



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران
۶۰۴۶
تجدیدنظر دوم
۱۳۹۸

INSO
6046
2nd Revision
2020

Modification of
ASTM
C403/C403M:
2016

بتن - تعیین زمان گیرش مخلوط‌های بتنی با
اندازه‌گیری مقاومت در برابر نفوذ - روش آزمون

Concrete- Determination of time of setting of
concrete mixtures by measurement of
penetration resistance- Test method

ICS: 91.100.30

استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۴۶ (تجدیدنظر دوم): سال ۱۳۹۸

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وب‌گاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«بتن - تعیین زمان گیرش مخلوط‌های بتنی با اندازه‌گیری مقاومت در برابر نفوذ - روش آزمون»

(تجدیدنظر دوم)

رئیس:

احمدی، بابک

(دکتری مهندسی عمران)

سمت و/یا محل اشتغال:

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

دبیر:

ارشد، بهمن

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آسایش، محمد صادق

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

اداره کل راه و شهرسازی استان آذربایجان شرقی

امین بخش، آرمان

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

شرکت خانه‌سازی پیش‌ساخته آذربایجان

پوریکتا، پولاد

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

شرکت صنایع شیمی ساختمان آبادگران

حیدری‌زاد، حمیدرضا

(کارشناسی مهندسی عمران)

آزمایشگاه آزاد خاک بهینه کاوش

رسولی، بهزاد

(کارشناسی مهندسی صنایع شیمیایی)

شرکت نفت پاسارگاد تبریز

عباسی رزگله، محمد حسین

(کارشناسی مهندسی مواد)

دفتر نظارت بر اجرای استاندارد صنایع غیرفلزی

عیسائی، مهین

(کارشناسی ارشد شیمی)

شرکت صنعت شیمی ساختمان

عنایتی‌فرد، بهروز

(کارشناسی مهندسی عمران)

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان آذربایجان شرقی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سمت و/یا محل اشتغال:

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

فرشی حق‌رو، ساسان

(دکتری مهندسی عمران)

شرکت فهاب بتن

فروتن‌مهر، بابک

(کارشناسی مهندسی عمران)

دفتر نظارت بر اجرای استاندارد صنایع غیرفلزی

مجتبوی، سید علی‌رضا

(کارشناسی مهندسی مواد)

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

محمدزاده، شهرام

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

مجتمع بتن آماده شمال غرب سپاه (امامیه)

محمودی، توحید

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

شرکت بنیاد بتن آذربادگان

محمودی، ولی

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

شرکت آدوپن پلاستیک پرشین

مظفری، زینب

(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

آزمایشگاه آرمان صنعت تدبیر اندیش

موسوی، محمد

(کارشناسی مهندسی عمران)

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک اداره کل راه و شهرسازی

مولائی، عیسی

استان آذربایجان شرقی

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

ویراستار:

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

روا، افشین

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ خلاصه روش آزمون
۲	۵ اهمیت و کاربرد
۳	۶ وسایل
۴	۷ نمونه‌برداری، نمونه‌ها و واحدهای آزمون
۵	۸ آمایش
۵	۹ روش اجرا
۸	۱۰ محاسبه
۸	۱۱ گزارش
۹	۱۲ دقت و اریبی
۱۱	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) مثال‌های ترسیمی
۱۴	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) تغییرات اعمال شده در این استاندارد در مقایسه با استاندارد منبع

پیش‌گفتار

استاندارد «بتن- تعیین زمان گیرش مخلوط‌های بتنی با اندازه‌گیری مقاومت در برابر نفوذ- روش آزمون» که نخستین‌بار در سال ۱۳۸۱ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای دومین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در هشتصد و هفتاد و چهارمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۹۸/۱۲/۴ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۴۶: سال ۱۳۹۳ می‌شود.

منبع و مأخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM C403/C403M: 2016, Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance

بتن - تعیین زمان گیرش مخلوط‌های بتنی با اندازه‌گیری مقاومت در برابر نفوذ - روش آزمون

هشدار - در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی درج نشده است. در صورت مواجهه با چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط بهداشت و ایمنی مناسب و اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد است.

۱ هدف و دامنه کاربرد^۱

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین زمان گیرش بتن با اسلامپ بیش‌تر از صفر از طریق اندازه‌گیری‌های مقاومت در برابر نفوذ در ملات جدا شده با الک از مخلوط بتنی است.

۲-۱ این استاندارد فقط زمانی کاربرد دارد که آزمون‌های انجام‌شده روی قسمت ملات بتن، اطلاعات موردنیاز را فراهم می‌کند.

۳-۱ این استاندارد برای ملات‌ها و روان‌ملات‌های آماده نیز کاربرد دارد.

۴-۱ این استاندارد در شرایط کنترل‌شده آزمایشگاهی و نیز شرایط کارگاهی قابل استفاده است.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ASTM C125, Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates

2-2 ASTM C143/C143M, Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete

2-3 ASTM C172, Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete

2-4 ASTM C173/C173M, Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۲۳: ۱۳۹۵، بتن آماده - اندازه‌گیری هوای بتن به روش حجمی - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C173/C173M: 2014 تدوین شده است.

۱- توضیحات تکمیلی در خصوص دامنه کاربرد این استاندارد، در بند اهمیت و کاربرد (به بند ۵ مراجعه شود) ارائه شده است.

2-5 ASTM C192/C192M, Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۵۸۱: ۱۳۹۳، بتن - ساخت و عمل‌آوری آزمون‌های بتن در آزمایشگاه - آیین کار، با استفاده از استاندارد ASTM C192/C192M: 2014 تدوین شده است.

2-6 ASTM C231, Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۹۰۴: ۱۳۹۷، بتن تازه - تعیین مقدار هوای بتن تازه مخلوط شده به روش فشاری - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C231/C231M: 2017a تدوین شده است.

2-7 ASTM C670, Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

2-8 ASTM C802, Practice for Conducting an Interlaboratory Test Program to Determine the Precision of Test Methods for Construction Materials

2-9 ASTM D1558, Test Method for Moisture Content Penetration Resistance Relationships of Fine-Grained Soils

2-10 ASTM E11, Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves

2-11 ASTM E2251, Specification for Liquid-in-Glass ASTM Thermometers with Low-Hazard Precision Liquids

۳ اصطلاحات و تعاریف

۳-۱ در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ASTM C125 به کار می‌رود.

۴ خلاصه روش آزمون

۴-۱ با الک کردن نمونه معرف بتن تازه، یک نمونه ملات به دست می‌آید. ملات در ظرفی ریخته شده و در دمای محیطی مشخصی نگهداری می‌شود. مقاومت ملات در برابر نفوذ در فاصله‌های زمانی منظم با سوزن‌های استاندارد اندازه‌گیری می‌شود و زمان‌های گیرش اولیه و نهایی از روی نمودار مقاومت نفوذ در برابر زمان سپری‌شده، تعیین می‌شود.

۵ اهمیت و کاربرد

۵-۱ از آنجایی که گیرش بتن یک فرآیند تدریجی است، هر تعریفی از زمان گیرش لزوماً باید قراردادی باشد. در این استاندارد، زمان موردنیاز برای دستیابی ملات به مقادیر مشخص مقاومت در برابر نفوذ به‌عنوان زمان گیرش در نظر گرفته می‌شود.

۵-۲ این استاندارد برای تعیین اثر متغیرهایی مانند مقدار آب، نام تجاری، نوع و مقدار مواد سیمانی یا افزودنی روی زمان گیرش بتن نیز کاربرد دارد. این استاندارد، هم‌چنین برای تعیین انطباق با الزامات زمان گیرش مشخص شده نیز به کار می‌رود.

۳-۵ این استاندارد برای ملات‌ها و روان‌ملات‌های آماده نیز کاربرد دارد. با این وجود، هنگام تعیین زمان گیرش بتن، آزمون باید روی ملات جدا شده با الک از مخلوط بتنی انجام شود و نه روی ملات آماده‌ای که برای شبیه‌سازی قسمت ملات بتن در نظر گرفته شده است، زیرا مشخص شده است که هنگام استفاده از ملات آماده، زمان‌های گیرش اولیه و نهایی ممکن است افزایش پیدا کند.

۶ وسایل

۱-۶ ظروف برای آزمون‌های ملات

ظروف باید صلب، آب‌بند، غیر جاذب و عاری از روغن یا گریس با سطح مقطع استوانه‌ای یا مستطیلی باشد. مساحت سطح ملات باید برای ده‌بار خوانش بدون تداخل مقاومت در برابر نفوذ طبق الزامات فاصله آزاد مندرج در این استاندارد، کافی باشد. بعد جانبی و ارتفاع ظرف حداقل باید ۱۵۰ mm باشد.

۲-۶ سوزن‌های نفوذ

سوزن‌ها را باید بتوان روی وسیله بارگذاری سوار کرد و سطوح اتکایی آن‌ها باید برابر ۶۴۵، ۳۲۳، ۱۶۱، ۶۵، ۳۲ و ۱۶ میلی‌متر مربع باشد. بدنه هر سوزن باید به‌صورت محیطی در فاصله ۲۵ mm از سطح اتکایی، علامت‌گذاری شود. طول سوزن با سطح اتکایی 16 mm^2 ، نباید بیش از ۹۰ mm باشد.

۳-۶ وسیله بارگذاری

این وسیله باید طوری باشد که بتواند نیروی موردنیاز برای نفوذ سوزن‌ها را اندازه‌گیری کند. این وسیله باید بتواند نیروی نفوذ را با درستی $\pm 10 \text{ N}$ اندازه‌گیری نماید و ظرفیت آن حداقل باید ۶۰۰ N باشد.

یادآوری ۱- وسیله بارگذاری از نوع فنری مطابق با استاندارد ASTM D1558 یا انواع دیگری که وسیله سنجش نیرو (مانند بارسنج^۱ الکترونیکی یا فشارسنج هیدرولیکی) در آن واسنجی شده است، می‌تواند مناسب باشد.

۴-۶ میله تراکم

میله تراکم باید فولادی، راست و گرد با قطر ۱۶ mm و طول تقریبی ۶۰۰ mm باشد، سر کوبشی میله یا هر دو انتهای آن باید به‌صورت گرد یا نیم‌کره‌ای با قطر ۱۶ mm باشد.

۵-۶ پیپت

از پیپت یا هر وسیله مناسب دیگری برای برداشت آب رو زده از سطح آزمون (آب‌انداختگی) استفاده می‌شود.

۶-۶ دماسنج

دماسنج باید بتواند دمای ملات تازه را تا $\pm 0.5^\circ \text{C}$ اندازه‌گیری کند. استفاده از دماسنج‌های مایعی شیشه‌ای با گستره دمایی $(50^\circ \text{C}$ تا $-20^\circ \text{C})$ و مطابق با الزامات استاندارد ASTM E2251 برای این منظور مناسب است. استفاده از سایر دماسنج‌ها مانند دماسنج غوطه‌ور در فلز با درستی موردنظر نیز مجاز است.

1- Load cell

۷ نمونه‌برداری، آزمون‌ها و واحدهای آزمون

- ۱-۷ برای انجام آزمون‌ها تحت شرایط کارگاهی، سه آزمون از هر نمونه بتن تهیه کنید.
- ۲-۷ برای انجام آزمون‌ها تحت شرایط آزمایشگاهی، تعداد آزمون‌ها به هدف آزمون بستگی دارد.
- ۱-۲-۷ برای آزمون تایید انطباق یک ماده با الزامات عملکردی، برای هر متغیر مورد تحقیق حداقل سه پیمانته بتنی مجزا تهیه کنید. یک آزمون زمان گیرش روی هر پیمانته بتن انجام دهید. برای هر متغیر در هر روز تعداد مساوی از پیمانته‌های بتنی را آماده کنید. در صورتی که انجام حداقل یک آزمون برای هر متغیر در هر روز امکان‌پذیر نباشد، کل مجموعه پیمانته‌های بتنی را تا حد امکان در کم‌ترین تعداد روزها جمع کنید، و در هر روز یک مخلوط استاندارد برای مقایسه تهیه کنید.
- ۲-۲-۷ برای سایر آزمون‌ها، برای هر متغیر مورد آزمون، سه آزمون از یک پیمانته بتنی تهیه کنید.
- ۳-۷ زمان اولین تماس میان سیمان و آب اختلاط را ثبت کنید.
- ۴-۷ برای انجام آزمون‌ها تحت شرایط کارگاهی، یک نمونه معرف از بتن تازه مطابق با استاندارد ASTM C172 تهیه کنید. برای انجام آزمون‌ها تحت شرایط آزمایشگاهی، نمونه بتن را مطابق با استاندارد ASTM C192/C192M تهیه نمایید. اسلالمپ (طبق استاندارد ASTM C143/C143M) و مقدار هوای بتن تازه (طبق استاندارد ASTM C173/C173M یا ASTM C231) را تعیین و ثبت کنید.
- ۵-۷ از بتنی که در آزمون‌های اسلالمپ و مقدار هوا مورد استفاده قرار نمی‌گیرد، یک نمونه معرف با حجم کافی انتخاب کنید، به طوری که ملات کافی برای پر کردن ظرف آزمون یا ظرف‌هایی با عمق حداقل ۱۴۰ mm را فراهم کند.
- ۶-۷ مطابق با استاندارد ASTM C172، نمونه ملات را از طریق الک کردن به روش تراز بخش انتخابی بتن با الک ۱۴/۷۵ mm روی یک سطح غیرجاذب، تهیه کنید.
- ۷-۷ ملات روی سطح غیرجاذب را به روش دستی کاملاً مخلوط نمایید. دمای ملات را اندازه‌گیری و ثبت کنید. ملات را در یک لایه در ظرف(ها) بریزید. ملات را متراکم کنید تا حباب‌های هوا از آزمون خارج شده و سطح بالایی آن را تراز کنید. این کار را می‌توان با تکان دادن ظرف به طرف جلو و عقب روی یک سطح صلب، ضربه‌زدن به جوانب ظرف با میله تراکم، میل‌زنی ملات و یا قرار دادن ظرف روی میز ارتعاش انجام داد (به یادآوری ۲ مراجعه شود). در صورت استفاده از میل‌زنی، ملات را با انتهای نیم‌کره‌ای میله تراکم، متراکم کنید. هر 645 mm^2 از مساحت سطح بالای آزمون ملات را با یک ضربه متراکم نمایید و ضربه‌ها را به‌طور یکنواخت روی سطح مقطع آزمون وارد کنید. پس از اتمام میل‌زنی، با میله تراکم به آرامی به جوانب ظرف‌ها ضربه بزنید تا حفره‌های باقی‌مانده در اثر میل‌زنی پر شده و دوباره سطح آزمون را تراز کنید. پس از اتمام آماده‌سازی آزمون، سطح ملات حداقل باید ۱۰ mm پایین‌تر از لبه بالایی ظرف باشد تا فضایی برای

۱- الزامات این الک در استاندارد ASTM E11 تشریح شده است.

جمع‌آوری و برداشت آب‌انداختگی فراهم شود، و از تماس میان سطح ملات و پوشش محافظ مشخص شده در بند ۸ جلوگیری شود.

یادآوری ۲- به‌طور کلی ملات الک‌شده روان بوده و حباب‌های هوا با روش‌های تراکم ذکر شده در بالا، به‌آسانی از بین می‌روند. انتخاب روش تراکم بهتر است با کاربر باشد. تکان دادن ظرف یا ضربه‌زدن به جوانب ظرف برای ملات‌های روان کفایت می‌کند. برای ملات‌های سفت‌تر می‌توان از میل‌زنی یا میز ارتعاش استفاده کرد. هنگام استفاده از میز ارتعاش، دامنه نوسان آن کم باشد، تا هیچ بخشی از نمونه از ظرف بیرون نریزد.

۸ آمایش

۸-۱ برای انجام آزمون تحت شرایط آزمایشگاهی، دمای نگه‌داری آزمونه‌ها باید در گستره $^{\circ}\text{C}$ (۲۰ تا ۲۵) یا هر دمایی که کاربر مشخص نماید، باشد.

۸-۲ برای انجام آزمون‌ها در شرایط کارگاهی، آزمونه‌ها را تحت شرایط محیطی یا شرایط مشخص شده توسط کاربر نگه‌داری کنید. آزمونه‌ها را از تابش مستقیم نور خورشید محافظت کنید.

۸-۳ دمای هوای محیط را در شروع و پایان آزمون اندازه‌گیری و ثبت کنید. به‌جز در مواقع برداشت آب‌انداختگی یا انجام آزمون‌های نفوذ، برای جلوگیری از تبخیر زیاد رطوبت، آزمونه‌ها را طی مدت زمان انجام آزمون با مواد مناسبی مانند پارچه مرطوب یا پوشش نفوذناپذیر یا ناتراوا بپوشانید.

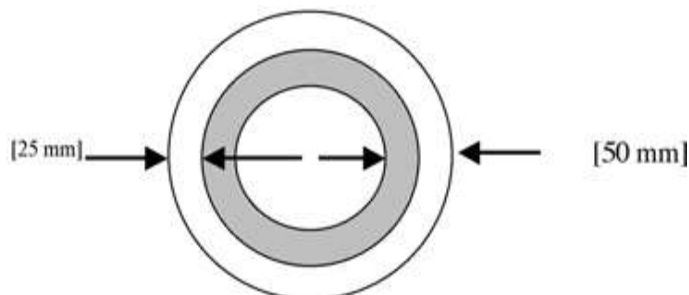
۹ روش اجرا

۹-۱ درست قبل از انجام آزمون نفوذ، آب‌روزده را به‌وسیله پیپت یا ابزار مناسب دیگر از سطح آزمونه‌های ملات جمع‌آوری کنید. برای تسهیل جمع‌آوری آب‌روزده، آزمونه را 2 min قبل از برداشت آب با قرار دادن بلوکی در زیر یک طرف آن با احتیاط با زاویه 10° نسبت به افق کج کنید.

۹-۲ سوزنی با اندازه مناسب با توجه به درجه گیرش ملات در دستگاه مقاومت نفوذ نصب کنید و نوک سوزن را در تماس با سطح آزمونه قرار دهید. نیروی عمودی دستگاه بارگذاری را به‌تدریج و به‌طور یکنواخت به‌سمت پایین اعمال کنید تا سوزن به اندازه $(2 \pm 25) \text{ mm}$ در ملات نفوذ کرده و به علامت نشانه‌گذاری شده روی سوزن برسد (یادآوری ۴). زمان موردنیاز برای نفوذ تا عمق 25 mm باید در گستره $(2 \pm 10) \text{ s}$ باشد. نیروی موردنیاز برای اعمال نفوذ تا عمق 25 mm و مدت زمان آزمون که پس از اولین تماس سیمان با آب اندازه‌گیری می‌شود را ثبت کنید. مقاومت نفوذ را با تقسیم نیروی ثبت‌شده بر سطح اتکای سوزن محاسبه و ثبت کنید. در آزمون‌های نفوذ بعدی دقت کنید تا از نفوذ سوزن در محل‌هایی که با آزمون‌های قبلی تحت تأثیر قرار گرفته، خودداری شود. فاصله آزاد میان محل‌های اثر سوزن حداقل باید دو برابر قطر سوزن مورد استفاده بوده و از 15 mm کم‌تر نباشد. فاصله آزاد میان محل اثر سوزن و کناره ظرف حداقل باید 25 mm بوده و از 50 mm بیش‌تر نباشد (به شکل ۱ مراجعه شود).

یادآوری ۳- کاربر تقریباً ۸ بار می‌تواند آزمون نفوذ را روی یک ظرف استوانه‌ای با کوچک‌ترین قطر مجاز خارجی برابر ۱۵۰ mm انجام دهد، بدون این که محل آزمون‌های نفوذ قبلی را تحت تاثیر قرار دهد. این مقدار بر اساس استفاده از سوزن‌هایی با مساحت سطحی ۱۳، ۶، ۲/۵، ۱/۳ و ۰/۶ میلی‌متر مربع می‌باشد.

یادآوری ۴- برای تسهیل تعیین زمان دست‌یابی به نفوذ موردنظر، ممکن است نشان‌گر متحرکی روی بدنه سوزن نصب شود. برای مثال می‌توان از گیره کاغذ یا نوارچسب روی بدنه سوزن استفاده کرد، طوری که منطبق بر علامت روی بدنه سوزن باشد. نشان‌گر نباید تداخلی در نفوذ سوزن به ملات ایجاد کند. بهتر است قبل از اعمال نفوذ، موقعیت نشان‌گر بررسی شود.



یادآوری - نواحی تیره‌رنگ برای نفوذهای سوزن، مجاز است.

شکل ۱- نمای بالا از نمونه ملات

۳-۹ برای مخلوط‌های بتنی متعارف با دمای آزمایشگاهی 20°C (تا ۲۵)، اولین آزمون را پس از سپری شدن h (۳ تا ۴) بعد از اولین تماس سیمان با آب، انجام دهید. آزمون‌های بعدی بهتر است در فاصله‌های زمانی h (۰/۵ تا ۱) انجام شود. برای مخلوط‌های بتنی حاوی مواد زودگیر کننده یا با دمای بالاتر از دمای آزمایشگاهی توصیه می‌شود اولین آزمون را پس از سپری شدن h (۱ تا ۲) و آزمون‌های بعدی را در فاصله‌های زمانی h (۰/۵) انجام دهید. برای مخلوط‌های بتنی حاوی مواد کندگیر کننده یا با دمای پایین‌تر از دمای آزمایشگاهی، اولین آزمون را می‌توان تا سپری شدن h (۴ تا ۶) به تأخیر انداخت. در تمامی حالت‌ها، فاصله‌های زمانی میان آزمون‌های متوالی را می‌توان به مقدار لازم تنظیم کرد تا با توجه به میزان گیرش، تعداد موردنیاز برای نفوذ به‌دست آید.

۴-۹ برای هر آزمون تعیین زمان گیرش، حداقل ۶ بار عمل نفوذ را در فاصله‌های زمانی مناسب انجام دهید، به طوری که منحنی مقاومت نفوذ در برابر زمان سپری‌شده، رضایت‌بخش تلقی شود (یادآوری ۵). آزمون را ادامه دهید تا زمانی که حداقل قرائت مقاومت نفوذ برابر 27.6 MPa یا بیش‌تر شود.

یادآوری ۵- منحنی رضایت‌بخش، آن است که نشان‌گر افزایش کلی مقاومت نفوذ بوده و برای افزایش درستی درون‌یابی موردنیاز، شامل نقاط قبل و بعد زمان‌های گیرش اولیه و نهایی نیز می‌باشد. برای مخلوط‌هایی با گیرش عادی، آزمون‌ها معمولاً در فاصله‌های زمانی برابر انجام می‌شود. انجام آزمون نفوذ قبل از موعد مقرر، داده‌های خیلی زیادی را زودتر از زمان گیرش اولیه به‌دست می‌دهد، این مورد ممکن است هنگامی که از تحلیل رگرسیون برای تحلیل داده‌های مقاومت نفوذ استفاده می‌شود. با انحراف بهترین خط برازش، درستی زمان گیرش تخمینی کاهش یابد.

۵-۹ رسم نتایج آزمون: از یکی از روش‌های زیر برای رسم نتایج آزمون و به‌دست آوردن زمان‌های گیرش استفاده کنید (یادآوری ۶). پیوست الف، کاربرد این روش‌ها را نشان می‌دهد.

یادآوری ۶- نمودار مقاومت نفوذ در برابر زمان سپری شده، اطلاعاتی از میزان گیرش ارائه می‌کند. از نمودار می‌توان برای انتخاب زمان آزمون‌های بعدی نفوذ و شناسایی نتایج آزمون نادرست استفاده کرد. بنابراین توصیه می‌شود داده‌ها هم‌زمان با جمع‌آوری روی نمودار ترسیم شوند.

۹-۵-۱ با استفاده از روش ترسیم زیر و با برازش دستی یک منحنی هموار روی داده‌ها، زمان‌های گیرش را تعیین نمایید. در یک محور مختصات، مقاومت نفوذ را روی محور عرضی و مدت زمان سپری شده را روی محور طولی مشخص کنید. مقیاس محورهای طوری باشد که حداقل فاصله ۱۵ mm روی آن‌ها بیانگر ۳/۵ MPa (در محور عرضی) و ۱ h (در محور طولی) باشد. مقادیر مقاومت نفوذ را به صورت تابعی از مدت زمان سپری شده رسم کنید.

۹-۵-۲ با استفاده از روش ترسیم زیر و با تحلیل رگرسیون خطی لگاریتم داده‌ها توسط یک ماشین حساب مناسب، زمان‌های گیرش را تعیین کنید. با استفاده از کاغذ رسم تمام لگاریتمی، در یک محور مختصات، مقاومت نفوذ را روی محور عرضی و مدت زمان سپری شده را برحسب دقیقه روی محور طولی مشخص نمایید. حدود مقاومت نفوذ روی محور عرضی باید MPa (۰/۱ تا ۱۰) و حدود مدت زمان سپری شده روی محور طولی باید min (۱۰ تا ۱۰۰۰) باشد. در صورت استفاده از مخلوط‌هایی با زمان گیرش کند، حدود مدت زمان سپری شده می‌تواند min (۱۰۰ تا ۱۰۰۰۰) باشد. مقادیر مقاومت نفوذ را به صورت تابعی از مدت زمان سپری شده رسم کنید (یادآوری ۵).

۹-۵-۳ در صورت استفاده از رایانه برای ترسیم نتایج آزمون و تعیین زمان‌های گیرش با تحلیل رگرسیون داده‌ها، به صورت زیر عمل کنید: وقتی که نتایج آزمون به دست می‌آید، مقاومت نفوذ و مدت زمان سپری شده را در رایانه وارد نموده و آن‌ها را به ترتیب روی محور عرضی و طولی رسم کنید. در صورتی که در نرم‌افزار فقط تحلیل رگرسیون خطی امکان پذیر باشد، با گرفتن لگاریتم داده‌ها، آن‌ها را تبدیل کنید. خط مستقیمی روی داده‌های تبدیل یافته برازش کنید (به معادله (۱) مراجعه شود).

$$\text{Log}(PR) = a + b \text{Log}(t) \quad (1)$$

که در آن:

PR مقاومت نفوذ؛

t مدت زمان سپری شده؛

a و b ثابت‌های رگرسیون.

در صورتی که برازش مستقیم تابع توانی در نرم‌افزار امکان پذیر باشد، نیازی به تبدیل داده‌ها نیست.

$$PR = ct^d \quad (2)$$

که در آن:

c و d ثابت‌های رگرسیون.

۴-۵-۹ در روش‌های ذکر شده در زیربندهای ۲-۵-۹ و ۳-۵-۹ فرض شده است که داده‌ها در معادله‌های (۱) یا (۲) صدق می‌کنند. بررسی کنید که داده‌ها از یکی از این معادله‌ها تبعیت می‌کنند. در صورتی که ضریب همبستگی تحلیل رگرسیون، پس از حذف داده‌های پرت (به یادآوری ۷ مراجعه شود) کمتر از ۰/۹۸ باشد، از روش ذکر شده در زیربند ۱-۵-۹ استفاده کنید.

۱۰ محاسبه

۱-۱۰ برای هر متغیر مورد تحقیق، نتایج حاصل از سه آزمون زمان گیرش یا بیش‌تر را به‌طور جداگانه ترسیم کنید. برای هر نمودار آماده شده طبق زیربند ۱-۵-۹، به‌صورت دستی منحنی هموار را روی نقاط داده‌ها برازش کنید. با استفاده از روش کوچک‌ترین مربعات برای هر نمودار تهیه شده طبق زیربند ۲-۵-۹ یا ۳-۵-۹، ثابت‌های بهترین برازش را در معادله‌های (۱) یا (۲) (هر کدام که کاربرد داشته باشد) به‌دست آورید. از نقاطی که به‌صورت مشخص از روند نمودار پرت هستند، صرف‌نظر کنید (یادآوری ۷).

یادآوری ۷- داده‌های پرت می‌تواند در اثر عواملی مانند تداخل‌های ناشی از وجود ذرات درشت در ملات، وجود حفره‌های بزرگ در نواحی آزمون نفوذ، تداخل‌های ناشی از اثرهای ایجاد شده با نفوذهای مجاور، عدم نگهداری وسیله آزمون به‌صورت عمود بر سطح آزمون در مدت اعمال نفوذ، خطا در قرائت بار، تغییر در عمق‌های نفوذ یا تغییر در نرخ بارگذاری ایجاد شود. شناسایی این نقاط بر عهده کاربر است و توصیه می‌شود که در تحلیل داده‌ها لحاظ نشوند.

۲-۱۰ برای هر نمودار، زمان‌های گیرش اولیه و نهایی را بر حسب زمانی که مقاومت نفوذ به‌ترتیب برابر $3/5 \text{ MPa}$ و $27/6 \text{ MPa}$ می‌شود، تعیین کنید. برای نمودارهای تهیه شده طبق زیربند ۱-۵-۹، زمان‌های گیرش را با بازرسی چشمی منحنی‌های رسم شده، تعیین کنید. برای نمودارهای تهیه شده طبق زیربند ۲-۵-۹ یا ۳-۵-۹، زمان‌های گیرش را با درون‌یابی بهترین برازش معادله رگرسیون، تعیین نمایید. زمان‌های گیرش را بر حسب ساعت و دقیقه و با تقریب 5 min ثبت کنید.

۳-۱۰ برای هر متغیر مورد تحقیق، زمان‌های گیرش اولیه و نهایی را به‌صورت میانگین مقادیر منفرد نتایج آزمون، محاسبه کنید. میانگین زمان‌های گیرش را بر حسب ساعت و دقیقه و با تقریب 5 min ثبت کنید.

۱۱ گزارش

۱-۱۱ اطلاعات مربوط به مخلوط بتن

اطلاعات زیر را برای مخلوط بتن گزارش کنید:

۱-۱-۱۱ نام تجاری و نوع مواد سیمانی، مقدار (جرم) مواد سیمانی، سنگدانه ریز و درشت در هر مترمکعب بتن، حداکثر اندازه اسمی سنگدانه و نسبت آب به سیمان یا مواد سیمانی؛

۲-۱-۱۱ نام، نوع و مقدار مواد افزودنی به‌کار رفته؛

۳-۱-۱۱ مقدار هوای بتن تازه و روش تعیین آن؛

۴-۱-۱۱ اسلامپ بتن؛

۵-۱-۱۱ دمای ملات پس از الک کردن؛

۶-۱-۱۱ سوابق دمای محیط در مدت انجام آزمون؛ و

۷-۱-۱۱ تاریخ آزمون.

۲-۱۱ اطلاعات مربوط به نتایج زمان گیرش

اطلاعات زیر را برای آزمون‌های زمان گیرش گزارش کنید:

۱-۲-۱۱ نمودار مقاومت نفوذ در برابر مدت زمان سپری شده برای هر آزمون زمان گیرش؛

۲-۲-۱۱ زمان‌های گیرش اولیه و نهایی برای هر آزمون، که بر حسب ساعت و دقیقه و با تقریب ۵ min گزارش می‌شود؛ و

۳-۲-۱۱ میانگین زمان‌های گیرش اولیه و نهایی برای هر وضعیت آزمون، که بر حسب ساعت و دقیقه و با تقریب ۵ min گزارش می‌شود.

۱۲ دقت و اریبی^۱

۱-۱۲ دقت

یادآوری ۸- مقادیر دقت بر اساس یک مطالعه بین‌آزمایشگاهی شامل ده آزمایشگاه و سه مخلوط بتن، به‌دست آمد. گستره میانگین زمان گیرش اولیه min (۲۳۰ تا ۴۷۰) و گستره میانگین زمان گیرش نهایی min (۳۱۰ تا ۵۸۰) بود. هر کارور، آزمون را دو بار روی نمونه‌های مشابه ساخته شده از هر مخلوط تکرار کرد. زمان‌های گیرش با تحلیل رگرسیون هم‌چنان که در پیوست الف تشریح شده است، تعیین شد.

۱-۱-۱۲ دقت یک کارور: ضرایب تغییرات یک کارور در جدول ۱ ارائه شده است. تفاوت دو نتیجه آزمون که به‌درستی توسط یک کارور روی مواد یکسان انجام شده است، انتظار نمی‌رود بیش از مقادیر ارائه شده در ستون سوم جدول ۱ (به‌صورت درصدی از میانگین آن‌ها) باشند. برای سه آزمون انجام شده روی یک پیمانانه بتن، انتظار نمی‌رود گستره (تفاضل میان بیش‌ترین و کم‌ترین) نتایج آزمون به‌دست آمده از یک کارور بیش از مقادیر ارائه شده در ستون چهارم جدول ۱ باشد.

یادآوری ۹- گستره قابل قبول میان سه نتیجه آزمون که در جدول ۱ ارائه شده است، روی پیمانانه‌های مجزای ساخته شده از یک مخلوط بتن، کاربرد ندارد.

جدول ۱- دقت یک کارور

گستره قابل قبول سه اندازه‌گیری ^b	اختلاف قابل قبول میان دو اندازه‌گیری ^a	ضریب تغییر یک کارور	زمان گیرش
%	%	%	
۴٫۳	۳٫۶	۱٫۳	اولیه
۴٫۳	۳٫۶	۱٫۳	نهایی

^a این اعداد بیانگر حدود (d2s %) طبق استاندارد ASTM C670 هستند.

^b مطابق با بخش «گستره قابل قبول میان نتایج» استاندارد ASTM C670، محاسبه شده است.

۱۲-۱-۲ دقت چند آزمایشگاهی: ضرایب تغییر چند آزمایشگاه در جدول ۲ ارائه شده است. تفاوت دو نتیجه آزمون که به‌درستی توسط دو آزمایشگاه مختلف روی آزمون‌های ساخته شده از یک پیمانانه بتن انجام شده است، انتظار نمی‌رود بیش از مقادیر ارائه شده در ستون سوم جدول ۲ (به‌صورت درصدی از میانگین آن‌ها) باشند. تفاوت میانگین‌های سه نتیجه آزمون انجام یافته توسط دو آزمایشگاه مختلف روی آزمون‌های ساخته شده با یک پیمانانه واحد از مخلوط بتن یکسان، انتظار نمی‌رود بیش از مقادیر ارائه شده در ستون چهارم جدول ۲ باشند.

جدول ۲- دقت چند آزمایشگاهی

اختلاف قابل قبول میانگین سه اندازه‌گیری ^b	اختلاف قابل قبول میان دو اندازه‌گیری ^a	ضریب تغییر چند آزمایشگاهی	زمان گیرش
%	%	%	
۹٫۸	۱۰٫۴	۳٫۷	اولیه
۷٫۰	۷٫۶	۲٫۷	نهایی

^a این اعداد بیانگر حدود (d2s %) طبق استاندارد ASTM C670 هستند.

^b مطابق با بخش «نتیجه آزمون بر اساس میانگین چند اندازه‌گیری» استاندارد ASTM C802، محاسبه شده است.

۱۲-۲ اریبی

از آنجا که زمان‌های گیرش فقط بر اساس این روش آزمون تعیین می‌شوند. اریبی این روش آزمون را نمی‌توان تعیین کرد.

پیوست الف

(آگاهی دهنده)

مثال‌های ترسیمی

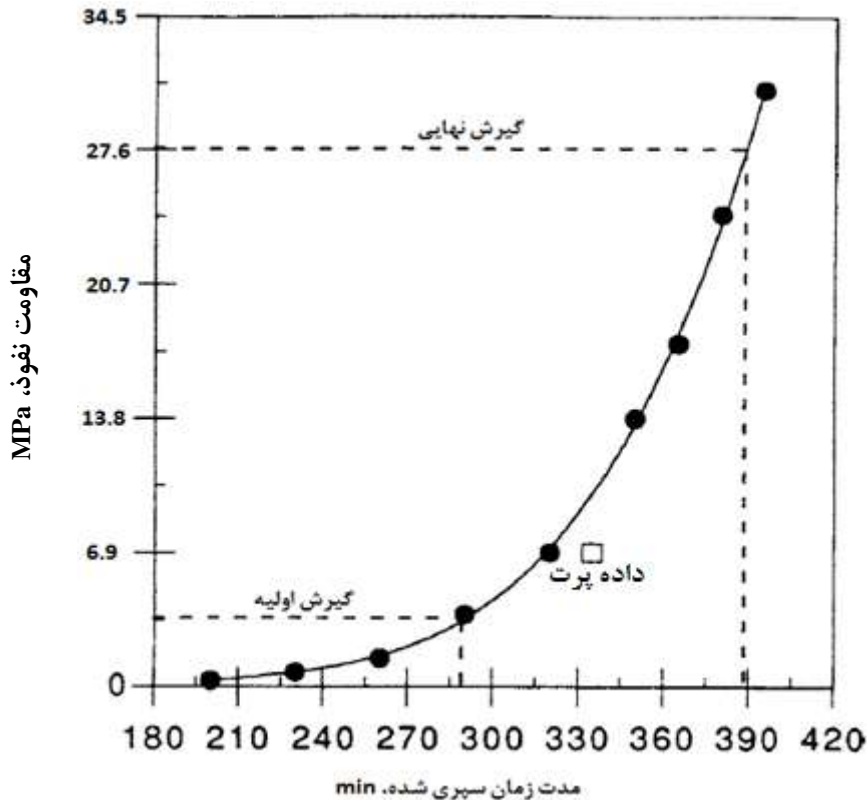
الف-۱ از داده‌های مربوط به مقاومت نفوذ (PR) و مدت زمان سپری شده (t) که در جدول الف-۱ ارائه شده است، برای نمایش روش‌های تعیین زمان‌های گیرش استفاده شده است.

الف-۲ برآزش دستی

شکل الف-۱، نمودار مقاومت نفوذ در برابر مدت زمان سپری شده را بر اساس داده‌های جدول الف-۱ نشان می‌دهد. این منحنی هموار به صورت دستی با استفاده از نوار طراحی منعطف رسم شده است. این منحنی به گونه‌ای رسم شد که بهترین برآزش به صورت چشمی حاصل شود. توجه کنید که مقاومت نفوذ مربوط به زمان 335 min به صورت مشخص پرت است، بنابراین برای رسم بهترین منحنی برآزش از این نقطه صرف نظر می‌شود. به ازای مقادیر مقاومت نفوذ برابر با $3/5 \text{ MPa}$ و $27/6 \text{ MPa}$ ، خطوط افقی رسم می‌شود. محل تقاطع این خطوط با منحنی، زمان‌های گیرش اولیه و نهایی را تعیین می‌کند، که در این مثال به ترتیب برابر 289 min و 389 min است.

جدول الف-۱- داده‌های مقاومت نفوذ

Log (t)	Log (PR)	مدت زمان سپری شده (t) min	مقاومت نفوذ (PR) MPa
۲,۳۰۱	-۰,۵۲۳	۲۰۰	۰,۳۰
۲,۳۶۲	-۰,۱۱۹	۲۳۰	۰,۷۶
۲,۴۱۵	۰,۱۷۳	۲۶۰	۱,۴۹
۲,۴۶۲	۰,۵۷۱	۲۹۰	۳,۷۲
۲,۵۰۵	۰,۸۳۸	۳۲۰	۶,۸۹
۲,۵۲۵	۰,۸۳۸	۳۳۵	۶,۸۹
۲,۵۴۴	۱,۱۳۹	۳۵۰	۱۳,۷۸
۲,۵۶۲	۱,۲۴۶	۳۶۵	۱۷,۶۴
۲,۵۸۰	۱,۳۸۵	۳۸۰	۲۴,۲۵
۲,۵۹۷	۱,۴۸۵	۳۹۵	۳۰,۵۹



شکل الف-۱- نمودار مقاومت نفوذ در برابر مدت زمان سپری شده و برازش دستی منحنی برای تعیین زمان گیرش (بدون مقیاس واقعی)

الف-۳ تحلیل رگرسیون

الف-۳-۱ شکل الف-۲، نمودار تمام لگاریتمی مقاومت نفوذ در برابر مدت زمان سپری شده را نشان می‌دهد. این نمودار نشان می‌دهد که به استثنای داده پرت، تقریباً یک رابطه خطی مستقیم میان لگاریتم‌های مقاومت نفوذ و مدت زمان سپری شده وجود دارد. خط مستقیم با تحلیل رگرسیون خطی لگاریتم‌های ارائه شده در ستون‌های سوم و چهارم جدول الف-۱ به دست آمده است. معادله این خط به صورت زیر است:

$$\text{Log}(PR) = -16.377 + 6.879 \text{Log}(t) \quad (\text{الف-۱})$$

که در آن:

PR مقاومت نفوذ؛ و

t مدت زمان سپری شده.

ضریب همبستگی برابر ۰٫۹۹۹ است، بنابراین استفاده از تحلیل رگرسیون خطی قابل قبول است.

الف-۳-۲ با بازنویسی معادله (الف-۱) به صورت زیر، زمان‌های گیرش را به دست آورید:

$$\text{Log}(t) = \frac{\text{Log}(PR) + 16.377}{6.879} \quad (\text{الف-۲})$$

الف-۳-۳ برای تعیین زمان گیرش اولیه، مقدار PR مربوط (۳,۵ MPa) را در معادله (الف-۲) جاگذاری کنید:

$$\text{Log}(t) = \frac{\text{Log}(3,5)+16.377}{6.879} = \frac{0.54+16.377}{6.879} = 2.458 \quad (\text{الف-۳})$$

بنابراین زمان گیرش اولیه به صورت زیر تعیین می شود:

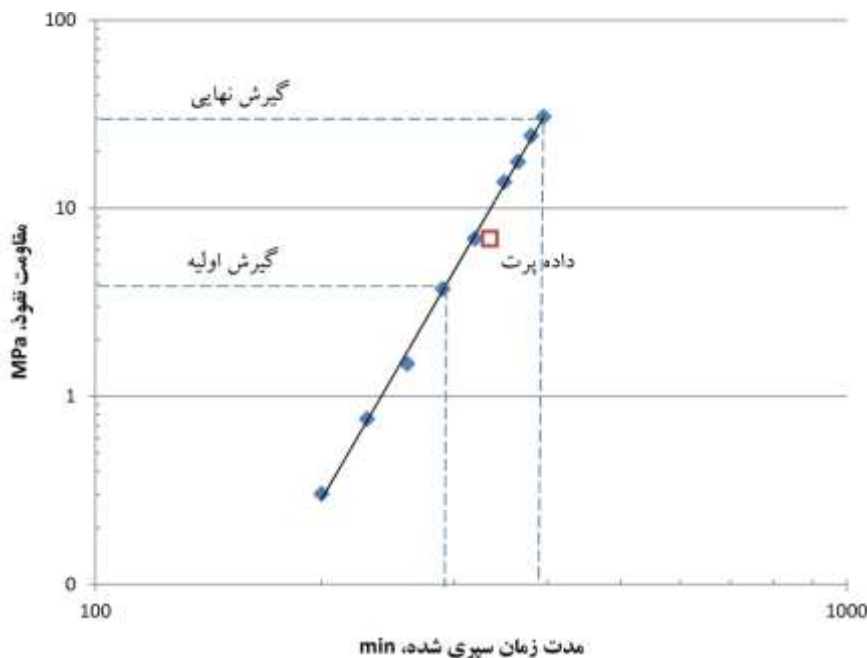
$$t = (10)^{2.458} = 287 \text{ min}$$

الف-۳-۴ برای تعیین زمان گیرش نهایی، مقدار PR مربوط (۲۷,۶ MPa) را در معادله (الف-۲) جاگذاری کنید:

$$\text{Log}(t) = \frac{\text{Log}(27,6)+16.377}{6.879} = \frac{1.44+16.377}{6.879} = 2.590 \quad (\text{الف-۴})$$

بنابراین زمان گیرش نهایی به صورت زیر تعیین می شود:

$$t = (10)^{2.590} = 389 \text{ min}$$



شکل الف-۲- نمودار تمام لگاریتمی و برازش خط مستقیم با استفاده از تحلیل رگرسیون برای تعیین زمان گیرش

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

تغییرات اعمال شده در این استاندارد در مقایسه با استاندارد منبع

ب-۱ کلیات

برای کاربرد این استاندارد در داخل کشور، تغییراتی در مقایسه با استاندارد منبع، به شرح زیر اعمال شده است:

ب-۲ بخش‌های حذف شده

- در بند هدف و دامنه کاربرد، زیربند ۱-۵ استاندارد منبع حذف شده است.
- بند ۱۳ استاندارد منبع (کلمات کلیدی) حذف شده است.

ب-۳ بخش‌های جایگزین شده

- در بند هدف و دامنه کاربرد، زیربند ۱-۶ استاندارد منبع با عنوان هشدار ۱ به ابتدای متن استاندارد انتقال داده شده است.
- در پیوست الف، معادله خط و محاسبه‌ها بر اساس واحد MPa نوشته شده است.