استفاده از آزمونهای غیر مخرب در ارزیابی بتن

امیر مازیار رئیس قاسمی

مسئول آزمایشگاه بتن مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

BHRC

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

- زمینه های کاربرد روشهای آزمون غیر مخرب (NDT):
  - تعیین مشخصات بتن سخت شده
  - ارزیابی وضعیت بتن در فونداسیونهای عمیق، پل، ساختمان، روسازی، سد بتنی و ...
- بطور کلی به آزمون هایی غیر مخرب اطلاق میشود که:
  - سبب خرابی های سازه ای قابل توجه ای در بتن نگردند.
  - بنابراین آزمون های مغزه گیری و بارگذاری جزء آزمون های NDT محسوب نمی شوند.

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

هدف از انجام آزمون های غیر مخرب:

- کنترل کیفیت در سازه های جدید
- عیب یابی یا مکان یابی مشکلات در سازه های جدید
- ارزیابی وضعیت بتن سازه های قدیمی، قبل از بازسازی یا مقاوم سازی
- تضمین کیفیت در تعمیر بتن
- از بین بردن یا زدودن بتنی که با مصالح غیر استاندارد ساخته شده
- تائید یا رد شک و یا شبه هایی که در خصوص صحت عملیات اختلاط، حمل، ریختن، متراکم کردن یا عمل آوری بتن وجود دارد.

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

- مانیتور کردن رشد مقاومت بتن برای تعیین زمان قالب برداری، عمل آوری، پیش تنیده کردن و یا اعمال بار و ...
- تعیین تعداد ، قطر و پوشش روی میلگرد ها
- تعیین یکنواختی ، امکان مغزه گیری ، بارگذاری و یا دیگر آزمون های مخرب دیگر
- افزایش ضریب اطمینان ، جهت کاهش تعداد آزمایش های مخرب
- تعیین وسعت انواع کیفیت بتن جهت انتخاب محل آزمایش ها

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

- تاثیر یا تعیین محل هایی از بتن که تحت عوامل مخرب زیر واقع شده از :
  - بار بیش از حد
  - خستگی
  - خرابی های شیمیائی داخلی یا خارجی
  - آتش
  - انفجار
  - عوامل محیطی
  - ارزیابی دوام بتن
  - توجه برای تغییر کاربری یا بار گذاری سازه
  - مانیتور کردن تغییرات خواص بتن در مرور زمان

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

علل عمده افزایش کاربرد آزمون های غیر مخرب:

- توسعه تکنولوژی در زمینه سخت افزار و نرم افزارهای جمع آوری و تحلیل داده ها
- مزایای اقتصادی کاربرد این آزمون های در سازهای بزرگ، نسبت به انجام تعداد زیادی آزمون مغزه گیری
- امکان تعیین/ تخمین سریع مقاومت فشاری در سازه های قدیمی
- امکان کاربرد این آزمون ها برای تضمین کیفیت در پی های عمیق و بتن تعمیری

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

خلاصه ای از برخی انواع روش های آزمون غیر مخرب

ردیف	روش و اصول	کاربرد
۱	بازرسی ظاهری ـ مشاهده، طبقه بندی و مستند سازی شواهد ظاهری خرابی و آسیب دیدگی ها	تهیه نقشه ای از آسیب دیدگی ها، ترک خوردگی، پوسته شدن، قلوه کن شدن و ...
۲	تعیین سرعت امواج مافوق صوت ـ اندازه گیری زمان انتقال پالس امواج مافوق صوت در طول یک مسیر مشخص	تعیین وضعیت نسبی بتن نسبت به سرعت پالس
۳	بازگشت امواج مافوق صوت Ultrasonic echo ـ دریافت کننده بازتاب امواج انتشار یافته که از وجه دیگر عضو یا آسیب دیدگی را ثبت می کند.	مکان جداشدگی، حفرات و لایه لایه بودن را مشخص می کند. در تحقیقات اولیه مناسب است.
۴	بازگشت امواج ضربه Impact echo ـ دریافت کننده، امواج فشاری ناشی از ضربه نقطه ای را که بین سطح و وجه دیگر یا هر آسیب دیدگی بازتاب می کند را اندازه گیری می کند. اگر سرعت موج معلوم باشد، با تحلیل، می توان فاصله آسیب دیدگی قابل محاسبه است.	مکان هر نوع آسیب در داخل عضو بتنی مانند جداشدگی، تخلخل، کرمو شدن یا ضخامت عضو، قابل محاسبه می باشد.

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن – انجمن بتن ا
raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

خلاصه ای از برخی انواع روش های آزمون غیر مخرب

ردیف	روش و اصول	کاربرد
۱	آنالیز طیفی امواج سطح ـ برای تولید امواج سطحی از ضربه استفاده می شود و دو دریافت کننده آن ها را مونیتور میکند، آنالیز سیگنال ها اجازه میدهد، سرعت امواج بعنوان تابعی از طول موج تعیین گردد.	تعیین پروفیل سختی سیستم های روسازی. همچنین جهت تعیین عمق تخریب در بتن بکار می رود.
۲	بازگشت صدا ـ با استفاده از چکش روی سطح ضربه زده شده و بازتاب امواج فشاری مونیتور می گردد.	تعیین طول پی های عمیق (شمع ها و موج شکن ها)، تعیین محل ترک ها و ...

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

آزمایش‌های اصلی برای ارزیابی وضعیت خرابی سازه (مخرب و غیر مخرب)

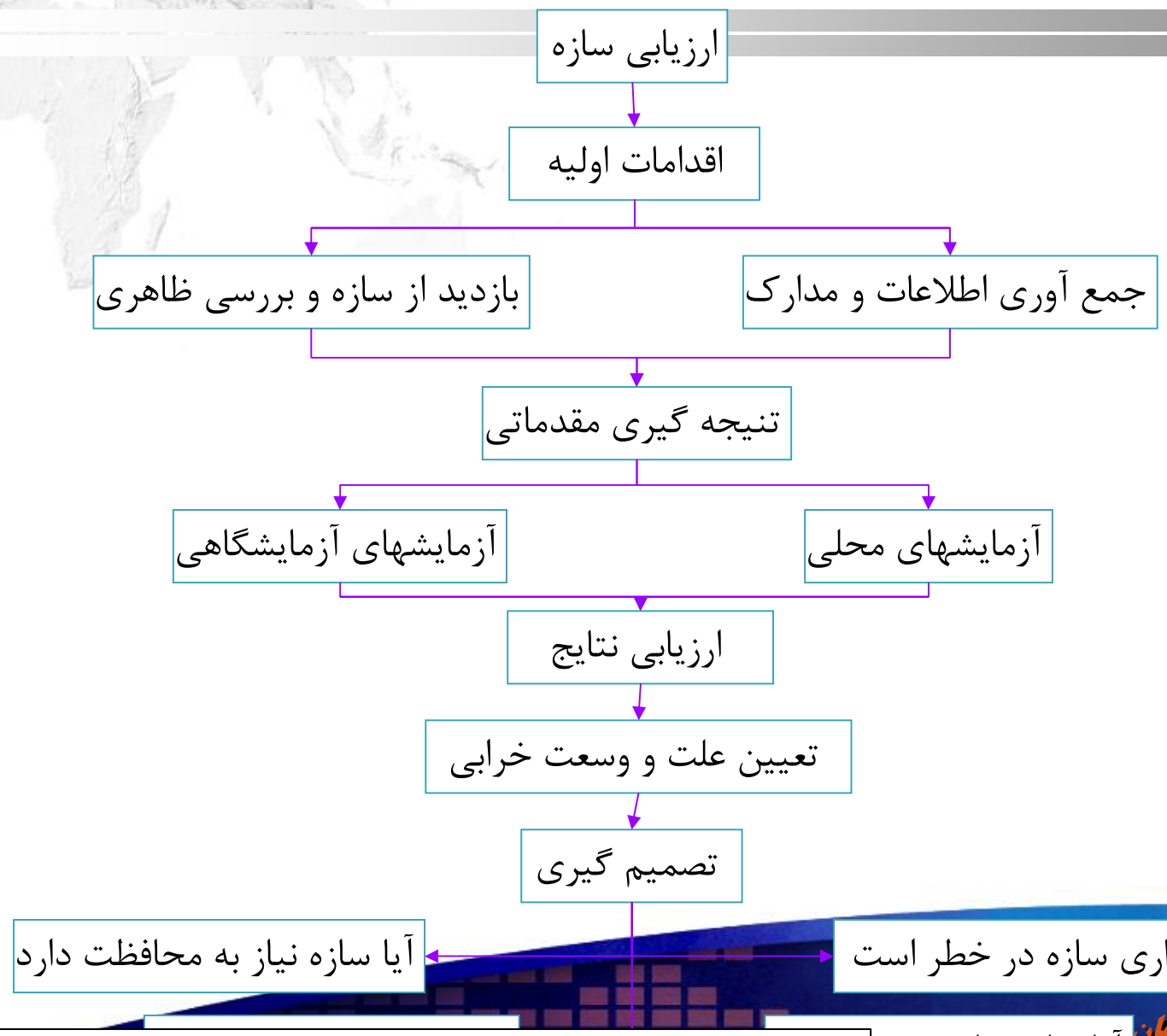
خصوصیت مورد بررسی	آزمایش	تفسیر نتایج	هزینه‌ها	خرابی وارد بر سازه
	مغزه‌گیری	مستقیم	متوسط	متوسط
	آزمایشهای نزدیک به سطح	غیرمستقیم	متوسط	کم
	آزمایش چکش اشمیت	کیفی +	کم	ناچیز
	بررسی چشمی نمونه‌های مغزه و تکه‌های جدا شده	–	کم	□
	سرعت پالس مافوق صوت	غیر مستقیم +	متوسط	هیچ
	پتروگرافی	مستقیم / غیرمستقیم	متوسط	□
	مغزه‌های انبساطی	مستقیم	متوسط	□
	معادل اکسید سدیم	مستقیم	متوسط	□
	عمق کربناسیون	مستقیم	کم	جزئی
	عمق پوشش بتن	غیرمستقیم	کم	هیچ
	مقدار یون کلر	مستقیم	کم	□
	پتانسیل نیم پیل و منحنی‌های اختلاف پتانسیل	غیر مستقیم + +	متوسط	جزئی
	سرعت خوردگی	غیر مستقیم	متوسط	هیچ
	مقاومت الکتریکی	غیرمستقیم	کم	هیچ
	موقعیت میلگرد	غیرمستقیم	کم	هیچ
	تخلخل بتن	مستقیم	متوسط	□
	جذب سطحی اولیه (I.S.A.T)	مستقیم	کم	هیچ
	جذب آب	مستقیم	متوسط	□
	نفوذپذیری نسبت به آب	مستقیم	متوسط	□
	نفوذپذیری نسبت به گاز	مستقیم	متوسط/زیاد	□
	رادار	غیرمستقیم	زیاد	هیچ
	ترموگرافی (حرارت سنجی)	کیفی	متوسط	هیچ
	رادیوگرافی گاما	کیفی	زیاد	هیچ
	اکو ضربه	کیف	زیاد	هیچ
	انتشار آکوستیک			

□ آزمایشها بر روی نمونه‌های برداشته شده، در آزمایشگاه انجام می گیرد.
+ در بعضی موارد، نتایج را می‌توان در مقابل مقاومت نمونه‌های مناسب کالیبره نمود.
++مقادیر به‌دست آمده را می‌توان برای تعیین احتمال خوردگی استفاده نمود

در جدول علائم ارائه شده دارای مفاهیم زیر هستند:

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

نموداربرنامه ریزی به منظورانجام ارزیابی



مرکز تحقیقات ساختمان
sghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

بررسی اولیه، برنامه‌ریزی، ارزیابی و تدارکات

اقدامات اولیه در بخش مقدماتی ارزیابی سازه را می‌توان به‌شرح زیر خلاصه نمود:

- بازدید از سازه و بررسی ظاهری محلهای آسیب دیده
- جمع‌آوری اطلاعات و مدارک موجود از سازه
- نتیجه‌گیری مقدماتی از وضعیت سازه آسیب دیده

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

مرحله بررسی مقدماتی

به‌طور کلی اهداف ارزیابی یک سازهٔ آسیب‌دیده به‌شرح زیر است:

- ثبت موقعیت و ظواهر محلهایی که خرابی کاملاً مشهود است.

❖ بررسی الزامات برای دسترس به محلهایی که برای تحقیقات اصلی مورد نیاز است.

❖ هدف از بررسی مقدماتی، تشخیص اولیه عوامل احتمالی آسیب‌دیدگی و کسب اطلاعات برای برنامه‌ریزی تحقیقات اصلی است.

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

بازرسی ظاهری

- بازرسی اولین گام در ارزیابی بتن سازه است.
- بازرسی باید توسط یک فرد واجد شرایط و دارای اطلاعات کافی انجام شود.
- اطلاعات عمیق و کافی راجع به مهندسی سازه، تکنولوژی بتن و روشهای ساخت نیاز است، تا اطلاعات کافی و جامع از بازدید حاصل گردد.
- جهت کسب اطلاعات بیشتر می توان به راهنمایی های ارائه شده در ACI 201.1R, ACI 207.3R, ACI 224.1R , ACI 362 مراجعه نمود.
- قبل از اقدام به بازرسی های بعدی (با جزئیات بیشتر)، بازرس باید نسبت به تهیه یک برنامه (Plan)جهت افزایش بهره از اطلاعات ثبت شده، نماید.

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

بازرسی ظاهری

- یک رویکرد مناسب، می تواند شامل فعالیت های زیر باشد:
  - بازدید اجمالی از کل سازه، جهت آشنائی
  - بررسی مدارک و سابقه موجود، شامل طراحی، ساخت، شرایط محیطی و وضعیت سرویس و نگهداری
  - برنامه ریزی برای یک تحقیق و بررسی کامل
  - جانمائی شبکه کنترل بر روی سازه، این عمل به ثبت نتایج و مشاهدات کمک می کند
  - انجام بازرسی ظاهری
  - اقدام به انجام آزمون های تکمیلی

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

ارزیابی علل و وسعت خرابی

۱ – عوامل مؤثر در نوع و سرعت خرابی

۲– مدت زمان ظاهر شدن آثار خرابی

۳ – رابطه بین آسیب‌دیدگی و خرابی

۴ – خوردگی میلگرد

۵– حمله سولفاتها

۶ – هوازدگی فیزیکی ناشی از نمک

۷ – ترک‌خوردگی

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

خلاصه‌ای از انواع فرآیندهای خرابی بتن که احتمال وقوع آن وجود دارد

نوع سازه	علل احتمالی خرابی	نوع خرابی
سازه‌های دریایی	یونهای کلرید	خوردگی میلگرد خصوصاً در ناحیه پاشیده شدن آب
	یونهای سولفات	فرسایش ناشی از نمکها/ از دست رفتن قسمتی از بتن، خصوصاً در ناحیه پاشیده شدن آب
	جانورهای دریایی	نشت مواد/ آسیب‌دیدگی مکانیکی در زیر سطح آب
پل‌ها و ابنیه راه	یونهای کلرید از محیط (گرد و غبار و میعان)	خوردگی میلگرد، خصوصاً در سطوح دال‌ها و زیر سازه که آب از بالای آنها چکه کند
ساختمانها	کربناسیون	خوردگی میلگرد روی سطوح خارجی مشاهده می‌شود. درسطوح داخلی احتمال خوردگی ناشی ازکربناسیون کم است مگر آنکه رطوبت درحدکافی باشد.
	کلرید	ممکن است به‌صورت گرد و غبار روی سطوح خارجی تجمع یابد و توسط میعان یا آبهای نشتی کولرها وارد بتن شود
ساختمانهای زیرزمینی یا ساختمانهای در تماس با زمین	سولفاتها	کاهش مقطع بتن
	یونهای کلر	خوردگی میلگرد، خصوصاً در نزدیکی سطح زمین
	فرسایش ناشی از نمکها	خرابی سطح بتن و در درازمدت کاهش مقطع بتن
دال‌های روی زمین	کلرید	خوردگی میلگرد در لایه فوقانی بدلیل اینکه یونهای کلرید از درون این دالها، از زمین عبور می‌کنند و یا اینکه گرد و غبار آلوده به کلرید بر روی آنها توسط باد حرکت می‌کند
کارخانه‌های صنعتی (و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب)	کلرید	خوردگی میلگرد در هر محلی که آب شور در تماس با بتن مسلح قرار می‌گیرد. (خوردگی در زیر سطح آب، در جاهایی که تماس دائمی با آب است و بتن در وضعیت اشباع باقی می‌ماند، احتمالاً صورت نخواهد گرفت)
تونل‌ها	کلرید	خوردگی میلگرد- ابتدا در محل درزها که نشتی دارند، صورت خواهد گرفت
	سولفاتها	کاهش مقطع بتن
نواحی ترافیکی	فرسایش	کاهش مقطع بتن
لوله‌های منتقل کننده فاضلاب	سولفاتها	

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

علایمی که در هنگام بازدید باید مورد توجه قرار گیرند

- ترک‌ها
- آسیب‌دیدگی
- مشاهدات نشت مواد، لکه‌های رطوبت یا رسوبات آهکی
- هرگونه شواهدی از خوردگی میلگرد
- بررسی سازه از نظر هرگونه عملیات تعمیری قبلی.
- ثبت محل و وضعیت درزها.
- کنترل وضعیت تکیه‌گاه‌ها ، برای تامین امکان حرکت آزاد مورد نظر در طراحی و ممانعت از وارد شدن بارهای اضافی بر سازه.

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

برخی از انواع ترک‌خوردگی

- ترک‌خوردگی ناشی از جمع‌شدگی خمیری
- ترک‌خوردگی ناشی از نشست خمیری
- ترک‌خوردگی ناشی از انقباض حرارتی در سنین اولیه
- ترک‌خوردگی ناشی از جمع‌شدگی دراز مدت
- ترک‌خوردگی بر اثر تغییرات درجه حرارت
- ترک‌خوردگی ناشی از واکنش برخی از کانی‌ها با قلیاها (واکنش قلیایی سنگدانه AAR)

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

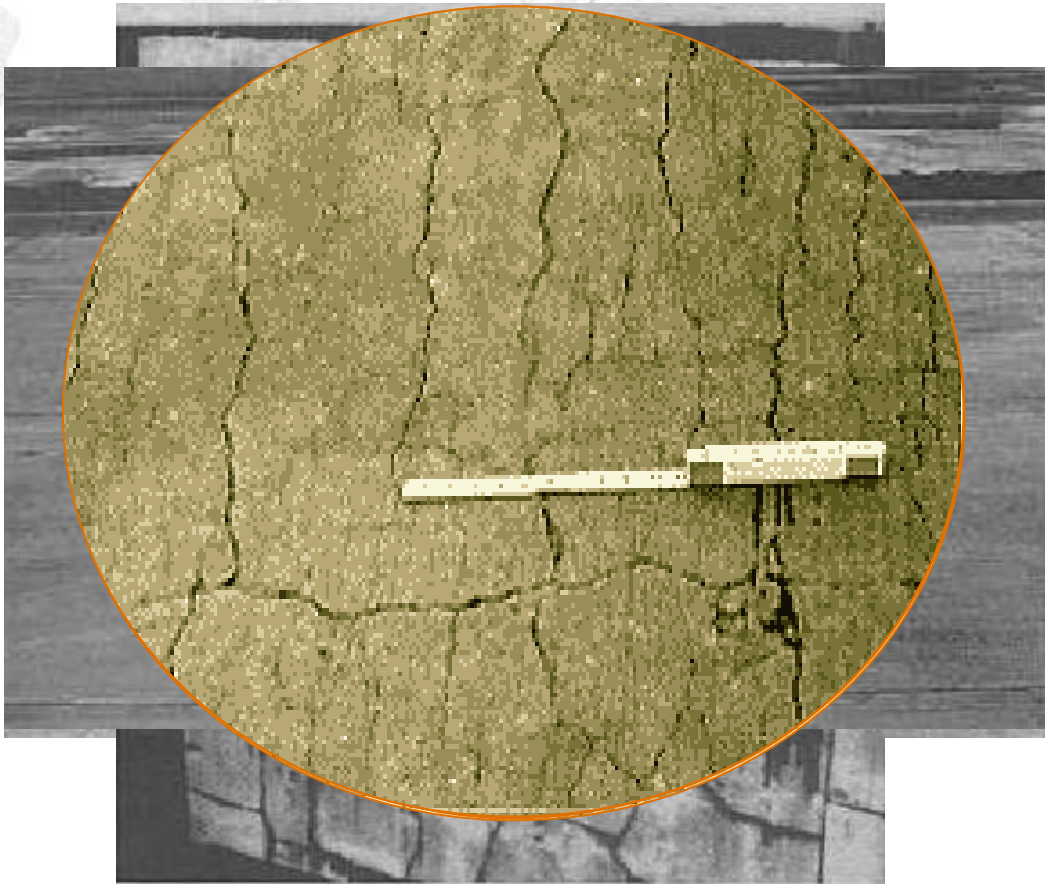
زمانهای احتمالی برای ظاهر شدن علائم برخی از خرابی‌ها

نوع آسیب‌دیدگی	مدت زمان متداول برای ظاهرشدن آن
ترک‌های نشست خمیری و یا پلاستیک	ده دقیقه تا سه ساعت
ترک‌های جمع‌شدگی خمیری و یا پلاستیک	نیم ساعت تا شش ساعت
آسیب‌دیدگی‌های در حین عملیات ساخت	پس از برداشتن قالبها
پدیدآمدن ترک‌های ریز سطحی	یک تا هفت روز- گاهی کمی دیرتر
ترک‌های اولیه انقباض حرارتی	یک روز تا دو الی سه هفته
ترک‌های درازمدت جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن	چند هفته تا چند ماه
حمله مواد شیمیایی (شامل حمله سولفاتها)	چند ماه تا چند سال، که بستگی به نوع مصالح بکار رفته دارد
آسیب‌دیدگی ناشی از تغییرات حرارت (فصلی)	احتمالاً تا یکسال، اما ممکن است طولانی‌تر باشد
واکنش قلیایی- سیلیسی سنگدانه	چند سال
خوردگی میلگردها	چندسال، اما ممکن است کوتاهتر باشد

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

تعدادی از انواع آسیب دیدگیهای بتن



- ترکهای های ناشی از ASR :

طرحی از ترکهای ناشی از ASRکه در تمام سطح دال پیشرفت نموده

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

ابزار تکمیلی

- بازرسی ظاهری یکی از مفیدترین و فراگیرترین روشهای آزمون غیر مخرب است.
- میزان تاثیرگذاری این روش به تجربه و دانش شخص بازرس بستگی دارد.
- محدودیت بازرسی ظاهری این است که: فقط سطح ظاهری بتن مورد بررسی قرار می گیرد.

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

ابزار تکمیلی

- برای جبران این محدودیت باید از آزمون های تکمیلی استفاده نمود.
  - استفاده از ذره بین
  - استفاده از میکروسکوپ های مخصوص دستی

- با افزایش بزرگ نمائی، طول کانونی کاهش می یابد، در نتیجه عدسی باید نزدیکتر به سطح نگاه داشته شود.
- با افزایش بزرگ نمائی، وسعت دید کاهش پیدا می کند در نتیجه بازرسی یک سطح وسیع با بزرگ نمائی زیاد بسیار خسته کننده است.
- در مواردی که عمق دید و بزرگ نمائی زیاد است، نیاز به نور کافی می باشد.

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

- برای بررسی ترک ها، بهترین وسیله یک ذره بین کوچک دستی است که روی عدسی آن درجه بندی شده باشد.
- استفاده از استریومیکروسکوپ به بررسی سه بعدی ترک ها و سطح ظاهری بتن کمک میکند.
  - Fiber scope
  - Bore scope

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

انواع روشهای آزمون غیر مخرب

- فرکانس تشدید
- پوشش یابی به روش الکترو مغناطیس
- تعیین مقاومت الکتریکی
- نیم پیل
- رادیوگرافی
- رادیو متری
- جذب سطحی
- نفوذپذیری
- تعیین زمان بلوغ
- ترموگرافی
- رادار
- سرعت امواج مافوق صوت

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن –انجمن بتن ایران
raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

انواع روشهای آزمون غیر مخرب

- روش پاسخ دینامیک
- سختی سطح
- شکست داخلی
- بیرون کشیدن از سطح
- کشیدن از سطح
- شکست
- مقاومت در برابر نفوذ
- عمق کربناسیون
- لنتشار امواج اکوستیکی
- اندازه گیری کرنش

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن –انجمن بتن ایران
raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

آزمایش های نزدیک به سطح

۱ – شکست داخلی

۲- بیرون کشیدن

۳-کشیدن از سطح

۴- مقاومت در برابر نفوذ

۵- شکست

۶- عدد بازگشت

در مواردیکه کیفیت سطح بتن با مغز بتن یکسان است باید انجام شوند
(کیفیت سطح بتن نماینده کیفیت کل بتن باشد).

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

کاربردها :

- مقایسه بین نتایج آزمایش های مختلف
- تخمین مقاومت بتن درجا
- کنترل یکنواختی کیفیت بتن
- کفایت برای تعمیر
- ارزیابی و مانیتور کردن درازمدت بتن

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

انتخاب روش آزمون

- براساس هدف از انجام آزمون پارامترهای کلی و طبیعی بتن مورد بررسی باید انتخاب انجام شود .
- مقاومت بتن ، خرابی و آسیب دیدگی های سطحی ، ابعاد عضو، آمکان آماده سازی و مقدمات آزمون
- در جداول مربوطه (در استانداردها) دقت و مشخصات آزمون ها ارائه شده است .

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

تعداد نسبی قرائت‌های لازم برای آزمون های مختلف

روش آزمون	تعداد قرائت‌های هر محل	
	Bungey and Millard	BS 1881: Part 207
مغزه‌گیری با ابعاد استاندارد	۳	–
مغزه‌گیری با اندازه کوچک	۹	–
چکش اشمیت	۱۲	–
سرعت پالس‌های مافوق صوت	۱	–
ترک خوردگی داخلی	٦	٦
آزمایش مقاومت دربرابر نفوذ	۳	۳
آزمایش بیرون کشیدن	٦	٤
آزمایش کشیدن از سطح	۳	٦
آزمایش شکست	۳	٥

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

دقت و عمق مؤثر روشهای مختلف تخمین مقاومت فشاری

نوع آزمایش	دقت تخمین	عمق مؤثر (Cm)
چکش اشمیت	با استفاده از رابطه همبستگي اختصاصي ±%25	3
کشیدن از سطح Pull off	با استفاده از رابطه همبستگي اختصاصي ±%15	(*)0.5
بیرون کشیدن Pull out	با استفاده از رابطه همبستگي اختصاصي ±%15 با استفاده از رابطه همبستگي عمومي ±%20	2.5
مافوق صوت	با استفاده از رابطه همبستگي اختصاصي ±%20	تا عمقي كه قرائت امكان پذير باشد

× در صورت استفاده از مغزه گيري ، عمق مورد ارزيابي بستگي به عمق مغزه دارد

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

آزمون عدد بازگشت (چکش اشمیت)



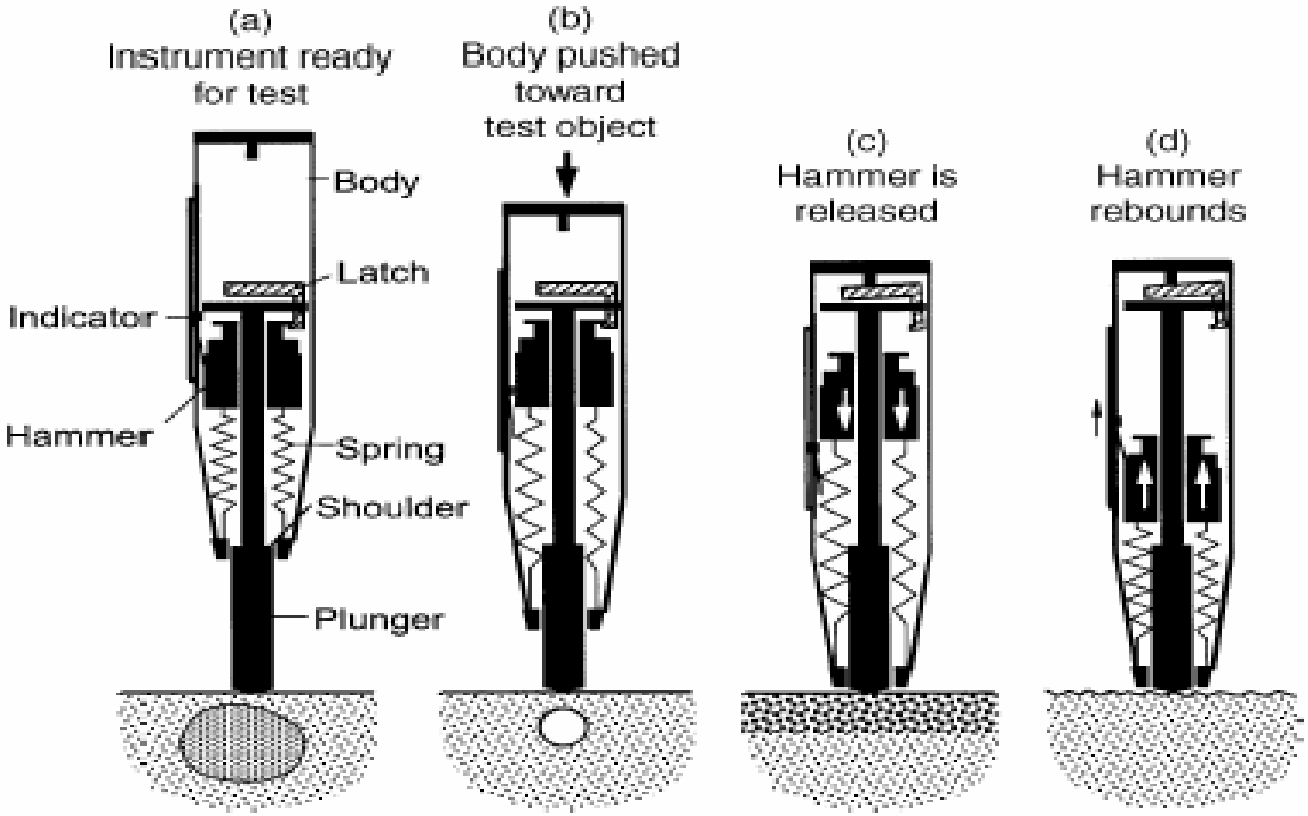
- **دامنه کاربرد**

  - تعیین کیفیت لایه سطحی بتن
  - کنترل یکنواختی بتن
  - تعیین زمان قالب برداری
  - تخمین مقاومت بتن

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن –انجمن بتن ایران
raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

آزمون عدد بازگشت (چکش اشمیت)



pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

آزمون عدد بازگشت (چکش اشمیت)

عوامل مؤثر در آزمایش

- مقاومت بتن
  - نوع و عیار سیمان ، نوع سنگدانه ، نحوه عمل آوری و سن بتن
- شرایط سطح بتن
- نوع بتن
- شرایط رطوبت
- کربناسیون
- امتداد آزمایش

روش آزمایش

- اطمینان از کالیبره بودن دستگاه
- مشابه بودن قسمتهای مورد آزمایش در یک سازه
- تمیز و مسطح بودن سطح مورد آزمایش

– عدم انجام آزمایش روی سطوحی که لایه های زیر آن دارای تراکم نا مناسب ، قلوه کن شدگی و ... میباشند-

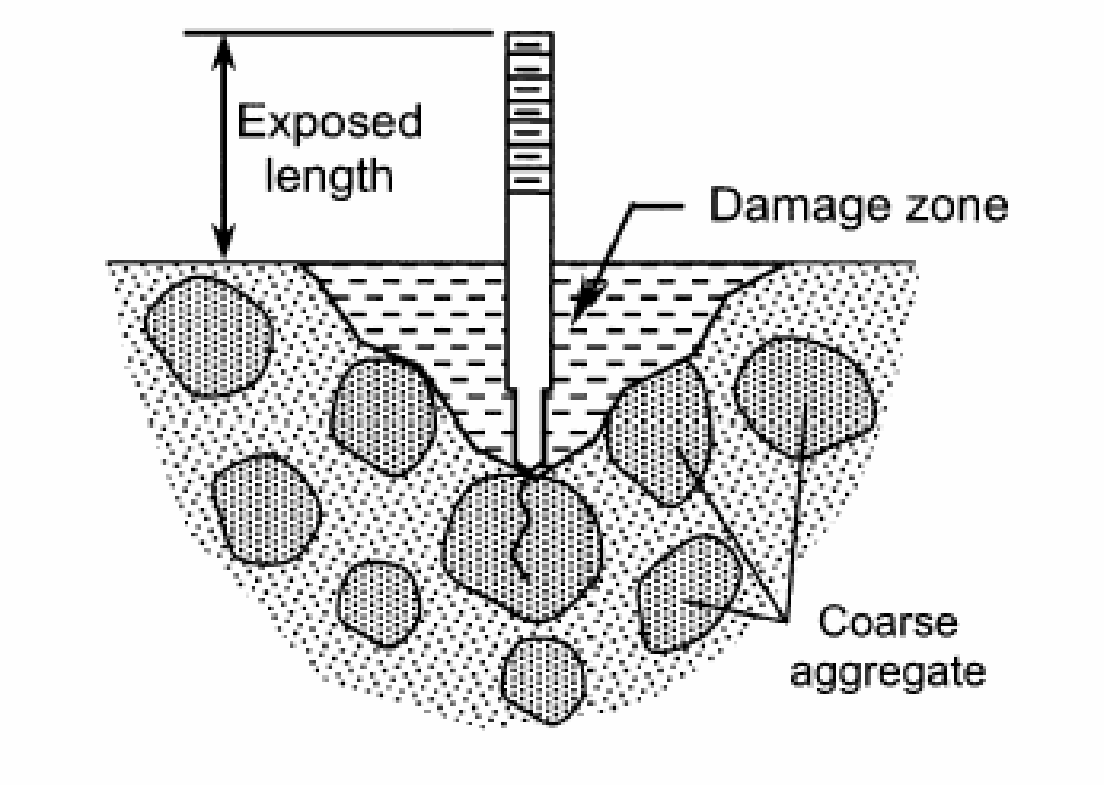
- رعایت فاصله بین " نقاط مورد آزمایش" و " نقطه مورد آزمایش و انتهای عضو "

– حداقل فاصله مجاز ۲۰ میلیمتر میباشد

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن –انجمن بتن ایران
raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

مقاومت در برابر نفوذ



raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

تاثیر نوع سنگدانه بر عمق نفوذ

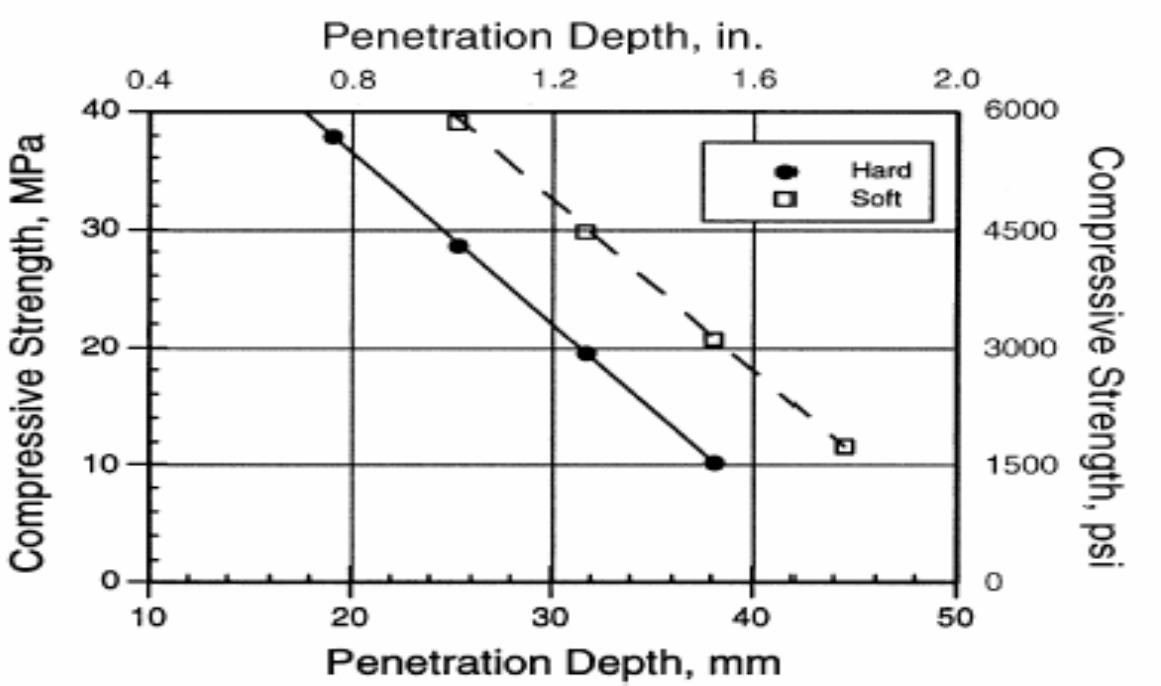


Fig. 2.4—Effect of aggregate type on relationship between concrete strength and depth of probe penetration.

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

آزمون (Pull - out) بیرون کشیدن

روش انجام آزمایش:

- نصب در بتن تازه(LOK)
- نصب در بتن سخت شده(Capo)

عوامل موثر:

- نوع سنگدانه
- ضخامت و جنس صفحه مدور
- میزان رطوبت بتن

raissghasemi@bhrc.ac.ir

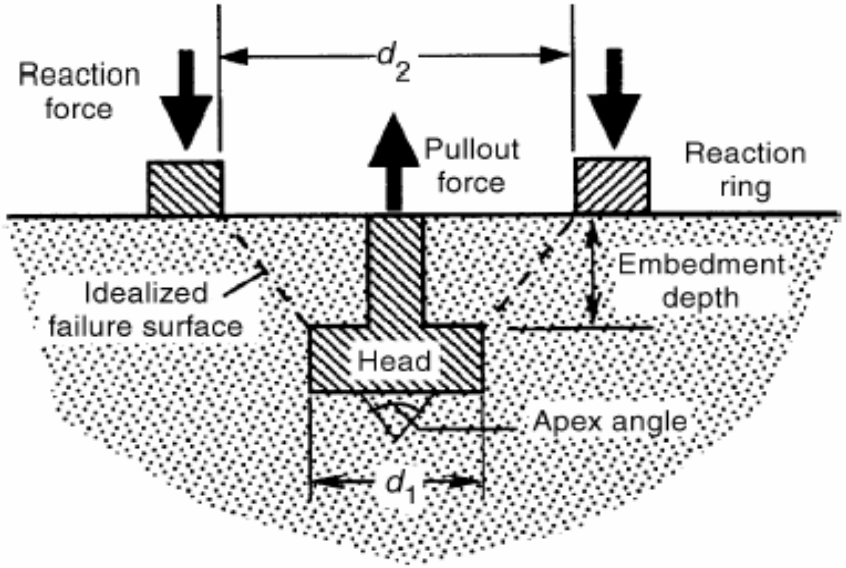
pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

- **دقت آمایش:**

- میانگین ۴ نتیجه دارای ۲۰± درصد دقت با استفاده از منحنی کالیبره عمومی و ۱۰ ± درصد با استفاده از منحنی کالیبره خصوصی میباشد

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

آزمون بیرون کشیدن Pull out



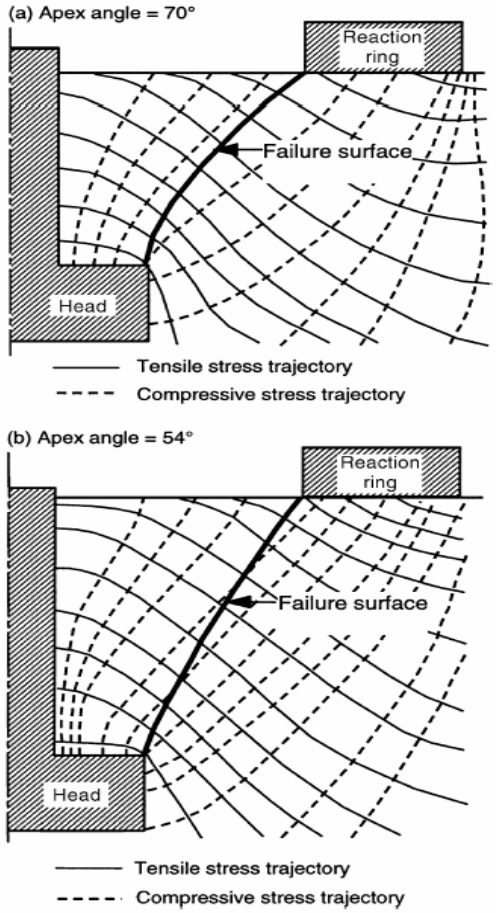


Fig. 2.6—Principal stress trajectories before cracking for pullout test in a homogeneous material and measured fracture surfaces in physical tests (Stone and Carino 1984).

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن –انجمن بتن ایران
raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

آزمون بیرون کشیدن CAPO

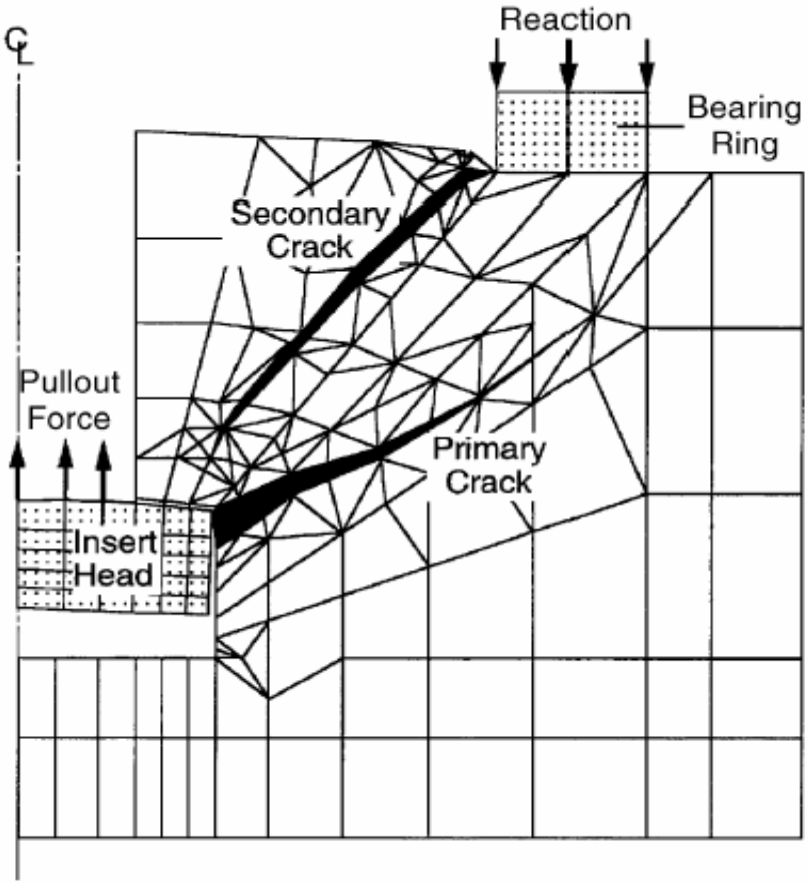


Fig. 2.7—Circumferential cracks predicted by nonlinear fracture mechanics analysis of pullout test by Hellier et al. (1987).

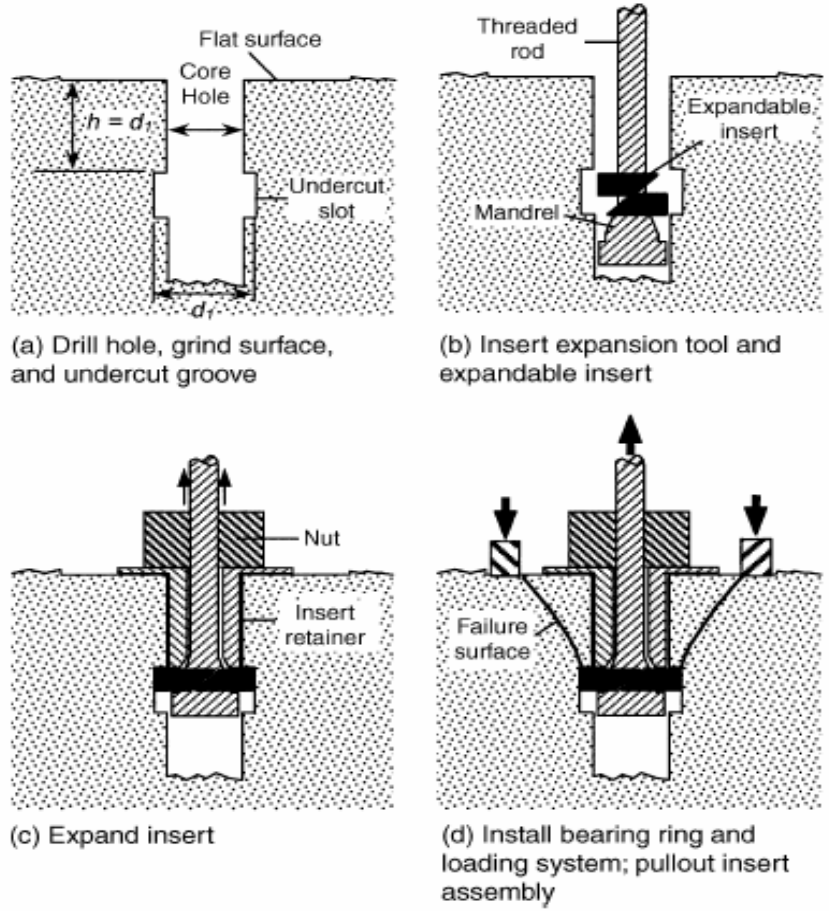
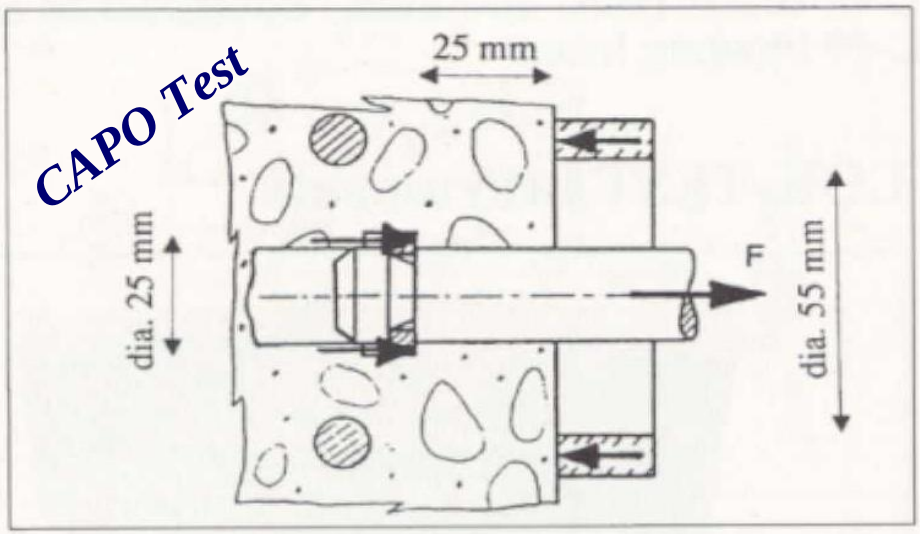


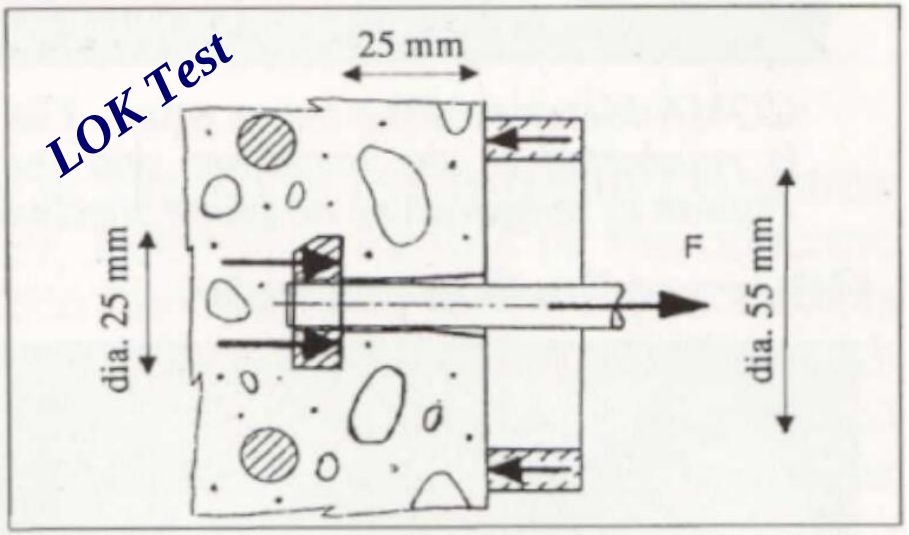
Fig. 2.8—Technique for post-installed pullout test (ASTM C 900).

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن –انجمن بتن ایران
raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

آزمون (Pull - out) بیرون کشیدن

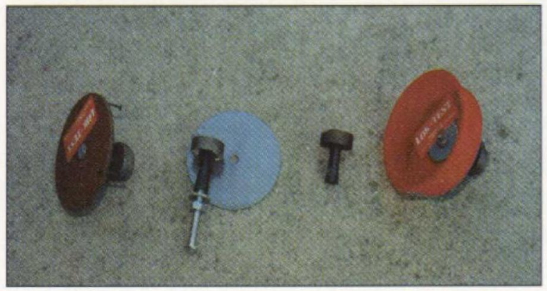


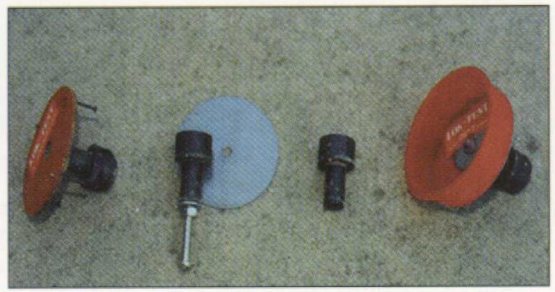


The CAPO-TEST Inserts



LOK-TEST Inserts for embeddment in the fresh concrete

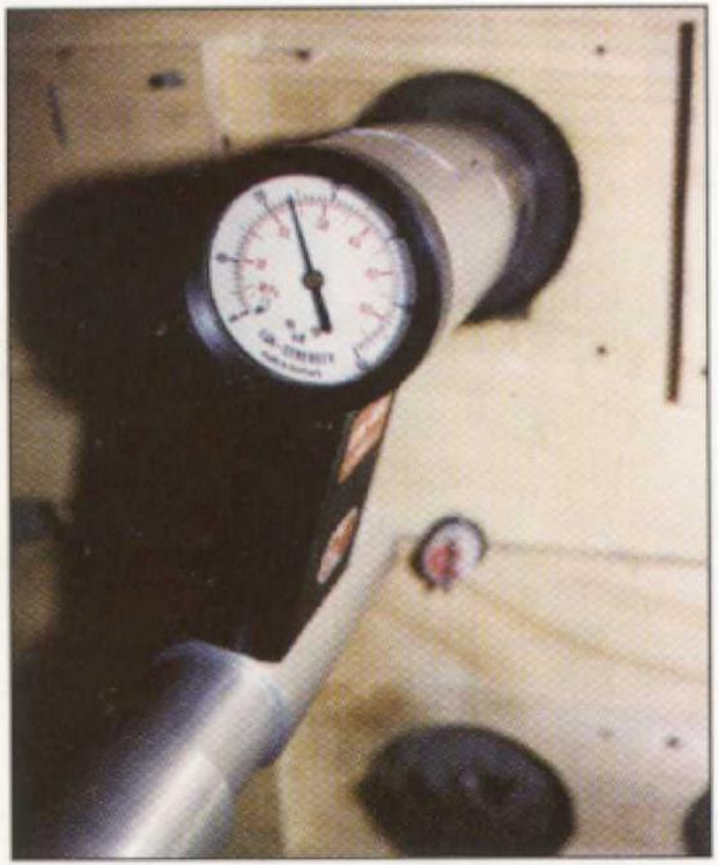


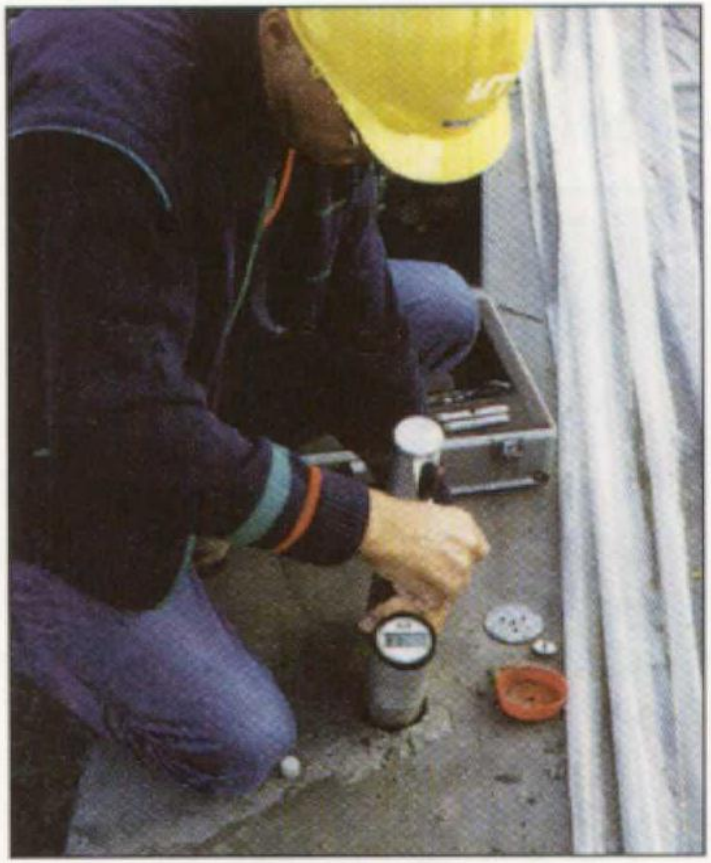


مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن –انجمن بتن ایران
raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

آزمون (Pull - out) بیرون کشیدن

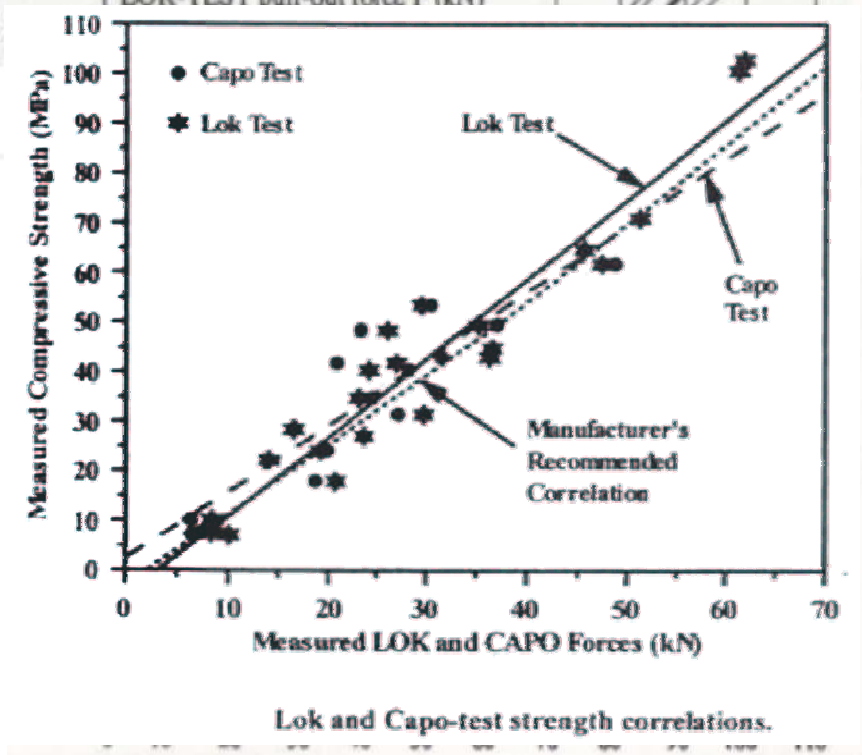




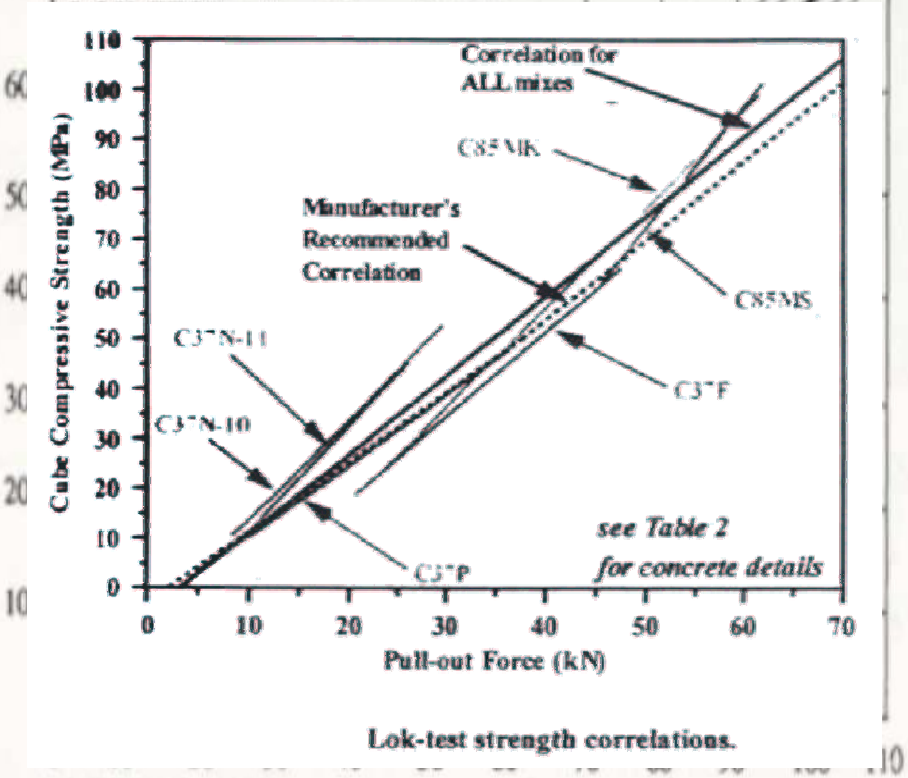
raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

رابطه همبستگی عمومی (منحنی کالیبره عمومی) CAPO & LOK Test



Lok and Capo-test strength correlations.

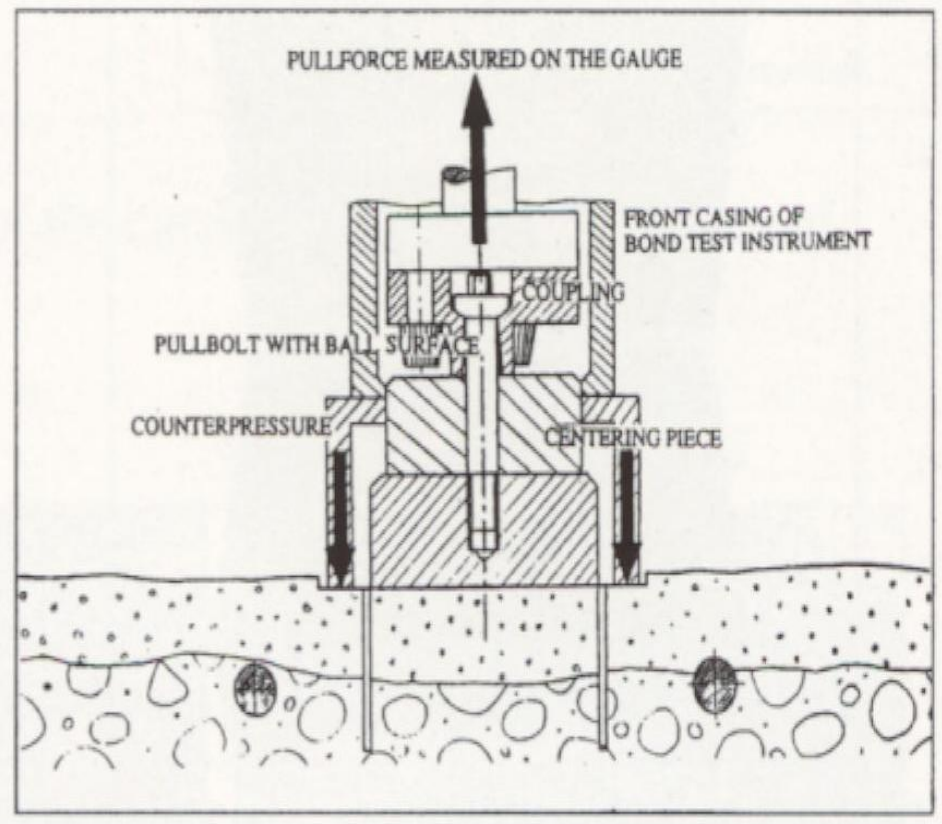


Lok-test strength correlations.

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

آزمون (Pull - off) کشیدن از سطح



روش انجام آزمایش:

- با مغزه گیری
- بدون مغزه گیری

عوامل موثر:

- نوع سنگدانه
- ضخامت و جنس صفحه مدور
- میزان رطوبت بتن

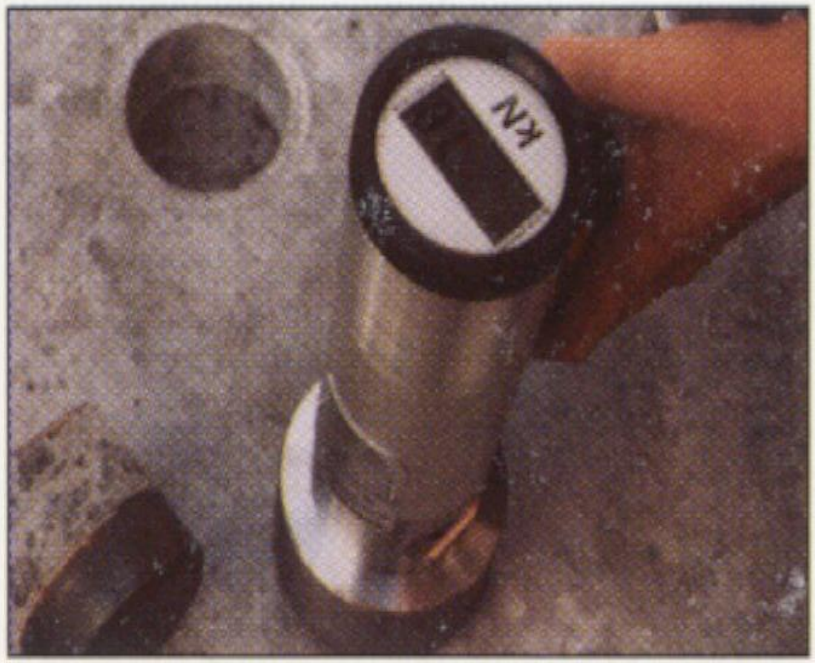
دقت آمایش:

میانگین ۶ نتیجه دارای ۱۵± درصد دقت میباشد

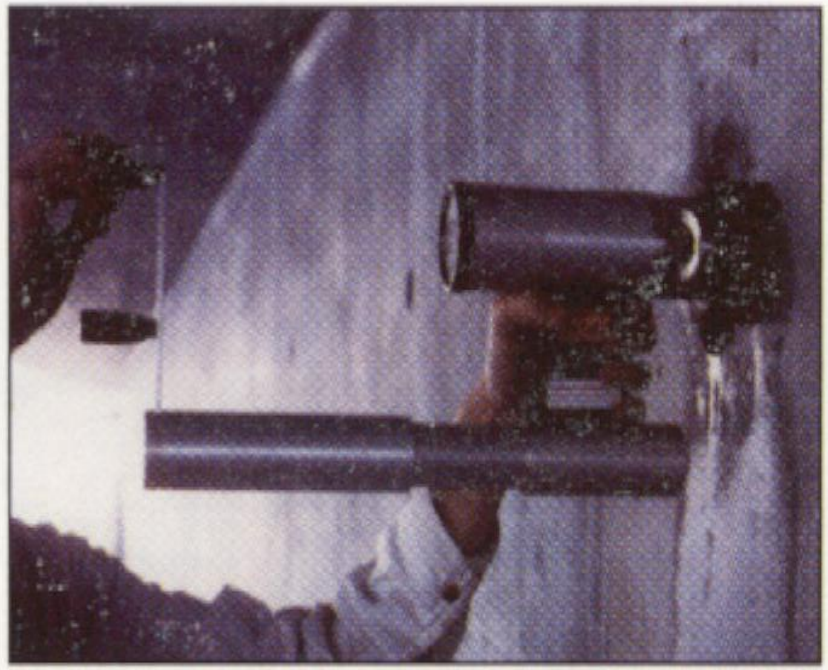
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن –انجمن بتن ایران
raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

آزمون (Pull - off) کشیدن از سطح



Testing for adhesion of runway overlay



Adhesion testing of repaired bridge girder

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن –انجمن بتن ایران
raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

Break off شکست

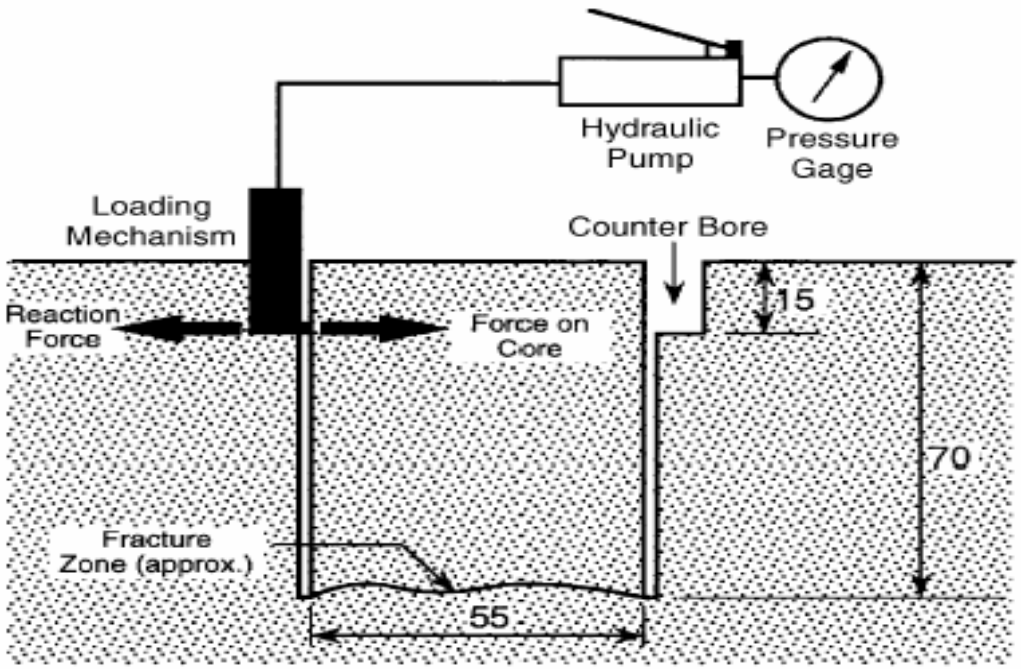


Fig. 2.9—Schematic of break-off test.

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

امواج طولی (فشاری)

- روش های متعددی از آزمون های غیر مخرب بتن بر اساس انتشار امواج طولی توسعه یافته است.
  - امواج مافوق صوت برای تعیین مکان اسیب دیدگی های غیر معمول در عضو
  - امواج بازتابی (Echo) برای تعیین ضخامت عضو و همچنین ترک یابی
  - آنالیز طیفی امواج سطحی برای تعیین ضخامت روسازی ها و تعیین مدول الاستیسیته لایه های یک سیستم روسازی
- امواج طولی هنگامیکه فشار یا تغییر شکل ناگهانی روی سطح یک جسم جامد اتفاق بیافتد (مانند ضربه زدن)، ایجاد می گردد.
- سرعت انتشار امواج طولی تابعی از مدول الاستیسیته، مدول یانگ، جرم مخصوص، و هندسه جسم جامد الاستیک می باشد.

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

- هنگامیکه یک ضربه ناگهانی به سطح یک جسم جامد وارد می شود:
  - امواج P
  - امواج S
  - امواج R
- با توجه به روابط فیزیکی و پارامترهای موثر بر سرعت انتشار هر یک از امواج فوق، موج مورد استفاده در آزمون های غیر مخرب بتن، امواج P (طولی، فشاری) است.
- در حقیقت این امواج در سطح تماس هوا و بتن بازتاب کرده و از هوا عبور نمی کنند.

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

روش انتقال مافوق صوت

دامنه کاربرد:

- تعیین مقاومت بتن
- تعیین مدول الاستیسیته و ضریب پوآسن
- تعیین یکنواختی بتن
- کشف حفرات و نارسائی های دیگر مانند آتش سوزی ، یخبندان،جداشدگی لایه ها و ...
- کشف وجود ترک و اندازه گیری عمق آن

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

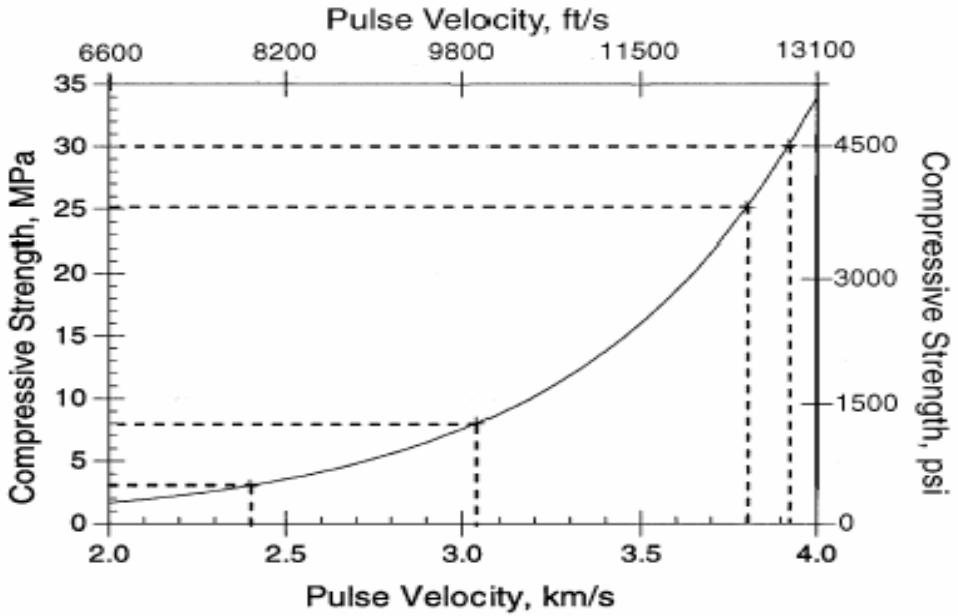
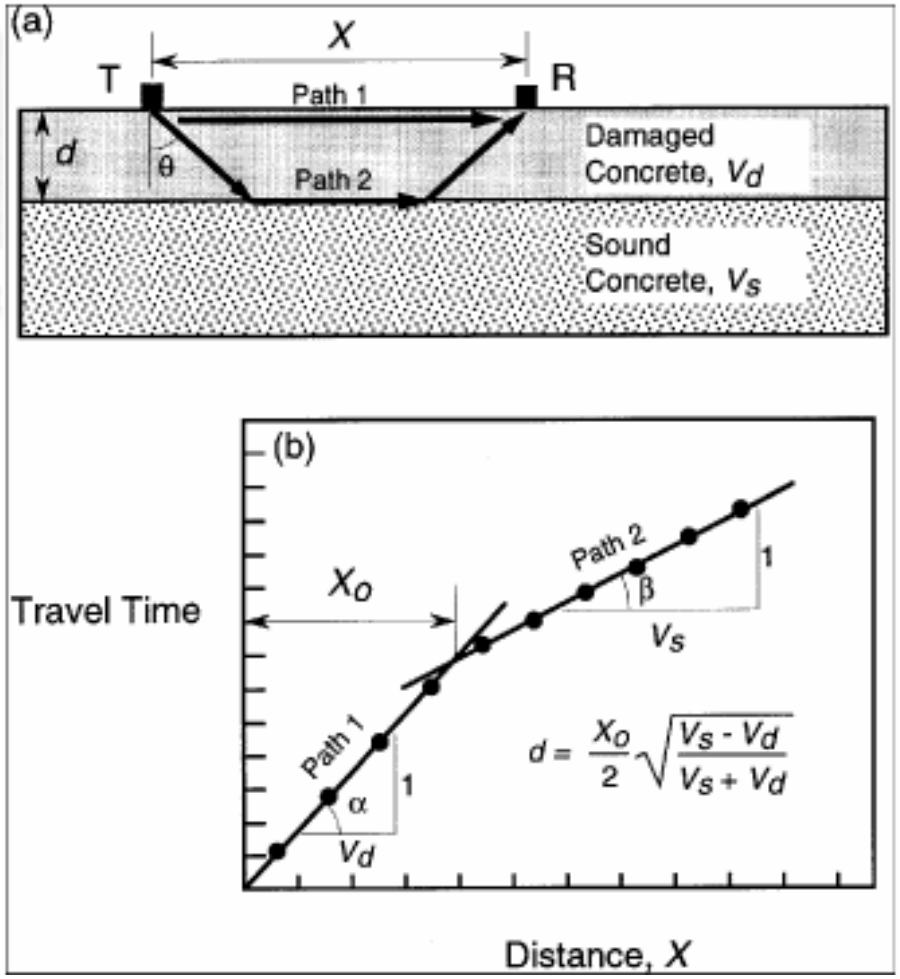


Fig. 2.11—Schematic of typical relationship between pulse velocity and compressive strength of a given concrete mixture.

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

روش انتقال مافوق صوت

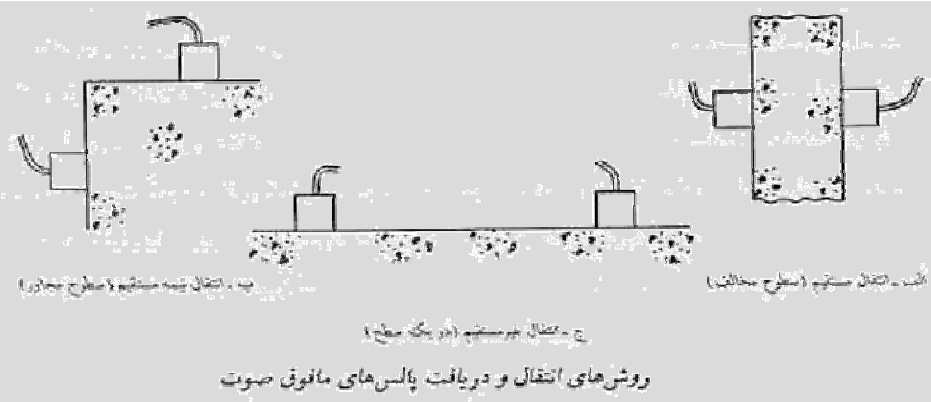


- توجه شود در مواردیکه کیفیت بتن لایه روئی از لایه زیری بهتر باشد، از این روش برای تعیین ضخامت بتن نمی‌توان استفاده نمود.
- از این روش بطور مثال برای مواردی که بتن در معرض یخبندان یا آتش سوزی قرار گرفته و لایه سطحی بتن آسیب دیده است، می‌توان استفاده نمود.

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

آرایش (مبدل):

- مستقیم :دقت زیادی دارد . بیشتر انرژی در بین دو مبدل منتقل می شود .
- نیمه مستقیم : دقت آن بین دو آرایش دیگر است . فاصله بین دو مبدل باید اندازه گیری شود . مثابه آرایش مستقیم است .
- غیر مستقیم : در صورتیکه اندازه گیری به روش مستقیم یا نیمه مستقیم امکان پذیر نیست ، باید از این روش استفاده شود . کمترین میزان دقت را دارد . برای اندازه گیری ترک های سطحی یا کیفیت سطحی بتن استفاده می شود .



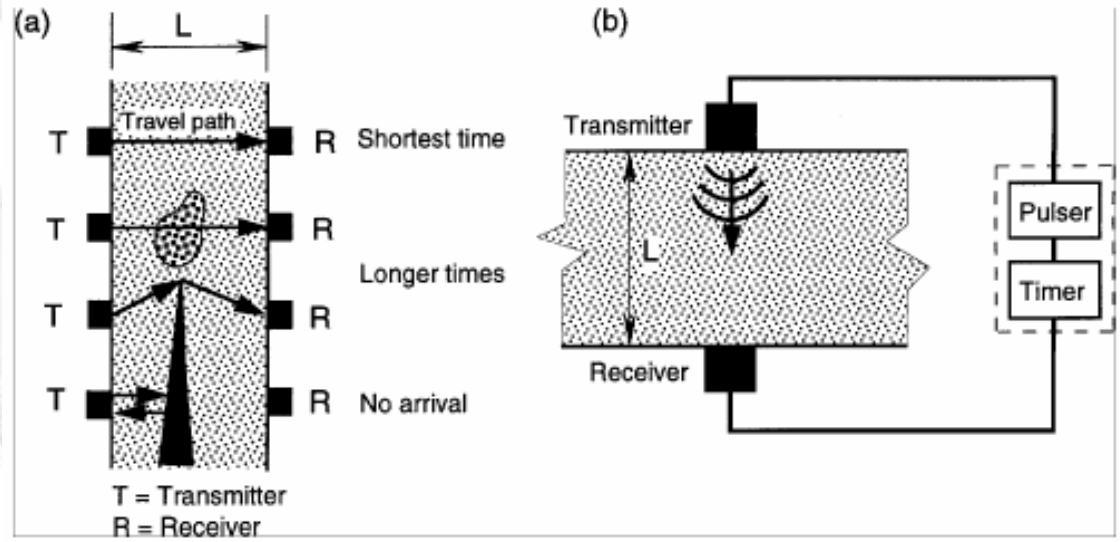
روش‌های انتقال و دریافت پالس‌های مافوق صوت

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

تجهیزات

- اجزاء اصلی شامل:
  - ۱- مبدل فرستنده
  - ۲- مبدل گیرنده
  - ۳- تولید کننده پالس
  - ۴- زمان سنج

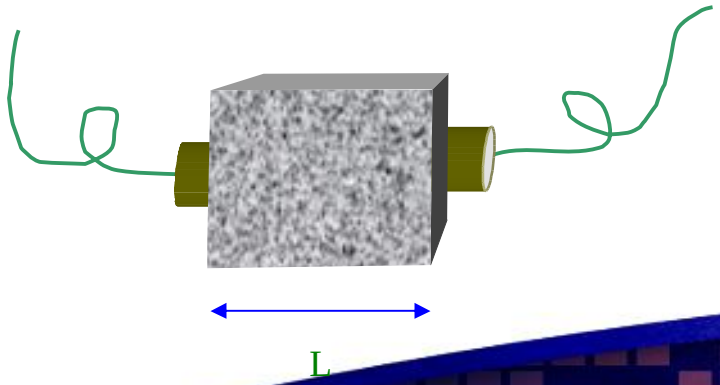


$$V = L/T$$

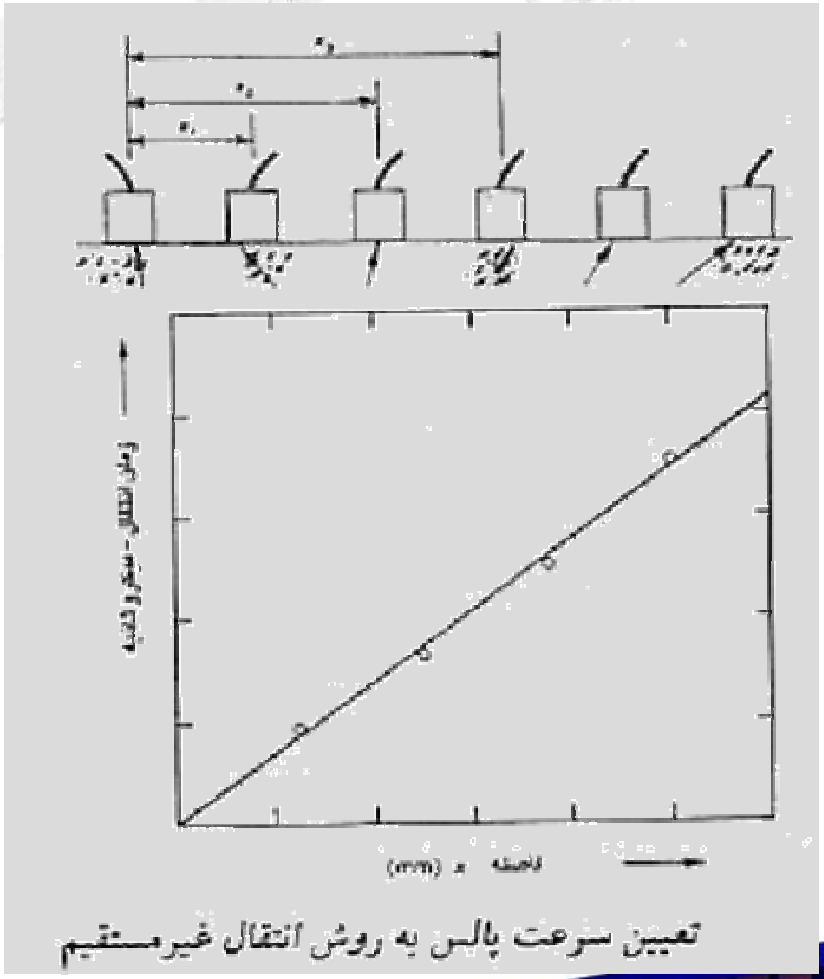
V: سرعت پالس Km/s یا m/s

L: طول مسیر پالس

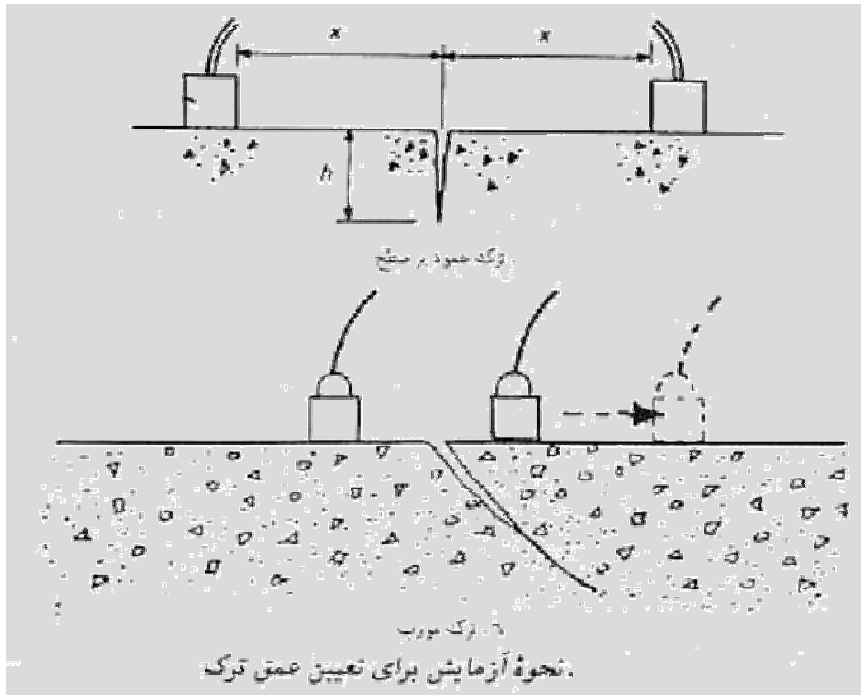
T: زمان عبور پالس



pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!



تعیین سرعت پالس به روش انتقال غیرمستقیم



نحوهٔ آزمایش برای تعیین عمق ترک

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

- مبدل‌های فرستنده و گیرنده باید به نحو مناسب روس سطح بتن قرا گیرند.
- فرستنده از جنس سرامیک پیزوالکتریک ساخته می‌شود.
- مواد پیزوالکتریک، موادی هستند که در صورت اعمال ولتاژ به آنها، ابعادشان تغییر می‌کند.
- تولید کننده پالس ولتاژ زیادی را به فرستنده اعمال می‌کند، این اعمال ناگهانی ولتاژ سبب ارتعاش فرستنده در فرکانس طبیعی آن می‌شود.

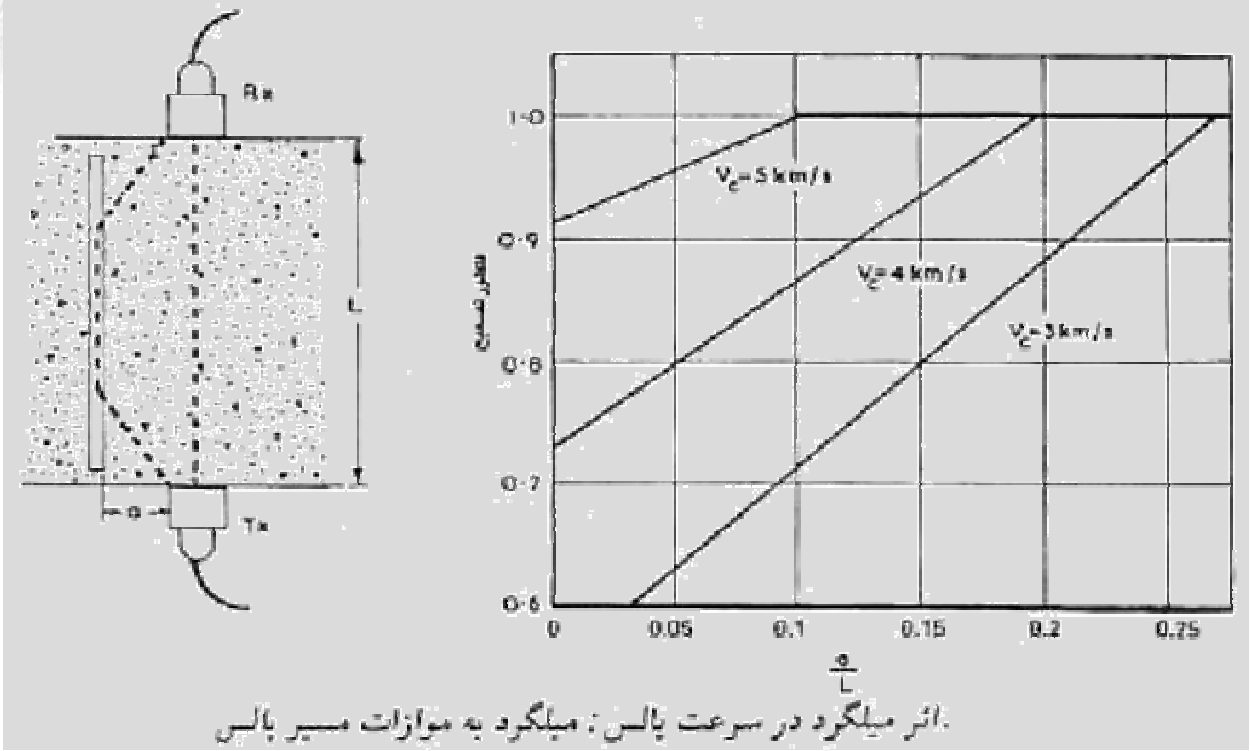
pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

- لرزش فرستنده سبب ایجاد امواج طولی (فشاری) شده که در عضو، انتشار پیدا می‌کند. در همان لحظه، یک زمان سنج دقیق شروع بکار می‌کند.
- زمانیکه پالس به گیرنده می‌رسد، ولتاژ تغییر کرده و زمان سنج خاموش می‌شود.
- الزامات مورد نیاز برای تجهیزات در استاندارد ASTM C597 ارائه شده است.
- فرستنده و گیرنده باید با یک ماده ویسکوز (مانند گریس و یا ژل مخصوص) روی سطح متصل شوند.
- جهت آزمون از مبدل‌هایی با فرکانس تشدید مختلف می‌توان استفاده نمود. فرکانس معمول ۵۰ kHz می‌باشد.
- برای بتن‌های حجیم از فرکانس ۲۰ kHz و برای قطعات با ضخامت کم از فرکانس تشدید ۱۰۰ kHz استفاده می‌شود.

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

تصحیح اثر میلگرد



اثر میلگرد در سرعت پالس : میلگرد به موازات مسیر پالس

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن –انجمن بتن ایران

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine

Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

پارامترهای موثر بر سرعت پالس

- درصد رطوبت :
  - بسیار مهم است ، خصوصا وقتی که می خواهیم رابطه همبستگی بین سرعت پالس و مقاومت بتن بدست آوریم .(درصد رطوبت مهم از لحاظ فیزیکی و هم از لحاظ شیمیائی موثر است)
- دمای بتن :
  - در محدوده ۱۰ تا ۳۰ تاثیر قابل توجهی ندارد . جدولی برای تصحیح آن ارائه شده است .

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

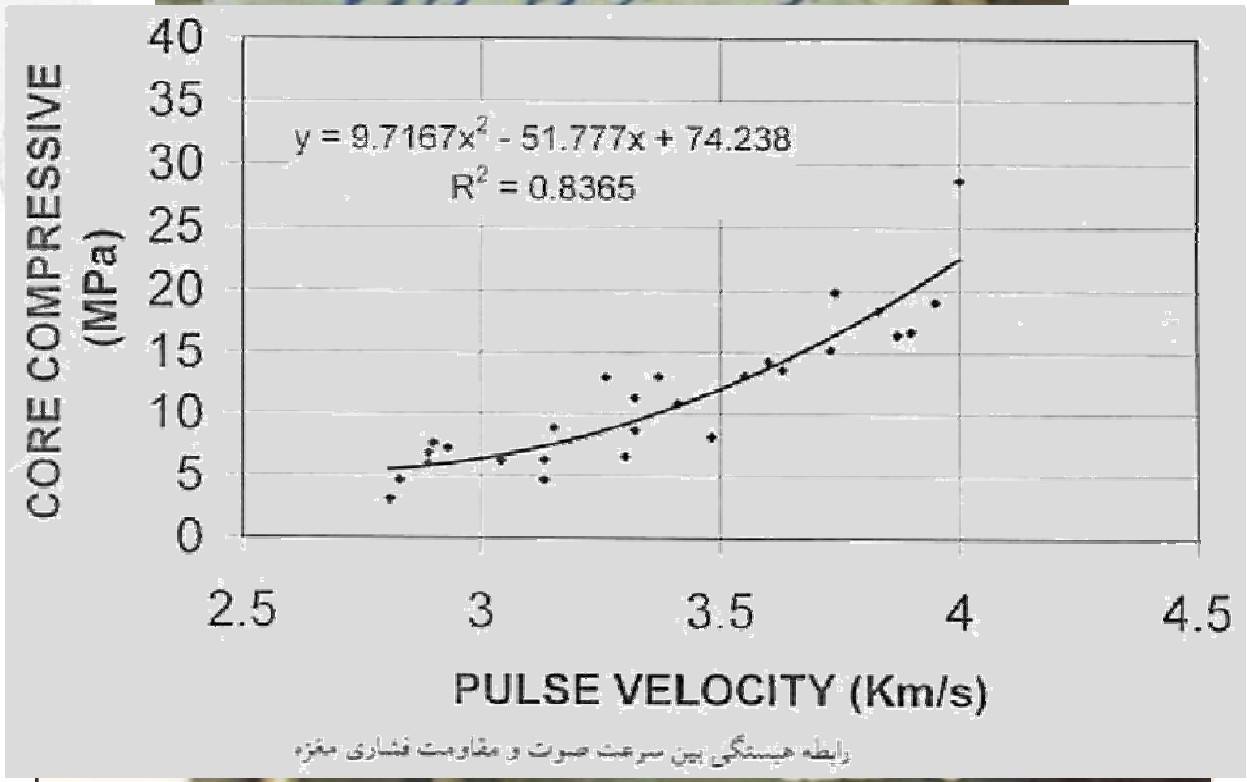
پارامترهای موثر بر سرعت پالس

- طول مسیر :
  - باید طول مسیر اندازه گیری به اندازه ای باشد که برخی از غیر یکنواختی های طبیعی بتن ، درآن تاثیر نگذارد . بطور مثال برای Dmax=20 mm حداقل طول مسیر باید ۱۰۰ باشد و برای 20<Dmax<40 باید ۱۵۰ میلیمتر باشد . بطور کلی طول مسیر تاثیری بر زمان انتقال ندارد .بطور کلی طول مسیر تاثیری بر زمان انتقال ندارد .
- شکل و ابعاد آزمونه :
  - شکل و ابعاد آزمونه بر سرعت عبور پالس موثر می باشد . نسبت طول موج به حداقل بعد جانبی (عرضی) آزمونه به مقدار کاهش سرعت پالس موثر می باشد . در جدول حداقل بعد جانبی آزمونه ارائه شده است .
- تاثیر میلگرد ها :
  - تعداد ، قطر و راستایی قرار گیری میلگردها موثر می باشد .

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

نتایج یک مورد تحقیقاتی منظور ارزیابی مقاومت فشاری درجای بتن



رابطه همبستگی بین سرعت صوت و مقاومت فشاری مغزه

- تعیین مقاومت فشار ی با استفاده از مغزه گیری
- تعیین یکنواختی سطح بتن و تخمین مقاومت بر اساس رابطه همبستگی خصوصی چکش اشمیت
- تعیین یکنواختی سطح بتن و تخمین مقاومت بر اساس رابطه همبستگی خصوصی سرعت امواج مافوق صوت
- تعیین تعداد ، قطر و پوشش آرماتورها

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن –انجمن بتن ایران
raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

جدول ۱۷ - مقایسه نتایج مقاومت فشاری تخمین زده شده از نتایج چکش اشمیت و امواج مافوق صوت

مشخصه مغزه	مقاومت فشاری تخمینی از نتایج آزمایش چکش (MPa)	مقاومت فشاری تخمینی از نتایج آزمایش مافوق صوت (MPa)
B1-C5-4	۶/۷	۵/۵
B2-B5-2	۵/۸۲	۶/۵
B2-C3-2	۴/۷	۷/۴
B4-B5-1	۱	۱۸/۹
B4-C6-1	۱۷/۵	۱۸/۹
B4-B5-4	۴/۹۶	۵/۵
B4-C2-4	۴/۹۳	۵/۳
B10-A2-1	۷/۷۵	۱۰/۵
B10-B4-1	۹/۹۵	۱۴/۵
B10-C5-1	۲/۷۴	۹/۸۳
B10-B2-2	۱۶/۴۳	۷/۳
B13-A2-1	۲۳/۴	۲۰/۳
B13-A5-1	۲۰/۳	۱۷/۳
B13-B3-1	۲۰/۱	۲۶/۴
B13-C3-1	۱۶/۳	۱۸/۵
B13-A5-2	۲۰/۲	۵/۵
B1-B5-1	۱۵/۸۲	۱۲/۵
B1-B4-1	۱۷/۲۱	۱۵/۷
B1-C5-1	۳۵/۳۵	۲۱/۱
B1-D5-1	۸/۱۳	۶/۷
B1-B5-2	۴/۷	۹/۴
B1-C2-2	۴/۵	۵/۷
B1-C4-2	۰	۵/۶
B1-D5-2	۴/۵	۷/۳
B1-D6-2		

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

مرکز تحقیقات ساخت
asemi@bhrc.ac.ir

روش اکو مافوق صوت Ultrasonic-echo

- در برخی از موارد امکان دسترسی به هر دو وجه بتن امکان پذیر نمی‌باشد، و نیاز است تا بررسی در خصوص محل و عمق آسیب دیدگی از یک وجه بتن انجام گیرد، در این موارد می‌توان از روش پالس بازتابی echo استفاده نمود.
- اساس روش آزمون:
  - در این روش امواج طولی به داخل عضو ارسال شده و بازتاب برگشتی بر روی سطح، قابل بررسی می‌باشد.
- امواج انتشار یافته در عضو، توسط هر نوع عیب و یا وجه مقابل عضو، منعکس می‌شوند.
- امواج باز تابیده و یا پژواک پالس‌ها، توسط همان مبدل ارسال کننده که بر روی سطح می‌باشد، مانیتور می گردد.

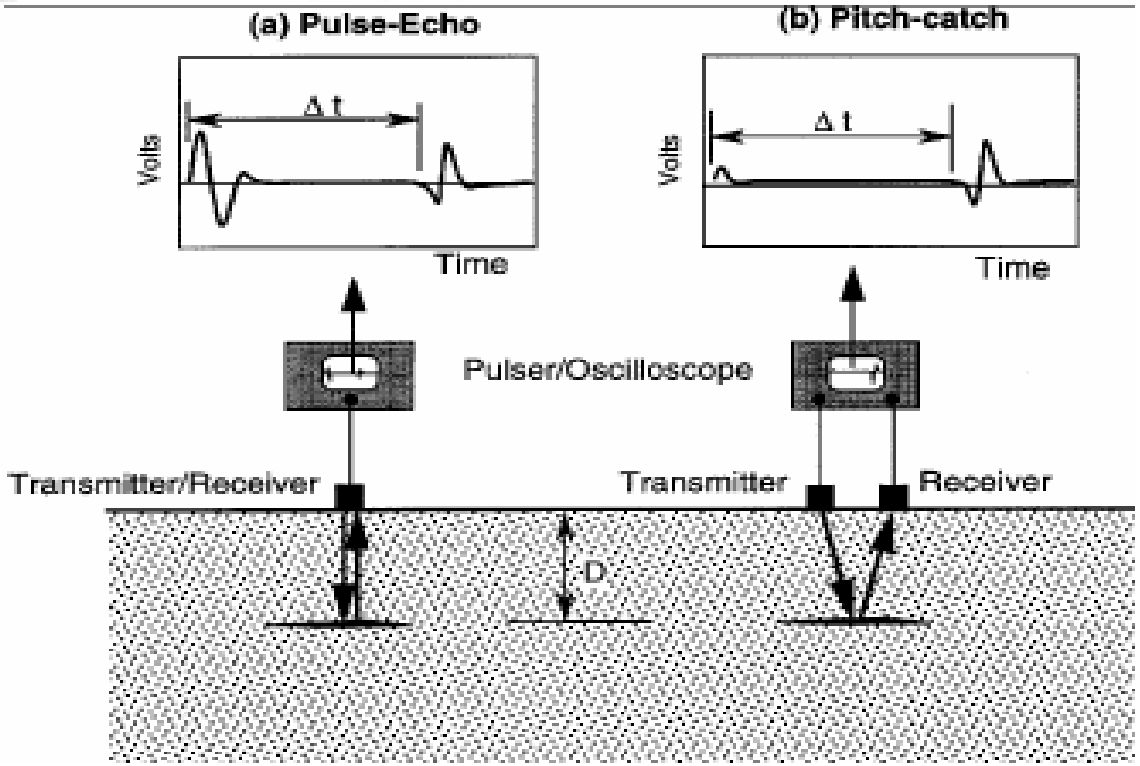
raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

- در سال‌های اخیر با توسعه این روش به‌جای یک مبدل از دو مبدل (فرستنده و گیرنده) که نزدیک هم قرار می‌گیرند استفاده می‌شود.
- به این روش Pitch-Catch اطلاق می‌شود.
- تجهیزات:
  - ابزار اصلی در این روش، مبدل‌های فرستنده و گیرنده، تولید کننده پالس و یک اسیلوسکوپ می‌باشد.
- فرستنده و گیرنده مورد استفاده دارای زمان انتقال کوتاه، فرکانس کم (۲۰۰ kHz) است.
- از آنجائیکه ساخت این‌چنین مبدل‌هایی سخت و دارای ابعاد بزرگی هستند که اتصال آن‌ها را به سطح بتن دشوار می‌کند، در سالهای اخیر تغییراتی در مبدل‌ها داده شده‌است، ولی عمق مفید آن‌ها به ۲۵۰ میلی‌متر کاهش یافته است.

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

روش Pulse-echo و Pitch-Catch



raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

نمونه از نتایج آزمون Pulse-echo

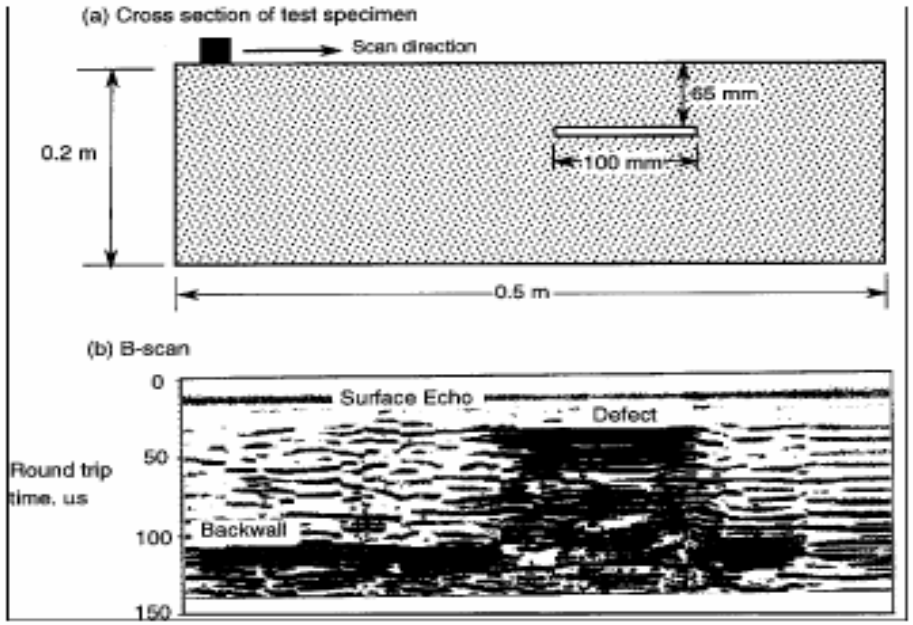


Fig. 2.2.4—Example of ultrasonic pulse-echo test on concrete: (a) test specimen with artificial defect; and (b) B-scan showing location of defect (adapted from Hillger, 1993).

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

Impact-echo (پژواک ضربه)

- کاربرد اصابت ضربه برای تولید پالس‌های طولی یک ایده قدیمی است که بدلیل حذف مبدل‌های بزرگ و عمق نفوذ زیاد، دارای مزیت می‌باشد.
- هرچند پالس‌های طولی ایجاد شده در این روش برعکس روش مافوق صوت، متمرکز نیستند. در عوض امواج منتشر شده در داخل آزمونه، در تمام جهات انتشار یافته و بازتاب آن نیز از همه راستاها خواهد بود.
- این روش از سال ۱۹۷۰ برای بحث‌های لرزه‌ای بکار می‌رفته و بطور گسترده برای ارزیابی بتن شمع‌ها و یا پی‌های عمیق حفاری شده.
- بعدها کم کم برای بررسی بتن اعضاء سازه‌ای نیز بکار گرفته شد.

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

کاربردها

- تعیین ضخامت و شناسائی عیب و ایرادها در اعضاء صفحه مانند، مثل دال‌ها، عرشه پل‌ها با و بدون روکش،
- شناسائی آسیب‌دیدگی در تیرها، ستون و اعضاء سازه‌ای استوانه‌ای توخالی (سیلو)،
- بررسی کیفیت و پیوستگی روکش‌ها
- اندازه‌گیری عمق ترک‌ها

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

اساس و اصول آزمون

- یک پالس طولی گذرا، بوسیله ضربه مکانیکی، بداخل قطعه ارسال می‌شود. امواج P و S بر اثر پالس فشاری در عضو منتشر می‌شوند. همچنین امواج سطحی از نقطه ضربه بر سطح، پخش می‌شوند، این امواج بر اثر برخورد به هر Interface داخلی یا حدود خارجی بازتاب داده‌می‌شوند.

- بازتاب یا پژواک این امواج در سطح، یک جابجائی را ایجاد می‌کند که توسط مبدل دریافت و ضبط می‌شوند.

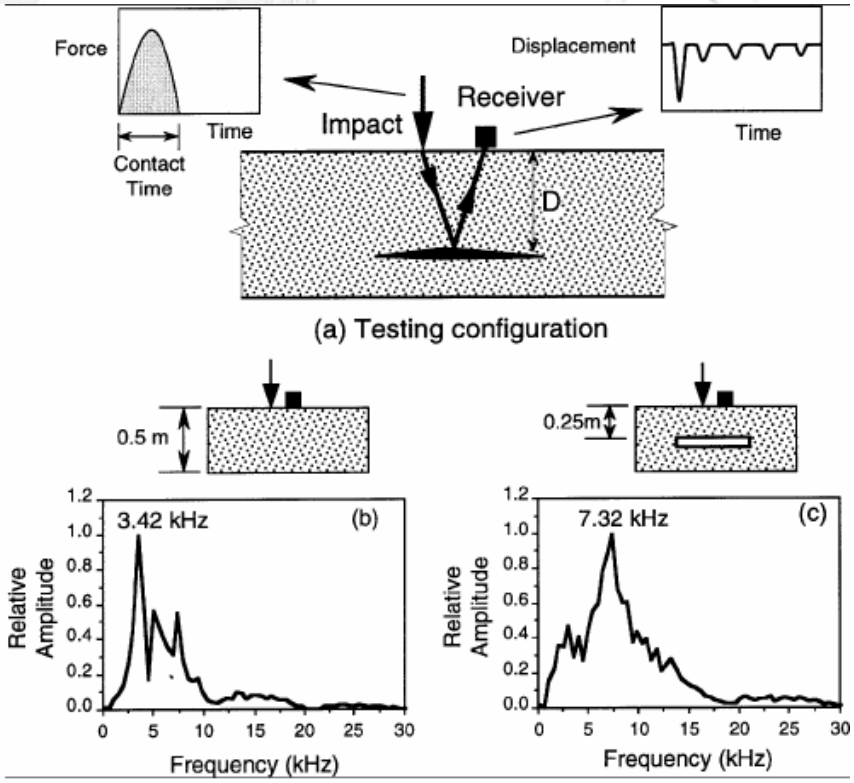


Fig. 2.2.5—(a) Schematic of impact-echo method; (b) amplitude spectrum for test of solid slab; and (c) amplitude spectrum for test over void in slab.

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

تجهیزات

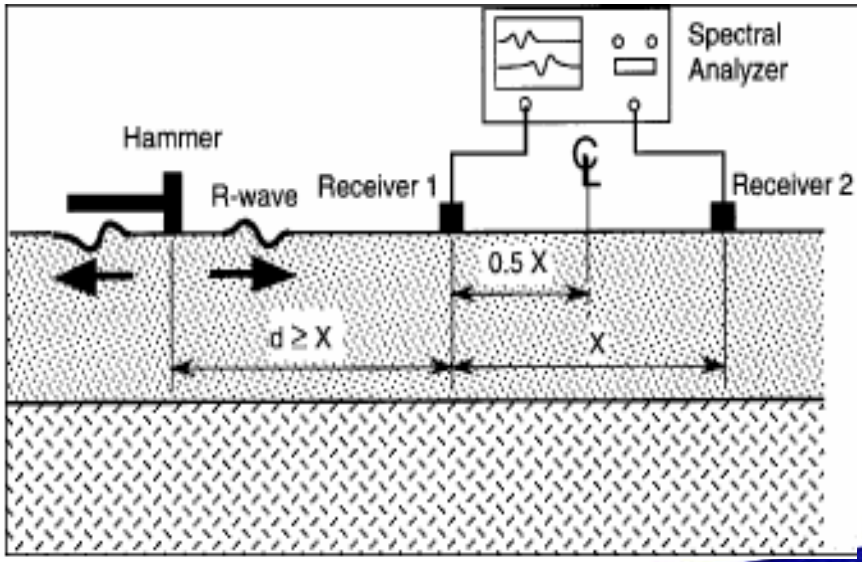
- منبع ایجاد ضربه،
- مبدل گیرنده
- سیستم جمع‌آوری داده‌ها



pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

آنالیز طیفی امواج سطحی (SASW)

- اساس این روش بر ایجاد امواج سطحی یا R و دریافت آن توسط دو مبدل، که لرزه‌ها را دریافت می‌کنند، است.
- آنالیز داده‌ها بر اساس رابطه بین طول موج و سرعت آن انجام می‌گیرد.



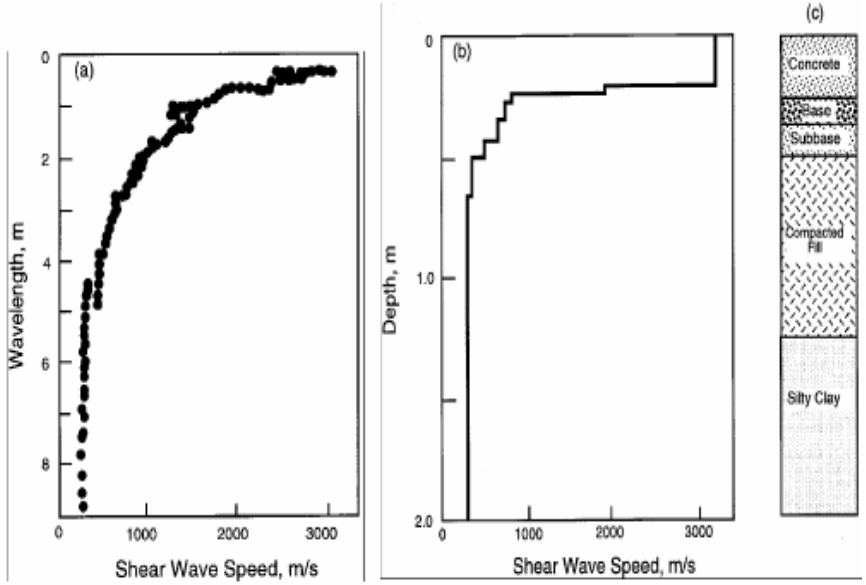


Fig. 2.2.7—(a) Dispersion curve obtained from SASW testing of concrete pavement; (b) S-wave speed obtained from inversion of experimental dispersion curve; and (c) soil profile based on boring (adapted from Nazarian and Stokoe, 1986a).

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن –انجمن بتن ایران
raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

مزایا و محدودیت‌های روش‌های انتشار امواج

- مزایا و محدودیت‌های اجرائی این روش‌ها در جدول ارائه شده‌است.
- روش‌امواج مافوق صوت تنها روشی است که در استاندارد ASTM وجود دارد، و دستگاه‌های متنوعی از آن موجود می‌باشد.
- بقیه روش‌ها بعلت کم بودن اطلاعات تحقیقاتی و میدانی تاکنون استاندارد نشده‌اند، و تعداد تولیدات آن بسیار محدود می‌باشد.

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

مزایا و محدودیت‌ها اجرائی روش‌های مبتنی بر انتشار امواج

نام روش	مزایا	محدودیت‌ها
روش انتقال مستقیم مافوق صوت (سرعت پالس)	●تجهیزات قابل حمل ●سهولت در استفاده	●دسترسی به دو وجه مقابل قطعه ●اطلاعاتی در خصوص عیوب داخلی نمی‌دهد.
پژواک مافوق صوت Ultrasonic-echo	●تنها یک وجه از بتن مورد نیاز است. ●اطلاعاتی در خصوص عیوبی که در عمق هستند، ارائه می‌دهد.	●قابل استفاده برای اعضائی با ضخامت محدود است. ●بطور رایج در دسترس نیست. ●نیاز به اپراتور با تجربه دارد.
پژواک ضربه Impact-echo	●تنها یک وجه از بتن مورد نیاز است. ●تجهیزات بصورت تجاری و عام در دسترس است. ●امکان تعیین محل عیب وجود دارد. ●نیاز به مواد اتصال دهنده ندارد.	●نیاز به اپراتور با تجربه دارد. ●تجهیزات موجود برای ارزیابی قطعاتی با ضخامت کمتر از ۲ متر است.
آنالیز طیفی امواج سطحی	●امکان تعیین خواص الاستیک سیستم‌های لایه‌ای را دارد.	●نیاز به اپراتور با تجربه دارد. ●نیاز به تحلیل سیگنال‌های ترکیبی دارد.

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

روش‌های هسته‌ای

- روش‌های هسته‌ای بعنوان ارزیابی غیر مخرب بتن را می‌توان بدو گروه اصلی تقسیم کرد:
  - روش‌های رادیومتری
  - روش‌های رادیوگرافی
- هر دو روش نیاز به اطلاعات زیادی در خصوص اثر انرژی زیاد الکترومغناطیس بر کیفیت مصالح بتن (مسلح) دارد.

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

کاربرد و روش انجام آزمون رادیومتری

- رادیومتری جهت بررسی وزن مخصوص بتن تازه و سخت شده بوسیله اندازه‌گیری شدت پرتو الکترومغناطسی (اشعه گاما) که از بتن می‌گذرد، می‌باشد.
- پرتو افشانی با ایزتوپ‌های رادیو اکتیو انجام می‌شود، و پرتوهای عبوری از بتن با کمک آشکارساز، حس می‌گردند. آشکار ساز، پرتوها را به پالس‌های الکتریکی تبدیل می‌کند، که می‌توانند شمارش شده و یا آنالیز گردند.
- رادیومتری را می‌توان به دو روش مجزا تقسیم کرد:
  - اولین روش بر اساس اندازه گیری پرتوهای گامای عبور کرده (بطور مستقیم) از بتن می‌باشد
  - روش دوم بر اساس اندازه‌گیری پرتوهای گامای بازتابیده یا پراکنده شده از داخل بتن می‌باشد.
- این روش‌ها مشابه روش امواج مافوق صوت عبوری و یا روش Pitch- Catch می‌باشند.

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

کاربرد و روش انجام آزمون رادیوگرافی

- روش رادیوگرافی براساس کاربرد تشعشع عبور کرده از قطعه مورد نظر جهت تهیه عکس از ساختار داخلی بتن می‌باشد.
- نمونه‌ای از این روش قراردادن منبع انتشار پرتو در مقابل یک وجه بتن و قراردادن فیلم مخصوص در پشت وجه مقابل قطعه می‌باشد.
- شدت پرتوهای عبوری از جسم بر روی فیلم تاثیر می‌گذارد.

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

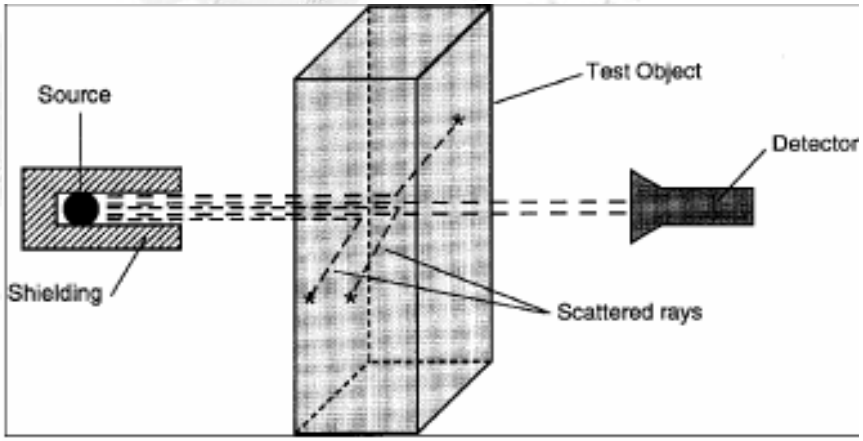


Fig. 2.4.1—Direct transmission radiometry with source and detector external to test object.

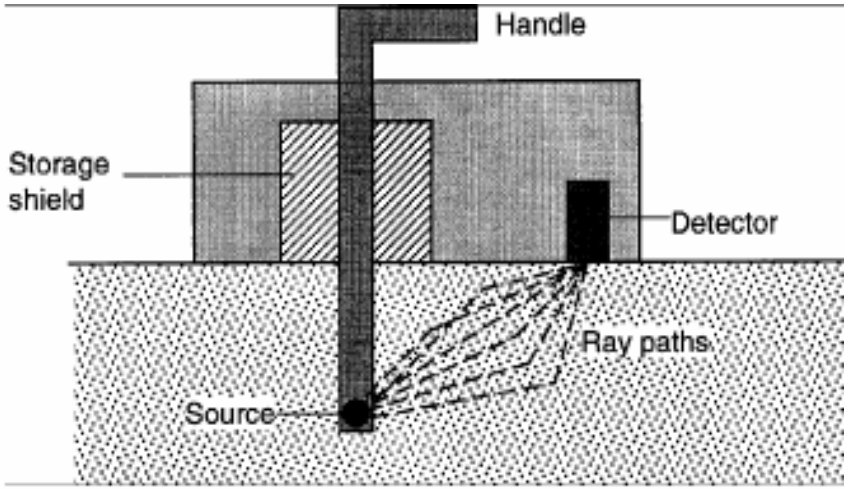


Fig. 2.4.2—Schematic of direct transmission nuclear gage.

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

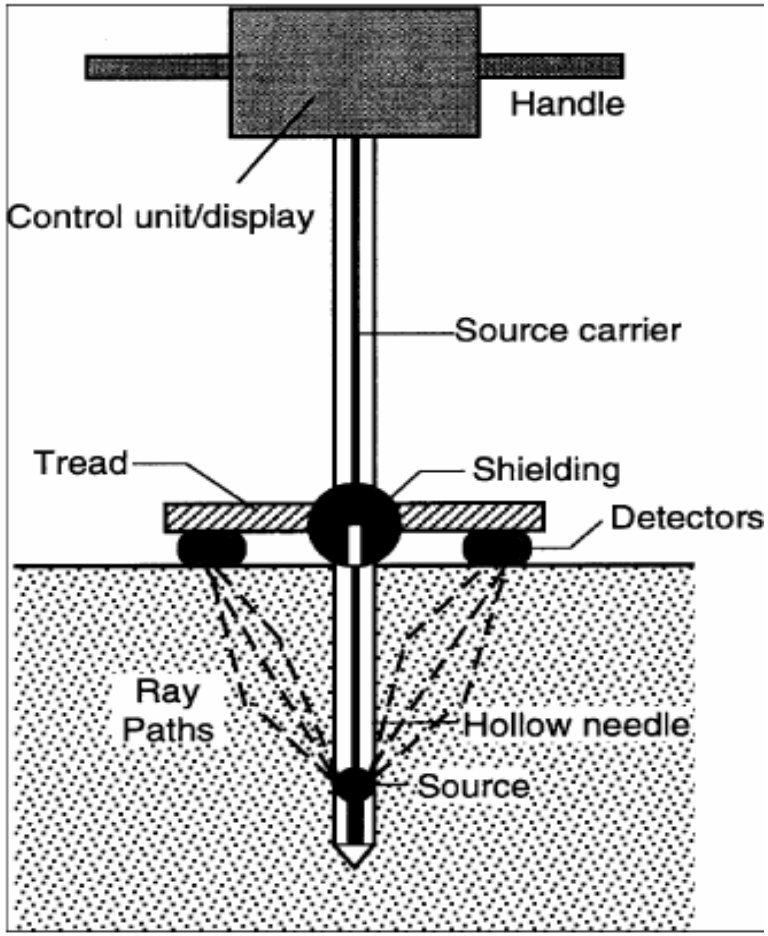


Fig. 2.4.3—Schematic of nuclear gage for measuring density of fresh concrete (based on Hönig, 1984).

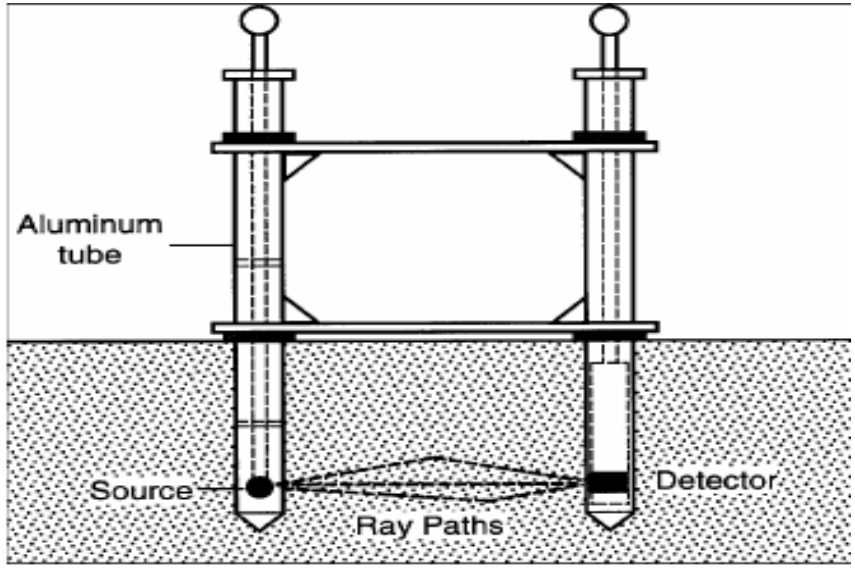


Fig. 2.4.4—Schematic of direct transmission nuclear gage for measuring density of fresh concrete at different depth (adapted from Iddings and Melancon, 1986).

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

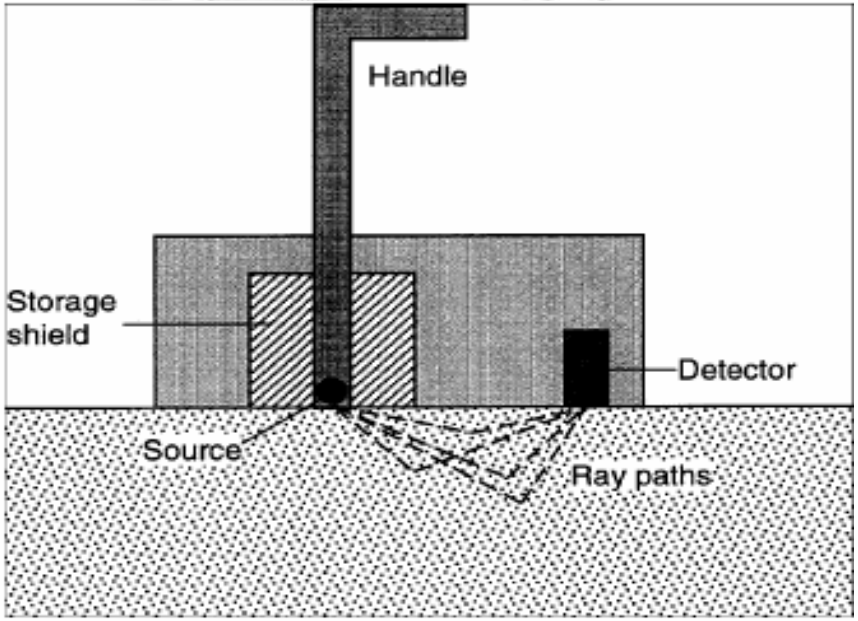


Fig. 2.4.5—Schematic of backscatter nuclear density gage.

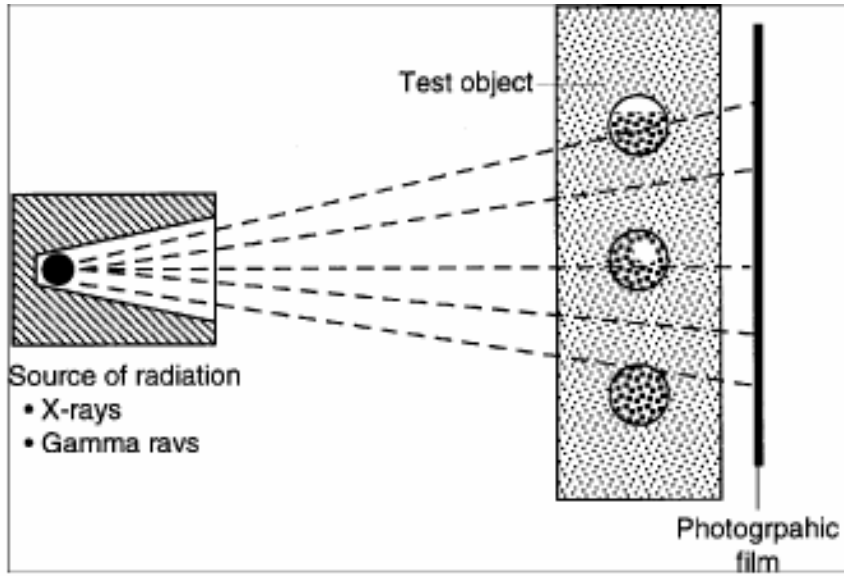


Fig. 2.4.6—Schematic of radiographic method.

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

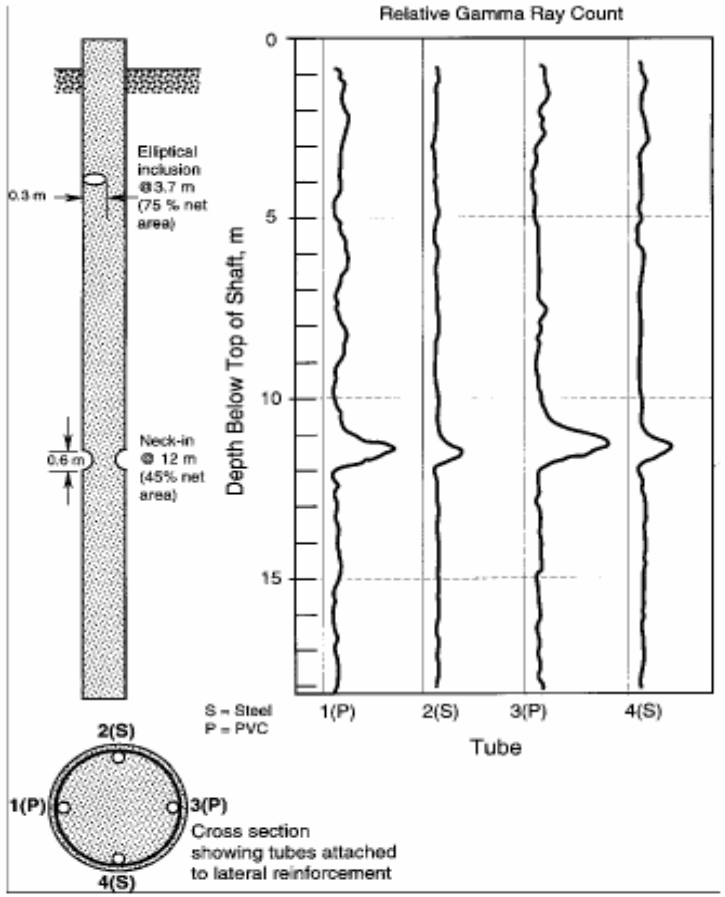


Fig. 2.4.7—Gamma-gamma backscatter log on experimental shaft with planned defects (Baker et al., 1993).

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن –انجمن بتن ایران
raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

مزایا و محدودیت‌های اجرائی روش‌های هسته‌ای

نام روش	مزایا	محدودیت‌ها
عبور مستقیم تشعشع	• تجهیزات قابل انتقال برای تعیین وزن مخصوص درجای بتن • نیاز به اپراتور با حداقل مهارت دارد	• اپراتور باید مجوز داشته باشد. • با تجهیزات موجود حداکثر طول عبوری به ۳۰ سانتی‌متر محدود می‌شود. • نیاز به دسترسی به داخل یا وجه مقابل بتن می‌باشد.
تشعشع بازتابیده شده از قسمت مقابل	• تنها نیاز به دسترسی به یک وجه قطعه می‌باشد. • برای بتن تازه و سخت شده مناسب است. • تجهیزات قابل انتقال بوده و مدت زمان انجام آزمون کوتاه می‌باشد.	• اپراتور باید مجوز داشته باشد. • دقت اندازه‌گیری وزن مخصوص توسط این روش کمتر از روش اندازه‌گیری مستقیم است. • اندازه‌گیری‌ها تحت تاثیر کیفیت مصالح نزدیک به سطح بوده و به ترکیب شیمیائی آن‌ها حساس است.
رادیوگرافی	• برای مشاهده ساختار داخلی بتن مناسب است.	• اپراتور باید مجوز داشته و مهارت زیادی در کار با X-Ray داشته‌باشد . • در بحث شناسائی ترک‌ها موازی با مسیر عبور پرتو مشکل دارد. • پرتوهای گاما تنها قادر به نفوذ در عمق حداکثر ۵۰ سانتی‌متر بتن می‌باشند.

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

روش‌های مغناطیسی و الکتریکی

- دانستن اطلاعاتی در خصوص محل قرارگیری، قطر و پوشش بتن روی میلگردها، جهت ارزیابی مقاومت یک عضو بتن مسلح لازم می‌باشد.
- همچنین اطلاعاتی درخصوص فعالیت خوردگی میلگردها در بحث تخمین عمر مفید ، نیاز به تعمیر یا بهسازی سازه الزامی می باشد .
- جهت بررسی محل ، قطر و پوشش میلگرد از تجهیزاتی که به نام پوشش یاب Covermeter معروف میباشند ، استفاده می گردد.
- همچنین در بحث فعالیت خوردگی میلگردها با استفاده از تکنیک نیم پیل Half Cell و در بحث شدت خوردگی از روش پولاریزه خطی استفاده می شود .

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

پوشش یاب

- بعنوان یک روش معمول در بین آزمون های غیر مخرب بررسی وضعیت بتن ، مورد استفاده قرار می گیرد .
- در پوشش یابی براساس اثر متقابل میلگرد (یا هرنوع تسلیح) و یک سری عوامل ، می توان عمق میلگرد را مانیتور کرد .
- در اکثر پوشش یابها ، این اثر متقابل بین میلگرد و فرکانس کم میدان الکترومغناطیس
  می باشد.
- دانستن اصول رابطه بین الکتریسیته و مغناطیس ، کلید عملکرد پوشش یاب است .

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

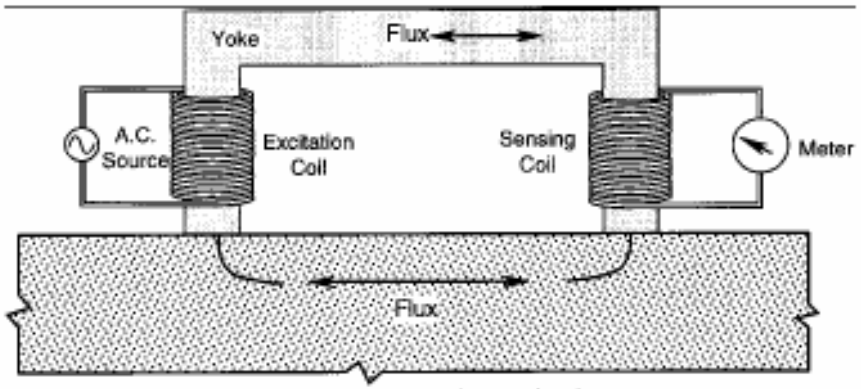
تقسیم بندی پوشش یاب ها

- پوشش یابهای معمولی را می توان به دو دسته تقسیم کرد :
  - آنهائی که بر اساس اصل مقاومت مقاومت مغناطیسی عمل می کنند
  - آنهائی که بر اساس اصل جریان های گردابی عمل می کنند.

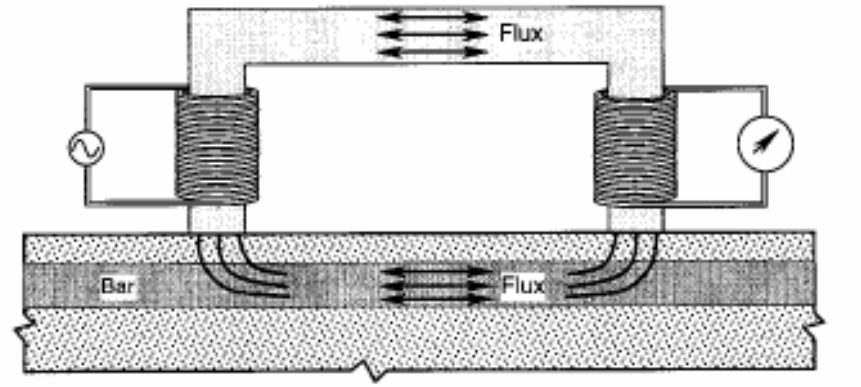
raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

مقاومت مغناطیس سنج



(a) Small current induced in sensing coil when no bar is present



(b) Presence of bar increases flux and increases current in sensing coil

Fig. 2.5.1—Covermeter based on principle of magnetic reluctance (adapted from Carino, 1992): (a) small current induced in sensing coil when no bar is present, and (b) presence of bar increases flux and increases current in sensing coil.

- زمانی که جریان از یک کویل الکتریکی عبور می کند ، میدان مغناطیسی ایجاد می گردد و جریانی از خطوط شار مغناطیسی و قطب های مغناطیسی عبور می نماید .
- مقاومت در برابر جریان مغناطیسی به نام رلوکتانس نامیده می شود که مانند مقاومت در برابر جریان های الکتریکی می باشد .

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

جریان گردابی سنج

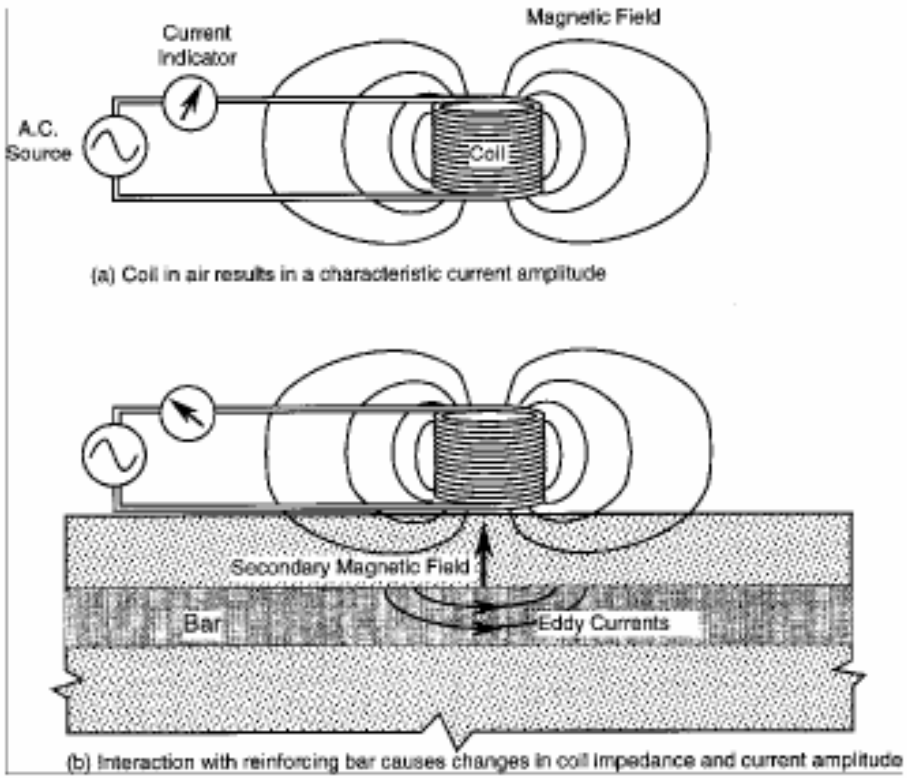


Fig. 2.5.2—Covermeter based on eddy current principle (adapted from Carino, 1992): (a) coil in air results in characteristic current amplitude, and (b) interaction with reinforcing bar causes changes in coil impedance and current amplitude.

- اگر یک جریان متناوب در اطراف یک رسانای الکتریسیته حرکت کند ، تغییر میدان مغناطیسی سبب ایجاد یک جریان گردابی در ماده رسانا می شود .
- چنانچه جریانی به طرف میدان مغناطیسی حرکت کند ، جریان گردابی یک میدان مغناطیسی ثانویه ای را ایجاد می کند که بر روی میدان کویل اثر می گذارد.
- در این روش اساس کار مانیتور کردن تاثیر جریان گردابی است که در میلگرد القا می گردد.

raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

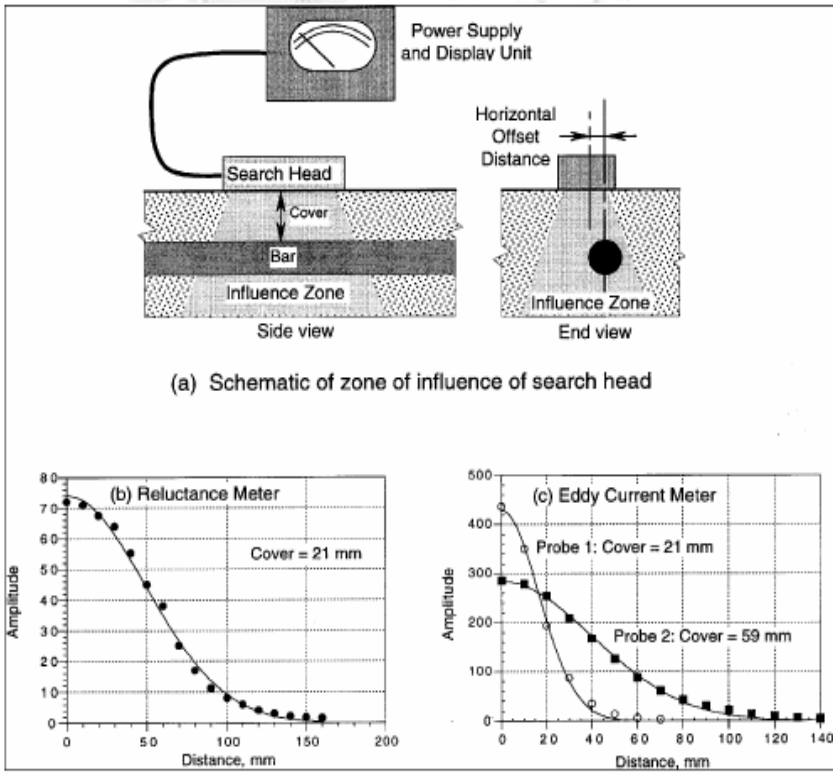


Fig. 2.5.3—(a) Zone of influence of covermeter search head; variation of amplitude with horizontal offset for: (b) magnetic reluctance covermeter, and (c) eddy current covermeter (adapted from Carino, 1992).

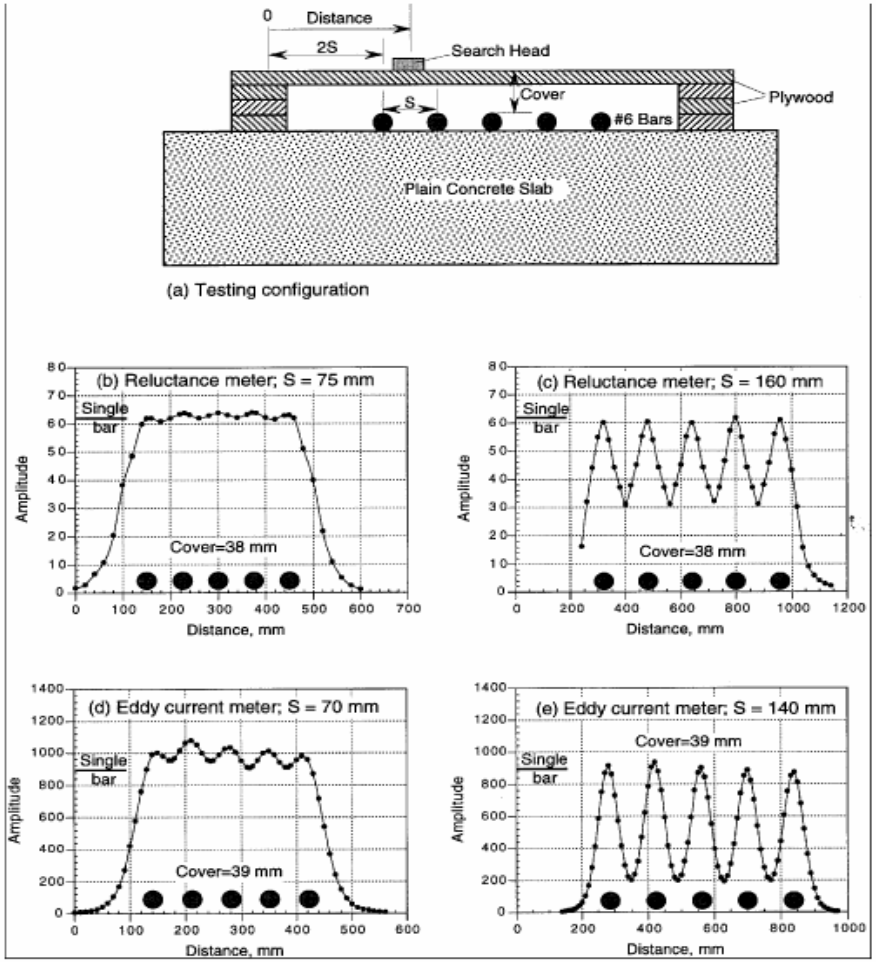


Fig. 2.5.5—Covermeter response with multiple parallel bars at different spacing: (a) testing configuration; (b) response of magnetic reluctance meter, S = 75 mm; (c) response of magnetic reluctance meter, S = 160 mm; (d) response of eddy current meter, S = 70 mm; and (e) response of eddy current meter, S = 140 mm (adapted from Carino, 1992).

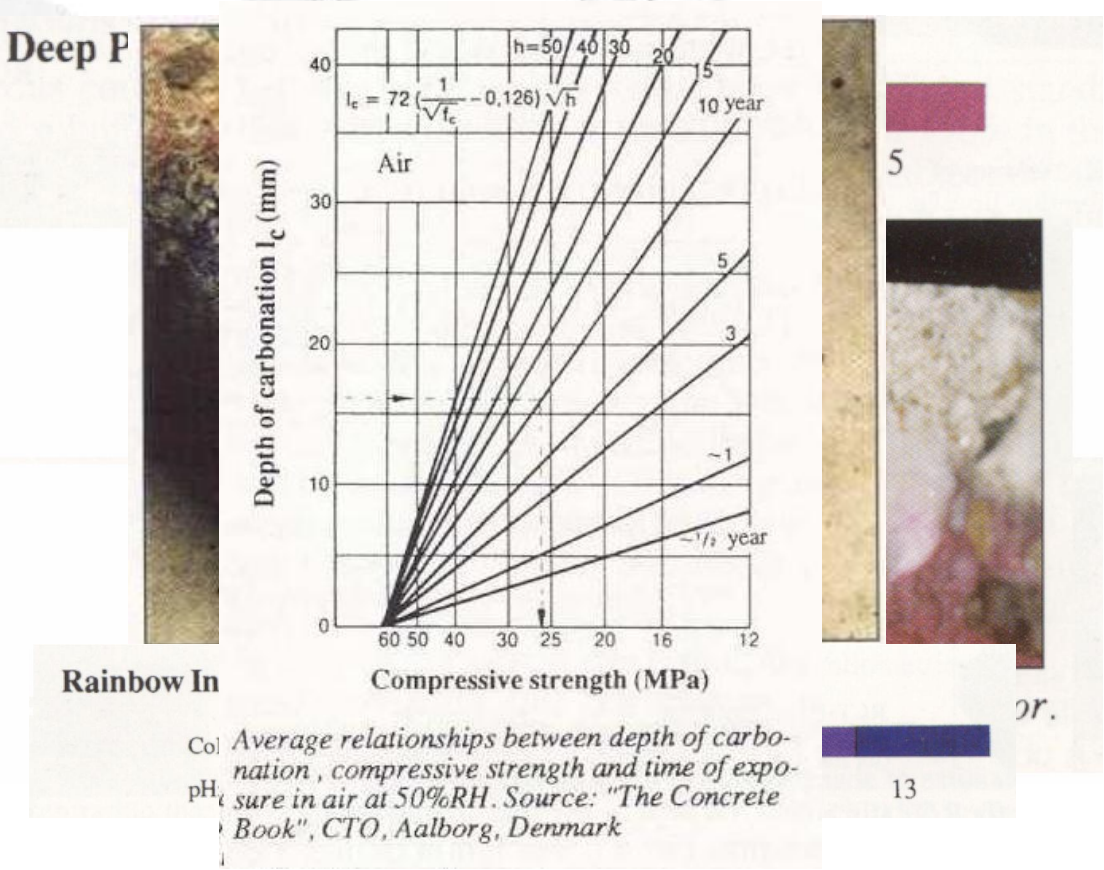
pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!





pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

تعیین عمق کربناسیون



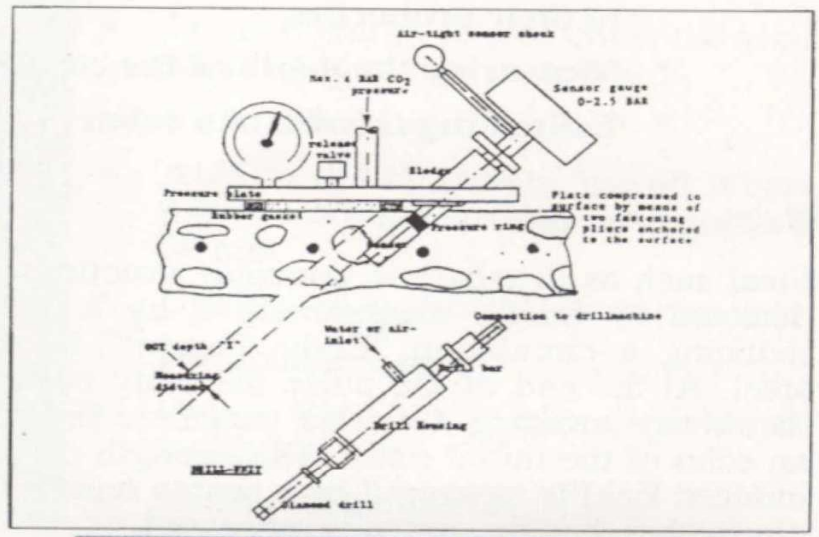
Average relationships between depth of carbonation , compressive strength and time of exposure in air at 50%RH. Source: "The Concrete Book", CTO, Aalborg, Denmark

- استفاده از محلول فنل فتالئین
- اندازه گیری میزان pH

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

تعیین میزان نفوذ پذیری بتن (روش صحرائی)

- نفوذ پذیری تحت فشار آب
- نفوذ پذیری گاز



The GGT used for testing of the CO_2 permeation before and after application of a protective coating

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن – انجمن بتن ایران
raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

- روش جذب سطحی ISAT

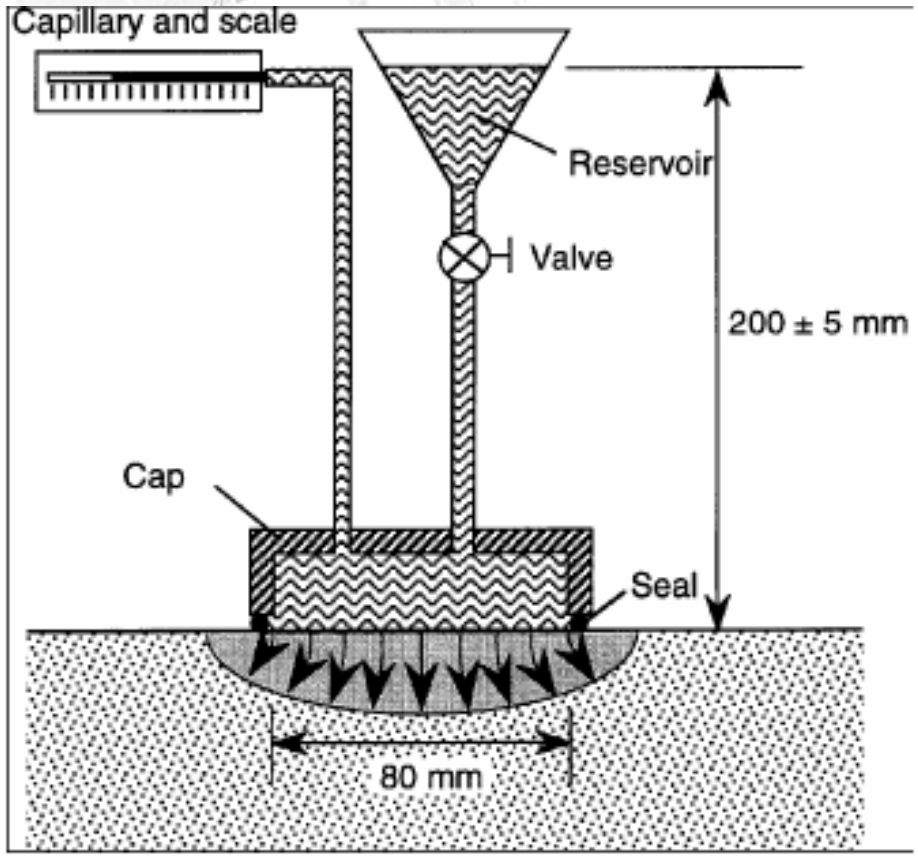
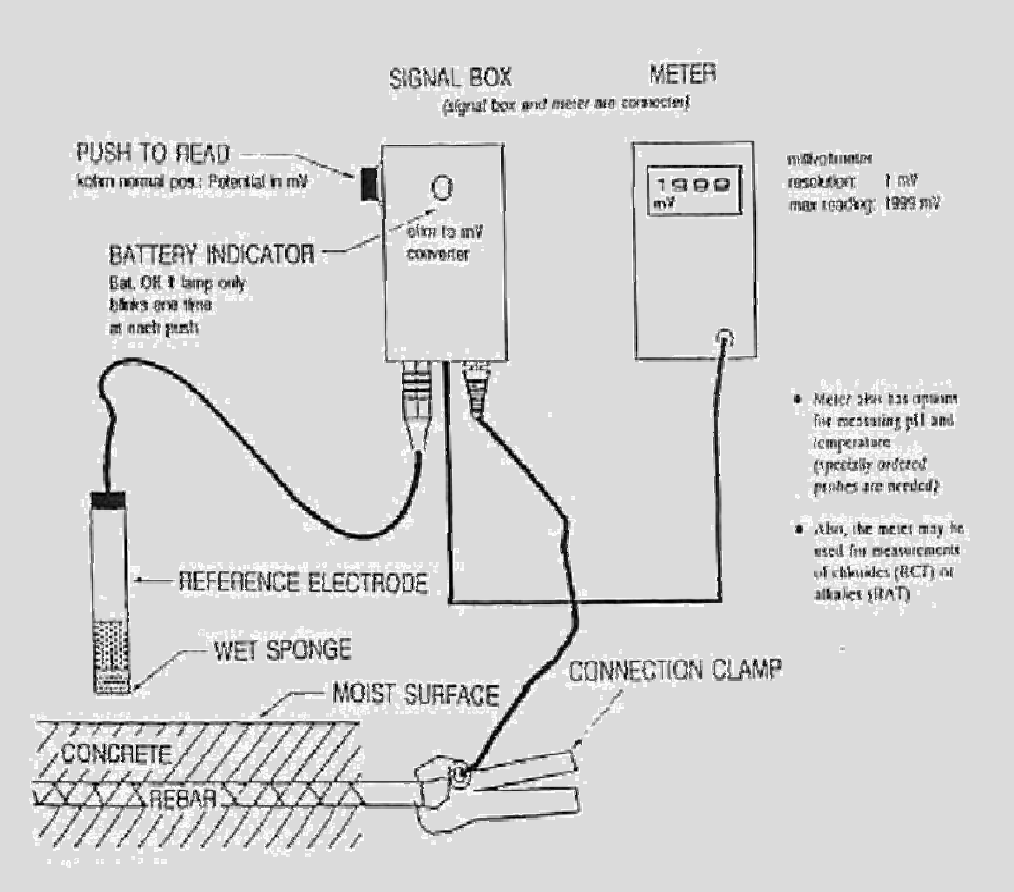


Fig. 2.6.1—Schematic of initial surface-absorption test (ISAT).

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

تعیین پتانسیل خوردگی به روش نیم پیل(Half Cell)



انواع الکترود های مورد مصرف	پتانسیل mV
الکترود هیدروژن	۰
الکترود کلرید نقره – نقره	-۲۲۲
الکترود کالومل اشباع	-۲۴۴
الکترود سولفات مس – مس	-۳۱۸

درصد احتمال فعالیت خوردگی بر اساس الکترود سولفات مس – مس

بیشتر از ۳۵۰- mV	90%
بین ۲۰۰- و ۳۵۰-	50%
کمتر از ۲۰۰-	10%

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن –انجمن بتن ایران
raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

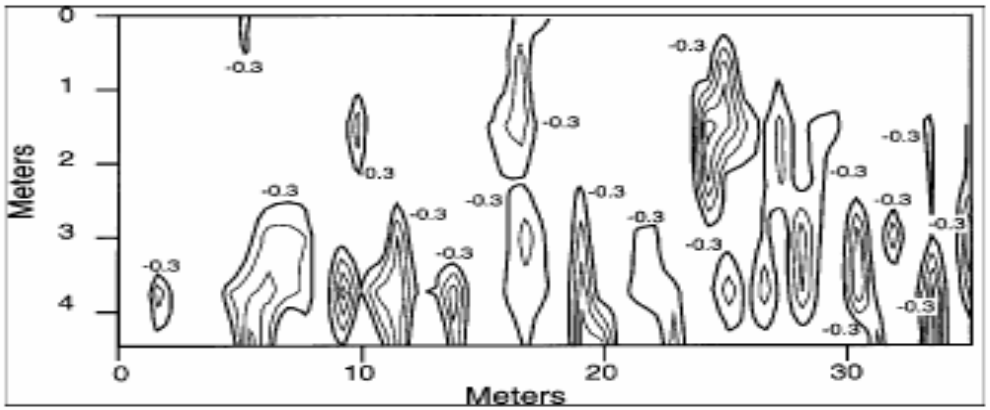


Fig. 2.5.8—Equipotential contours from survey data of bridge deck at grid spacing of 0.76 m (only contours less than -0.30 V are shown and contour interval is -0.05 V (adapted from Clemeña et al., 1992a).

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

تعیین شدت خوردگی به روش گالوانواستات(GALVA Pulse)



شدت خورگی(K. Clear)

کمتر از ۰,۵ uA/Cm^2 بی خطر

بین ۰,۵ تا ۲,۷ uA/Cm^2 بین ۱۰ تا ۱۵ سال

بین ۲,۷ تا ۲۷ uA/Cm^2 بین ٦ ماه تا ۲ سال

شدت خورگی(Andrade 2000)

کمتر از ۰,۱ uA/Cm^2 بی خطر

بین ۰,۱ تا ۰,۵ uA/Cm^2 کم خطر

بین ۰,۵ تا ۱ uA/Cm^2 خطر متوسط

بیشتر از ۱ uA/Cm^2 خطر زیاد

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن –انجمن بتن ایران
raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

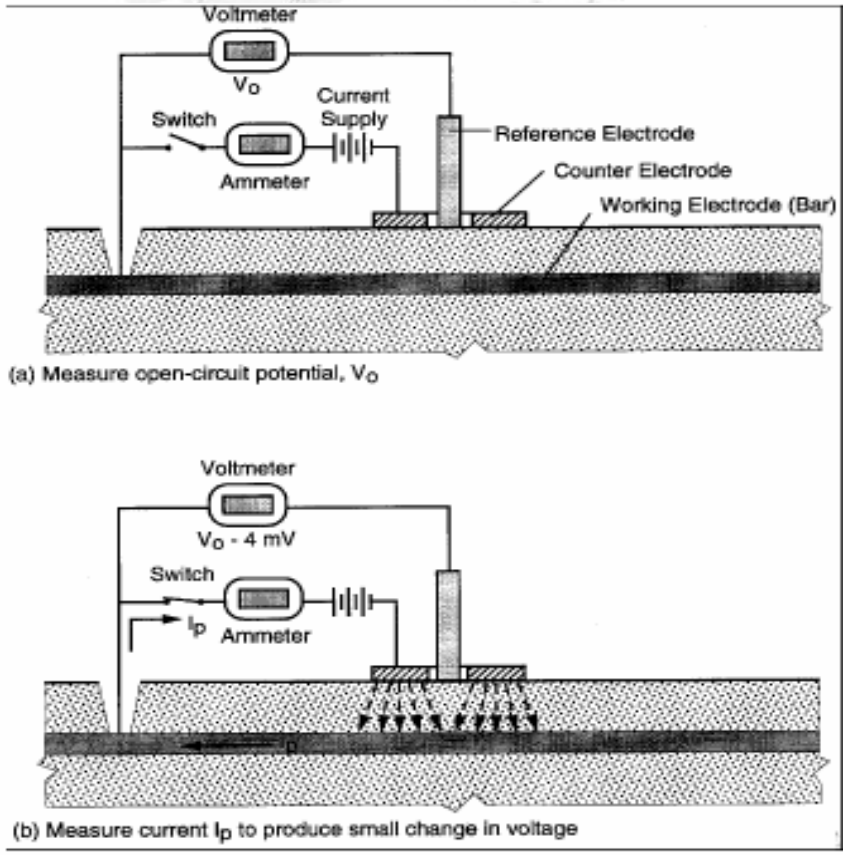


Fig. 2.5.9—Three-electrode, linear-polarization method to measure corrosion current: (a) measurement of open-circuit potential, and (b) measurement of current to produce small change in potential of working electrode (bar).

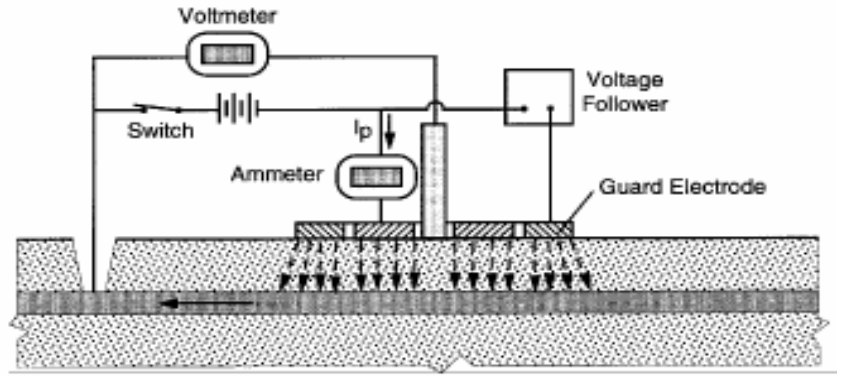
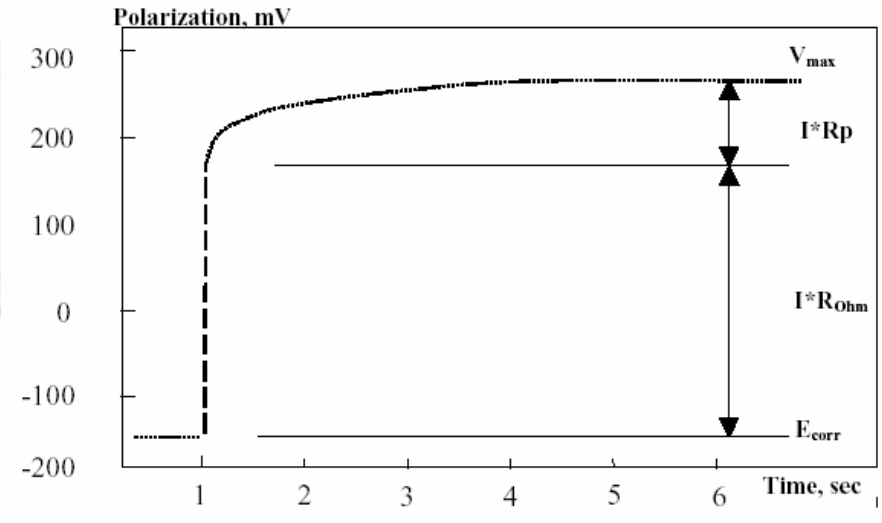
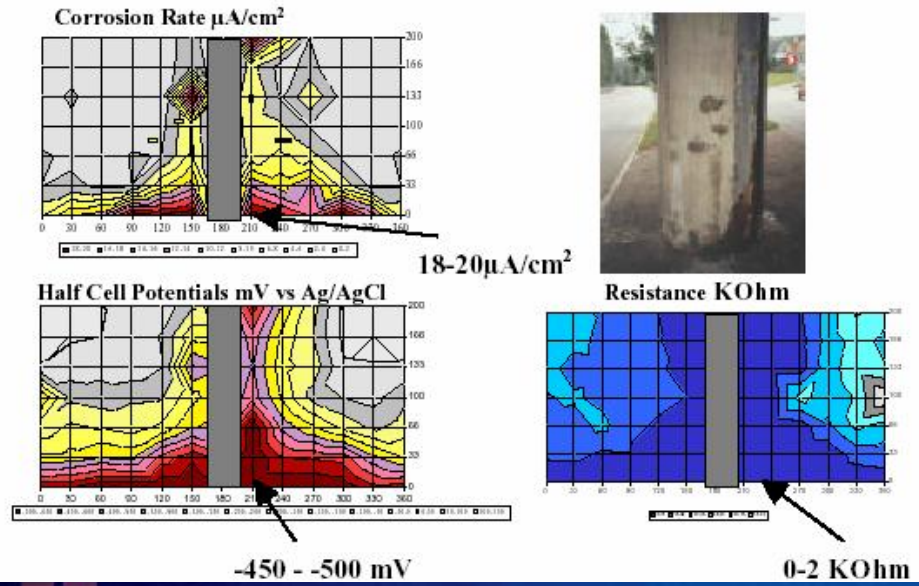


Fig. 2.5.10—Linear-polarization technique using guard electrode to confine current flow from counter electrode to reinforcement (adapted from Feliu et al., 1990a).

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

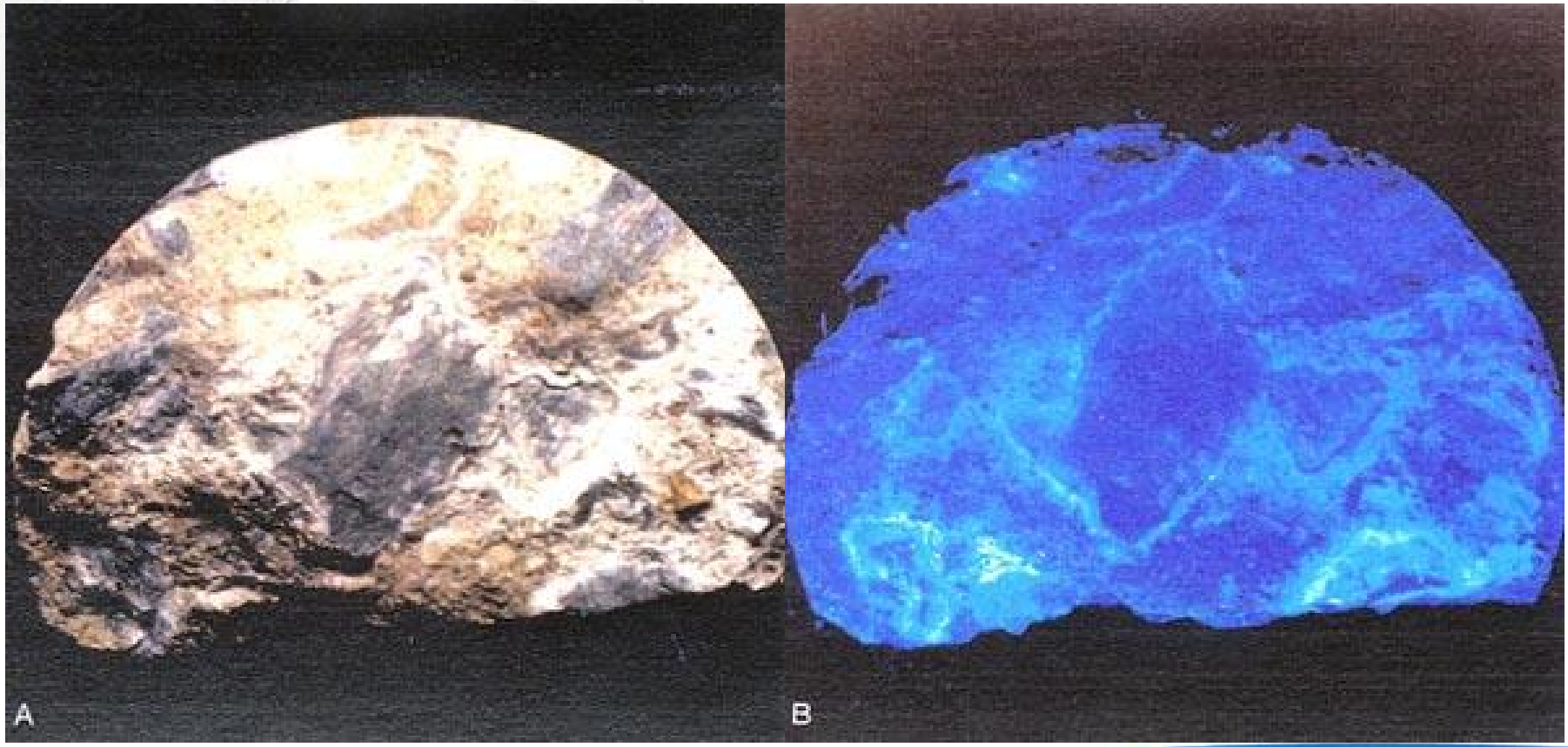




مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن –انجمن بتن ایران
raissghasemi@bhrc.ac.ir

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

روش شناسا ئی ژل قلیائی سیلیکاتی در بتن سخت شده با استفاده از محلول اورانیل استات



pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!

روش مادون قرمز

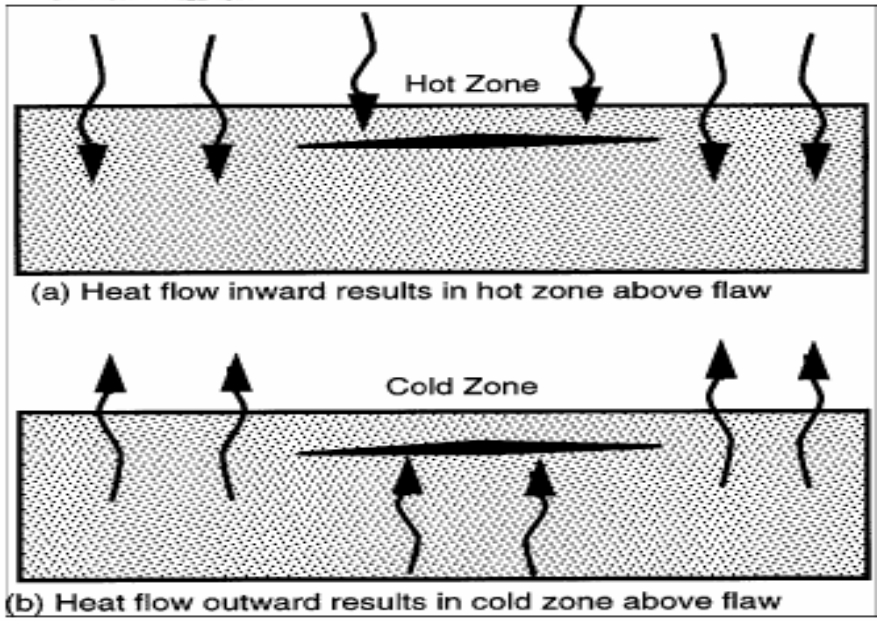


Fig. 2.7.1—Effect of internal anomaly on surface temperature during heat flow.

pdfMachine
Is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.
Get yours now!