پردیس دانشگاهی

پایان نامه کارشناسی ارشد

تحلیل نظری بر روشPull out در ارزیابی مقاومت بتن در محل

از:

سجاد صفای هنروری

استاد راهنما:

دکتر رحمت مدندوست

مهر۱۳۹۲

بسم الله الرحمن الرحيم

پردیس دانشگاهی

گروه عمران

(گرایش سازه)

تحلیل نظری بر روشPull out در ارزیابی مقاومت بتن در محل

از:

سجاد صفای هنروری

استاد راهنما:

دکتر رحمت مدندوست

مهر۱۳۹۲

تقدیم به پدرم:کوهی استوار و حامی من در طول تمام زندگی

تقدیم به مادرم:سنگ صبوری که الفبای زندگی به من آموخت

تقدیم به همسرم:که در سایه همیاری و همدلی او به این منظور نائل شدم.

سپاسگزاری

آنچه در این پایان‌نامه آمده است، نتیجه تلاشی است که تنها در سایه راهنمایی، حمایت و زحمات استاد گرانقدرم، جناب آقای دکتر رحمت مدندوست امکان‌پذیربود. رهنمودهای ایشاندر طول انجام این پژوهش، راه گشای من بوده است. همواره قدردان تمام یاری هایشان خواهم بود.

فهرست مطالب

فصل اول: آشنایی با مفاهیم ۱

۱-۱ پیشگفتار ۲

۱-۲ هدف از انجام پروژه ٤

۱-۳ ساختار پایان نامه ٥

فصل دوم: روش های ارزیابی مقاومت بتن در محل سرویس ٦

۲-۱ مقدمه ۷

۲-۲ ضرورت انجام آزمایشات در محل سرویس دهی ۷

۲-۳ روش های نیمه مخرب ۸

۲-۳-۱ آزمایش نفوذ میله ۹

۲-۳-۲ آزمایش پاره شدگی ۱۱

۲-۳-۳ آزمایش مغزه گیری ۱۳

۲-۳-٤ آزمایش بیرون کشیدگی ۱٥

۲-۳-٤-۱ آزمایش Lok Test ۱۷

۲-۳-٤-۱-۱ ارتباط بین نیروی Lok Testو مقاومت فشاری بتن ۲۰

۲-۳-٤-۲ آزمایش CapoTest ۲۱

۲-۳-٤-۳ فاکتورهای مؤثر در آزمایش بیرون کشیدگی ۲۲

۲-۳-٤-٤ رابطه بین مقاومت فشاری بتن و نیروی بیرون کشیدگی ۲۲

۲-۳-٤-٥ آزمایش درون گسیختگی ۲۳

۲-۳-٤-٦ ارتباط بین مقدار آزمایش درون گسیختگی و مقاومت فشاری ۲۸

۲-۳-٤-۷ فاکتورهای مؤثر در آزمایش درون گسیختگی بتن ۲۹

۲-۳-٤-۸ انواع مهار ۲۹

فصل سوم: مروری بر مطالعات پیشین ۳۲

۳-۱ مقدمه ۳۳

۳-۲ تحقیقات آزمایشگاهی ۳۳

۳-۳ تحقیقات تئوریک ۳۸

۳-٤ تحلیل المان محدود ۳۹

۳-٥ نتیجه گیری ٤۲

فصل چهارم : مدلسازی به روش المان محدود ٤۳

٤-۱ مقدمه ٤٤

٤-۲ آشنایی با نرم افزار ANSYS ٤٤

٤-۲-۱ دلایل برتری انسیس نسبت به سایر نرم افزارهای تحلیل ٤٥

٤-٣ نحوه مدل کردن در نرم افزار..... ٤٦
٤-٣-١ انتخاب المان ٤٦
٤-٣-١-١ المان SOLID 185..... ٤٦
٤-٣-١-٢ المان SOLID 65..... ٤٨
٤-٣-١-٣ فرضیات المان SOLID65..... ٤٩
٤-٣-١-٤ ترک و خرد شدگی در المان SOLID 65..... ٥٠
٤-٣-٢ خصوصیات مصالح..... ٥١
٤-٣-٢-١ منحنی تنش – کرنش..... ٥٢
٤-٣-٣ هندسه مدل..... ٥٣
٤-٣-٤ شبکه بندی مدل ٥٥
٤-٣-٥ اعمال بار..... ٥٧
٤-٣-٦ حل مدل..... ٥٨
٤-٤ مدل های ارائه شده ٥٨
٤-٤-١ نوع بتن..... ٥٨
٤-٤-٢ طول گیرداری ٥٩
٤-٤-٣ فرورفتگی پیچ در بتن..... ٦٠
٤-٤-٤ قطر پیچ..... ٦١
٤-٤-٥ قطر حلقه تکیه گاهی ٦١
٤-٤-٦ مهار چسبنده..... ٦٢

فصل پنجم : ارائه نتایج و تحلیل آن به روش المان محدود..... ٦٤
٥-١ مقدمه ٦٥
٥-٢ نیروی بیرون کشیدگی..... ٦٥
٥-٣ مقایسه نتایج المان محدود با نتایج آزمایشگاهی ٦٦
٥-٣-١ نتایج حاصل از تغییر نوع بتن ٦٨
٥-٣-١-١ مکانیزم شکست..... ٧١
٥-٣-١-٢ جابجایی..... ٧٥
٥-٣-١-٣ تنش ها..... ٧٦
٥-٣-٢ نتایج حاصل از تغییر طول گیرداری..... ٧٨
٥-٣-٣ نتایج حاصل از عمق فرورفتگی پیچ در بتن ٨٢
٥-٣-٤ نتایج حاصل از تغییر قطر پیچ..... ٨٥
٥-٣-٥ نتایج حاصل از تغییر قطر حلقه تکیه گاهی ٨٧
٥-٣-٦ نتایج حاصل از مدل با مهار چسبنده..... ٨٩
٥-٣-٦-١ مکانیزم شکست مدل با مهار چسبنده..... ٩٠
٥-٣-٦-٢ جابجایی..... ٩٣

۵-۳-۶-۳ تنش ها.....۹۳

فصل ششم: نتیجه گیری و ارائه پیشنهاد برای مطالعات آینده.....۹۶

۶-۱ مقدمه.....۹۷

۶-۲ نتایج ۹۷

۶-۲ ارائه پیشنهاد برای مطالعات آینده.....۹۹

مراجع.....۱۰۰

فهرست جدول ها

جدول (۱-۱): مقایسه آزمایش های تعیین مقاومت بتن در محل سرویس دهی..... ۳
جدول (٤-۱): مشخصات بکار برده شده برای بتن های مختلف..... ٥٩
جدول (٤-۲): طول گیرداری پیچ..... ٥٩
جدول (٤-۳): عمق فرورفتگی پیچ از سطح بتن..... ٦٠
جدول (٤-٤): قطر پیچ های بکار برده شده..... ٦١
جدول (٤-٥): قطر حلقه تکیه گاهی..... ٦٢
جدول (٥-۱):جدول ضرایب تبدیل مقاومت نمونه مکعبی به ابعاد ۲۰۰میلی متر به نمونهاستوانه ای استاندارد..... ٦٧
جدول (٥-۲): مقادیر نیروی بیرون کشیدگی متناظر با مقاومت فشاری بتن..... ۷۰
جدول (٥-۳): نتایج حاصل از تغییرات طول گیرداری پیچ با بتن..... ۸۱
جدول (٥-٤): نتایج حاصل از تغییر عمق فرورفتگی پیچ در داخل بتن..... ۸٤
جدول (٥-٥): نتایج حاصل از پیچ با قطرهای مختلف ۸٦
جدول (٥-٦): نتایج حاصل از تغییر قطر حلقه تکیه گاهی..... ۸۸

فهرست شکل ها

شکل(۲-۱): روش آزمایش نفوذ میله..... ۱۰
شکل(۲-۲): ناحیه شکست آزمایش نفوذ میله..... ۱۱
شکل(۲-۳): دستگاه اعمال نیرو در آزمایش پارگی..... ۱۲
شکل(۲-٤): نحوه ایجاد شدن برش..... ۱۳
شکل(۲-۵): نحوه انجام آزمایش مغزه گیری..... ۱٤
شکل(۲-٦): نمونه مغزه ۱٤
شکل(۲-۷): نحوه انجام آزمایش بیرون کشیدگی..... ۱٦
شکل(۲-۸): تنش کششی و فشاری المان قرار گرفته در امتداد خط گسیختگی..... ۱٦
شکل(۲-۹): جک اعمال نیروی بیرونکشیدگی..... ۱۷
شکل(۲-۱۰): ایجاد حفره در آزمون بیرون کشیدگی..... ۱۸
شکل(۲-۱۱): نصب دیسک ۱۹
شکل(۲-۱۲): اعمال نیروی کششی..... ۱۹
شکل(۲-۱۳): نمودارکالیبره تعیین مقاومت فشاری بتن در آزمایش Lok test..... ۲۱
شکل(۲-۱٤): نحوه انجام آزمایش Capo test..... ۲۲
شکل(۲-۱۵): نحوه قرار دادن بولت در آزمایش درون گسیختگی..... ۲۳
شکل(۲-۱٦): نحوه انجام آزمایش درون گسیختگی بتن..... ۲٤
شکل(۲-۱۷): مراحل انجام آزمایش درون گسیختگی بتن..... ۲۵
شکل(۲-۱۸): دستگاه Torque meter..... ۲۵
شکل(۲-۱۹): نمودار مقاومت فشاری بتن بر مبنای نیروی چرخشی بیرون کشیدگی..... ۲٦
شکل(۲-۲۰): انجام آزمایش درون گسیختگی به روش مستقیم..... ۲۷
شکل(۲-۲۱): نمودار مقاومت فشاری نمونه مکعبی بر مبنای نیروی بیرون کشیدگی مستقیم..... ۲۸
شکل(۲-۲۲): مهارهای منبسط شونده..... ۲۹
شکل(۲-۲۳): مهار
چسبی..... ۳۰شکل(۲-۲٤):انواع
شکستگی مهار های چسبی..... ۳۱
شکل(۳-۱): مقایسه تنظیمات آزمایش و مخروط بتن کنده شده..... ۳۵
شکل(۳-۲): شروع ترک ها در ۳۳٪ بار نهایی..... ۳٦
شکل(۳-۳): کامل شدن ترک ها در حدود ۷۰٪ بار نهایی..... ۳۷
شکل(۳-٤): بیرون کشیدگی در بار نهایی..... ۳۷
شکل(۳-۵):مش بندی مدل ساخته شده در نرم افزارADINA..... ٤۰
شکل(۳-٦): نمایش نواحی ترک خوردگی اطراف مهار منبسط شونده..... ٤۱
شکل(۳-۷): نمایش نواحی ترک خوردگی اطراف مهار چسبی..... ٤۲
شکل (٤-۱): شکل هندسی المان Solid 185..... ٤۷

شکل(٤-٢): جهت تنش های اصلی المان Solid 185.....٤٨

شکل(٤-٣): شکل هندسی المان SOLID 65 ..... ٤٩
شکل(٤-٤): ترک المان SOLID 65 ..... ٥٠
شکل (٤-٥): نمودار تنش – کرنش بتن طبق فرمول هوگنستاد ٥٣
شکل(٤-٦): صفحات ابتدایی ایجاد شده ٥٤
شکل(٤-٧): ایجاد حجم ها ٥٥
شکل(٤-٨): نمودار تغییرات خطای پاسخ با افزایش المان ها ٥٥
شکل(٤-٩): مش بندی مدل ٥٦
شکل(٤-١٠): نحوه بارگذاری و ایجاد شرایط مرزی ٥٧
شکل (٤-١١): نمایش طول گیرداری پیچ در بتن ٥٩
شکل (٤-١٢): نمایش عمق فرورفتگی پیچ در بتن ٦٠
شکل (٤-١٣): نمایش قطر پیچ ٦١
شکل (٤-١٤):نمایششعاع داخلی حلقه تکیه گاهی ٦٢
شکل (٥-١): نمودار عکس العمل تکیه گاهی بر حسب بار وارده برای بتن با مقاومت فشاری ٢٠ مگاپاسکال ٦٦
شکل (٥-٢): نمودار مقاومت فشاری نمونه استوانه ای استاندارد بر مبنای نیروی بیرون کشیدگی ٦٧
شکل (٥-٣): نمودار عکس العمل های تکیه گاهی بر حسب بار وارده برای بتن با مقاومت فشاری ٢٥مگاپاسکال ٦٩
شکل (٥-٤): نمودار عکس العمل های تکیه گاهی بر حسب بار وارده برای بتن با مقاومت فشاری ٣٠ مگا پاسکال ٦٩
شکل (٥-٥): نمودار عکس العمل های تکیه گاهی بر حسب بار وارده برای بتن با مقاومت فشاری ٣٥ مگا پاسکال ٧٠
شکل (٥-٦): نمایش اولین ترک های نوع اول در٥٪ بار وارده ٧١
شکل (٥-٧): نمایش اولین ترک نوع دوم در ١٣٪ باروارده ٧٢
شکل (٥-٨): گسترش ترک ها به سمت حلقه تکیه گاهی در ١٩٪ بار وارده ٧٣
شکل (٥-٩): نمایش اولین ترک نوع سوم در ٢٧٪ بار وارده ٧٤
شکل (٥-١٠): نمایش اولین خرد شدگی در ٣٥٪ بار وارده معادل ٧٠٪ بار گسیختگی ٧٤
شکل (٥-١١): نمایش کامل شدن ترک ها و خرد شدگی در بار گسیختگی ٧٥
شکل (٥-١٢): کانتور جابجایی در جهت Y ٧٦
شکل (٥-١٣): کانتور تنش های اصلی اول در بتن ٧٧
شکل (٥-١٤): کانتور تنش های اصلی دوم در بتن ٧٧
شکل (٥-١٥): کانتور تنش های اصلی سوم در بتن ٧٨
شکل (٥-١٦): مدل ساخته شده برای پیچ با طول گیرداری ٦ میلی متر ٧٩
شکل (٥-١٧):نمودار عکس العمل تکیه گاهی بر حسب بار وارده برای پیچ با طول گیرداری ٦ میلی متر ٧٩
شکل(٥-١٨): مدل ساخته شده برای پیچ با طول گیرداری ٨ میلی متر ٨٠
شکل (٥-١٩): نمودار عکس العمل تکیه گاهی بر حسب بار وارده برای پیچ با طول گیرداری ٨ میلی متر ٨٠
شکل (٥-٢٠): مدل ساخته شده برای پیچ با عمق فرورفتگی ٢٠ میلی متر ٨٢
شکل (٥-٢١): نمودار عکس العمل های تکیه گاهی بر حسب بار وارده برای پیچ با عمق فرورفتگی ٢٠ میلی متر ٨٣
شکل (٥-٢٢): مدل ساخته شده برای پیچ با عمق فرورفتگی ٢٢ میلی متر ٨٣
شکل (٥-٢٣): نمودار عکس العمل های تکیه گاهی بر حسب بار وارده برای پیچ با عمق فرورفتگی ٢٢میلی متر ٨٤

شکل (۵-۲٤): مدل ساخته شده برای پیچ به قطر ٤ میلی متر..... ۸۵
شکل (۵-۲۵): نمودار عکس العمل های تکیه گاهی بر حسب بار وارده برای پیچ به قطر ٤ میلی متر..... ۸٦
شکل (۵-۲٦): نمودار عکس العمل های تکیه گاهی بر حسب بار وارده برایحلقه تکیه گاهی به قطر ٦۰ mm..... ۸۷
شکل (۵-۲۷): نمودار عکس العمل های تکیه گاهیبر حسب بار وارده برای حلقه تکیه گاهی به قطر ۷۰ mm..... ۸۸
شکل(۵-۲۸): نمودار عکس العمل های تکیه گاهیبر حسب بار وارده برایمهار چسبنده..... ۹۰
شکل(۵-۲۹): نمایش اولین ترک نوع اول در ٤٪ بار وارده..... ۹۱
شکل(۵-۳۰): نمایش اولین ترک نوع دوم در ۱۰٪ بار وارده..... ۹۱
شکل(۵-۳۱): نمایش اولین ترک نوع سوم در ۲۳٪ بار وارده..... ۹۲
شکل(۵-۳۲): نمایش اولین خردشدگی در ۳۲٪ بار وارده..... ۹۲
شکل (۵-۳۳): کانتور جابجایی در جهت Y..... ۹۳
شکل (۵-۳٤): کانتور تنش های اصلی اول در بتن..... ۹٤
شکل (۵-۳۵): کانتور تنش های اصلیدوم در بتن..... ۹٤
شکل (۵-۳٦): کانتور تنش های اصلیسوم در بتن..... ۹۵

چکیده

تحلیل نظری بر روش Pull out در ارزیابی مقاومت بتن در محل

سجاد صفای هنروری

تعیین مقاومت واقعی بتن در سازه از اهمیت خاصی برخوردار است کهتا کنون روش های متعددی اعم از غیرمخرب و نیمه مخرب به منظور تخمین مقاومت بتن در سازه ابداع گردیده است. آزمایش pull out به عنوان یکی از آزمایش های نیمه مخرب میباشد که بر مبنای اندازه گیری مقدار نیروی لازم برای بیرون کشیدن یک پیچ فولادی مجهز به حلقه منبسط شونده که در هنگام انجام آزمایش در داخل بتن، کار گذاشته شده است،میباشد.سپس با اعمال یک نیروی کششی،پیچ تحت کشش قرار گرفته و در نهایت گسیختگی با جدا شدن یک قطعه مخروط ناقص از سطح بتن اتفاق می افتد.

در این پایان نامه آزمایش pulloutبه روش المان محدود و با استفاده از نرم افزارANSYS مدل سازی شده و مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین تغییرات عوامل مؤثر بر آزمایش مانند عمق نفوذ میله، قطر پیچو قطر حلقه تکیه گاهی و نیز ۲ نوع اتصال،حلقه منبسط شونده و دیگری مهار چسبنده با یکدیگر مقایسه شده اند. مدل سازی بتن با استفاده از المان سه بعدی ایزوپارامتریک انجام شده و قابلیت های رفتار غیر خطی مصالح شامل ترک خوردگی، خرد شدگی و انتقال تنش های برشی و کششی در سطح ترک در تحلیل در نظر گرفته شده است.

بررسی های انجام شده نشان می دهد که با تغییر پارامترهای موثر فوق در آزمایش، اولین ترک های نوع اول در ۷٪ تا ۱۲٪ بار گسیختگی، اولین ترک های نوع دوم در ۲۶٪ تا ٤٤٪ بار گسیختگی و اولین ترک های نوع سوم در ٤٥٪ تا ٦٤٪ بار گسیختگی و همچنین اولین خردشدگی در ۵۰٪ تا ۷٤٪ بار گسیختگی شروع می شوند. همچنین برای بتن با اتصال چسبی، اولین ترک نوع اول و دوم وسومو اولین خرد شدگی بترتیب در حدود ۸٪، ۱۹٪، ٤٤٪و ٦۲٪ بار گسیختگی بوجود می آیند.

کلید واژه: بیرون کشیدگی، اجزای محدود، آزمایش نیمه مخرب، ترک، بار گسیختگی

Abstract

TheoreticalanalysisonPull out method on in- place strengthofconcrete

Sajjad Safaye Honarvari

The strengthassessmentofconcreteinstructuresisalwaysimportant. So far,several techniquesincludingnon-destructiveand semi-destructive havebeen developedtoestimate thestrength of concreteinstructures. Pull out test is asemi-destructive testingbased onmeasuring the amount offorce required topullasteelboltequipped with anexpandableloopwhentestingtheconcreteisplaced. Then,applying atensileforce to the boltplacedunder tension and eventuallyfailure occursleavingapiece ofthefrustumfrom the concrete surface.

Inthisthesis, Pull out test hasbeen studied by thefinite element method using ANSYS software. Also,severalfactors which affecting on thetest results such as depth of rod diffusion, screwdiameter and diameter of thesupportring as well as two types ofconnection, eitherexpandingringor the other inhibition ofadhesionwereconsiderd. Concrete have beenmodeledusingthree-dimensionalisoparametric elementsand nonlinearcapabilities ofmaterials such as cracking, crush and transfer ofshearand tensilestresses atthecrack surface areintended in the analysis.

The obtained resultsshow thatby changing the above effective parametersofthetest, the firstcrack of first and second typeand the firstcrack of third type were start in 7%-12%; 26%-44%; 45%-64% failure load, respectively and the first crush start in 50%-74% failure load. Also, for concrete with adhesivebonding, the first crack of first, second and third type and the first crush generated about 8%, 19%, 44% and 62% failure load, respectively.

Keywords: Pull out, Finite element, Semi-destructive test, Crack, Failure load

فصل اول

آشنایی با مفاهیم

۱-۱ پیشگفتار

مهمترین و مشخص ترین خواص مورد انتظار بتن مقاومت آن می باشد.همواره فرض بر این بوده که مقاومت بتن تا حد زیادی ارائه دهنده یک شمای کلی از کیفیت آن است.در این بین،مقاومت فشاری بتن از جایگاه قابل ملاحظه تری برخوردار است که این به دلیل اهمیت آن در طراحی سازه های بتنی می باشد. هدف اصلی از سنجش مقاومت نمونه های بتن، تخمین مقاومت بتن در سازه حقیقی می باشد، در حقیقت امکان تعیین دقیق مقاومت بتن در سازه بستگی به تراکم و عمل آوری صحیح آن دارد.تعیین مقاومت بتن در محل سرویس از اهمیت خاصی برخوردار است. به دلایل مختلف از قبیل تغییر در نوع بهره برداری از سازه،آتش سوزی، خوردگی و تأثیر عوامل شیمیایی بر بتن، تعیین مقاومت آن در محل سرویس دهی در بسیاری از موارد الزامی است.

در احداث سازه های بتنی همچنان نمونه گیری از بتن تازه و عمل آوری آن در آزمایشگاه اساس تأیید یا رد کیفیت بتن در اکثر پروژه های عمرانی است، حال آنکه دربسیاری از موارد، کیفیتبتن در محل اجرا با کیفیت بتن نمونه برداری شده بسیار متفاوت است، بخصوص آنکه شرایط عمل آوری در محل با شرایط عمل آوری در آزمایشگاه کاملاً تفاوت دارد. لذا استناد به نتایج آزمایشهای نیمه مخرب و غیر مخرب قابلیت اعتماد بیشتری را خواهد داشت. از طرف دیگر بسیاری از این آزمایش ها ساده تر است و نیاز به زمان کمتری خواهد داشت و حتی در بعضی موارد نیز کم هزینه تر خواهد بود. اگر چه در ابتدای معرفی این آزمایش ها در صنعت ساختمان سازه های بتنی، قابلیت اعتماد به آن ها با توجه به تأثیر پارامترهای متعدد در نتایج آن ها کم بود اما امروزه با شناخت این پارامترهای مؤثر و مطالعاتی که صورت گرفته است، قابلیت اعتماد به این آزمایش ها نیز بیشتر گردیده است.

برای تعیین مقاومت بتن در محل سرویس از دو روش غیر مخرب [۱] و نیمه مخرب[۲] استفاده میشود که به طور مستقیم یا غیر مستقیم در ارزیابی مقاومت بتن به کار گرفته می شوند.از طریق آزمایشهای غیر مخرب می توان مقاومت عضو سازه ای و تغییرات در خواص مصالح نسبت به زمان، با تکرار آزمایشات بر روی عضو بدون بر جا گذاری اثر تخریب در سازه بدست آورد.البته از آنجایی که تعیین مقاومت مستلزم ایجاد تنش های تخریبی می باشد،لذا واضح است که روش غیرمخرب نمی تواند به طور مستقیم

[1]Non-Destructive Methods
[2]Partially Destructive Methods

مقاومت بتن را تعیین نماید و این کار باید توسط منحنی های کالیبره برای هر نوع بتن مورد استفاده قرار گیرد. از میان روشهای غیرمخرب می توان به روش چکش ارتجاعی[1] و روش سرعت امواج اولتراسونیک[2] اشاره نمود.

در روش های نیمه مخرب با به جا گذاشتن تخریب جزئی در سازه که البته ساختار سازه ای را مختل نمی کند، می توان به نوعی مقاومت بتن را مورد ارزیابی قرار داد. تمامی آزمایشات متعلق به این دسته باعث به وجود آوردن خسارات کوچکی در سازه می گردند.در هر موردی که مقاومت مشخصه اندازه گیری می شود رابطه آن با مقاومت فشاری مورد نیاز است که معمولا" توسط سازنده دستگاه ارائه می شود و از آنجاییکه پارامتر اندازه گیری شده با مقاومت بتن در ارتباط می باشد، نسبت به روش غیرمخرب از درجه اهمیت و اعتبار بیشتری برخوردار است و از میان روش های نیمه مخرب می توان به مغزه گیری، مقاومت نفوذ، pulloutوpulloffاشاره کرد.

در انتخاب روش مناسب در ارزیابی مقاومت فشاری بتن درجا، پارامترهای زیادی می توانند تأثیر گذار باشد که از بین آنها می توان به نوع روش، دقت، هزینه و زمان انجام آزمایش اشاره نمود.در جدول زیر تعدادی از آزمایش ها از نظر زمان، هزینه، سرعت و دقت ارزیابی مقاومت بتن، دسته بندی شده اند.

جدول (۱-۱): مقایسه آزمایش های تعیین مقاومت بتن در محل سرویس دهی[۱]

نام روش	هزینه	سرعت انجامآزمایش	میزان آسیب به بتن	قابلیت تفسیر نتایج	قابلیت اطمینان منحنیکالیبراسیون
مغزه گیری	بالا	آهسته	متوسط	متوسط	خوب
مقاومت نفوذ	متوسط	سریع	کم	بخش های سطحی بتن	متوسط
Pull out	متوسط	سریع	کم	بخش های سطحی بتن	متوسط
Pull off	متوسط	متوسط	کم	بخش های سطحی بتن	متوسط
اولتراسونیک	کم	سریع	بدون آسیب	خوب	ضعیف
چکش ارتجاعی	خیلی کم	سریع	احتمالی	تنها در سطح بتن	ضعیف

[1]Rebound Hammer
[2]Ultrasonic Pulse Waves Velocity

۱-۲هدف از انجام پروژه

تا کنون بررسی های مختلفی بر روی انواع آزمایش بیرون کشیدگی[۱] انجام شده است، که این بررسی ها بیشتر به تعیین مقدار نیروی بیرون کشیدگی و سطح گسیختگی بتن[۲] پرداخته است. البته بررسی هایی بر روی تاثیر قطر پیچ، قطر حلقه تکیه گاهی و عمق فرو رفتگی مهار[۳] بر روی آزمایش Lok Test صورت گرفته است ولی تاثیر این پارامتر ها بر روی آزمایش درون گسیختگی مورد بررسی قرار نگرفته است. همچنین اکثر تحقیقات انجام شده بر روی مهار چسبنده[٤]، به تعیین ظرفیت نهایی مهار پرداخته و در بر گیرنده مکانیزم گسیختگی بتن نمی باشد لذا بمنظور شناخت بهتر از مکانیزم گسیختگی بتن نیاز به مطالعات بیشتر و جامع تری می باشد.

با توجه به موارد فوق الذکر،دراین تحقیق به بررسی رفتار بتن درآزمایش درون گسیختگی[٥] و مقایسه نتایج حاصل از تغییرات قطر پیچ و قطر حلقه تکیه گاهی و تغییر عمق فرو رفتگی و نوع بتن در مکانیزم گسیختگی که خود شامل شروع ترک خوردگی و خردشدگی و نحوه گسترش آن می باشد،شده است. لازم به ذکر است در این پایان نامه دو نوع اتصال بین مهار وبتن در نظر گرفته شده است، یکی اتصال با مهار منبسط شونده[٦] و دیگری اتصال با چسب که مورد بررسی مقایسه قرار گرفته اند.با توجه به ابعاد دستگاه آزمایشگاهی و از طرفی بررسی پارامترهای یادشده، بررسی موضوع بصورت آزمایشگاهی به سادگی امکان پذیر نیست، لذا در این مطالعه از روش عددی بر مبناءاجزای محدود از نرم افزار ANSYS استفاده شده است.

[1] Pull Out
[2] Fracture surface
[3] Anchor
[4] Adhesive anchor
[5] Internal fracture test
[٦] Expansion Anchor

۱-۳ساختار پایان نامه

این پایان نامه شامل ٦ فصل است:

فصل اول شامل ۳ بخش،مقدمه، هدف و ساختار پایان نامه است که در بخش مقدمه اهمیت آزمایشات مقاوت فشاری در محل سرویس دهی و معرفی آزمایش Pull out پرداخته شده است و در بخش هدف، ضمن بیان روش های انتخاب شده برای این تحقیق، هدف از انجام این تحقیق شرح داده شده است.در قسمت ساختار پایان نامه به مطالب ارائه شده در فصل های مختلف این پایان نامه اشاره گردیده است.

در فصل دوم ابتدا مقدمه ای از آزمایش های نیمه مخرب موجود برای تعیین مقاومت بتن ارائه شده و سپس روش انجام آزمایش درون گسیختگی بتن و عوامل مؤثر در آن به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است.

در فصل سوم مروری بر تحقیقات انجام شده که شامل مطالعات آزمایشگاهی، تحلیل تئوریک و تحلیل المان محدود پرداخته شده است.

فصل چهارم شامل توصیف المان های مورد استفاده در تحلیل می باشد و همچنین نحوه مدلسازی و شبکه بندی و تعداد المان ها و خصوصیات مصالح بکار رفته مورد بررسی قرار گرفته و همچنین مدل های مختلف با تغییر دادن نوع بتن، قطر پیچ، عمق نفوذ میله و قطر حلقه تکیه گاهی و نحوه اتصال مهار با بتنجهت بررسی معرفی شده است.

در فصل پنجم نیز نتایج حاصل از مدل های مختلف ساخته شده مورد برسی قرار گرفته و مقایسه قرارشده اند.

فصل ششم نتایج کلی حاصل از این مطالعه به همراه پیشنهادات برای کارهای آینده ارائه گردیده است.