UNITED NATIONS
الاسكوا
ESCWA

Improved Groundwater Management in the Arab Region through Enhanced Data and Information Access and Innovative technologies

Amman, 27-29 February 2024

THE LEAGUE OF ARAB STATES
THE ARAB CENTER FOR THE STUDIES OF ARID ZONES AND DRY LANDS
ACSAD 1968

Assessment of Climate Change Impacts on Groundwater Resources

م. مازن نعمان

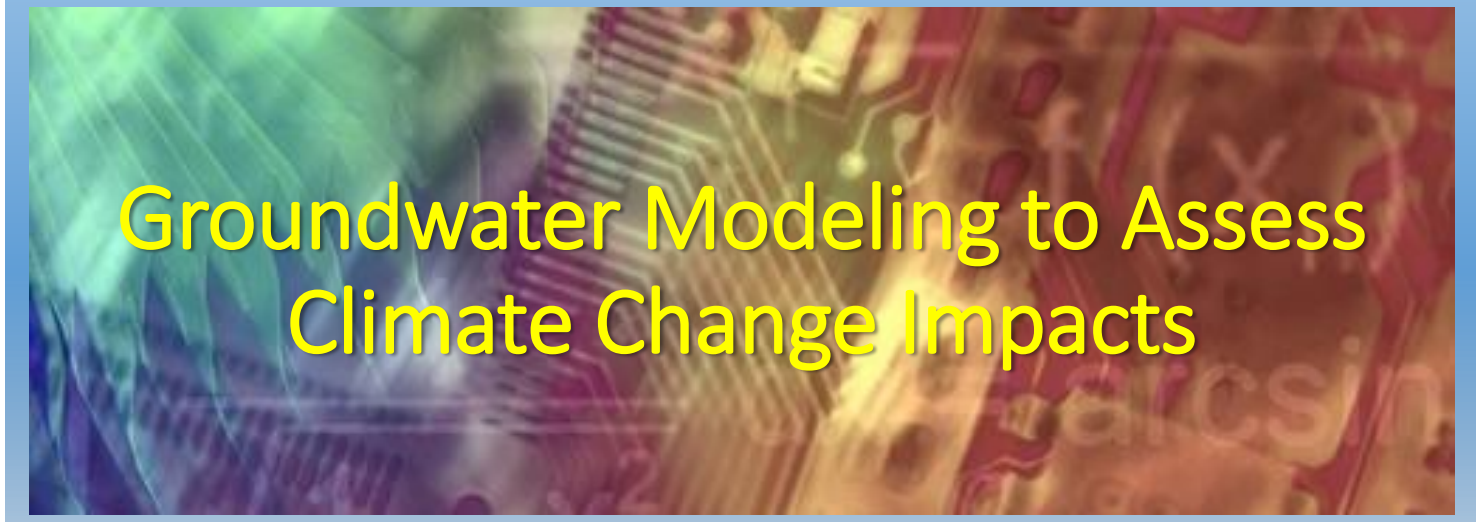
خبير مياه –نمذجة رياضية، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة

Eng. Mazen Naaman

Water expert-mathematical modelling, Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands

UNITED NATIONS
الاسكوا
ESCWA

أكساد



دليل التدريب

تقييم أثر التغيير المناخي باستخدام النمذجة الرياضية لحركة المياه الجوفية

دراسة حالة

دليل التدريب

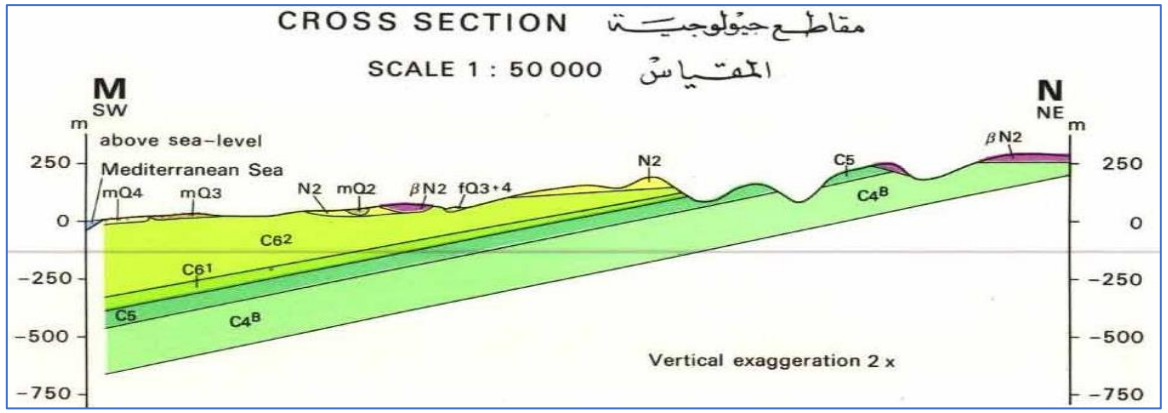
تقييم أثر التغيير المناخي باستخدام النمذجة الرياضية لحركة المياه الجوفية

دراسة حالة - منطقة الدراسة

موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في سهل ساحلي، تغطي المنطقة طبقة رسوبات رباعية كونغلوميراتية غير متماسكة ذات ملاط غضاري (الشكل 4-2)، تتفاوت سماكتها من عدة أمتار الى أكثر من 150 متر، تتميز بنفوذية متوسطة إلى عالية

يلي الطبقة الكونغلوميراتية تجمعات من الحجر الكلسي الدولوميتي تعود الى الجوراسي والكريتاسي وتتكشف هذه التوضعات بالجهة الشرقية من منطقة الدراسة. تتروح مناسيب سطح الأرض من صفر عند سطح البحر غرباً وتصل الى 30م فوق سطح البحر شرقاً



مقطع جيولوجي في منطقة الدراسة

وتبلغ مساحة منطقة الدراسة حوالي 4 كم^2 يتمركز بالمنطقة نشاط زراعي ويعتمد على مياه الأمطار شتاءً مع ري تكميلي، وعلى مياه الآبار للري صيفا حيث يوجد في منطقة الدراسة 11 بئرا استثماريا. ويبلغ متوسط الهطول المطري في منطقة الدراسة حوالي 415 مم/سنة.

دليل التدريب

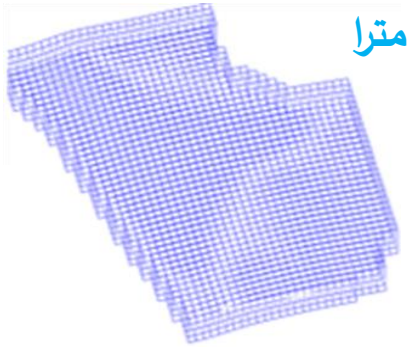
تقييم أثر التغيير المناخي باستخدام النمذجة الرياضية لحركة المياه الجوفية

دراسة حالة - النموذج الاعتباري

UNITED NATIONS
الاسكوا
ESCWA

جامعة الدول العربية
المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة
أكساد
ACSAD 1968

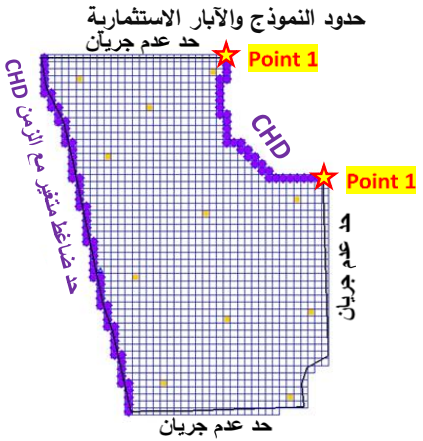
في منطقة الدراسة حامل مائي واحد حر (غير مضغوط) يتمثل بطبقة واحدة سماكتها حوالي 50 مترا



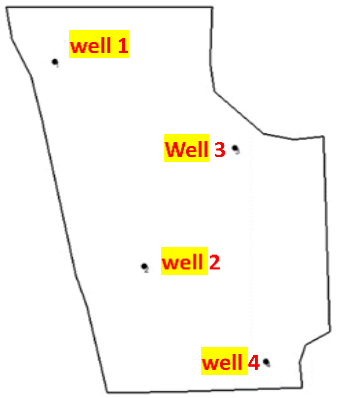
مجسم ثلاثي الأبعاد لشبكة النموذج

يشكل البحر الحد الغربي للنموذج وهو حد ضاغط ثابت مساو للصفر كما أن الحد الشمالي الشرقي هو حد ضاغط محدد متغير مع الوقت CHD Time Variant Specified Head، ويأخذ منسوب حوالي 7.8–8m بتغذية جوفية جانبية من الطبقات المحاذية، أما بقية حدود النموذج فهي حدود عدم جريان. الطبقة متجانسة ضمن منطقة الدراسة وذات نفاذية متوسطة إلى عالية، قيمة النفوذية المائية (Hydraulic conductivity) K حوالي5 متر/يوم وقيمة المعطائية المائية (Specific yield) 0.15.

يتغذى الحامل المائي من الراشح من مياه الأمطار والراشح من مياه الري والجريان الجانبي من الحد الشمالي الشرقي



كامل منطقة الدراسة نطاق واحد للتغذية RECH والنفوذية K



آبار المراقبة Obs Wells

تصرف المياه من الحامل المائي بالجريان باتجاه الحد الغربي إلى البحر ومن خلال الضخ من الآبار الاستثمارية، حيث يوجد ضمن منطقة الدراسة 11 بئرا استثماريا. تستخدم هذه الآبار للري والاستخدامات المنزلية على مدار العام حيث كانت كمية الضخ من كل بئر (100 م^3/اليوم) عام 2009 ازدادت خطيا خلال فترة المحاكاة (2009–2020) حتى بلغت (155 م^3/اليوم) عام 2020.

دليل التدريب

تقييم أثر التغيير المناخي باستخدام النمذجة الرياضية لحركة المياه الجوفية

دراسة حالة – تقدير قيمة الراشح من مياه الأمطار

UNITED NATIONS
الاسكوا
ESCWA

أكساد

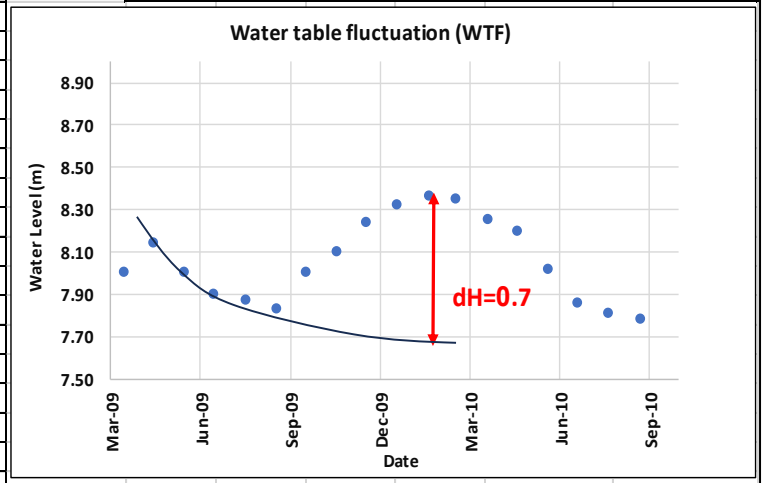
باستخدام البيانات الشهرية لمنسوب المياه الجوفية في بئر المراقبة الموجود خارج منطقة النموذج في الجهة الشمالية الشرقية، وربطها ببيانات الهطول المطري لمدة 18شهرا (3/2009-9/2010) من المحطة المناخية شمال شرق النموذج، فكانت قيمة Dh=0.7 تقريباً، وباستخدام قيمة المعطائية النوعية 0.15، ومعدل هطول الأمطار السنوي بتلك الفترة يساوي 622 مم، تم حساب قيمة التغذية وقد بلغت:

R=0.7*0.15=0.105 m = 105 mm/y

أي حوالي 16.88% من كمية الأمطار.

Month	monthly Prec(mm)	Level (m)
3/31/2009	2.7	8.00
4/30/2009	11.1	8.14
5/31/2009	7.6	8.00
6/30/2009	21.9	7.90
7/31/2009	0.3	7.87
8/31/2009	3.1	7.83
9/30/2009	17.2	8.00
10/31/2009	68.5	8.10
11/30/2009	44.7	8.24
12/31/2009	199.3	8.32
1/31/2010	194.4	8.36
2/28/2010	46.4	8.35
3/31/2010	7.0	8.25
4/30/2010	113.8	8.20
5/31/2010	15.8	8.02
6/30/2010	18.3	7.86
7/31/2010	0.4	7.81
8/31/2010	1.3	7.78
9/30/2010	27.3	8.05
10/31/2010	47.3	8.10
11/30/2010	63.7	8.11
12/31/2010	2.1	8.20
المعدل السنوي	622	Apr 2009 - Mar 2010

Dh	Sy	Rm	Rmm	annual Prec (mm)	percentage %
0.7	0.15	0.1050	105	622	16.88



تقدير قيم الراشح في منطقة الدراسة باستخدام طريقة تذبذب مستوى المياه الجوفية في بئر المراقبة

دليل التدريب

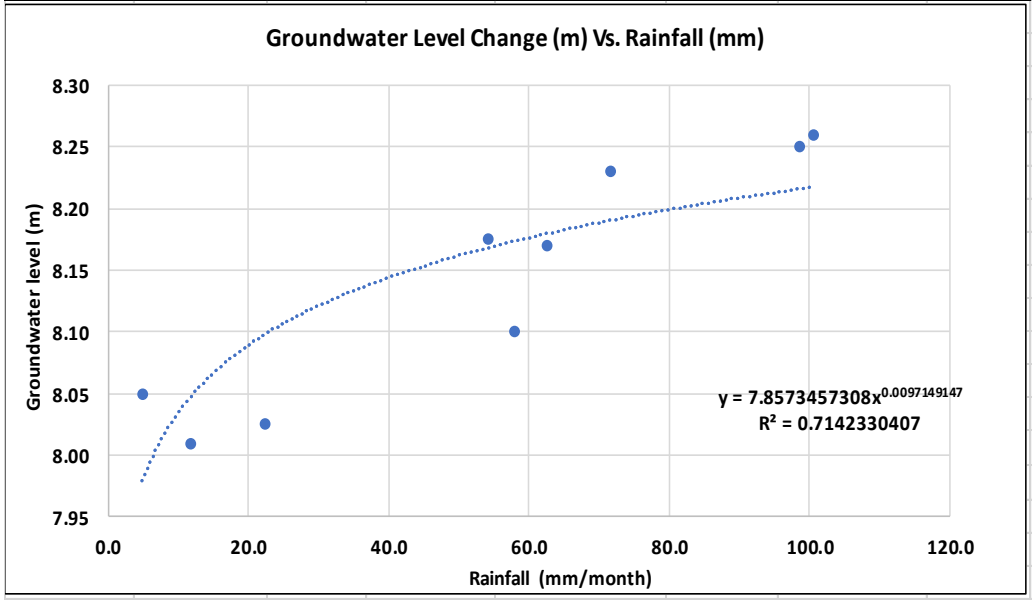
تقييم أثر التغيير المناخي باستخدام النمذجة الرياضية لحركة المياه الجوفية

دراسة حالة - تقدير قيمة الضاغط Time Variant Specified Head

UNITED NATIONS
الاسكوا
ESCWA

أكساد

Month	monthly Prec(mm)	Level (m)	Month	monthly Prec(mm)	Level (m)	Average monthly Prec (mm)	AveragLevel (m)
3/31/2009	2.7	8.00	3/31/2010	7.0	8.10	4.8	8.05
4/30/2009	11.1	8.14	4/30/2010	113.8	8.20	62.5	8.17
5/31/2009	7.6	8.00	5/31/2010	15.8	8.02	11.7	8.01
9/30/2009	17.2	8.00	9/30/2010	27.3	8.05	22.3	8.03
10/31/2009	68.5	8.10	10/31/2010	47.3	8.10	57.9	8.10
11/30/2009	44.7	8.24	11/30/2010	63.7	8.11	54.2	8.18
12/31/2009	199.3	8.32	12/31/2010	2.1	8.20	100.7	8.26
1/31/2010	194.4	8.36	1/31/2011	3.1	8.14	98.7	8.25
2/28/2010	46.4	8.35	2/28/2011	96.9	8.11	71.7	8.23



تلعب الشروط الحدية في نماذج المياه الجوفية دورا كبيراً في سلوك النموذج. يحتوي النموذج الاعتباري للحامل المائي في منطقة الدراسة على حد ضاغط محدد متغيرمع الزمن Time Variant Specified Head في شمال شرق منطقة النموذج. إن قيم الضاغط عند الشرط الحدي مدخل من مدخلات النموذج ويجب تحديدها قبل تشغيل النموذج أي يجب تحديد قيم الضاغط لكل خطوة زمنية خلال فترة التشغيل. هذه القيم تتأثر بالهطول المطري (بافتراض انه لم يحدث أي تغير حاد في استثمار الطبقات الجوفية المجاورة) ويمكن إيجاد علاقة تقريبية تربط بين قيم الضاغط والهطول المطري خلال فترة المعايرة واستخدامها لفترة التنبؤ.

تم استخدام البيانات الشهرية المتاحة في استخراج علاقة رياضية إحصائية تمكن من حساب قيم منسوب المياه عند الحدود الشرقية الشمالية للنموذج خلال فترة المعايرة

تم اشتقاق هذه العلاقة خلال الأشهر الممطرة باستخدام قيم هطول الأمطار الشهرية (من الشهر 10 – 6) وتغير مستوى المياه الجوفية ، لسنتين متتاليتين للعام 2010 و2011، وكانت العلاقة الناتجة لأفضل منحني يمر من هذه القيم:

$$y = 7.857\ x^{0.0097}$$

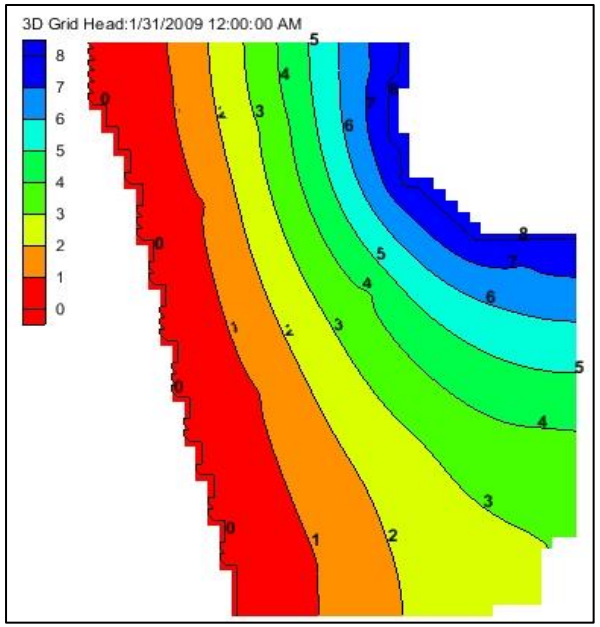
UNITED NATIONS
الاسكوا
ESCWA

دليل التدريب

تقييم أثر التغيير المناخي باستخدام النمذجة الرياضية لحركة المياه الجوفية

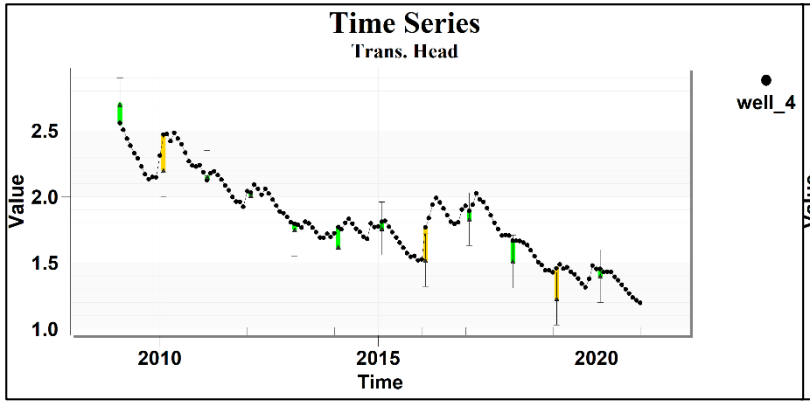
دراسة حالة ـ تجهيز ومعايرة النموذج الرياضي

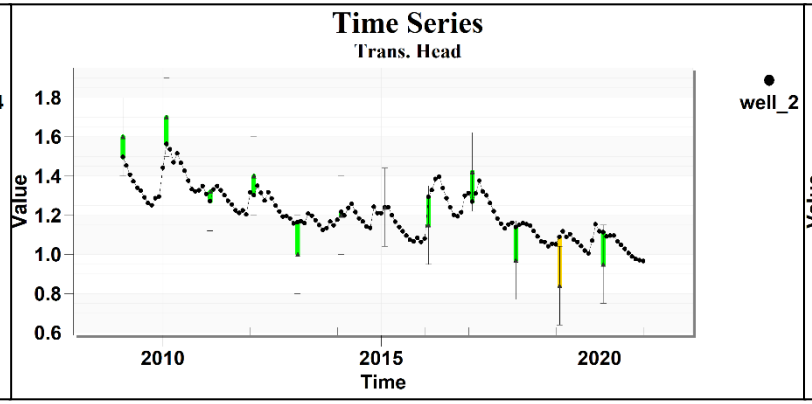
أكساد

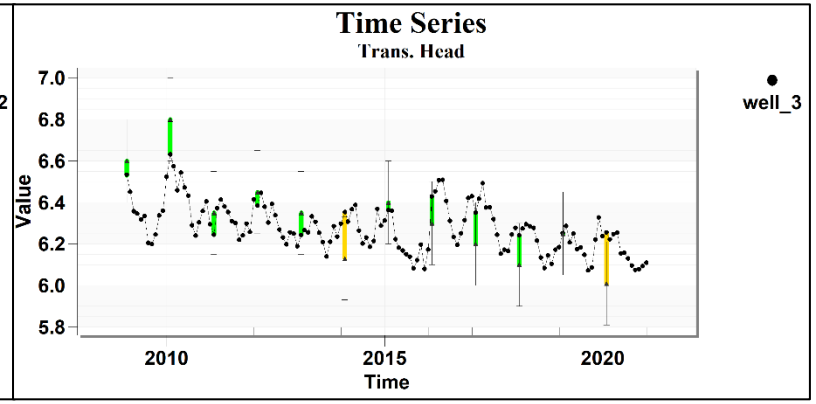


استخدم برنامج Modflow ضمن منصة GMS النسخة 10.6.1 GMS حيث تم تمثيل الحامل المائي في منطقة الدراسة بشبكة ثلاثية الأبعاد مؤلفة من طبقة واحدة سماكتها 50 مترا وتتضمن 1534 خلية فعالة، الخلية مربعة طول ضلعها 50 مترا.

اسندت الشروط الحدية وقيم الضخ وفيم التغذية إلى الشبكة وقيمة بدائية للنفوذية المائية K (Hydraulic conductivity) وقيمة بدائية للمعطائية المائية (Specific yield) ثم تشغيل النموذج الرياضي للمياه الجوفية ومعايرته للفترة (2009–2020) باستخدام قياسات مستوى المياه الجوفية في أبار المراقبة للمعايرة







شكرا لحسن استماعكم