

حساب وتصميم المنشآت البيتونية المسلحة (4)

مهندس الرأي، الأستاذ الدكتور أحمد عبود*

الجوائز المستمرة (4) طريقة اللدونة

كلمات مفتاحية: جوائز مستمرة، مغلف العزم، طريقة المرونة، طريقة اللدونة، مفاصل لدنة.

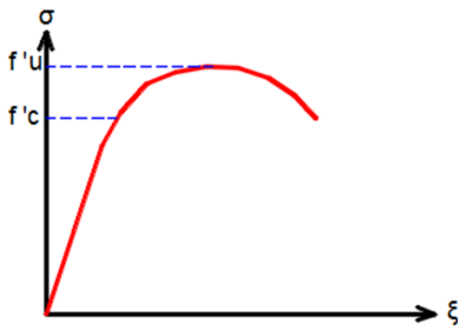
الجوائز المستمرة (4) طريقة اللدونة

أولاً: مبدأ الطريقة.

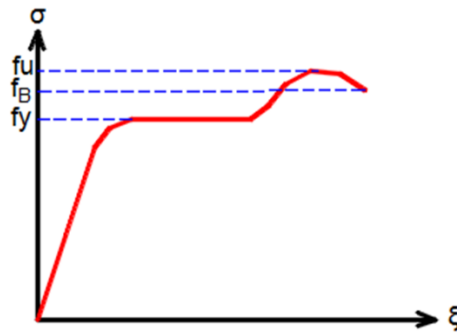
نوضح مبدأ المفصل اللدن:

معروف للجميع سلوك البيتون وسلوك حديد التسليح من خلال مخطط الإجهاد – التشوه لكل منهما.

مخطط سلوك البيتون

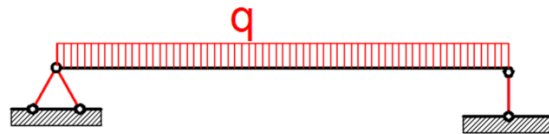


مخطط سلوك حديد التسليح

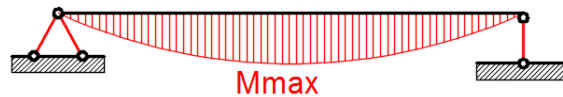


واضح أن العلاقة بين الإجهاد والتشوه تكون خطية في المراحل الإجهادية الأولى، أي أن المادتين تعملان في مرحلة المرنة. أما في المراحل الإجهادية العالية فيتم التشوه دون أي زيادة ملحوظة في الإجهاد. أي أن المادتين تعملان في مرحلة اللدونة. إذا أردنا التصميم بطريقة حالات الحدود، أو مايسمى بالطريقة الحديدية فلابد من الحساب في مرحلة اللدونة.

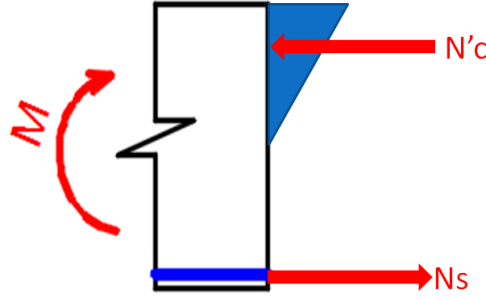
ولهذه الغاية لا بد من توضيح مفهوم المفصل اللدن أولاً. ليكون لدينا الجائز المبين، والمحمل بالحمولة الموزعة بانتظام.



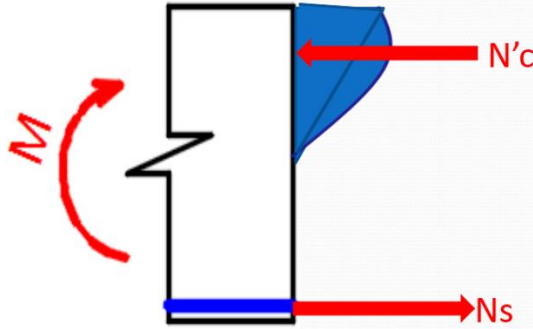
فيكون خاضع لعزم انعطاف مبين بالشكل التالي وله قيمة أعظمية مقدارها M_{max} .



ونتيجة لهذا العزم تنشأ إجهادات ضغط في البيتون المضغوط وشد في التسليح المشدود. في المراحل الإجهادية الأولى يكون مخطط الإجهادات في البيتون المضغوط مثلثياً، أي تكون العلاقة بين الإجهاد والبعد عن المحور السليم خطية لأن العلاقة بين الإجهاد والتشوه خطية والعلاقة بين التشوه والبعد عن المحور السليم خطية.

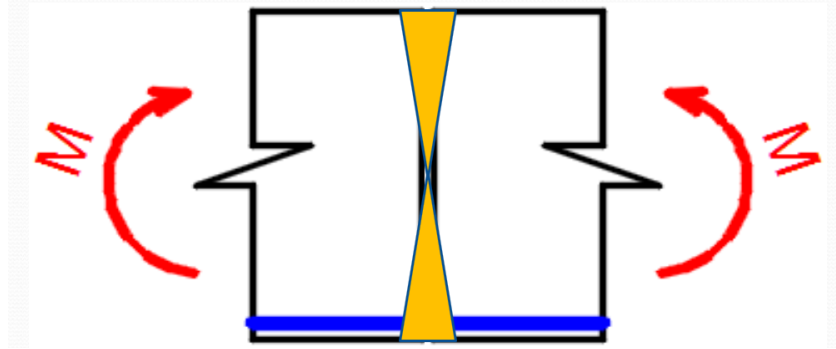


وفي المراحل المتقدمة من الإجهاد يتحول عمل البيتون تدريجياً من الحالة المرنة إلى الحالة اللدنة الى ان يصبح عمل المادة لدناً بالكامل, ويتحول مخطط الإجهاد الى الشكل المنحني.

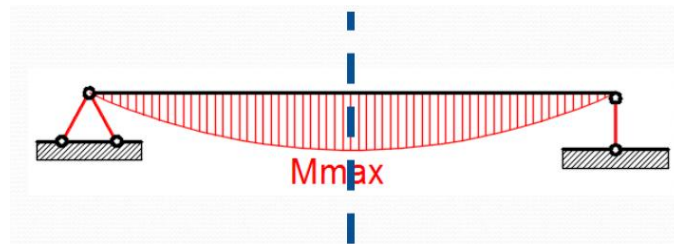


ويبدأ البيتون والتسليح بالتشوه دون زيادة ملحوظة بالإجهادات، أي أن المقطع يصبح قادر على الدوران. تحت تأثير العزم الذي يؤدي الى وصول الإجهادات في المادتين الى مرحلة اللدونة.

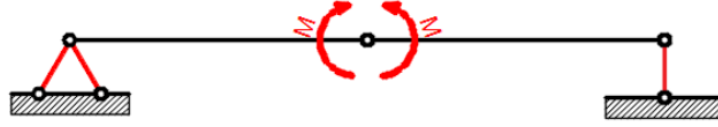
أي أن المقطع يكون متمفصلاً تحت تأثير العزم M وموثوقاً تحت تأثير القيم الأخرى للعزم. وهذا مايسمى بالمفصل اللدن



نعود الى الجائز السابق ونحسب درجة حرارته فنرى أنه مقرر ومستقر.



بتشكل هذا المفصل اللدن تتحول المنشأة من مستقرة الى غير مستقرة.



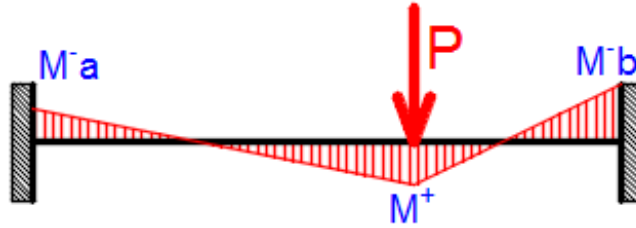
ويحصل الانهيار

ثانياً: سلوك المنشآت اللدنة غير المقررة.

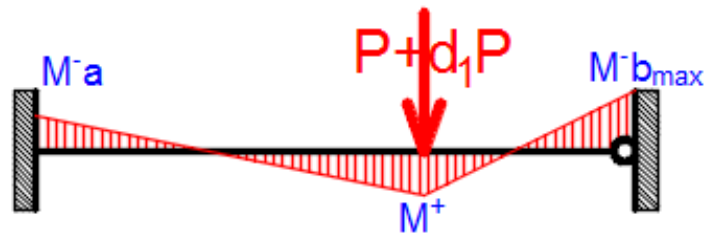
الجائز المبين بالشكل غير مقرر من الدرجة الثالثة.



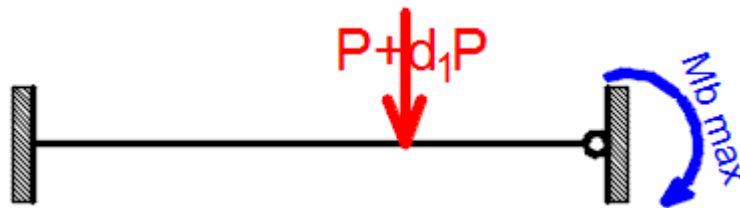
يأخذ مخطط العزم له الشكل التالي:



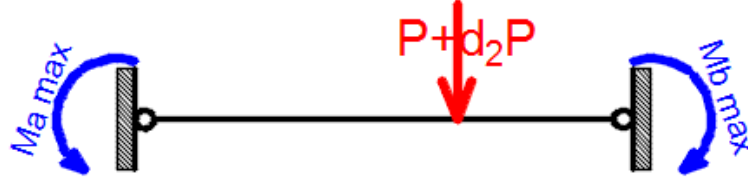
عند زيادة قيمة القوة P تزداد قيمة العزم حتى يصل العزم الى قيمته العظمى وليكن في B. فيتشكل في المقطع B مفصل لدن. ويتحول الشكل الإنشائي الى الشكل التالي:



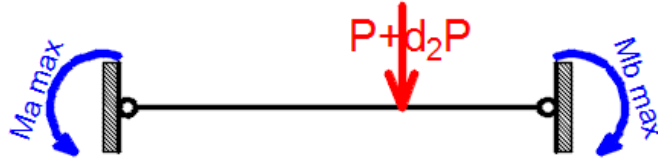
وتبقى المنشأة مسقرة وغير مقررة من الدرجة الثانية.



عند زيادة قيمة القوة P تزداد قيمة جميع العزوم عدا M_b حتى يصل الى قيمته العظمى في نقطة أخرى وليكن في A . فيتشكل في المقطع A مفصل لدن آخر. فيتحول الشكل الانشائي للجائز الشكل التالي:



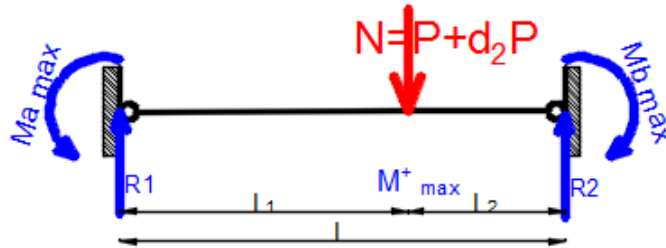
وتبقى المنشأة مسقرة وغير مقررة من الدرجة الأولى. ويمكن اعتبار المنشأ مقرراً لعدم وجود حملات أفقية.



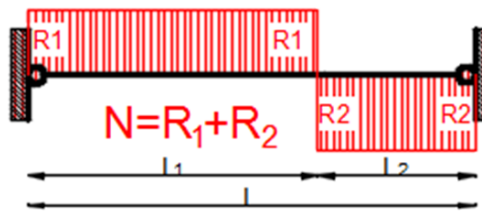
نحسب ردود الأفعال:

$$R_1 = N \cdot L_2 / L + M_a / L - M_b / L$$

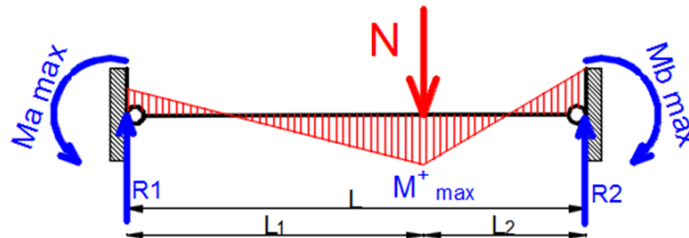
$$R_2 = N \cdot L_1 / L - M_a / L + M_b / L$$



ونرسم مخطط القص للجائز:



ونرسم مخطط العزم للجائز:

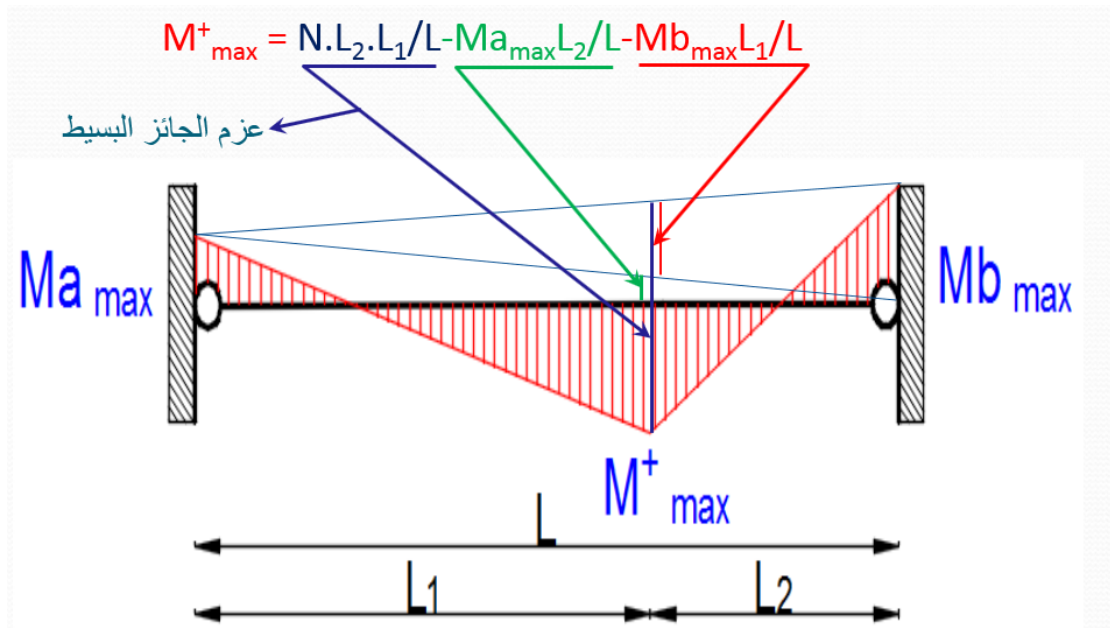


$$M_{max}^+ = R_1 \cdot L_1 - Ma_{max}$$

$$M_{max}^+ = (N \cdot L_2 / L + Ma_{max} / L - Mb_{max} / L) \cdot L_1 - Ma_{max}$$

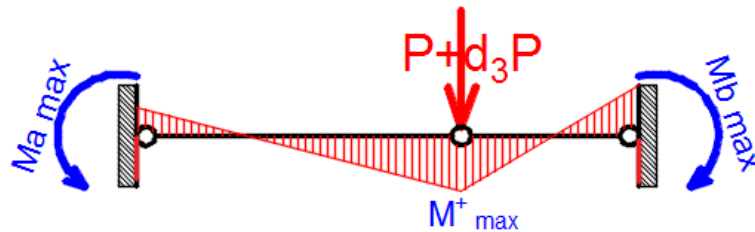
$$M_{max}^+ = N \cdot L_2 \cdot L_1 / L + Ma_{max} \cdot L_1 / L - Mb_{max} \cdot L_1 / L - Ma_{max}$$

$$M_{max}^+ = N \cdot L_2 \cdot L_1 / L - Ma_{max} \cdot L_2 / L - Mb_{max} \cdot L_1 / L$$



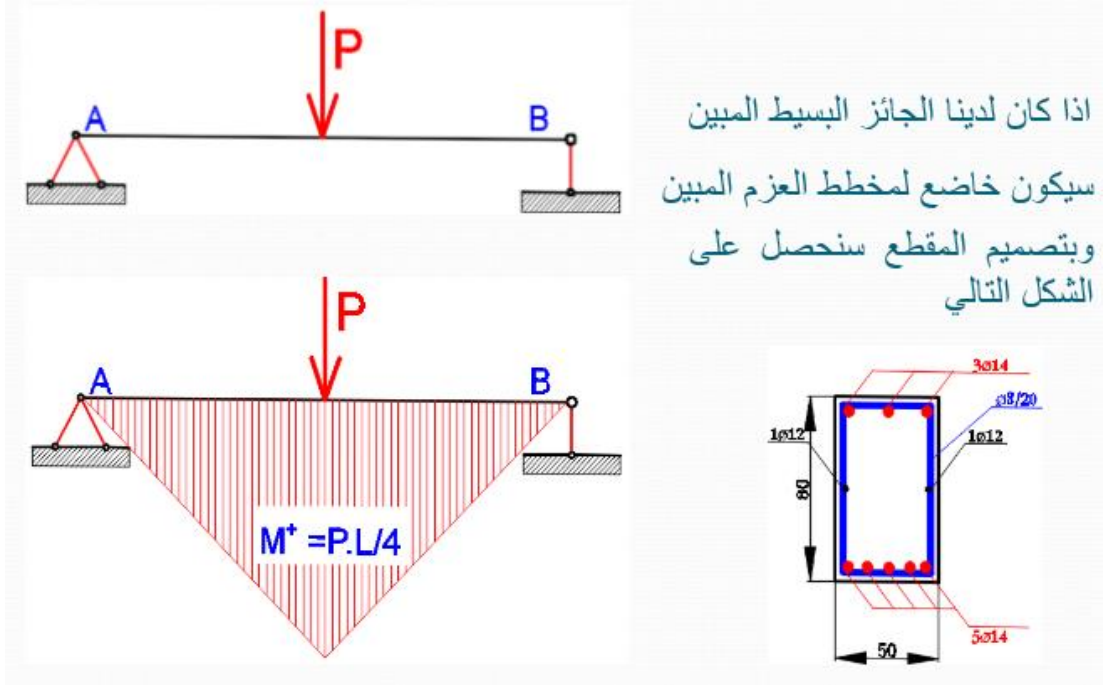
العزم الموجب الأعظمي = عزم الجانز البسيط - مسافة خط الإغلاق لـ Ma
- مسافة خط الإغلاق لـ Mb

عند زيادة قيمة القوة P أكثر تزداد قيمة جميع العزم $+M$ فقط حتى يصل الى قيمته العظمى فيتشكل مفصل لدن آخر لتتحول المنشأة إلى غير مستقرة

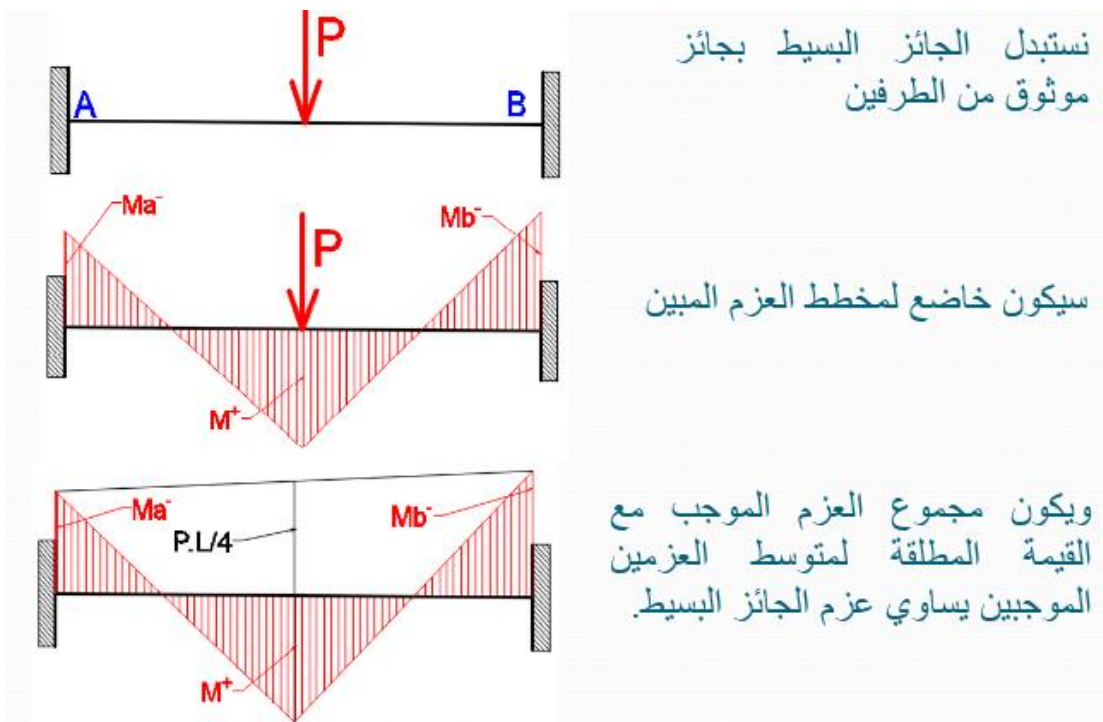


فيحصل الانهيار

ثالثاً: حساب المنشآت غير المقررة بطريقة العزوم المتساوية.



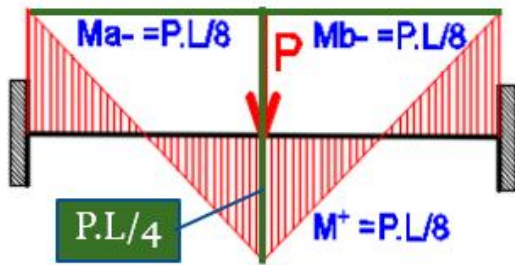
إذا كان لدينا الجائز البسيط المبين
سيكون خاضع لمخطط العزم المبين
وبتصميم المقطع سنحصل على
الشكل التالي



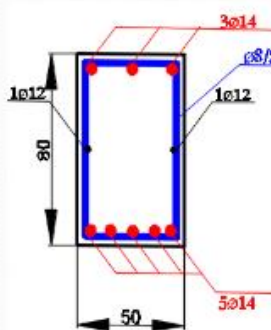
نستبدل الجائز البسيط بجائز
موثوق من الطرفين

سيكون خاضع لمخطط العزم المبين

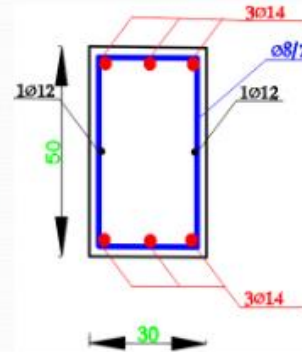
ويكون مجموع العزم الموجب مع
القيمة المطلقة لمتوسط العزمين
الموجبين يساوي عزم الجائز البسيط.



نصمم المقاطع الثلاثة بحيث يتحمل كل منها نصف قيمة عزم الجائز البسيط وبحيث يكون مجموع العزم الموجب مع القيمة المطلقة لمتوسط العزمين الموجبين يساوي عزم الجائز البسيط. نحصل على المقطع المبين

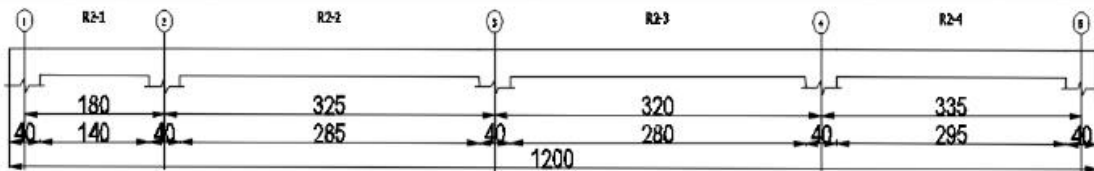


نقارن مع المقطع السابق

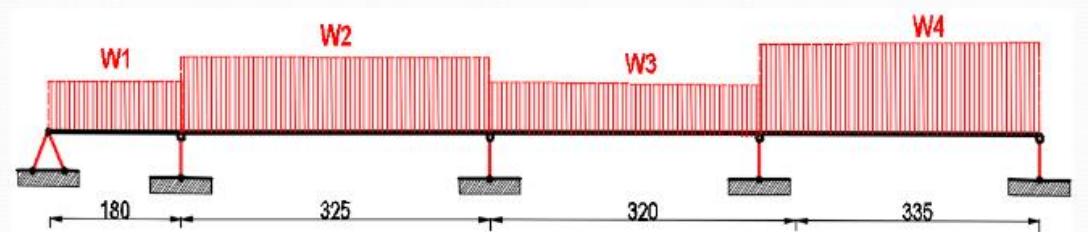


مثال عن حساب الجوائز المستمرة بطريقة العزوم المتساوية

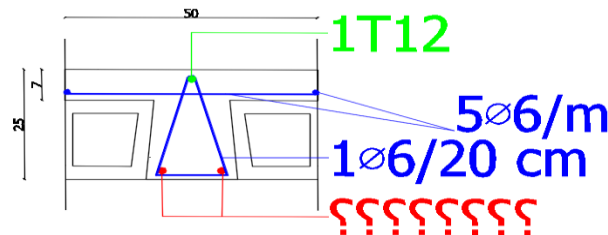
لدينا الجائز التالي الذي يمثل عسبا في بلاطة هوردي



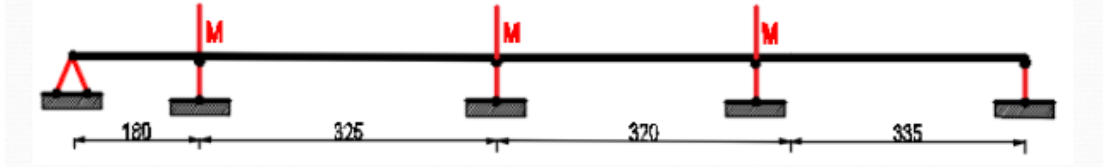
يكون المخطط الإنشائي له على الشكل التالي:



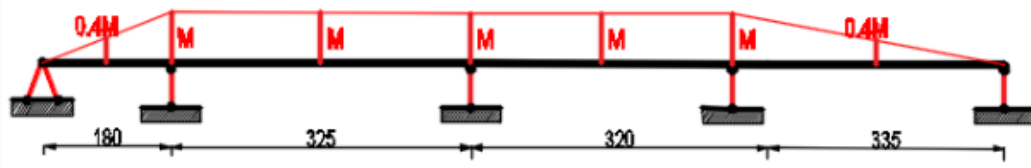
عادة ما يكون مقطع البلاطات الهوردي على الشكل التالي:



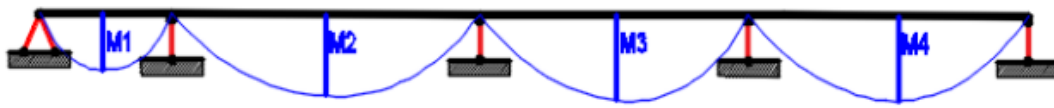
نعتبر أن المفاصل اللدنة تتشكل فوق جميع المساند عند وصول قيمة العزم الى قيمة العزم المقاوم للمقطع وليكن M



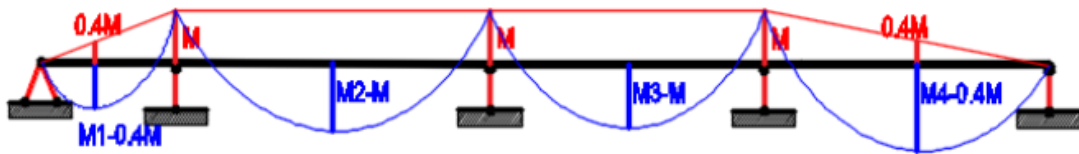
نرسم خط الإغلاق



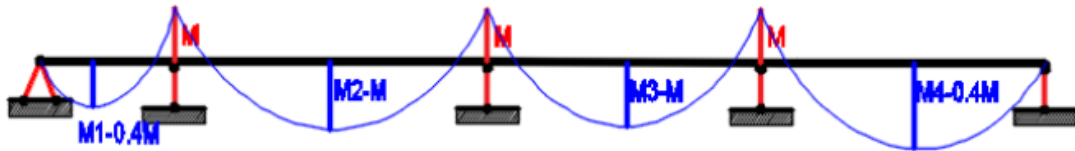
نرسم مخططات عزوم الجوائز البسيطة



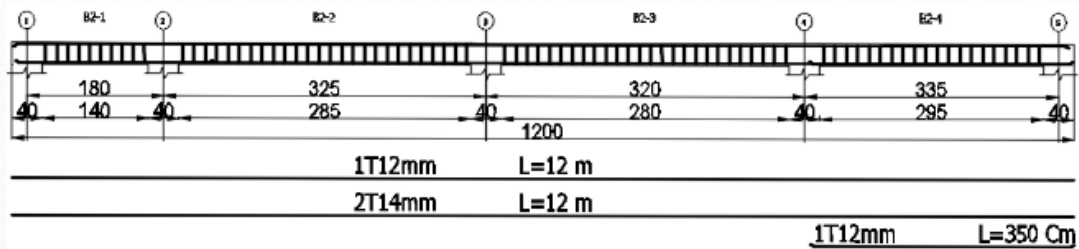
نجمع مخطط عزوم الجوائز البسيطة مع مخطط خط الإغلاق



نحصل على المخطط النهائي للعزوم في العصب



ومخطط تسليح العصب



الظفر جزء مقرر من المنشأ تتم معالجته بنفس الآلية في طريقة اللدونة كما في طريقة المرونة .