ARTICLE

JOURNAL OF UNIVERSITY OF BABYLON
For ENGINEERING SCIENCES (JUBES)

Vol.29, No.3.| 2021

Safety Standard To Execute The Reinforced Concrete Structures By Using Slipform System

Fawaz Idrees Mustafa

Al-Rafidain State Company for Dam Construction, Ministry of Water Resources, Republic of Iraq

E-mail: faw20082000@gmail.com

Received:	31/10/2021	Accepted:	28/12/2021	Published:	28/12/2021

Abstract

The development that took part by the early twentieth century in the field of civil engineering, especially concrete construction, was accompanied by extensive progress in the implementation of high-rise building units.

Slipform system is the latest executive method that offers the property of greatly reducing construction time compared to other methods by adopting automatic sliding of the total slipform and enabling continuous work 24 hours.

The purpose of this research is to achieve the proactive, organizational and preventive procedures (within scientific and applied frameworks) to implement reinforced concrete structures using the slipform system which insures the possibility and high ability to carry out the work properly.

The safe standards in the slipform system are applied through the method of installation of the slipform, pre-work test procedures, the homogeneity of the distribution of the used loads, continuous checking and monitoring of the slipform movement during operation and maintaining its balance, in addition, the appropriate method for using casting concrete and preliminary tests of concrete retarder additives, maintaining the concrete cover during pouring and the movement of the slipform and avoiding concrete sticking to the slipform are considered. These important steps and proper procedures in the implementation work are guarantee of the success of the work.

Keyword:- Safety Standard, Reinforced Concrete, Casting Forms.

ISSN: 2616 - 9916

www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

مجلات جامعة بابل 1995

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by *University of Babylon* is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

ARTICLE
JOURNAL OF UNIVERSITY OF BABYLON
For ENGINEERING SCIENCES (JUBES)
Vol.29, No.3.| 2021

معايير الأمان لتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة باستخدام منظومة القوالب المنزلقة

فواز إدريس مصطفى

شركة الرافدين العامة لتنفيذ السدود، وزارة الموارد المائية، جمهورية العراق

E-mail: faw20082000@gmail.com

الخلاصة

إن التطور الذي تحقق في بداية القرن العشرين في مجال الهندسة المدنية وخاصة الإنشاءات الخرسانية رافقه تقدم واسع في تنفيذ وحدات البناء الشاهقة الارتفاع.

ويعدّ نظام القالب المنزلق (Slipform system) أحدث طريقة تنفيذية، تقدم خاصية تقليل مدة البناء بشكل كبير مقارنة بالطرق الأخرى، من خلال اعتماد الانزلاق التلقائي لمجموعة القالب وإتاحة عمل مستمر على مدار ٢٤ ساعة.

الغرض من هذا البحث، هو التوصل إلى الإجراءات الاستباقية والتنظيمية والوقائية (ضمن الأطر العلمية والتطبيقية)، لتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة باستخدام منظومة القالب المنزلق، التي تؤمّن الإمكانية والقدرة العالية على تنفيذ العمل بشكل سليم.

إن المعايير الآمنة لمنظومة القالب المنزلق، يتم تطبيقها من خلال طريقة تركيب القالب والإجراءات الاختبارية المسبقة للتشغيل وتجانس توزيع الأحمال المستخدمة والتدقيق والمراقبة المتواصلة لحركة القالب المنزلق أثناء التشغيل والحفاظ على توازنه، إضافة إلى الطريقة الملائمة لصب الخرسانة (Concrete casting) والاختبارات الأولية للمواد المضافة المبطئة لتصلب الخرسانة (Concrete retarder additives) والحفاظ على الغطاء الخرساني (Concrete cover)، أثناء الصب وحركة القالب وتجنب التصاق الخرسانة بالقالب المنزلق. تعدّ هذه الخطوات المهمة والإجراءات السليمة في أعمال التنفيذ ضماناً لنجاح العمل.

الكلمات الدالة: معايير أمان، خرسانة مسلحة، قوالب صب.

١- المقدمة

إن أي تقدم تقني في أعمال البناء والإنشاءات، يعتمد على أسس علمية وهندسية، من خلال التركيز على عامل الكلفة والوقت، وهو جانب بغاية من الأهمية [1].

وبالوقت الذي يمكن استخدام أنواع متعددة من طرق الإنشاء بمختلف أصناف المنظومات والقوالب، لتنفيذ المنشآت العالية، لكن تطبيق نظام القوالب المنزلقة، قد لفت بمواصفاته الفنية وميزاته المتعددة اهتمام العديد من ذوي الخبرات الفنية والإمكانيات التنفيذية والمجالات التصنيعية.

يبدأ هذا البحث بإيجاز عن مفهوم القالب المنزلق، وماذا تعني تلك الطريقة المتخصصة في أعمال الإنشاء بعد تقديم نبذة تاريخية مختصرة عنها، لنتطرق بعد ذلك إلى الأسس والمرتكزات الرئيسة المعتمدة في هذه المنظومة وفوائدها ومزاياها في تنفيذ الأعمال من خلال استعراض أنواع المنشات المشيدة.

ولكي نستغرق في الحديث عن الإجراءات والخطوات المستهدفة لإتباعها في عملية التنفيذ، كان لزاما علينا تقديم شرح مفصل عن أجزاء القالب المنزلق وطريقة اشتغاله، لتكون تمهيدا لعرض الحسابات التصميمية اللازمة والخاصة بهذه المنظومة، آخذين بنظر

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by *University of Babylon* is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com
مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

الاعتبار العوامل والأحمال المؤثرة الثابتة منها والمتوقع حدوثها، ومن ثم نتطرق إلى تفاصيل إجراءات التعامل مع الخرسانة المستخدمة في أعمال الإنشاء والإحاطة بجوانب التنفيذ المختلفة لتامين انسيابية تطبيق خطوات العمل بشكل إيجابي ومتكامل وضمان تجنب حدوث العوارض والحالات المفاجئة [2].

٢- القالب المنزلق:

نبذة تاريخية: تم استخدام تكنولوجية القالب المنزلق منذ أوائل القرن العشرين في مجال إنشاء الصوامع (Silos) وروافع الحبوب. وقد كان James MacDonald رائدا في الاستفادة من تقنية القالب المنزلق للخرسانة في أعمال التشييد. وكانت طريقته بوضع صناديق دائرية في مجموعات، لتشييد خلايا الصوامع، التي أدت إلى حصوله على براءة اختراع.

في عام ١٩١٠، نشر MacDonald دراسة [3] يصف استخدام رافعات يدوية لرفع قوالب الخرسانة وتشكيل هياكل مستمرة بدون فواصل صب أو طبقات. وفي عام ١٩١٧ تم إصدار براءة اختراع لجيمس ماكدونالد من شيكاغو لجهاز يقوم بتحريك ورفع قالب الخرسانة في مستو شاقولي [4] .وفي عام ١٩٤٤ تم اختراع طريقة جديدة لصب الخرسانة من قبل رولف جوهانسون. تتكون من تركيب رافعات تسلق هيدروليكية على القالب، وأثناء تعبئة الخرسانة من الأعلى، يتم تحريك القالب لأعلى بواسطة الرافعات، ومنذ ذلك الحين سميت هذه الطريقة بالقالب المنزلق. ومن خلال الخبرة المكتسبة، تم تطوير العديد من الحلول؛ لفسح المجال باستخدام القالب المنزلق في تنفيذ أنواع مختلفة من المنشآت [5].

تعريف القالب المنزلق: عبارة عن قالب يستخدم في أعمال تنفيذ المنشات الهندسية ذات الارتفاع العالي بناءً على معايير معلومة

وتقنية أثبتت جدواها. تشتمل الطريقة على العديد من المراحل والأنشطة، مستندة على المفهوم الصحيح للآليات المعنية والتخطيط الدقيق وإعداد العمل ومهارات التركيب والتشغيل والتفكيك بعد انتهاء العمل [6].

بواسطة هذا القالب، يتم تنفيذ الهياكل أو الجدران الشاقولية الحاملة للمنشأ بصيغة مستمرة دون توقف، حيث أن القالب المنزلق يتحرك شاقوليا من الأسفل إلى الأعلى بواسطة أجهزة رفع هيدروليكية خاصة بسرعة أو بفترة زمنية، تكفي وقتها لتصلب الخرسانة الظاهرة من تحت القالب أثناء انزلاقه، وخلال هذه العملية تتم أعمال التسليح وصب الخرسانة تدريجياً [7].

ويصمم القالب بحيث يكون قادرا على تحمل القوى والمؤثرات المختلفة عليه، أما تنفيذ السقوف وعلى سبيل الذكر إن وجدت، فيتم في مرحلة لاحقة أو أثناء تنفيذ المنشأ بطرق خاصة.

ويعرف القالب المنزلق أيضا بأنه تقنية الإنشاء بواسطة صب الخرسانة، وأثناء الصب، فإنّ القالب المنزلق يتم تحريكه على الجدار الخرساني في عملية متسلسلة ومستمرة عموديا إلى الأعلى باستخدام الرافعات الهيدروليكية، لاغيا بذلك حدوث المفاصل الإنشائية، التي تحصل خلال الصب التقليدي للخرسانة [8].

الصفة المميزة لهذه الطريقة، انه لا يتم الاستعانة بالسقالات، التي تستند على الأرض، ويكون القالب المنزلق في حركة مستمرة أثناء العمل، ويتم صب الخرسانة الجديدة من الجهة العلوية للقالب.

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com
مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

٣- مبادئ عمل القالب المنزلق

إن المبدأ الرئيس في استخدام القالب المنزلق هو اعتماد الجانب التقني في العمل ومحوره الأساسي هو الرافعة الهيدروليكية (Hydraulic jack)، ففي بداية الأمر تم استعمال رافعات تعمل بواسطة المضخة اليدوية (Hand pump) عند استخدام القالب المنزلق، ولكن سرعان ماحلت محلها الرافعات الهيدروليكية التي ترفع مجموع القالب المنزلق، من خلال مضخة هيدروليكية (Hydraulic pump) مستندة في حركتها على أنابيب معدنية خاصة (Climbing tubes)، ذات أقطار وأطوال مختلفة، تعتمد على نوع الرافعة الهيدروليكية، وهذه الرافعات لها مميزات كثيرة عن سابقتها، من حيث الدقة والسرعة والكفاءة والسيطرة على إدارة العمل، فهي تعمل بفعل ضغط الهيدروليك المسلط عليها بواسطة أنابيب أو خراطيم مطاطية مسلحة (Hoses)، ذات تحمل عالء للضغط الذي يسري من خلالها مدفوعا بقوة ضغط مناسب، يسلطه مكبس (مضخة)، يعمل بواسطة الطاقة الكهربائية، ويمكن التحكم بقوة الضغط عن طريق جهاز يسمى جهاز الضغط (Pressure box)، يُربط مع المضخة، وتتم هذه العملية بوقت معين، هو الآخر يمكن التحكم به عن طريق جهاز يسمى الساعة (Timer)، حيث بالإمكان ضبطها حسب متطلبات العمل[9].

أما الجانب العملي، فأنه ينصب بشكل رئيس حول طريقة التعامل مع مادة البناء بكل جوانبها من صفات وسلوكيات ومتعلقات وظروف محيطة، وإن حركة القالب (انزلاقه على الأنابيب)، ترتبط بشكل رئيس بسرعة تماسك الخرسانة المستخدمة، والتي يتم فحصها بين حين وآخر، لكيلا يسمح بتجاوز التماسك حد معين، سيتم شرحه بصورة مفصله لاحقا. وعلى كل حال فأن معدل سرعة صعود القالب في الأحوال الطبيعية، تتراوح من (١٠- ٣٠) سم بالساعة قابلة للزيادة والنقصان حسب الظروف المحيطة من درجة الحرارة، التي تؤثر تأثيرا مباشراً وطرديا على سرعة تماسك الخرسانة [10]، وكذلك كفاءة معدات القالب المنزلق وخصوصا الرافعات الهيدروليكية ومتابعة المشغلين الفنيين (Operators) وسرعة تجهيز الخرسانة وكفاءة الأيدي العاملة على القالب من حدادي التسليح ونجاري القالب واللحامين، الذين يتابعون عملهم بشكل مستمر، لتثبيت قطع الحديد أو الصفائح الحديدية المطمورة بالخرسانة (Embedded parts) في المستويات المحددة لها[9].

٤- خصائص القالب المنزلق

يرجع السبب الرئيس وراء انتشار استخدام تقنية القالب المنزلق عند مشاريع البناء في جميع أنحاء العالم إلى مزاياها العديدة، وعلى وجه الخصوص توفير الجهد والوقت، ومع ذلك تتطلب العملية تخطيطاً وتنفيذاً دقيقين (سيتم التطرق لهذا لاحقا)، حيث يجب احتساب خطوات العمل مسبقا؛ لأنه بشروع صب الخرسانة لايمكن التوقف ومن ثم إعادة استكماله، إلا في حالة أن يتطلب التصميم تغيير في أبعاد المنشأ بمستوى ارتفاع معين أو تنفيذ سقف خرساني، لايمكن تأجيله إلى مابعد استكمال ارتفاع المنشأ أو أي عمل إضافي ضروري، لايمكن تنفيذه أثناء الصب العمل، وهنا يتطلب الحد الأدنى من التوقف، ومن الخصائص المهمة لهذه الطريقة [9]:

٤-١- **التغلب على المفاصل الإنشائية (Construction joints):** تمتاز هذه التقنية بالحصول على منشأ متجانس، يعمل كقطعة إنشائية واحدة مستمرة، وهذا مطلب مهم وخاصة بالنسبة للمنشآت المائية.

٤-٢- **الناحية الاقتصادية:** وذلك لقلة حاجتها إلى المقاطع الخشبية ذات الاستخدام المستهلك وكذلك إمكانية استعمال المقاطع مرات عديدة إضافة إلى الأجهزة والمعدات المستخدمة في رفع القالب.

٤-٣- **يُعرف القالب المنزلق بمعدل إنتاجه العالي:** أي السرعة بالتنفيذ، فعند استخدام القالب المنزلق فان العمل يكون أسرع بعدة مرات من الطرق الأخرى حيث يمكن برمجة العمل مع استمرار صب الخرسانة لمدة (٢٤ ساعة) ولا يسمح للعمل بالتوقف لمدة تتجاوز الساعة

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

الواحدة (أو أكثر بقليل وحسب الحالة والظرف الخاص بها) وفي حالة حصول حدث أو ظرف طارئ أو عطل معين يجعل الاستمرار بالعمل غير ممكن حينذاك يتم اللجوء إلى رفع القالب فارغا لمسافة (٤٠ –٥٠) سم وعمل مفصل إنشائي منتظم على محيط المنشأ. إن رفع القالب لهذه المسافة هو لضمان سلامة معدات القالب بعد عودة العمل لان تصلب الخرسانة بشكل كامل يسبب احتكاكا عاليا بينه وبين القالب مما يؤدي إلى إضافة أحمال أخرى إلى الرافعات الهيدروليكية [11].

٤–٤– **يعتبر استخدام القالب المنزلق طريقة بناء آمنة للغاية:** حيث لا توجد حاجة للفك المستمر للقوالب وإعادة تجميعها بواسطة الرافعة أثناء مراحل التنفيذ (هذا مايحصل عند استخدام القوالب التقليدية)، بل يتم تجميع التراكيب الكاملة للقالب مرة واحدة فقط على الأرض قبل الانزلاق خلال أعمال الإنشاء بأكمله حيث يوفر هذا أيضًا الكثير من الوقت.

٤–٥– **الأبعاد الدقيقة لفقرات الأعمال المنفذة.**

٤–٦– **الحصول على منشأ خرساني بأوجه صقيلة نوعا ما.**

٥– تطبيقات استخدام القالب المنزلق

تستخدم القوالب المنزلقة من أجل تنفيذ أنواع متعددة من المنشآت المرتفعة، ولا يفضل استخدامها من أجل المنشآت قليلة الارتفاع ومن هذه الاستخدامات [1]:

- المنشآت الخرسانية العالية، التي تتكون طابعها الإنشائي من الجدران الحاملة.
- الأبنية البرجية وأبراج التبريد في المفاعلات النووية (Cooling towers) وأبراج التنفيس عند السدود والأنفاق وأبراج التلفزيون (T.V. Towers) وأبراج الاتصالات وأبراج مراقبة الحركة الجوية.
- توربينات الرياح وأبراج الطاقة الشمسية.
- منشات الصوامع (Silos) والروافع.
- خزانات السوائل (Tanks).
- نواة الأبنية العالية.
- المداخن المرتفعة (Chimneys).
- ركائز وأعمدة الجسور.
- الأبنية التقليدية المتعددة الطوابق (Multi stories building).
- المنشات البحرية ومنها منصات النفط البحرية.

٦– أجزاء وتراكيب القالب المنزلق

يتكون القالب المنزلق كما مبين في الشكل رقم (١) من الأجزاء الرئيسة التالية [12]:

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

٦-١- **قطع القالب المنزلق الخشبي (Slipform shutters):** وهذا بدوره يتكون من الأجزاء التالية:

أ- **وجه القالب:** ويتكون من خشب لوح قياس (٢,٥×١٠) سم أو (٣,٨×١٠) سم، ترص بشكل شاقولي بارتفاع (١) متر على أن يترك فراغ حوالي (٠,٥) سم بين قطعة وأخرى، لكي يسمح للخشب بالتمدد، بسبب الرطوبة الناتجة عن الخرسانة.

ب- **المساند الخشبية الجانبية أو الأفقية للقالب (Walers):** وتكون بأبعاد (٧,٥×١٥) سم أو (٥×١٥) سم لتحمل الضغط العالي الجانبي الناتج من دفع الخرسانة وكذلك الشد العالي الناتج عن المساند الحديدية (Yokes)، التي تعمل على رفع القالب الخشبي بفعل الرافعة الهيدروليكية. بالإضافة إلى ذلك يستعمل القطع الخشبية للربط بين قالب وآخر عن طريق ربط المساند الخشبية الجانبية للقالب وبأبعاد (٥×١٥) سم بمسافة نصف متر على كل من القالبين.

ج- **خشب صقيل (معاكس) (Plywood):** لتغليف مقاطع اللوح للحصول على أوجه صقيلة للخرسانة، ولتقليل شدة الاحتكاك بين القالب والخرسانة يمكن الاستعاضة عن ألواح الخشب الصقيل (Plywood) باستعمال صفيح مغلون قياس (١٨-٢٢).

٦-٢- **المقارن الحديدية الجانبية (Yokes):** وهو عبارة عن هيكل (Truss) شاقولي مصمم لرفع القالب الخشبي ولصد القوة الأفقية الناتجة عن دفع الخرسانة وهي على نوعين، عالٍ وآخر واطئ، فالعالي يستعمل في المنشآت ذات التسليح الأفقي المتباعد المسافات، ليتسنى لعمال الحديد وضع صفين من حديد التسليح على الأقل لتقليل الجهد المبذول في ذلك.

٦-٣- **عتبة المقرن الحديدية (Yoke beam):** وهو حديد ساقية يكون بمقاطع وأطوال مختلفة وتتدرج الأبعاد طرديا حسب متطلبات العمل، والغرض من العتب الحديدي هو لجلوس الرافعة الهيدروليكية، ويكون جسرا يربط المقارن الحديدية (Yokes).

٦-٤- **الرافعة الهيدروليكية (Hydraulic jack):** وهي العصب الرئيس في القالب المنزلق، وتتكون من نابض ومكبس وبوابة هيدروليكية (Hydraulic gate) وأسنان معدنية محاطة بغلاف معدني قوي يبرز منه أنبوب لدخول الهيدروليك مصممة لحمل أوزان، وهي على أنواع عديدة، ذات قدره رفع تتراوح بين (٣) طن كحد أدنى، يرمز لها (T3) و (٦) طن، يرمز لها (T6)، حتى تصل إلى (١٢) طن، وقد يستخدم أنواع أعلى من ذلك حسب المتطلبات التصميمية والعملية.

٦-٥- **أنابيب التسلق (Climbing tubes):** هي أنابيب فولاذية ذات مواصفات خاصة لها القابلية على تحمل قوة (Buckling force) الالتواء الحاصل من تسلق الرافعة الهيدروليكية عليها، وهذه الأنابيب مصنوعة من أقطار مختلفة حسب نوعية الرافعة الهيدروليكية.

٦-٦- **رابط الرافعة (Jack connection):** أنبوب فولاذي مجوف ذو قابلية، تحمل عالية تجلس عليه الرافعة الهيدروليكية، ويجلس هو بدوره على العتب الحديدي، ويرتبط به أنبوب التغليف المعدني، ويمر عبره أنبوب التسلق.

٦-٧- **أنبوب التغليف (Cover tube):** عبارة عن أنابيب معدنية مصنوعة من معدن ضعيف بقطر أكبر قليلا من قطر كل نوع من أنابيب التسلق، والغرض منها هو لحجب الخرسانة عن الالتصاق بأنابيب التسلق، ويمكن رفعها بعد الانتهاء من صب المنشأ والاستفادة منها في أعمال أخرى.

٦-٨- **الخراطيم (Hoses):** عبارة عن خراطيم مرنة مسلحة ذات قابلية، تحمل ضغط عالٍ تنتهي نهايتها بصامولات، لتربط بطرف الرافعة الهيدروليكية، عن طريق صمام والطرف الآخر لربطها مع توصالة بالخراطيم القادمة من المضخة بشكل حلقة كاملة (Loop).

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

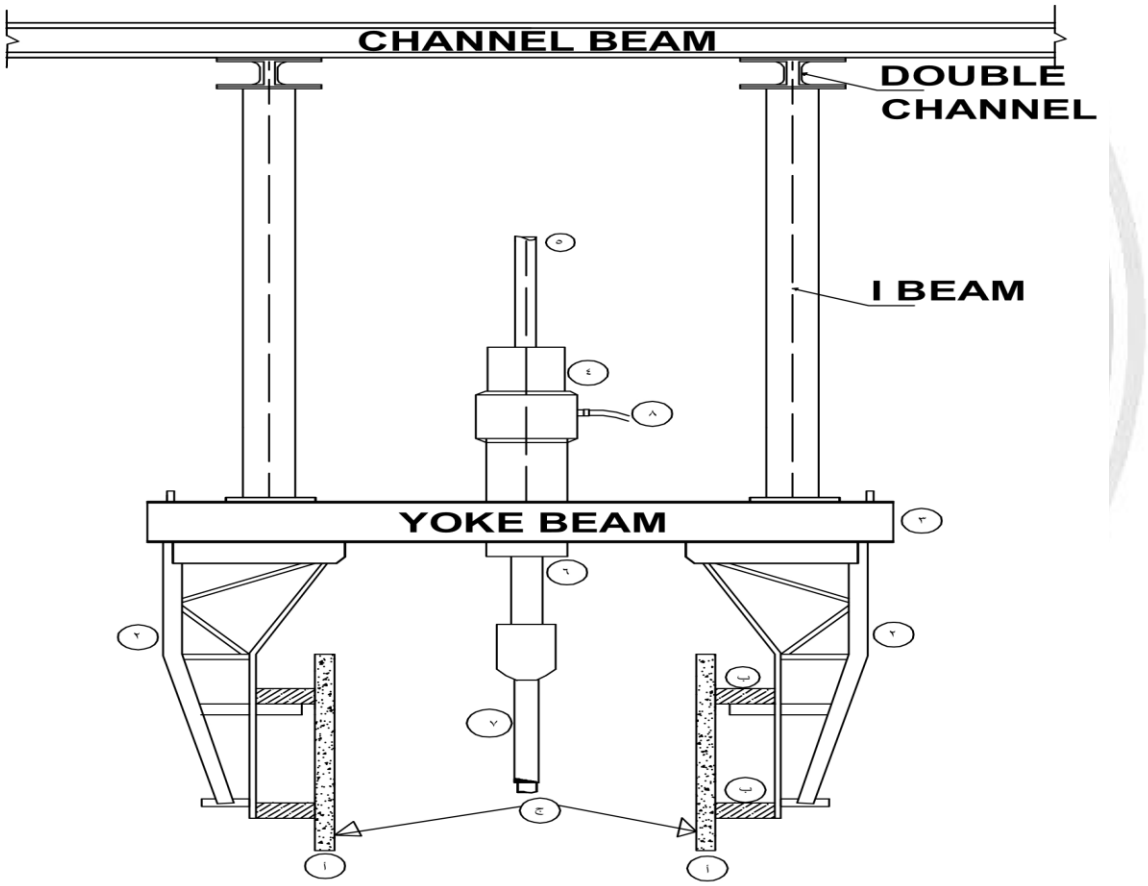
مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية
مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by *University of Babylon* is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

٦-٩- **المضخة الهيدروليكية (Hydraulic pump):** هو الجهاز المسؤول عن دفع الهيدروليك عبر الخراطيم المسلحة المرنة إلى الرافعة الهيدروليكية، وتعمل بالطاقة الكهربائية وتتكون من محرك كهربائي ذو كفاءة تشغيلية عالية وخزان لحفظ الهيدروليك.

٦-١٠- **صندوق الضغط (Pressure box):** هو الجهاز المسؤول عن تنظيم مقدار الضغط المسلط على الرافعة الهيدروليكية ويمكن التحكم بالضغط من خلاله بالزيادة أو النقصان حسب متطلبات العمل والضغط الطبيعي، الذي تعمل به الرافعات الهيدروليكية يتراوح بين (٩٠ – ١٠٠) كغم/سم^{٢}.

٦-١١- **ساعة التوقيت (Timer):** هي ضابط وقت صعود القالب وتعمل بشكل أوتوماتيكي اعتمادا على الطاقة الكهربائية، ويمكن التحكم بوقت الصعود أو الانزلاق، وذلك بتنظيمها وحسب متطلبات العمل اعتمادا على سرعة تصلب الخرسانة والظروف الأخرى المصاحبة للعمل.



أ – وجه القالب، ب – المساند الخشبية للقالب، ج – خشب معاكس، ٢ – المقارن الحديدية، ٣ – عتبة المقرن الحديدية، ٤ – الرافعة الهيدروليكية، ٥ – أنابيب التسلق، ٦ – رابط الرافعة، ٧ – أنبوب التغليف، ٨ – أنابيب مطاطية.

الشكل رقم (١)

أجزاء وتراكيب القالب المنزلق

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by *University of Babylon* is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

٧- طريقة عمل القالب المنزلق

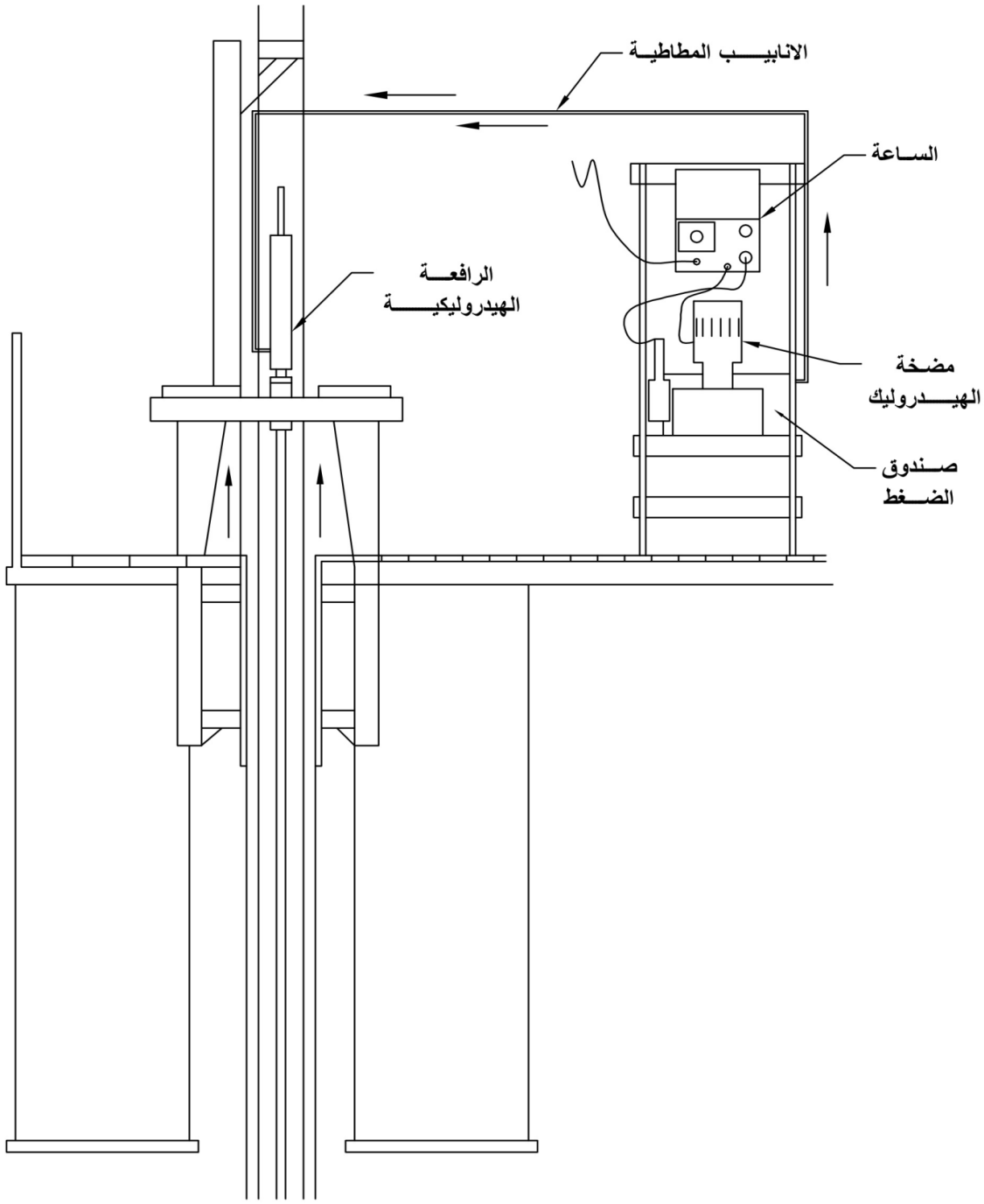
بعد التعرف على أجزاء القالب المنزلق وملحقات الرافعة الهيدروليكية، يمكن تتبع الخطوات الميكانيكية، التي تؤدي إلى إعطاء رفعة واحدة للقالب (Strock) مقدارها (٢٥) ملم، كما موضح في الشكل رقم (٢)، بصدد الإيعاز إلى المضخة الهيدروليكية من ساعة التوقيت، فتعمل المضخة على دفع الهيدروليك عبر خراطيم ضغط عالء (خراطيم بلاستيكية مسلحة ومرنة)، بعد أن يمر عبر صندوق الضغط مشيرا إلى مقدار الضغط المسلط على الرافعات الهيدروليكية.

عند وصول الهيدروليك إلى الرافعة، وذلك عن طريق الأنبوب البارز جانبا من الرافعة، فيدخل إلى الحجرة ويسلط ضغط على المكبس (Piston) إلى الأسفل، ولكن وجود مجموعة الأسنان السفلى، تمنع الحركة إلى الأسفل، وذلك لأنها مصممة على العمل بالاتجاه العلوي فقط لذا فإنّ رد الفعل ناشئ من هذا الضغط، يكون نحو الأعلى، مما يؤدي إلى رفع مجموعة الأسنان العلوية المثبتة على جسم الرافعة، التي تعمل باتجاه الأسنان السفلية نفسها ويؤدي هذا إلى إعطاء رفعة للقالب، بعد أن يكون النابض (Spring) قد أنكبس، تتبعها رجوع الهيدروليك إلى المضخة تاركا الحجرة فارغة، مما يفسح المجال للنابض برفع مجموعة الأسنان السفلية نحو الأعلى، ليعود المكبس إلى وضعه الطبيعي، وهكذا تتوالى هذه الميكانيكية، لتؤدي إلى انزلاق القالب [5].

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



الشكل رقم (٢)

طريقة عمل القالب المنزلق

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by *University of Babylon* is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

٨- تصميم القالب المنزلق (slipform design)

عند إقرار التنفيذ باستخدام منظومة القالب المنزلق، فانه يراعى اتخاذ الجانب التصميمي بنظر الاعتبار، الذي يأخذ مجالات عدة، ومنها بالشكل الرئيس الأحمال المختلفة المؤثرة على القالب المنزلق، ونوع القالب المطلوب استخدامه ومنه القالب الدائري ذي المماشي الناتئة الداخلية والخارجية، وذلك لكي يكون لدينا عمل متكامل خالٍ من العوارض [ومن هذا الإجراء يمكن أن نتوصل لحساب أنواع وأعداد الرافعات الهيدروليكية اللازمة لأي عمل وحسب ملحق رقم (١٩) للحسابات التصميمية] وهي بالتفصيل أدناه:

أ – الأحمال المؤثرة على القالب المنزلق (Loads affecting the slipform) [13,14]

١- الأحمال الميتة (Dead load) وكما مبين في الشكل رقم (٣).

١-١- مماشي العمل (Working deck).

١-١-١- المماشي الداخلية والخارجية (Inner and outer deck).

١-١-٢- مماشي السقالات المعلقة (Hanging deck) الداخلية والخارجية.

١-١-٣- الممشى العلوي (Upper deck) في حال استخدامه.

١-٢- معدات القالب المنزلق [مقارن، رافعات، مضخة الخ إضافة إلى موجهات حديد التسليح (Guides)].

١-٣- القوالب المنزلقة.

٢- الأحمال الحية (Live load) وتمثل الأحمال الغير ثابتة المسلطة على مماشي العمل بأنواعها وتشمل الأشخاص والمواد المؤقتة والمتنقلة... الخ.

٢-١- المماشي الداخلية والخارجية.

٢-٢- مماشي السقالات المعلقة (Hanging scaffolding decks) الداخلية والخارجية.

٢-٣- الممشى العلوي في حال استخدامه.

٣- الاحتكاك (Friction).

٤- ضغط الخرسانة (Concrete pressure).

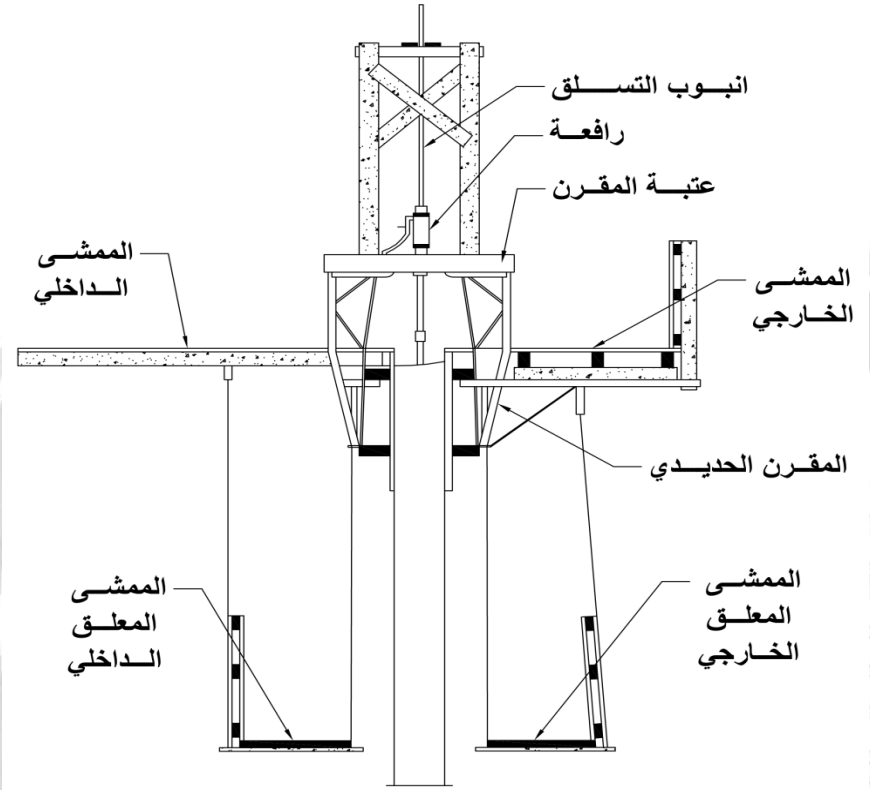
٥- تأثير الرياح (Wind effect).

٦- معدات خاصة، الرافعات (Cranes) مصاعد وأجهزة رفع المواد (Winches) مضخات الخرسانة (Pumps)... الخ.

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية
Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

ب– القالب الدائري مع المماشي الناتئة الداخلية والخارجية (Circular slip form with cantilever deck at both sides)



الشكل رقم (٣)

تفاصيل الأحمال الميتة للقالب المنزلق

٩– الوقت اللازم لحركة القالب المنزلق

تعتمد سرعة حركة رفع القالب المنزلق على عدة عوامل [15]:

٩–١– كميات الخرسانة المجهزة بالاعتماد على حجم المنشأ الذي ينفذ ومدى الحاجة له.

٩–٢– فترة وصول الخرسانة من معامل التجهيز.

٩–٣– طريقة الصب كأن تكون باستعمال مضخة الخرسانة (Pump) المحمولة أو المضخة الأرضية أو بطريقة سلة الخرسانة (Skip) المحمولة بواسطة الرافعة (Crane).

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

٩-٤- سرعة تماسك الخرسانة.

٩-٥- متطلبات تنفيذ العمل، مثل أعمال ربط حديد التسليح وتثبيت الأجزاء المخفية من قطع الحديد الملامسة لوجه القالب (Embedded parts)، وكذلك وضع قوالب الفتحات الموجودة حسب تصميم المنشأ وأعمال أخرى مختلفة.

٩-٦- الحوادث المفاجئة التي قد تحصل أثناء العمل.

٩-٧- الأعطال التي قد تحدث في أجزاء منظومة رفع القالب.

٩-٨- تأثيرات الظروف الجوية وتقلباتها.

١٠- الخرسانة المستخدمة في القالب المنزلق

من الأمور البالغة الأهمية، التي لها الدور الفعال في إنجاح عمل القالب المنزلق، هو استمرار تجهيز الخرسانة بالأوقات المناسبة، وليس هذا فحسب، فالخرسانة المستعملة في القالب المنزلق، ذات مواصفات تميزها عن مثيلاتها في الأعمال التقليدية فيتبين للوهلة الأولى أن الخرسانة المستعملة في القالب المنزلق يجب أن تضاف لها معجلات، تسرع من عملية التصلب؛ لتمكين القالب من الإسراع في الانزلاق والانسحاب عن خرسانة متصلبة، إلا أن العكس هو الصحيح، فان الفعاليات، التي يتطلبها المنشأ من إضافة حديد التسليح وإضافة أنابيب التسلق ووضع قوالب الفتحات، التي يحتويها المنشأ وتثبيت ما يراد تثبيته من قطع حديد ووضع قطع الفلين لترك فراغات (خسفات) (Recess)، لتثبيت السقوف أو المساند، وما إلى ذلك من أعمال أخرى، فضلا على تدارك بعض الأعمال، التي قد تنشا نتيجة إصابة إحدى أو رافعات هيدروليكية عدة في آن واحد بخلل، مما يجعل الأمر أو يحتم على المنفذ استعمال خرسانة ذات تصلب بطيء، وذلك بإضافة المواد المبطئة (Retardation) [13].

وهناك أنواع عديدة من المبطئات، حيث تتميز به هذه المادة بآلية تأخير أو إعاقة جزيئات الماء للوصول إلى سطح جزيئات الأسمنت غير المائي، وبذلك يجعل عملية التفاعل الكيميائي، الذي ينشأ من الاسمنت والماء بطيئا إلى الفترة الزمنية، التي تزداد طرديا مع كمية المادة المبطئة، على أن لا تتجاوز حد أقصى لمواصفات المادة، إذ ينتج عن الزيادة اللامعقولة عمل عكسي، لا تؤدي الغرض المطلوب [16].

من خلال التجارب الطويلة في مجال الخرسانة المستعملة في القوالب المنزلقة ومن خلال استخدام المادة المبطئة، فقد استقرت المواصفات على ضرورة وجود تصلب ثانوي يسبق التصلب الأولي للخرسانة، التي ينشأ بعد أربع إلى ست ساعات من صب الخرسانة في قالبها وهذا التصلب الثانوي، هو الذي يرتفع عنده القالب المنزلق، وقوته تتراوح بين (١,٧٥ – ٧,٠٣) كغم/سم^{٢} ومن ميزاته [17]:

١. يكون محتويا على رطوبة بنسبة ما.
٢. يمكن أن يؤثر به الاصبع بشكل طفيف عند الضغط عليه بقوة.
٣. صنفه بهذا الشكل، يجعل الاحتكاك الناشئ عند إنزلاق القالب على الخرسانة أقل ما يمكن.
٤. يمكن إجراء التصليحات والتعديلات على أوجه المنشأ بصورة مرضية فيما لو حصل هناك سلخ أو تشوه في أوجه الخرسانة بعد ارتفاع القالب عنها.

أما عن التصلب، الذي يحصل بعد مرور (٨ – ١٠) ساعات وحسب كمية المادة المضافة من مبطئات الخرسانة والوقت المطلوب منه لتبطئة تصلب الخرسانة (إعطاء فترة عمل)، فيجب أن لا تقل عن (٣٥) كغم/سم^{٢}، تجعل المنشأ قادر على تحمل الخرسانة المضافة فوقه، التي انزلق القالب عنها وهذه الفترة الزمنية في الظروف الطبيعية، ينتج عنها ارتفاع يتراوح بين

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com
مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

(١,٥ – ٢,٥) متر، وأحيانا يصل إلى (٣) متر هذا بالإضافة إلى ضرورة صد المنشأ لبقية الأحمال المسلطة عليه كدفع الرياح مثلا، التي يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار وبشكل جدي لهذه الظواهر الطبيعية، لتامين إستقرارية المنشأ أثناء التنفيذ.

أما العوامل الأخرى التي تؤثر على فترة تصلب الخرسانة فهي درجة الحرارة، ففي الأجواء الباردة يجب أن لا تقل درجات الحرارة في الخرسانة عن (٥ – ١٥) م°، لكي يكون هناك تصلب للخرسانة، يجعل العمل يسير بصورة جيدة ولا يحصل تأخير كبير. وقد يتعمد في بعض الأحيان إلى تسليط تيارات هوائية دافئة موجهة من أجهزة خاصة أو مدافيء (Heaters) تعطي الحرارة الملائمة لتفاعل مكونات الخرسانة. أما في مثل أجوائنا فالعكس هو الحاصل لذا يتطلب توفير عوامل تقليل من درجات الحرارة إلى الحد الذي لا يتجاوز فيه (٢٥ – ٢٨) م°، وهذا يتم بإجراءات عدة من تبريد المواد الداخلة في إنتاج الخرسانة عن طريق توفير غطاء لأكداس الحصى والرمل أو الرش المستمر بالماء لتقليل درجة الحرارة المكتسبة من الجو، نتيجة التعرض المباشر لأشعة الشمس، وتغطية صوامع الاسمنت مثلا بنسيج من سعف النخيل (الحصران) أو الجنفاص، كذلك تبريد الماء عن طريق وضع قوالب الثلج في الماء المستخدم أو استخدام لمبردات ماء ضخمة، يمكن الحصول منها على ماء درجة حرارته

(٥) م° أو إضافة جريش الثلج (الذي يمكن الحصول عليه من أجهزة إعداد جريش الثلج) إلى الخلطة نفسها.

إن العناية الفائقة التي يجب بذلها للحصول على الخرسانة كفيلة– كما ذكرت آنفا– بالخروج بنتيجة جيدة في أعمال القالب المنزلق.

١١– العلاقة بين مقدار تصلب الخرسانة وإجراء عملية انزلاق القالب

يعتمد احتساب تصلب الخرسانة (Setting time) عادة على المواصفات الأمريكية ومنها (ASTM C-403-08).

بعد إنزال الخرسانة داخل القوالب، فان مقدار التماسك الناشئ (مقاومة ضغط الخرسانة) هو اقل من (١,٠٥) كغم/سم^{٢}، حيث لا يمكن إجراء انزلاق للقالب.

١. بعد تجاوز مرحلة تصلب الخرسانة لمقاومة ضغط (١,٠٥) كغم/سم^{٢}، يمكن أن يبدأ الانزلاق.
٢. عند الوصول إلى مقاومة انضغاط للخرسانة داخل القالب لمقدار يتراوح بين (١,٧٥ – ٧,٠٣) كغم/سم^{٢}، سنحصل على أفضل انزلاق للقالب، حيث يمكن إجراء انزلاق سهل والحصول على أفضل إنهاء للخرسانة وعدم انسحاب الخرسانة من أسفل القالب وسقوطها.
٣. عند الوصول إلى مقاومة انضغاط للخرسانة داخل القالب لمقدار يتراوح بين (٧,٠٣ – ٣٥) كغم/سم^{٢}، سيكون هنالك صعوبات بسيطة في انزلاق القالب.
٤. عند تجاوز مقدار مقاومة انضغاط الخرسانة داخل القالب (٣٥) كغم/سم^{٢}، سيحدث لدينا تشققات للخرسانة المسحوب عنها القالب، وينتج صعوبة في أعمال الإنهاء، وقد يحدث التصاق لأجزاء من الخرسانة بالقالب أو خلل في محاذاة القوالب.

١٢– الخطوات الواجب إتباعها مع استخدام الخرسانة

١٢–١– التعويض المناسب لإضافة المادة المبطئة لتصلب الخرسانة [13] في ظروف التغير بدرجات الحرارة لليوم الواحد، ومثال على ذلك ومن خلال التطبيقات العملية يتطلب:

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية
Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

فترة العمل	المادة المبطئة
٨ صباحا–١٢ ظهرا	جرعة متوسطة
١٢ ظهرا– ٨ مساء"	جرعة عالية
٨ مساءا– ١٢ ليلا	جرعة متوسطة
١٢ ليلا – ٨ صباحا	جرعة قليلة

١٢–٢– يجب أن تكون كمية الاسمنت المستخدمة من الوجبة والمعمل المجهز أنفسهما.

١٢–٣– مراعاة الطرق الدقيقة لإضافة المادة المبطئة، مع إجراء تجارب مسبقة لاستعمال نسب وجرعات من المادة المضافة وبأوقات مختلفة، لملاحظة تأثير المادة المؤخرة على الخرسانة وزمن التصلب.

١٢–٤– مراعاة أن تكون موقع الخباطة المركزية أقرب ما يمكن لموقع العمل، وفي حالة عدم إمكانية مراقبة الخباطة الناقلة للخرسانة مباشرة، يتم تثبيت وقت الخروج من الخباطة المركزية على بطاقات المعلومات لدى السائق وتثبيت وقت الاستلام في موقع العمل، لملاحظة التأخير الحاصل في وصول الخباطة (Mixer).

١٢–٥– الصب يجب أن يكون على شكل طبقات بسمك بين (١٥ – ٢٥) سم وعلى مدار القالب.

١٢–٦– استخدام الهزازات بالطريقة الصحيحة والمتجانسة لطبقة الخرسانة الموضوعة أخيرا فقط.

١٢–٧– أخذ الاحتياطات اللازمة للتعامل مع الخرسانة في الأجواء الحارة أو الباردة وكذلك المواد الأولية.

١٢–٨– تثبيت الهطول وعدم تغييره مطلقا للسيطرة على وقت تصلب الخرسانة.

١٢–٩– السيطرة على درجة حرارة الخرسانة وضمن الحدود المسموح بها.

١٣– مشاكل عمل القالب المنزلق

١٣–١– من الأمور التي تصاحب سير عمل القالب المنزلق، وجود احتكاك بين وجه القالب والخرسانة، ناشئ عن انزلاق القالب وضغط الخرسانة، قد يتسبب العديد من المشاكل في حال عدم وضعها في حسابات وإدارة العمل ومعالجة أسبابها (فترة تصلب الخرسانة، سرعة حركة القالب) قبل وأثناء صب الخرسانة، تؤدي إلى حدوث تشوه أو تشقق وجه الخرسانة المسحوب عنها القالب [8].

١٣–٢– حدوث حالات انحراف عن خط شاقولية حركة القالب أو حالات ميلان، بسبب المتغيرات التي تحدث في توزيع الأحمال الحية (الأحمال الغير ثابتة المسلطة على مماشي العمل بأنواعها وتشمل الأشخاص والمواد المؤقتة والمتنقلة... الخ) أثناء العمل، أو عدم التجانس في تصلب الخرسانة، أو حدوث خلل في الرافعات الهيدروليكية أو أحد أجزاء منظومة القالب المنزلق[13] .

الاستنتاجات

إن التطور العلمي والتقدم التكنولوجي في مختلف نواحي الحياة وتوسع الإنسان في حاجته لاستخدام المنشات المختلفة ذات الارتفاع العالي، حتّم عليه التوجه نحو إيجاد أفضل التقنيات والطرق لاستخدامها في أعمال البناء.

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

لذا فإن استخدام القالب المنزلق لمجموعة كبيرة ومتنوعة من المعالم الخرسانية، يعدّ الأكثر طلبا للبناء العالي، حيث سرعة الأداء وتجاوز حدوث المفاصل الباردة والإنشائية والسيطرة والتحكم الجيد للعمل وتامين للسلامة من الأهمية لهذه المزايا.

إن أي نشاط يستخدمه الإنسان لغرض تحقيق معلم من معالم البناء، قد يعترضه إعاقات مختلفة يكون بالإمكان تجاوزها أو منع حدوثها، وذلك بالاعتماد على سلامة التخطيط والإعداد المسبق، لكن في حال استخدام منظومة القالب المنزلق، فإن الجانب التنفيذي المتمثل بإدارة تشغيل منظومة القالب المنزلق ومواكبة أعمال صب خرسانة المنشأ، تكون معرضة إلى أحداث غير متوقعة، قد تؤثر سلبا على العمل، وهنا يتطلب اعتماد معايير سليمة تمثل نواتج اختبارات وتطبيقات في هذا المجال لتامين مرونة سريان مراحل العمل وضمان سلامة النتائج.

و يُعد اعتماد العناصر الإدارية والفنية الفعالة ذات المهنية والاحترافية وبمعية كوادر ماهرة بخبرات مكتسبة من تدريب وممارسة، بحيث يمكن تدارك ومعالجة أي عارض قد يحدث دون ارتباك أو تردد، من الأولويات، التي لايمكن الاستغناء عنها. وإن إتباع ضوابط، هي من الأهمية التي قد تنتج عواقب وخيمة في حال التغاضي عنها، وتندرج في جانبين من العمل:

الجانب الأول فيما يتعلق بالقالب المنزلق وكما يلي:

- تغيير الاتجاه الشاقولي عند تركيب القوالب المنزلقة [ذات ارتفاع (١) م مدار البحث] بمقدار (٢) ملم من الجهة العلوية نحو منطقة صب الخرسانة بالوقت نفسه بمقدار (٢) ملم من الجهة السفلية عكس منطقة الصب، لتخفيف تأثير الاحتكاك بين القالب والخرسانة، وتجاوز حدوث تشققات في وجه الخرسانة عند انسحاب القالب المنزلق عنها [18].
- إجراء اختبار تشغيل منظومة القالب المنزلق قبل البدء بأعمال صب الخرسانة، ويكون بعد إكمال تركيب فقرات القالب وجميع أجزاء المنظومة دون إنزال أنابيب التسلق في الرافعات الهيدروليكية، لاستكشاف ومعالجة أي تسرب هيدروليكي قد يحدث في أجزاء المنظومة، إضافة إلى إخراج الفقاعات الهوائية، التي قد تتجمع في الرافعات الهيدروليكية وتؤثر على عملها، عن طريق الصمامات المصاحبة لها.
- توزيع الأحمال بصورة متجانسة على مماشي القالب (قبل وأثناء تشغيل منظومة القالب المنزلق) والمتمثلة بالأجهزة والمعدات المستخدمة وكذلك المواد المطلوبة في ذلك المستوى من الارتفاع وحتى العاملين قدر الإمكان.
- المراقبة المستمرة لحركة القالب الشاقولية وتصحيح أي انحراف بطريقة تدريجية وليس فجائية، عن طريق التحكم بإبطال وتشغيل الرافعات الهيدروليكية.
- التدقيق المتواصل لأجزاء القالب المنزلق وبضمنه محاذاة القوالب الأفقية (الأفقية)، التي قد تتأثر بأي خلل في أعمال صب الخرسانة وفترة تصلبها، التي أشير إليها سابقا في الفقرة (١١).

الجانب الثاني فيما يتعلق بالخرسانة وكما يلي:

- إجراء الاختبارات الأولية للمادة المبطئة لتصلب الخرسانة إضافة إلى الفحوصات الأولية للخرسانة المطلوبة، آخذين بنظر الاعتبار تأثيرات التغير بدرجات الحرارة في ظروف اليوم الواحد، إضافة إلى حجم العمل الكلي وأيضا كثافة العمل حسب التغيرات الحاصلة بمستويات الارتفاع، (أي يجب أن تكون سرعة حركة القالب محسوبة مسبقا حسب حجم مراحل العمل بتناسق مع التصلب الخرساني).

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

وإن تنظيم سرعة انزلاق القالب المنزلق بضمنها تنسيق تنفيذ الفعاليات المختلفة للعمل، للحصول على التصلب الأمثل لخرسانة الصب مابين (٧,٠٣ – ٣٥) كغم/سم^{٢} ضمن المنطقة السفلية داخل القالب بارتفاع (٣٠-٢٠) سم، يكون الحل الأمثل لتجاوزنا العديد من المشاكل الناتجة عن تأخر في حركة القوالب الشاقولية الغير محسوب (كتشوه وجه الخرسانة الخارجي المنسحب عنها القالب و التصاق أجزاء من الخرسانة بوجه القالب، إضافة إلى احتمال حصول خلل في المحاذاة الأفقية للقوالب) أو الناتجة عن التسرع في انزلاق القالب (كتساقط الخرسانة من أسفل القالب).

- الحفاظ على الغطاء الخرساني التصميمي (Concrete cover) مع استمرار حركة القالب الشاقولية وأعمال التسليح وعدم السماح بتغييره وخاصة أن زيادته سيشكل وزنا كبيرا إضافة إلى وجود الاحتكاك بين القالب والخرسانة، مما سيؤدي إلى حدوث تشققات في وجه الخرسانة.
- المراقبة المستمرة ومنع حدوث أي التصاق خرساني (لأي سبب من الأسباب) في وجه القالب المنزلق الظاهر من الجهة العلوية عند انسحابه عن الخرسانة الموضوعة (عن الطبقة الخرسانية الأخيرة الموضوعة) وأي أماكن أخرى محتملة والمعالجة الفورية برفع الخرسانة الملتصقة، وذلك لتقليل آثار الاحتكاك بين الخرسانة والقالب وتلافي التأثير على حركة القالب المنزلق وتوازنه، إضافة إلى أن وجود هذه الالتصاقات الخرسانية، سيؤدي إلى سحب جزء من الخرسانة الجديدة المصبوبة وبتزايد حجمها مع مرور الوقت، سيؤدي إلى إحداث فجوات ستعمل على تشوه وجه الخرسانة الناتجة والظاهرة من أسفل القالب (المسحوب عنها القالب).

المراجع

[1] H. Suthar, J. Pitroda and J. J. Bhavsar, "Slip forming: The New Era of Formwork of Unusual Structure", National Conference on "Trends and Challenges of Civil Engineering in Today's Transforming World", Civil Engineering Department S.N.P.I.T. & R.C., Umrakh, 2014.

[2] K. M. Heiza, I. M. Mahdi and N. Abo Elenen, "Value Methodology of Vertical Slip Form Construction System in High Rise Buildings", The International Conference on Civil and Architecture Engineering, vol. 11. No. 11PthP International Conference on Civil and Architecture Engineering, pp. 1-19, Military Technical College, 2016.

[3] J. MacDonald, "Moving forms for reinforced concrete storage bins", Journal Proceedings, vol. 7, no. 12, pp. 544-551, 1911.

[4] https://en.wikipedia.org/wiki/Slip_forming

https://www.bygging-uddemann.se/en./[5]

[6] P. Sathiya Bama, M. Priyadharshini and G. Jaisankar "An Analytical study on slipforming of vertical concrete structures", International Journal of Innovations in Engineering and Technology, vol. 7, 2016.

[7] B. R. Carter, "Concrete Construction Using Slipform Techniques", M.S. Thesis, Florida Univ. Gainesville, Florida, United States, 1982.

[8] K. T. Fossa, "Slipforming of Vertical Concrete Structures. Friction between Concrete and Slipform Panel", PhD Thesis, NTNU, Norway, 2001.

[9] T. Zayed, M. R. Sharifi, S. Baciu and M. Amer, "Slip-Form Application to Concrete Structures", Journal of construction engineering and management, 134.3, pp. 157-168, 2008.

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by *University of Babylon* is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

[10] S. G. Fattal and S. G. Fattal, "A guide for safety inspection of jump-from and slipform systems used in concrete cooling tower and chimney construction",https://doi.org/ 10.6028/NBS.IR.83-2627,1983.

[11] K. T. Fossa, A. Kreiner, and J. Moksnes, "Slipforming of advanced concrete structures." Tailor Made Concrete Structures–Walraven & Stoelhorst (eds), pp. 831-836, 2008.

[12] B. Risser, TY PICAL FO and RA ISING RAT, "Advances in vertical

slip-form construction", Aberdeen's Concrete Construction 40.10, pp. 40-45, 1995.

[13] J. F. Camellerie, "Vertical Slip forming as a Construction Tool", Concrete Construction, 23.5, 1978.

[14] B. Alamin, "Analysis of construction loads on concrete formwork", Doctoral dissertation, Concordia University, 1999.

[15] M. R. Sharifi, S. Baciu and T. Zayed, "Slip-Form Productivity Analysis for Concrete Silos", In 1st International Construction Specialty Conference, Calgary, Alberta, Canada, pp. 1-10, 2006.

[16] R.Greesan, P.Prathap and R.Vijayakumar " Manufacturing of Concrete with Retarders" International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 5, Issue 4, April-2014.

[17] Z. Reichverger and C. Jaegermann, "Optimal Regime in Slip Form Concreting", Matériaux et Construction, 13.2, pp. 109-113, 1980.

[18] A. Hasselqvist and E. Gegerfelt, "Concrete in vertical slipforms", M.Sc. Thesis in Concrete Structures, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, 2021.

ملحق رقم (١)

الحسابات التصميمية للقالب المنزلق

أ – الأحمال المؤثرة على القالب المنزلق (Load affecting the slip form)

١– الأحمال الميتة (Dead load): يجب أن تحسب الأحمال بشكل منفصل، ولتسهيل هذه المهمة يمكن إعطاء تفاصيل الأحمال، الفرضيات التالية:

١–١– مماشي العمل (Working deck).

١–١–١– أوزان المماشي الداخلية والخارجية (من دون الأعتاب الحديدية أو المساند الحديدية الناتئة للمماشي الداخلية والخارجية) لكل ١ م^{٢}.

ملاحظة: (كثافة الخشب = ١٠٠٠ كغم/م^{٣}).

❋ الأرضية (Board) (خشب اللوح) سمك ٢,٥ سم: ٠,٠٢٥ × ١ × ١ × ١٠٠٠ = ٢٥ كغم/م^{٢}.

❋ السير (Joists) قياس (٥×١٥) سم (لكل ٤٠ سم): ٠,٠٥ × ٠,١٥ × (٠,٤÷١) × ١٠٠٠ ≈ ٢٠ كغم/م^{٢}.

المجموع ≈ ٤٥ كغم/م^{٢}.

١–١–٢– أوزان مماشي السقالات المعلقة بعرض (٦٠) سم لكل ١ م.ط.

❋ خشب الأرضية قياس (٥×٢٠) سم بعدد (٣): ٠,٠٥ × ٠,٢ × ٣ × ١٠٠٠ = ٣٠ كغم/م.

❋ خشب المسند قياس (٥×١٠) سم: ٠,٠٥ × ٠,١ × ٣ × ١٠٠٠ = ١٥ كغم/م.

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

❋ خشب إضافي محتمل: **٥ كغم/م.**

المجموع = ٥٠ كغم/م.

١-٢- معدات القالب المنزلق مجموعة المسند (الهيكل الحديدي) (Standard yoke set).

❋ رافعة (Jack T6) = **٢٤ كغم.**

❋ رابط الرافعة (Jack connection) = **١٠ كغم.**

❋ ذراع المقرن (Cantilever console) عدد **٢ × ٢١ كغم = ٤٢ كغم.**

❋ الذراع القطري (Diagonal) عدد **٢ × ٤ كغم = ٨ كغم.**

❋ حبل التعليق (Hang wire) عدد **٢ × ٣ كغم = ٦ كغم.**

❋ عتب المقرن (Yoke beams UNP 16,L=2m) عدد **٢ × ٣٨ كغم = ٧٦ كغم.**

❋ المقرن (Yoke legs) عدد **٢ × ٢١ كغم = ٤٢ كغم.**

❋ جزء من ملحقات المضخة = **١٢ كغم.**

❋ موجهات حديد التسليح (Guides) = **٣٠ كغم.**

المجموع ≈ ٢٥٠ كغم.

١-٣- القوالب المنزلقة (باستعمال الخشب) (Slip form shutters) لمساحة ١ م^{٢}.

❋ اللوح (Board) مع المعاكس سمك ٢,٨ **سم:** ٠,٠٢٨ × ١ × ١٠٠٠ = **٢٨ كغم/م^{٢}.**

❋ المسند الخشبي (Walers) مع االرباطات قياس (٥×٢٠) **سم:** ٤ × ٠,٠٥ × ٠,٢ × ١٠٠٠ = **٤٠ كغم/م^{٢}.**

❋ البراغي والصامولات (Bolts and nuts) = **٢ كغم/م^{٢}.**

المجموع = ٧٠ كغم/م^{٢}.

٢- الأحمال الحية (Live load): هنا أيضا تحتسب كل حالة على حدة مأخوذة بنظر الاعتبار عدد الأشخاص مع المماشي والمواد والمعدات، التي تطرح على القالب (حديد التسليح، أنابيب التسلق، تفاصيل الفتحات، أقماع الخرسانة مضافا إليها وزن الخرسانة ... الخ). ويشمل الاحتساب أيضا حمل الصدمة (Impact load) [مثل وزن الخرسانة عندما يسقط من حاوية الخرسانة (Crane skip)، إذا اتبع هذا الأسلوب في تغذية القالب].

ويمكن إجمال مما فصل آنفا بما يلي :_

أ- تصميم مماشي العمل للأحمال الحية لا تكون اقل من (**١٥٠ كغم/م^{٢}**).

ب- الممشى المعلق بالحبال مع مساندها يجب أن لا يقل عن (**١٥٠ كغم/م^{٢}**).

ج- فيما يتعلق بالحمل على (المقارن الحديدية، المساند الخشبية،...الخ) (Yokes , Walers , etc)

يمكن اعتماد (**١٥٠ كغم/م^{٢}**).

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by *University of Babylon* is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

ARTICLE
JOURNAL OF UNIVERSITY OF BABYLON
For ENGINEERING SCIENCES (JUBES)
Vol.29, No.3.| 2021

على أي حال يمكن أن يعتمد الحمل، الذي يؤثر على الرافعات على الحد الأدنى وهو (**١٥٠ كغم/م**^{٢}).

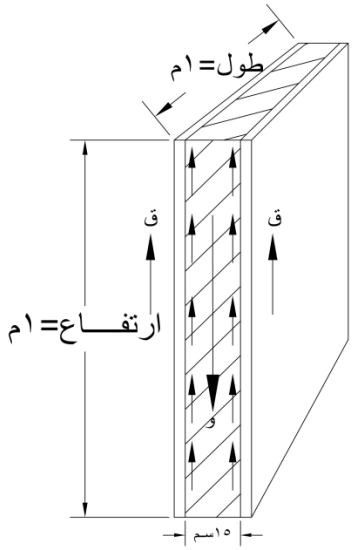
٣- الاحتكاك بين القالب والخرسانة: من خلال تراكم الخبرة فإن الجدران الخرسانية، التي لها سمك اقل من (١٥) سم، تتعرض إلى انسلاخ (Dragged up) أثناء الانزلاق. وتؤخذ قوة احتكاك الخرسانة مع وجه القالب بالمتر المربع، كما مبين في الشكل رقم (٤) وفق المعادلة التالية: قوة الاحتكاك (**ق**) = وزن الخرسانة في القالب (**و**) × معامل الاحتكاك (**μ**).

وزن الخرسانة (**و**) = كثافة الخرسانة × الحجم

كثافة الخرسانة = **٢٤٠٠ كغم/م**^{٣} ، معامل الاحتكاك = ١

و = ٢ ق ∴ **ق = و ÷ ٢**

قوة الاحتكاك (**ق**) = (٠,١٥ × ١ × ١ × ٢٤٠٠) ÷ ٢ = **١٨٠ كغم/م**^{٢}



الشكل رقم (٤)

تأثير قوة الاحتكاك على جدران القالب المنزلق

٤- ضغط الخرسانة: في أعمال القوالب المنزلقة للجدران الحرة غالبا ما يكون صد ضغط الخرسانة من مسؤولية المقارن الحديدية (Yokes)، ولكن بواقع الحال فان التأثير يقع على القالب نفسه والمقارن الحديدية[2] .

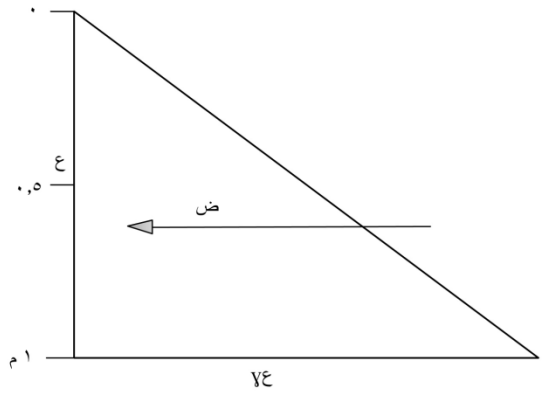
على أي حال، هناك حالات يؤثر فيها ضغط الخرسانة على القالب المنزلق، وفيما يلي أدناه كما مبين في الشكلين رقم (٥)، (٦) تخطيط مبسط يوضح تأثير ضغط الخرسانة على القالب قبل انزلاق القالب وخلال الانزلاق:

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

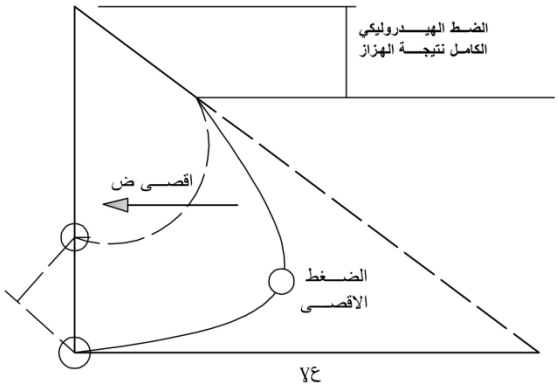
Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

ARTICLE
JOURNAL OF UNIVERSITY OF BABYLON
For ENGINEERING SCIENCES (JUBES)
Vol.29, No.3.| 2021



الشكل رقم (٥)

الضغط الأقصى الخرسانة عندما يكون القالب مملوء قبل بداية الانزلاق



الشكل رقم (٦)

ضغط الخرسانة خلال انزلاق القالب

ضغط الخرسانة = **γ ض** ع = ارتفاع القالب = **١متر** كثافة الخرسانة = **γ = ٢٤٠٠ كغم/م٣**

ض = (γ ×ع × ع) ÷ ٢

= (٢٤٠٠ × ١ × ١) ÷ ٢ = ١٢٠٠ كغم/م٢

أقصى ض = ٠,٥ × γ × ع × ع × (٣/٢)

≈ ٠,٥ × ٢٤٠٠ × ١ × ١ × ٠,٦ ≈ ٧٢٠ كغم/م٢

إن هذه الصورة التوضيحية مبينة على أساس إملاء القالب بطبقات، عمق الطبقة تقريبا (٢٠) سم، يسلط عليها هزاز كل طبقة منفصلة عن الأخرى. فالقوالب يجب أن تملأ قبل تصلب الخرسانة.

ملاحظة: في حالة إملاء القالب مرة واحدة بدون طبقات متتالية، وعند إنزال الهزاز إلى أسفل أو إلى قاعدة القالب، فإن ضغط الخرسانة، سيكون مضاعف، ويمكن تجنب مثل هذه الحالة من الخبرة الجيدة والتجارب العملية.

٥- ضغط الرياح (Wind load):

إن حسابات أحمال الرياح يجب أن تجري حسب متطلبات مجموعة التوصيات في (Code book)، مع الأخذ بنظر الاعتبار المدة القصيرة لأعمال القالب المنزلق وإمكانية التنبؤ بالظروف الجوية لبضعة أيام، فمن الواجب تقليل أثر ضغط الرياح في حسابات الأعمال ضمن حدود (٢٠ – ٥٠) %.

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com
مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

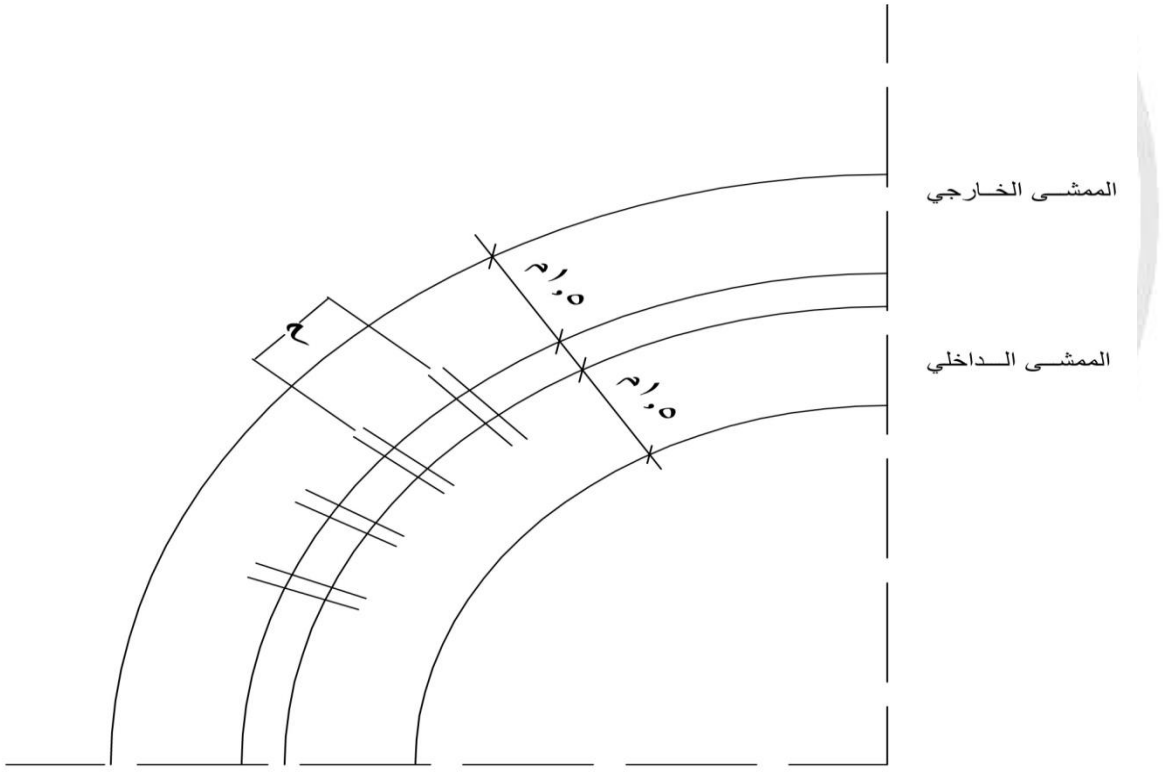
ARTICLE
JOURNAL OF UNIVERSITY OF BABYLON
For ENGINEERING SCIENCES (JUBES)
Vol.29, No.3.| 2021

وعند البحث في موضوع تأثير ضغط الرياح، فليس فقط على القالب المنزلق، لكن قابلية المنشأ الخرساني على مقاومة الرياح كون الخرسانة لاتزال رطبة (Fresh) والمنشأ غير مسند بالسقوف والأعتاب (Beams)، لكي يجعله قادرا على تحمل أو صد أحمال الرياح. وفي كثير من الحالات، وعلى سبيل المثال المنشآت المستطيلة الشكل ذات الفضاء الكبير، يتم تصميم القالب المنزلق على أساس نقل القوى من الجدران إلى الأماكن الأكثر، تحمل مثل الزوايا والأعمدة.

ب– القالب الدائري مع المماشي الداخلية والخارجية (Circular slipform with cantilever deck at both sides)

يتطلب تنفيذ المنشآت الاسطوانية الشكل مثلا الصوامع وبعض أنواع الأحواض والأبراج بمنظومة القالب المنزلق، استخدام القالب الدائري، وفي هذه الفقرة، يمكن معرفة المسافة الواجب وضعها بين رافعة وأخرى، حيث يرمز لها بالرمز (م) كما مبين في الشكل رقم (٧) وللقيام بحساب هذه المسافة نتبع الفرضيات التي سبق ذكرها في الفقرة (أ) للأحمال المسلطة على القالب المنزلق وحسب الجدول أدناه:

م = المسافة بين رافعة وأخرى.



الشكل رقم (٧)

(القالب الدائري)

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by *University of Babylon* is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

ARTICLE
JOURNAL OF UNIVERSITY OF BABYLON
For ENGINEERING SCIENCES (JUBES)
Vol.29, No.3.| 2021

جدول رقم (١): طريقة احتساب المسافة بين رافعة وأخرى

ت	التفاصيل	الضغط	المساحة أو الطول	الحمل الموزع بشكل موحد	الحمل المركز
١	الأحمال الميتة				
١-١	مماشي العمل				
١-١-١	**مماشي** داخلية خارجية	٤٥ كغم/م^{٢} ٤٥ كغم/م^{٢}	١,٥ × م ١,٥ × م	١٣٥. م	
١-١-٢	**مماشي معلقة** داخلية خارجية	٥٠ كغم/م^{٢} ٥٠ كغم/م^{٢}	م م	١٠٠. م	
١-٢	معدات القالب المنزلق	٢٥٠ كغم			٢٥٠ كغم
١-٣	قوالب المنظومة	٧٠ كغم	٢ × م	١٤٠. م	
٢	الأحمال الحية				
	مماشي العمل				
٢-١	**مماشي** داخلية خارجية	١٥٠ كغم/م^{٢} ١٥٠ كغم/م^{٢}	١,٥ × م ١,٥ × م	٤٥٠. م	
٢-٢	**مماشي معلقة** داخلية خارجية	١٥٠ كغم/م^{٢} ١٥٠ كغم/م^{٢}	٠,٦ × م ٠,٦ × م	١٨٠. م	
٣	الاحتكاك	١٨٠ كغم	٢ × م	٣٦٠ . م	
			المجموع	١٣٦٥ . م كغم	٢٥٠ كغم

الحمل الأقصى مع الرافعة الهيدروليكية (T3) هو (٣) طن، ولكن عند التصميم يجب ألا يتجاوز الحمل المسلط على هذه الرافعة ٨٠% ويساوي (٢,٤) طن.

المعادلة:

١٣٦٥. م + ٢٥٠ = ٢٤٠٠

م = ١,٥٨ متر

ملاحظة: من النتيجة التي ظهرت للمسافة (م) يتبين لنا فيما لو تم استخدام الرافعة (T6) فان (م) سوف تكون (٣,٣٣) متر، ولكن كفاءة الرافعة تكون على هذه المسافة المذكورة غير جيدة، لذا لا تخضع لهذه المعادلة، وقد تبين هذا من التجارب العملية أن المسافة القصوى في اغلب الأحيان هي متران.

ISSN: 2616 - 9916
www.journalofbabylon.com | Journal.eng@uobabylon.edu.iq | info@journalofbabylon.com

مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by University of Babylon is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.