التباين الزماني والمكاني لنوعية مياه الري الجوفية لواحة الأحساء، المملكة العربية السعودية

خليل بن علي المعبر حوباني[1] و أحمد بن عبد اللطيف النعيم[2]

كلية العلوم الزراعية والأغذية – جامعة الملك فيصل
الأحساء – المملكة العربية السعودية

المستخلص : هدف هذا البحث إلى تقويم التغير المكاني والزماني لملوحة وصودية المياه بواحة الأحساء. جمعت 138 عينة ماء بئر طبقة النيوجين الجوفي لعام 2009م ، كما جمعت بيانات ملوحة وصودية المياه الجوفية من نفس الطبقة من هيئة الري والصرف بالأحساء للأعوام 1994م - 2008م بإستثناء الاعوام 2003, 2005, 2006 لبيانات ملوحة المياه الجوفية والأعوام 2003, 2005 للبيانات الصودية. أُستخدم برنامج نظم المعلومات الجغرافية والبرامج الملحقة لبناء نماذج التوزيع المكاني لخصائص جودة المياه {التوصيل الكهربي، (EC) ونسبة الصوديوم المدمص (SAR)}، كما اجري تحليل أحصائي لبناء السلسلة الزمنية للتغير الزماني في ملوحة المياه باستخدام برنامج مايكروسوف اكسل. أشارت نتائج نماذج التغير المكاني في ملوحة مياه طبقة النيوجين إلي زيادة الملوحة في 1994م و1998م إلى 2007م ، كلما اتجهنا ناحية شرق الواحة لتصل إلى الفئة C4 (عالي جداً)، بينما تقل في أتجاه الغرب وشمال الواحة حيث تقع ما بين متوسط إلى عالي الجودة (C2- C3) وخلال عامي 2008م و 2009م زادت الملوحة بشكل عام في الجزء الشرقي والشمالي الغربي من الواحة ممثلة في الفئة عالية الملوحة جدا، وشمل ذلك بعض المناطق الوسطى بالإضافة للجزء الشرقي والشمالي والتي أظهرت درجة شديدة الملوحة بلغت C4 وأعلى من الحد الحرج وذلك حسب معمل الملوحة الأمريكية للملوحة (3< ديسيسيمن/م).

كما أظهرت نتائج تحليل التغير الزماني في ملوحة المياه، خلال الفترة الزمنية المختارة، أن ملوحة مياه طبقة النيوجين تزيد مع زيادة الرقعة الزراعية للمنطقة بمعنى زيادة كمية المياه المستهلكة لقطاع الري من خلال الضخ، حيث تمثل القيمة 3.06 ديسيسيمن/م متوسط الملوحة في جميع السنوات. ويمثل هذا التركيز الحد الحرج للملوحة. هناك زيادة بنسبة 20% من بداية الفترة (2.55 ديسيسيمن/م) إلى نهايتها (3.2 ديسيسيمن/م). كما تشير النتائج أن نسبة الصوديوم المدمص (SAR) لجميع عينات المياه منخفضة (C1) عند مقارنتها بالمستوى الحرج لضرر الصوديوم ، ولها نفس الإتجاه في التغير الزماني والمكاني. أظهرت نتائج التقييم لعينات المياه أن معظم عينات المياه تقع ضمن الفئة صودية منخفضة – ملوحة عالية جداً و صودية منخفضة – ملوحة عالية (C4- S1) و(C3-S1) ونسبة قليلة من الآبار في حدود 1% تقع ضمن الفئة متوسطة الصودية – شديدة الملوحة (C4-S2). حسب تصنيف معمل الملوحة الأمريكي، يوجد تغير معنوي بالزيادة في ملوحة المياه حيث بلغ معدل معامل الأرتباط (R^2)0.6204 للتوصيل الكهربائي، و 0.6176 لنسبة الصوديوم. وبشكل عام نجد أن مشاكل المياه في الأحساء تنحصر في الضرر الملحي وجهد الملوحة وضرر المغنسيوم.

الكلمات الدالة: ملوحة المياه ، صودية المياه ، التباين الزماني والمكاني ، نظم المعلومات الجغرافية ، واحة الأحساء.

المقدمة

تعتمد المملكة العربية السعودية على المياه السطحية والجوفية كمصدر رئيسي لمياه الري بنسبة 85%. تعد نوعية مياه الري من العوامل المهمة في استمرارية الزراعة وديمومتها في المملكة حيث تؤثر النوعية على خواص التربة الفيزيائية والكيميائية وعلى النباتات النامية. تعد واحة الإحساء من أكبر المناطق الزراعية في المملكة العربية السعودية حيث تغطي مساحة قدرها 20 ألف هكتار. تقع واحة الأحساء ضمن نطاق المنطقة المدارية بين خطي

العرض′20 °25 و ′40 °25 شمال خط الاستواء و بين خطي الطول ′30 °49 و ′50 °49 شرق خط غرينتش. تعدُّ المياه الجوفية أهم المصادر المائية التي يعتمد عليها من أجل تأمين الاحتياجات المائية لواحة الأحساء، وتعود هذه المياه الجوفية بمصدرها إلى ثلاثة تكوينات جيولوجية مائية رئيسة وهي على الترتيب الطبقي من الأعلى إلى الأسفل :النيوجين و الدمام (الخبر ، العلاة) و أم الرضمة (الملحم 2009م). أدى التوسع في الرقعة الزراعية في المملكة إلى استنزاف كميات كبيره من المياه الجوفية ونجم عن ذلك تفاقم مشكلة تدني نوعية المياه المستخدمة للزراعة (العمران وآخرون 2005م ; النعيم والبراك، 2010).

أدى الضخ المكثف للمياه في منطقة الدراسة إلى انخفاض مستمر في مستويات المياه في كل الخزانات الجوفية للمياه وإلي زيادة تركيز الأملاح الذائبة في الخزانات الجوفية الثلاثة على امتداد الاتجاه العام لانسياب المياه الجوفية وهو الاتجاه الشمالي الشرقي. (Al-Mahmoud 1987). وتختلف الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية في منطقة الأحساء من طبقة مائية إلى أخرى ، تبعاً لاختلاف طبيعة أصل المياه الجوفية وتفاعلها مع الصخور والمواد القابلة للذوبان، وكمية مياه التغذية من الأمطار. بشكل عام تزداد كمية الأملاح في تكوينات المياه الجوفية في منطقة الأحساء من الغرب نحو الشرق، طول ممر الأنسيابي أو جريان الماء، وذلك نتيجة لطول وقت الاحتكاك بين المياه والصخر، الارتفاع في درجات الحرارة (الخطيب 1980 ؛ Hussain *et al*. 2008).

كما أشار (Al-Dakheel 2009) إلي العلاقة بين التغيرات الزمانية و المكانية في ملوحة الطبقات الجوفية الرئيسية في منطقة الأحساء، كما أن Al-Hawas 2002 وجد أن هناك زيادة في نسبة الملوحة عن الحد المسموح به وذلك من خلال دراسات حول تقييم نوعية مياه الري في واحة الأحساء حيث وجد أن مياهها تقع بين متوسطة الصودية وملوحة عالية جدا (C4-S2) . وأظهرت بعض الدراسات أن ملوحة المياه الجوفية في واحة الأحساء تقع في الحدود بين عالية الصودية وملوحة منخفضة (C3-S1) وعالية الصودية جداً ومتوسطة الملوحة (C4-S2) (Al-Zarah 2008)، كما هو موضح في الشكل (1)

أدى التوسع في النشاط الزراعي والصناعي والسكاني في الواحة إلى تغير ملحوظ في جودة المياه الجوفية، نتيجة للأنشطة البشرية مثل صرف مياه النشاط الصناعي

والسكاني والتسميد المكثف واستعمال المبيدات بشكل مفرط في النشاط الزراعي بالمنطقة مما يؤدي إلى خفض جودة هذه المياه على مر الزمن، مما يتيح الفرصة إلى تسرب الملوثات الناتجة من الأنشطة البشرية إلي المخزون الجوفي هذه التسربات للملوثات والتفاعلات الكيميائية والبيولوجية المستمرة أدت إلي تغير طبيعة تلك المياه و التي ساعدت في تحلل وانطلاق بعض المركّبات الكيميائية إلى الخزان الجوفي. كما أن التغير في ملوحة مياه الري الجوفية يختلف من موقع إلى آخر مكانيا وزمانيا في واحة الأحساء، لذا هدف هذا البحث إلى تقييم نوعية مياه الري الجوفية مكانيا وزمانياً في واحة الأحساء.

مواد وطريقة البحث

تم الحصول على بيانات للتحليل الكيميائي لمياه طبقة النيوجين لعدة سنوات من هيئة الري والصرف بالأحساء (1994– 2008م) بإستثناء الأعوام 1995م , 1997م و 2003 و 2005م ، ونقحت البيانات وبو بت، كما حولت الوحدات من ppm إلى meq/L، وحسبت نسبة الصوديوم المدمص (sodium adsorption ratio (SAR (وهو مؤشر الصودية)وفقا للمعادلة (1). جمعت 73 عينة مياه من طبقة تكوين النيوجين من خلال أعماق أقل من 150 م، كما حددت مواقع جمع عينات المياه باستخدم جهاز تحديد المواقع Global Position System (GPS) في تحديد إحداثيات الخطوط الطولية والعرضية لمواقع جمع عينات المياه كما هو موضح في الشكل (2) وإجريت التحليلات الكيميائية اللازمة، مثل تقدير التوصيل الكهربائي للماء عند 25 درجة مئوية وهذا يمثل مؤشر الملوحة

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2}} \quad \text{(1)} \quad \text{..... (Richads 1954).}$$

أجريت بعض الاحصائيات فيما يخص حساب المتوسط، والقيمة العظمى والقيمة الصغرى والتباين والانحراف المعياري بهدف إجراء تحليل التغير الزماني .

تباين مياه الرى بواحة الأحساء، السعوديه

كما جمعت البيانات التي تخص كل بئر خلال السنوات المختلفة، و حددت مواقع هذه الآبار بإستخدام نظام الإحداثيات العالمي المستعرض Universal

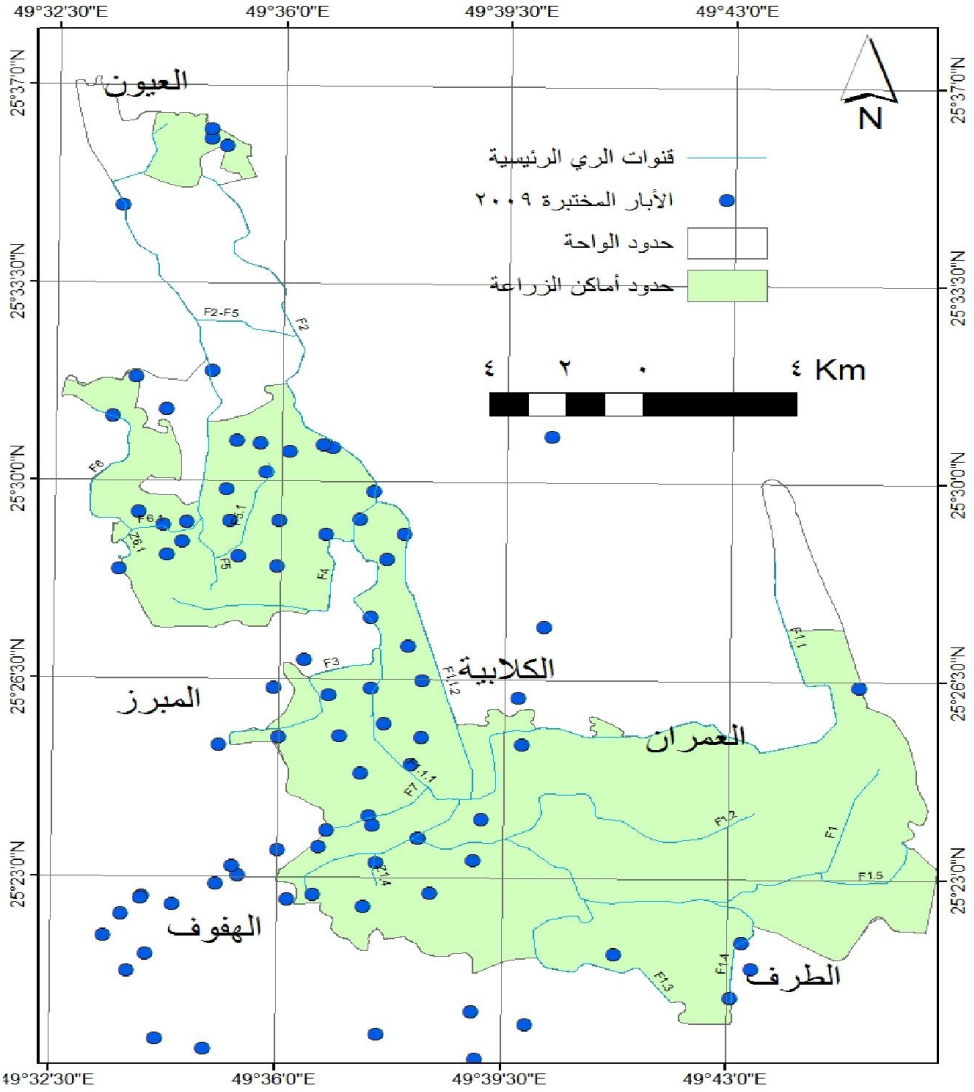
(UTM) {Transverse Mercator} بغرض تجهيز البيانات لمرحلة بناء نماذج التوزيع المكاني للتغير في حالة المياه.

تم تحويل البيانات وإعدادها باستخدام برنامج الأكسل إلى نظام المعلومات الجغرافية (GIS) باستخدام برنامج ArcGIS 9.3 Software, (ArcGIS 1999/2008, ESRI Inc.). ومن ثم حفظت البيانات في ملف من نوع رقمي (Shape File .shp) حيث تمثل بيانات كل سنة بطبقة نقاط (point)، مع ضبط الإحداثي لها بالإحداثي المرجعي العالمي المستعرض (UTM) لتتطابق جميع الطبقات مع قاعدة البيانات المكانية وخريطة الأساس الرقمية لمنطقة الدراسة.

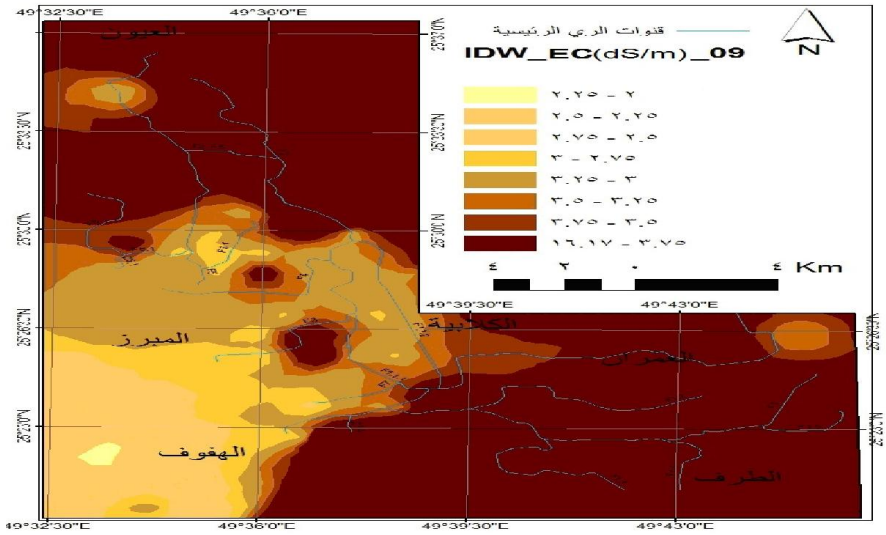
أستخدمت بعض الطرق الإحصائية لإجراء تحليل المتغيرات الزمانية لحالة المياه، مثل طريقة تحليل الانحدار الخطي (خط الاتجاه) {Linear regression -trend line} والذي يمثل اتجاه وشكل التغير على المدى الطويل في سلسلة زمنية من البيانات، أو التحليل باستخدام التغير في مخطط المربع (Boxplot) ويستخدم في الاحصاء الوصفي كوسيلة مريحة لتصور التغير في سلسلة من البيانات من خلال خمسة قيم متغيرة وهي: القيمة الصغرى (.min) و الربع السفلي {Lower quartile (Q1)}، والمتوسط mean ، والربع العلوي {Upper quartile (Q3)}، والقيمة العظمى (.max)، فتظهر المسافات بين الأجزاء المختلفة للمربع مدى التشتت (dispersion)، خلال الفترات الزمنية المختلفة.

استخدمت طريقة تقويم المسافة العكسية الاحصائية (Inverse distance weighting) التي يوفرها برنامج Geo-Statistical Analyst المرتبط مع برنامج ArcMap لحزمة برنامج ArcGIS 9.3 لبناء نماذج التوزيع المكاني للمتغيرات التي تبين حالة الملوحة ومؤشرها للتوصيل الكهربائي (EC dS/m) والصودية (SAR). وتعتبر طريقة تقييم المسافة العكسية اسلوب إحصائي تحديدي يعمل على أساس تحديد التجاور(Neighbourhood) حول النقطة المراد توليدها وبعدها عن النقاط الموجودة في نطاق هذا التجاور، حيث تقل الأوزان مع

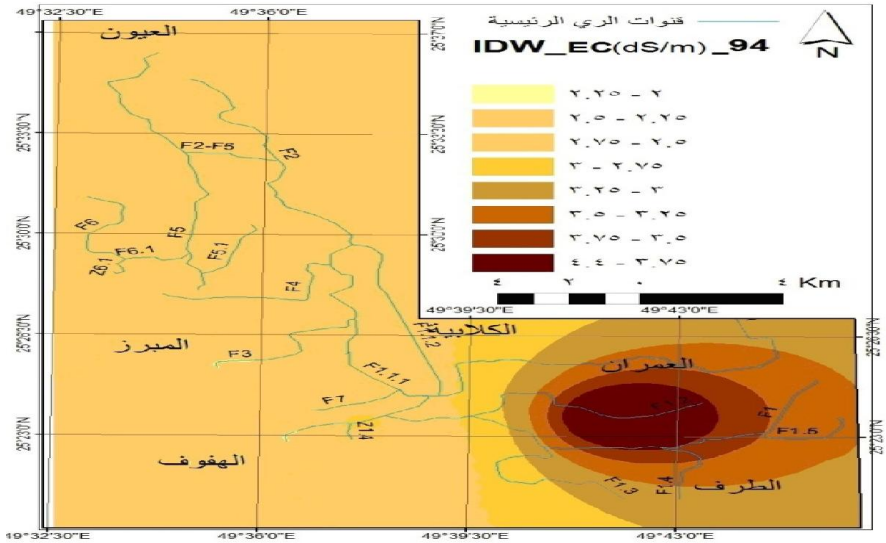
زيادة المسافة. الشكلان (3) و (4) يبينان أمثلة لبعض نماذج التوزيع المكاني للملوحة للعام 2009 ونسبة الصوديوم المدمص للعام 2009.



الشكل 2. مواقع عينات الآبار الارتوازية لطبقة تكوين النيوجين في واحة الأحساء.



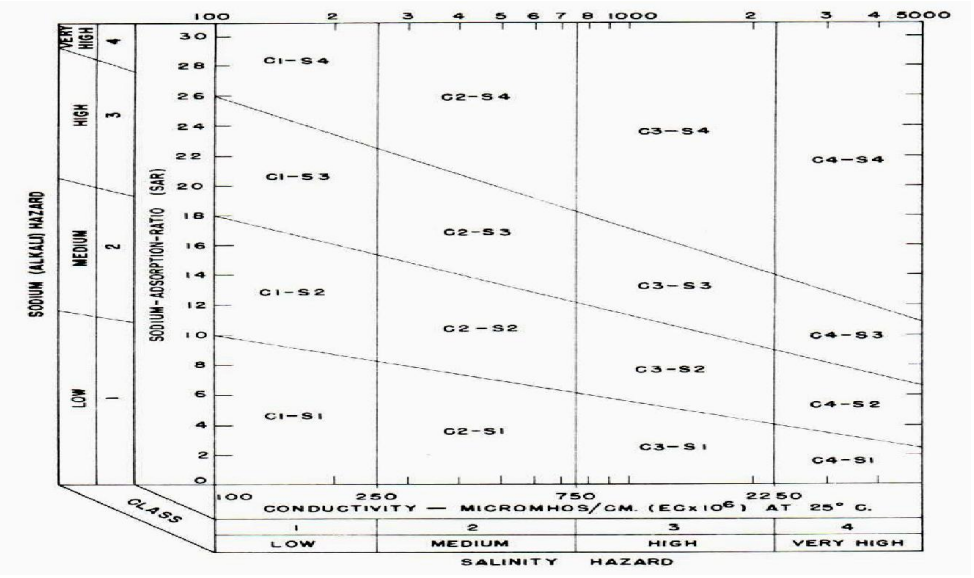
الشكل 3 . نموذج التوزيع المكاني للملوحة (EC) 2009



الشكل 4 . نموذج التوزيع المكاني لنسبة الصوديوم المدمص (SAR) 2009

النتائج والمناقشة

تراوحت قيم التوصيل الكهربائي (الملوحة) لجميع عينات المياه بين 2.1 (ملوحة عالية) و 4.39 (ملوحة عالية جداً) ديسيسيمن/ متر للعام 1994م أي أنها تقع في الفئة عالية الملوحة – عالية جداً (C4-C3) حسب تصنيف معمل الملوحة الأمريكي كما هم موضح في الشكل (1)، وفي عام 1998 تراوحت بين 2.26 إلى 4.88 ديسيسيمن/م . أستمرت قيم الملوحة في هذا المعدل بينما تلاحظ زيادة في العامين 2007 و 2008 حيث تراوحت الملوحة بين 2.3 و 4.5 ديسيسيمن/م مما يعني تدهور جودة المياه في الأعوام الآخيرة، حيث سجلت بعض الآبار الخاصة في بعض المزارع قيمة تصل إلى 16.1 ديسيسيمن/م في العام 2009. وهذا ناتج عن زيادة معدل السحب من الآبار الجوفية مع قلة كمية المياه المغذية لطبقة النيوجين بسبب قلة الأمطار في السنوات الأخيرة (Al-Naeem, 2005). تشير النتائج أيضاً أن قيم التوصيل الكهربائي لبعض الآبار أقل من الحد الحرج لملوحة المياه وأن استخدامها في مجال الري لا يسبب مشاكل تتعلق بنفاذية التربة.



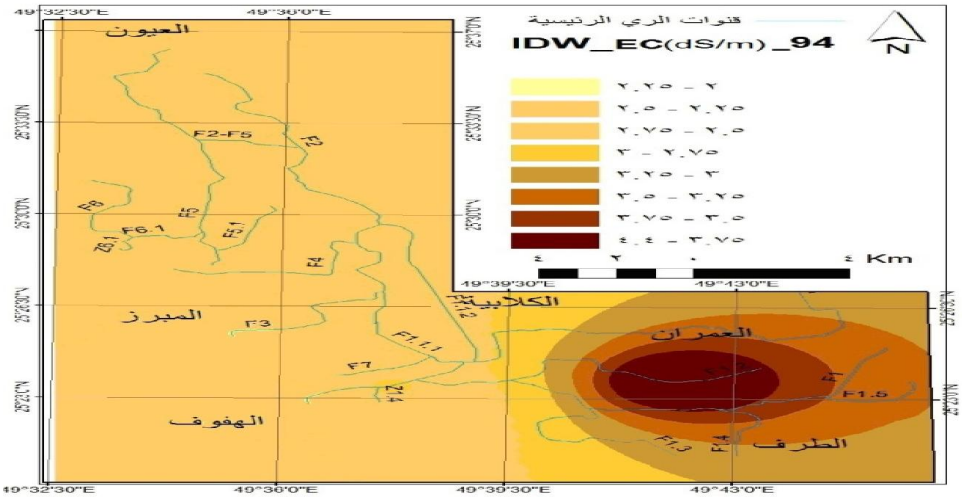
الشكل 1. تصنيف معمل الملوحة الأمريكي لمياه الري (Richards, 1954)

التغيير في ملوحة المياه مكانياً وزمانياً

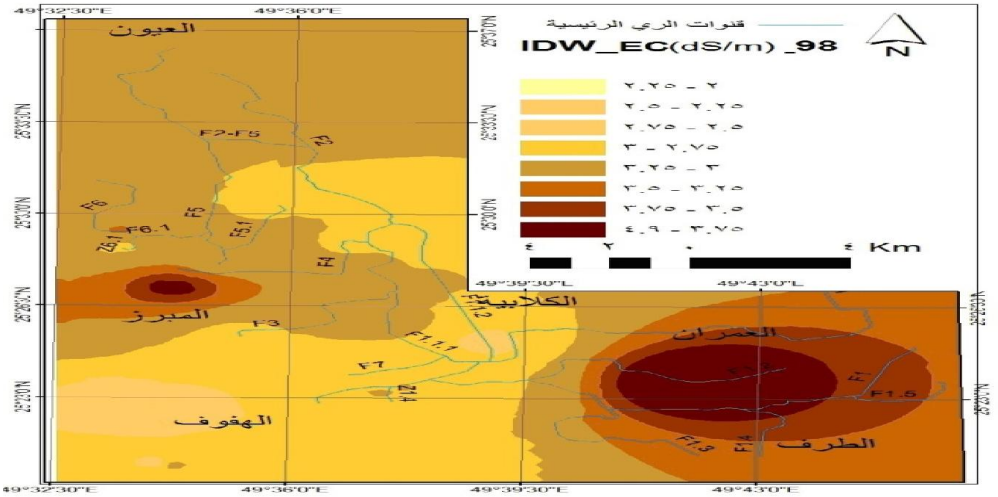
يوضح الجدول (1) التغيير الزماني في ملوحة المياه خلال الفترة الزمنية 1994 - 2009 م . زدات ملوحة مياه طبقة النيوجين، حيث وصل متوسط الملوحة في جميع السنوات الى 3.06 ديسيسيمن/م، ويمثل هذا التركيز الحرج للملوحة، وكان متوسط التركيز في بداية الفترة 2.55 ديسيسيمن/م بينما وصل في نهايتها إلى 3.2 ديسيسيمن/م، أي أن التغير في ملوحة المياه بالزيادة بنسبة 20.3%. يوضح الشكل 3 نموذج التوزيع المكاني للملوحة لعام 2009 والشكل 4 نسبة الصوديوم المدمص للعام 2009. في العامين 1994 و 1998 ، زادت الملوحة كلما اتجهنا ناحية شرق الواحة لتصل إلى الفئة C4 (عالي جداً) حسب معمل الملوحة الأمريكي بينما تقل في أتجاه الغرب وشمال الواحة حيث تقع في الفئة متوسط إلى عالي (C2- C3)، كما أنها زادت بوجه عام في نموذج عام 1998 عن نموذج 1994. ظهر(الشكلان 5, 6) مع بدء ظهور زيادة ملحوظة
في توزيع الملوحة في الجزء الشمالي والجنوبي الغربي في السنوات التالية. ظهرتملح شديد (C4) في الآبار في الجزء الشمالي الغربي لنموذج 2007، وبوجه عام تقع معظم المناطق بين الفئة عالية الملوحة إلى عالية جداً (C3– C4) ، أنظر إلى الشكل (1). ويمكن تفسير هذا التذبذب والتباين زمانيا ومكانيا للملوحة، ربما تأتي نتيجة زيادة في الرقعة الزراعية في منطقة معينة عن منطقة أخرى، والتباين في أرتفاع معدلات ضخ المياه للري وانخفاض معدل الأمطار من سنة إلى أخرى ومن منطقة ألى أخرى. أيضاً تظهر النماذج أنه في العام 2008، زادت الملوحة بشكل عام في الجزء الشرقي والشمالي الغربي من الواحة ممثلة في الفئة عالية الملوحة جدا بينما نجد في نموذج 2009 أن الآبار في الجزء الشرقي والشمالي وبعض المناطق الوسطي أظهرت درجة شديدة الملوحة (C4)، (الشكل 1) وأعلى من الحد الحرج حسب تصنيف الفاو (3< ديسيسيمن/م). ويمكن تفسير زيادة الملوحة في اتجاه الشرق والشمال بأن الطبقات الحاملة تنحدر ناحية الشرق والشمال ومصدر تغذية طبقة النيوجين ناحية الغرب (منطقة الوسيع)، وهذا يؤدي الي ذوبان بعض الأملاح وزيادة تركيزها في المياه الجوفية عند مرورها في هذين الاتجاهين.

جدول 1 . إحصائيات التغير الزماني في التوصيل الكهربائي (ديسيمن/متر) لعينات مياه طبقة النيوجين للفترة من1994 إلى 2009

السنة / التحليل الاحصائي	1994	1998	1999	2000	2001	2002	2004	2007	2008	2009	المتوسط الحسابي	معامل التباين %
المتوسط	2.6	3.0	2.9	2.7	2.2	2.5	2.9	2.8	2.9	3.2	2.8	7.0
الربع السفلي	2.5	2.9	2.2	2.5	2.5	2.5	2.8	2.7	2.8	2.7	2.6	5.0
القيمة الصغرى	2.1	2.3	2.5	2.5	2.4	2.4	2.8	2.1	2.4	2.1	2.3	9,0
القيمة العظمى	3.4	3.9	3.4	3.1	3.3	3.5	3.1	4.8	4.1	16.1	4.9	78.0
الربع العلوي	2.6	3.1	3.1	2.8	2.9	2.9	3.0	2.9	3.1	4.2	3.0	14
المتوسط الحسابي	2.6	3.0	2.8	2.7	2.7	2.8	2.9	3.1	3.0	3.3		
معامل التباين السنوي%	18.0	19.0	12.0	9.00	18.0	16.0	4.00	33.0	21.0	100.4		



الشكل 5 . نموذج للتوزيع المكاني للملوحة لعينات مياه النيوجين للعام 1994.



الشكل 6 : نموذج للتوزيع المكاني للملوحة لعينات مياه النيوجين للعام 1998.

التغيير في نسبة الصوديوم المدمص في المياه مكانياً وزمانياً

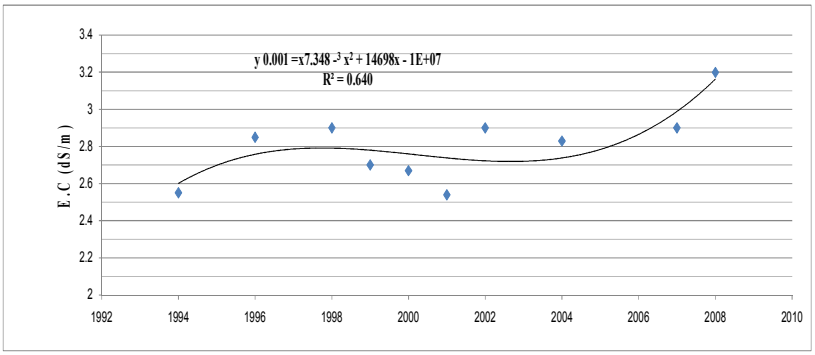
قيم التغير في نسبة الصوديوم بناء على قيم نسبة الصوديوم المدمص (SAR). تراوحت نسبة الصوديوم المدمص لجميع عينات المياه تراوحت بين 2.7 إلى 7.14 للعام 1994 وفي عام 1998 تراوحت بين 0.56 إلى 7.35 في عام 1998 (جدول 2) ولم تتغير كثيراً ، وفي الأعوام التالية (1999 حتى 2007) بينما زادت لحد ما في عامي 2008 و 2009 . حيث وصلت القيمة العظمى إلى 13.97 في عام 2009 . بلغ المتوسط العام للقيمة الصغرى في جميع السنوات 3,45 والمتوسط العام للقيمة العظمى 8.13، وهذه القيم جميعا تقع في المعدل (الفئةS1) المقبول طبقا لمعايير تقييم معمل الملوحة الأمريكي والفاو، بينما إذا تم الربط بين قيم التوصيل الكهربي (E.C) كمؤشر للملوحة مع قيمة ادمصاص الصوديوم حسب نموذج التقييم لمعمل الملوحة الأمريكي نجد أن جودة مياه الري تقع في المدي من الفئة منخفضة الصودية و علية الملوحة حتى متوسطة الصودية و عالية الملوحة جداً (C3-S1) حتى (C4-S2). يتضح من الجدول (2) والشكل (4)، أن نسبة الصوديوم المدمص في مياه طبقة النيوجين تتباين في الزيادة زمانيا كما يظهر في الشكل الممثل لها في عامي 2008 و 2009.

جدول (2) إحصائيات التغير الزماني في نسبة الصوديوم المدمص لمياه طبقة النيوجين (1994 إلى 2009).

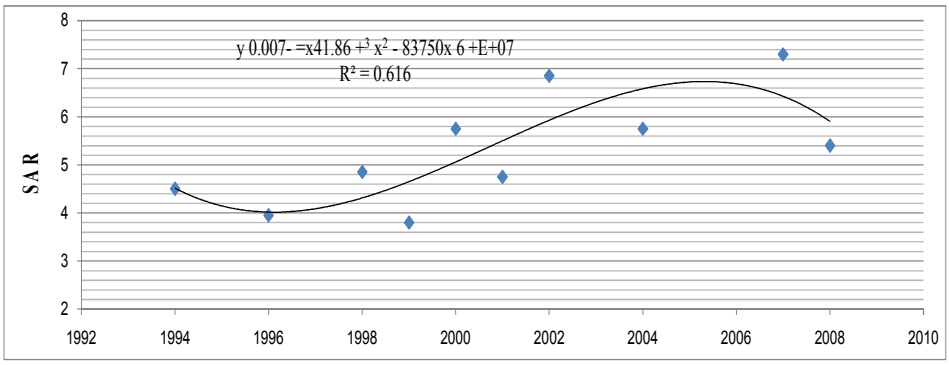
العملية الأحصائية	1994	1998	1999	2000	2001	2002	2004	2006	2007	2008	2009	المتوسط الحسابي	معامل التباين %
المتوسط	4.6	4.1	4.8	3.7	5.7	4.6	6.8	5.2	5.8	7.4	5.3	5.3	21
الربع السفلي	4.4	3.1	4.5	3.8	5.3	4.3	6.5	4.9	5.3	6.8	3.0	4.7	23
القيمة الصغرى	2.7	0.6	1.8	3.1	4.4	3.7	5.8	2.5	4.3	6.1	2.9	3.4	48
القيمة العظمى	7.1	7.3	6.1	5.4	8.0	5.7	8.8	6.9	8.9	11.1	14.0	8.1	31
الربع العلوي	4.8	4.5	5.2	3.9	6.0	4.8	7.6	5.8	6.3	8.1	6.4	5.8	23
المتوسط الحسابي	4.7	3.9	4.5	4.0	5.9	4.6	7.1	5.1	6.1	7.9	6.3		
معامل التباين %	34	63	36	22	22	15	16	32	28	24	63		

السنوات 1994، 1999 ،2001، 2004 كانت نسبة الصوديوم المدمص تزيد كلما اتجهنا إلى شرق وشمال الواحة، وتقع في الفئة الخفيفة إلى المتوسطة (3-5) أو في الفئة S2 أو الفئة القليلة S1، أنظر إلى الشكل (1)، وتقع في الفئة المتوسطة (5-7) في الأعوام 2000، 2002، 2007 (الفئة خفيف إلى متوسط S2 أو الفئة القليلة S1 كما هو موضح في الشكل (1) أما في عام 2008 فأن معظم الأماكن تقع في الفئة المتوسطة (5-7) عدا الجزء الشمالى الغربي فيقع في الفئة المتوسطة إلى المرتفعة (7-9)، وفي عام 2009 تقع جميع الأماكن في الفئة العالية (> 9) (الفئة الحرجة S3 أو الفئة القليلةS1 (الشكل 1). يتبين مما سبق أن جميع قيم نسبة الصوديوم المدمص في مياه الري تقع في المدى الذي لا يمثل خطورة من استخدامها في الري إلا في حالة استخدام مياه ملوحتها مرتفعة.

يظهرالشكلان 7 و 8 منحني تحليل الإنحدار متعدد الحدود للتغير (Polynomial trend/regression line order (3)) في متوسط درجة التوصيل الكهربي (EC) ونسبة الصوديوم (SAR) في طبقة النيوجين خلال الفترة الزمنية من 1994 و 2008. يتضح من ذلك أنه يوجد تغير معنوي بنسبة الاحتمال $p \leq 0.05$ بالزيادة في ملوحة المياه ($R^2 = 0.6204$) ونسبة الصوديوم ($R^2 = 0.6176$).



الشكل 7. منحني تحليل الانحدار للتغير في ملوحة المياه مع الفترات الزمنيه



الشكل 8. منحني تحليل الانحدار للتغير في نسبة الصوديوم المدمص في المياه مع الفترات الزمنيه

الخلاصة

تتدهور جودتها مياه طبقة النيوجين بالأحساء مع الزمن الرقعة الزراعية والاستخدام المكثف للأسمدة النيتروجينية والمبيدات، وشح الأمطار في السنوات الأخيرة وبالتالي إنخفاض معدل التغذية بالإضافة إلى لسحب الجائر لأغراض الزراعة والاستخدامات الأخرى، حيث أن الغالبية العظمى من الأبار الجوفية المستخدمة في الري أو لاغراض أخرى. أما من الناحية المكانية فتبين النتائج أن جودة المياه في طبقة النيوجين تقل في اتجاه الشرق والشمال بصفة عامة مع بداية ظهور زيادة ملحوظة في ملوحة بعض الآبار في المنطقة الوسطى ، وذلك لمرور المياه على متكونات صخرية ملحية فتذيب جزء من هذه الأملاح فتزداد ملوحة المياه الجوفية.

التوصيات :

المراقبة المستمرة لجودة ونوعية المياه في الطبقات الحاملة على مدار السنة لتتبع المسببات في تغير النوعية.

الحث على ترشيد استخدامات المياه في الري والبحث عن مصادر بديلة لمياه الري مثل استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً في الري ومعالجة الصرف الزراعي لتخفيف الضغط على الخزانات الجوفية في الواحة.

المراجع

الخطيب، عبد الباسط (1980). سبع سنابل خضر(الطبعة الثانية).التنمية المائية والزراعية (1972 – 1965). وزارة الزراعة والمياه الرياض، المملكة العربية السعودية.

العمران، عبدرب الرسول العمران وفلاته ، عبدالرزاق محمد و المطرود، سيف سعد (2005). تقييم نوعية مياه الري في منطقة الرياض بالمملكة العربية السعودية . مجلة جامعة الملك سعود ،علوم الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة. المجلد 16 العدد 2 الصفحات 23-40.

الملحم، فهد عبد المحسن (2009). تأثير الري خلال فترات طويلة المدى بمياه مختلفة النوعية على بعض صفات التربة بواحة الأحساء بالمملكة العربية السعودية. رسالة ماجستير، قسم البيئة والمصادر الزراعية ، كلية العلوم الزراعية والأغذية ، جامعة الملك فيصل.

النعيم، أحمد بن عبد اللطيف و البراك، خالد بن محمد (2010). تقدير وتقييم التحليل العنصري والهيدروكيميائي لمياه عين الخدود بالإحساء، المنطقة الشرقية، المملكة العربية السعودية.، مجلة الهندسة الزراعية وعلوم التربة، جامعة المنصورة، جمهورية مصر العربية. المجلد 1 ،العدد 8 الصفخات 826-815 ،

Al-Dakheel, Yousef. Y. (2009). Spatial modeling for ground water salinity Neogene aquifer, Al-Hassa, Saudi Arabia. J. Environment Hydrology. 17, P(1-9).

Al-Hawas, I. A. (2002). Irrigation water quality evaluation of Al-Hassa springs and its predictive effects on soil properties. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 5 (6), 651-655.

Al-Naeem. A.A., (2005). Estimation and assessment of the possibility of the ground water recharge for Newgene sedimentary aquifer in Al-Hassa Oasis- Eastern Province–Saudi Arabia. *Damascus University Journal for Agricultural Sciences*. (Arabic Edition).21 (2), 171-188.

Al-Zarah, Abdullah.I.(2008). Chemistry of Groundwater of Al-Hasa Oasis Eastern Region, Saudi Arabia and Its Predictive Effects on Soil Properties. Pakistan J. Biological Sciences 11(3): 3: 332-341.

Al-Mahmoud, M. J. (1987). *Hydrogeology of Al-Hassa Oasis*. M. Sc. Thesis. King Fahad University for Petroleum and Minerals, Dhahran, Saudi Arabia.

Hussain, A.H.A . Al-Dakheel, Y.Y . Shahin, M. and Massoud, M.A.(2008). Evaluating different types of irrigation water and its effect on level of heavy metals in soil and plant in Al- Hassa Oasis, KSA. Wsta Eighth Gulf Water Conference 3-06 March, 2008, Kingdom of Bahrain, D/11, 13pp.

Richards,L.A.,Diagnosis and improvement of Saline and Alkali Soils,Agriculture Handbook No. 60, u.s Government Printing Office ,Washington , USA,1954.

U. of K. J. Agric. Sci. 21(1), 42-60, 2013

Temporal and Spatial Variation of the Quality of Ground Water in Al-Hassa Oasis, Saudi Arabia

Khaleel Ali Al Hobani[1] and Ahmed A. Al-Naeem[2]

[1] Agricultural college and Food Sciences, King Faisal University, Kingdom of Saudi Arabia
[2]Department of Environment and Agricultural Natural Resources, King Faisal University, Kingdom of Saudi Arabia

Abstract: This paper aims to study the spatial and temporal changes in the chemical properties and quality of groundwater used for irrigation in the Al Hassa oasis in the Eastern Province of Saudi Arabia. We assess the quality of groundwater in the oasis during the period from 1994 to 2009. A total of 138 well water samples were collected from water wells at Al-Hassa Oasis. Water samples were analyzed for total salt concentration, Sodium Adsorption Ratio (SAR), Soluble Sodium Percentage (SSP), Residual Sodium Carbonate (RSC) and Magnesium hazard (SMgP, %) were calculated. ArcGIS 9.3 and extensions were used to build the spatial distribution models for the characteristics of water quality (EC, SAR and RSC). The temporal changes in the groundwater quality were processed using the MS-Excel. The results of this study indicated that there is a temporal variability in salinity levels, as reflected by the values of electrical conductivity and the values of sodium adsorption ratio of groundwater which increased with time. The water salinity classified as high (C3) to very high (C4) salinity, with an average equal to 2.55 dS/m at 1994 and 3.2 dS/m at 2009 and with an overall average equal to 3.1dS/m for all years checked by this study. The values of (SAR) are classified as low (S1) to medium (S2) with an average equal to 4.5 dS/m at 1994 and 5.4 at 2009 and with an overall average equal to 5.3 for all years checked by this study. The present values of (RSC) have negative values, and this means that the total of $Ca2^{+}$ & Mg^{2+} is more than the total

of CO_3^{2-} & HCO_3, and thus no problem of sodium hazard. Moreover, the spatial changes analysis indicated that the quality of groundwater is deteriorating towards the east and to north along the oasis. These spatial variations in the groundwater properties may be attributed to the increases in the amount of salts dissolved during the passage of the groundwater through the aquifers as the groundwater flow is from west to east. While, the temporal variations of salinity is attributed to extensive abstraction of the groundwater and/or due to the shortage of direct and indirect recharge occurring to the Neogene aquifer that supplies the irrigation water in the Oasis. Thus, and according to the results of this study, the irrigation groundwater at Al-Hassa Oasis is deteriorating from the quality point of view.

Key words: Water quality, spatial and temporal changes, GIS, Al Hassa Oasis