی برای بازپرداخت بدهی ها، تأمین هزینه های بهره برداری و بازگشت اصل سود و سرمایه را داشته باشند، طرفین پروژه مجبور هستند تا برای دستیابی به اهداف اشاره شده ریسک های پروژه را شناسایی، آنالیز و تخصیص و کنترل نمایند.

فرآیند مدیریت ریسک در پروژه های PPP با دیگر پروژه ها متفاوت است. در پروژه های مشارکت عمومی-خصوصی در طرح ریزی فرآیند مدیریت ریسک با توجه به حضور عوامل متعدد می بایست نقش هر یک از عوامل مشخص گردد. بنابراین برای کنترل بهتر و مناسب تر ریسک ها و همچنین پیاده سازی جامع فرآیند مدیریت ریسک باید با توجه به توانایی های هر یک از طرفین ریسک های شناسایی شده اختصاص داده شود. 10 گروه عمده ریسک های این قراردادها عبارتند از: ریسک سیاسی، ریسک ساخت، ریسک قوانین، ریسک اقتصادی، ریسک بهره برداری، ریسک بازار، ریسک انتخاب پروژه، ریسک ارتباطات، ریسک مالی پروژه و ریسک عوامل

با توجه به افزایش تقاضا برای توسعه زیرساخت ها، محدودیت بودجه عمومی برای رفع نیازهای فعلی و آینده و پذیرش نقش بیشتر برای بخش خصوصی در ساخت و توسعه زیرساخت ها، روش های جایگزین تأمین مالی امکانات و خدمات عمومی توسط بخش دولت ها پذیرفته شده اند. روش غالب برای تأمین مالی کالاهای خدمات عمومی طی دو دهه اخیر مشارکت عمومی و خصوصی بوده است. بطوری که مطابق آمار اعلام شده از سوی بانک جهانی مجموع ارزش پروژه هایی که در چارچوب PPP انجام شده از سال 1990 تا به حال بالغ بر 1800 میلیارد دلار می شود. در ایران نیز، همواره سرمایه گذاری بخش خصوصی، پس از انقلاب اسلامی و با ابلاغ سیاست های کلی اصل 44 قانون اساسی در برنامه های توسعه جایگاه ویژه ای داشته است. به عنوان مثال تنها از سال 1387 تاکنون بیش از 6 پروژه بزرگراهی و ریلی در بخش حمل و نقل و 20 پروژه نیروگاهی با روش PPP برنامه ریزی شده است. از نظر میزان سرمایه مورد نیاز و تنوع زمینه های اجرایی این پروژه ها دارای گستره وسیعی است؛ برای مثال می توان به پروژه 550 میلیون یورویی نیروگاه پره سر در استان گیلان، پروژه 11 میلیون دلاری بازسازی مدرسه قدیمی در واشنگتن و پروژه 340 میلیون دلاری ساخت تونل دومنظوره در کوالالامپور اشاره کرد.

کمک به کاهش معضل کسری بودجه دولت ها، کاهش متوسط هزینه مربوط به ساخت، نگهداری و تعمیرات پروژه های عمرانی و کاهش مدت زمان متوسط اتمام پروژه های عمرانی برخی از مهم ترین و برجسته ترین مزایای سرمایه گذاری در چارچوب PPP می باشند. علاوه بر این دولت با اجرای پروژه PPP بسیاری از ریسک های مربوط به پروژه را به بخش خصوصی منتقل کرده و خود را از بار سنگین مدیریت و هماهنگی های لازم رها می کند. ضمن آنکه دولت می تواند توسعه تأسیسات زیربنایی خود را بدون اتکا به بودجه عمومی و یا تحمیل فشار های وام خارجی دنبال کند.

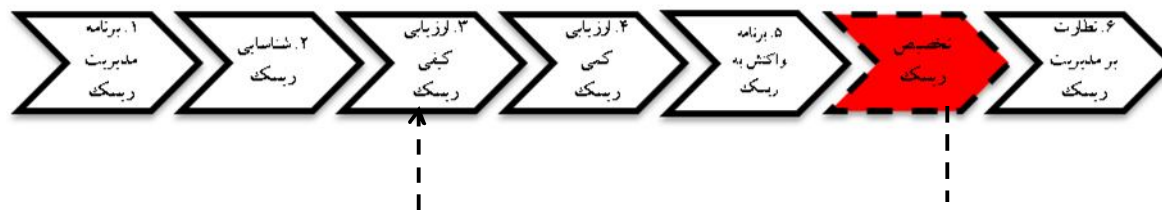
مدل مشارکت عمومی-خصوصی

مشارکت عمومی-خصوصی عبارت است از شراکت بخش های دولتی و خصوصی طی

تاریخچه مشارکت بخش خصوصی در تأمین مالی پروژه های ایران بسیار کوتاه است. با این حال ابلاغ سیاست های کلی اصل 44 قانون اساسی نیز فرصت مناسبی را برای برنامه ریزان اقتصادی کشور جهت تأمین مالی پروژه ها به روش PPP فراهم نموده است. از طرف دیگر برای تضمین موفقیت قراردادهای PPP و نیز دستیابی به اهداف شرکای قرارداد می بایست اقدامات لازم برای پیاده سازی مدیریت ریسک جامع در چرخه حیات پروژه جهت کاهش دعاوی بین طرفین قرارداد و کاهش ریسک های پروژه انجام شود. از اینرو مدیریت ریسک عاملی حیاتی در موفقیت پروژه های PPP می باشد.

- طبیعی. فرآیند مدیریت ریسک برای پروژه های PPP مطابق نمودار زیر می باشد.
- مدیریت ریسک یکی از فاکتورهای کلیدی موفقیت در پروژه ها PPP است. مدیریت صحیح ریسک در اجرای پروژه های مشارکت بخش خصوصی می تواند:
- ضمانت کننده موفقیت پروژه، با کاهش ریسک های محتمل و مدیریت کنترل و پاسخ گویی آنها.
 - موجب کاهش هزینه های پروژه، با شناسایی کردن ریسک های پروژه.
 - باعث کاهش زمان مذاکرات و نیز مذاکرات موفق تر با شناسایی منشاء ریسک های پروژه و ارائه تضمین ها جهت کنترل آنها.
 - تعیین کننده مسئولیت هر یک از طرفین قرارداد در پاسخ به ریسک ها.
 - موجب تضمین سود شریک خصوصی با تخصیص مناسب تر ریسک ها.

مدت قرارداد (سال)	ریسک های فرضی	مسئولیت سرمایه گذاری	مالکیت دارایی ها	انواع اصلی	
3-1	دولتی	دولتی	دولتی	Outsourcing	مدیریت قرارداد
5-3	دولتی / خصوصی	دولتی / خصوصی	دولتی	تعمیر و نگهداری	
5-3	دولتی	دولتی	دولتی	بهره برداری	
3-1	دولتی / خصوصی	دولتی	دولتی	----	کلید در دست
20-5	دولتی / خصوصی	دولتی	دولتی	رهن	رهن / اجاره
20-5	دولتی / خصوصی	دولتی	دولتی	اجاره (BLT)	
10-3	دولتی / خصوصی	دولتی / خصوصی	دولتی / خصوصی	Franchise	اعطای امتیاز
30-15	دولتی / خصوصی	دولتی / خصوصی	دولتی / خصوصی	BOT, BTO, BOOT, BROT	
نا مشخص	دولتی	دولتی	دولتی	BOO/DBFO	مالکیت خصوصی دارایی ها و مدل PFI
20-10	دولتی / خصوصی	دولتی	دولتی / خصوصی	PFI	
نا مشخص	دولتی	دولتی	دولتی	واگذاری	



مدل مشارکت عمومی-خصوصی و نمودار فرآیند مدیریت ریسک برای پروژه های PPP

بتن های خود ترمیم شونده بیولوژیکی

امیر رضا طلایی - دانشجوی دکتری عمران (محیط زیست) - UTM

E-mail: amirtkh@yahoo.com

سیمان یکی از مصالح بسیار پرکاربردی است که در تمام ساخت و سازها به کار گرفته می شود. سازه های سیمانی تا حدودی پر هزینه بوده و محققین بسیاری شروع به مطالعه سیمانهای نموده اند که دارای دوام بالاتر بوده و برای مدتی طولانی تری بدون نیاز به بازسازی قادر به تحمل شرایط بد محیطی (آب شور، باران اسیدی، pHهای نامناسب و...) باشند. در این میان بحث بتن های خود ترمیم شونده بسیار مورد توجه محققین قرار گرفته است. فرایندهای ترمیم خودبخودی بتن به سه دسته طبیعی، شیمیایی و بیولوژیکی تقسیم می شوند. در این میان استفاده از فرایندهای بیولوژیکی در تولید سیمانهای خود ترمیم شونده بحث بسیار جوانی بوده و اطلاعات بسیار اندکی در این زمینه وجود دارد. جمعی از محققین ایرانی در دانشکده عمران دانشگاه تکنولوژی مالزی اقدام به اجرای پروژه ای در زمینه تولید سیمان های خود ترمیم شونده نموده اند. با توجه به دمای بالا در هنگام هیدراتاسیون بتن (حدود 70 درجه سانتیگراد)، pH نامناسب بتن (10 الی 13) و کمبود شدید آب پس از خشک شدن بتن امکان استفاده از میکروارگانیزم های معمول در بتن نیست. این گروه با نمونه برداری های گسترده از مناطق متفاوت مالزی موفق به یافتن گونه های بومی خاصی از میکروارگانیزم ها شده اند که قادر هستند با ترشح هورمونی به نام "اوره از" واکنش های زنجیره ای را از ترکیب آب و اوره ایجاد کرده که در نهایت منجر به ترسیب ترکیبی به نام کربنات کلسیم در ترکها و درزهای موجود در بتن می گردد. برای انجام این واکنش های زنجیره ای حضور مواد شیمیایی خاص در بتن ضروری است. لذا این گروه تحقیقاتی با ارائه فرمولاسیونی ویژه که شامل اوره به عنوان منبع کربن و شروع کننده واکنش زنجیره ای و برخی از ترکیبات دیگر برای فراهم کردن مواد مغذی مورد نیاز میکروارگانیزم ها موفق به تولید بتن خود ترمیم شونده بیولوژیکی شدند. لازم به ذکر است که آزمایشات انجام شده نشان می دهد اضافه نمودن این ترکیبات علی رقم ایجاد خاصیت خود ترمیم شوندگی بتن تاثر منفی بر روی خواص بتن از جمله توانایی تحمل فشار آن ندارد. در مجموعه تصاویر زیر ترسیب کربنات کلسیم در ترکهای میکروسکوپی بطور واضح مشخص است.

تولید سوخت بیودیزل از طریق ریزجلبک ها آبهای شیرین

حسام کامیاب - دانشجوی دکتری عمران (محیط زیست) - UTM

E-mail: sina_mahbob@yahoo.com

سوخت های فسیلی محدود و در معرض انقراض می باشند. بعلاوه این گونه سوخت ها باعث بوجود آمدن یکسری مشکلات زیست محیطی می گردند. در سال های اخیر تولید سوخت بیودیزل اهمیت جهانی پیدا کرده است. بیودیزل ها دارای مزایای گوناگونی می باشند. بیودیزل یک منبع انرژی تجدید پذیر است که قابلیت عرضه مستمر را دارد و می تواند جایگزین منابع نفتی رو به کاهش شود و خطر افزایش قیمت سوخت در جهان را تعدیل کند. بعلاوه بیودیزل با کاهش میزان آلاینده های محیطی مانند دی اکسید کربن و گوگرد موجود در اتمسفر به عنوان یک سوخت سازگار با محیط زیست شناخته شده است. بنابراین بیودیزل اولین و تنها سوخت مطمئن برای جایگزینی می باشد.

بر اساس مطالعات محققان بیودیزل قابلیت تولید از منابع گوناگونی همانند روغن های گیاهی سویا، آفتابگردان، پالم و جلبک ها را دارد. با توجه به مطالعات گذشته در این پژوهش از ریزجلبک ها (میکرو آلگا) به عنوان منبع اصلی برای تولید بیودیزل استفاده شده است. بیودیزل با امکانسنجی تکمیلی، قابلیت رقابت اقتصادی و سازگاری با محیط زیست، می تواند بعنوان سوخت مطمئن برای پاسخگویی به نیاز رو به رشد جهان محسوب شود. در این پژوهش، شرایط رشد ایده آل از نظر شدت نور، محیط سر بسته، و غلظت نیتروژن برای کشت بهینه از ریز جلبکها (میکروآلگا) مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است.

برای افزایش رشد مطلوب اثرات عواملی چون تنوع نیتروژن و غلظت تکثیر (تکثیر در غلظت های مختلف) در نظر گرفته شده است و نتایج حاصله با سایر چربی های اشباع و غیر اشباع براساس مطالعات گذشته و بوسیله آزمون های پیشرفته در این پژوهش مقایسه گردیده است.

در این مطالعه با اعمال فشاری حدود 42 مگاپاسکال بتن تا سر حد واپاشی تحت فشار قرار گرفت و ترکهای فراوانی بر روی بتن خود ترمیم شونده بیولوژیک ایجاد گردید. در این شرایط توانایی تحمل فشار توسط بتن نزدیک صفر فرض گردید. سپس با انجام تیمارهای لازم فرایند ترمیم خودبخودی بتن تحت بررسی قرار گرفت. بخشی از این نتایج در تصاویر قابل مشاهده است.

همان طور که در تصویر (الف) مشاهده می گردد رسوب سفید رنگی (کربنات کلسیم) بخش بزرگی از ترک را پر نموده است. این پر شدگی در تصویر (ب) با بزرگنمایی بیست برابر نیز قابل مشاهده است. در تصویر (ج) ترکی میکروسکوپی که با بلورهای کربنات کلسیم پر شده است را مشاهده می نمایید که با بزرگنمایی بیست برابر گرفته شده است. پس از تیمار یک ماهه بتن و پر شدگی ظاهری ترکهای سطحی نمونه مجدداً تحت تست فشار قرار گرفت.

نتایج مشخص کرد که نمونه بتن خودترمیم شونده بیولوژیکی پس از تیمار موفق به تحمل 33 مگاپاسکال فشار گردید که نشان از بازیابی 70 درصد از توانایی بتن در تحمل فشار است. محققین این پروژه انتظار دارند طی سه سال آینده و تکمیل سایر بخشهای این مطالعه، نتایج آن منجر به تولید انبوه بتن های خود ترمیم شونده بیولوژیکی گردد.

لازم به ذکر است که اسامی محققین این پروژه عبارتند از: دکتر علی کیوان فر، دکتر آرزو شفقت، امیر رضا طلایی، مصطفی صمدی، رامین اندلیب و حسام کامیاب. این پروژه با بودجه ای معادل صد هزار دلار تحت نظارت مرکز تحقیقات مدیریت ساخت در دانشکده عمران دانشگاه تکنولوژی مالزی در حال انجام است.



(الف) تصویر ترک ترمیم یافته در بتن با بدون بزرگنمایی



(ب) تصویر ترک ترمیم یافته با بزرگنمایی بیست برابر



(ج) تصویر ترک با بزرگنمایی چهل برابر

تحلیل طیفی سدهای خاکی با استفاده از روش المان محدود

E-mail: bh.gordan@yahoo.com

بهروز گردان - دانشجوی دکتری عمران (ژئوتکنیک لرزه ای) - UTM

مقدمه

بعضی موارد همگی شرایط فوق به جز عدم لرزه خیزی ارضا می شود که اهمیت تحلیل سازه در برابر زلزله را با ظرافت خاصی نشان می دهد. با توجه به مواردی که ذکر گردید، مطالعه بنیادی جهت برآورد نقشه شتاب ماکزیمم سایت احداثی برای دوره های طراحی با پریود 500 و 2500 ساله معنی می یابد.

شکل های یک و دو نشاندهنده موقعیت سد خاکی باکان به عنوان مثال جهت گام به گام مساله می باشد که در جنوب شرقی آسیا توسط شرکتهای ساختمانی چینی طراحی و ساخته شده و به عنوان دومین سد خاکی مرتفع دنیا با ارتفاع 205 متر در قسمت شرقی مالزی در منطقه سراوک قرار دارد. این سد از نوع سنگریزه ای با سطح بتنی می باشد که به مدت 15 سال ساخته شده و در سال 2011 افتتاح گردیده است.



شکل 1: نمای سه بعدی سد سنگریزه ای با سطح بتنی



شکل 2: نقشه دسترسی به محل سد در شرق مالزی

امروزه با پیشرفت علم و تکنولوژی، شاهد افزایش ساخت سد های خاکی جهت دسترسی به تامین آب و تولید برق هستیم. تحلیل این سازه خاص زمانی که در منطقه لرزه خیز قرار دارد از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بررسی اجمالی حاکی از خسارتهای عمده در بعضی از سدهای گزارش شده در اندرکنش با زلزله رابه خوبی نشان می دهد. با توجه به دیدگاه طراحی، دو چشم انداز متفاوت از لحاظ خطی و غیر خطی جهت تعیین شتاب، تنش، کرنش و تغییر مکان در هر مکان از سازه وجود دارد. به هر حال تحلیل طیفی بیانگر رفتار خطی سازه تحت نیروی دینامیکی زلزله می باشد. از سوی دیگر، تحلیل تاریخچه زمانی ساختگاه سد هم جهت بررسی رفتار غیر خطی سازه مورد استفاده قرار می گیرد. در این مقاله سعی بر معرفی گام به گام تحلیل طیفی سدهای خاکی با استفاده از روش المان محدود می باشد. در واقع این تحلیل به مهندس طراح دیدگاه مناسب و تخمینی که به دقت روش تاریخچه زمانی نمی باشد را به راحتی نشان می دهد.

1. گام به گام طراحی سد بر مبنی روش تحلیل طیفی

در ابتدا سد از لحاظ موقعیت جغرافیائی و سابقه بیشینه شتاب زمین بررسی شده و سپس مراحل محاسبه و ترسیم طیف پاسخ شتاب با توجه به آئین نامه انجمن مهندسی ایالات متحده امریکا تشریح می شود. پس از آن معرفی نرم افزار و آنالیز مودال جهت بدست آوردن مقادیر فرکانس در موده های ارتعاشی مختلف سازه بررسی شده که این مقادیر در تحلیل طیفی جهت ترکیب مودها بکار برده می شوند.

1.1. معرفی سد از لحاظ موقعیت جغرافیائی و سابقه بیشینه شتاب زمین

انتخاب موقعیت سد یکی از مراحل اولیه طراحی می باشد که توسط گروه مهندسین مشاور در این زمینه تخصصی صورت می گیرد. با توجه به عوامل مختلف از لحاظ دیدگاههای مهندسی همچون پهنا و شکل دره، منابع قرضه مصالح، موقعیت هیدرولوژی و جغرافیائی، میزان مقاومت بستر رودخانه وسیعی در انتخاب عدم لرزه خیزی، مدیریت ساخت پروژه را به محل مناسب جهت احداث سوق می دهد. لذا در

در این آئین نامه اثر طبقه بندی بستر سد به خوبی تفکیک شده است و به راحتی می توان طیف مورد نظر را بدست آورد.

1.2.1 پارامترهای حرکت ارتعاشی زمین

S_1 و S_2 به ترتیب دو پارامتر مربوط به پریودهای زمانی 0.2 ثانیه و یک ثانیه از طیف پاسخ شتاب هستند.

این دو پارامتر جهت دوره های زمانی 500 ساله و 2500 ساله باید در دسترس باشد که در مورد مطالعاتی سد مذکور به شرح جدول 1 می باشد که توسط **پروفسور ازلان و همکاران** ایشان در سال 2005 تهیه شده است.

جدول 1: پارامترهای حرکت ارتعاشی زمین در مالزی

پارامترهای حرکت ارتعاشی زمین	دوره زمانی 500 ساله	دوره زمانی 2500 ساله
S_2 (جهت پریود 0.20 ثانیه)	0.15	0.30
S_1 (جهت پریود 1.00 ثانیه)	0.05	0.10

1.2.2 اثر خاک بستر سد از لحاظ سرعت موج برشی

این آئین نامه مشخصه محل پروژه را به شش قسمت مطابق جدول 2 بر مبنای سرعت موج برشی ارائه می دهد.

جدول 2: طبقه بندی بستر محل پروژه

Site Class	V_s	f or $f_{0.5}$	$\bar{\sigma}_v$
A. Hard rock	$>5,000$ ft/s	NA	NA
B. Rock	2,500 to 5,000 ft/s	NA	NA
C. Very dense soil and soft rock	1,200 to 2,500 ft/s	>50	$>2,000$ psf
D. Stiff soil	600 to 1,200 ft/s	15 to 50	1,000 to 2,000 psf
E. Soft clay soil	<600 ft/s	<15	$<1,000$ psf
F. Soils requiring site response analysis in accordance with Section 21.1	Any profile with more than 10 ft of soil having the following characteristics: - Plasticity index $PI > 20$, - Moisture content $w \geq 40\%$, and - Undrained shear strength $\bar{\sigma}_v < 500$ psf		
	See Section 20.3.1		

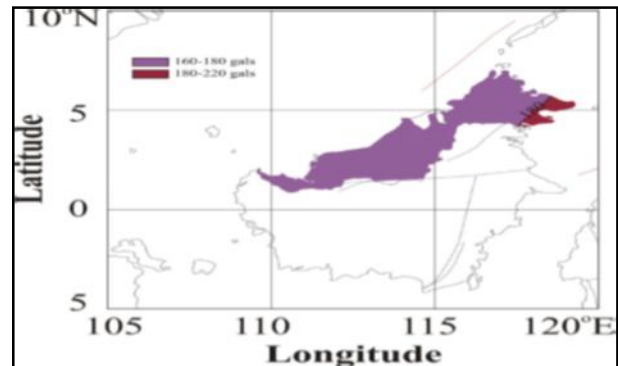
For SI: 1 ft/s = 0.3048 m/s 1 lb/ft² = 0.0479 kN/m²

1.2.3 ضرایب محل بستر و تنظیم حداکثر زلزله در نظر گرفته شده با توجه به

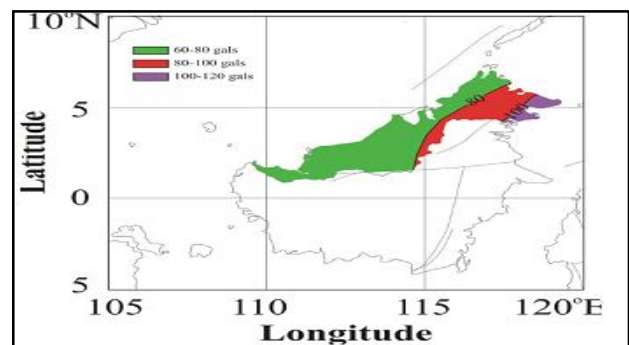
پارامترهای پاسخ طیفی شتاب

با توجه به جدول 1 می توان ضرایب مذکور را مطابق جدول 3 بدست آورد.

همچنین مطالعات بنیادی جهت نقشه های بیشینه شتاب حرکت زمین در این کشور توسط **پروفسور ازلان و همکاران ایشان** در سال 2008 به انجام رسیده است که قابل تقدیر می باشد. شکلهای سه و چهار نشاندهنده این نقشه ها به ترتیب برای دوره های 2500 و 500 ساله می باشد. این نقشه ها به ترتیب بیانگر احتمال وقوع زلزله در 50 سال با احتمال 2 و 10 درصد در این منطقه می باشد.



شکل 3: بیشترین شتاب منطقه در دوره زمانی 2500 ساله



شکل 4: بیشترین شتاب منطقه در دوره زمانی 500 ساله

هرحال میزال حداکثر شتاب در این نقشه ها در محدوده ضریبی از 0.06 تا 0.12 مقدار شتاب ثقل زمین در بازه زمانی 500 ساله می باشد. این محدوده به مقدار 0.16 تا 0.22 از شتاب زمین می رسد در حالیکه زلزله با احتمال 2 درصد وقوع در 50 سال مد نظر باشد.

1.2 آئین نامه طراحی زلزله ایالات متحده آمریکا جهت ارزیابی طیف طراحی

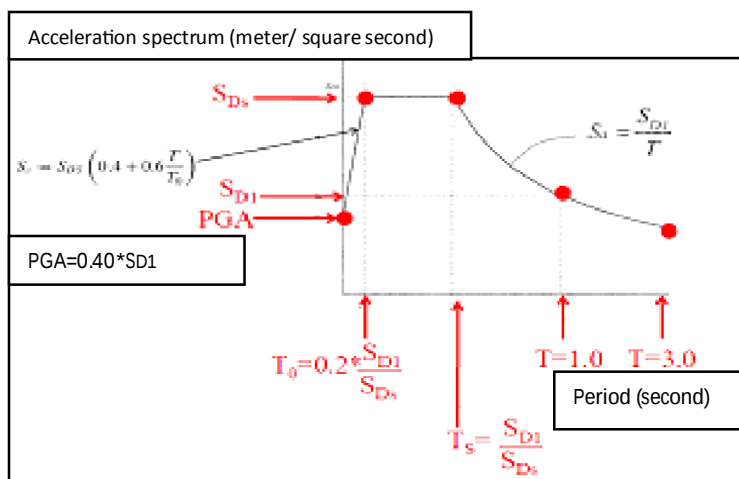
سد

آئین نامه انجمن مهندسين عمران ایالات متحده آمریکا جهت بدست آوردن طیف به

کار گرفته می شود. (ASCE -7)

جدول 6: مقادیر پریود زمانی در بازه شتاب حداکثر و ثابت در منحنی پاسخ طیفی شتاب

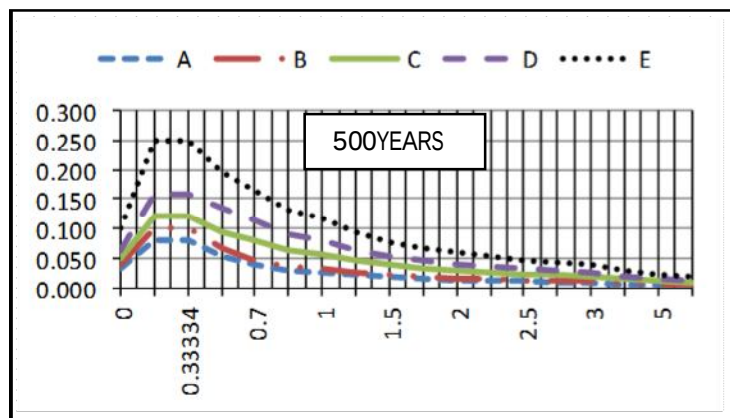
$T_0 = 0.2 * S_{D1} / S_{DS}$	(3)
$T_s = S_{D1} / S_{DS}$	(4)



شکل 5: منحنی پاسخ طیفی شتاب

1.3 منحنی پاسخ طیفی شتاب در دوره های زمانی 500 و 2500 ساله جهت سد باکان در شرق مالزی

با توجه به مطالب ذکر شده در قسمت 1.2 می توان منحنی پاسخ طیفی سد را جهت دوره های زمانی 500 و 2500 ساله مطابق شکل های 6 و 7 بدست آورد. در هر دوشکل طیف جهت پنج نوع احتمالی خاک بستر محاسبه شده است. محور افقی بر مبنی زمان و بر حسب ثانیه می باشد و محور عمودی میزان شتاب بر حسب درصدی از شتاب ثقل زمین می باشد.



شکل 6: منحنی طیف پاسخ شتاب در دوره زمانی 500 ساله جهت سدی خاکی باکان

جدول 3: ضرایب محل بستر با توجه به حداکثر شتاب در زمان 0.2 ثانیه و 1.00 ثانیه

$S_{MS} = F_A * S_s$	$T = 0.2 \text{ second}$
$S_{M1} = F_V * S_1$	$T = 1.00 \text{ second}$

$$S_{DS} = 2/3 * S_{MS} \quad (1)$$

$$S_{D1} = 2/3 * S_{M1} \quad (2)$$

روابط 1 و 2 را از طریق مقادیر جدول 3 بدست می آوریم.

Site Class	Mapped Maximum Considered Earthquake Spectral Response Acceleration Parameter at Short Period ($t=0.20 \text{ s}$)				
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.5$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.0$	$S_s \geq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	See Section 11.4.7 (ASCE7)				

از جداول 4 و 5 مقادیر ضرایب بستر قابل محاسبه می شود.

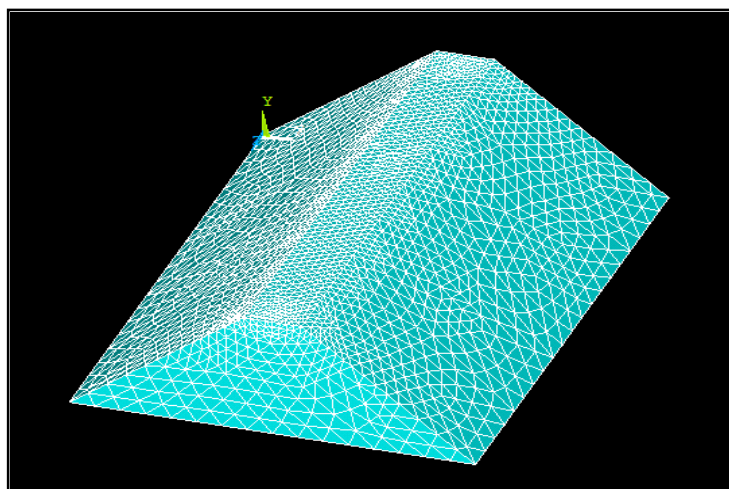
جدول 4: ضریب بستر جهت پریود 0.2 ثانیه برای شش حالت طبقه بندی خاک بستر

Site Class	Mapped Maximum Considered Earthquake Spectral Response Acceleration Parameter at Period ($t=1.00 \text{ s}$)				
	$S_1 \leq 0.1$	$S_1 = 0.2$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	See Section 11.4.7 (ASCE7)				

جدول 5: ضریب بستر جهت پریود 0.2 ثانیه برای شش حالت طبقه بندی خاک بستر

سایر مقادیر را می توان از طریق انترپوله خطی بدست آورد.

1.2.4 منحنی پاسخ طیفی شتاب

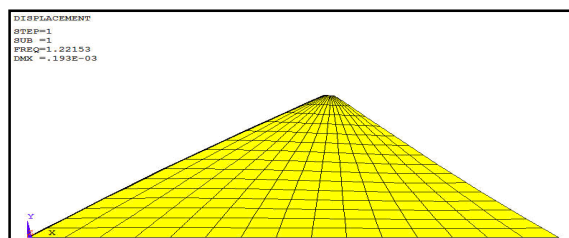


شکل 9: مش بندی به روش آزاد
 نتایج 20 مود اول ارتعاش در جدول 7 نشان داده شده است.

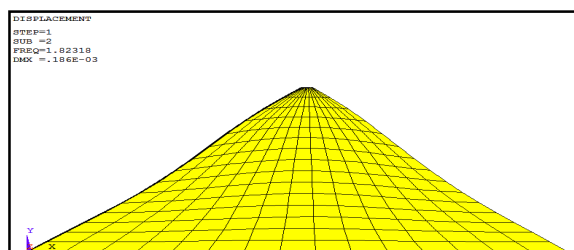
جدول 7: نتایج بیست مود اول ارتعاش و مقادیر فرکانس

Mode	Fre- quency	Mode	Fre- quency	Mode	Fre- quency	Mode	Fre- quency
1	1.222	6	3.233	11	4.775	16	5.691
2	1.823	7	3.563	12	4.961	17	5.810
3	2.152	8	3.816	13	5.051	18	6.275
4	2.658	9	4.251	14	5.464	19	6.571
5	3.182	10	4.439	15	5.661	20	6.648

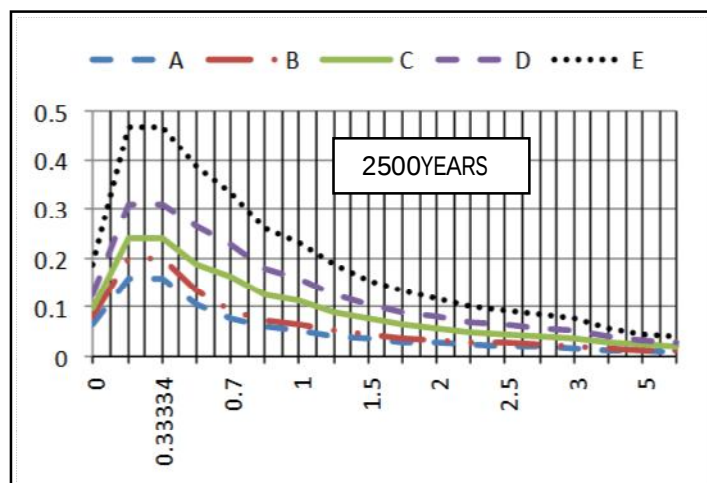
شکلهای 10-15 مود های ارتعاشی اول تا ششم را نشان می دهند.



شکل 10: مود اول ارتعاش



شکل 11: مود دوم ارتعاش

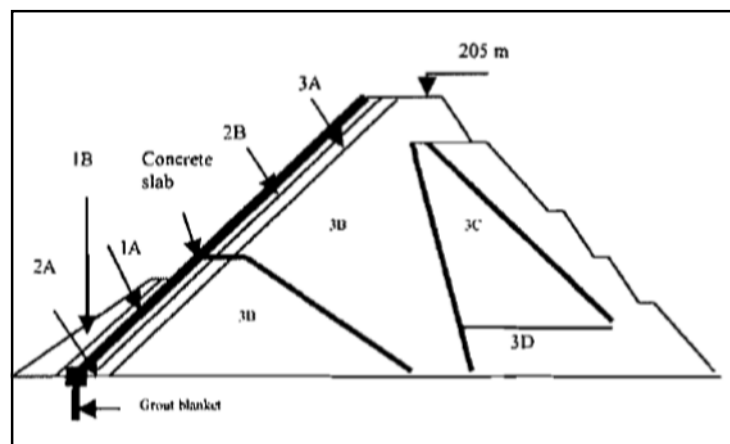


شکل 7: منحنی طیف پاسخ شتاب در دوره زمانی 2500 ساله جهت سد خاکی باکان

1.4 آنالیز مودال با توجه به تحلیل با روش المان محدود

روش المان محدود جهت بدست آوردن مقادیر فرکانس در هر مود ارتعاشی در این مرحله بایستی که بکار گرفته شود. نرم افزار های معروفی در این زمینه جهت رسیدن به این هدف وجود دارند که از جمله میتوان ANSYS13 را بکار برد.

مشخصات هندسی و خواص فیزیکی مصالح سد که در شکل 8 به تصویر کشیده شده است را مدل کرده و پس از اعمال شرایط مرزی و مش بندی مطابق شکل 9 مقادیر فرکانس و شکل مودی در 20 مود اول ارتعاش را بدست می آوریم. هر چقدر تعداد مودها بیشتر باشد نتایج تحلیل طیفی دقیقتر خواهد بود. خواص مصالح شامل دانسیته، مدول الاستیسیته و ضریب پواسون در هر منطقه از سد می باشد.

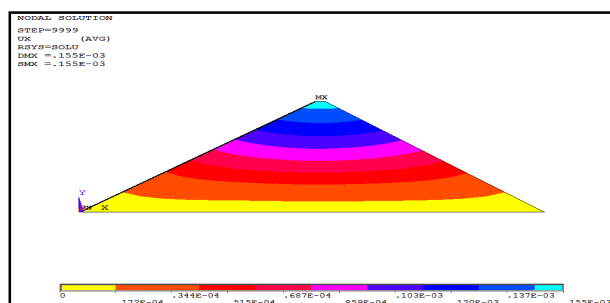


شکل 8: منطقه بندی سد

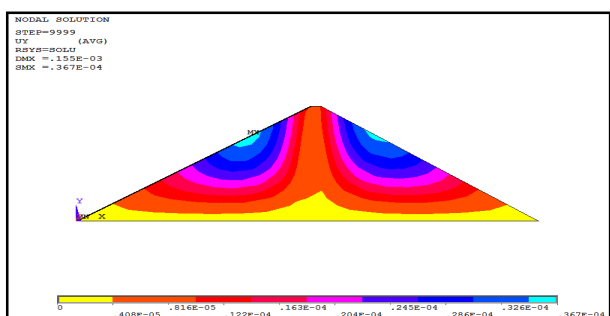
طیفی نرم افزار به همراه اطلاعات طیفی پاسخ شتاب (شکل های 6-7) بکار برده می شود. در قسمت آنالیز از روش طیف تک نقطه ای و در ترکیب مودها از روش جذر حاصل جمع مربعات را بکار برده و تحلیل را انجام می دهیم.

$$T = 2\pi / \omega_n \quad (5)$$

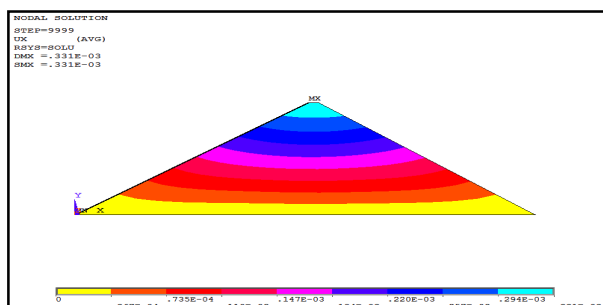
نتایج آنالیز طیفی سد در دوره های زمانی 500 ساله و 2500 ساله جهت مقادیر تغییر مکان در جهات افقی و عمودی نشان داده شده است. شکل های 16-17 تغییر مکان رادر دوره 500 ساله جهت طیف پاسخ شتاب در بستر سد و شکل های 18-19 همان مقادیر را برای 2500 ساله نشان می دهند. لازم به ذکر است که هر چهار شکل مذکور متعلق به طیف A می باشند.



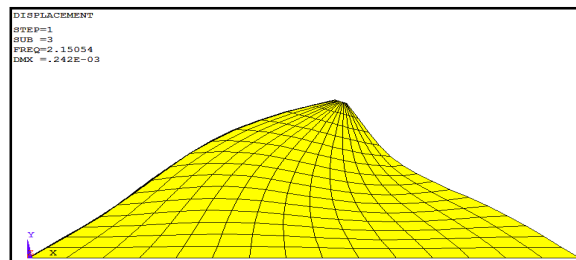
شکل 16: تغییر مکان افقی در دوره 500 ساله



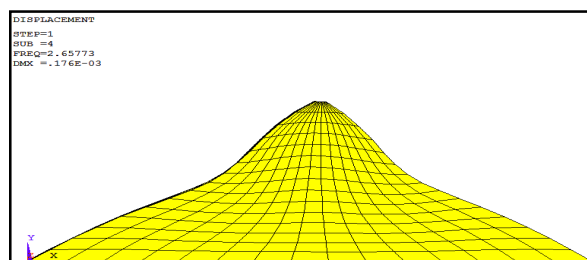
شکل 17: تغییر مکان قائم در دوره 500 ساله



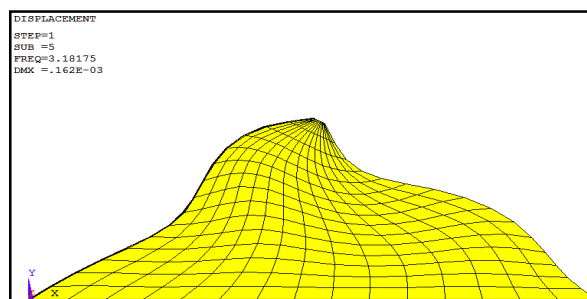
شکل 18: تغییر مکان افقی در دوره 2500 ساله



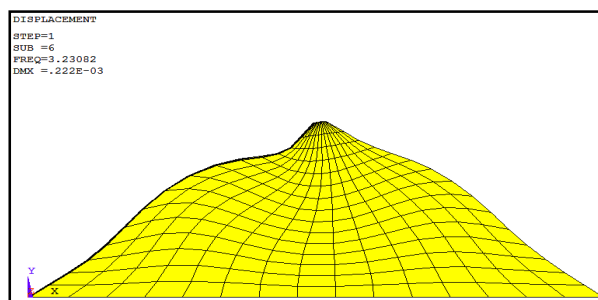
شکل 12: مود سوم ارتعاش



شکل 13: مود چهارم ارتعاش



شکل 14: مود پنجم ارتعاش



شکل 15: مود ششم ارتعاش

1.5 آنالیز طیفی

با توجه به نتایج قرکانسی در شکل های ارتعاشی بیست گانه موجود در جدول 7، میزان پیرو در هر مود را از رابطه 5 محاسبه کرده و در قسمت اطلاعات ورودی در تحلیل

کاربرد BIM در مدیریت پروژه های عمرانی

مهدی محرمی مینق - دانشجوی دکتری عمران (مدیریت ساخت) - UTM

E-mail: mahdi.moharrami@gmail.com

امروزه در صنعت ساختمان به کارگیری (BIM Building Information

Modeling) به معنی مدل سازی اطلاعات ساختمان، دستاوردهای قابل توجهی

برای مهندسين در فرایندهای طراحی، برنامه ریزی، مدیریت، اجرا و کنترل پروژه
 داشته است. به عنوان ابتدایی ترین تعریف، BIM به نقشه های دو بعدی و

مشخصات مربوطه، اجزاء مدل سازی سه بعدی، با ویژگی خاص، اضافه می نماید. آن

ویژگی این است که هر عضو طراحی نشان داده شده در BIM علاوه بر دارا بودن

ماهیت فیزیکی سه بعدی آن، آرایه ای از اطلاعات مربوط به فعالیت ها و وظایف

مختلف مدیریت ساخت را به همراه خود دارد. این اطلاعات، مربوط به کل چرخه

حیات پروژه، از مرحله مطالعات توجیهی تا طراحی مفهومی، مطالعات مرحله اول و

دوم، تدارکات، ساخت و نصب، راه اندازی، دوره بهره برداری و حتی پایان آن می

باشد. به عبارتی دیگر فرآیند تولید و مدیریت اطلاعات ساختمان در طی چرخه

حیات ساختمان، بدین ترتیب که به هر عضو اطلاعات مشخصی اختصاص داده

میشود. نمایش سه بعدی دیجیتال از ویژگیهای فیزیکی و عملکردی یک ساختمان،

از برجسته ترین شاخصه های کاربرد BIM محسوب میشود. تفاوت عمده مدل BIM

با یک مدل سه بعدی متعارف CAD، ذخیره اطلاعات مهم کل فرآیند ساخت با تمام

اجزاء آن می باشد. این اطلاعات شامل مواردی از قبیل مشخصات مصالح (وزن،

رنگ، اندازه، میزان مقاومت در برابر حریق و ...)، راهنمای نصب و مونتاژ، خدمات

گارانتی محصولات، الزامات نگهداری و تعمیرات، اطلاعات قیمت اجزاء و ... می باشد.

BIM به عبارت فنی یک مدل CAD است که به یک پایگاه داده متصل می باشد، به

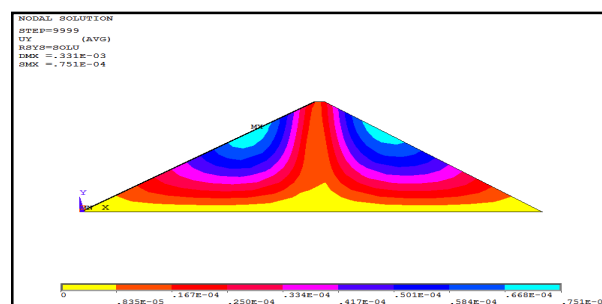
نحوی که هر گونه اطلاعات مربوط به پروژه را می توان در آن ذخیره کرد. بنابراین

به عنوان یک منبع مشترک اطلاعات، بین کل تیم طراحی و اجرای ساختمان، عمل

می کند. نتیجه این یکپارچه سازی اطلاعات، افزایش هماهنگی، کاهش خطاها و

ضایعات و نهایتاً افزایش کیفیت کار می باشد.

از دیگر عملکردهای BIM ایجاد ارتباط هوشمند بین اجزاء مختلف طراحی، امکان



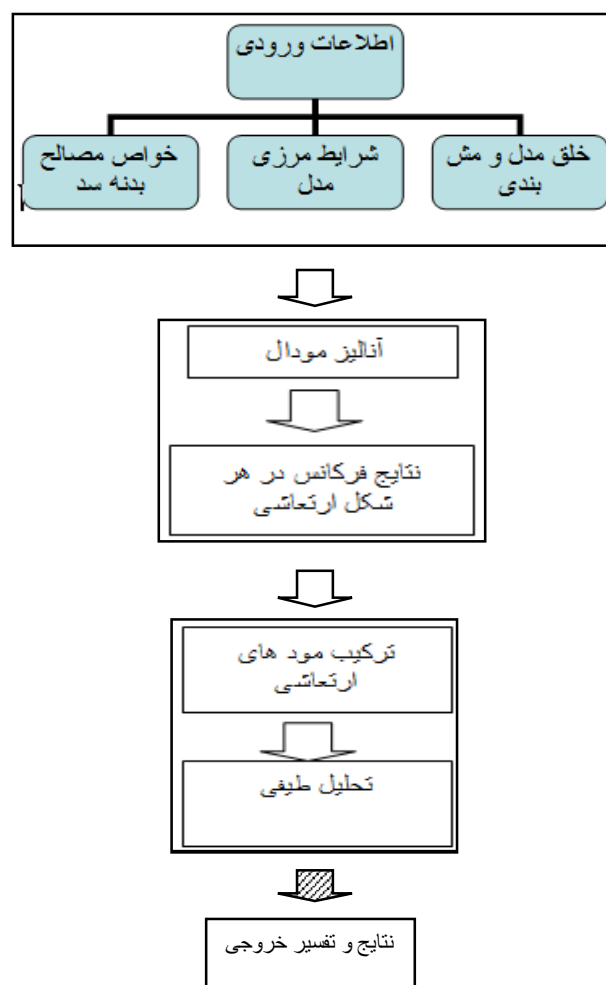
شکل 19: تغییر مکان قائم در دوره 2500 ساله

نتایج حاکی از آن است که حداکثر تغییر مکان افقی در تاج سد می باشد و مقادیر

ماکزیمم تغییر مکان قائم در شبیهها می باشند.

2. الگوریتم تحلیل طیفی

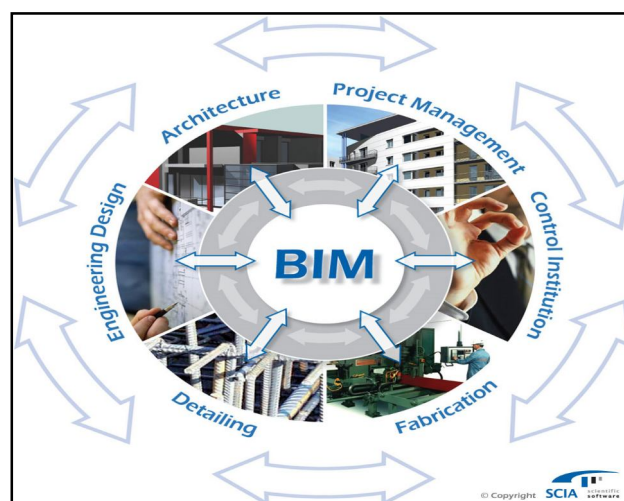
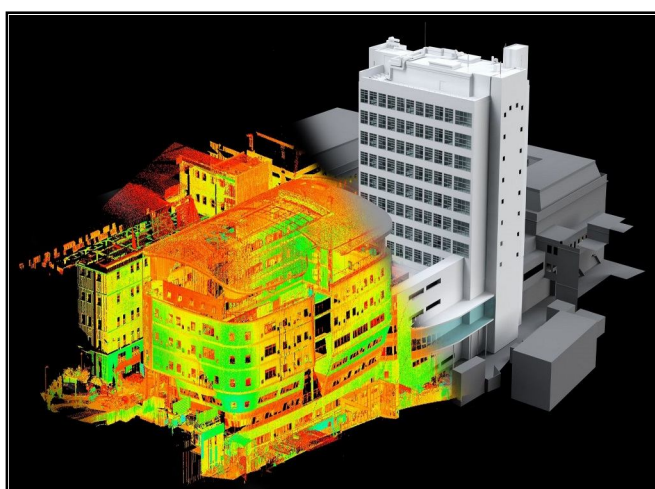
شکل 20 مراحل تحلیل طیفی را مجدداً بوضوح یادآور می شود.



شکل 20: نمودار کلی حل مساله

- Gehry Technologies - Digital Project Designer
- Nemetschek Vectorworks Architect
- Bentley Architecture
- 4MSA IDEA Architectural Design (IntelliCAD)
- CADSoft Envisioneer
- Softtech Spirit
- RhinoBIM (BETA)

بررسی سناریوهای مختلف طراحی را برای تمام گروهها، به صورت مجازی می باشد. به عنوان مثال یکی از سناریوها، می تواند چرخش مدل ساختمان و بررسی تغییرات میزان مصرف انرژی آن (Orientation)، بر حسب زوایای مختلف تابش خورشید باشد. همینطور گروه های دیگر طراحی مشتمل بر سازه و تاسیسات نیز قادرند با اعمال تغییراتی در مدلشان، اثرات این سناریوها را بر معماری پروژه ببینند. و بالاخره، پیمانکاران قادرند در حین طراحی و توسعه مدل ساختمان، مواردی از قبیل توالی اجرا، کارایی، ساخت و نصب را به صورت مجازی تجربه کنند.



تاثیر غیر قابل انکار بر سه مولفه اصلی یک پروژه ی موفق که عبارتند از کاهش هزینه ها، کاهش زمان و افزایش کیفیت پروژه از دیگر نتایج استفاده از نرم افزارهای BIM می باشد. به علاوه هماهنگی و توافق نظر اعضای اصلی پروژه شامل کارفرما، طراح، پیمانکار و گاه مشتری (مصرف کننده) حتی در اجزای کوچک ساختمان به کمک مدل سازی قبل از خاکبرداری که باعث کاهش تغییرات طراحی و دوباره کاری در طول زمان پروژه میشود.

به لحاظ کاربرد در هر شاخه نرم افزارهای گروه BIM را میتوان طبقه بندی کرد که بطور نمونه تعدادی از این نرم افزارها را معرفی مینماییم.

کاربرد در معماری

کاربرد در بخش سازه

- Autodesk Ecotect Analysis
- Autodesk Green Building Studio
- Graphisoft EcoDesigner
- IES Solutions Virtual Environment VE-Pro
- Bentley Tas Simulator
- Bentley Hevacomp
- Design Builder

- Autodesk Revit Architecture
- Graphisoft ArchiCAD
- Nemetschek Allplan Architecture

تحلیل استاتیکی غیر خطی مدی بر مبنای معادل سازی سه خطی

بابک فرمانبدر - دانشجوی دکتری عمران (مهندسی سازه) - UTM

E-mail: farmanbordar@gmail.com

در سالهای اخیر چالشهای زیادی در طراحی سازه ها، به ویژه طراحی در برابر بارهای ناشی از زلزله، ایجاد شده است. روشهای طراحی در اکثر آئین نامه های فعلی بر اساس معیار مقاومت است. این در حالی است که تحقیقات و رفتار ساختمانها در زلزله های اخیر نشان داد که مقاومت نمی تواند به تنهایی معیار مناسبی باشد و افزایش مقاومت لزوماً به معنای افزایش ایمنی نیست. بنابراین در آئین نامه های جدید به جای معیار مقاومت، از معیار رفتار برای طراحی سازه استفاده می کنند.

استفاده از معیار رفتار به این مفهوم است که در یک ساختمان علاوه بر مقدار مقاومت، نحوه ی توزیع مقاومت در اجزای سازه ای نیز مهم است که این شیوه ی طراحی بر اساس رفتار سازه، طراحی بر اساس عملکرد نامیده می شود. در طراحی بر اساس عملکرد، روش تحلیل استاتیکی غیر خطی نقش ویژه ای دارد. امروزه استفاده از روش تحلیل استاتیکی غیر خطی در تخمین عملکرد سازه ها هنگام زلزله بسیار مورد توجه متخصصان قرار گرفته است.

برای بهبود هر چه بیشتر این روش تحلیل استاتیکی غیر خطی، تحلیل استاتیکی فزاینده ی غیر خطی مدی که امکان ملحوظ کردن تمامی مودهای مؤثر در سازه را به کاربر می دهد توسط چوپرا و گوئل ارائه شده است. اساس این روش تحلیل، بر پایه ی تبدیل منحنی ظرفیت سازه چند درجه ی آزادی، به مدل رفتاری سازه ی یک درجه آزادی است که تا کنون از مدل رفتاری دوخطی برای تحقق هدف فوق استفاده می شد که این مدل رفتاری برای قابهای بتنی، بدلیل عدم امکان ملحوظ کردن مرحله ی ترک خوردگی بتن، سبب افزایش درصد خطای تحلیلهای فوق شده است. برای برطرف کردن این نقیصه در این مقاله، یک مدل رفتاری سه خطی ارائه شده است که امکان لحاظ کردن مرحله ی ترک خوردگی بتن نیز در آن میسر است. بررسی نتایج حاصل از مطالعتهی مدلهای ارائه شده در این مطالعات تحت تحلیلهای استاتیکی غیرخطی مدی با استفاده از مدل رفتاری سه خطی ارائه شده، حاکی از آن است که مدل رفتاری سه خطی ارائه شده سبب افزایش دقت قابل توجه

- Bentley RAM, STAAD and ProSteel
- Tekla Structures
- CypeCAD
- Graytec Advance Design
- StructureSoft Metal Wood Framer
- Nemetschek Scia
- 4MSA Strad and Steel
- Autodesk Robot Structural Analysis



ساخت (شبیه سازی، متره و برآورد و آنالیز بها)

- Autodesk Navisworks
- Solibri Model Checker
- Vico Office Suite
- Vela Field BIM
- Bentley ConstrucSim
- Tekla BIMSight
- Glue (by Horizontal Systems)
- Synchro Professional
- Innovaya

بررسی تکنیک های مختلف تثبیت خاک ها در شرایط متفاوت

E-mail: s.mehdi.sajjadi@gmail.com

سید مهدی سجادی - دانشجوی دکتری عمران (حمل و نقل و ترافیک) - UTM

چکیده: خاک ها مهمترین ماده تشکیل دهنده خشکی های کره زمین می باشند که در شرایط مختلف آب و هوایی و در مکانهای مختلف کره زمین رفتار های متفاوتی از خود نشان می دهند امروزه با گسترش زیر ساخت های عمرانی کشورهای جهان به نظر می رسد که بهبود خواص خاک ها با توجه به بارهای اعمال شده به آن در بسیاری از مواقع از ضروریات پروژه ها می باشد. با پیشرفت علم مهندسی

ژئوتکنیک، روشهای متفاوتی برای اصلاح رفتار خاک ها ابداع شده است، هر یک از

این روشها با توجه به مشخصات و خصوصیات برای یک خاک خاص کاربرد دارد که در این تحقیق سعی بر آن است تا با دسته بندی این روشها و بررسی خصوصیات خاک ها، کلیاتی در مورد هر یک بیان شود.

(الف) آماده سازی محوطه برای اجرای آسانتر عملیات ساختمانی (رفع مشکلات ناشی از وجود خاکهای چسبنده، خاک های غیر قابل تراکم و ناپایدار، کاهش رطوبت زیاد خاک)

کلید واژه: تثبیت خاکها، مهندسی ژئوتکنیک، زیرساخت، خاک

(ب) کم کردن گرد و خاک

(ج) بهبود نفوذپذیری خاک در برابر جریان آب

(د) بهبود بخشیدن به خواص خاکهای نامناسب و نامطلوب و قابل مصرف کردن اینگونه خاکها برای کاربرد مورد نظر.

(ه) افزایش قدرت باربری خاک

(و) افزایش دوام (مقاومت درمقابل عوامل جوی) خاک

(ز) کاهش و کنترل میزان تورم و انقباض خاک

(ح) کاهش چسبندگی خاک های رسی اشباع

(ط) خشک کردن خاکهای تر و همچنین متراکم کردن خاک هایی که درصد رطوبتی بالاتر از رطوبت بهینه دارند.

(ی) تأمین یک رویه موقتی یا دائمی برای راه ها

(ک) جلوگیری از سایش و فرسایش خاک در مقابل آب و باد و دیگر عوامل جوی

(ل) کاهش ضخامت مورد نیاز لایه های روسازی

مقدمه: خاک طبیعی موجود در محل عملیات ساختمانی همواره به طور کامل مناسب برای تحمل سازه موردنظر نیست به عنوان مثال در نهشته های دانه ای، خاک طبیعی ممکن است خیلی شل باشد و نشست الاستیک زیادی از خود نشان دهد در چنین حالتی لازم است که قبل از احداث ساختمان، خاک متراکم شود تا وزن مخصوص و درنتیجه مقاومت برشی آن افزایش یابد.

گاهی مواقع لایه فوقانی خاک نامطلوب است و باید برداشته شده و با خاکی با کیفیت بهتر که شالوده بر روی آن قابل احداث باشد عوض گردد. خاکی که از آن به عنوان خاکریز استفاده می شود برای رسیدن به استحکام کافی، باید متراکم شود. گاهی مواقع در اعماق کم به لایه های نرم و اشباع رس برخورد می شود. بر حسب بارشالوده و ضخامت لایه رسی ممکن است نشست های قابل توجهی در سازه بوجود آید. برای جلوگیری از چنین نشست هایی لازم است تکنیک های خاصی برای بهبود وضعیت خاک به کار گرفته شود. خصوصیات خاکهای قابل تورم (خاکهای آماسی) را میتوان با تزریق مواد پایدار کننده نظیر دوغاب آهک، به طور اساسی تغییر داد. بهبود خصوصیات خاکها در وضعیت درجا با استفاده از مواد افزودنی معمولاً به پایدار کردن (یا تثبیت) معروف است.

در این مقاله روشهای اصلاح خاکها به سه دسته زیر تقسیم می شود:

- اصلاح خاک با روش مکانیکی
- اصلاح خاک با روش های بیولوژیکی
- اصلاح خاک با روشهای شیمیایی-فیزیکی

می کند و باعث می شود که دانه های خاک راحت تر روی یکدیگر بلغزند و به وضعیت متراکم تری برسند افزایش وزن مخصوص خشک با افزایش میزان رطوبت تا حد مشخصی امکان پذیر است و بعد از آن افزایش بیشتر رطوبت باعث کاهش وزن مخصوص خشک خاک خواهد شد میزان رطوبتی که به ازای آن حداکثر وزن مخصوص خشک به دست می آید میزان رطوبت بهینه نامیده می شود آزمایش های استاندارد آزمایشگاهی که برای تعیین حداکثر وزن مخصوص خشک و تعیین میزان رطوبت بهینه برای خاکهای مختلف مورد استفاده قرار می گیرد عبارتند از :

(الف) آزمایش پراکتور استاندارد (ASTMD-698)

(ب) آزمایش پراکتور اصلاح شده (ASTMD-1557)

1.2. اصلاح خاک به روش تراکم دینامیکی

این روش اولین بار در سال 1970 توسط لوئیز منارد در کشور فرانسه معرفی شد. تراکم دینامیکی از نوع بهسازی عمیق خاک است. اساس این روش استفاده از یک جرثقیل سیار است که دارای یک وزنه سنگین است. وزنه تا ارتفاع معینی توسط جرثقیل بالا برده می شود و سپس رها می شود تا به سطح زمین برخورد کند. تکرار این عمل در نقاط از پیش تعیین شده موسوم به نقاط کوبش به تعداد معین منجر به تراکم خاک در عمق می شود و این تراکم از عمق به طرف سطح توسعه می یابد. ازاینرو به آن تراکم عمیق نیز گفته می شود.

درجه تراکم خاک تابعی از انرژی تراکم است که این نیز تابعی از موارد زیر می باشد:

- وزن وزنه
- ارتفاع سقوط وزنه
- فاصله خطوط شبکه کوبش
- شکل وزنه
- تعداد سقوطها روی هر نقطه و...

از این روش برای اصلاح انواع مختلفی از خاکها می توان استفاده نمود. از جمله این خاکها می توان به موارد زیر اشاره نمود :

باز نگری گذشته: ایده تسلیح خاک به نوعی از گذشته های دور مورد توجه بشر بوده است. منشا این اندیشه را می توان در نمونه ها و الگو های طبیعی جستجو کرد. بسیاری از حیوانات خصوصا پرندگان، در ساخت لانه های خود شاخه های ریز گیاهان را با گل ادغام می کنند و یا دامنه های با شیب تند با رویش گیاهانی که ریشه در زمین می دوانند در مقابل لغزش و ناپایداری تثبیت می شوند. به کار گیری پوشال و کاه در تسلیح گل (ملات کاه گل) از قدیم الایام رایج بوده و هنوز هم استفاده می شود. یکی از روش های تسلیح خاک، اختلاط آن با الیاف می باشد. اختلاط این مواد با خاک، محیطی مرکب ایجاد می کند که در آن در گیری اجزای کشش پذیر (عناصر تسلیح) با دانه های خاک مقاومت و شکل پذیری خاک را در جهات مختلف بهبود می بخشد. Lee و همکاران در سال 1973 در رابطه با کاربرد الیاف در تسلیح خاک مطالعاتی انجام داده و افزایش مقاومت برشی ماسه مخلوط شده با الیاف گیاهی را در آزمایش سه محوری تحت بارگذاری استاتیکی گزارش کرده است. بنسون و کایر اثرات استفاده از نوار های پلی اتیلن را در تغییرات مقاومت برشی و سختی ماسه مورد بررسی و آزمایش قرار داده و نتیجه گرفتند که افزایش تراشه های پلی اتیلن به خاک موجب افزایش سی بی آر، مقاومت برشی، و ضریب واکنش بستر ماسه می شود. رنجان و همکاران با انجام آزمایش سه محوری روی نمونه ماسه مسلح شده با الیاف، تاثیر مثبت الیاف را بر مقاومت برشی نمونه ها اعلام کردند.

1.1. اصلاح خاک به روشهای مکانیکی

1.1.1. اصلاح خاک به روش تراکم استاتیکی

در صورتیکه مقدار کمی آب به خاک اضافه شده و سپس با انرژی یا کوشش مشخصی متراکم شود خاک تا وزن مخصوص مشخصی متراکم خواهد شد با افزایش تدریجی میزان رطوبت همان خاک و استفاده از انرژی تراکم یکسان، وزن مخصوص خشک خاک نیز افزایش پیدا

به داخل لایه سست (وزنه به صورت آزاد رها می شود)

• خاکهای سست معمولی مانند خاکهای آبرفتی دشت سیلابی

• تکرار این پروسه تا رسیدن به لایه سنگی و یا لایه باربر

• قلوه سنگها و نهشته های نخاله ساختمانی

• ارتفاع سقوط وزنه 7.5 تا 45 متر می باشد و ستون سنگی ایجاد شده

• خاکریزهای شنی و خاکهای شنی ماسه دار

دارای قطری در حدود 3 الی 4 متر و ارتفاعی در حدود 6 الی 7 متر می

• مازاد خاکهای معدنی

باشد.

• نهشته های رس نیمه اشباع خاکریزی شده که در بالای سطح آب زیر

زمینی قرار دارند

1.4. اصلاح خاک با استفاده از مواد پلاستیکی (ژئوسینتتیک ها)

ژئوسینتتیک عبارت فراگیر به کار رفته برای توصیف دامنه ای از محصولات سینتتیک

مورد استفاده برای حل مسایل ژئوتکنیکی است. این اصطلاح در کل برای 5 محصول

اصلی به کار می رود: ژئوتکستایل، ژئوگرید، ژئونت، ژئوممبران، و ژئوکامپوزیت ها.

طبیعت سینتتیک این محصولات آنها را برای استفاده در سطوحی که نیازمند دوام

بسیار بالا هستند مناسب می سازد. مواد ژئوسینتتیک در دامنه وسیعی از اشکال و

ساختار که هر یک برای کاربرد خاصی در نظر گرفته شده اند در دسترس می باشند.

این محصولات دارای کاربرد گسترده ای بوده و در حال حاضر در بسیاری از

کاربردهای مهندسی عمران، ژئوتکنیک شامل جاده ها، باند فرودگاه ها، راه آهن،

خاکریز، سازه های حائل، مخازن ذخیره، کانل ها، سدها، محافظت و مهندسی ساحلی

به کار می روند.

از مزیت های این محصول جهت کاربرد در پروژه های عمرانی به موارد ذیل می توان

اشاره نمود:

1. مقرون به صرفه اقتصادی

2. تجربه بیست ساله نشان داده است که عمر آسفالت و فاصله بین تعمیرات

آنها تا دو برابر افزایش می دهد.

3. جلوگیری از لغزش دو لایه متوالی بر روی هم

4. پخش کردن نیرو های وارده از طرف بالا از یک نقطه به سطح بزرگتر

5. جلوگیری از بوجود آمدن و یا ازدیاد ترک های انعکاسی در لایه های رویه

آسفالتی (به علت اینکه ژئوگرید ها بیشتر نیروهای افقی را تحمل می

کنند.)

• خاکهای رمبنده مانند باد رفته که نمونه ای از این خاکها ماسه بادی می

باشد

• خاکهای اشباع شامل ماسه های سیلتی و رسی

• سازندهائی که دارای حفرات بزرگی هستند و یا چاهکهای که در سطح

بسته هستند.

اهداف تراکم دینامیکی خاک ها به شرح زیر می باشند:

• افزایش دانسیته در محل و در نتیجه افزایش ظرفیت باربری خاک

• تغییر ماهیت خاکهایی که اصلا قابل بارگذاری نیستند به خاکهای کاملاً

مناسب برای بارهای قابل توجه

• به منظور کاهش ضریب نفوذ پذیری خاک

• به منظور کاهش پتانسیل روانگرایی

1.3. روش جانشینی دینامیکی

یکی از تکنیکهای تراکم دینامیکی می باشد که اولین بار توسط منارد معرفی شد.

این روش در خاکریز راهها - پی تانکهای بزرگ - سازه های ساخته شده بر روی

خاکهای با تراکم پذیری بالا استفاده می شود.

روش اجرای این روش به ترتیب زیر می باشد :

• ریختن مصالح سنگی و ماسه ای بر روی خاک سست با ضخامت 1 تا 1.5

متر.

• کوبیدن این مصالح با وزنه های 10 تا 40 تن و در نتیجه رانش این مصالح

6. افزایش مقاومت کششی آسفالت در برابر بارگذاری (با توجه به خاصیت الاستیکی که دارد می تواند همانند فنر منقبض و منبسط شود و در مقابل نیروهای کششی مقاومت کند)
7. در آسفالت ریزی تاخیری که ما مجبوریم آسفالت ریزی را در نقطه ی خاصی به اتمام برسانیم و بعد از چند مدت آسفالت ریزی را ادامه دهیم بین دو لایه در آن نقطه چسبندگی کافی ایجاد نمی شود که ژئوگرید ها می توانند این مشکل را با راندمان بالا حل کنند.
8. در زمانی که مجبور به شکافتن جاده ها می شویم مانند عبور لوله های آب و انشعاب های گاز و که در زمان ساخت پیش بینی نشده است، همسان سازی زیر اساس و لایه های زیرین قسمت جدید و قدیم بسیار مشکل است و باعث ایجاد فرورفتگی در محل خواهد شد که ژئوگرید ها در مقاوم و همسان سازی لایه ها و جلوگیری از فرورفتگی کمک شایان توجهی می کنند.
9. در محل هایی که از نظر نقطه انقباض (از نظر ماهیت جنس) ، با آسفالت اختلاف دارند. مانند پل های فلزی و بتنی و ... که این اختلاف باعث ایجاد ترک در رویه آسفالت می شود، استفاده از ژئوگرید به عنوان ماده ی واصل می تواند از ایجاد ترک در رویه آسفالت جلوگیری کند .

1.5. تثبیت خاکها به روش نیلینگ

ساخت و سازهای نوین شهری و احداث سازه های بلند مرتبه در مجاورت ساختمانهای قدیمی که دارای طبقات متعدد زیر زمین با کاربردهای مختلف به ویژه پارکینگ می باشند سبب توجه هر چه بیشتر مهندسین ساختمان به پایدار سازی گودها و حفاظت ساختمانهای مجاور در مقابل بروز خسارت احتمالی ناشی از گودبرداری گردید و لذا استفاده از روش نیلینگ که اجرای آن در احداث تونلها و پایداری شبروانی های خاکی در مجاورت بزرگراهها و جاده ها از سابقه طولانی برخوردار بوده است، در ساخت و سازهای شهری به منظور تثبیت شبروانی ها و گودهای درون شهری رواج یافت. اجرای نیلینگ مشتمل بر مراحل حفاری، نصب انکر تزریق دوغاب سیمان و در نهایت نصب Nail Head می باشد.

2. اصلاح به روشهای بیولوژیکی

این روش ها بیشتر شامل رویاندن گیاه می باشد، که اغلب به منظور مقاوم و پایدار کردن خاک در شیب ها در مقابل لغزش، و یا افزایش مقاومت خاک در مقابل سایش و فرسایش و شسته شدن در برابر باران و به طور کلی آب های سطحی به کار می روند روش رویاندن گیاه همراه با به کارگیری انواع به خصوصی از ژئوگریدها در تثبیت خاک شیب های کنار بزرگراه ها رایج می باشد. از موارد اصلاح خاک ها به روشهای بیولوژیکی می توان به اصلاح با استفاده از کاه و ریشه گیاهان اشاره نمود.

3. اصلاح به روشهای فیزیکی - شیمیایی

در این روشها تثبیت با افزودن ماده و یا مواد اضافی به خاک صورت می گیرد، و طی آن با بروز فعل و انفعالات شیمیایی و یا با ایجاد چسبندگی در سطوح ذرات خاک، بهبود خواص مکانیکی خاک حاصل می شود. رایج ترین اینگونه تثبیت کننده ها عبارتند از آهک، سیمان، خاکستر، و فرآورده های قیری. انتخاب نوع و درصد مناسب تثبیت کننده بستگی به خصوصیات فیزیکی-شیمیایی خاک، بالاخص دانه بندی و نوع کانی های رسی موجود در خاک دارد.

مواد تثبیت کننده عموماً اثرات مهمی بر روی مشخصات فنی مختلف خاک دارند. نوع و شدت تاثیر بستگی به نوع خاک و نوع و میزان ماده و یا مواد تثبیت کننده به کار گرفته شده دارد.

سیمان بهترین اثر را بر خاک های ماسه ای و شنی دارد. خاک های ریز دانه با خاصیت خمیری کم تا متوسط را می توان با سیمان تثبیت کرد.

جدول درصد های وزنی مناسب سیمان برای تثبیت انواع خاک

گروه اشته	گروه یونیفاید	حدود درصد وزنی سیمان
A-1-a	GP, GM, SW, GW, SP, SM	5
A-1-b	GM, GP, SM, SP	6
A-2	GM,GC,SM,SC	7
A-3	SP	9
A-4	CL,ML	10
A-5	ML, MH,CH	10
A-6	CL,CH	12
A-7	ML, CH	13

تثبیت خاک با استفاده از خاکستر بادی (یا خاکستر نرم)

خاکستر بادی، خاکستر به جای مانده از احتراق ذغال سنگ پودر شده در کوره می باشد که از محصولات نیروگاهها با سوخت ذغال سنگ است خاکستر بادی یک گرد بسیار ریز دانه است که ترکیبی از سیلیس، آلومینا، اکسیدها و قلیاها ی مختلف می باشد دارای طبیعت پوزولانی بوده و میتواند با آهک هیدراته واکنش کند و فرآیند سمئتاسیون بوجود آورد به همین علت مخلوط آهک و خاکستر بادی می تواند برای پایدار نمودن (تثبیت) اساس و زیر اساس جاده ها مورد استفاده قرار گیرد

اصلاح خاک با استفاده از فرآورده های قیری

قیر یکی از قدیمی ترین موادی است که به صورت مختلف برای تثبیت خاک به کار گرفته می شده است. امروزه از قیر عمدتاً به یکی از سه نوع قیر خالص، قیر محلول، و امولسیون قیر برای این منظور استفاده می شود.

از دیگر روش های تثبیت فیزیکی – شیمیایی خاک های رسی، حرارت دادن به خاک است، به طوری که با بالا بردن دمای خاک افزون بر تقریباً 200 درجه سلسیوس تغییراتی در ساختار خاک صورت گرفته، گل رس مرطوب و ناپایدار تبدیل به یک خاک سخت می شود. در مقابل این روش، روش سرد کردن خاک به دماهای پایین تر از صفر درجه سلسیوس است، به طوری که آب و بخار آب موجود در منافذ خاک منجمد شده، و خاک حالت سخت و پایداری به خود می گیرد. این روش بیشتر برای ساختن (و یا پایدار کردن خاک اطراف) پی های عمیق و تونل ها، در موارد متعددی به کار گرفته شده است.

3.1. اصلاح خاک با آهک

تجربه نشان داده است که آهک با خاک های ریز دانه ترکیب شده، تولید مخلوطی با خاصیت خمیری کمتر، قدرت باربری بیشتر، قابلیت متراکم شدن و جابجا شدن بهتر، و با ازدیاد حجم کمتر در اثر رطوبت می کند. آهک بیشترین اثر را روی خاک های رسی دارد. در بین خاک های رسی با ساختمان های شیمیایی مختلف، اثر آهک بر روی رس مونتموریلونیت شدید تر از اثر آن بر رس های کائولین و ایلیت می باشد. به طور کلی، خاک هایی که در طبقه بندی یونیفاید در گروه های GC,SC,SM,ML,MH, CL,CH و یا در طبقه بندی اشته در گروه های A-2, A-4, A-5, A-6, A-7 قرار دارند قابلیت تثبیت با آهک را دارند.

3.2. تثبیت خاک با سیمان

به طور کلی، هر خاک عاری از مواد شیمیایی (سولفات ها و مواد آلی) قابلیت تثبیت با سیمان را دارد. در عمل تثبیت با سیمان، سیمان با فرمول کلی $(\text{SiO}_2 - \text{CaO})$ $(\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3)$ ، به صورت پودر با خاک و آب مخلوط می شود. مکانیزم تثبیت خاک با سیمان به طور کلی شبیه به مکانیزم تثبیت با آهک می باشد، به این معنی که بهبود در خصوصیات مکانیکی خاک از طریق فعل و انفعالات شیمیایی صورت می گیرد. همچنین، واکنش های شیمیایی در تثبیت خاک با سیمان شباهت به واکنش ها در تثبیت خاک با آهک دارند، با این تفاوت که مواد پوزولانی در درون سیمان موجود هستند، در حالیکه در فعل و انفعال خاک با آهک این مواد از قسمت رسی خاک تامین می گردند.

RRP برای هر گونه خاک و ماسه که دارای حداقل 15 درصد خاک با دانه های 06/0 میلیمتر باشد بسیار مناسب است. اغلب زمینها و خاکها از همین نوع خاک می باشند انواع دیگر خاک باید در آزمایشگاه تست شوند تا تناسب آنها جهت مخلوط شدن با RRP مشخص گردد.

3.6. تثبیت کننده های مرکب خاک

در بعضی موارد ممکن است تثبیت خاک با استفاده از مواد متعدد، و اغلب در بیش از یک مرحله انجام گیرد. این روش تثبیت معمولاً تثبیت مرکب نامیده می شود. تثبیت کننده های مرکب دارای انواع مختلفی هستند که متداول ترین آنها عبارتند از: آهک- خاکستر، آهک- سیمان، آهک- قیر، آهک-امولسیون قیر، سیمان-امولسیون قیر.

نتیجه گیری:

خاکها با توجه به اندازه دانه ها و خواص خمیریشان و همچنین نوع کاربری ای که قرار است در آینده از آنها شود با یکی از روشهای ارائه شده در این مقاله می توان اصلاح نمود بطور کلی در صورتیکه هدف از اصلاح خاک مربوط به افزایش تراکم خاک باشد از روشهای مکانیکی استفاده می شود در صورتیکه هدف از اصلاح خاک بحث کنترل لغزش شیب ها و خاک های روان باشد از روشهای بیولوژیکی استفاده می شود و در صورتیکه هدف از اصلاح خاک افزایش پارامترهای مکانیکی و مقاومتی خاک باشد از روش فیزیکی-شیمیایی استفاده می شود.

منابع:

1. ام داس، ب، ترجمه طاحونی، ش، اصول مهندسی ژئوتکنیک جلد اول، موسسه انتشارات پارس آیین، 1385
2. بهشتی، ا، مقدمه ای بر تثبیت لایه های روسازی با استفاده از مصالح طبیعی و مصنوعی، طرح پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان، 1385

خاک های ریز دانه در رطوبت های نسبی پایین معمولاً دارای قدرت باربری قابل قبولی هستند. لیکن، با بالا رفتن درصد رطوبت در چنین خاکهایی باربری، و به طور کل خواص مکانیکی خاک افت می کنند از این جهت، افزودن مواد قیری به خاک های ریز دانه باعث (ضد آب) کردن خاک شده، مانع نفوذ آب به درون خاک می شود، و بالتجیه، خاک دارای قدرت باربری بالایی خواهد شد.

به طور کلی خاک های مناسب برای تثبیت با قیر شامل خاک های A-1-2, A-1-b, A-2-6, A-3, A-4, A-2-b و خاک های با خواص خمیری کم در گروه A-6 در طبقه بندی اشتو، و خاک های SC, GW, GC, SW-SM, SP-SM, SW-SC, SP-SC, SM-SC, GW-GP, GP-GC, GM-GC, GP, SP, SW, SM بندی یونیفاید می باشند، مشروط بر اینکه بعضی شرایط مربوط به خواص خمیری و دانه بندی را حائز باشند.

3.5. تثبیت خاک با استفاده از RRP

RRP ماده ای است که ترکیب ویژه ای از مواد فعال است، و به صورت مایعی به رنگ قرمز تیره تا قهوه ای متمایل به قرمز بوده و بوی هیدروکربنهای آروماتیک را می دهد. RRP که هیچ آسیبی به اکوسیستم نمی رساند امر روسازی را بسیار آسانتر و سریع تر می سازد و از مشکلات عدیده راهسازان در برخورد با خاک رس را می کاهد. این محلول به صورت یک اسید قوی می باشد $PH3/0$ و چنانچه غلظت در درجه حرارت های نه چندان بالا زیاد باشد اثرات آن تا یک پریود زمانی طولانی باقی خواهد ماند. RRP ماده ای سیال و تعویض کننده یونی است که به راحتی با خاک مخلوط شده و سبب استحکام دائمی آن می گردد. این ماده ساخت کشور آلمان می باشد.

RRP به عنوان مواد زیر سازی جاده بکار می رود و یک شبکه RRP با اندازه 220 کامیون مواد زیر سازی کاربرد دارد در نتیجه باعث می شود که کار تا 50٪ ارزانتر و بیشتر از 80٪ زمان کمتر ی نیاز داشته باشد.

معرفی سازمان نظام مهندسی ساختمان

محسن عقابی - دانشجوی دکتری عمران (ژئوتکنیک) - UPM

E-mail: mohsenoghabi@yahoo.com

بخش اول

معرفی و نقدی بر سازمان نظام مهندسی ساختمان

مقدمه: پیشرفت هر کشوری مرهون تلاشهای بیشمار مهندسان آن است. مهندسان هر جامعه با تکیه بر دانش و توان علمی خود، اقدام به اجرای پروژه هایی می کنند که زیر ساخت های آن جامعه را تشکیل می دهند و تسهیلات ارتباطی، حمل و نقل، بهداشت، آموزش و ... را فراهم می آورند. با وجود این، در کشور ایران فعالیت مهندسی و قشر مهندسين مورد توجه قرار نگرفته و در طول سالهای متمادی، ارگانها و سازمانهایی که متولی دفاع از حقوق مهندسان، ارتقاء کیفیت کاری و آموزشی آنها و نیز نظارت بر فعالیت آنها بوده اند، نتوانسته اند خدمات مطلوب را ارائه نمایند. این سازمانها و نهادها که به منظور نظم بخشیدن و ایجاد ساختار مناسب فعالیتهای مهندسی به وجود آمده بودند، گاهی خود به عنوان معضلی برای جامعه مهندسی کشور به حساب می آیند. چرا که نه تنها نتوانسته اند که به اهداف اساسنامه ای خود دست یابند بلکه عملکرد نادرست آنها ضربات بسیار زیادی به بدنه ساخت و ساز کشور زده است.

یکی از مهمترین ارگانهایی که مستقیماً مسئولیت حمایت، ارتقاء علمی، و نظارت بر فعالیت مهندسان را دارد، سازمان نظام مهندسی است. سازمان نظام مهندسی ساختمان، حدود 18 سال پیش به منظور ساماندهی به فعالیتهای مهندسی و نظم بخشیدن به عملکرد این حرفه، و با حمایتهای وزارت مسکن و شهرسازی پا به عرصه وجود گذاشت. مروری بر 18 سال پرونده فعالیت این سازمان، و مقایسه آن با 10 هدف متعالی ذکر شده در ماده 2 قانون سازمان نظام مهندسی ساختمان، می تواند معیار مناسبی برای بررسی عملکرد این ارگان باشد. در مقاله حاضر سعی شده فعالیت سازمان نظام مهندسی ساختمان طی سالهای گذشته مورد توجه قرار گرفته و ساختار آن نقد شده و از منظر علمی و جایگاه تخصصی، عملکرد نظام مهندسی را مورد نقد و بررسی قرار دهیم. و در نهایت پیشنهادهای اجرایی لازم برای ارتقاء این نظام ارائه گردد.

نخستین بار در قانون نظام معماری و ساختمانی مصوب سال 1352 (اصلاحی سال 1356)، تاسیس دو سازمان به نام های سازمان نظام مهندسان معمار و شهرساز و سازمان نظام مهندسان ساختمان و تاسیسات پیش بینی شد. هدف سازمان نظام مهندسان معمار و شهرساز رعایت اصول معماری و شهرسازی و ایجاد امکانات و تسهیلات برای بالا بردن سطح و کیفیت کار اشخاصی بود که امر تهیه و نظارت و اجرای طرح های ساختمانی و شهرسازی را به عهده داشتند.

هدف سازمان نظام مهندسی ساختمان و تاسیسات رعایت اصول مهندسی در امور محاسبات و اجرای ساختمان و تاسیسات و سایر رشته های مربوط و ایجاد امکانات و تسهیلات برای بهبود کیفیت کار اشخاصی بود که امور مزبور را به عهده داشتند. با تصویب قانون آزمایش نظام مهندسی ساختمان در سال 1371 به جای دو سازمان فوق، سازمان واحدی تحت نام نظام مهندسی ساختمان پیش بینی شد که این امر در قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب سال 1374 نیز به قوت خود باقی ماند.

ماده 3 قانون اخیر، اشعار می دارد:

برای تامین مشارکت هر چه وسیعتر مهندسان در انتظام امور حرفه ای خود و تحقق اهداف قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان در سطح کشور، سازمان نظام مهندسی ساختمان ...تشکیل می شود.

بر همین اساس و با مشاهده چنین کاستی هایی، نظام مهندسی ساختمان بوجود آمد. این سازمان پس از بررسی دوباره صلاحیت فارغ التحصیلان دانشگاهی از لحاظ مهارتهای اجرایی و همچنین برگزاری آزمون صلاحیت علمی، با اعطای رتبه و پروانه اشتغال به کار مهندسی تا حد زیادی خلاء های فوق را پوشش داد. این تشکل حرفه ای تقریباً اغلب شاخه های مرتبط با ساختمان، یعنی عمران، معماری، تاسیسات مکانیکی، تاسیسات برقی، شهرسازی، نقشه برداری، و ترافیک را تا حدودی تحت پوشش قرارداده است.

ساختار سازمان نظام مهندسی ساختمان

امور اجتماعی محول می کند. در تبصره 1 این بند 10 سال مهلت از زمان ابلاغ این قانون تعیین شده تا در این ده سال، همه افراد شاغل تحت آموزش قرار گیرند.

در وضعیت کنونی، شما می توانید هر تعداد که بخواهید استاد و دکترای مهندسی عمران را پیدا کنید ولی مطمئناً در پیدا کردن تکنسین اجرایی ساختمان چه در زمینه اسکلت فلزی یا بتنی و ... که دارای مهارت تایید شده باشد دچار مشکلات فراوان خواهید بود و شاید اصلاً چنین افراد ماهری پیدا نکنید.

اینگونه است که ما هنوز با تکنولوژی روستایی، در حال ساخت برجهای بلند هستیم. برجهایی که مطمئن باشید کوچکترین جزء آن توسط افراد ماهر اجرا نشده است. و مسلماً این نقص برمیگردد به کم کاریهای سازمان نظام مهندسی که نتوانسته در 18 سال گذشته به وظیفه خود عمل نماید تا بتواند مشکل کمبود کارگر و تکنسین ماهر را پوشش دهد و یا حداقل اگر این آموزش از وظایف ارگانهای دیگر بوده باشد، گزارشی از عدم کارکرد آنها تهیه و منتشر نماید. البته این نکته را نیز نباید از نظر دور داشت که از سال گذشته برخی از ارگانهای ذیربط در این خصوص اقداماتی نموده اند که کافی نمی باشد.

عضویت در نظام مهندسی و پروانه اشتغال به کار مهندسی

جهت عضویت در سازمان نظام مهندسی ساختمان، فارغ التحصیلان رشته های مرتبط با مهندسی عمران بلا فاصله بعد از فارغ التحصیل شدن می توانند اقدام نمایند و به عضویت سازمان مذکور در آیند. اما برای اخذ پروانه اشتغال به کار مهندسی، پس از یک دوره کار آموزی که حدود سه سال در نظر گرفته شده است، می توانند در آزمون تایید صلاحیت که از سوی نظام مهندسی برگزار می گردد، موفق به کسب امتیاز کافی گردند. این دوره سه ساله کارآموزی به منظور اطمینان از کسب مهارت های حرفه ای توسط دانش آموختگان در نظر گرفته شده تا این مهندسان نوپا آمادگی لازم جهت ورود به بازار کار را پیدا نمایند. در این مرحله به دانش آموختگان که دارای مهارتهای اجرایی نیز می باشند، پروانه اشتغال به کار اعطا گردیده و رسماً می توانند کار مهندسی خود را شروع نمایند. دقیقاً مثل پزشکی که پس از دریافت نظام پزشکی، مجاز به تاسیس مطب و طبابت می گردد. شماره منحصر به فردی نیز، تحت عنوان شماره نظام مهندسی برای اعضای پذیرفته شده اختصاص داده می شود. با عضویت در سازمان، امکاناتی نظیر دریافت نشریه های

نظام مهندسی ساختمان در کشور ایران، ساختار پیچیده ای دارد که نمی توان آن را با هیچ یک از ساختارهای تعریف شده و استاندارد جهانی، مطابقت داد. چرا که نظام مهندسی نه ساختار کاملاً غیردولتی (NGO) دارد و نه ساختار کاملاً دولتی؛ نظام مهندسی یک نهاد وابسته به دولت است و متأسفانه این وابستگی به دولت، باعث گردیده تا نتواند به عنوان یک نهاد مستقل، فعالیتهای خود را تعریف نموده و به عملکرد نظارتی خود در سطح عالی دست یابد.

ساختار نظام مهندسی ساختمان، به گونه ای کاملاً زیرکانه طرح ریزی شده است تا بدون داشتن هرگونه قدرت نظارتی و توان انتقادی، در صورت لزوم بتوان از آن به عنوان یک سازمان غیردولتی (NGO) یاد کرد. غافل از اینکه سازمانهای غیردولتی تعریف خاص خود را داشته و در آنها هیچ گونه دخالت دولت مجاز نمی باشد. متأسفانه قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان که در سال 1374 به تصویب هیات وزیران رسیده است کاملاً دولت مدار بوده و سایه وزارت مسکن و شهرسازی در جای جای این قانون به چشم می خورد. در این ساختار، مهندسان عضو این نظام، با شرکت در رای گیری به انتخاب نمایندگان خود می پردازند و نهادهایی همچون شورای استان انتخاب می شوند. ولی متأسفانه در انتخاب اعضای شورای مرکزی و رئیس این شورا تمام نظرات و آرای مهندسان پایمال شده و انتخاب توسط وزیر مسکن از میان دو برابر ظرفیت انجام می پذیرد. ولی آیا غیر از این است که برنامه ها و خط مشی های کلی و موضع گیریهای یک سازمان توسط شورای مرکزی و ریاست آن انجام می پذیرد؟ که مطمئناً وزیر مسکن و شهرسازی، افرادی را انتخاب خواهد کرد که هم رای و همجهت برنامه های او باشند. در چنین فضایی است که انگیزه و علاقه مهندسان به عضویت در نظام مهندسی نه به عنوان نهادی که به آن تعلق دارند، بلکه به عنوان منبع درآمدی با دریافت برگه بدل گردیده است.

فعالتهای انجام نشده

علاوه بر وظایف نظارتی سازمان نظام مهندسی ساختمان، بسیاری از فعالیتهایی که به صراحت در قانون این سازمان ذکر شده است، پس از سالها که از تشکیل آن می گذرد، همچنان مسکوت باقی مانده و هیچ گونه فعالیتی در جهت رسیدن به اهداف ذکر شده انجام نپذیرفته است. ماده 4 این قانون وظیفه آموزش به فعالان در بخش ساختمان را به سازمان نظام مهندسی، وزارت مسکن و شهرسازی و نیز وزارت کار و

بیشتر اعضای سازمان نظام مهندسی را مهندسین جوانی تشکیل داده اند که تازه وارد این حرفه شده و انتظار نسبتا بالای جامعه و خانواده و اطرافیان نسبت به آنان و همچنین فکر به آینده، این مهندس جوان را تحت فشار روحی قرار می دهد و او نمی تواند برای پر کردن خلا درآمدی خود و مانند سایر اقشار زحمتکش و حتی تحصیلکرده دیگر به مشاغل سطح پایینی نظیر مسافر کشی و یا مغازه داری بصورت کار دوم یا کمکی، روی آورد. لذا در مقابل فشار اقتصادی زندگی و میل به سودجویی و تمایل به انجام خلافهای ساختمانی برخی از کارفرمایان، خدای نکرده ممکن است به انحراف کاری کشیده شود.

بصورت مکرر دیده و یا شنیده اید که ساختمان همجوار تخریب شده و یا گودبرداری مربوطه فرو ریخته است. متاسفانه بدون آنکه گزارشات به مراجع زیربط و اخطارهای کتبی او که قبلا به مالک ابلاغ گردیده، نادیده گرفته و در یک قضاوت نا صحیح مهندس ناظر را مقصر تلقی میکنند. این در حالیست که اگر میزان حق الزحمه ای که ایشان بابت ساختمان مورد نظر دریافت میکند در یک دوره نظارتی حداقل 18 ماهه و میزان بازدید هایی که از ساختمان داشته باشد در نظر بگیرید بسیار اندک بوده و با خدماتی که باید ارائه شود تناسبی ندارد.

اقلیتی از صاحبان سرمایه جز و یا کلان، برایشان جان و مال انسانها مطرح نیست و آنها صرفا منابع غیر اصولی خود را میبینند. سوال اینجاست که، چرا در زمان اخذ پروانه ساختمانی یا هنگام شروع عملیات اجرایی، ساختمانها بیمه اجباری نمیشوند و چنانچه محل مربوط دارای گودبرداری است، ساختمانهای همجوار را بیمه اجباری نمیکند. حاصل اثرات منفی آن حضور ده ها مهندس بیگناه و با شخصیت در زندان میباشد که بزرگترین جرم آنها بدون سرمایه بودنشان است.

مطلب مهمی که مورد غفلت واقع شده و حتی خود ما مهندسان نیز به این غفلت دامن زده ایم مباحث حقوقی است. زیر بنای تعیین مسئولیتها چه موقع باید مورد توجه قرار گیرد. هیچ قانون و مقرراتی مسئولیت انجام عملی توسط شخصی را بعده شخص دیگر نمیگذارد و آیا عاملیت با مباشرت برابر است؟ شخصی ساختمانی میسازد و آنرا میفروشد ولی مسئولیت آن بعده شخص دیگری است. آیا در موارد دیگر هم روال به این گونه است؟

تخصصی و همچنین تا حدودی اطلاع از آخرین اخبار سازمان و... برای اعضا میسر می شود، و چنانچه نظام مهندسی استان فعال باشد، بازدیدهای علمی و بعضا کلاسهای آموزشی و ... می تواند باعث ارتقاء علمی و عملی اعضا گردد.

ساختمان

لزوم وجود نظارت بر ساخت

از اصلی ترین مواردی که میتواند در بهبود کیفیت ساخت موثر باشد نظارت دقیق و مداوم بر اجرا در کارگاه توسط یک فرد خبره و با تجربه (مهندس ناظر مقیم) است. در اکثر کارگاهها برای صرفه جویی اقتصادی در کار از مهندس ناظر مقیم استفاده نمی شود و با توجه به اینکه مهندس ناظر حضور مداومی در محل پروژه ندارد و اغلب این مهندسین همزمان در چند کارگاه مشغول کار هستند فرصت سرکشی و نظارت بر پروژه را ندارند که این باعث وارد شدن لطمات جبران ناپذیری از لحاظ سازه ای و تلف شدن مصالح و نیروی انسانی می گردد.

متاسفانه در گذشته و خصوصا چند سال اخیر سازمان نظام مهندسی ساختمان برعکس سازمان نظام پزشکی که در سطح کشور بزرگترین حامی پزشک است، عملکرد چندان مطلوبی در قبال مهندسان ارائه نداده و بارها دیده و شنیده شده که در مقابل شکایات و یا گله های ناصحیح کارفرمایان، قدر - صاحب سرمایه و با نفوذ، بدون آنکه کارشناسان اصل قضیه بوجود آمده را آنالیز نموده و مقصر و خاطی اصلی را شناسایی نمایند، سریعا جانب طرف مقابل را گرفته و مهندس مربوطه که در حقیقت زیر مجموعه و یا عضوی از سازمان نظام مهندسی است را مورد انتقاد قرار داده و یا او را محکوم نموده اند.

باید توجه داشت با توجه به محدودیتهای بسیار زیاد اقتصادی و پرسنلی و تحمیل برخی قوانین دست و پا گیر، متاسفانه دخالتهای بی مورد توسط چند سازمان مرتبط با آن، این سازمان طی چند سال اخیر با توجه به تواناییهای محدود خود، دچار چالش شده است. باید توجه داشت که با اینگونه برخوردها و عملکردهای غیر متعارف سازمانهای مذکور از یکسو و مشکلات و محدودیتهای، چالشهای بزرگ و عدیده درونی و بیرونی، سازمان نظام مهندسی ساختمان کاملا نادیده گرفته شده و از سوی دیگر به شخصیت اجتماعی و حیثیت شغلی مهندس، در سطح جامعه اهمیت نداده و منافع به حق او را مد نظر نداشته اند.

در خصوص نظارت بهتر چه باید کرد

او مهندسی است! موفقیت قابل توجهی بدست نیاورده و نیاز به دوره 3 ساله دیگری شده است.

آموزشهای دانشگاهی

با نگاهی موشکافانه تر می توان دریافت که شاید دلیل اصلی بسیاری از نواقص یا ناکار آمدی ها، در این موضوع خلاصه می شود که دانشجویان در همان گام های اولیه که طراحی سازه های فولادی یا بتن آرمه را می آموزند، در کارگاه ها و یا پروژههای در دست اجرا حاضر نمی شوند و از نزدیک به مشاهده آنچه که می خوانند نمی پردازند.

همانگونه که می دانیم رشته عمران، به دلائلی متمایز از سایر رشته هاست، زیرا که دانشجویان این امکان برخوردار است که آنچه را به صورت تئوری می آموزد به صورت عملی نیز از نزدیک تجربه کند. سیستم آموزشی دانشگاههای ما آنقدر قدیمی و فرسوده است که نه تنها اطلاعات کتابها و آیین نامه های ما به روز رسانی نمی شوند، حتی در مواردی آیین نامه های تنظیم شده توسط دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان که به تصویب وزارت مسکن و شهرسازی نیز رسیده است، در پاره ای از موارد به سایر آیین نامه های معتبر دنیا ارجاع داده می شود. البته این بدین معنا نیست که تلاش کمیته های تخصصی مباحث مختلف را نادیده انگاریم، زیرا دست آوردهای گرانبهائی مانند مباحث بیست گانه مقررات ملی ساختمان که حاصل نظرانی است که در اجماع این کمیته های تخصصی و سایر مراجع ذی صلاح، اعم از مراکز علمی و دانشگاهی و انجمن ها و تشکلهای حرفه ای و مهندسی و... شکل گرفته است.

بنابراین اهداف ابتدائی و نهائی سیستم آموزشی ما به صورت مطلوب تامین نمی گردد. از سوی دیگر به عنوان مثال دانشجویان بارها و بارها به طراحی تیر ورق یا دال بتنی و ... می پردازد بدون آنکه هرگز آنها را از نزدیک دیده باشد و زمانیکه وارد کار می شود، برای اولین بار با چهره نامانوس آنها روبرو می شود. حتی گاهی مشاهده می گردد به دلیل عدم تعامل بین مطالب تئوری و اجرایی، یک کارگر مجرب می تواند پیشنهادات بهتری نسبت به یک کارشناس عمران ارائه دهد. شاید هر مهندسی این را تجربه کرده باشد که دانش و تحصیلات خود را زیر ذره بین کارگران و پیمانکاران ببیند و گاهی احساس کند که کاش به جای این همه محفوظات تئوری،

براساس شرایط عمومی پیمان در مورد مسئولیتهای کارفرما و پیمانکار مسئولیت در درجه اول بعهد پیمانکار است و در آنجا ذکر شده است که مسئولیت دستگاه نظارت به هیچ وجه رافع مسئولیت پیمانکار نیست. از پیمانکار وثیقه های مالی گرفته میشود و دوره تضمین کار تعیین میشود. چنانچه مسئولیت دائمی استحکام بنا بعهد فروشنده باشد و تضمینهای لازم از او اخذ شود آنگاه او دیگر بدنبال مصالح نامناسب و نظارت بدون حضور نمیباشد. بلکه بدنبال بهترین مصالح و زبده ترین ناظرین خواهند بود. در این روند صحیح و عقلانی در صورت بروز حادثه سرمایه گذار مسئولیت اصلی را بعهد داشته و ناظر نیز نسبت به ایشان متعهد میباشد.

بزرگترین عامل بازدارنده تخلف در اجرا، سازمان نظام مهندسی و سیستم نظارتی آن است که باید به دقت و با رعایت قوانین بر اجرای صحیح نظارت داشته باشند. اگر معقولانه فکر کنیم با توجه به وجود مهندسین جوانی که بیکارند و تعداد آنها هم کم نیست، میتوان در صنعت ساختمان با بهره گیری از آنها از بسیاری از هزینه های اضافی جلوگیری نمود. تا دیگر شاهد اجرای ساختمانهای با کیفیت پایین نباشیم.

تقابل سازمان و دانشگاه

اگر شما وارد سایت اینترنتی سازمان نظام مهندسی شوید، می توانید لیست کتبی که در هر یک از آزمونها (محاسبات، نظارت و ...) به عنوان منبع سوالات مطرح می باشد را مشاهده نمایید که اغلب آنها، آئین نامه های کاربردی از قبیل بتن، فولاد، پی، بارگذاری، و آیین نامه 2800 و... هستند. یعنی در واقع مروری بر دروس مطالعه شده در طول دوره دانشجویی یک مهندس همان مباحث تئوری و از همان منابع که می توان به صورت فشرده همانند امتحانات دانشگاهی آنها را مطالعه نمود.

حلقه گم شده در این بین، فاصله سه ساله تعریف شده بین دوره فارغ التحصیلی و دریافت پروانه اشتغال است. در جستجوی فلسفه وجودی این فاصله زمانی، می توان دریافت که طراحان این سیستم، بر این باور بوده اند که یک مهندس تازه فارغ التحصیل شده، چون از نظر عملی تجربه اندکی دارد، لذا او می بایست در این سه سال بتواند تجربه اجرایی لازم را اگر چه بصورت حد اقل کسب کند. در اینصورت میتوان نتیجه گرفت که نظام آموزش عالی کشور نیاز به تجدید نظر اساسی خواهد داشت، چرا که در طول مقطع کارشناسی از پرورش مهندسی، که شغل اصلی

بتن سبک هوادار

طه مہمان نواز - دانشجوی دکتری عمران (مهندسی سازه) - UTM

E-mail: taha1362@yahoo.com

بتن سبک هوادار چیست؟

بتن سبک هوادار به بتن با مقادیر بیش از حد حفره هوا می گویند. بتن هوادار (Aerated Concrete=AC) یکی از انواع خاص بتن سبک متخلخل می باشد این نوع بتن به علت وزن کم و خواص عایق حرارتی خوب، باعث کاهش وزن ساختمان و در نتیجه کاهش خطر زلزله و صرفه جویی در مصرف انرژی می گردد و بدین لحاظ کاربرد آن در سطح جهان در حال گسترش می باشد. فرآیند اصلی تولید این محصول ایجاد حباب هوا در مخلوط سیمان توسط پودر آلومینیوم می باشد و از خواص عمده بتن سبک هوادار وزن مخصوص کم، مقاومت مناسب در مقابل سیکل های یخ زدن و ذوب شدن متوالی، عایق بندی حرارتی و مقاومت در برابر آتش می باشد. بتن هوادار برای اولین بار در سال 1930 در کشور سوئد تولید شد و استفاده از این محصول طی 80 سال اخیر در سطح جهان گسترش یافته است.



دیوار بتنی سبک هوادار



بلوک بتنی سبک هوادار

جرم حجمی: از مهم ترین خصوصیات بتن سبک هوادار جرم حجمی پائین درمقایسه با بتن معمولی می باشد. از آنجایی که جرم حجمی بستگی به وضعیت رطوبت نمونه دارد، جهت استاندارد کردن و مبنای مقایسه انواع بتن سبک هوادار،

در امور اجرایی داشت. از سوی دیگر در کشور ما هنوز حیطه کاری مهندسين، در فرهنگ عمومی جامعه، به روشنی تبیین نشده و از مهندس انتظار می رود هم از قیمت های مصالح با خبر باشد و هم بتواند هماهنگی های لازم بین کارفرما، پیمانکار و کارگران را به خوبی انجام دهد. آیا وقت آن نرسیده که سر فصل های این رشته با تاکید بیشتری بر روی مسائل اجرایی، به ترمیم این بافت فرسوده که دیگر در برهه زمانی فعلی چندان جوابگو نیست پردازیم؟ اگر بخواهیم بصورت خلاصه بیان نماییم، دانشگاه های ما عالم پرور هستند نه مهندس پرور.

به نظر می رسد چنانچه نخواهیم در بخش آموزش عالی تحولی ایجاد نمائیم و بازنگری اساسی انجام دهیم و یا عملکرد آن را با سازمان نظام مهندسی بصورت یک سیستم یکپارچه تعریف نکنیم، همواره باید شاهد نهادها و سازمان هایی باشیم که بصورت موازی، انجام مسوولیت می کنند و حاصل آن جز اتلاف وقتها و از دست رفتن سرمایه ها و منابع، اعم از انسانی و مالی نیست.

منابع

- مبحث دوم مقررات ملی ساختمان، نظامات اداری. 1384. دفتر امور مقررات ملی ساختمان
- مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان، الزامات عمومی ساختمان. 1387. دفتر امور مقررات ملی ساختمان
- مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان، طرح و اجرای ساختمان های با مصالح بنایی. 1384. دفتر امور مقررات ملی ساختمان
- مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، ساختمان های بتن آرمه. 1385. دفتر امور مقررات ملی ساختمان
- مبحث دهم مقررات ملی ساختمان، طرح و اجرای ساختمان های فولادی. 1387. دفتر امور مقررات ملی ساختمان
- مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان، ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا. 1385. دفتر امور مقررات ملی ساختمان
- محسن عقابی، 1388. بازرسی و کنترل کیفیت جوش در ساختمان های اسکلت فلزی. دومین همایش ملی زلزله و ساختمان - دانشگاه آزاد اسلامی بهبهان.

<http://oghabi.blogfa.com/>

تکنولوژی ساخت بتن با مقاومت بالا (HSC)

هادی سروری - دانشجوی دکتری عمران (مدیریت ساخت) - UTM

E-mail: sarvari.hadi@gmail.com

در سال های اخیر پیشرفت های زیادی در زمینه تکنولوژی بتن رخ داده است. تحقیقات موفق اخیر و پیشرفت ها درباره ی مصالح و روش های ساخت، ساخت درجای بتن با مقاومت بالا با کارپذیری خوب، دوام بیشتر و مقاومت بیشتر از 150 Mpa را ممکن ساخته است. به طور کلی بتن هایی با مقاومت فشاری بیش از 150 Mpa 50-60 عموماً به عنوان بتن با مقاومت بالا تلقی می گردند. بعضی از مفاهیم اساسی که برای دستیابی به بتن با مقاومت بالا به آنها نیاز بدیهی میباشد در ادامه آورده شده است.

1. انتخاب مصالح

دانه های سنگی: برای بتن با مقاومت بالا تجربه نشان داده است که کیفیت دانه های سنگی به عنوان مصالحی که حدود 3/2 حجم بتن را تشکیل میدهند، یکی از فاکتورهای محدود کننده اصلی در بدست آوردن کارایی خوب و مقاومت زیاد می باشد. آنچه ضروری است این است که در شرایط صلبیت و مقاومت با خمیر سیمان سازگار باشند.

سیمان و افزودنیهای معدنی: ترکیبات معدنی و شیمیایی به همراه توزیع اندازه ذرات سیمان فاکتور های مهم توصیف شده در انتخاب سیمان برای بتن با مقاومت بالا می باشند. علاوه به افزایش مقاومت، نوع سیمان برای آب مورد لزوم و کارایی مخلوط مهم می باشند. اکثراً مخلوط محتوای یک یا بیشتر از مصالح اضافی با خواص سیمانی است از قبیل خاکستر اشفشانی، روباره آهن گذاری خاک شده، میکروسیلیس و مواد پورولانی طبیعی. برای افزایش خاصیت سیمانی، استفاده از میکروسیلیس تنها راه بهبود یافتن تهیه بتن با مقاومت بیش از 80Mpa گزارش شده است. به طور کلی استفاده از میکروسیلیس باعث بهبود ویژگی های بتن از قبیل افزایش مقاومت فشاری و کششی، افزایش چسبندگی و افزایش دوام و عمر بتن می شود.

افزدونی های شیمیایی: معمولاً مخلوط HSC به نسبت آب به سیمان پایین نیاز دارد. پایین آوردن این نسبت عامل اصلی در طراحی و تولید بتن با مقاومت بالا است.

جرم حجمی در حالت خشک شده در کوره بعنوان معیار در نظر گرفته می شود بتن سبک هوادار معمولاً با جرم حجمی در محدوده 300 تا 1580 kg/m³ تولید می شود.

مقاومت فشاری: مقاومت فشاری بتن سبک هوادار نیز مانند بقیه بتن ها با افزایش جرم حجمی افزایش می یابد همچنین وضعیت رطوبتی نمونه، در مقاومت فشاری آن تاثیر می گذارد مقاومت فشاری نمونه های خشک شده در هوای آزاد 15 تا 20 درصد بیشتر از نمونه های اشباع شده می باشند.

طبقه بندی بتن هوادار بر اساس عمل آوری بتن:

بتن سبک هوادار می تواند به دو صورت اتوکلاو شده (Autoclave = AAC) Aerated Concrete) و یا غیر اتوکلاوی (None Autoclave = NAAC) عمل آوری گردد. روش عمل آوری و طول مدت عمل آوری بتن به طور مستقیم بر روی مقاومت فشاری، انقباض خشک، جذب آب آن تاثیر دارد. بتن سبک هوادار غیر اتوکلاوی دارای تخلخل و منافذ ریز می باشد که علت آن حضور بیش از حد آب می باشد. به علت اینکه بتن هوادار عایق حرارتی است و تخلخل بالا در این نوع بتن ضروری است اما این تخلخل تاثیر منفی در مقاومت فشاری دارد (باعث کاهش مقاومت فشاری می گردد).

محاسن بتن سبک هوادار در ساختمان :

1. جرم حجمی پائین نسبت به مقاومت
 2. مقاومت مناسب در مقابل سیکلهای یخ زدن و ذوب شدن متوالی
 3. عایق خوب حرارتی و برودتی
 4. عایق صوت
 5. مقاومت بالا در آتش سوزی نسبت به بتن معمولی
- به طور کلی می توان نتیجه گرفت که کاربرد بتن سبک هوادار در ساختمان دارای محاسن زیر می باشد و به امید آنکه روزی این بتن جایگزین بتن معمولی گردد به دلیل اینکه در هنگام زلزله ریسک خطر پذیری زلزله را کاهش می دهد.

آورده شده است). همچنین نوع عمل آوری و نیز روش و هدف استفاده از میکروسیلیس بر مقاومت نهایی نیز مؤثر است.

No	W/B (%)	s/a (%)	Unit content (kg/m ³)						SP Dosage (B×%)	AE A	Slump-flow (mm)	Slump (cm)	Air (%)
			W	C	LC	SF	S	G					
LS12	12.0	23.8	150	0	1125	125	254	836	4.0	0	430	-	2.4
LS15	15.0	35.7			900	100	463		2.0		700		1.7
LS18	18.0	41.9			750	83	603		1.5		700		1.8
LS22	22.0	46.6			614	68	729		1.2		675		2.2
OP55	55.0	47.0	176	320	320	0	836	948	0	0.25	-	19.0	4.5

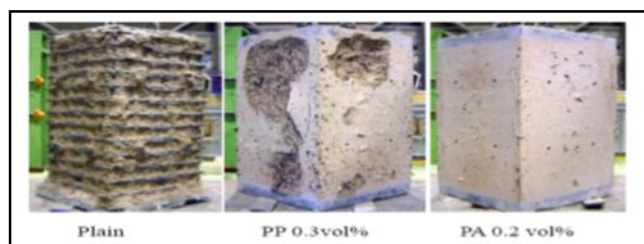
جدول (1). نسبت های اختلاط چند نمونه HSC با نسبت های W/B مختلف.

4. دوام

در این مورد بیشتر آزمایش ها کارکرد خیلی خوبی از بتن با مقاومت بالا نشان داده اند. آزمایشات نشان می دهد در HSC مقاومت عالی در برابر یخ زدگی دست یافتنی است حتی هنگامیکه حجم هوا تقریباً 2٪ باشد حال آنکه مقاومت خوب NSC در برابر یخ زدگی به علت مصرف 4 تا 8 درصد حجم هواساز. همچنین بتن های HSC در آزمایشهای افت بتن تغییر طول و جرم بسیار کمتری در مقایسه با NSC دارد.

5. مقاومت در برابر آتش

در HSC با مقاومت بالاتر از 60Mpa خیلی اوقات هنگامی که در معرض آتش قرار می گیرند پوسته شدن اتفاق می افتد. استفاده از الیاف پلی پروپیلن (PP) و یا پلی استال (PA) در HSC باعث شده می شود درجه پوسته شدن به طور قابل ملاحظه ای کاهش یابد، چرا که در دمای بالا الیاف PP ذوب شده و کانالهایی برای فرار و خروج بخار آب از بتن فراهم می سازد و از پوسته شدن جلوگیری به عمل آورند. الیاف PP برای بتن با مقاومت 100-80 MPa کاربرد دارند و الیاف PA برای بتن با مقاومت 120 MPa و بیشتر کاربردی هستند. شکل 1 ظاهر ستون های بتن مسلح با مقاومت طراحی، 120 MPa بعد از تست مقاومت در برابر آتش نشان می دهد.



شکل (1). ستون های HSC دارای الیاف PP، PA و بدون الیاف بعد از تست آتش.

نسبت آب به سیمان در محدوده 23٪ تا 35٪ باشد که فقط با استفاده از فوق روان کننده ها دستیافتنی است. علاوه بر این ممکن است مواد دیر گیر کننده و افزودنی های حباب ساز نیز لازم باشد. فوق روان کننده ها دارای یک عیب هستند و آن هم افت در اسلامپ است. تکنولوژی جدید حل این مشکل را کنترل اسلامپ با یک پراکنده ساز واکنش پذیر بنام SPN (پلیمر پلی کربوکسی لیت با یک منومر جدید) معرفی می کند.

نسبت آب به مصالح سیمانی: انتخاب صحیح نسبت آب به سیمان در بتن با مقاومت بالا معمولاً در حدود 2/0 تا 4/0 می باشد این نسبت در بعضی از مواقع مطابق طرح اختلاط HSC زیر 20٪ نیز در نظر گرفته می شود. هم اکنون اهمیت نوع سیمان و نوع سنگدانه برای کاهش آب مورد لزوم مورد بحث می باشد.

2. ملاحظات اجرایی

تولید، انتقال جایگذاری و پرداخت HSC می تواند تفاوتی عمده از شیوه های استفاده شده برای NSC داشته باشد. بنابراین:

- باید اقدامات فوق العاده در جهت محافظت در برابر جمع شدگی پلاستیک و ترک حرارتی قسمتهای کلفت تر در نظر گرفته شود.
- استفاده از قالب های فلزی به علت جرم حجمی بالاتر HSC نسبت به NSC توصیه می شود.
- عموماً برای HSC عمل آوری با آب شرایط بهتری را نسبت به عمل آوری با ورقه های پلاستیک یا مواد عمل آوردنده بوجود می آورد.
- علاوه باید تمهیداتی در رابط با مدت زمان بتن ریزی، ماشین الات بتن ریزی، زمان قرار گیری ویراتور در بتن و کنترل دما صورت گیرد.

در ادامه بعضی از کارایی های اصلی HSC (از قبیل مقاومت فشاری، دوام ف مقاومت در برابر آتش) آورده شده است.

3. مقاومت فشاری

آزمایشات نشان می دهد با نسبت W / Binder زیر 20٪ مقاومت فشاری بتن می تواند به بیش تر از 150 MPa برسد (نسبت های اختلاط چند نمونه در جدول 1

6. کاربرد HSC

بادبندهای ضد کمانش BRB

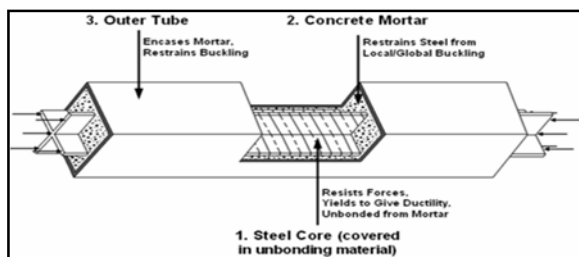
الناز طالبی - دانشجوی دکتری عمران (مهندسی سازه) - UTM

فرشاد زحمتکش - دانشجوی دکتری عمران (مهندسی سازه) - UTM

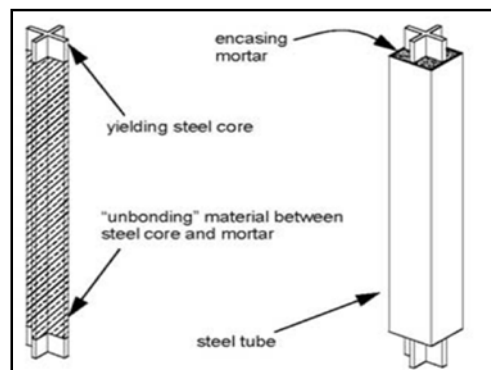
E-mail: fa_zahmatkesh@yahoo.com

بادبندهای ضد کمانش BRB نوعی از بادبندهای رایج و معمولی میباشند که در طراحی آن سعی شده است ضعف کمانشی زود هنگام عضو فشاری مرتفع گردد. مهاربند BRB از یک مغزه فولادی شکل پذیر تشکیل شده است که مقطع این مغزه فولادی معمولاً به شکل صلیبی و یا تسمه تک میباشد. مبانی طراحی مغزه فولادی به نحوی میباشد که این قسمت در فشار و کشش همزمان تسلیم گردد.

مغزه فولادی در داخل یک مقطع دایره یا مستطیل شکل به نام پوسته که با ملاتی مشابه به گروت و یا بتن پر شده است قرار میگیرد. (شکل 1) ملات پرکننده مابین مغزه و پوسته مستطیل و یا دایره ای شکل باعث تاخیر در کمانش مغزه فولادی میگردد. در محل تماس مغزه و ملات پرکننده به جهت به حداقل رساندن انتقال نیروی محوری مغزه به ملات پرکننده از مواد ضد اصطکاک جهت پوشش مغزه استفاده میشود.



(الف)



(ب)

شکل 1- اجزای تشکیل دهنده بادبند های ضد کمانش (BRB)

بعضی از کاربریهای HSC که نیاز به آن را بیشتر آشکار می سازد عبارتند از: برای بکار بردن بتن در خدمات زودتر از موقع، برای ساخت سازه های بسیار بلند بوسیله کاهش اندازه ستون و فضای خالی قابل استفاده افزایش، در ساخت روسازی های دهانه های بزرگ پلها و افزایش دوام و پایداری کف پلها و جبران نیازهای خاص موارد کاربری مخصوص از قبیل دوام، مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی. بعضی از این کاربریهای عبارتند از: سدها سقف جایگاه سر پوشیده ورزشگاهها، پارکینگ های طبقاتی و کف های صنعتی مخصوص کار سنگین. اکنون با پیشرفت هایی که در زمینه تکنولوژی بتن حاصل شده است، امکان ساخت بتن هایی با مقاومت های بسیار بالا را فراهم آورده است. از نظر علمی می توان به مقاومت فشاری 700Mpa دست یافت، همچنانکه حجم مجموع منافذ بتن تا حدود صفر کاهش داده شود. تحقیق و پیشرفت ها در باره HSC ادامه خواهد یافت تا هنگامیکه مقاومت بتن به این حد برسد.

منابع

[1] , State – of - The art Report on High strength concrete in Japan - Recent developments and applications – Japan , 2006 , pp,878 – 107

[2] National Ready Mixed concrete Association , concrete in practice what , why & how ? , (P33 – High strength concrete , p . 2001.

[3] تاجیک ، ن.ا. ، تاثیر دوده سیلیس بر خواص بتنهای پر مقاومت سیمناز بین المللی

کاربرد میکروسیلیس در بتن ، تهران ، 1376 ، ص 82 – 53 .

[4] رمضانپور ، ع.ا. ، بتن های توانمند و ویژه ، ص 6



Construction of John Wayne Airport Parking Structure

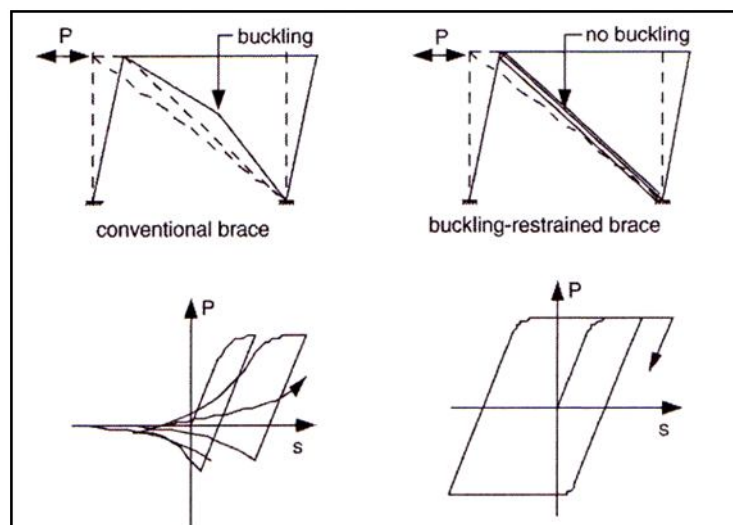


Centre of Research in the Interest of Society,



Commercial Building, Salt Lake City, UT

در بادبندهای BRB المانهای کششی و فشاری همزمان و باهم به نقطه تسلیم میرسند. در شکل 2 رفتار مقاومتی بادبندهای معمولی و BRB نمایش داده شده است. همانطور که در این شکل نشان داده شده است در بادبند معمولی در قسمت فشاری سیکل های هیستریزس ناپایدارند و توان جذب انرژی در قسمت فشاری حداقل میباشد اما از سوئی دیگر در بادبند BRB ناحیه فشاری دارای سیکل هیستریزس پایدار و همچنین دارای مقدار جذب انرژی برابر در ناحیه کششی و فشاری میباشد.



شکل 2- رفتار بادبند های معمولی و BRB در برابر بار جانبی

استفاده از سیستم سازه ای BRB Frame باعث میشود که ضعف مربوط به عدم تعادل در مولفه عمودی نیروی محوری بادبندهای هفتی وهشتی در محل تقاطع با تیر در سازه های رایج مرتفع گردد. از دیگر مزایای استفاده از این نوع بادبند در سیستمهای سازه ای در مقایسه با قاب های خمشی، سختی الاستیک بالا در سطوح پایین شدت زلزله میباشد. بادبندهای * همانند یک فیوز در زلزله عمل میکنند که قابلیت تعویض در صورت آسیب پس از زلزله دارد.

هم اکنون بیش از 250 ساختمان در ژاپن و 50 ساختمان در آمریکا با استفاده از بادبند BRB ساخته شده اند، در شکل 3 استفاده از این نوع بادبند در چندین پروژه نمایش داده شده است.

شکل 3- نمونه هایی از کاربرد بادبندهای BRB در پروژه ها

آزمایش اعضای بتن آرمه

E-mail: sm7093370@yahoo.com

سید اسماعیل محمدیان یاسوج - دانشجوی دکتری عمران (مهندسی سازه) - UTM

نمونه های استوانه ای یا مکعبی برای تعیین مقاومت 3، 7، 14 و 28 روزه ی بتن استفاده شود. آزمایش خم پذیری و کشش میلگردها نیز مطابقت آنها را با استانداردهای موجود کنترل می کند. علاوه بر این، حجم بتن مورد استفاده برای نمونه ی اصلی و تست های کنترلی، مقدار فولاد، قالب ها و فضای مورد نیاز برای استقرار نمونه ها باید پیش بینی شده باشد. آزمایشات کنترل کیفی مصالح با انتخاب نمونه هایی از مصالح تهیه شده در تعیین مقاومت نهایی عضو اصلی بسیار موثر است.

ساخت - ساخت مدل یا نمونه ی اصلی عضو سازه ای در چند مرحله می باشد. ابتدا میلگردها در اندازه های متناسب با طرح نمونه قطع و بافته می شوند سپس قالب بندی انجام می شود. نصب کرنش سنج یا استرین گیج ها بر روی میلگردها باید به دقت و در نقاط پیش بینی اتفاق حداکثر کرنش صورت گیرد و به شکلی باشد که در لحظه ی بتن ریزی و ویبره زدن به آنها آسیبی نرسد. برای تهیه ی بتن اگر حجم بتن ریزی زیاد باشد پیشنهاد می شود از بتن آماده مورد استفاده قرار گیرد ولی جزئیات مربوط به طرح اختلاط آن باید مورد توجه باشد و اطلاعات لازم تهیه شود. تست اسلامپ بتن در هنگام بتن ریزی صورت می گیرد. ویبره زدن بتن باید در قسمت های مختلف به گونه ای باشد که علاوه بر خارج کردن هوای محبوس در بتن باعث آب انداختگی در بتن نشود. درست بعد از اتمام عملیات بتن ریزی عملیات مراقبت و عمل آوری آغاز می شود و می توان از گونی خیس یا پلاستیک برای کنترل دما و رطوبت سطح بتن استفاده کرد.



شکل 1. بتن ریزی جهت ساخت اعضای بتن آرمه در آزمایشگاه

در علم عمران، دانشجویان نیاز به کسب اطلاعات از روش های تجربی و آزمایشگاهی دارند زیرا تمام نتایج مورد استفاده در تحلیل و طراحی سازه ها بر پایه ی روش های تجربی بیان می شود. با مطالعه ی اصول مقدماتی و فعالیت در آزمایشگاه رفتار سازه از نزدیک مورد مشاهده و بررسی قرار می گیرد که در درک بهتر درس و ارائه ی مباحث علمی بسیار موثر است. در اینجا سعی داریم با ارائه ی توضیحاتی هرچند مختصر جهت انجام آزمایش روی یک مدل بتن آرمه دانشجویانی را که آشنایی کمتری با فعالیت آزمایشگاهی دارند راهنمایی کنیم.

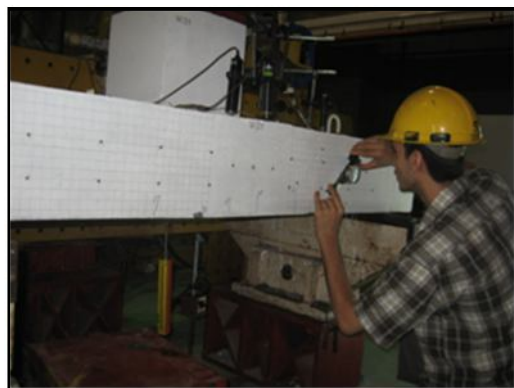
با شناخت اولیه از بارهای اعمالی، مصالح و اعضای سازه ای برای بررسی رفتار واقعی یک مدل بتن آرمه باید آن را تحت آزمایش قرار داد. برای انجام این آزمایش مراحل زیر باید در برنامه ی کار قرار گیرند تا با پیش بینی و کارکرد درست نتایج مناسبی بدست آید.

طراحی - با انتخاب یکی از آیین نامه های موجود طراحی سازه های بتن آرمه تا پایان مراحل طراحی از آن استفاده می شود و به عنوان مرجع اصلی طراحی مورد استفاده قرار می گیرد. اصول طراحی نیز با توجه انواع روش اعمال بار (استاتیکی، شبه استاتیکی، دینامیکی و ...) و اهداف آزمایش (میزان بهره برداری) تعیین می شود. بارگذاری استاتیکی یک طرفه تا حد شکست نهایی نمونه ی مورد آزمایش از روش های ساده و معمول است. در این مرحله میزان مقاومت مصالح به صورت پیش فرض و بر اساس شناخت مصالح موجود انجام می گیرد و محدودی باربری نهایی تعیین می شود.

مصالح - با توجه به عضو تعیین شده برای آزمایش که بخشی از یک سازه ی بتن آرمه می باشد مصالح اصلی شامل: آب، سیمن، ماسه، سنگ دانه، میلگرد و قالب است که نحوه ی انتخاب و استفاده از آنها در استانداردهای موجود برای آزمایش مصالح تشریح شده است. از جمله این که قبل از اختلاط مواد اولیه باید ماسه و سنگ دانه ی تهیه شده در صورت مرطوب بودن خشک شود چرا که در غیر این صورت مقاومت فشاری بتن را تحت تاثیر قرار می دهد. همچنین، تست فشاری

انجام آزمایش- در ابتدا برای اطمینان از درستی انجام آزمایش باید با شروع بارگذاری در همان قدم های نخستین اطلاعات ثبت شده را بررسی کرد و در صورت مشاهده ی اشکال نسبت به رفع آن اقدام کرد و سپس ادامه داد. برای مثال، با کنترل خروجی ال وی دی تی ها آیا با توجه به بار اعمالی ثبت جابجایی به درستی صورت می گیرد یا نه؟ بسیار مهم است که با توجه به کنترل بارگذاری بر اساس بار یا جابجایی، افزایش مقادیر در گام های نخستین آزمایش در اندازه ای کوچک (تقریباً 0.05 بار نهایی پیش بینی شده یا جابجایی متناسب آن) صورت گیرد تا از کارکرد مناسب تمام ابزار در مراحل اصلی آزمایش اطمینان بدست آید.

گام های بارگذاری باید قبل از شروع آزمایش به درستی مشخص شده باشند. سپس، گام های بارگذاری اجرا می شود و بعد از هر گام با کمی مکث برای ایجاد وضعیت ثبات در نمونه اقدامات لازم از جمله جستجوی ترک بر روی سطح عضو بارگذاری شده و علامت گذاری آنها یا عکس برداری با گام بعدی انجام آزمایش ادامه می یابد. با توجه به عدم توانایی برای پیش بینی دقیق بار حداکثر و اهمیت ایمنی افراد و ابزار، با نزدیک شدن به گام های مربوط به احتمال وقوع شکست باید بی درنگ نسبت به برداشتن بعضی از ابزار و قرار گرفتن در فاصله ی مناسب از عضو تحت آزمایش اقدام کرد. در صورت عدم شکست نمونه در بار نهایی پیش بینی شده می توان با پیش بینی اقدامات ایمنی اگر هدف شکست نهایی نمونه است بارگذاری را تا وقوع شکست نهایی ادامه داد.



شکل 3. قرائت کرنش سنج مکانیکی

با گذشت مدت زمان لازم برای کسب مقاومت بتن که معمولاً 3 روز است قالب ها را می توان باز کرد. با مراقبت و عمل آوری مناسب می توان انتظار داشت بعد از گذشت 28 روز مقاومت طراحی حاصل شود. سطح مدل را با رنگ سفید رنگ آمیزی می شود تا مشاهده و بررسی ترک ها در هنگام آزمایش با سهولت بیشتری انجام شود.

ابزار- از استرین گیج برای ثبت اطلاعات مربوط به تغییر طول در فولاد یا روی سطح بتن، ال وی دی تی یا مبدل حرکت خطی به سیگنال الکتریکی برای ثبت اطلاعات مربوط به جابجایی، اینکلینمیتور یا شیب سنج برای ثبت اطلاعات مربوط به زاویه ی چرخش و از انواع لود سل یا بارسنج برای تبدیل اثر نیرو به سیگنال های الکتریکی استفاده می شود. خروجی این ابزار با اتصال آن ها از طریق سیم به دیتالاگر یا همان ثبت کننده ی اطلاعات ذخیره می شود. در غیر این صورت باید با انجام قرائت های پیوسته در لحظات تغییر بار جزئیات مربوط به آنها یادداشت شود. کالیبراسیون یا سنجش این ابزار قبل از انجام مراحل اصلی بارگذاری بسیار مهم است.



شکل 2. نصب ابزار بر روی نمونه ی جهت انجام آزمایش

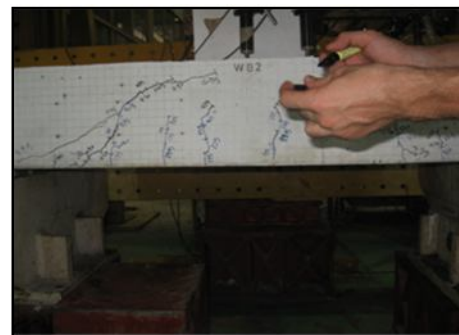
قبل از انجام آزمایش- قبل از شروع بارگذاری، ابزار باید به درستی و دقت در محل های تعیین شده نصب شوند تا بعد از انجام آزمایش نتایج با حداکثر دقت و حداقل خطا حاصل شود. برای اطمینان از کنترل کامل و سریع جاگذاری ابزار قبل از انجام آزمایش می توان از یک ترسیم شماتیک از محل ابزار که در اتوکد یا به روشی دیگر کشیده شده استفاده کرد و یا اینکه با تهیه ی جدولی از ابزار آنها را یکی یکی کنترل کرد. مشورت با افرادی که تجربه ی انجام آزمایشات مشابه را دارند تا حد زیادی به جاگذاری صحیح این ابزار کمک می کند.

تخریب پیشرونده

خلیل مشعل پورفرد - دانشجوی کارشناسی ارشد عمران (مهندسی سازه)

E-mail: kmashalpoor@yahoo.com

-UTM



شکل 4 جستجو و نشانه گذاری ترک در حین آزمایش

در 16 می سال 1968 انفجار گاز در آشپزخانه ی طبقه ی هجدهم ساختمان 22 طبقه ی رونان پوینت، باعث تخریب پانل پیش ساخته ی گوشه ی ساختمان شد. حذف این عضو سازه ای باعث ریزش طبقه ی بالایی شد. بدنبال آن، ضربه ی ناشی از ریزش این طبقه باعث ایجاد یک تخریب زنجیره وار تا طبقه ی پایینی این ساختمان شد. این پدیده باعث شد، تا برای اولین بار در جامعه ی مهندسی موضوع تخریب پیشرونده مطرح گردد.



تخریب پیشرونده در ساختمان رونان پوینت انگلیس

در واقع تخریب پیشرونده را می توان بعنوان تخریب تمام یا بخشی از ساختمان دانست که بدنبال تخریب بخشی کوچک یا حتی یک عضو ایجاد می شود. عبارت دیگر، گاهی مواقع خرابی موضعی، بصورت موضعی باقی نمانده و این خرابی مستقل از عامل اولیه ی تخریب باعث خرابی یخس های دیگر سازه می گردد.

روش های متنوعی برای کاهش احتمال خطر خرابی پیشرونده، در سازه ها پیشنهاد شده است که مهم ترین و عمده ترین این روش ها عبارتند از :

بعد از انجام آزمایش، باید نتایج جمع آوری و تحت بررسی و تحلیل قرار گیرند. نمایش گرافیکی نتایج روش مناسبی است و معمولا به کمک نرم افزارهایی مثل مایکروسافت اکسل امکان پذیر است. نتایج مربوط به بار-جابجایی، تنش-کرنش، چرخش-لنگر، بار-لنگر و لنگر-میرایی را می توان از این طریق به خوبی نمایش داد و اطلاعات مربوط به بارتسلیم، کرنش تسلیم، بار گسیختگی، سخت شدگی کرنش، مقاومت برشی، الاستو پلاستیک، مدول الاستیسیته، مدول گسیختگی و غیره مربوط به نمونه های مورد آزمایش از این نمودارها قابل دریافت است. در نهایت با تحلیل و تفسیر نهایی نتایج می توان از آنها برای ارائه ی طرح های جدید و بهینه و نیز شبیه سازی در نرم افزارهای کامپیوتری بر اساس آنها برای مطالعه ی بیشتر و ارائه ی مطالعات پارامتریک جهت مطالعه ی مقرون به صرفه تر نمونه های مشابه استفاده کرد.

در پایان، لازم به توضیح است که اطلاعات ارائه شده در اینجا حاصل کار آزمایشگاهی در آزمایشگاه سازه ی دانشکده ی عمران، دانشگاه تکنولوژی مالزی می باشد که جهت پروژه کارشناسی ارشد با عنوان بررسی تیرهای عریض بتنی تحت انواع میلگردگذاری در سال 2011 انجام شد.

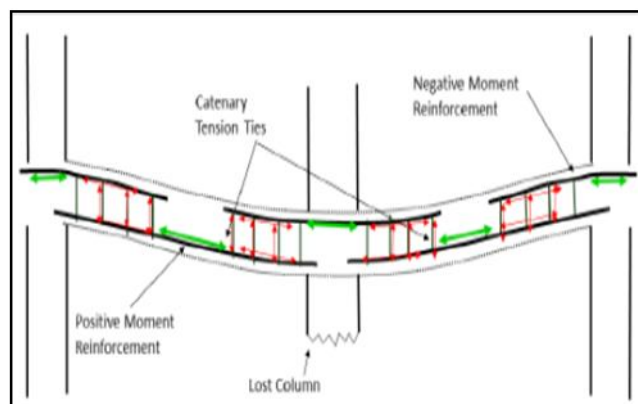
1. روش طراحی غیر مستقیم

در این روش، ابتدا بایستی یک بار غیرعادی تعیین شود، به گونه ای که مقاومت نهائی به یک حالت حدی ویژه ای دلالت نماید. معیارهای طراحی مورد استفاده در روش مقاوم سازی محلی ویژه، فقط باید در طراحی المان های بحرانی به کار روند، یعنی المان هایی که از دست رفتن آنها، عملکرد سازه باقیمانده را در معرض خطر قرار می دهد. نکته مهم، تعیین المان های بحرانی، در سازه های مختلف می باشد.

در روش مسیر جایگزین، از ابتدا مسیرهای جدید برای انتقال بار تعیین می شود و برخلاف روش مقاوم سازی محلی ویژه، امکان وقوع خرابی محلی در سازه ها داده می شود، ولی مسیرهای جایگزین بار، طوری فراهم می شوند که صدمه اولیه جذب و از پیشرفت آن جلوگیری شود.

معتبر ترین و کامل ترین مراجع قابل استفاده جهت تحلیل طراحی ساختمان برای مقابله با تخریب پیش رونده، استاندارد های منتشر شده توسط مدیریت تعمیرات کلی آمریکا (1) و وزارت دفاع آمریکا (2) می باشند. در مجموعه ها، روش های خطی استاتیکی، غیر غطی استاتیکی و غیر خطی دینامیکی ذکر شده. که در مورد روش های خطی استاتیکی بطور مبسوط تر توضیح داده شده.

در این روش با مشخص کردن ترازهای مینیمم مقاومت پیوستگی و شکل پذیری برای اتصالات، اعضا و مصالح، بر روی مقاومت سازه در مقابل خرابی پیشرونده تاکید می شود، یعنی اگر مقاومت، پیوستگی و شکل پذیری اجزاء تشکیل دهنده از مقادیر معمول تعیین شده در آیین نامه ها بیشتر باشد، خرابی پیشرونده اتفاق نخواهد افتاد. به عنوان مثال برای انجام این کار در هنگام طراحی می توان از افزایش ضرایب اطمینان برای تمام اعضا نام برد.



شکل 2: تامین یکپارچگی سازه، راهی موثر در جلوگیری از تخریب پیشرونده است

معمولاً برای توصیف روش غیر مستقیم از عبارت ”تمامیت عمومی سازه ای“ استفاده می شود. منظور از تمامیت عمومی سازه ای، قابلیت رضایت بخش سازه برای ایجاد ارتباط روی ناحیه آسیب دیده و محدود کردن صدمه اولیه می باشد.

دو روش طراحی مستقیم عبارتند از:

(الف) روش مقاوم سازی محلی ویژه

(ب) روش مسیر جایگزین

1. GSA (US General Services Administration) (2003) Progressive Collapse Analysis and Design Guidelines for New Federal Office Buildings and Major Modernization Projects. The US General Services Administration, Washington, DC.
2. UFC (Unified Facilities Criteria) (2005) Design of Buildings to Resist Progressive Collapse. Department of Defense, USA, UFC4-023-03.

در روش مقاوم سازی محلی ویژه، مقاومت کافی برای ایستادگی در برابر حوادث را در المان های بحرانی فراهم می شود. به عبارت دیگر بعد از مشخص کردن المان های بحرانی، آنها باید به گونه ای طراحی شوند که سازه بتواند به طور کامل در برابر حوادث غیر عادی، مقاومت کند. در این روش، المان های بحرانی در مقابل بارهای غیرعادی به صورت مقاوم طراحی می شوند. این المان ها باید مقاومت و سختی کافی برای ایستادگی در برابر بارهای غیرعادی را داشته باشند.

تصفیه شیرابه با استفاده از پروسه اکسیداسیون پیشرفته

E-mail: honey.m7329@gmail.com

آنیته مصلحتی - دانشجوی دکتری عمران (محیط زیست) - UTM

تعریف شده است. شیرابه‌ها شامل مقدار زیادی مواد آلی از جمله ترکیبات هومیک، نیتروژن آمونیاک، فلزات سنگین، کلر، نمک آلی و معدنی می‌باشد. قبل از تخلیه شیرابه به آبهای طبیعی حذف مواد آلی بر اساس COD و BOD و آمونیم از شیرابه به طور معمول پیش نیاز است.

به طور کلی، تصفیه لندفیل به حذف مواد آلی (COD) و نیتروژن و همچنین مواد سمی در طول مرحله تصفیه متمرکز شده است. روش‌های مختلفی جهت حذف مواد آلی از شیرابه بررسی شده است که شامل تصفیه بیولوژیکی، رسوب شیمیایی، اکسیداسیون شیمیایی، اسمز معکوس، کربن فعال گرانولی، رزین‌های تبادل یونی، اکسیداسیون الکتروشیمیایی می‌باشد.



شکل 2. نمونه های قبل و بعد از تصویه ی شیرابه



شکل 1. شیرابه های حاصل از انباشت زباله

تجزیه و تحلیل شیرابه، سمیت خطرات بالقوه دفن زباله را تأیید کرده است و تصفیه آن با استانداردهای جهانی ضروری شده است.

تصفیه بیولوژیکی برای شیرابه هایی که شامل اسیدهای چرب فرار هستند موثر می باشد اما اثر کمتری بر روی شیرابه‌های مسن دارد. در حالات زیادی، شیرابه‌های مسن حاصل از لندفیل‌های قدیمی دارای غلظت COD بالایی هستند که عمدتاً به خاطر وجود وزن مولکولی زیاد آن می‌باشد. بنابراین، یک گام مفید جهت تصفیه مورد نیاز است که این روش‌ها به خصوصیات شیرابه مثل سن لندفیل، نسبت نیاز به اکسیژن بیولوژیکی، نیاز به اکسیژن شیمیایی (BOD/COD) و مقدار مطلق COD بستگی دارد. بنابراین پروسه اکسیداسیون پیشرفته (AOP_s) میتواند یک روش موثر و زیست محیطی برای تصفیه شیرابه حاصل از زباله ارائه دهد. پروسه اکسیداسیون پیشرفته (AOP_s) دارای انواع مختلفی از جمله O_3/UV , H_2O_2/UV , TiO_2/UV , $H_2O_2/Fe^{2+}/UV$ می‌باشد. پروسه اکسیداسیون پیشرفته معمولاً گران تر از روش‌ها و تکنیک‌های دیگر است اما در صورتی که با روش‌های دیگر ترکیب شود، می‌توان آن را بهینه سازی کرد که برای تصفیه شیرابه موثرتر است. به علاوه ترکیبی از دو یا چند روش ممکن است نتایج و عملکرد بهتری داشته باشد و به طور کلی تصفیه شیرابه با یک مرحله تصفیه توصیه نمی‌شود. شیرابه به عنوان مایع خروجی حاصل از نفوذ آب باران بر زباله و پروسه‌های بیوشیمیایی ایجاد شده بر زباله

REFERENCES

1. Cortez S, Teixeira P, Oliveira R (2011). Evaluation of Fenton and ozone based advanced oxidation processes as mature landfill leachate pre-treatments. Journal of Environmental Management 92: 749–755.
2. Deng Y, Englehardt J.D (2006). Treatment of landfill leachate by Fenton process. Water Research 40: 3683–3694.
3. Esplugas S, Gimenez J, Contreras S, Pascual E, Rodríguez M (2002). Comparison of different advanced oxidation processes for phenol degradation. Water Research 36: 1034-1042.
4. Georgi A, Schierz A, Trommler U (2007). Humic acid modified Fenton reagent for enhancement of the working

تولید سوخت بیودیزل از طریق ریز جلبک ها آبیای شیرین

E-mail: sina_mahbob@yahoo.com

حسام کامیاب - دانشجوی دکتری عمران (محیط زیست) - UTM

نیترژن برای کشت بهینه از ریز جلبکها (میکروآلگا) مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است.



برای افزایش رشد مطلوب اثرات عواملی چون تنوع نیترژن و غلظت تکثیر (تکثیر در غلظت های مختلف) در نظر گرفته شده است و نتایج حاصله با سایر چربی های اشباع و غیر اشباع براساس مطالعات گذشته و بوسیله آزمون های پیشرفته در این پژوهش مقایسه گردیده است.



سوخت های فسیلی محدود و در معرض انقراض می باشند. بعلاوه این گونه سوخت ها باعث بوجود آمدن یکسری مشکلات زیست محیطی می گردند. در سال های اخیر تولید سوخت بیودیزل اهمیت جهانی پیدا کرده است. بیودیزل ها دارای مزایای گوناگونی می باشند. بیودیزل یک منبع انرژی تجدید پذیر است که قابلیت عرضه مستمر را دارد و می تواند جایگزین منابع

نفی رو به کاهش شود و خطر افزایش قیمت سوخت در جهان را تعدیل کند. بعلاوه بیودیزل با کاهش میزان آلاینده های محیطی مانند دی اکسید کربن و گوگرد موجود در اتمسفر به عنوان یک سوخت سازگار با محیط زیست شناخته شده است. بنابراین بیودیزل اولین و تنها سوخت مطمئن برای جایگزینی می باشد.



براساس مطالعات محققان بیودیزل قابلیت تولید از منابع گوناگونی همانند روغن های گیاهی سویا، آفتابگردان، پالم و جلبک ها را دارد. با توجه به مطالعات گذشته در این

پژوهش از ریز جلبک ها (میکرو آلگا) به عنوان منبع اصلی برای تولید بیودیزل استفاده شده است. بیودیزل با امکانسنجی تکمیلی، قابلیت رقابت اقتصادی و سازگاری با محیط زیست، می تواند بعنوان سوخت مطمئن برای پاسخگویی به نیاز رو به رشد جهان محسوب شود.

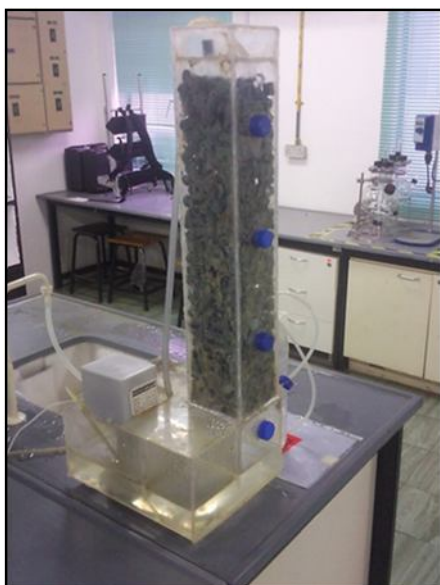
در این پژوهش، شرایط رشد ایده آل از نظر شدت نور، محیط سربسته، و غلظت

بررسی کاربرد صافی بیولوژیکی چکنده در تصفیه هوای آلوده به فرمالدئید

امیر طلایی - دانشجوی دکتری عمران (محیط زیست) - UTM

E-mail: amirtkh@yahoo.com

رامین عندلیب - دانشجوی دکتری عمران (مهندسی سازه) - UTM



(الف)



(ب)

(الف) تصویری از پایلوت صافی بیولوژیکی چکنده ساخته شده برای این تحقیق (ب)

نمایی نزدیک از فیلم زیستی تشکیل شده بر روی بستر پلاستیکی صافی بیولوژیکی چکنده

آلودگی هوا امروزه یکی از مشکلات مشترک در تمام دنیا است. با توسعه صنعتی کشورها و افزایش تعداد کارخانجات مختلف آلاینده های متنوعی نیز توسط آنها تولید و در آب، خاک و یا هوا رها می گردد که منجر به آلودگی شدید آنها می شود. در این میان کنترل آلاینده های گازی بسیار چالش برانگیز تر از سایر آلاینده ها است. لذا انجام تحقیقات در زمینه سیستم های کنترل آلاینده ها در هوا بسیار لازم و ضروری است. یکی از آلاینده هایی که توسط صنایع مختلف به هوا وارد می گردد فرمالدئید است. بر طبق گزارشهای موجود سالیانه نزدیک به بیست میلیون تن فرمالدئید توسط صنایع مختلف به اتمسفر انتشار می یابد. فرمالدئید ماده ای سمی و جهش زا بوده و برخی از گزارش ها نیز نشان از سرطانزایی آن دارد. برخی دیگر از گزارشها نیز این ماده را تراتوژنه معرفی نموده اند (لازم به ذکر است که مواد تراتوژنه قادر به ایجاد آسیب های جدی به جنین انسان می باشند). با توجه به انتشار بسیار گسترده فرمالدئید و خطرات جدی آن برای سلامتی انسان، یافتن راهکاری برای کنترل آن در گازهای زائد خروجی از صنایع مختلف بسیار حائز اهمیت است. از میان روشهای مختلفی که توسط محققین برای حذف این آلاینده از هوا پیشنهاد شده است، روشهای بیولوژیکی علی رقم پیچیدگی، موثر و ارزان قیمت بوده و با محیط زیست نیز بیشترین سازگاری را دارند. صافی بیولوژیکی چکنده نخستین بار در تصفیه فاضلاب های شهری به کار گرفته شد. لیکن قابلیت آن در تصفیه برخی از آلاینده های موجود در هوا نیز به اثبات رسیده است. در این مطالعه تصفیه هوای آلوده به فرمالدئید توسط تزریق آن به یک صافی بیولوژیک چکنده انجام گرفت. این صافی از بستری از جنس پلاستیک تشکیل شده که لایه ای از میکروارگانیسم های فعال به نام فیلم زیستی بر روی آن رشد نموده اند. بستر پلاستیکی به دلیل شکل خاص خود بسیار متخلخل بوده (90 درصد فضای پر شده با بستر خالی است) که سطح وسیعی را برای رشد فیلم زیستی ایجاد می کند. برای تامین رطوبت و مواد مغذی لازم جهت حیات فیلم زیستی محلولی حاوی برخی ترکیبات معدنی مورد نیاز میکروارگانیسم ها همچون فسفر، نیتروژن، کلسیم، منیزیم، سدیم، کربن و... بطور متناوب بر روی بستر پمپاژ می گردید. در تصویر زیر نمایی از پایلوت ساخته شده در این تحقیق نمایش داده شده است.

دعوت به همکاری

خبرنامه تخصصی عمران از تمامی اساتید، متخصصان و دانشجویان رشته ی عمران، خصوصاً دانشجویان مشغول به تحصیل در دانشگاه های جنوب شرق آسیا جهت همکاری در تهیه و نشر این خبرنامه دعوت به عمل می آورد. علاقمندان عزیز می توانند نظرات، پیشنهادات، انتقادات و مطالب خود را از طریق پست الکترونیک برای ما ارسال فرمایند.

همچنین، علاقمندان به عضویت و همکاری در هسته علمی عمران دانشجویان ایرانی دانشگاه های جنوب شرق آسیا میتوانند مشخصات خود شامل نام و نام خانوادگی، رشته، مقطع و دانشگاه محل تحصیل، و پست الکترونیک خود را به آدرس ذیل ارسال فرمایند.

Email: civileais@gmail.com

لطفاً جهت مشاهده ی آرشیو خبرنامه به آدرس ذیل مراجعه نمایید:

<http://tinyurl.com/lxdv4ns>

متأسفانه فرمالدئید برای میکروارگانیسم ها بسیار سمی و کشنده بوده بطوری که در برخی از مراکز بهداشتی از آن به عنوان ترکیب ضد عفونی کننده استفاده می نمایند. به همین دلیل نیز لایه زیستی موجود در صافی بیولوژیکی چکنده بایست با کمک فرایند سازگارسازی طی مدت زمانی طولانی (حدوداً 90 روز) در برابر فرمالدئید مقاوم شود. پس از این مرحله هوای آلوده به فرمالدئید بایست از میان بستر حاوی فیلم های زیستی عبور کند و در طی عبور خود فرمالدئید از هوا جدا شده و در رطوبت اطراف فیلم زیستی حل گردد. میکروارگانیسم های فعال در این لایه نیز شروع به جذب و تجزیه فرمالدئید می نمایند که حاصل آن تبدیل این ماده سمی به آب و دی اکسید کربن است. در این مطالعه بررسی امکان پذیری حذف فرمالدئید از هوا توسط صافی چکنده بیولوژیکی، بررسی های میکروبیولوژی (به منظور شناسایی میکروارگانیسم های فعال در حذف فرمالدئید) و بهینه سازی پارامترهای موثر بر راندمان سیستم مورد بررسی های دقیق قرار گرفت. همچنین در این مطالعه یک مدل ریاضی نیز برای پیش بینی رفتار صافی بیولوژیکی چکنده در شرایط مختلف و در نهایت طراحی آن در مقیاس صنعتی معرفی گردید. نتایج این تحقیق می تواند منجر به کاهش آلودگی هوا از طریق معرفی روشی ارزان قیمت به صاحبان صنایع مختلف گردد.

