

جامعة دمشق  
كلية الهندسة المدنية  
قسم هندسة النقل ومواد البناء

# إنتاج الخرسانة الإسفلتية وتدقيق النوعية

هندسة الطرق

المحاضرة 7

## محتوى المحاضرة:

المجايل الكلاسيكية

مسألة عن المجايل

المجايل من النوع المختزل

المراقبة وضبط الجودة

بعد أن يتم تصميم الخلطة الإسفلتية و الحصول على خلطة تحقق المتطلبات كافة بشكل متوازن، يتم اعتمادها ويطلق عليها اسم خلطة العمل.

يجب أن يتم إنتاج الخلطة الإسفلتية في المجابل ليتم بعد ذلك نقلها إلى موقع العمل من أجل فردها و رصها للحصول على طبقات إسفلتية تحقق المواصفات المطلوبة .

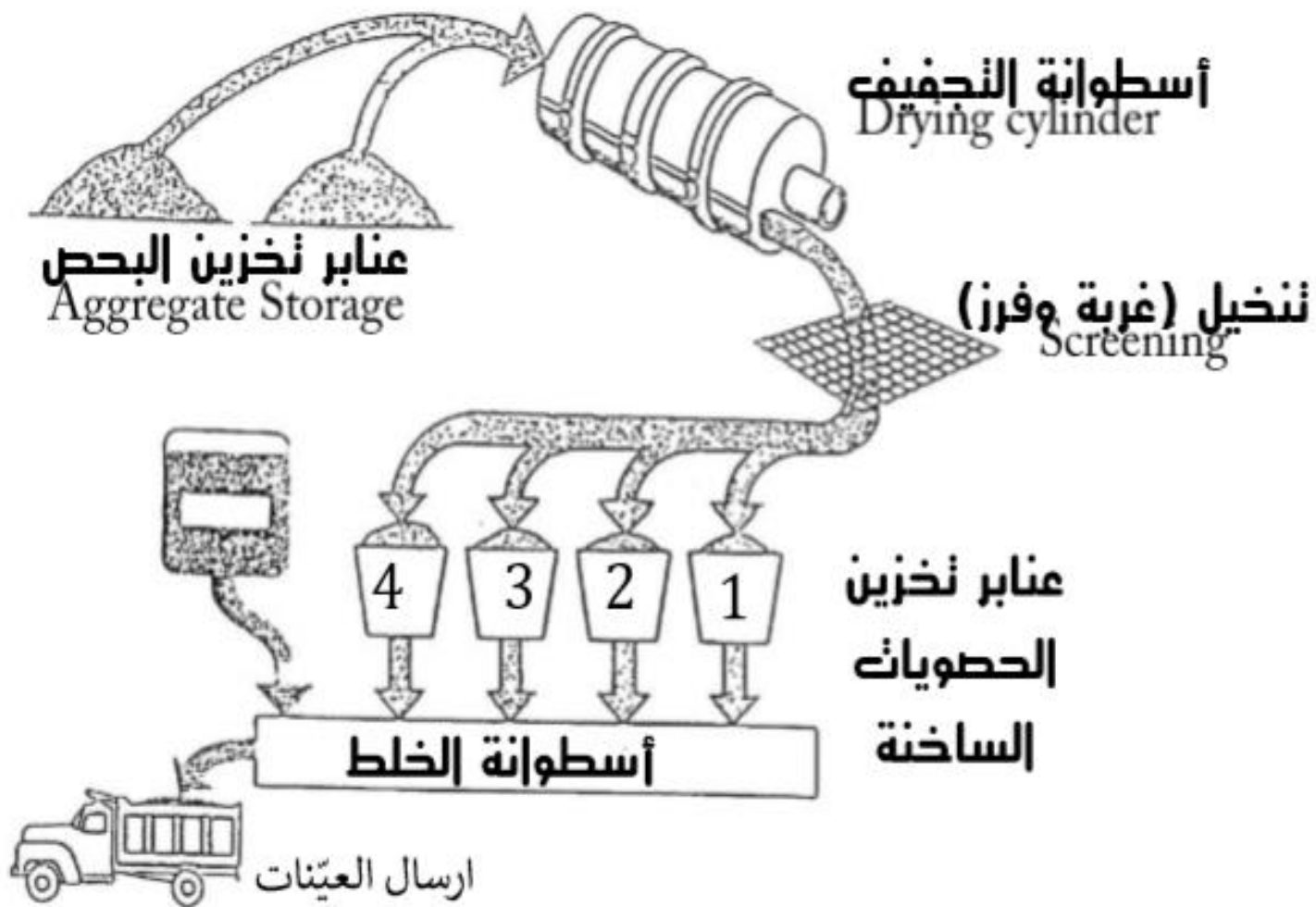
ويجب ان يتم التحقق من نوعية الإنتاج والفرد والرص بإجراء الاختبارات اللازمة حسب كل مرحلة.

## المجابل الكلاسيكية:

- النوع الأول: المجابل المستمرة
- النوع الثاني: المجابل المتقطعة

### وتتألف المجابل الكلاسيكية من:

1. عنابر تكويم (تجميع) الحصويات الباردة.
2. أسطوانة التجفيف والتخزين مع تجهيزات البخار.
3. وحدة الغربلة والفرز للبحص.
4. عنابر تخزين الحصويات الساخنة.
5. أسطوانة الخلط.



أسطوانة التجفيف  
Drying cylinder

عنابر تخزين البحص  
Aggregate Storage

تنخيل (غربة وفرز)  
Screening

عنابر تخزين  
الحصى  
الساخنة

أسطوانة الخلط

ارسال العينات

عادة يضاف عنبر لتخزين الخلطة الإسفلتية المنتجة حتى تحميلها في السيارة،  
وتستخدم كذلك في بعض الحالات صوامع .

وظيفة الصوامع: تخزين كميات كبيرة من البيتون الإسفلتي لعدة أيام دون أن تتأثر  
خواص الخلطة بشكل كبير، ولهذا الغرض يتم الحفاظ على الحرارة بتسخين  
الصومعة، ولكن يجب سحب الأوكسجين منها واستبداله بغاز محايد لمنع تأكسد  
الرابط الإسفلتي.

تستخدم في مثل هذه المجابيل طريقتان لقياس وزن المواد عند دخولها إلى الخلاط :  
مستمرة - متقطعة.

## آلية عمل المجابيل المستمرة والمتقطعة:

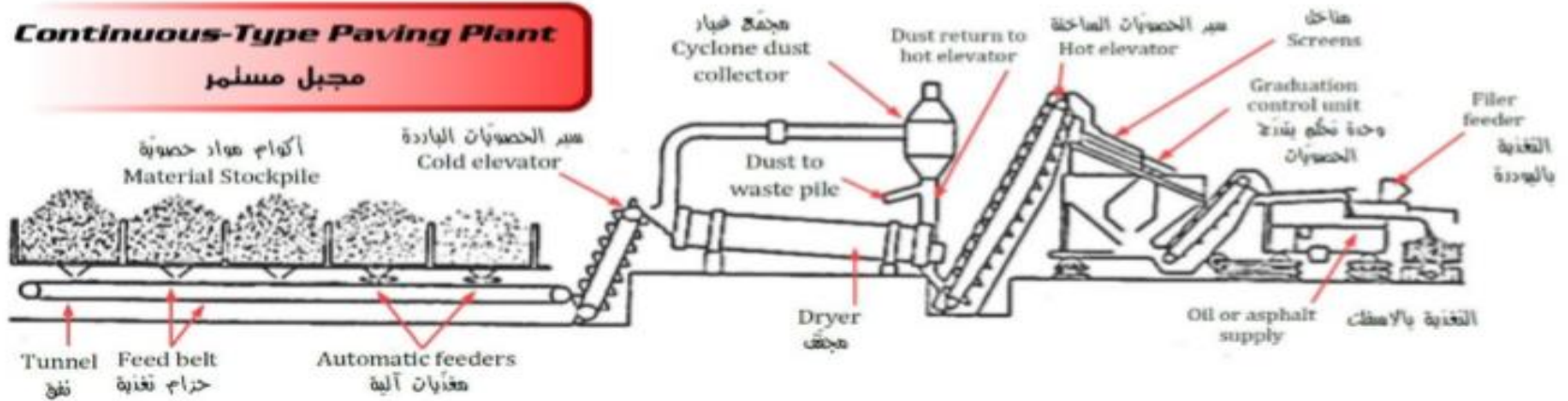
**المجابيل المستمرة:** هي مجابيل قديمة، يتم إدخال المواد الحصوية بشكل مستمر إلى الخلاط وبخها بالإسفلت مع الخلط، ومن ثم تفريغها إلى ظهر السيارات، ويتم التحكم بكمية الحصويات الداخلة إلى الخلاط من كل عنبر للحصويات الخشنة بالتحكم بفتحة بوابة العنبر كما يتم ضخ الإسفلت بمعدل يتناسب مع كميات الحصويات التي تدخل الخلاط.

**المجابيل المتقطعة:** في مثل هذه المجابيل يتم وزن الرابط الإسفلتي والحصويات الخارجة من كل عنبر للحصويات الخشنة باتجاه الخلاط من أجل إنتاج دفعة واحدة من الخلطة، حيث يتم خلط الدفعة وتفريغها وهكذا....

ولما كانت الحصويات قد تم خلطها في المجفف مرة حسب المقاسات في وحدة الفصل فوق عنابر الحصويات الساخنة لذلك لا بد من تحديد الكمية الواجب استجراؤها من كل عنبر ساخن.

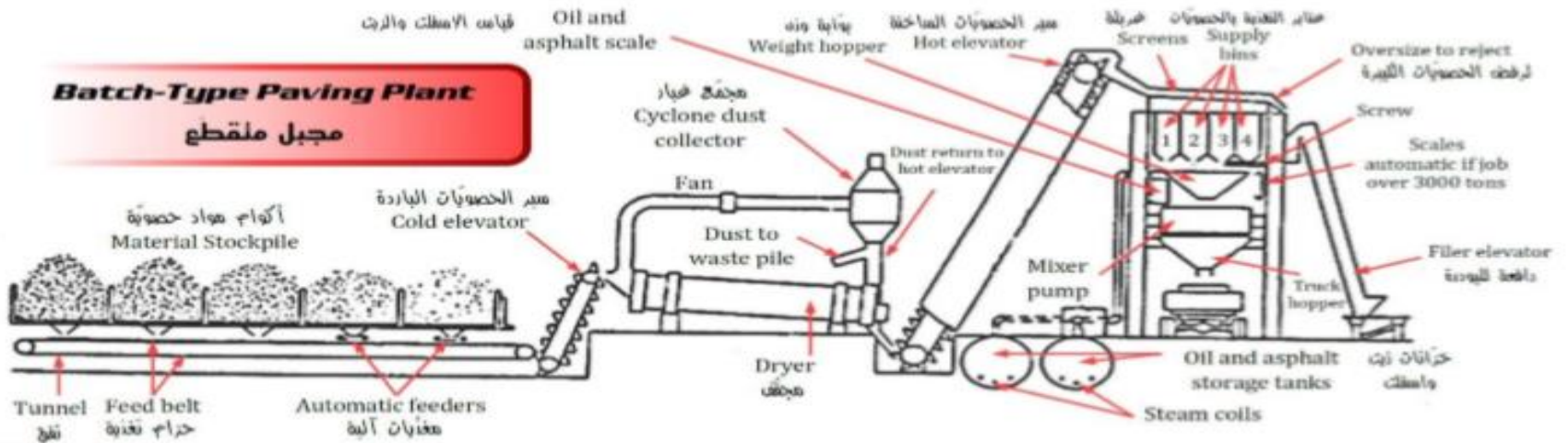
## Continuous-Type Paving Plant

مجبل مستمر



## Batch-Type Paving Plant

مجبل ملقط





## مسألة:

بينت نتيجة تصميم الخلطة أن خلطة العمل كالتالي:

50% حصويات خشنة (A) 35% حصويات متوسطة (B) 15% حصويات ناعمة (C)

وخصائص الخلطة هي:

الكثافة الكلية  $2380 \text{ kg/m}^3$  - الفراغات بين الحصويات  $V_{MA} = 15.5\%$

الفراغات الهوائية  $V_a = 3.8\%$  - الفراغات المملوءة بالإسفلت  $V_F = 75.5\%$

السيلان 12 وحدة 0.25 mm - درجة حرارة الخلط  $135^\circ\text{C} \rightarrow 145^\circ\text{C}$  - الثبات N5300

فإذا علمت أن المجبل المقرر استخدامه من النوع الكلاسيكي المتقطع وينتج كل دقيقة 1360 kg

من الخلطة ونسبة الإسفلت في الخلطة 6.2%

يتم تخزين الصحويات في ثلاث عنابر ساخنة وتم إجراء التحليل الحبي لكل عنبر فحصلنا على

الجداول الموضحة بالشكل:

A 50%		B 35%		C 15%	
عبر الحصويات الخشنة		عبر الحصويات المتوسطة		عبر الحصويات الناعمة	
المنخل	نسبة المار %	المنخل	نسبة المار %	المنخل	نسبة المار %
(1 inch)25 mm	100	(3/8inch)9.5 mm	100	(No.8)2.36 mm	100
(0.5 inch)12.5 mm	73	(No.4)4.75 mm	75	(No.16)1.18 mm	73
(3/8 inch)9.5 mm	18	(No.8)2.36 mm	33	(No.30)600 $\mu$ m	52
(No 8)2.36 mm	1	(No.16)1.18 mm	11	(No.50)300 $\mu$ m	33

منحني التدرج الحبي المطلوب دراسته هو ..

2.36 mm	9.5 mm	25 mm	المنخل
41	63	100	نسبة المار %

المطلوب: أوجد وبشكل مفصل الكميات النهائية من الحصويات اللازمة لتصميم الخلطة السابقة

الحل:

حساب وزن الحصىيات:

نطرح نسبة الإسفلت من وزن الخلطة.

$$\text{وزن الحصىيات} = 1360 - 6.2\% * 1360 = 1275.68 = 1276 \text{ kg}$$

ننتقل إلى التدرج الحبي، نسبة المار من المنخل 25mm هي 100% ونسبة المار من المنخل 9.5

mm هي 63% "نسبة الحصىيات الاخشن من 9.5mm هي 63-100%"

الحصىيات الأخشن من 9.5 mm هي:

$$\{100 - 63\} \% * 1276 = 472 \text{ kg}$$

الحصىيات المحصورة من 9.5mm → 2.36mm هي:

$$\{63 - 41\} \% * 1276 = 281 \text{ kg}$$

الحصىيات الأنعم من 2.36 mm هي:

$$\{41\} \% * 1276 = 523 \text{ kg}$$

## العمل على العنبر A:

1. نحدد كمية الحصويات الموجودة بهذا العنبر.
2. نحسب كمية الحصوبات الأخشن من 9.5 mm الموجودة في العنبر.
3. نحسب كمية الحصويات المحصورة  $9.5mm \rightarrow 2.36mm$  الموجودة في هذا العنبر.
4. نحسب كمية الحصويات الانعم من 2.36 mm الموجودة في العنبر.
5. ثم نطبق نفس العملية على العنابر الباقية B&C

الحسابات ضمن العنبر A:

بما ان  $100-18=82\%$  من الحصىيات في العنبر الخشن أكبر من  $9.5 \text{ mm}$  فإن المطلوب من هذا العنبر هو  $x$

$$(100 - 18)\% * x = 472$$

$$x = 576 \text{ kg}$$

منها:

الحصىيات الأخرن من  $9.5 \text{ mm}$  هي:

$$\{100 - 18)\% * 576 = 472 \text{ kg}$$

الحصىيات المحصورة من  $9.5 \text{ mm} \rightarrow 2.36 \text{ mm}$  هي:

$$\{18 - 1)\% * 576 = 98 \text{ kg}$$

الحصىيات الأنعم من  $2.36 \text{ mm}$  هي:

$$\{1)\% * 576 = 6 \text{ kg}$$

للتأكد :  $472+98+6=576 \text{ kg}$

في هذه الخطوة حصلت على الحصويات:

(1) حصويات أخشن من 9.5 mm : 472 kg من العنبر A أي كامل الحصويات المطلوبة.

(2) حصويات بين ( 9.5mm → 2.36mm ) : 98kg من العنبر A ... بالأساس نريد 281kg

من العنابر كاملة وبالتالي نطرح الكمية التي حصلنا عليها من العنبر A ← 281-98=183 kg

وهي كمية الحصويات ( 9.5mm → 2.36mm ) من العنابر C&B

(3) حصويات أنعم من 2.36mm : 6kg من العنبر A وبالأساس نريد 523kg من كامل العنابر

وبالتالي نطرح الكمية التي حصلنا عليها من العنبر A

← 523-6=517kg وهي كمية الحصويات الأنعم من 2.36 mm التي نريدها من C&B

الحسابات ضمن العنبر B:

$$(100 - 33)\% * x = 183$$

$$x = 273kg$$

منها:

الحصويات المحصورة من  $9.5mm \rightarrow 2.36mm$  هي:

$$\{100 - 33)\% * 273 = 183kg$$

الحصويات الأنعم من  $2.36 mm$  هي:

$$\{33)\% * 273 = 90kg$$

$$183+90=273 kg$$

لهذه الخطوة حصلت على الحصويات:

(1) حصويات بين (  $9.5\text{mm} \rightarrow 2.36\text{mm}$  ) : 183 kg من العنبر B أي كامل  
الحصويات المطلوبة.

(2) حصويات أنعم من  $2.36\text{mm}$  : 90 kg وبالأساس نريد 517 kg من العنابر C&B  
وبالتالي نطرح الكمية التي حصلنا عليها من العنبر B ←  $517-90=427\text{ kg}$  وهي  
كمية الحصويات الأنعم من  $2.36\text{ mm}$  التي نريدها من العنبر C.

الحسابات ضمن العنبر C:

حصويات أنعم من  $2.36\text{ mm}$  : 427kg

نلاحظ إذا جمعنا الحصويات في العنبر A,B,C نحصل على وزن البحص للمشروع كما

حسبناه في أول خطوة

للتحقق:

$$576+273+427=1276\text{ kg}$$



أخشن من 9.5 mm	9.5 mm → 2.36 mm	أنعم من 2.36 mm	الكمية من كل عنبر x	العنبر
472	98	6	576	الأخشن
—	183	90	273	المتوسط
—	—	427	427	الناعم
472	281	523	1276	المجموع

## المجابل من النوع المختزل:

يعتبر هذا النوع من المجابل الأكثر اقتصادية لإنتاج الخرسانة الإسفلتية، حيث تستخدم فيه خلاطة على شكل طبلة، لتجفيف الحصىات وخلطها مع الإسفلت في آن واحد، وقد بدأ هذا النوع من المجابل بالانتشار لميزاته الاقتصادية، ويمكن بواسطة هذا النوع اختصار عملية الإنتاج من أربعة مراحل في الطرق التقليدية (الكلاسيكية) إلى مرحلتين في النوع المختزل.

الطريقة المختزلة	الطريقة التقليدية
1- تغذية الحصىات على البارد	1- تغذية الحصىات على البارد
	2- تجفيف الحصىات و تسخينها
2- التجفيف والتسخين والخلط في آن معاً	3- فرز الحصىات الساخنة
	4- الخلط مع الأسفلت

## مراحل الطريقة المختزلة:

1. يتم تغذية عناصر الحصى الباردة مع مقياس تحكم بكمية الحصى من كل عنبر للتحقق من أن النسب تخرج وفق الكميات المطلوبة لتحقيق التدرج المعتمد.
2. تدخل الحصى إلى الخلاط، حيث يتوضع الحزاق (جهاز تسخين) في هذه المجايل عند مدخل الخلاط "ليس في نهايته كما في المجايل الأخرى" ومع دخول الحصى وتقدمها في الخلاط يحدث ما يلي:
  - (a) تتبخر الرطوبة الحرة والسطحية من الحصى.
  - (b) ترتفع درجة حرارة الحصى حتى  $75^{\circ}C \rightarrow 80^{\circ}C$
  - (c) تتم إضافة الإسفلت وقد بلغت درجة حرارة الحصى  $80^{\circ}C \rightarrow 90^{\circ}C$ ، وتقوم الرطوبة المطلقة (المتبخرة) من الحصى بتفوير الإسفلت مشكلة رغوة تلتقط الغبار والبودرة وتغلف الحصى.
  - (d) مع تقدم عملية الخلط، وتقدم الخليط باتجاه المخرج، ترفع درجة حرارة حتى حرارة الخلط المطلوبة، ونحصل على كامل الخلطة.

لتبسيط عملية تدقيق الخلطة يتم تجهيز معظم المجابل من هذا النوع بأجهزة قياس آلية تعمل باستمرار على ضبط نسب المواد الحصوية الداخلة إلى الخلاط، ويتم كذلك ضبط نسب الإسفلت المبخوخ بشكل آلي يتناسب مع كمية الحصويات المدخلة إلى الخلاط،

ويصل إنتاج مثل هذه المجابل إلى  $5500ton \rightarrow 5000ton$  يومياً

## المراقبة وضبط الجودة:

تتم مراقبة وضبط جودة الإنتاج توريد و تنفيذ الخلطات الإسفلتية من خلال المراقبة في المجال وفي موقع العمل.

حيث يقوم المراقب في المجال بالتعرف على مكونات المجال وعمليات الإنتاج و أدوات التحكم بنسب المواد ودرجات الحرارة، حيث يجب التحقق يومياً مما يلي:

داخل المجال وقبل إرسالها للموقع:

1. عنابر تخزين الخصويات الباردة وتدقيق التغذية فيها (المواد الداخلة إلى المجفف)
2. التدرج الحبي في كل عنبر حصويات ساخنة، ومنظومة ضبط إدخالها إلى الخلاط بالنسب المطلوبة.
3. درجات حرارة الحصويات والإسفلت والخلطة المنتجة.
4. تشغيل المجفف والخلاط بالشكل اللازم.
5. التحقق من جودة الخلطة في سيارات التوريد إلى الموقع.

يتم يوميا اخذ العينات من حصويات العنابر الباردة على الأقل، حيث يتم التأكد من أن التدرج أصبح متجانساً.

يجب التحقق كذلك من فتحات بوابات العنابر من أجل التأكد من الكمية الخارجة من كل عنبر بحيث تصل الحصويات إلى المجفف بالتدرج المطلوب.

يتم كذلك تسجيل حرارة الحصويات والإسفلت والخلطة المنتجة بشكل مستمر.. عادة

تخرج الحصويات من المجفف بحرارة أعلى من حرارة الخلطة بحوالي  $10^{\circ}C$

$12^{\circ}C$  →, ويجب كذلك اخذ العينات من الحصويات في المجفف للتحقق من

التجفيف الكامل.

كما يتم أخذ عينات من الخلطة المنتجة من أجل تحضير عينات لاختبار الثبات

والسيلان وتجربة استخلاص الإسفلت والتحقق من نسبته نتيجة لذلك،

وكذلك التحقق من التدرج الحبي للحصويات.

أما في موقع العمل فيجب:

1. التحقق من إعداد السطوح للطبقة التي سيتم وضع الخلطة عليها بالشكل المناسب من حيث الاستواء والتخلص من الشوائب، وجودة تنفيذ طبقة التشرب أو الالتصاق (حسب الحالة)
2. التحقق من درجة حرارة الخلطة الموردة إلى الموقع للتحقق من وقوعها ضمن درجات الحرارة المطلوبة للفرد والرص.