

## تبديد الطاقة الهيدروليكية في أحواض التسكين باستخدام الكتل الكابحة المقطوعة

د. رعد هوبي إرزوقي  
مدرس  
كلية الهندسة - جامعة تكريت

د. عبد الصبر إبراهيم بكر  
أستاذ مساعد  
كلية الهندسة - جامعة الموصل

عبدان إبراهيم غضبان  
مهندس

### الخلاصة

تم في هذا البحث إجراء دراسة مختبرية لتقييم الأداء الهيدروليكي لأنواع جديدة من الكتل الكابحة المستخدمة في أحواض التسكين، وقد شملت الدراسة سبع مجموعات من الكتل الكابحة المقطوعة بأشكال مختلفة عن الشكل القياسي لهذه الكتل، حيث قطعت ثلاث مجموعات بزوايا ( $15^\circ$ ،  $30^\circ$ ،  $45^\circ$ ) أفقياً باتجاه الجريان وثلاث مجموعات أخرى قطعت بنفس الزوايا السابقة ولكن بشكل عمودي، أما المجموعة السابعة فقد قطعت بشكل نصف إسطواني المقطع (عند النظر من الجانب).

أستخدم أسلوب التحليل البعدي لاستنباط المعاملات اللابعديّة للأداء الهيدروليكي للكتل الكابحة المقطوعة وقوة السحب المسلطة عليها. أجريت التجارب على صف واحد من الكتل الكابحة لكل نموذج. وقد أشارت نتائج التجارب إلى أن الكتل المقطوعة بشكل عام أفضل من الكتل الكابحة القياسية في تبديد الطاقة الهيدروليكية و تخفيض طول القفزة الهيدروليكية بينما كانت نسبة قوة السحب أعلى في حالة الكتل المقطوعة. وقد بينت النتائج أيضاً أن الكتل المقطوعة عمودياً أفضل في تبديد الطاقة الهيدروليكية و تخفيض طول القفزة الهيدروليكية من الكتل المقطوعة أفقياً لنفس ظروف الجريان ونفس زاوية القطع وفي نفس الوقت كانت نسبة قوة السحب المسلطة على الكتل المقطوعة عمودياً أعلى منها على الكتل المقطوعة أفقياً، كما

أشارت النتائج إلى تشابه الأداء الهيدروليكي للكتل المقطوعة عموديا بزاوية (45°) مع الأداء الهيدروليكي للكتل المقطوعة بشكل نصف أسطواني. أظهرت النتائج أن أعلى قيمة تبديد للطاقة بلغت (80.62%) كما بلغت أعلى قيمة تخفيض لطول القفزة الهيدروليكية (37.5%) كما أعطت هذه النماذج أعلى زيادة لنسبة قوة السحب حيث إزدادت قوة السحب المسلطة على هذه الكتل (97%) عن القوة المسلطة على الكتل الكابحة القياسية.

### الكلمات الدالة

الكتل الكابحة ، أحواض التسكين ، تبديد الطاقة.

### الرموز

B	: عرض القناة
$E_1$ و $E_2$	: الطاقة الهيدروليكية الابتدائية واللاحقة على التوالي
$F_2$	: قوة ضغط الماء الخلفي للقفزة الهيدروليكية
$F_B$	: قوة السحب
$Fr_1$ و $Fr_2$	: رقم فرود الابتدائي واللاحق على التوالي
g	: التعجيل الجاذبي
$h_v$	: شحنة السرعة
$h_b$	: إرتفاع الكتل الكابحة
$L_j$	: طول القفزة الهيدروليكية
Q	: التصريف
r	: نصف قطر القطع للكتل المقطوعة نصف إسطوانيا
$V_1$ و $V_2$	: سرعة الجريان الابتدائية واللاحقة على التوالي
w	: عرض الكتل الكابحة
$X_b$	: بعد الكتل الكابحة عن بداية القفزة الهيدروليكية
$\theta_h$ و $\theta_v$	: زاوية القطع الأفقية والعمودية على التوالي

$\rho$  و  $\gamma$  : الكثافة الكتلية والوزنية للماء على التوالي

### المقدمة

تستخدم العديد من المنشآت في خزن المياه والسيطرة عليها وغالبا ما تكون هذه المنشآت تحت ضغوط عالية وجريان عالي مثل بوابات الكسح (sluice gate)، السدود الغاطسة (weirs)، المسيل المائي (spillway) والنواظم (regulators). إن الطاقة الكامنة في عمود الماء المحجوز تتحول الى طاقة حركية فائضة عند مرورها على أرضية القناة في مؤخر المنشأ فتسبب نحرا لمواد القاع مما يسبب فشل وإنهيار المنشأ . ولغرض تفادي هذه المشكلة يتم إستخدام مبددات الطاقة ( energy dissipaters) ويتم إختيار نوعها حسب مقدار الطاقة الفائضة و نوعية المنشأ. إن القفزة الهيدروليكية هي إحدى الوسائل المستخدمة في تبديد الطاقة عن طريق حصرها في موقع مبطن بالخرسانة بسمك معين يعتمد على التصاريف المارة ونوعية المنشأ، ويكون إمتداده الى مسافة معينة حتى إستقرار الجريان بحيث لا يسبب تعرية ونحر لمواد القاع ، ويعرف هذا الموقع المبطن بحوض التسكين (stilling basin) . إن إنشاء موضع مبطن بطول القفزة الهيدروليكية قد يمتد الى مسافات طويلة ، وهذا سيؤدي الى كلفة إنشاء عالية، لذلك يزود حوض التسكين بملحقات مساعدة والتي تشمل كتل المسيل (chute blocks) والكتل الكابحة ( baffle blocks) وعتبة النهاية (end sill) حيث تساعد على تقليل طول الحوض بسبب زيادة تبديد الطاقة في القفزة الهيدروليكية عن طريق الأضطراب في الجريان والإضطدام بهذه الملحقات وكذلك تقليل التعرية والنحر لمواد القاع للقناة<sup>[1]</sup>. أجريت العديد من الدراسات المختبرية على منشآت تبديد الطاقة وطرق تصميمها وقد عززت هذه الدراسات بالتحليل النظري لكي يتم وضع أسس التصميم الأمثل بأقل إحتمالية للفشل. فقد أجرى الباحث رون<sup>[2]</sup> (Rhone) دراسة للكتل الكابحة على المسيل المائي ذو الانحدار القليل بحيث أستخدمت عدة صفوف للكتل الكابحة موزعة على طول المنحدر، وقد إختار الباحث في هذه الدراسة الكتل الكابحة ذات الشكل شبه المنحرف بالأحجام القياسية حسب توصيات مكتب الإستصلاح الأمريكي ( U.S.B.R.) وكذلك كتل بأحجام أكبر وأصغر من الحجم القياسي مع تغيير

المسافات بين صفوف الكتل الكابحة. أما الباحث عبد النبي<sup>[3]</sup> (Abdul-Nabi) فقد أجرى دراسة عملية على أنواع جديدة من الكتل الكابحة المنحنية وبأبعاد ودرجات إنحناء مختلفة باتجاه الجريان لبيان مدى فاعلية هذه الكتل في تبديد الطاقة عند حدوث القفزة الهيدروليكية في حوض التسكين. كذلك قدمت دراسة من قبل الباحثة مها<sup>[4]</sup> (Maha) بينت فيها الأداء الهيدروليكي للكتل الكابحة غير التقليدية و المقطوعة بشكل منحنى بدرجات إنحناء مختلفة مع أعتاب نهاية ودرجات إنحناء مختلفة أيضا . وقد أجريت دراسة عملية أيضا قدمها الباحث يانك<sup>[5]</sup> (Yang) لنموذج غير تقليدي من أحواض التسكين حيث أستخدم في هذه الدراسة نموذج هيدروليكي مصغر لسد شانزي في الصين مكون من جزعين، الأول هو حوض تسكين تقليدي أما الجزء الثاني فهو غير تقليدي.

ولغرض إيجاد أفضل أداء هيدروليكي لملاحظات حوض التسكين تم التعامل في هذه الدراسة مع أنواع جديدة من الكتل الكابحة لبيان تأثيرها على خواص حوض التسكين و أداءه وخواص القفزة الهيدروليكية لما يشكله إعتداد أنواع أكثر كفاءة من مبددات الطاقة من أهمية هندسية و إقتصادية من خلال تقليل طول وعمق أحواض التسكين وتأمين خواص جريان ذات قابلية أقل على التعرية والنحر في نهاية المنشآت الهيدروليكية.

### العمل المختبري والقياسات

تم إجراء التجارب المختبرية في قناة مستطيلة المقطع ذات أرضية معدنية و جوانب زجاجية بسماك (10mm). يبلغ طول القناة (10m) وعرضها (0.3m) وارتفاعها (0.42m). يرتبط بمقدم القناة حوض المأخذ بطول (1m) وعرض (1m) وارتفاع (1m) ويجهز بالماء بواسطة أنبوب بقطر (0.2m). يجهز الماء إلى المضخة بواسطة خزان في نهاية القناة وإن أعلى تصريف للمضخة (18 l/s). يرفع الماء بهذه المضخة إلى حوض المأخذ ومنه إلى القناة ثم يعود إلى الخزان الأرضي بواسطة مجرى عمودي في نهاية القناة . تم استخدام مسيل مائي (spillway) بارتفاع (30.5cm) ثبت على الأرضية الحديدية للقناة للحصول على الطاقة

الهيدروليكية المطلوبة في التجارب ، وقد تم تصنيعه من صفائح الحديد المغلون المطلي بطلاء دهني لتقليل الاحتكاك حيث أعتمدت توصيات مكتب الأستصلاح الأمريكي في تصميم قمة المسيل و إنحدار الجزء الخلفي منه.

تم تصنيع ثمانية مجاميع من الكتل الكابحة باستخدام الخشب الجاوي إعتامادا على توصيات مكتب الإستصلاح الأمريكي (U.S.B.R.) في تصميم الأبعاد الأساسية لهذه الكتل، وقد صبغت بطلاء دهني لمنع تشرب الماء وتشوه شكل الكتل. المجموعة الأولى صنعت بشكل شبه منحرف وهو الشكل القياسي لكي يتم المقارنة بينها وبين النماذج الأخرى للكتل الكابحة من حيث الأداء الهيدروليكي . المجاميع الثلاثة التالية تم قطعها بزوايا أفقية مختارة (عند النظر الى النموذج من الأعلى) ، وقد أختيرت لها الزوايا ( $15^{\circ}$ ،  $30^{\circ}$ ،  $45^{\circ}$ ) . المجاميع الثلاث الأخرى قطعت بزوايا عمودية وقد تم إختيار نفس الزوايا الأفقية، أما المجموعة الثامنة فقد تم قطعها بشكل نصف إسطواني، والشكل (1) يبين هذه النماذج أما مواصفاتها فمبينة في الجدول (1).

أعتمد أسلوب تسلسل التجارب على تثبيت نموذج معين وإجراء مجموعة من القياسات عليه من حيث تغيير التصريف والتي تراوحت بين (6-18 l/s) لتؤمن رقم فرود إبتدائي مابين (5.67-8.92) على التوالي ومن ثم أخذ القياسات المطلوبة وتغيير التصريف مرة أخرى، وقد أخذت القياسات الآتية لجميع النماذج:-

- قياس التصريف المار في القناة باستخدام مقياس التصريف (flow meter) والذي تم معايرته باستخدام سد غاطس ذو حافة حادة (sharp crest) موضوع في نهاية القناة.

(6-19)

- قياس منسوب الماء قبل المسيل المائي بواسطة المقياس المستدق (point gage).  
- قياس عمق الجريان قبل القفزة الهيدروليكية مباشرة ( $Y_1$ ) بواسطة المقياس المستدق.

- قياس عمق الجريان عند نهاية القفزة الهيدروليكية ( $Y_2$ ) بواسطة المقياس المستدق.

- قياس طول القفزة الهيدروليكية ( $L_j$ ).

- قياس السرعة الابتدائية ( $V_1$ ) واللاحقة ( $V_2$ ) في مواقع قياس ( $Y_1$ ) و ( $Y_2$ ) على التوالي باستخدام أنبوبة بيتوت (pitot tube).  
بعد ذلك يتم إجراء الحسابات التالية:-

- التأكد من دقة السرعة الابتدائية واللاحقة باستخدام معادلة الأستمرارية:

$$V=Q/Y.B \quad \dots\dots\dots(1)$$

حيث أن:  $Q$  = التصريف ؛  $B$  = عرض القناة

ومن ثم حساب شحنة السرعة ( $h_{v1}$ ) و ( $h_{v2}$ ) من العلاقة التالية:

$$h_v = V^2/2g \quad \dots\dots\dots(2)$$

- حساب رقم فرود الأبتدائي ( $Fr_1$ ) من المعادلة التالية:

$$Fr_1 = V_1/(g.Y_1)^{0.5} \quad \dots\dots\dots(3)$$

- حساب الطاقة الكلية الأبتدائية ( $E_1$ ) واللاحقة ( $E_2$ ) من المعادلة التالية:

$$E_i = Y_i + V_i^2/2g \quad i=1,2 \quad \dots\dots\dots(4)$$

ومن ثم تحسب نسبة التبدد في الطاقة من المعادلة:

$$\Delta E/E_1 = (E_1 - E_2)/E_1 \quad \dots\dots\dots(5)$$

- حساب قوة السحب ( $F_B$ ) من المعادلة التالية<sup>[6]</sup>:

$$\gamma Y_1^2/2 - \gamma Y_2^2/2 - F_B/B = \rho V_2^2 Y_2 - \rho V_1^2 Y_1 \quad \dots\dots\dots(6)$$

حيث أن  $\gamma$  و  $\rho$  تمثل كثافة الماء الوزنية والكتلية على التوالي.

- حساب قوة ضغط الماء الخلفي للقفزة الهيدروليكية الحرة ( $F_2$ ) من المعادلة التالية

ليتم بعدها إيجاد نسبة قوة السحب ( $F_B/F_2$ ):

$$F_2 = \gamma.Y_2^2/2 \quad \dots\dots\dots(7)$$

### النتائج والمناقشة

إن مقدار الطاقة الحركية المبددة ( $\Delta E$ ) أوقوة السحب المسلطة على الكتل الكابحة يمكن اعتباره دالة لمتغيرات الكتل المقطوعة بأشكال مختلفة، لهذا تم استخدام أسلوب التحليل البعدي للتوصل الى المعادلات النهائية ذات المتغيرات اللابعدية والتي تعتبر دالة لنسبة الطاقة المبددة ( $\Delta E/E_1$ ) أو دالة لنسبة قوة السحب المسلطة على الكتل الكابحة ( $F_B/F_2$ ) للحالات التي يتم فيها استخدام الكتل المقطوعة

أفقياً أو عمودياً أو بشكل نصف أسطواني . إن هذه المتغيرات اللابعدية مبيّنة في المعادلات التالية وعلى التوالي للأشكال الثلاثة (السبعوي 2002)<sup>[6]</sup>:-

$$f_1(Fr_1, Fr_2, w/h_b, X_b/h_b, L_j/Y_1, \tan \theta_h) = 0 \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$f_2(Fr_1, Fr_2, w/h_b, X_b/h_b, L_j/Y_1, \tan \theta_v) = 0 \quad \dots\dots\dots(9)$$

$$f_3(Fr_1, Fr_2, w/h_b, X_b/h_b, L_j/Y_1, r/h_b) = 0 \quad \dots\dots\dots(10)$$

حيث :-

$Fr_1$ : رقم فرود الابتدائي في بداية القفزة الهيدروليكية

$Fr_2$ : رقم فرود اللاحق في نهاية القفزة الهيدروليكية

$F_2$ : القوة المؤثرة للعمق اللاحق

$F_B$ : القوة المؤثرة على الكتل الكابحة

والشكلان (2) و (3) يوضحان جميع الأبعاد للمعادلات أعلاه .

وإعتامداً على معاملات الدالة اللابعدية للمعادلات (8,9,10) وبتثبيت نسبة بعد

الكتل الكابحة عن بداية القفزة إلى عمق الجريان الابتدائي بحيث تكون مساوية

للصفر ( $X_b/Y_1=0$ ) تم إيجاد مخططات تبين تأثير الكتل الكابحة المقطوعة بزاوية

أفقية أو عمودية أو بشكل نصف أسطواني على نسبة تبديد الطاقة ونسبة التخفيض

في طول القفزة الهيدروليكية وكذلك نسبة قوة السحب المسلطة على الكتل الكابحة.

#### نسبة تبديد الطاقة الحركية

الشكل (4) يمثل العلاقة بين ظل زاوية القطع ونسبة تبديد الطاقة للكتل

المقطوعة أفقياً بزاوية ما بين (0-45°) ولأرقام فرود بين (5.67-8.92). لوحظ من

هذا الشكل أن علاقة تبديد الطاقة مع زاوية القطع الأفقية هي علاقة طردية لجميع

أرقام فرود، فعند رقم فرود ( $Fr_1=5.67$ ) بلغت الزيادة في نسبة تبديد الطاقة عند

إستخدام الكتل المقطوعة أفقياً عما هو عليه في حالة الكتل القياسية (1.42%) ،

(3.65%) و(5.63%) عندما تكون زاوية القطع ( $\theta_h=15^\circ$ )، ( $\theta_h=30^\circ$ )، و ( $\theta_h=45^\circ$ )

على التوالي ولنفس ظروف الجريان . أما في حالة رقم فرود ( $Fr_1=8.92$ ) فقد بلغت

الزيادة في نسبة تبديد الطاقة (2.49%)، (4.1%) و(5.37%) على التوالي.

أما بالنسبة للكتل المقطوعة بزوايا عمودية فان الشكل (5) يمثل العلاقة بين نسبة تبديد الطاقة وظل زاوية القطع العمودية وضمن أرقام فرود تراوحت ما بين (5.67) و(8.92) . من هذا الشكل يلاحظ أن سلوك تشتيت الطاقة مشابه لما ذكر في حالة استخدام الكتل المقطوعة أفقيا ، أي أنها علاقة طردية ما بين نسبة تبديد الطاقة وزاوية القطع وكذلك ما بين نسبة تبديد الطاقة ورقم فرود الأبتدائي، فعند رقم فرود ( $Fr_1=5.67$ ) يلاحظ أن نسبة تبديد الطاقة إزدادت عما هو عليه في الكتل القياسية بمقدار (1.81%)، (3.99%) و (6.32%) عند استخدام كتل مقطوعة بزوايا عمودية مقدارها ( $\theta_v=15^\circ$ )، ( $\theta_v=30^\circ$ ) و ( $\theta_v=45^\circ$ ) على التوالي ولنفس ظروف الجريان. أما في حالة رقم فرود الأبتدائي ( $Fr_1=8.92$ ) فقد بلغت الزيادة في نسبة تبديد الطاقة (2.50%) ، (4.61%) و (6.10%) على التوالي.

الشكل (6) يمثل علاقة نسبة تبديد الطاقة مع رقم فرود الأبتدائي للكتل المقطوعة بشكل نصف أسطواني والكتل القياسية، حيث يلاحظ أيضا أن العلاقة طردية ما بين نسبة تبديد الطاقة ورقم فرود الأبتدائي ، فعند ( $Fr_1=5.67$ ) إزدادت نسبة تبديد الطاقة للكتل المقطوعة بشكل نصف أسطواني عن الكتل الكابحة القياسية بمقدار (6.42%)، أما عند ( $Fr_1=8.92$ ) فقد بلغت الزيادة (6.10%). يلاحظ من النتائج قلة الفارق في نسبة تبديد الطاقة بين الكتل المقطوعة بشكل نصف أسطواني والكتل المقطوعة عموديا بزوايا ( $45^\circ$ ) ، إن هذا الفارق القليل ناتج بسبب أن المركبة العمودية لسرعة الجريان ( في حالة الكتل المقطوعة بزوايا عمودية مقدارها  $45^\circ$  ) تتعكس بعد اصطدامها بالكتل الكابحة بزوايا ( $135^\circ$ ) مع اتجاه الجريان ، أما في الكتل " مقطوعة بشكل نصف أسطواني فأن مركبة الجريان العمودية تنعكس بزوايا ( $180^\circ$ ) مع اتجاه الجريان (أي سيكون اتجاه هذه المركبة معاكس تماما لاتجاه الجريان) وهذا يؤدي إلى أن يكون اضطراب الجريان أكبر.

(9-19)

### نسبة التخفيض في القفزة الهيدروليكية

الشكل (7) يبين علاقة ظل زاوية القطع للكتل المقطوعة أفقيا ونسبة طول القفزة الهيدروليكية الى عمق الجريان الأبتدائي ( $L_j/Y_1$ ) لأرقام فرود ( $Fr_1$ ) تراوحت بين



(8.92-5.67) ، حيث يتبين من هذا الشكل أن العلاقة عكسية. فعند رقم فرود ( $Fr_1=5.67$ ) تناقصت قيمة ( $L_j/Y_1$ ) عن قيمتها في حالة استخدام الكتل القياسية بنسبة (10%)، (17.5%) و (25%) عند استخدام الكتل المقطوعة أفقياً بزاوية ( $\theta_h=15^\circ$ )، ( $\theta_h=30^\circ$ ) و ( $\theta_h=45^\circ$ ) على التوالي وعند نفس ظروف الجريان. أما عند رقم فرود ( $Fr_1=8.92$ ) فقد بلغت نسبة التناقص في قيمة ( $L_j/Y_1$ ) عن قيمتها في حالة استخدام الكتل القياسية (12.5%)، (20%) و (33.3%) عند استخدام الكتل المقطوعة بزاوية أفقية ( $\theta_h=15^\circ$ ) ، ( $\theta_h=30^\circ$ ) و ( $\theta_h=45^\circ$ ) على التوالي.

الشكل (8) يبين علاقة ظل زاوية القطع للكتل المقطوعة عمودياً والنسبة

( $L_j/Y_1$ ) ولنفس أرقام فرود المستخدمة في الكتل المقطوعة أفقياً . يلاحظ من هذا الشكل تناقص قيمة ( $L_j/Y_1$ ) عما هو عليه في حالة استخدام الكتل القياسية ، فعند رقم فرود الابتدائي ( $Fr_1=5.67$ ) تناقصت هذه القيمة بنسبة (12.5%)، (20%) و (27.5%) عند استخدام الكتل المقطوعة عمودياً بزاوية ( $\theta_v=15^\circ$ )، ( $\theta_v=30^\circ$ ) و ( $\theta_v=45^\circ$ ) على التوالي ولنفس ظروف الجريان. أما عند رقم فرود ( $Fr_1=8.92$ ) فقد بلغت نسبة التناقص عن الكتل القياسية (12.5%)، (25%) و (37.5%) على التوالي.

الشكل (9) يمثل مقارنة بين علاقة ( $L_j/Y_1$ ) مع ( $Fr_1$ ) للكتل المقطوعة بشكل

نصف إسطواني والكتل القياسية. يلاحظ من هذا الشكل أن نسبة التخفيض في ( $L_j/Y_1$ ) تساوي (27.5%) عند ( $Fr_1=5.67$ ) لتزداد الى (37.5%) عند ( $Fr_1=8.92$ ).

### نسبة قوة السحب المسلطة على الكتل الكابحة

الشكل (10) يبين علاقة نسبة قوة السحب ( $F_B/F_2$ ) مع ظل زاوية القطع للكتل المقطوعة أفقياً ولأرقام فرود الابتدائي ما بين (8.92-5.67). يلاحظ من هذا الشكل تزايد نسبة قوة السحب مع تزايد زاوية القطع في حين تناقصت هذه النسبة مع زيادة

رقم فرود الأبتدائي، فعند رقم فرود ( $Fr_1=5.67$ ) بلغت نسبة الزيادة في قوة السحب عند إستخدام الكتل المقطوعة أفقيا عن قيمتها في حال إستخدام الكتل القياسية (42.85%)، (68.44%) و (87.04%) للكتل المقطوعة بزواوية ( $\theta_h=15^\circ$ )، ( $\theta_h=30^\circ$ ) و ( $\theta_h=45^\circ$ ) على التوالي ولنفس ظروف الجريان. أما عند رقم فرود ( $Fr_1=8.92$ ) فقد بلغت نسبة الزيادة في قوة السحب عن قيمتها في حال إستخدام الكتل القياسية (10.59%)، (25.88%) و (38.35%) على التوالي.

الشكل (11) يمثل علاقة نسبة قوة السحب مع ظل زاوية القطع عند إستخدام الكتل المقطوعة عموديا. يلاحظ من هذا الشكل أنه عند ( $Fr_1=5.67$ ) بلغت نسبة الزيادة في ( $F_B/F_2$ ) عند إستخدام الكتل المقطوعة عموديا عن قيمتها عند إستخدام الكتل القياسية (43.52%)، (76.08%) و (96.67%) للكتل المقطوعة بزواوية ( $\theta_v=15^\circ$ )، ( $\theta_v=30^\circ$ ) و ( $\theta_v=45^\circ$ ) على التوالي ولنفس ظروف الجريان. أما عند ( $Fr_1=8.92$ ) فقد أظهرت النتائج أن مقدار الزيادة في ( $F_B/F_2$ ) بلغت (13.41%)، (28.23%) و (44.23%) على التوالي.

أما بالنسبة لعلاقة نسبة قوة السحب مع رقم فرود الأبتدائي للكتل المقطوعة بشكل نصف إسطواني فأن الشكل (12) يمثل هذه العلاقة، ويلاحظ من هذا الشكل أن نسبة قوة السحب المسلطة على الكتل المقطوعة بشكل نصف إسطواني إزدادت عند ( $Fr_1=5.67$ ) بمقدار (97%) عما هو عليه في الكتل القياسية. أما عند ( $Fr_1=8.92$ ) فقد كانت الزيادة بمقدار (42.35%) ولنفس ظروف الجريان.

إن النتائج السابقة تبين أن نسبة تبديد الطاقة والتقليل في طول القفزة الهيدروليكية تتناسب طرديا مع زيادة زاوية القطع وفي الوقت نفسه تزداد قوة السحب المسلطة على الكتل الكابحة، فعند ( $\theta_h=45^\circ$ ) أعطت النتائج أعلى قيمة لتبديد الطاقة وأعلى نسبة تخفيض في طول القفزة الهيدروليكية وفي نفس الوقت أعطت أعلى قيمة لقوة السحب المسلطة، وكذلك الحال عند إستخدام الكتل المقطوعة عموديا بزواوية ( $\theta_v=45^\circ$ ) والكتل المقطوعة بشكل نصف إسطواني.

إستنادا الى نتائج هذه الدراسة يمكن إستنتاج النقاط التالية:

- نسبة تبديد الطاقة تزداد بزيادة زاوية القطع للكتل المقطوعة أفقيا أو عموديا كما إنها تزداد بزيادة رقم فرود الأبتدائي ( $Fr_1$ )، وتكون هذه النسبة عند إستخدام الكتل المقطوعة عموديا أعلى منها في الكتل المقطوعة أفقيا ولنفس ظروف الجريان وزاوية القطع.
- نسبة طول القفزة الهيدروليكية الى العمق الأبتدائي تقل بزيادة زاوية القطع أفقيا أو عموديا بينما تزداد بزيادة رقم فرود الأبتدائي ، وإن نسبة التخفيض في طول القفزة في حالة إستخدام الكتل المقطوعة عموديا أعلى منها عند إستخدام الكتل المقطوعة أفقيا ولنفس ظروف الجريان وزاوية القطع.
- نسبة قوة السحب المسلطة على الكتل الكابحة تزداد بزيادة زاوية القطع وكذلك بزيادة رقم فرود الأبتدائي.
- إن الأداء الهيدروليكي وقوة السحب المسلطة على الكتل الكابحة المقطوعة نصف إسطوانيا ظهر مشابها تقريبا مع الكتل المقطوعة بزواوية ( $45^\circ$ ) عموديا عند نفس ظروف الجريان.

#### المصادر

- 1- Garg , S. P. and Sharma , H. R. , " Efficiency of Hydraulic Jump", Journal of Hydraulic Division , ASCE, No. Hy3 , Mar. 1971.
- (12-19) 2- Rhone, T. J. , " Baffle Apron as Spillway Energy Dissipater", Journal of Hydraulic Division , ASCE, No. Hy12 , Dec. 1977.
- 3- Abdul – Nabi , J. H. , " Dissipation of Hydraulic Energy By Curved Baffle Blocks " , Thesis Presented to Baghdad University , College of Engineering , in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of Master Sciences, 1990.
- 4- مها رشيد عبد الحميد ، " الأداء الهيدروليكي لأحواض التسكين ذات الملحقات

المنحنية"، رسالة مقدمة إلى جامعة بغداد، كلية الهندسة، وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير، 1990.

5-Yang, S.L. , "Dissipation - Flow Energy Dissipaters", Journal of Hydraulic Engineering , ACSE, No. Hy12, Dec. 1994.

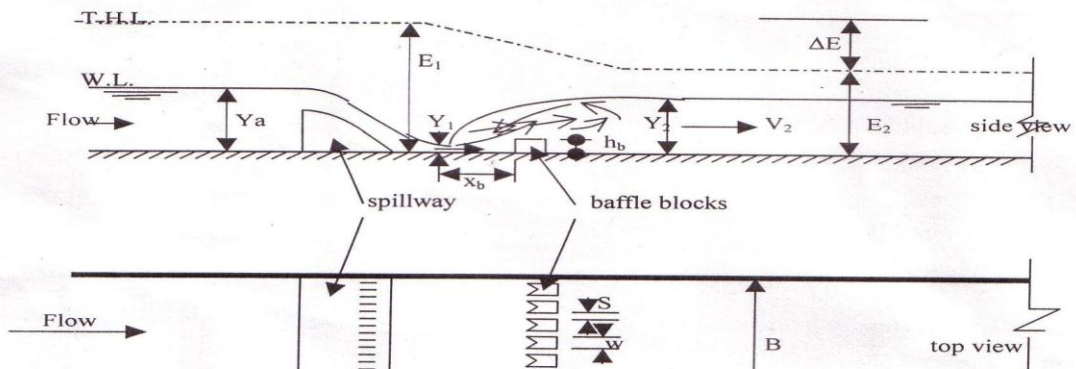
6- السبعاوي، عيدان إبراهيم، "الأداء الهيدروليكي لأحواض التسكين ذات الملحقات غير التقليدية"، رسالة مقدمة إلى جامعة تكريت، كلية الهندسة، كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير، 2002.

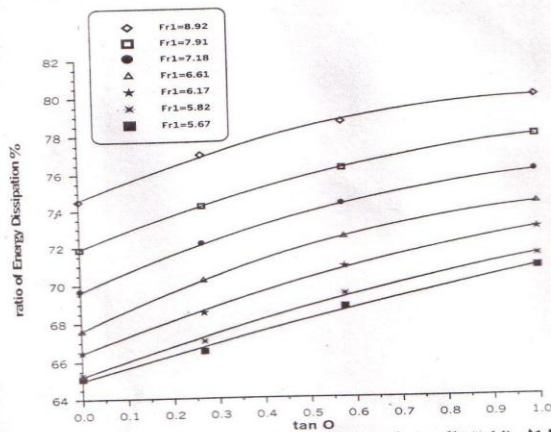
جدول (1) أبعاد ومواصفات نماذج الكتل الكابحة المستخدمة في البحث

Model no.	Dimensions (cm)			Type of cutting	Degree of cut or curve diameter
	Width	Height	Thickness		
Model 1	2.6	3.5	4.2	Stander trapezoidal	--
Model 2	2.6	3.5	3.5	Horizontal	15
Model 3	2.6	3.5	3.5	Horizontal	30
Model 4	2.6	3.5	3.5	Horizontal	45
Model 5	2.6	3.5	3.5	Vertical	15
Model 6	2.6	3.5	3.5	Vertical	30
Model 7	2.6	3.5	3.5	Vertical	45
Model 8	2.6	3.5	3.5	Cylinder	1.3

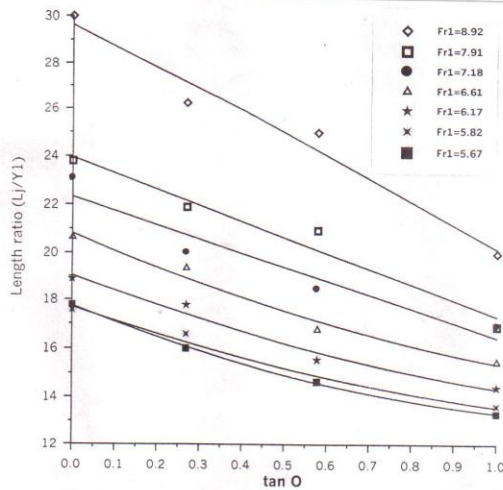
(14-19)

14

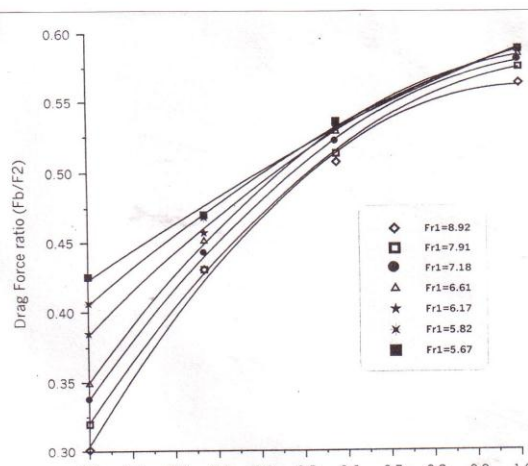




شكل (4) العلاقة بين نسبة تبديد الطاقة وظل زاوية القطع للكتل الكابحة المقطوعة أفقياً



شكل (7) العلاقة بين نسبة طول الفقرة الهيدروليكية وظل زاوية القطع للكتل الكابحة المقطوعة أفقياً





**Dissipation of Hydraulic Energy in Stilling Basin  
by Cutting Baffle Blocks**

Dr. Raad H. Irzooki

Lecturer

Eng. College – Tikrit University

Dr. Abd-Alsabir I. Bakir

Associate Professor

Eng. College – Mosul University

Idan I. Kadhban

Engineer

### **Abstract**

This study was undertaken to evaluate the hydraulic performance of stilling basin with unusual shapes of baffle blocks. Seven groups of baffle blocks were selected for this purpose, these blocks were cut within a different forms, three of these groups were cut with angle ( $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ) horizontally. Another three groups were cut with the same above angles, but vertically. The seventh group was cut with semi-cylindrical section (shown from side view). For a comparison, standard trapezoidal baffle blocks were used.

Dimensional analysis technique was used to obtain the dimensionless parameters of hydraulic performance of the cutting baffle blocks and the drag force applied on these blocks. Laboratory experiments were carried out on one row of the cutting baffle blocks for each model. The results indicated that the cutting baffle blocks are generally better than the standard blocks in dissipation of a hydraulic energy and reduction of a hydraulic jump length, but a ratio of drag force applied on cutting baffle blocks was greater than this ratio on the standard blocks. For the same flow conditions and angle of

cut, the baffle blocks of vertically cutting gave a better results for energy dissipation and reduction in the length of the hydraulic jump than the baffle blocks of horizontally cutting, but the drag force applied on the baffle blocks with a vertically cutting was greater than applied on a blocks with horizontally cutting. Also, the results indicated that an agreement in the hydraulic performance between the baffle blocks which were cut at (45°) vertically and the baffle blocks of semi-cylindrical cutting. The cutting baffle blocks gives a greater value of the energy dissipation which was (80.62%) than the standard blocks and greater value of reduction in the hydraulic jump length which was(37.5%),also these blocks gives maximum increase of the drag force ratio which was (97%) greater than its value on the standard baffle blocks.

### **KEYWORDS**

Baffle blocks, Stilling basins, Energy dissipate