

تبدلي تأثير وضعية الركائز على ضغط الأصعاد أسفل المنشآت الهيدروليكية

د. رعد هوبي إرزوقي

قسم الهندسة المدنية جامعة تكريت

الخلاصة

تم في هذا البحث استخد دام طريقة الفروق المددة مع تقنية الإرخاء ضمن برنامج حاسوبي لبيان تأثير الركائز المائلة للمنشآت الهيدروليكية على ضغط الأصعاد أسفل هذه المنشآت. استخدمت في مؤخر المنشأة ركيزة مائلة بزاوية مقدارها (45) باتجاه المؤخر بحيث تكون بدايتها قبل نهاية الأرضية بمسافة مساوية إلى عمق هذه الركيزة في حالة كونها عمودية وذلك للحصول على أقل ضغط اصعاد عند تلك المنطقة. هذه الوضعية لركيزة المؤخر استخدمت معها ركائز مائلة في المقدم وفي وسط أرضية المنشأة وأن زاوية ميلان هذه الركائز كانت بمقدار (14 26 45) باتجاه المقدم أو المؤخر.

أظهرت النتائج عند المقارنة مع الحالة القياسية التي فيها تكون الركائز عمودية أن أفضل حالة يتم فيها الحصول على أكبر نسبة تخفيض لضغط الأصعاد هي التي تكون فيها ركيزة المؤخر بوضعيتها الجديدة وركيزة المقدم مائلة بزاوية (14) باتجاه المؤخر حيث كانت نسبة التخفيض الكلية على طول المنشأة مساوية إلى (21.02%). أما عند استخدام ركيزة وسطية للمنشأة فإن أفضل حالة لهذا المنشأة هي التي تكون فيها هذه الركيزة وركيزة المقدم مائلة بزاوية 14° باتجاه المؤخر وركيزة المؤخر بوضعيتها الجديدة. هذه الحالة أعطت نسبة تخفيض كلية في ضغط الأصعاد مقدارها (22.46%).

الكلمات الدالة

ضغط الأصعاد ركائز مائلة الفروق المحددة

المقدمة

المنشآت الهيدروليكية هي منشآت هندسية تصمم وتنفذ وفق أسلوب معين لغرض الاستفاد منها في توصيل المياه من مكان إلى مكان آخر أو خزن المياه والسيطرة عليها أو توفير مصدر صناعي وبالشكل الذي يضمن الاستغلال الأمثل لهذه المياه. إن الهدف الأساسي للكثير من هذه المنشآت والتي تنشأ على الأنهر والقنوات ووسائل نقل الماء الأخرى هو السيطرة على كميات تصريف المياه (flow discharge) ومناسبتها (water levels).

المنشآت الهيدروليكية يمكن أن تنشأ فوق أسس صخرية غير نفاذة أو فوق أسس نفاذة^[1]. فعندما تقام هذه المنشآت على تربة نفاذة ونتيجة لتكون فارق بين مستوى الماء في مقدم المنشأ ومؤخره فإن ذلك سيدفع الماء إلى التسرب (seeping) خلال هذه التربة. إن المياه المتسربة أسفل المنشأ الهيدروليكي لها خطورة على هذا المنشأ وقد تؤدي إلى انهياره وذلك بسبب:

1 - الانجراف الداخلي (piping)

عند تسرب المياه أسفل المنشأ الهيدروليكي سوف يتبقى للماء في نهاية المنشأ قوة معينة هذه القوة قد تكون كافية لرفع جزيئات التربة عند تلك المنطقة وهذا سيؤدي إلى حدوث تكهف يستمر بالرجوع إلى الخلف وبالتالي سيؤدي إلى حدوث تجويف أنبوبي في التربة تحت المنشأ وهذا سيؤدي إلى حدوث الانهيار في المنشأ. إن هذه الحالة تحصل عندما يكون الانحدار الهيدروليكي (hydraulic gradient) أو تدرج المخرج (exit gradient) أكبر من القيمة الحرجة للتربة حيث تبدأ التربة بالغليان عند نقطة الخروج للمياه المتسربة. ولتجنب ظاهرة الانجراف الداخلي فإن أرضية المنشأ يجب أن تكون ذات طول كافٍ لزيادة مسار المياه المتسربة وبالتالي سيؤدي ذلك إلى نقصان في تدرج المخرج بالإضافة إلى ذلك توضع ركائز صفائحية (sheet piles) أو جدران حاجبة (cutoffs) في مقدم ومؤخر أرضية المنشأ.

2 - ضغط الأصعاد (uplift pressure)

يعرف ضغط الأصعاد بأنه ضغط الماء المتسرب تحت أرضية المنشأ الهيدروليكي والذي يعمل على دفع الأرضية الى الأعلى وان هذا الضغط يصل إلى أعلى قيمة له عندما يكون منسوب الماء في مقدم المنشأ أعلى مما يمكن ولا يوجد ماء في منطقة المؤخر. ولأجل تقليل هذا الضغط ومقاومته يجب أن تكون الأرضية بطول مناسب مع التأكيد على استخدام الركائز أو الجدران الحاجبة في مقدم المنشأ بالإضافة إلى استخدام أرضية بسمك كافٍ يتناسب مع ضغط الأصعاد المتولد في جميع مناطق أرضية المنشأ.

عند تصميم أي منشأ هيدروليكي تتركز الأهمية على تقليل تأثير ضغط الأصعاد وانحدار المخرج. هنالك عدة طرق يمكن استخدامها في تصميم المنشآت الهيدروليكية والتي تعتمد في حساباتها على تحديد مقدار ضغط الأصعاد وتدرج المخرج مثل طريقة بلاي (Bligh) ولين (Lane) و خوصلا (Khosla)^[5,4,3,2]. توجد طرق أخرى لحساب ضغط الأصعاد مثل طريقة شبكة الجريان التخطيطية (graphical flow net) method) أو الطرق المختبرية (experimental methods) مثل طريقة التناظر الكهربائي (electrical analogy) وطريقة نظير الجريان اللزج (viscous flow analog) وطريقة خزان الجريان (flow tank)^[6]. أما الطرق النظرية مثل طريقة العناصر المحددة (finite element method) وطريقة الفروق المحددة (finite difference method) فقد استخدمت من قبل عدد من الباحثين في دراسة التسرب وحساب ضغط الأصعاد أسفل المنشآت الهيدروليكية^[13,12,11,10,9,8,7]. استخدمت الطرق العددية من قبل باحثين آخرين في حساب ضغط الأصعاد أسفل المنشآت الهيدروليكية التي لها أجزاء وركائز غير تقليدية^[15,14].

البحث الحالي تم فيه دراسة تأثير تغيير وضعية ركائز المنشأ الهيدروليكي على ضغط الأصعاد وقد استخدمت طريقة الفروق المحددة في الحصول على النتائج وبالاعتماد على تقنية الحل بالإرخاء (relaxation technique).

حالات الركائز المستخدمة

إن ضغط الأصعاد يكون بأكبر قيمة عندما يكون الماء في مقدم المنشأ أعلى ما يمكن ومنسوب الماء في المؤخر أوطأ ما يمكن أي عندما لا يوجد ماء في المؤخر عليه فعندما لا توجد ركيزة أو جدار حاجب في نهاية المنشأ فأن ضغط الأصعاد سيكون على شكل مثلث تقريبا" أسفل المنشأ ومقداره عند نهاية الأرضية سيكون مساوي إلى الصفر وبهذا سيكون سمك الأرضية عند منطقة النهاية مساوي إلى أقل سمك يمكن استخدام ٤. إن استخدام مثل هذه الحالة سيؤدي إلى أن تكون الاحتمالية كبيرة في حدوث ظاهرة الانجراف الداخلي ولهذا سيتطلب الأمر استخدام ركيزة أو جدار حاجب في نهاية أرضية المنشأ لمنع هذه الظاهرة وهنا سيكون ضغط الأصعاد في نهاية المنشأ له مقدار معين يجب أن يقاوم بسمك كافٍ للأرضية لمنع انهيار هذا المنشأ.

لأجل الاستفادة من جعل نهاية أرضية المنشأ تتعرض إلى أقل ضغط إصعاد مع تأمين عدم حدوث ظاهرة الانجراف الداخلي تم في هذا البحث استخدام أرضية منشأ تحتوي على ركيزة مائلة باتجاه المؤخر في منطقة المؤخر بحيث تكون بدايتها قبل نهاية أرضية المنشأ بمسافة معينة على شرط أن يكون عمقها وموقع نهايتها السفلى هو نفس عمق وموقع النهاية السفلى للركيزة في حالة كونها عمودية. وقد وجد أن زاوية الميلان (α) والمساوية إلى (45) هي أفضل زاوية تجعل أكبر مسافة من أرضية المنشأ تتعرض إلى أقل ضغط إصعاد ممكن مع الحفاظ على الشرط الثاني الذي يحدد عمق وموقع النهاية السفلى لهذه الركيزة والذي يؤمن عدم حصول ظاهرة الانجراف الداخلي. وعلى ضوء ذلك سيكون موقع ركيزة المؤخر قبل نهاية أرضية المنشأ بمسافة مساوية إلى عمق ركيزة المؤخر في حالة كونها عمودية وتنتهي عند نفس الموقع الذي تنتهي فيه الركيزة العمودية. والشكل (1) يبين وضعية ركيزة المؤخر المائلة التي استخدمت في هذه الدراسة.

إضافة إلى هذا النوع من الركائز تم استخدام ركائز مائلة في مقدم المنشأ أو في وسطه وفيما يلي حالات الركائز التي تم دراستها في هذا البحث:

- أرضية أفقية ذات ركيزة مائلة بزاوية (α) مقدارها (45) في المؤخر عمقها (d_2) تبدأ عند مسافة (d_2) قبل نهاية أرضية المنشأ مع ركيزة في المقدم عمقها (d_1) عمودية أو مائلة بزاوية (θ) مقدارها (14 أو 26 أو 45) باتجاه المقدم أو المؤخر لاحظ الشكل (1).

- أرضية أفقية ذات ركيزة مائلة بزاوية (α) مقدارها (45) في المؤخر عمقها (d_2) تبدأ عند مسافة (d_2) قبل نهاية أرضية المنشأ مع ركيزة في مقدم ووسط المنشأ عمقها (d_1) عمودية أو مائلة بزاوية (θ) مقدارها (14 أو 26 أو 45) باتجاه المقدم أو المؤخر.

- بالإضافة إلى كل الحالات السابقة استخدمت الحالة القياسية والتي فيها تكون الأرضية الأفقية ذات ركائز عمودية في المقدم والمؤخر وبعمق (d_1) و (d_2) على التوالي. وهذه الحالة تستخدم لأغراض المقارنة.

طريقة حساب ضغط الأصعاد

استخدمت طريقة الفروق المحددة في حساب ضغط الأصعاد وذلك عن طريق حل معادلة لابلاس للجريان على فرض أن الجريان ثابت (steady state) وأن النفاذية للتربة متساوية في جميع الاتجاهات ($k_x = k_y = k_z$). إن معادلة لابلاس لجريان ذي اتجاهين هي بالشكل التالي:

$$(\delta^2 \Phi / \delta x^2) + (\delta^2 \Phi / \delta y^2) = 0$$

حيث أن (Φ) تمثل شحنة الضغط البيزومترية.

تم تحديد منطقة التسرب أسفل المنشأ وذلك بجعل طول منطقة التسرب تساوي ثلاثة أضعاف طول أرضية المنشأ (ثلث هذا الطول في المقدم قبل الأرضية وثلث آخر في المؤخر بعد الأرضية والثلث الأخير الذي يمثل طول الأرضية) أما عمق منطقة التسرب فقد استخدِم بمقدار مرة ونصف من طول الأرضية وقد تم تقسيم منطقة التسرب إلى شبكة (mesh) من العقد (nodes) كما مبين في الشكل (2). إن شكل الشبكة يعتمد بشكل كبير على خصوصية المشكلة المطلوب حلها^[16] ونظراً لكون الجريان المفروض ثنائي الاتجاه وبما أن منطقة التسرب

مستطيلة الشكل لذلك فان الشبكة التي استخدمت في الحل كانت عبارة عن مربعات ومستطيلات.

تم تثبيت شحنة الضغط للنقاط التي يكون عندها الضغط ثابت وقد استخدمت الحالة الأسوأ والتي يكون فيها عمق الماء أعلى ما يمكن في المقدم وأقل ما يمكن في المؤخر حيث اعتبرت جميع النقاط عند مقدم أرضية المنشأ لها شحنة ضغط مساوية إلى عمق الماء عند هذا الجانب . أما الأرضية بعد نهاية المنشأ فان شحنة الضغط لها اعتبرت مساوية إلى الصفر على اعتبار عدم وجود ماء عند هذا الجانب . بقية نقاط الشبكة أعطيت لها شحنة ضغط أولية مساوية إلى معدل شحنة الضغط مابين المقدم والمؤخر ويتم الوصول إلى القيمة الصحيحة لهذه النقاط بعد تطبيق تقنية الإرخاء.

تم وضع برنامج حاسوبي لكل حالة من الحالات التي استخدمت في هذا البحث وذلك بالاعتماد على المعادلات اللازمة لحساب ضغط الأصعاد عند أية نقطة من نقاط شبكة الجريان التي تم اشتقاقها بطريقة الفروق المحددة وباستخدام تقنية الإرخاء. والملحق (2) يوضح البرنامج الحاسوبي للحالة القياسية والتي تكون فيها الأرضية افقية والركيزة في المقدم والمؤخر عمودية.

الحسابات والنتائج

إن المنشأ الذي تم اختياره لأجراء الحسابات عليه هو منشأ افتراضي كما مبين في الشكل (1) والذي يمثل ناظم أروائي وإن أبعاد هذا المنشأ هي كما يلي:

- طول الأرضية الأفقية (b) = 30 متر
- طول الأرضية من البوابة الى نهاية المنشأ (b₁) = 21 متر
- عمق ركيزة المقدم في حالة كونها عمودية أو مائلة (d₁) = 3 متر
- عمق ركيزة المؤخر في حالة كونها عمودية أو مائلة (d₂) = 4.5 متر
- عمق الماء في المقدم (H) = 5 متر

كما ذكر سابقاً "ولأجل أن تستخدم طريقة الفروق المحددة تم تحديد منطقة التسرب أسفل المنشأ وعليه تم جعل طول هذه المنطقة مساوي إلى (90) متر وقد

قسم هذا الطول إلى ثلاثة أقسام متساوية الأول يمثل منطقة المقدم قبل أرضية المنشأ والثاني يمثل طول أرضية المنشأ والثالث يمثل منطقة المؤخر بعد أرضية المنشأ. أما عمق منطقة التسرب أسفل المنشأ فقد تم استخدامها مساوية إلى (45) متر.

بعد تقسيم منطقة التسرب إلى شبكة من العقد وبتطبيق طريقة الفروق المحددة في اشتقاق المعادلات الخاصة بهذه العقد وبالاتماد على مبدأ الإرخاء تم وضع البرنامج الحاسوبي الخاص بكل حالة من الحالات التي ذكرت سابقاً وبتشغيل البرنامج تم الحصول على النتائج الخاصة بضغط الأصعاد في كل نقطة أو عقدة من العقد الموجودة ضمن منطقة التسرب. الجدول (1) يبين فقط نتائج قيم ضغط الأصعاد للنقاط الموجودة أسفل أرضية المنشأ مباشرة ولجميع الحالات.

استخدمت نتائج تطبيق طريقة خوصلا للتحقق من نتائج ضغط الأصعاد أسفل أرضية المنشأ والتي تم الحصول عليها من استخدام البرنامج الحاسوبي (للحالة القياسية فقط) وذلك لبيان دقة الطريقة النظرية وكفاءة هذا البرنامج. الجدول (2) والشكل (3) يبينان قيم ضغط الأصعاد لكلا الطريقتين.

النتائج أعلاه تبين إن هنالك توافق جيد مابين الطريقتين خاصة عند حساب مساحة ضغط الأصعاد أسفل المنحنيين حيث تكون نسبة الفرق مابين هاتين المساحتين لا تتجاوز (0.5%). استناداً لهذه النتائج يتبين إن البرنامج الحاسوبي الذي تم استخدامه في هذا البحث يمكن الاعتماد عليه لحساب ضغط الأصعاد لكل حالة من الحالات السابقة مع الأخذ بنظر الاعتبار المعادلات الخاصة بكل حالة.

من الجدول (1) يتبين إن جميع الحالات غير التقليدية للركائز أو الجدران الحاجبة التي استخدمت في هذا البحث أدت إلى تقليل ضغط الأصعاد أسفل المنشأ وفي جميع النقاط عند المقارنة مع الحالة القياسية (تسلسل (1) في الجدول (1)) ولكن بنسب متفاوتة. إن أفضل حالة أدت إلى تخفيض ضغط

الأصعاد دون استخدام ركيزة وسطية مبنية في التسلسل (8) من الجدول أي عندما تكون ركيزة المؤخر مائلة بزاوية 45° باتجاه المؤخر وبدايتها على مسافة d_2 قبل نهاية أرضية المنشأ وركيزة المقدم مائلة بزاوية 14° باتجاه المؤخر. أما في حالة استخدام ركيزة وسطية فإن أفضل حالة أدت إلى تخفيض ضغط الأصعاد مبنية في التسلسل (13) من الجدول (1) أي عندما تكون ركيزة المؤخر كما في الحالة السابقة مع ميلان ركيزة المقدم والركيزة الوسطية بزاوية 14° باتجاه المؤخر. إن السبب في كون ميلان ركيزة المقدم بزاوية 14° أدى إلى أفضل تخفيض في ضغط الأصعاد قد يعود إلى إن ميلان الركيزة بهذه الزاوية يؤدي إلى دفع خطوط الجريان (أسفل المنشأ) إلى نهاية الأرضية والذي سيؤدي بدوره إلى تقليل ضغط الأصعاد في بداية الأرضية (أي ما بعد الركيزة مباشرة) أكثر مما هو عليه في نهايتها. والجدول (3) يبين نسبة التخفيض في ضغط الأصعاد أسفل كل نقطة من نقاط أرضية المنشأ لكلا الحالتين عند المقارنة مع الحالة القياسية حيث يلاحظ أنه في حالة كون ركيزة المقدم مائلة بزاوية 14° باتجاه المؤخر مع عدم وجود ركيزة وسطية فقد انخفض ضغط الأصعاد بنسبة (15.4%) في بداية أرضية المنشأ لتصبح نسبة التخفيض (1.0%) عند نهاية الأرضية وبالتحديد قبل ركيزة المؤخر المائلة بزاوية 45° . أما في حالة استخدام ركيزة مائلة بزاوية 14° باتجاه المؤخر في الوسط بالإضافة إلى ركيزة المقدم المائلة فيلاحظ من الجدول إن نسبة التخفيض في بداية الأرضية هي كما في الحالة السابقة مساوية إلى (15.4%) لتصبح (8.0%) قبل الركيزة الوسطية ومن ثم وبسبب وجود الركيزة الوسطية المائلة ازدادت نسبة التخفيض بعد الركيزة لتصبح (12.8%) لتعود وتصبح (1.5%) قبل ركيزة المؤخر المائلة بزاوية 45° .

إن ضغط الأصعاد من بداية أرضية المنشأ وإلى حد البوابة (أي من النقطة صفر إلى النقطة الواقعة على مسافة (9) متر من بداية المنشأ) يكون تأثيره مهملاً وذلك بسبب شحنة الماء الموجودة فوق هذه المنطقة والتي قيمتها أعلى من

ضغط الأضعاد وتأثيرها معاكس له في الاتجاه وعليه فان سمك أرضية المنشأ في هذه المنطقة يكون بحده الأدنى (minimum thickness).

بناءً على ما جاء أنفاً فان التأثير الفعلي لضغط الأضعاد يكون بعد البوابة وإلى نهاية أرضية المنشأ عليه فان المقارنة ما بين الحالتين السابقتين ستكون على أساس نسبة التخفيض في ضغط الأضعاد للمنطقة المحصورة ما بين البوابة ونهاية الأرضية للمنشأ.

الشكلان (4) و (5) يبينان على التوالي قيمة ضغط الأضعاد أسفل أرضية المنشأ لما بعد البوابة للحالتين اللتين أعطتا أفضل النتائج في تخفيض هذا الضغط مع ضغط الأضعاد للحالة القياسية. من هذين الشكلين وعند حساب المساحة أسفل كل منحني (والتي تمثل ضغط الأضعاد الكلية أسفل المنشأ والمنطقة المحصورة ما بين البوابة ونهاية المنشأ) يتبين إن نسبة التخفيض في هذا الضغط بلغت (21.02%) عند استخدام أرضية بركائز مشابهة لما مبين في التسلسل (8) من الجدول (1) وبالمقارنة مع الحالة القياسية. أما في حالة استخدام أرضية بركائز مشابهة لما مبين في التسلسل (13) من الجدول (1) فان نسبة التخفيض بلغت (22.46%).

النتائج أعلاه تبين إن الفرق قليل في نسبة التخفيض لضغط الأضعاد ما بين استخدام أرضية بركيزة وسطية مائلة بزاوية 14° باتجاه المؤخر وأرضية ليس لها ركيزة وسطية. عليه وللسهولة في التنفيذ وبسبب هذا الفرق القليل يفضل استخدام أرضية لا يوجد فيها ركيزة وسطية.

الاستنتاجات

تم في هذا البحث استخدام طريقة الفروق المحددة وبالاعتماد على طريقة الإرخاء لبيان تأثير وضع ركائز غير تقليدية على ضغط الأضعاد أسفل المنشآت الهيدروليكية وقد بينت النتائج ما يأتي:

- 1- إن استخدام الركائز المائلة في مقدم المنشأ الهيدروليكي وبزاوية (14 26 45) باتجاه المقدم أو المؤخر مع ركيزة في المؤخر مائلة بزاوية

45° باتجاه المؤخر ويكون موقعها قبل نهاية أرضية المنشأ بمقدار عمق هذه الركيزة في حالة كونها عمودية يؤدي إلى حدوث تخفيض في ضغط الأصعاد وبنسب متفاوتة بالمقارنة مع الحالة القياسية. إن أفضل نسبة تخفيض كانت بمقدار (21.02%) وقد تم الحصول عليها من استخدام الركيزة الخلفية بوضعيتها الجديدة مع استخدام ركيزة مائلة بزاوية 14° باتجاه المؤخر في منطقة المقدم. إن الأسلوب الجديد لركيزة المؤخر سوف لا يؤثر على الانحدار الهيدروليكي أو تدرج المخرج وذلك لأن المسافة التي ستتحركها جزيئة الماء المتسربة أسفل المنشأ الهيدروليكي ستكون نفس المسافة في حالة استخدام ركائز عمودية.

2- عند استخدام ركيزة وسطية مائلة بزاوية 14° باتجاه المؤخر إضافة للركائز المستخدمة في الفقرة (1) أعلاه فإن نسبة التخفيض في ضغط الأصعاد بلغت (22.46%).

3- بالنظر للفرق القليل في نسبة تخفيض ضغط الأصعاد بين استخدام أو عدم استخدام ركيزة وسطية مائلة ولسهولة التنفيذ من المفضل استخدام أرضية منشأ من دون استخدام الركيزة الوسطية.

المصادر

- 1- Grag ,S. K., " Irrigation Engineering and Hydraulic Structures ", Khanna publishers, Delhi, 1995.
- 2- Misra, M. S., " Irrigation Engineering ", Prentice Hall of India Private Limited, 1981.
- 3- Kharuffa, N. S. , " Water percolation under barrages and calculations of Hindyah barrage " , Continuing Education, University of Baghdad, 1987.

- 4- Leliavsky, S. , " Design of Dams for Percolation and Erosion " , Chapman and Hall, and Oxford and IBH Publishing Co. , 1979.
- 5- Punmia , B. C. and Lal , " Irrigation and Water Power Engineering", Nai Sarak, 1981.
- 6- Harr ,M. E., " Ground Water and Seepage ", McGraw Hill Book Company, New York, 1962.
- 7- Ijam, A. Z. and Nassir, H. A. , " Seepage below hydraulic structures with two cutoffs " , Journal of Engineering, Baghdad, Vol. 5, No. 3, 1988.
- 8- Ijam, A. Z. and Hatab, A. M., " Effect of intermediate filters on pressures and hydraulic gradient below hydraulic structures", Journal of Engineering and Technology , Baghdad , Vol. 10, No. 1, 1988.
- 9- El-Ubaydi, A. F. , Kharuffa, N. S. and Al-Suhayli, R. H., " Exit gradient variation in hydraulic structures downstream side " , Journal of Engineering and Technology, Baghdad, Vol. 5, No. 3, 1988.
- 10- Ihsan, I. A. , " Seepage control analysis below hydraulic structures applying finite element method ", M. Sc. Thesis, Department of Civil Engineering, University of Basrah, 1989.
- 11- Ishaq, M. B. , " Effect on Anisotropy on exit gradient in hydraulic structures " , M. Sc. Thesis , Department of Irrigation and Drainage, University of Baghdad, Oct., 1989.
- 12- Nassir, A. N., " Finite element for seepage below hydraulic structure on anisotropic soil foundation ", M. Sc. Thesis , Department of Civil Engineering , University of Basrah, Apr., 1993.
- 13- Ijam , A. Z., " Effect of scouring on stability of hydraulic structures " , Journal of Engineering and Technology , Vol. 12, 1993.
- 14- Al-Saadi, S. I. Khasaf , " Numerical analysis of seepage problems with flow control devices underneath hydraulic structures " , Ph. D. Thesis , Department of Building and Construction Engineering, University of Technology, 1998.

- 15- Arslan, C. A., " Study and analysis of seepage under hydraulic structures by using untraditional sheet piles " , M. Sc. Thesis, Department of Civil Engineering, University of Tikrit, 2001.
- 16- Al-Khafaji A. W. and Tooley, J. R., " Numerical Methods in Engineering Practice ", CBS publishing Japan ltd., 1986.

جدول رقم (1) ضغط الأصعاed بالأمتار أسفل أرضية المنشأ وعلى مسافات مختلفة

المسافة من بداية المنشأ (متر)																							وضعية ركائز المنشأ			ت
٣٠	٢٨,٥	٢٧,٠	٢٥,٥	٢٤,٠	٢٢,٥	٢١,٠	١٩,٥	١٨,٠	١٦,٥	١٥,٠	١٢,٥	١١,٠	١٠,٥	٩,٠	٧,٥	٦,٠	٤,٥	٣,٠	١,٥	٠	المؤخر	الوسط	المقدم			
1.48	1.78	1.94	2.02	2.11	2.19	2.28	2.35	2.43	2.50	2.57	2.64	2.72	2.80	2.89	2.99	3.09	3.21	3.34	3.45	3.51	V	---	V	1		
0	0.33	0.46	2.05 0.59	2.10	2.17	2.25	2.33	2.40	2.48	2.55	2.63	2.71	2.79	2.88	2.98	3.09	3.21	3.33	3.45	3.51	BD ₄₅	---	V	2		
0	0.33	0.46	2.03 0.59	2.08	2.15	2.22	2.30	2.37	2.43	2.50	2.56	2.63	2.70	2.77	2.85	2.94	3.04	3.14	3.25	3.22	BD ₄₅	---	U ₄₅	3		
0	0.33	0.46	2.02 0.59	2.06	2.13	2.21	2.28	2.34	2.41	2.47	2.53	2.59	2.65	2.72	2.79	2.88	2.97	3.07	3.17	3.24	BD ₄₅	---	U ₂₆	4		
0	0.33	0.46	2.00 0.59	2.05	2.11	2.18	2.24	2.30	2.36	2.41	2.46	2.51	2.55	2.61	2.66	2.72	2.8	2.88	2.96	3.01	BD ₄₅	---	U ₁₄	5		
0	0.33	0.46	2.05 0.59	2.10	2.18	2.26	2.34	2.42	2.50	2.58	2.66	2.74	2.83	2.92	3.02	3.13	3.23	3.30	3.32	3.34	BD ₄₅	---	D ₄₅	6		
0	0.33	0.46	2.02 0.59	2.07	2.14	2.22	2.29	2.36	2.42	2.49	2.55	2.62	2.69	2.76	2.84	2.93	3.02	3.09	3.14	3.19	BD ₄₅	---	D ₂₆	7		
0	0.33	0.46	2.00 0.59	2.04	2.11	2.18	2.24	2.30	2.36	2.41	2.46	2.50	2.55	2.6	2.66	2.72	2.79	2.87	2.92	2.97	BD ₄₅	---	D ₁₄	8		
0	0.33	0.46	2.00 0.59	2.04	2.11	2.17	2.24	2.30	2.35	2.39	2.44	2.48	2.51	2.69 2.52	2.71	2.75	2.81	2.88	2.93	2.97	BD ₄₅	V	D ₁₄	9		
0	0.33	0.46	1.99 0.58	2.04	2.11	2.17	2.23	2.30	2.36	2.41	2.46	2.49	2.51	2.68 2.54	2.70	2.74	2.81	2.88	2.93	2.97	BD ₄₅	U ₁₄	D ₁₄	10		
0	0.33	0.46	2.00 0.58	2.04	2.11	2.17	2.24	2.30	2.36	2.41	2.46	2.50	2.57	2.67 2.59	2.70	2.75	2.81	2.87	2.93	2.97	BD ₄₅	U ₂₆	D ₁₄	11		
0	0.33	0.46	2.00 0.58	2.04	2.11	2.17	2.24	2.30	2.36	2.41	2.47	2.52	2.59	2.66 2.61	2.70	2.75	2.81	2.87	2.93	2.97	BD ₄₅	U ₄₅	D ₁₄	12		
0	0.33	0.46	1.99 0.58	2.04	2.1٠	2.17	2.23	2.29	2.34	2.38	2.43	2.46	2.49	2.66 2.52	2.69	2.74	2.80	2.87	2.92	2.97	BD ₄₅	D ₁₄	D ₁₄	13		
0	0.33	0.46	2.00 0.58	2.04	2.10	2.17	2.24	2.29	2.36	2.40	2.44	2.49	2.55	2.65 2.58	2.68	2.73	2.79	2.86	2.92	2.97	BD ₄₅	D ₂₆	D ₁₄	14		
0	0.33	0.46	2.00 0.58	2.04	2.10	2.17	2.24	2.29	2.36	2.41	2.46	2.51	2.57	2.64 2.60	2.67	2.73	2.79	2.86	2.92	2.97	BD ₄₅	D ₄₅	D ₁₄	15		

V : ركيزة عمودية

U₄₅ U₂₆ U₁₄ : ركيزة مائلة عن المحور العمودي باتجاه المقدم بزاوية 14° 26° 45° على التواليD₄₅ D₂₆ D₁₄ : ركيزة مائلة عن المحور العمودي باتجاه المؤخر بزاوية 14° 26° 45° على التواليBD₄₅ : ركيزة تبدأ قبل نهاية أرضية المنشأ بمسافة d₂ وتميل بزاوية 45° عن المحور الأفقي باتجاه المؤخر

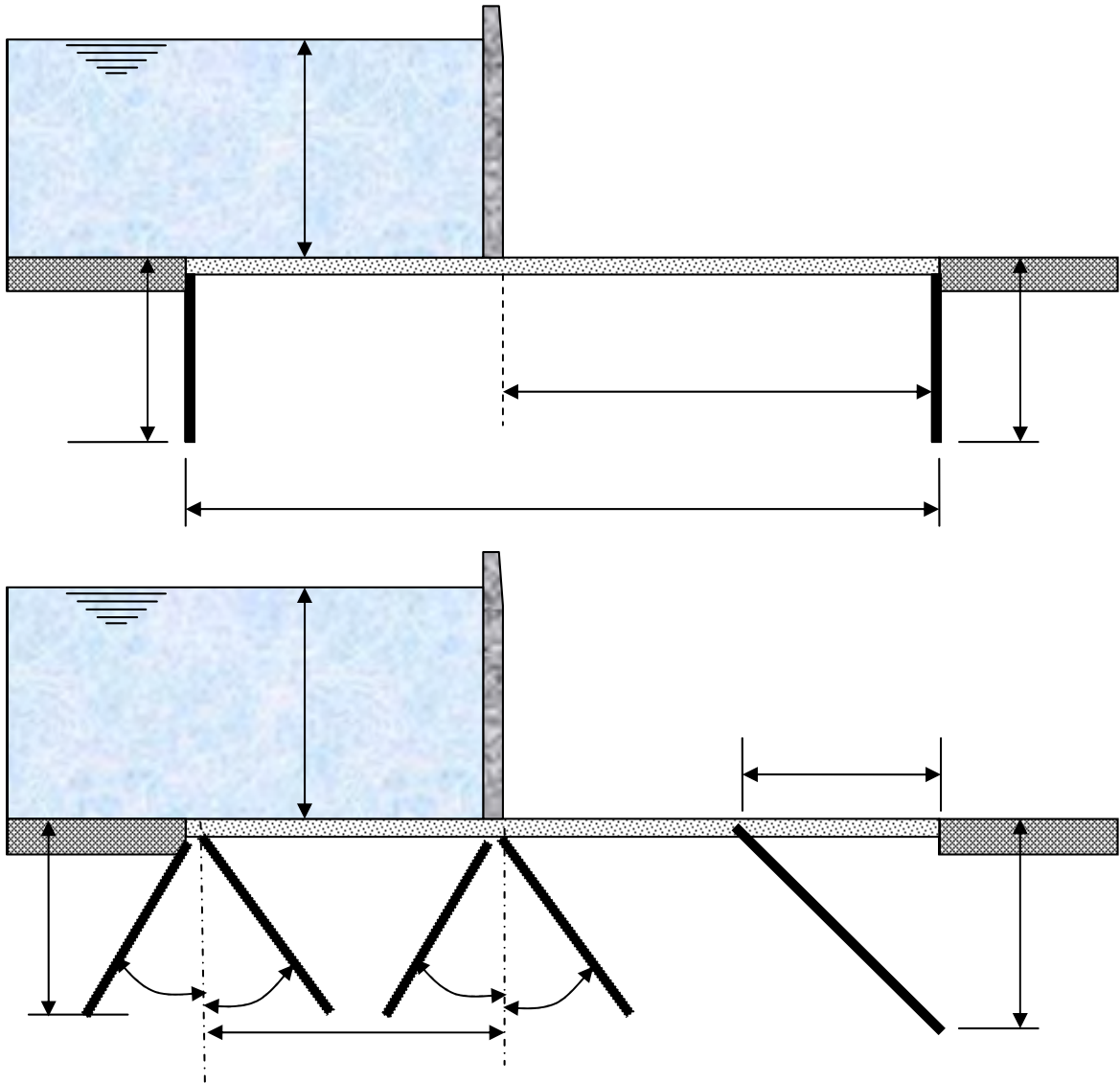
(*) : الرقمان المدونان في حقل واحد يمثلان ضغط الأصعاed قبل وبعد الركيزة مباشرة

جدول (2) ضغط الأصعاد بالأمطار أسفل أرضية المنشأ على مسافات مختلفة وللحالة القياسية

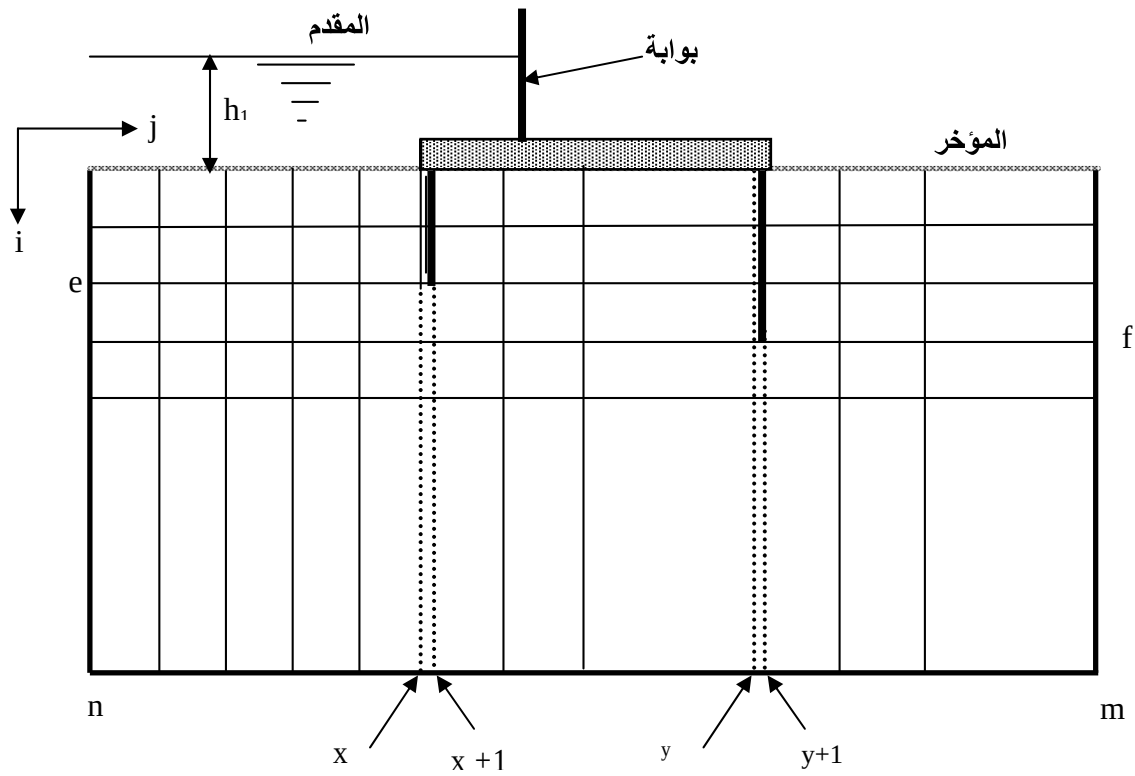
ت	الطريقة المستخدمة	المسافة من بداية المنشأ (متر)																				
		30.0	28.5	27.0	25.5	24.0	22.5	21.0	19.5	18.0	16.5	15.0	13.5	12.0	10.5	9.0	7.5	6.0	4.5	3.0	1.5	0
1	طريقة خوصلا	1.53	1.65	1.76	1.78	1.99	2.10	2.21	2.32	2.44	2.55	2.66	2.78	2.89	3.00	3.12	3.23	3.34	3.45	3.57	3.68	3.79
2	البرنامج الحاسوبي	1.84	1.78	1.94	2.02	2.11	2.19	2.28	2.35	2.43	2.50	2.57	2.64	2.72	2.80	2.89	2.99	3.09	3.21	3.34	3.45	3.51

جدول (3) نسبة التخفيض في ضغط الأصعاد أسفل أرضية المنشأ وعلى مسافات مختلفة (%)

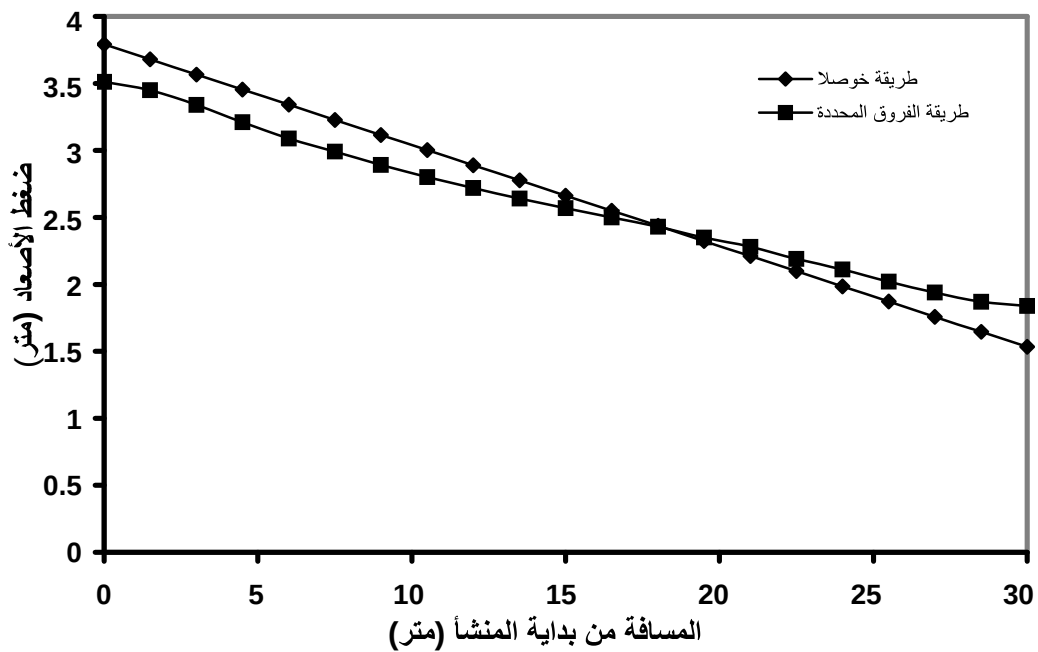
المسافة من بداية المنشأ (متر)																					وضعية ركائز المنشأ			ت
30.0	28.5	27.0	25.5	24.0	22.5	21.0	19.5	18.0	16.5	15.0	12.5	11.0	10.5	9.0	7.5	6.0	4.5	3.0	1.5	0	المؤخر	الوسط	المقدم	
		76.3	1.0 70.8	3.3	3.7	4.4	4.7	5.3	5.6	6.2	6.8	8.1	8.9	10.0	11.0	12.0	13.1	14.1	15,4	15.4	BD ₄₅	---	D ₁₄	1
		76.3	1.5 71.3	3.3	4.1	4.8	5.1	5.8	6.4	7.4	8.0	9.6	11.1	8.0 12.8	10.0	11.3	12.8	14.1	15,4	15.4	BD ₄₅	D ₁₄	D ₁₄	2



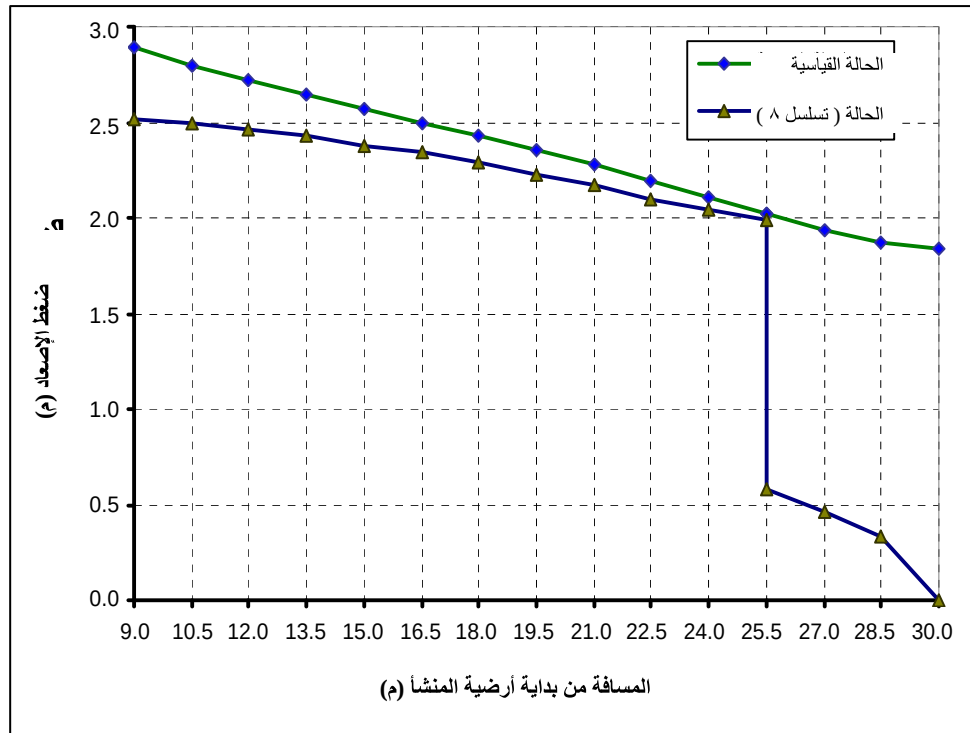
شكل (١) مخطط يوضح أرضية المنشأ الهيدروليكي المستخدمة في الدراسة
 الحالة القياسية (a) الحالة الجديدة (b)



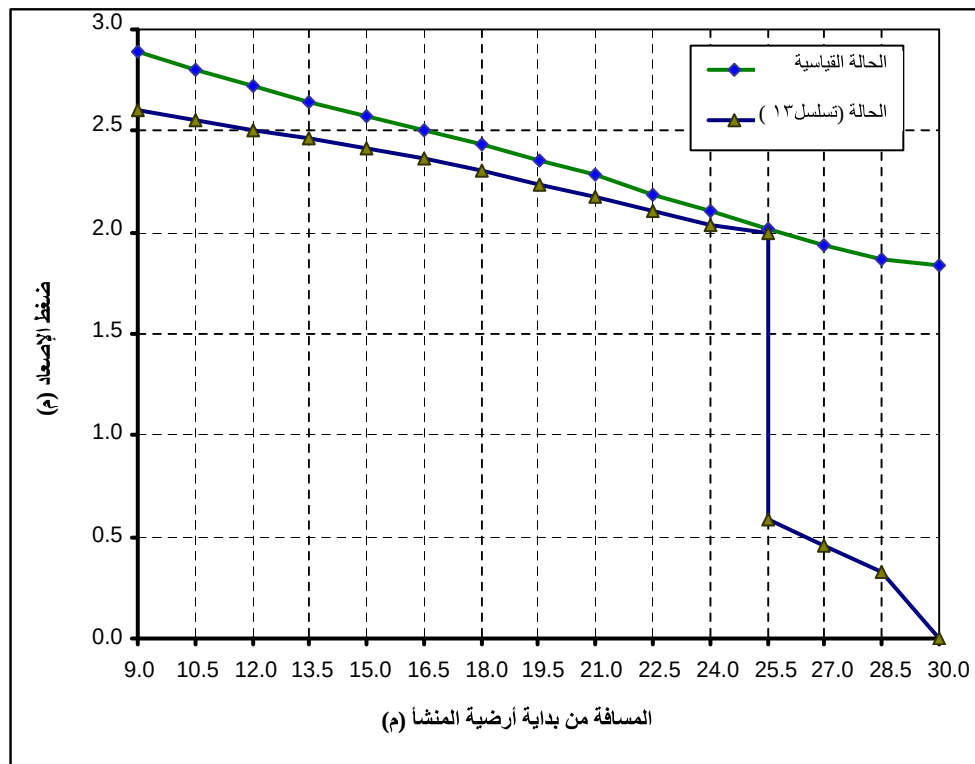
شكل (2): مخطط يوضح شبكة العقد لمنطقة الجريان المستخدمة في طريقة الفروق المحددة



شكل (3): مقدار ضغط الأضداد أسفل أرضية المنشأ الهيدروليكي (الحالة القياسية)



شكل (4) ضغط الأصعاد أسفل أرضية المنشأ للحالة القياسية والحالة ذات تسلسل ٨



شكل (5) ضغط الأصعاد أسفل أرضية المنشأ للحالة القياسية والحالة ذات التسلسل ١٣

THE INFLUENCE OF PILES STATUS ON THE UPLIFT PRESSUR UNDER HYDRAULIC STRUCTURES

Dr. Raad Hoobi Irzooki
Lecturer
Civil Eng. Dept. – University of Tikrit

ABSTRACT

In this research, a finite difference method with a relaxation technique were used in a computer program which was prepared to show the influence of changing the status of sheet piles or cutoffs on the uplift pressure under a hydraulic structures. The downstream sheet pile was used inclined to the downstream side with angle of 45° , the beginning of this pile is located before the end of the structure floor with a distance equal to the depth of this pile when it is in a vertical status. With the previous situation of the downstream pile, an upstream and a middle inclined piles were used. The angle of inclination of these two piles are (14° , 26° and 45°) to the ward of upstream or downstream of the structures.

By comparing all cases with the standard case, the results demonstrated that the new status of downstream pile and the upstream pile inclined with angle of 14° to the downstream side gives a greater decreasing ratio of uplift pressure under the structure floor. The decreasing ratio of the above case is equal to (21.02%). When a middle pile was used in the structure, the best case, is a structure contain an inclined

upstream and middle piles with angle of 14° to the downstream side and the downstream pile in the new status. This case gives a total decreasing ratio of uplift pressure equal to (22.46%).

KEY WORDS

Uplift pressure, Inclined piles, Finite difference

الملحق ()

```

10 DIM a(100,100) , b(100,100)
20 OPEN " raad1.dat" FOR OUTPUT AS #1
30 READ m, n, x, y, e, f, h1, h2
40 DATA 90, 45, 30, 60, 3, 4.5, 5, 0
50 m= INT (m / 1.5 + 3)
60 n= INT (n / 1.5 + 1)
70 x= INT (x / 1.5 + 1)
80 y= INT (y / 1.5 + 2)
90 e= INT (e / 1.5 + 1)
100 f= INT (f / 1.5 + 1)
110 t= m * n
120 FOR i= 1 TO n
130 FOR j= 1 TO m
140 IF (i=1) AND (j>0) AND (j<=x) THEN a(I , j) = h1 : GOTO 180
150 IF (i=1) AND (j>y) THEN a(I , j) = h2 : GOTO 180
160 IF (i=1) AND (j>x) AND (j<=y) THEN a(I , j) = (h1 + h2) / 2 : GOTO 180
170 IF (i>1) AND (j>0) THEN a(I , j) = (h1 + h2) / 2 : GOTO 180
180 NEXT j
190 NEXT i
200 k=0
210 SUM = 0
220 FOR i= 1 TO n
230 FOR j= 1 TO m
240 IF (i=1) AND (j>0) AND (j<=x) THEN 550
250 IF (i=1) AND (j>y) THEN 550
260 IF (i=1) AND (j=(x+1)) THEN 560
270 IF (i=1) AND (j>(x+1)) AND (j<y) THEN 570
280 IF (i=1) AND (j=y) THEN 580
290 IF (i>1) AND (i<n) AND (j=1) THEN 590
300 IF (i=n) AND (j=1) THEN 600
310 IF (i=n) AND (j>1) AND (j<x) THEN 610
320 IF (i=n) AND (j=x) THEN 620
330 IF (i=n) AND (j=(x+2)) THEN 630
340 IF (i=n) AND (j>(x+2)) AND (j<y) THEN 610
350 IF (i=n) AND (j=y) THEN 620
360 IF (i=n) AND (j=(y+2)) THEN 630
370 IF (i=n) AND (j>(y+2)) AND (j<m) THEN 610
380 IF (i=n) AND (j=m) THEN 640
390 IF (i>1) AND (i<n) AND (j=m) THEN 650
400 IF (i>1) AND (i<n) AND (j>1) AND (j<x) THEN 660
410 IF (i>1) AND (i<e) AND (j=x) THEN 650
420 IF (i=e) AND (j=x) THEN 670
430 IF (i>e) AND (i<n) AND (j=x) THEN 680
440 IF (i>1) AND (i<e) AND (j=(x+1)) THEN 690
450 IF (i>1) AND (i<e) AND (j=(x+2)) THEN 660
460 IF (i>=e) AND (i<n) AND (j=(x+2)) THEN 700
470 IF (i>1) AND (i<n) AND (j>(x+2)) AND (j<y) THEN 660
480 IF (i>1) AND (i<f) AND (j=y) THEN 650
490 IF (i=f) AND (j=y) THEN 670
500 IF (i>f) AND (i<n) AND (j=y) THEN 680
510 IF (i>1) AND (i<f) AND (j=(y+1)) THEN 690

```

```

520 IF (i>1) AND (i<f) AND (j=(y+2)) THEN 660
530 IF (i>=f) AND (i<n) AND (j=(y+2)) THEN 700
540 IF (i>1) AND (i<n) AND (j>y+2)) AND (j<m) THEN 660
550 b(i , j) = a(i , j) : GOTO 710
560 b(i , j) = (2*a(i+1 , j) + a(i , j+1)) / 4 : GOTO 710
570 b(i , j) = (2* a(i+1 , j) + a(i , j-1) + a(i , j+1)) / 4 : GOTO 710
580 b(i , j) = (2*a(i+1 , j) + 2*a(i , j-1)) / 4 : GOTO 710
590 b(i , j) = (a(i-1 , j) + a(i+1 , j) + 2*a(i , j+1)) / 4 : GOTO 710
600 b(i , j) = (2*a(i-1 , j) + 2*a(i , j+1)) / 4 : GOTO 710
610 b(i , j) = (2*a(i-1 , j) + a(i , j-1) + a(i , j+1)) / 4 : GOTO 710
620 b(i , j) = (2*a(i-1 , j) + a(i , j-1) + a(i , j+2)) / 4 : GOTO 710
630 b(i , j) = (2*a(i-1 , j) + a(i , j-2) + a(i , j+1)) / 4 : GOTO 710
640 b(i , j) = (2*a(i-1 , j) + 2*a(i , j-1)) / 4 : GOTO 710
650 b(i , j) = (a(i-1 , j) + a(i+1 , j) + 2*a(i , j-1)) / 4 : GOTO 710
660 b(i , j) = (a(i-1 , j) + a(i+1 , j) + a(i , j-1) + a(i , j+1)) / 4 : GOTO 710
670 b(i , j) = (.5*a(i-1 , j) + .5*a(i-1 , j+1) + a(i+1 , j) + a(i , j-1) + a(i , j+1)) / 4 : GOTO
710
680 b(i , j) = (a(i-1 , j) + a(i+1 , j) + a(i , j-1) + a(i , j+2)) / 4 : GOTO 710
690 b(i , j) = (a(i-1 , j) + a(i+1 , j-1) + 2*a(i , j+1)) / 4 : GOTO 710
700 b(i , j) = (a(i-1 , j) + a(i+1 , j) + a(i , j-2) + a(i , j+1)) / 4 : GOTO 710
710 SUM = SUM + ABS(a(i , j) - b(i , j))
720 a(i , j) = b(i , j)
730 NEXT j
740 NEXT i
750 S1 = SUM / t
760 k = k +1
770 PRINT " -----"
780 PRINT "Total Sum = "; SUM ; "Av. Sum = "; S1 ; "Ite. No.= "; k
790 IF k = 100 THEN 810
800 GOTO 210
810 FOR i = 1 TO n
820 FOR j = 1 TO m
830 b(i , j) = INT (b(i , j) * 100) / 100
840 PRINT "Peiz. Head at Point "; " ( "; i; ","; j; " )= "; b(i , j)
850 PRINT #1, "Peiz. Head at Point "; " ( "; i; ","; j; " )= "; b(i , j)
860 PRINT "-----"
870 NEXT j
880 NEXT i
890 END

```