تأثير عدم التجانس في تحديد حرم البئر في الحوامل المائية الجوفية غير المضغوطة.

أيمن عبد الرحمن

قسم الهندسة المائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة حلب – حلب

الملخص

إن زيادة التلوث للمياه الجوفية في الآونة الأخيرة أدى إلى السعي لإيجاد حلول لإزالة هذا التلوث، ويعتبر الضخ من الآبار هي إحدى الطرق لإزالة التلوث من المياه الجوفية حيث يمتلك هذا البئر مجال اتساع معين ونقطة ركود، والتي تعتبر معاملات حرم البئر. لقد عملت الأبحاث السابقة على تحديد عدد الآبار اللازمة ومقدار الضخ لإزالة التلوث المنتشر في المياه الجوفية باعتبار أن الحامل المائي الجوفي متجانس. في الواقع إن الحامل المائي الجوفي غير متجانس وبالتالي فإن الحسابات الناتجة عن هذا الافتراض غير دقيقة، ولتقدير هذا الخطأ المرتكب فقد تم في هذا البحث تم دراسة تأثير عدم التجانس على معاملات حرم البئر.

استخدمت طرق الجيوستاتيستيك في تمثيل الحامل المائي الجوفي غير المتجانس. حيث أن معاملات التباين الأساسية هي التباين وطول (مسافة) الارتباط، ولقد تم تغيير كلا العاملين لدراسة تأثير خاصة عدم التجانس على معاملات حرم البئر.

إن الهدف من هذا البحث هو إظهار الخطأ المرتكب نتيجة اعتبار النموذج الحقيقي غير المتجانس هو نموذج افتراضي متجانس، وربط هذا الخطأ مع درجة عدم التجانس الممثلة بالتباين وطول الارتباط وبالتالي تحديد نقطة الحياد واتساع

حرم البئر مربوطة قيمة ارتياب معينة تتبع درجة عدم التجانس، وقد تم هنا مناقشة لحامل المائي الجوفي غير المضغوط فقط.

ورد هذا البحث للنشر في المجلة بتاريخ ـــا / /2010

نشر بتاريخ ـــا / /2010

مقدمة

إن تطور العلوم والتكنولوجيا في العصر الراهن أدت إلى إدخال مؤثرات جديدة على حياتنا، فالتقدم في مجال الزراعة والصناعة ساهم في نشر التلوث على كوكب الأرض وبشكل خاص في تلوث المياه الجوفية، إلا أن هذا التطور مكننا أيضا من استخدام تقنيات عديدة لحماية المياه الجوفية من التلوث وإزالة هذا التلوث وذلك من خلال فهم ونمذجة سلوك الواقع الحقيقي أو الأقرب إليه وكذلك حركة المياه الجوفية وخواص وحركة المواد الملوثة المنحلة في هذه المياه الجوفية ووضع النماذج والحلول للتخلص منها والمحافظة على مياه وبيئة نظيفة.

تعرف منطقة حرم البئر (CAPTUR ZONE) بأنها المنطقة التي ينتقل الماء المار فيها ضمن الحامل المائي الجوفي إلى بئر الضخ خلال فترة زمنية محددة.

إن تحليل مناطق حرم البئر يعد مفهوما هاما في تصميم أنظمة معالجة المياه الجوفية ومشاريع حماية الآبار(Javandel and Tsang 1986. ;Lee and Wilson 1988). يعتبر (Bear & Jacobs 1965) أول من درس حركة جزيئات الماء الداخلة للحوامل المائية ووضع نموذجها التحليلي والذي يستخدم غالبا لتحديد مناطق حرم البئر. وهناك العديد من الأبحاث حول ذلك والتي تم فيها وضع معادلات بسيطة لتحديد الزمن اللانهائي لمناطق حرم بئر منفرد في حوامل المياه الجوفية المضغوطة وغير المضغوطة من أجل تدفق نظامي (مثلا Bear

1979,Todd 1980) . كما تم أيضا استخدام هذه المعادلات لحساب مناطق حرم البئر من أجل مجموعة من الآبار (Javandel and Tsang 1986)، وبعد تطور الحواسيب تم استخدام نماذج الكومبيوتر لتحليل مجموعة الآبار المتعددة في الحوامل المائية الجوفية المتنوعة. وهناك بعض الباحثين الذين طورا هذا النموذج مثل (avandel and others 1985 ;bear ,Jacobs 1965)، حيث استخدموا معادلة الكمون (KΦ) والتصريف المحدد لتطوير المعادلات الواصفة فقد كان الفرق الابتدائي في النموذج الممثل هنا هو أن المعادلات كانت عامة في مفاهيم إمكانية التصريف ويمكن أن تستخدم من أجل الحوامل المائية الجوفية المضغوطة وغير المضغوطة والمختلطة باستخدام بسيط لتعريف ملائم لعامل واحد (معامل إمكانية التصريف).

أهمية البحث (أهداف البحث):

لقد تم تحديد حرم هذا البئر ضمن أبحاث عديدة بافتراض أن الحامل المائي الجوفي المائي (مضغوط أو غير مضغوط) **متجانس** من ناحية الخاصة الأساسية لهذا الحامل وهي خاصية النفاذية، وقد تم في هذا البحث اعتبار أن خاصية النفاذية في هذا الحامل هي خاصية **غير متجانسة**، واعتمادا على الأبحاث السابقة فسيتم تمثيل خاصية عدم التجانس للحامل المائي الجوفي باعتبار أن توزع قيم عامل النفوذية في الحامل هو توزع لوغارتمي طبيعي يعبر عنه بتابع عشوائي مكاني (Spatial Random Function) ويمكن أن يكون هذا التابع غير مشروط بشكل عام أو مشروط بقيم محددة في حال توفر بعض القياسات الحقلية من أجل مواقع محددة. وبالتالي سيكون تحديد منطقة حرم البئر غير معرفة تماما ومتغيرة وفق خاصية عدم التجانس، وبالتالي يجب تحديد الخطأ أو الارتياب لهذه المنطقة، وهذا ماهو متبع في علم الاحتمالات حيث تقدر القيمة المرتقبة مربوطة مع قيمة الاحتمال المتعلق بها.

إن هذا الافتراض لتوزع قيم عامل النفوذية، توزع احتمالي طبيعي لوغارتمي، سيعطي تحليل احتمالي لمفهوم منطقة حرم البئر والتي يمكن تحديدها بطريقة عددية من خلال استخدام طريقة مونت كارلو (e.g. Franzetti & Guadagnini, 1996; Vassolo et al., 1998) أو بطرق تحليلية أو نصف تحليلية (e.g. Stauffer et al., 2004) لوصف هذا الارتياب سيتم من خلال الوصف والتحليل الإحصائي للمعالم الهندسية الأساسية لمنطقة حرم البئر حيث تتمثل بتحديد موقع النقطة المحايدة واتساع أو عرض حرم البئر الأعظمي وذلك من أجل قيمة ضخ ثابتة من البئر المدروس، ولكن من أجل معاملات مختلفة لخاصية عدم التجانس.

إن هدف البحث هو دراسة إحصائية لموقع النقطة المحايدة لمنطقة حرم البئر(stagnation point) وتحديد القيمة الأعظمية لاتساع منطقة حرم البئر(capture width) وذلك نتيجة التغييرات الإحصائية لخاصية عامل النفوذية وباعتبار أن قيمة المسامية في الحامل المدروس هي قيمة ثابتة تقريبا، ومن خلال هذه الدراسة الإحصائية سيتم تحديد االخطأ أو الارتياب في تحديد منطقة حرم البئر.

مواد وطرائق البحث :

تم استخدام طرق الجيوستاتيستيك من أجل تمثيل خاصية عدم التجانس للحامل المائي الجوفي بالنسبة لعامل النفوذية الذي يعتبر المتحول الأساسي بالنسبة لحركة المياه الجوفية في الحامل المائي الجوفي الحر (غير المضغوط). كما تم الاعتماد على المعادلات الأساسية لتحديد خواص حرم البئر في الحامل المتجانس وذلك من أجل المقارنة وحساب الارتياب الناتج عن خاصية عدم التجانس ومن ثم ربط الارتياب مع درجة عدم التجانس. وفيما يلي سنعطي أسس نظرية لكلا الطريقتين ومن ثم وصف الحقل المعتبر في الدراسة.

دراسة نظرية لطرق الجيوستاتيستيك [1]

ظهر علم الجيوستاتيستيك في الخمسينيات من القرن الماضي على يد العالم الفرنسي Krige من خلال عمله في مناجم الذهب في جنوب إفريقيا حيث اعتبر أن نسبة الذهب في موقع ما هي عبارة عن متحول عشوائي، وحيث تم ربط هذا المتحول بالموقع (المكان)، ويعرف المتحول العشوائي بأنه المتحول الذي يأخذ قيم عشوائية تبعاً لتوزع احتمالي ما ويرمز له (Z(x))، يعبر عن أي قيمة يمكن أن يأخذها المتحول العشوائي بالحدث ويرمز لها (z(x))، ثم تمت صياغة هذا العلم ضمن نظريات من خلال العالم Matheron وأطلق عليه اسم (Geostatistics).

تعتمد طرق (الجيوستاتيستيك) على افتراض أن هذه المتحولات العشوائية المكانية ذات شكل تركيبي معين، وتفترض أن هناك علاقة ارتباط بينهما. إن هذا يعني أن هناك علاقة ارتباط بين قيمة المتحول العشوائي z(x) وقيمة المتحول العشوائي z(x+h) للمتحول العشوائي المكاني Z(x) وذلك في الموقعين x و x+h، وذلك باعتبار أن h تمثل البعد بين الموقعين. (على سبيل المثال: عندما تمطر في الموقع x فانه من المحتمل أن تمطر أيضا على بعد ما x+h). [1]

يوصف التابع العشوائي Z(x) من خلال المتحولات العشوائية $Z(x_i)$ عند المواقع x_i واستقلاليتها. هناك بعض الحالات التي يحدد فيها التوزع من خلال المعاملين (العزمين) الأولين للحصول على الحل التقريبي.

إن تابع القيمة المتوقعة (العزم الأول) هو(حيث أن التابع العشوائي Z(x) متعلق بإحداثيات الموقع x):

$$E[Z(x)] = m(x) \qquad (1)$$

أما العزم الثاني للتابع العشوائي فيشمل تابع التباين

$$Var[Z(x)] = E\{[Z(x)-m(x)]^2\} \qquad (2)$$

أو تابع التباين المشترك

$$Cov\,x_1,x_2 = E\ Z\,x_1 - m\,x_1\ .\ Z\,x_2 - m\,x_2 \qquad (3)$$

أو منحني التباين

$$2\gamma\,x_1,x_2 = E\ Z\,x_1 - Z\,x_2\ ^2 \qquad (4)$$

الخواص العامة لمنحني التباين.

إن التمثيل البياني لمنحني التباين (كما في الشكل (1)) يبين العلاقة بين عناصر المنحني ويبين البنية الهيكلية القراغية للمتحول العشوائي المكاني المدروس. وتتحقق شروط نظرية الاستقرار من المرتبة الثانية عندما يكون لمنحني شبه التباين مجال العتبة وقيمة مستقرة للعتبة. [1]

الشكل (1) : رسم توضيحي لمنحني تباين محدود.

إن القيمة المستقرة للعتبة تمثل التباين الإحصائي لقيم قياس العينات، وإن قيمة طول المجال تدل على مسافة الاستقلالية بين قيم القياسات، التي من أجلها لا

تكون هناك علاقة ترابط بين العينات، والتي يتجاوز البعد بينها أكبر من هذه المسافة. وعندما يكون للمنحني شكل للعتبة يسمى بمنحني شبه التباين المحدد.

وصف المعادلات الأساسية لتحديد حرم البئر:

سنستعرض فيما يلي تحليل الجريان المنتظم في منطقة حرم البئر في حامل مائي جوفي متجانس ويتوسطه بئر ضخ، يكون فيها التدفق الطبيعي في الحقل قبل تشغيل بئر الضخ تدفق منتظم مستقر كما هو مبين في الشكل (2).

تطبق النظرية التي اعتمدت الطريقة عليها على جريان باتجاهين، مستوي ومستقر. وقد طورت كاملةً في بحث Javandel et al. (1984). وهي تعتمد على مفهوم السرعة الكامنة العقدية ، والمعرفة بـــ:

$$\Phi(x,y) = \phi(x,y) + i\psi(x,y) \qquad (5)$$

حيث: Φ (x, y) السرعة الكمونية العقدية

و ϕ (x, y) التابع الكموني [L2.T]

$i^2 = -1$ القسم التخيلي.

ψ (x, y) تابع الجريان [L2.T]

تتعلق سرعة الكمون Φ بالضاغط المائي h حيث:

$$\Phi = K h \qquad (6)$$

وبما أن K ثابت في الأوساط المتجانسة التي يطبق فيها التحليل، فلا يوجد سبب يمنع تقسيم الحدود الثلاث للمعادلة (5) على K لإعطاء ضاغط الكمون العقدي:

$$P(x,y) = h(x,y) + iw(x,y) \qquad (7)$$

حيث: $P(x,y) = \Phi / K$ ضاغط الكمون العقدي

$h(x,y) = \phi / K$ الضاغط المائي [L]

$w(x,y) = \psi / K$ عامل الجريان المعدل [L]

يعطى عامل الجريان لنظام جريان معلوم فيه عامل الكمون من العلاقة:

$$\begin{pmatrix} \partial W \\ \partial y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \partial h \\ \partial x \end{pmatrix} \qquad \begin{pmatrix} \partial W \\ \partial x \end{pmatrix} = -\begin{pmatrix} \partial h \\ \partial y \end{pmatrix} \qquad (8)$$

والذي يعني ببساطة أن h و w متعامداً في كل مكان.

وتعطى عناصر التدفق النوعي مباشرةً من قانون دارسي:

$$q_x = -K\begin{pmatrix} \partial h \\ \partial x \end{pmatrix}, \qquad q_y = -K\begin{pmatrix} \partial h \\ \partial y \end{pmatrix} \qquad (9)$$

ومن أجل نظام جريان متأثر بميل موضعي منتظم، وعدد من آبار السحب أو الحقن، يمكن تطوير المعادلات التي تعرف h و w اعتماداً على مبدأ الترتيب. وهي معروفة جيداً من النظرية الكلاسيكية للكمون (Javandel et al., 1984):

$$h(y,x) = -I(x\cos\alpha + y\sin\alpha) - \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{Q_i}{4\pi T}\right)\ln(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2 \qquad (10)$$

$$w(y,x) = -I(y\cos\alpha + x\sin\alpha) - \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{Q_i}{2\pi T}\right)\tan^{-1}\left(\frac{y-y_i}{x-x_i}\right) \quad (11)$$

حيث:

I الميل الهيدروليكي المحلي قبل تشغيل آبار الضخ (رقم عشري)، لاحظ أن I دائماً موجب.

α الزاوية بين اتجاه الجريان المحلي ومحور السينات الموجب (درجة أو راديان).

(x, y) إحداثيات النقطة التي تقيم فيها h و w .

Qi معدل الضخ للبئر i [L3/T] موجب للحقن وسالب للسحب.

n عدد الآبار.

(xi, yi) إحداثيات البئر i [L].

T ناقلية الحامل المائي الجوفي [L2/T].

إن الحد الأول من المعادلتين (7) و (8) ناتج عن الميل المحلي. والحد الثاني ناتج عن آبار الضخ، ومن الممكن عن طريق المعادلتين (10) و (11) حساب h(x,y) و w(x,y) لعدد كبير من المواقع، (x,y)، وبالتالي رسم العاملين لأي مجموعة خاصة من آبار الضخ n في المواقع (xi, yi)، وبسرعات ضخ Q، والشكل (3) هو مثال لإسقاط h(x,y) .

باشتقاق المعادلة (10) بالنسبة لـ h(x,y) و y وضربها بـ K- كما هو مشار إليه في المعادلة (12)، يعطي معادلات عناصر التدفق النوعي q_x و q_y:

$$q_x(x,y) = K\,I + \sum_{i=1}^{n}\left\{\frac{Q}{2\pi b}\,\frac{(x-x_i)}{\left[(x-x_i)^2+(y-y_i)^2\right]}\right\} \qquad (12)$$

$$q_y(x,y) = K\,I\sin\alpha + \sum_{i=1}^{n}\left\{\frac{Q}{2\pi b}\,\frac{(y-x_i)}{\left[(x-x_i)^2+(y-y_i)^2\right]}\right\} \qquad (13)$$

تعطى عناصر السرعة الخطية الوسطية، V_x و V_y بالعلاقتين:

$$V_x = \frac{q_x}{n_e} \qquad V_y = \frac{q_y}{n_e} \qquad (14)$$

حيث n_e المسامية الفعالة للحامل المائي الجوفي. وهي السرعة التي يتحرك عندها الملوث ضمن الطبقة الخازنة للمياه نحو بئر السحب خلال عملية المعالجة. إن حسابات V(x, y) يمكن أن تستخدم لرسم خطوط أزمنة المعالجة.

تعطى معادلة منطقة حرم البئر وفق المعادلات السابقة كما يلي:

$$\frac{y}{x} = \pm tan\left(\frac{2\pi Tiy}{Q_w}\right) \qquad (15)$$

أما إحداثيات موقع النقطة المحايدة فيعطى كما يلي:

$$x_s = \frac{Q_w}{2\pi Ti}, Y_s = 0 \qquad (16)$$

أما عرض أو اتساع منطقة حرم البئر فهو :

$$W = \frac{Q_w}{Ti} \qquad (17)$$

$$W = \frac{Q}{BU} \qquad (18)$$

فرضيات هذا النموذج هي كالتالي:

إذا كان الحامل المائي الجوفي متجانس، أي له خواص فيزيائية موحدة ويمتد في المدى الأفقي بشكل لانهائي، وفق هذه الشروط، فإن عرض أو اتساع منطقة حرم البئر يتناسب طرداً مع سرعة الضخ،[L3/T] Q وتتناسب عكساً مع حاصل ضرب سماكة الطبقة الخازنة للمياه [L] b والتدفق المحلي النوع [L/T] q، وقد أوجد Javandel et al. (1984) منحنيات نموذجية لمنطقة حرم البئر لنظام سحب مؤلف من بئر واحد وكذلك من أجل عدة آبار.

تم اعتماد الحقل المدروس كما في أبحاث سابقة، بغية المقارنة مع النتائج المتعددة في المستقبل وباعتبار أن الحقل المفروض ذو معايير معروفة. حيث أن الحقل المدروس له شكل رباعي بأبعاد (وهنا تقريبا 1000 x 1000 m) ويحتوي على بئر ضخ مركزي يقع في منتصفه تماماً. وتم تقسيم الحقل إلى 99 سطر ($\Delta X = 10m$) و99 عمود ($\Delta Y = 10m$) وهذا يعني أن الحقل مؤلف من 99×99 (9801) خلية ذات البعد (10 x 10 m)، انظر الشكل (2).

الشكل (2) : وصف الحامل الجوفي المدروس المؤلف من خلايا وبئر ضخ في منتصفه مع الحدود الطرفية.

أما الشروط الطرفية فتم افتراض الطرفين الشمالي والجنوبي ذو حدود كتيمة غير نفوذة، أما الطرف الغربي والشرقي فهو ذو حدود ثابتة هيدروليكيا مع تغيير لتأمين جريان منتظم من الغرب إلى الشرق.

سنعتبر جملة الإحداثيات الديكارتية متمركزة عند موقع بئر الضخ (مركز الحقل المدروس) ومحور السينات أفقيا باتجاه الجريان الأساسي.

تمثيل حالة عدم التجانس بالنسبة لخاصية عامل الفوذية

من أجل ذلك تم توليد قيم عامل النفوذية في الحقل اعتمادا" على البرنامج HYDRO_GEN. وبشكل عام تم افتراض القيمة الوسطية لعامل النفوذية تساوي الواحد (m(k)=1)، وبالتالي نستنتج أن (ln(k)=0)، أما من أجل الحالات الأخرى، مهما كانت، فيمكن القيام بإجراءات التحويل الرياضية المعروفة للانتقال إلى القيمة الوسطية في أي حقل مدروس. تم توليد قيم عامل النفوذية في الحقل المدرس باستخدام البرنامج HYDRO_GEN [2]، كما تم توليد هذه القيم من أجل قيم مختلفة لتباين (ln(k))، وللمقياس التكاملي الذي يعبر عن مدى أو مجال الارتباط بين المتحولات العشوائية.

وحسب الخبرات العملية تتغير قيمة التباين لتوزع قيم (ln(k)) من 0 إلى 1.5 لدى تجارب الضخ (Lebbe, 1998) [6].

حيث تم في هذا البحث اعتماد الوضع الأكثر شيوعا وهو التوزع الطبيعي اللوغارتمي لعامل النفوذية ومنحني التباين هو الشكل الأسي وسيتم التحليل من أجل عدة قيم للتباين وعدة قيم لمقياس التكامل أو مايكافئه طول الارتباط، وذلك من أجل دراسة خاصية عدم التجانس بمعاملات مختلفة وتحليل تأثيرها على موقع النقطة المحايدة والاتساع الأعظمي لمنطقة حرم البئر. إن القيمة الأكثر شيوعاً هي (1). ولذلك تم في هذا العمل بحث التأثيرات من أجل قيم التباين: (0.1 -0.50-1.0)،

ومن أجل كل قيمة لهذا التباين تم بحث قيم مختلفة للمقياس التكاملي (مجال الارتباط) وهي (100 – 50 – 25 – 10)، أي أن القيم النسبية (1-0.5-0.25-0.1). وقد تم توليد (999) حالة توزع مختلفة من أجل كل حالة من الحالات المدروسة، ويظهر ذلك في الأشكال (3) و (4).

النتائج والمناقشة :

الشكل (3) : الحمولة المائية والتدفق إلى بئر الضخ في الحامل الجوفي المتجانس.

الشكل (4) : الحمولة المائية والتدفق إلى بئر الضخ في الحامل الجوفي غير المتجانس.

بشكل عام أظهرت النتائج من أجل الحامل المائي الجوفي غير المتجانس بأنه يمكن وصف إحداثيات موقع النقطة المحايدة لمنطقة الحرم البئر تبعا لخواص الناقلية للحامل المائي وتدفق السحب من البئر والجريان المنتظم ضمن الحامل والى درجة عدم التجانس وعامل الارتباط لعدم التجانس، أي يمكن وصفها وفق العلاقات التابعية التالية:

$$x_s = f(K, Q_w, q_0, L) \qquad (19)$$

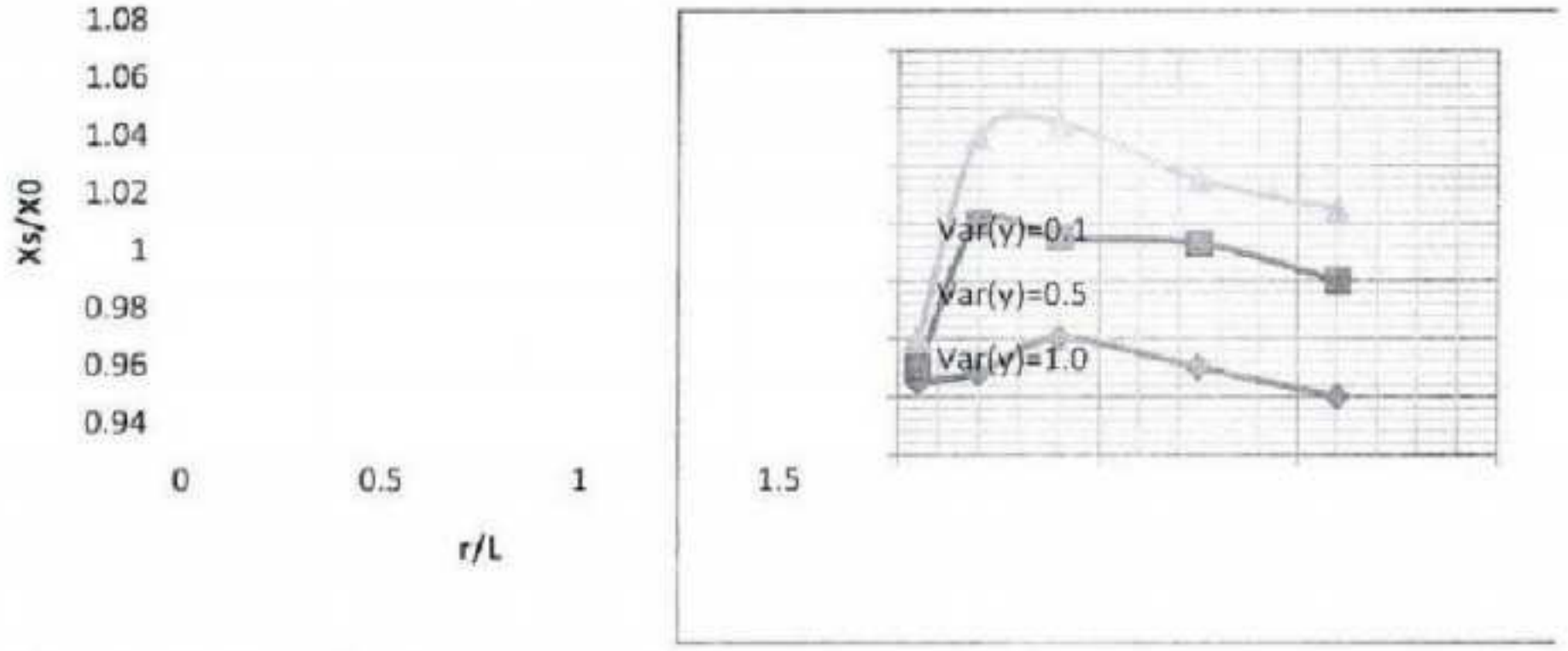
حيث أن :

K : عامل النفوذية المائية العشوائية في الحقل المدروس.

Q_w : معدل الضخ من البئر من أجل واحدة السماكة للحامل المائي الجوفي.

q_0 : معدل الجريان المنتظم الأفقي للحامل المائي الجوفي.

L : معامل يتعلق بخاصية عدم التجانس للحامل المائي الجوفي.



الشكل (5) : علاقة إحداثيات النقطة المحايد لحرم البئر في الاتجاه (x) مع طول الارتباط من أجل درجات تجانس مختلفة لعامل النفوذية.

وبالتالي فإن القيمة المرتقبة لموقع النقطة المحايدة وفق قواعد علم الجيوستاتيستيك هي على الشكل التالي :

$$E[x_s]^i = f(T, Q, q_0, r, \sigma_Y^2) \qquad (20)$$

وباعتبار أن قيمة الجريان المنتظم المحلي ومعدل الضخ من البئر ثابتة، فإن القيمة الوسطية لإحداثيات موقع النقطة المحايدة $(\overline{x_s}, \overline{y_s})$ تكتب على الشكل التالي:

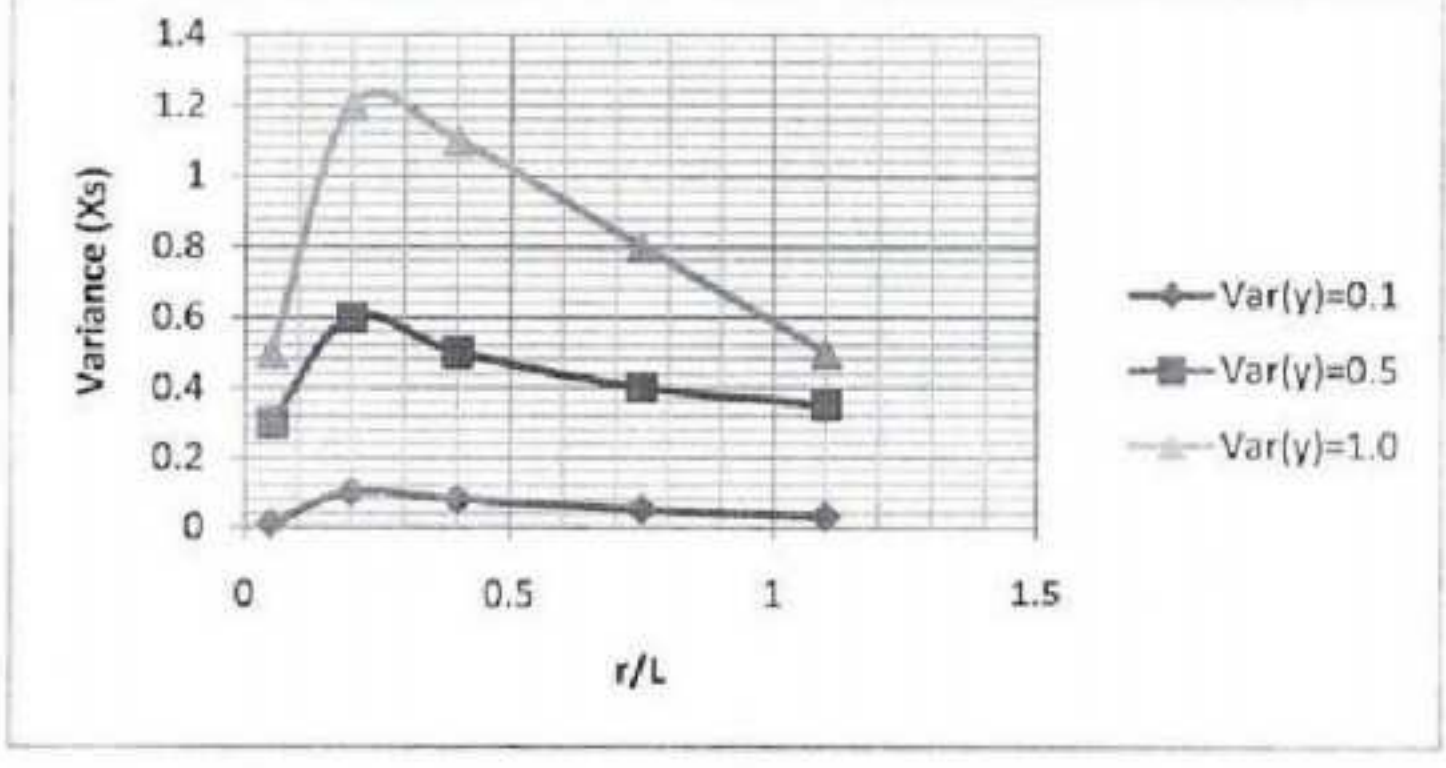
$$\frac{\overline{x_s}}{\overline{x_{s0}}} = f\left(\frac{T}{q_0}, \frac{r}{L}, \sigma_Y^2, \frac{L}{Q/q_0}\right); \qquad \overline{y_s} = 0 \qquad (21)$$

حيث أن :

$\overline{x_{s0}}$: القيمة لموقع النقطة المحايدة للحامل الجوفي المتجانس.

r : معامل الارتباط لخاصية عدم التجانس.

σ_Y^2 : التباين لدرجة عدم التجانس.

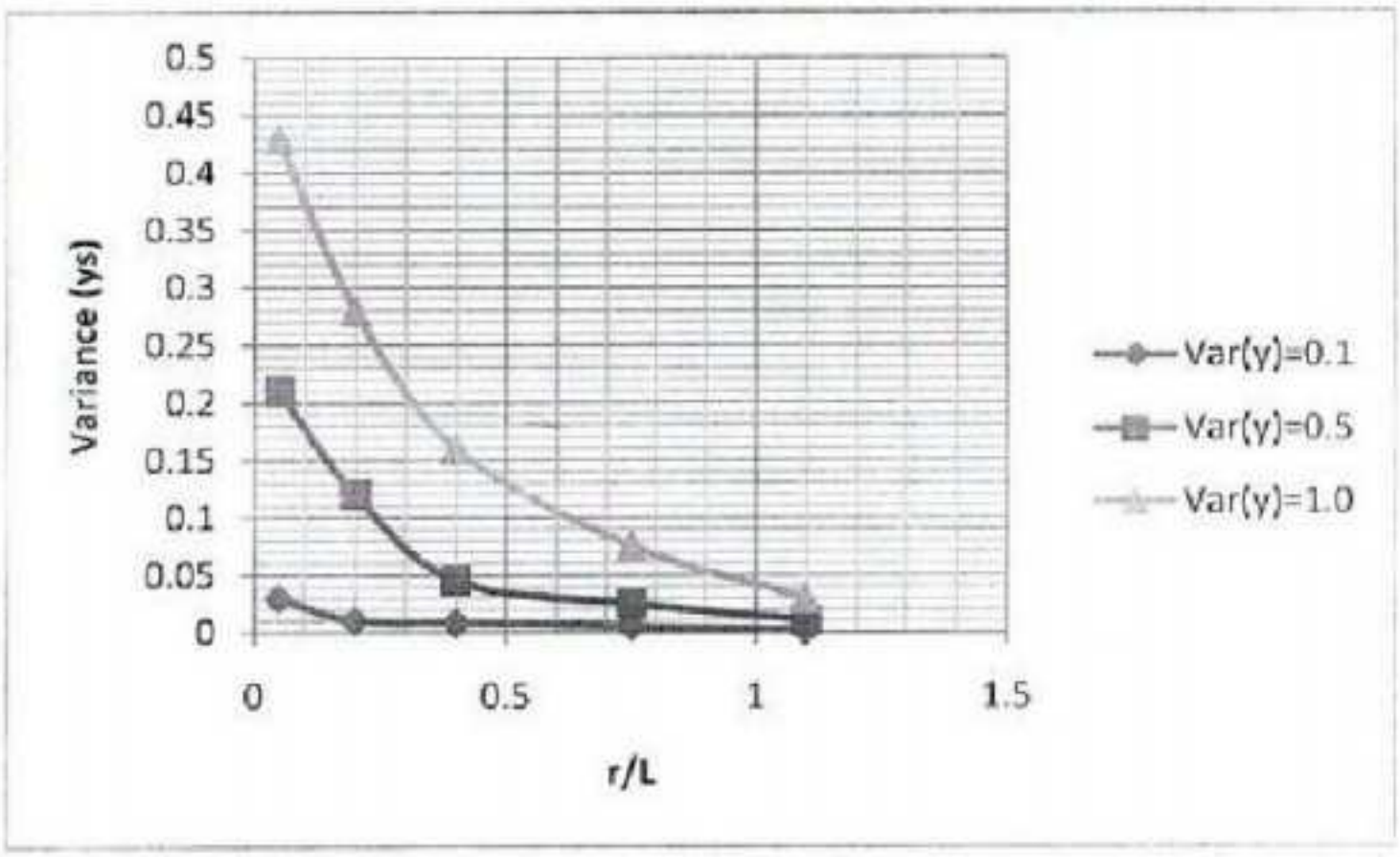


الشكل (6) : علاقة تباين النقطة المحايد لحرم البئر في الاتجاه (x) مع طول الارتباط (النسبي) من أجل درجات تجانس مختلفة لعامل النفوذية.

أما الانحراف المعياري لهذا الموقع في الاتجاه الأفقي أو الشاقولي فيمكن تحديده بشكل نسبي اعتمادا على المخططات الناتجة وفق العلاقتين التاليتين :

$$\frac{\sigma_{x_S}^2}{x_{S0}^2} = f\left(\frac{T}{q_0}, \frac{r}{L}, \sigma_Y^2, \frac{L}{Q/q_0}\right) \qquad (22)$$

$$\frac{\sigma_{y_S}^2}{(Q/q_0)^2} = f\left(\frac{T}{q_0}, \frac{r}{L}, \sigma_Y^2, \frac{L}{Q/q_0}\right) \qquad (23)$$



الشكل (7) : علاقة تباين النقطة المحايد لحرم البئر في الاتجاه (y) مع طول الارتباط (النسبي) من أجل درجات تجانس مختلفة لعامل النفوذية.

إن قيمة اتساع منطقة حرم البئر تعطى وفق معادلة الاستمرارية كما يلي :

$$W = \frac{Q}{q_0} \qquad (23)$$

وبالتالي فإن هذه القيمة ثابتة حتى في الحامل غير المتجانس ولكن سيختلف موقع هذا الاتساع نحو الأعلى أو الأسفل حسب موقع نقطة مركز الثقل لمنطقة حرم البئر (y_G).

الاستنتاجات و الخلاصة.

1. تعتمد القيمة الوسطية لموقع النقطة الحيادية قيمة التباين لعامل النفوذية اللوغارتمي والعلاقة بينهما خطية، بينما العلاقة مع النسبة ($\frac{r}{L}$) غير خطية. إن تأثير التباين والنسبة ($\frac{r}{L}$) ليست كبيرة، حيث أن تغييرات قيمة موقع النقطية المحايدة تختلف نسبيا مع زيادة التباين بقيمة لاتزيد عن 10% .
2. إن موقع النقطة المحايدة عن بئر الضخ أو التغذية تتأثر بشكل كبير بقيمة عامل النفوذية الوسطي للمنطقة.
3. يزداد تباين موقع النقطة المحايدة في الاتجاه الطولاني والعرضاني مع ازدياد التباين لعامل النفوذية اللوغارتمي، أما علاقته مع ($\frac{r}{L}$) فهي متغيرة.
4. تتناقص المعامل الطولاني لتباين موقع النقطة الحيادية.
5. يزداد الارتياب المرتبط بموقع النقطة الحيادية في الاتجاه العرضاني عندما تكون ضمن منطقة ذات عامل نفوذية منخفض.
6. اعتماد موقع مركز الثقالة لمنطقة حرم البئر في حامل مائي جوفي غير متجانس y_G يشابه كميا ماتمت ملاحظته في التباين موقع النقطة الحيادية في الاتجاه العرضاني.

المراجع

1. ARMSTRONG M., 1996- **Basic Linear Geostatistics**, Springer, Berlin, 149 p.
2. BELLIN A.; RUBIN Y., 1998-**HYDRO_GEN (A spatial distributed random field generator for correlated properties)** *Journal of Stochastic Hydrology and Hydraulics*, **(10),4**, 253-278p.
3. DAGAN G., 1998 – **Flow and Transport in Porous Media**, Springer, Berlin, 465 p.
4. DRISCOLL, F. G., 1977-**Groundwater and Well**, Jonson Screens, Minnesota, 1089 p.
5. HARBAUGH, A.W.; MCDONALDS, M.G., 1996, **MODFLOW**, USGS, Open report file 96-486, 220 p.
6. LEBBE L., 1999, **Hydraulical Parameter Identification**, Springer, Berlin, 359 p.
7. SCHWARTZ F. W.; ZHANG H., 2003, **Fundamental of Groundwater**, John Wiley & sons, Berlin, 592 p.
8. Todd D. K.; MAYS L., 2005, **Groundwater Hydrology**, John Wiley & sons, Berlin, 656 p.

The Influence of heterogeneity by determine the capture zone of well in unconfiend Aquifer

Ayman ABDULRAHMAN

Department of Water Engineering – faculty of civil Engineering

Aleppo University – Aleppo – Syria

Abstract

By the incressing of polution in groundwater in the last deacays, the scientist try to find the solution to remediat this polution. One of this method is the pumping method, which have a stagnation point and capture zone width as a charachterics of well capture zone. Most of researches concetrat to assume the Aquifer as homogenous and determin the number of required wells and pumping rates. The calculatios are not exact because the real Aquifer is not homogenouse and they are an errors, so we study hier the influence of this heterogeneity of determin these parameters.

We used the geostatistical methods to represent the heterogeneity of unconfined Aquifer, the paremeters of the semivariogram are sill and correlation length (or integral scale), which are varied to consider different degree of heterogeneity.

The aim of this research to study the influence of heterogeneity on the parameters of capture zone and this done by find the errors which result from assuming the Aquifer as homogenous and correlate the degree of heterogenous with the uncertainty of parameters of well capture zone.