



دانشگاه صنعتی شیراز



دانشگاه صنعتی شیراز

روسازی راه

کارشناسی مهندسی عمران

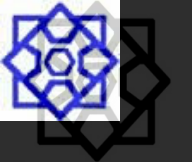
دکتر علیرضا غنی زاده

استادیار دانشکده مهندسی عمران – دانشگاه صنعتی شیراز



A.R. Ghanizadeh

Ghanizadeh



دانشگاه صنعتی سیرجان

آزمایش‌های تیرهای خالص

©A.R. Ghanizadeh



آزمایش درجه نفوذ

هدف:

تعیین سختی نسبی قیرهای دمیده و قیرهای خالص در دمای محیط

تعریف:

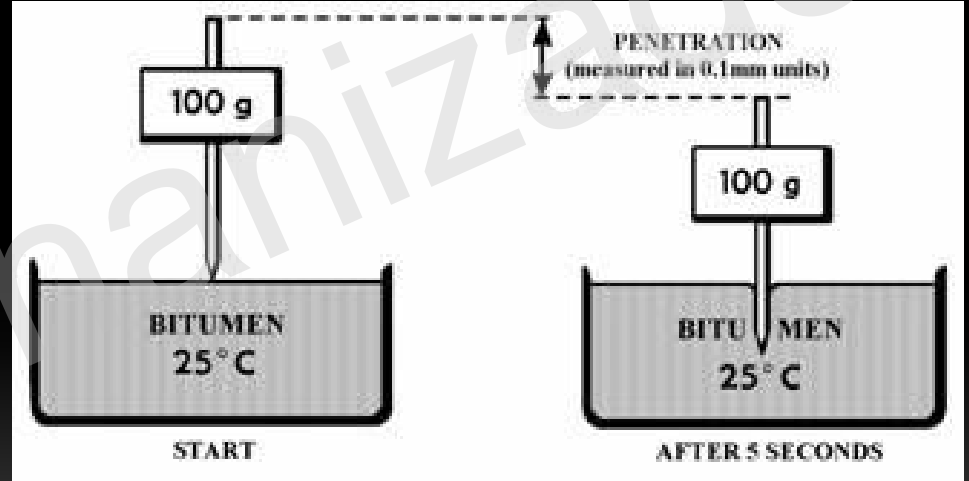
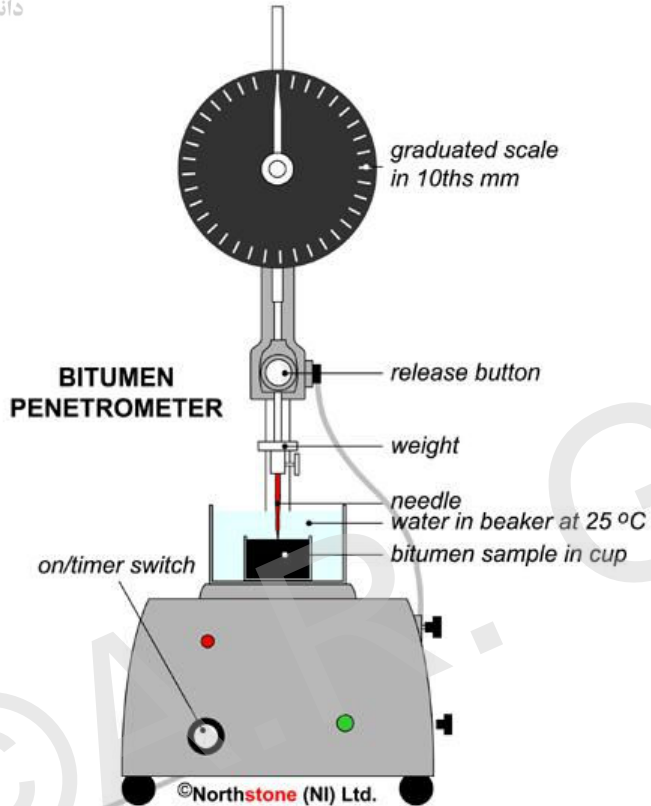
درجه نفوذ قیر عبارت از مقدار طولی (بر حسب دهم میلیمتر) است که یک سوزن استاندارد با شکل معین تحت اثر باری معادل ۱۰۰ گرم در مدت ۵ ثانیه در قیری که در درجه حرارت ۲۵ درجه سانتیگراد است ، نفوذ نماید.

استاندارد:

ASTM-D

AASHTO-T 49

آزمایش درجه نفوذ





آزمایش کندروانی

هدف:

تعیین ویسکوزیته و روانی قیر در درجه حرارت‌های بالا. این پارامتر در تعیین دمای اختلاط و تراکم آسفالت حائز اهمیت است.

تعریف:

مقاومت داخلی مایعات را که مانع حرکت و جریان آنها می شود ، ویسکوزیته یا گرانروی و یا کندروانی می نامند. این کندروانی برای مایعات برحسب پواز سنجیده می شود که همان پاسکال - ثانیه است.

Standard Methods, (IP. 49/58)

ASTM Methods, (D: 5-52)



آزمایش کندروانی

روش های مختلف تعیین کندروانی قیرها :

○ روش سی بولت - فورل

○ روش استاندارد تار ویسکومتر (S.T.V)

○ روش ویسکومتر ردوود (Red Wood)

○ روش کینماتیکی

آزمایش کندروانی سی بولت فیورول



دانشگاه صنعتی شاهرود



در دستگاه سی بولت- فورل کندروانی، زمان لازم بر حسب ثانیه برای آنکه مقدار ۶۰ سانتی متر مکعب قیر مایع در دمای ۱۳۵ درجه سانتیگراد از مجرای دستگاه سی بولت- فورل فرو ریزد تعیین می شود. شرح این روش در استاندارد زیر مفصلاً آمده است:

ASTM-D 88

AASHTO-T 72

آزمایش کندروانی کینماتیکی



دانشگاه صنعتی سرجان



کندروانی سنج کینماتیکی از یک لوله نازک تشکیل شده است که قیر مورد نظر در دمای ۱۳۵ درجه سانتیگراد تحت اثر نیروی ثقل در آن به حرکت در می‌آید و سپس مدت زمان لازم برای آنکه قیر طول لوله را بپیماید اندازه‌گیری می‌شود. با ضرب نمودن زمان در ثابت لوله کندروانی بر حسب سانتی استوکس به دست می‌آید:

ASTM-D 2170
AASHTO-T201

$$\eta_{SF} = \frac{1}{2} \eta_K$$

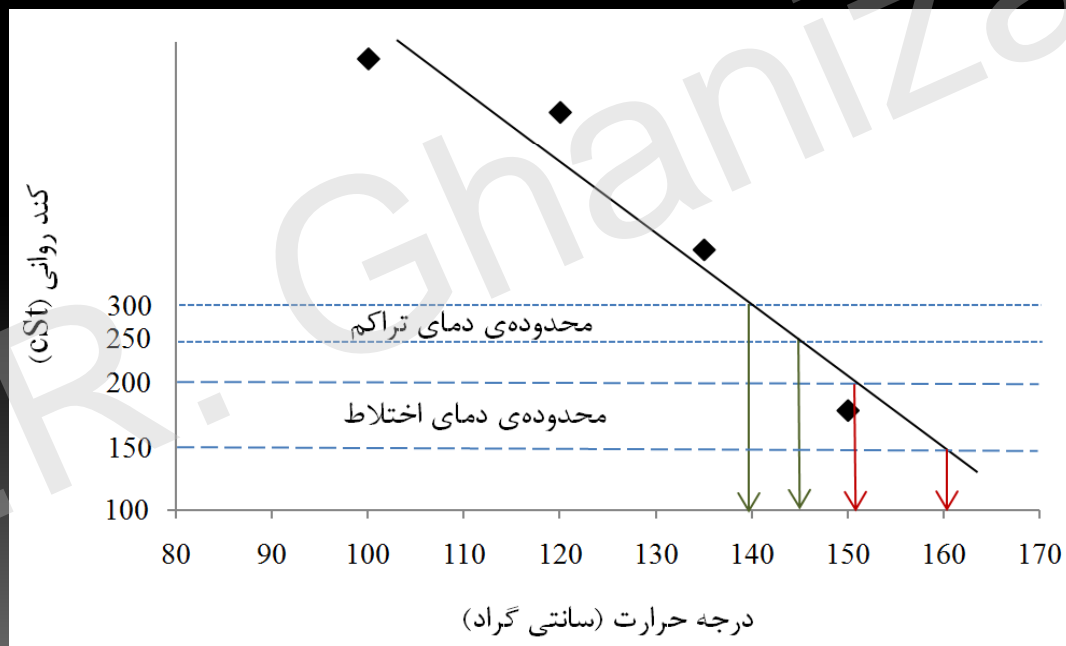


آزمایش کندروانی کینماتیکی

✓ قیرهای با ویسکوزیته پایین در فصل تابستان به صورت روان در می آیند.

✓ قیرهای با ویسکوزیته بالا به درستی با سنگدانه‌های آسفالت مخلوط نمی‌شوند و همچنین

آسفالت تولید شده به درستی متراکم نمی‌شود.



کندروانی (cSt)

محدوده‌ی دمایی تراکم

محدوده‌ی دمایی اختلاط

80 90 100 110 120 130 140 150 160 170

درجه حرارت (سانتی گراد)



آزمایش درجه اشتعال قیر

هدف:

تعیین درجه حرارتی که تا آن درجه حرارت می‌توان قیر را گرم کرد بدون آنکه مشتعل شود.

تعریف:

درجه اشتعال قیر به درجه حرارتی اطلاق می‌شود که وقتی دمای قیر به آن می‌رسد، با نزدیک نمودن شعله به سطح آزاد آن، جرقه‌ای در سطح آن دیده شود.

آزمایش تعیین درجه اشتعال قیر را می‌توان با دو نوع دستگاه انجام داد:

ASTM-D 92, AASHTO-T48

ASTM-D 93, AASHTO-T73

• دستگاه درجه اشتعال رو باز

• دستگاه درجه اشتعال رو بسته

آزمایش درجه اشتعال قیر



دانشگاه صنعتی شیراز

دستگاه رو باز



دستگاه رو بسته





آزمایش افت وزنی قیر در اثر حرارت

هدف:

هدف از آزمایش افت وزنی قیر، تعیین میزان کاهش وزن قیر در اثر حرارت ۱۶۳ درجه ای و هم چنین تعیین میزان فراریت نسبی حلال های قیر است

تعریف:

افت وزنی قیر عبارت است از درصد افت وزنی نمونه قیری که در مدت ۵ ساعت در درجه حرارت ۱۶۳ درجه سانتیگراد در دستگاه مجهز به تهویه قرار می گیرد.

استانداردها:

ASTM-D 6

AASHTO-T 47



آزمایش افت وزنی قیر در اثر حرارت

دانشگاه صنعتی سبزجان



روش انجام: ابتدا ظرف استوانه ای را تمیز می نماییم. این ظرف استوانه ای دارای قطر ۵۵ میلی متر و ارتفاع ۳۵ میلی متر می باشد و دارای کفی مسطح است. مقدار ۵۰ گرم قیر مذاب را در داخل این ظرف می ریزیم و پس از سرد شدن، آن را برای مدت ۵ ساعت در گرمخانه با دمای ۱۶۳ درجه سانتیگراد قرار می دهیم. گرمخانه دارای تهویه هوا می باشد. درصد افت وزنی پس از ۵ ساعت گزارش می شود.



آزمایش لعاب نازک قیر

هدف:

برای تعیین نشانه‌ای از پیرشدگی یا سخت شدگی قیرها در اثر درجه حرارت (تبخیر روغن‌ها و اکسیداسیون)

تعریف:

نسبت درجه نفوذ در این آزمایش به صورت نسبت درجه نفوذ قیر پس از آزمایش به درجه نفوذ قیر قبل از انجام آزمایش گزارش می‌شود.

استانداردها:

ASTM-D 1754

AASHTO-T 179



آزمایش لعاب نازک قیر



روش انجام: ابتدا ظرف استوانه ای را تمیز می نماییم. این ظرف استوانه ای دارای قطر ۱۴۰ میلی متر و ارتفاع ۹/۵ میلی متر می باشد و دارای کفی مسطح است. مقدار ۵۰ گرم قیر مذاب را در داخل این ظرف می ریزیم و پس از سرد شدن، آن را برای مدت ۵ ساعت در گرمخانه با دمای ۱۶۳ درجه سانتیگراد قرار می دهیم. گرمخانه دارای تهویه هوا می باشد. سپس درجه نفوذ قیر قبل و بعد از آزمایش تعیین می شود.



آزمایش قابلیت شکل پذیری (خاصیت انگمی قیر)

هدف:

برای تعیین نشانه‌ای از چسبندگی و قابلیت شکل پذیری قیرها

تعریف:

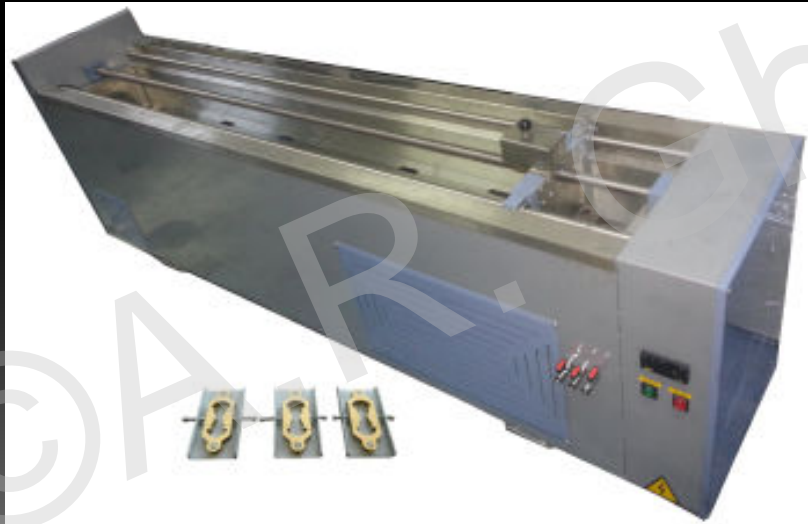
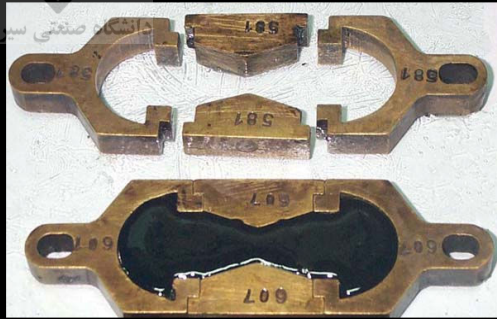
خاصیت شکل پذیری قیر عبارتند از مقدار ازدیاد طول یک نمونه قیر بر حسب سانتیمتر که به صورت استاندارد کشیده شده (با سرعت معین و در دمای مشخص) تا به طول پارگی یا انقطاع برسد. طول نمونه درست قبل از پاره شدن بر حسب سانتیمتر به خاصیت شکل پذیری یا انگمی موسوم است.

استانداردها:

ASTM-D 113

AASHTO-T 51

آزمایش قابلیت شکل پذیری (خاصیت انگمی قیر)



روش انجام: قیر مذاب را به طور یکنواخت در قالب ها می ریزیم. پس از پر نمودن قالب ها، مدتی صبر می کنیم تا قیر در دمای محیط سرد شود سپس باید قالب را در داخل حمام آب گرم دستگاه قرار داد تا مدت ۹۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه باقی بماند. آنگاه دستگاه را روشن می نماییم تا با سرعت یکنواخت ۵ سانتی متر بر دقیقه عمل کشش را انجام دهد.



آزمایش درجه خلوص قیر

هدف:

برای تعیین میزات ناخالصی‌های قیر مانند نمک، کربن، مواد معدنی و کاربین

روش انجام آزمایش:

ابتدا ۲ گرم قیر مورد آزمایش را در ۱۰۰ سانتی‌متر مکعب سولفور کربن یا تتراکلور کربن حل می‌نمایید. سپس با رد نمودن محلول از صافی وزن بخش حل نشده به دست می‌آید. درجه خلوص از تقسیم وزن حل شده به وزن قیر اولیه بر حسب درصد به دست می‌آید. درجه خلوص با استفاده از سولفور کربن بیش از تتراکلور کربن است.

استانداردها:

ASTM-D 6

AASHTO-T 47



آزمایش تعیین چگالی قیر

هدف:

تعیین چگالی قیر در دمای ۲۵ یا ۱۵/۶ درجه سانتی‌گراد

روش انجام آزمایش:

چگالی قیر نسبت وزن حجم معینی از قیر در درجه حرارت معینی است به وزن آب هم حجم آن در همان درجه حرارت.

استانداردها:

ASTM-D 70
AASHTO-T 43



آزمایش تعیین چگالی قیر

$$G_b = \frac{W_2 - W_1}{(W_W - W_1) - (W_3 - W_2)}$$

W_1 = وزن پیکنومتر

W_W = وزن پیکنومتر پر شده از آب

W_2 = وزن پیکنومتر که قسمتی از آن با قیر پر شده است

W_3 = وزن پیکنومتر که قسمت از آن با قیر نظیر W_2 و مابقی با آب پر شده است

$$V_t = V_{15.6} [1 + C(t - 15.6)]$$

V_t = حجم قیر در دمای t

C = ضریب انقباض حرارتی قیر. برای قیرهای با چگالی بیش از ۰/۹۶۶ برابر با ۰/۰۰۰۶۳ و

برای قیرهای با چگالی کمتر از ۰/۹۶۶ برابر با ۰/۰۰۰۷۲ $1^\circ C$



آزمایش نقطه نرمی

هدف:

تعیین حساسیت قیرها در برابر درجه حرارت

روش انجام آزمایش:

درجه نرمی قیر در روش حلقه و گلوله، درجه حرارتی است که در آن گلوله‌ای با وزن و قطر معین از داخل یک لایه قیر با ضخامت مشخص عبور کرده و به صفحه‌ای که در فاصله ۲۵ میلیمتری آن قرار دارد برخورد می‌کند.

استانداردها:

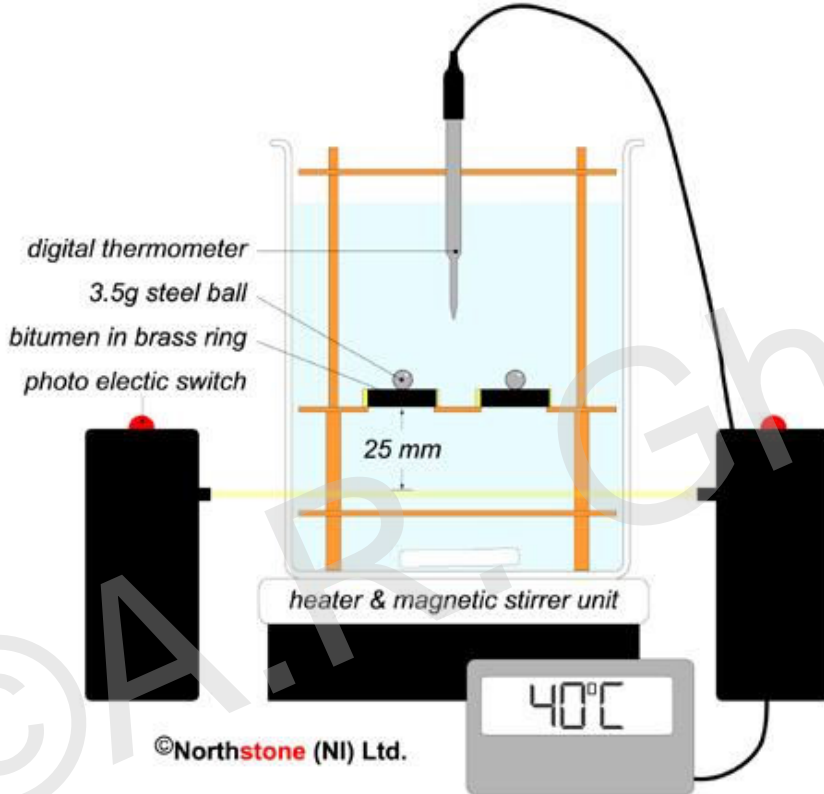
ASTM-D 36

AASHTO-T 53



آزمایش نقطه نرمی

RING & BALL SOFTENING POINT





آزمایش نقطه نرمی

$$M = \frac{\log 800 - \log P}{T_{RB} - 25} = \frac{1}{50} \frac{(20 - PI)}{(10 + PI)}$$

P = درجه نفوذ در ۲۵ درجه سانتی گراد

T_{RB} = نقطه نرمی بر حسب درجه سانتی گراد

PI = شاخص درجه نفوذ

PI	نوع قیر
$PI > 2$	قیر دمیده
$-2 < PI < 2$	قیر خالص
$PI < -2$	قطران قیر

شاخص درجه نفوذ شاخصی از

حساسیت قیر نسبت به درجه

حرارت است

آزمایش روسازی ممتاز قیر



روش آزمایش	هدف آزمایش	نوع آزمایش
<i>AASHTO T - 240</i>	بررسی سخت شدن قیر در حین تولید مخلوط آسفالتی	آزمایش قشر نازک قیر به روش چرخشی (دوار) ⁵ (RTFO)
<i>AASHTO R - 28</i>	بررسی سخت شدن قیر به مرور زمان و در مدت خدمت دهی	آزمایش تسریع پیرشدگی ⁶ (PAV)
<i>AASHTO T - 315</i>	بررسی خواص تغییر شکل پذیری (شیار) در دمای بالا و ترکهای ناشی از خستگی در دمای متوسط	آزمایش رئومتر برش دینامیکی ⁷ (DSR)
<i>AASHTO T - 316</i>	بررسی خواص قیر در دمای بالا - کارایی قیر	آزمایش کندروانی چرخشی ⁸ (RV)
<i>AASHTO T - 313</i>	بررسی خواص قیر در دماهای پایین و ترکهای ناشی از دمای پائین	آزمایش رئومتر تیر خمشی ⁹ (BBR)
<i>AASHTO T - 314</i>	بررسی خواص قیر در دماهای پایین و ترکهای ناشی از دمای پایین	آزمایش کشش مستقیم ¹⁰ (DTT)

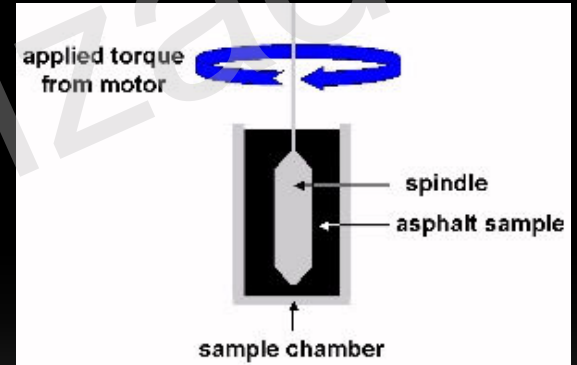


آزمایش RV

دانشگاه صنعتی سرجان



photo courtesy of FHWA





آزمایش DSR

دانشگاه صنعتی سیرجان

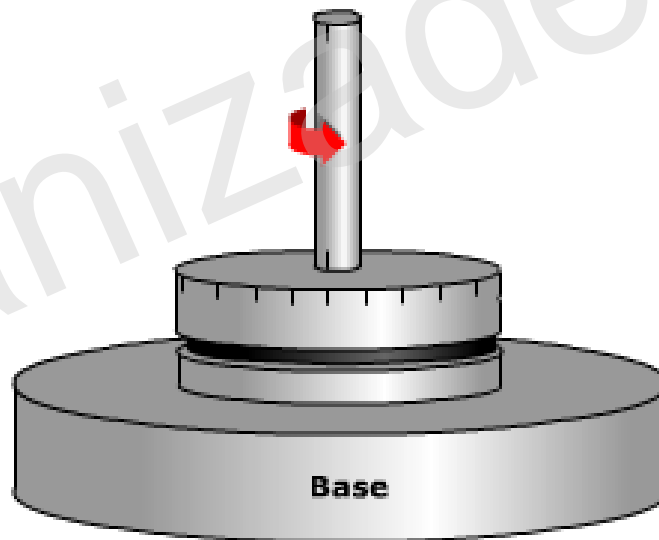


Start with
Base Plate

Add Asphalt
Binder Sample

Apply Top
Plate

Oscillate Top
Plate at 1.59 Hz





آزمایش DSR

دانشگاه صنعتی سرجان

$$\tau_{\max} = \frac{2T}{\pi r^3}$$

$$\gamma_{\max} = \frac{\theta r}{h}$$

$$G^* = \frac{\tau_{\max}}{\gamma_{\max}}$$

$\delta = \text{time lag}$

where: τ_{\max} = maximum applied shear stress

T = maximum applied torque

r = radius of binder specimen (either 12.5 or 4 mm)

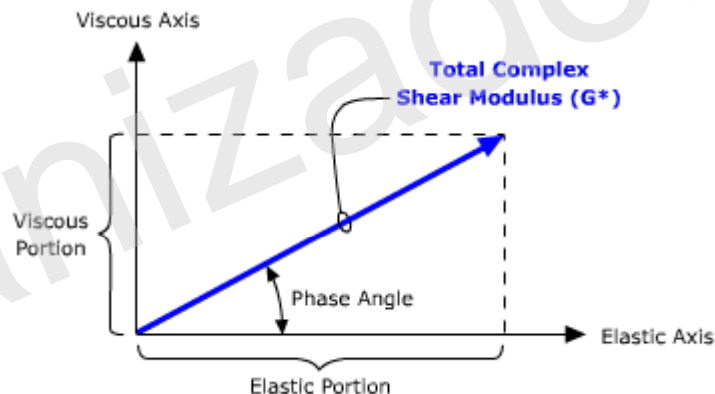
γ_{\max} = maximum resulting shear strain

θ = deflection (rotation) angle

h = specimen height (either 1 or 2 mm)

G^* = complex shear modulus

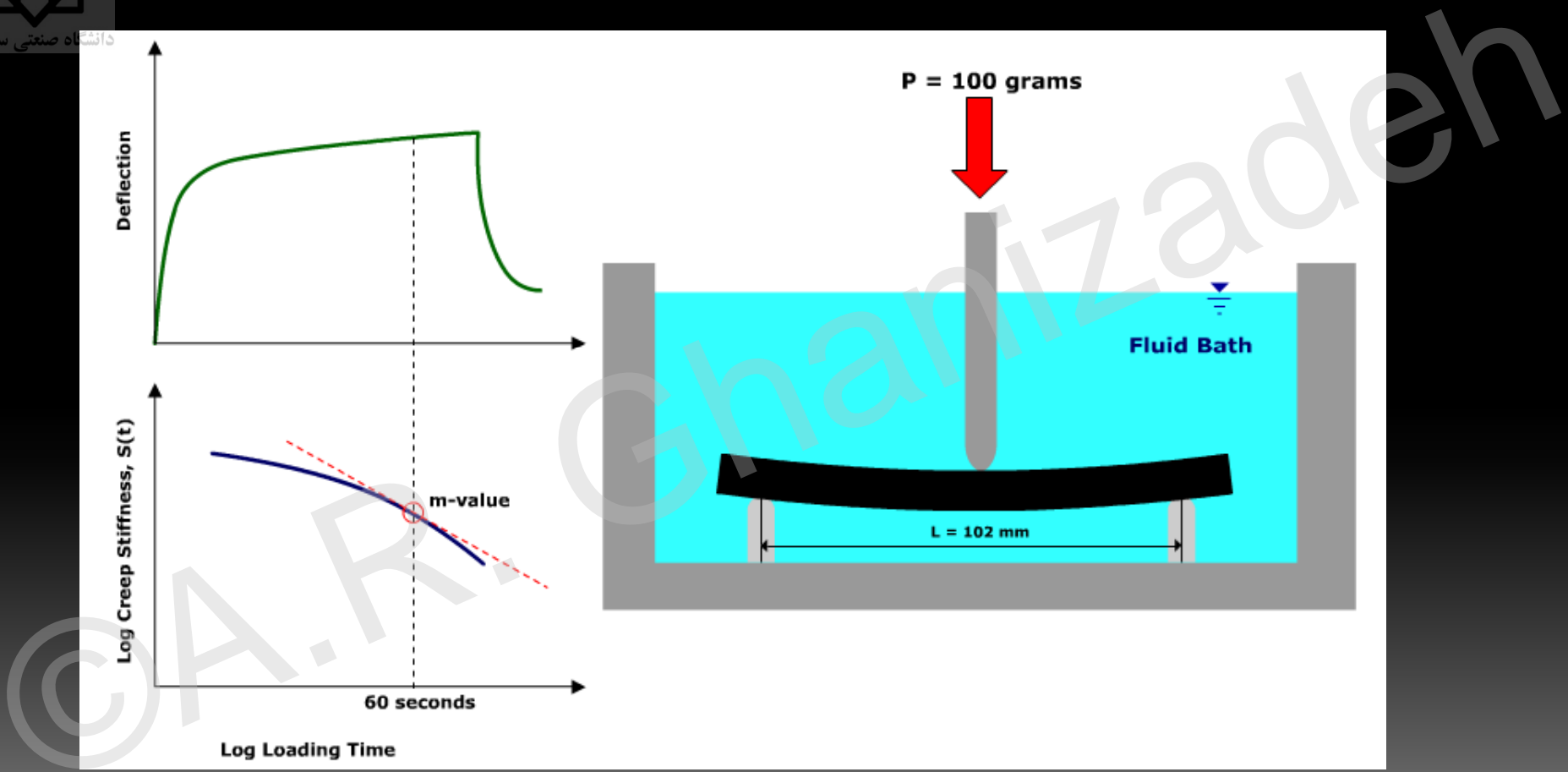
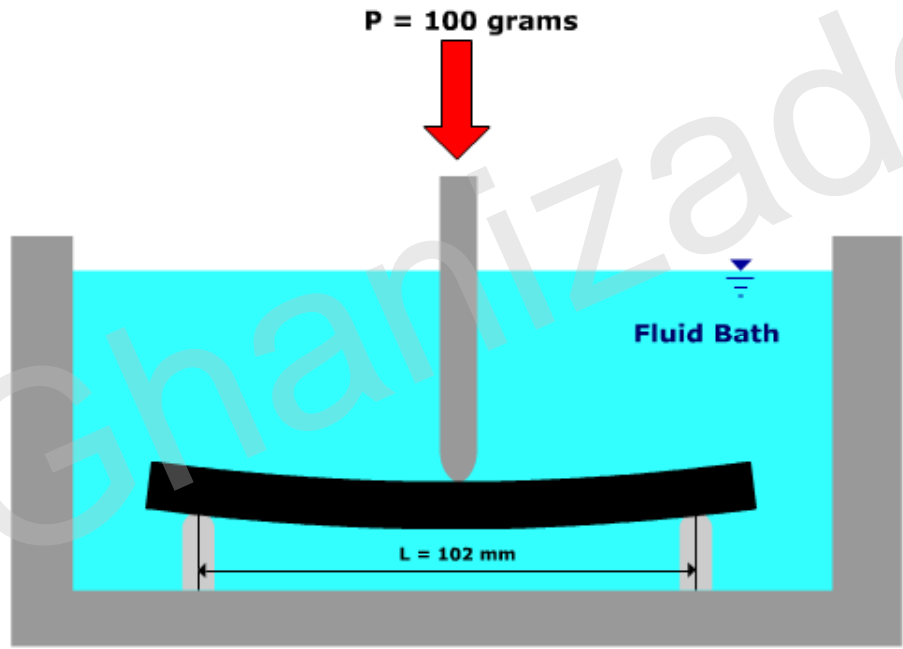
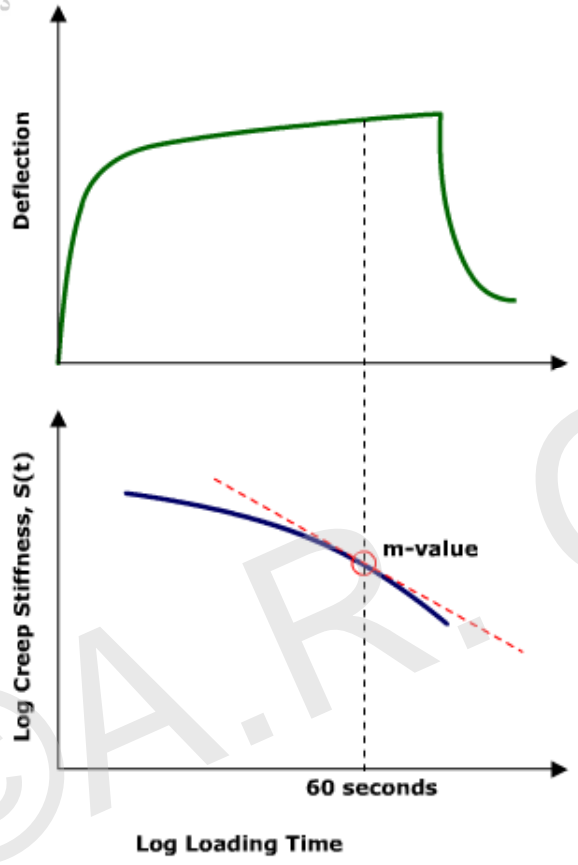
δ = phase angle. This is the time lag (expressed in radians) between the maximum applied shear stress and the maximum resulting shear strain. For a typical neat asphalt (no modifiers) the phase angle is about 88 - 89°, while some modified binders can have phase



آزمایش BBR



دانشگاه صنعتی سرجان





آزمایش BBR

$$S(t) = \frac{PL^3}{4bh^3\delta(t)}$$

where: $S(t)$ = creep stiffness at time, $t = 60$ seconds

P = applied constant load (980 \diamond 20 mN), obtained using a 100 g load. Note that 100 g multiplied by the force of gravity (9.8 m/s^2) = 0.98 N, or 980 mN

L = distance between beam supports, 102 mm

b = beam width, 12.5 mm

h = beam thickness, 6.25 mm

$\delta(t)$ = deflection at time, $t = 60$ seconds

The m -value is simply the rate of change of the stiffness at time, $t = 60$ seconds and is used to describe how the asphalt binder relaxes under load.



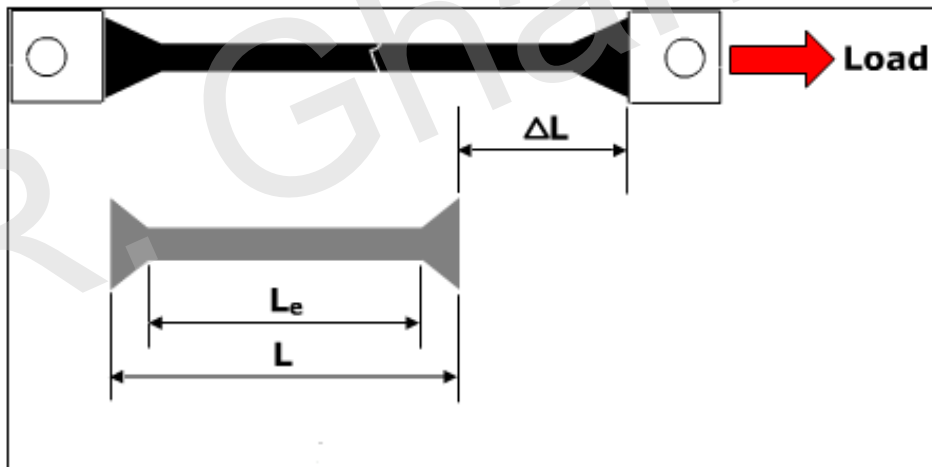
آزمایش DTT

$$\varepsilon_f = \frac{\Delta L}{L_e}$$

where: ε_f = failure strain

ΔL = change in length corresponding to the specimen's maximum loading

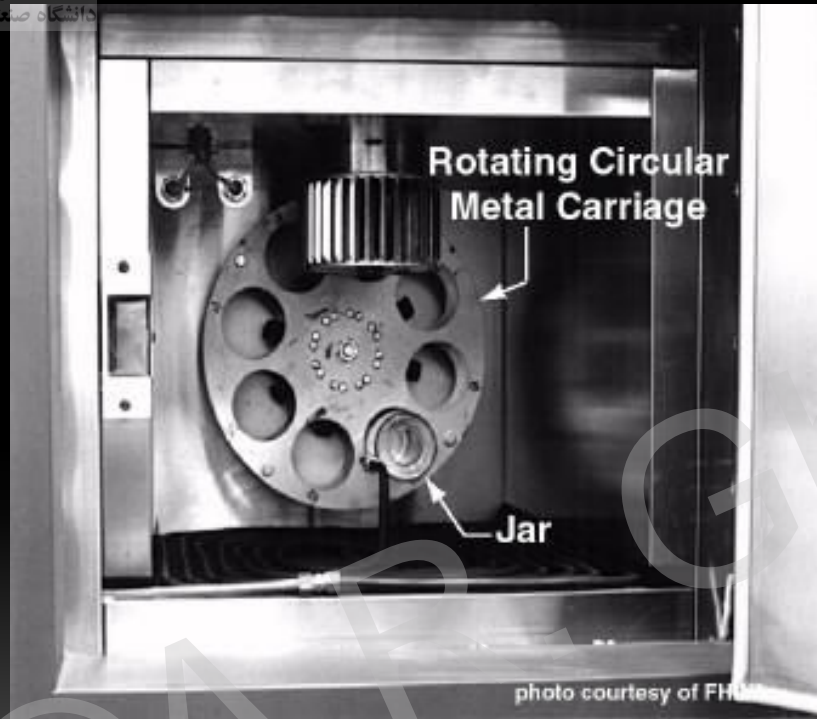
L_e = effective length





آزمایش پیرشدگی RTFO

دانشگاه صنعتی سیرجان



© A.P. Ganamizadeh



دانشگاه صنعتی سرجان

آزمایش PAV

