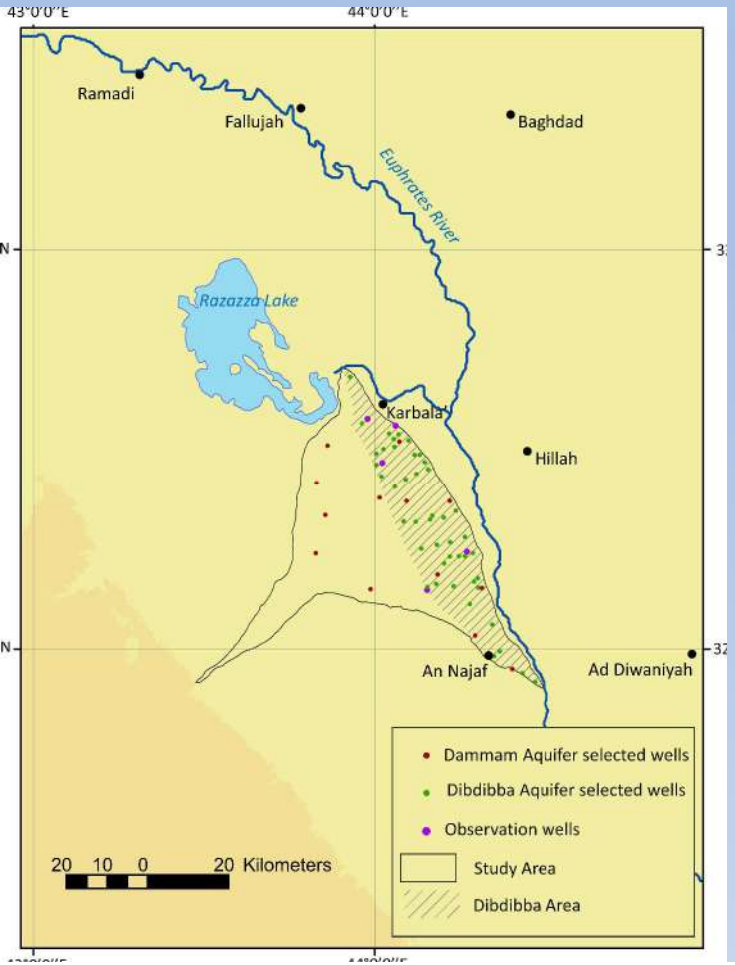
تأثير التغيرات المناخية
على المياه الجوفية
في حوض دبدبا-العراق

م. مازن نعمان

المركز العربي لدراسات المناطق الجافه و الأراضي القاحلة - (ACSAD)

حوض دبدبا الجوفي

الموقع

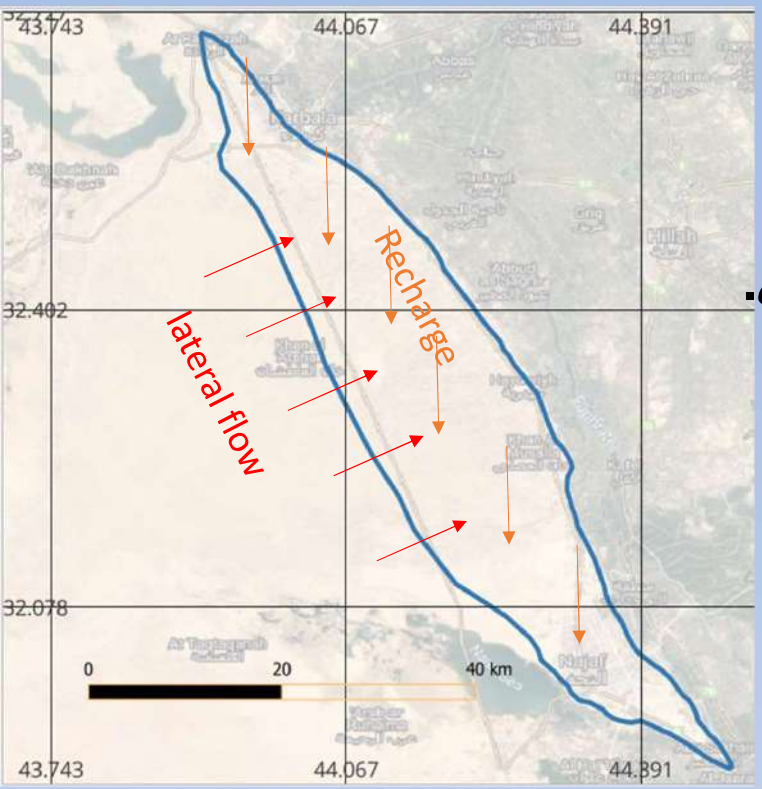


يقع حوض دبدبا في وسط العراق ضمن السهل بين النجف وكربلاء الذي يشكل هضبة مخروطية الشكل بمساحة 2700 كم^2.

يشكل حوض دبدبا الجوفي الحامل العلوي الحر (unconfined aquifer) ويحتل مساحلة 1100 كم^2 من الهضبة.

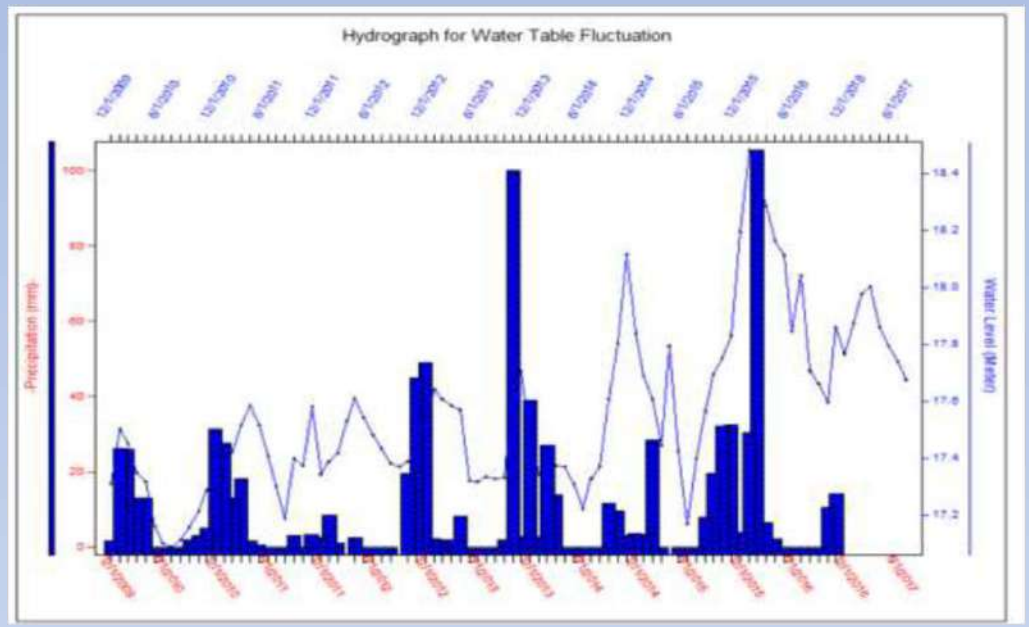
حوض دبدبا الجوفي

تغذية الحامل الجوفي



يتغذى الخزان الجوفي من مصدرين رئيسيين:

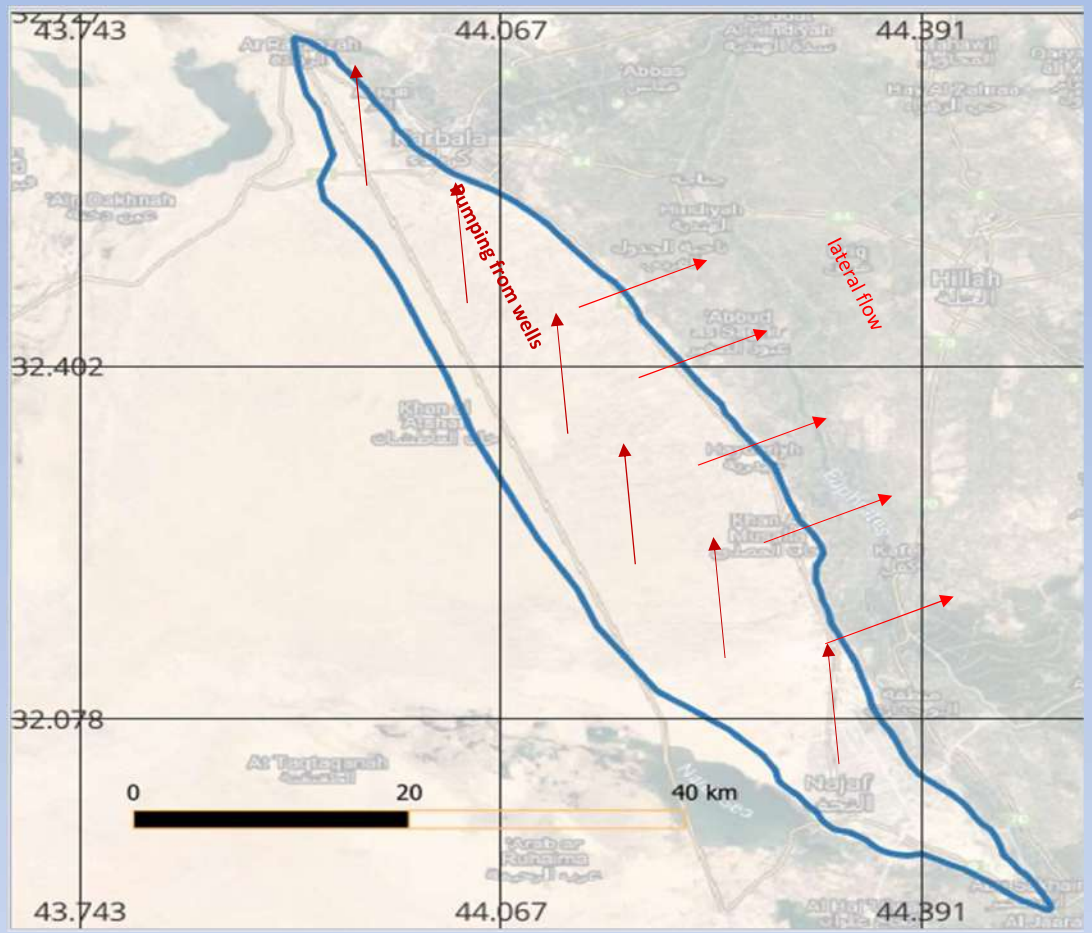
- **الراشح (Recharge):**
  من مياه الأمطار ومياه الري.
- **الجريان الجانبي (Lateral flow):**
  تدفق المياه الجوفية من الحدود الغربية بالتوافق مع الجريان السطحي.



العلاقة بين الهطول المطري و منسوب المياه الجوفية في حوض دبدبا الجوفي

حوض دبدبا الجوفي

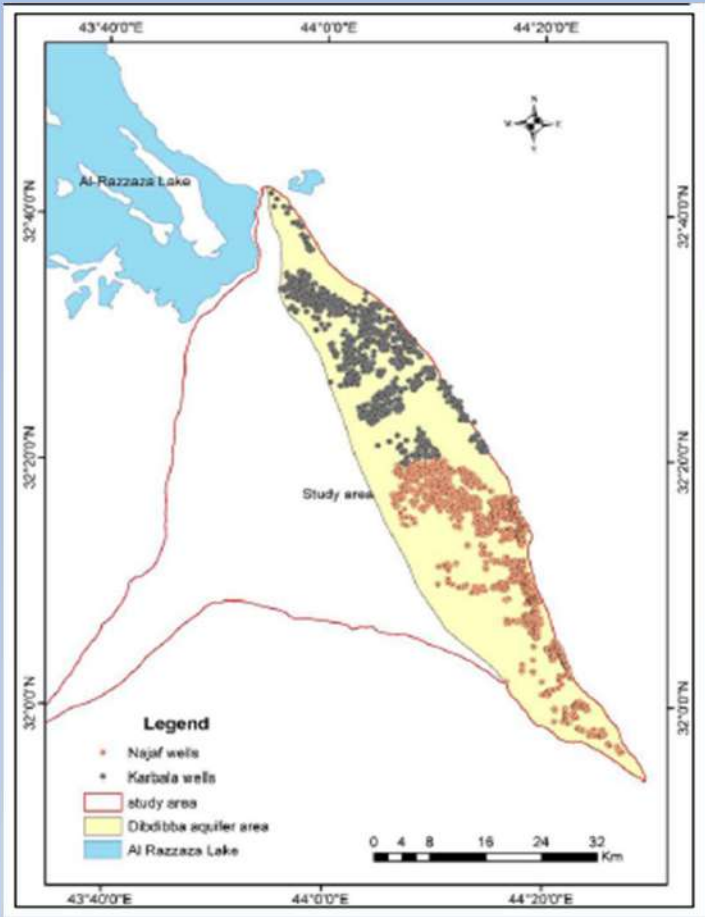
الصرف من الحامل الجوفي



- تصرف المياه من الخزان الجوفي عن طريق:
- آبار الضخ (pumping wells): لمختلف الاستخدامات (ري – شرب....)
- الجريان الجانبي (Lateral flow): تدفق المياه الجوفية من الحدود الشرقية باتجاه النهر.

حوض دبدبا الجوفي

النشاط الاقتصادي

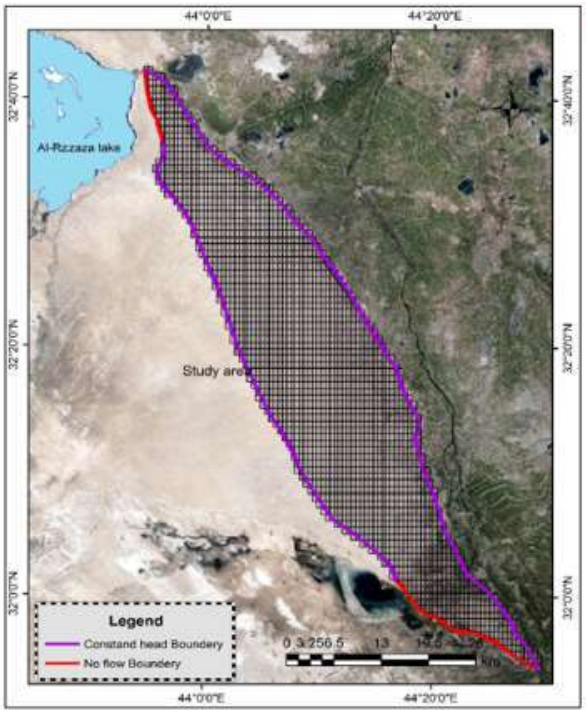


- النشاط الرئيسي في منطقة الدراسة هو الزراعة.
- المحاصيل الرئيسية هي الخضار مثل الخيار والطماطة والفليفلة والفول.
- تروى المحاصيل المزروعة من المياه الجوفية للحامل العلوي في دبدبا بواسطة أكثر من 1000 بئر ضخ موزعة على امتداد الحامل، وتزداد كثافتها في وسط وشرق الحوض.

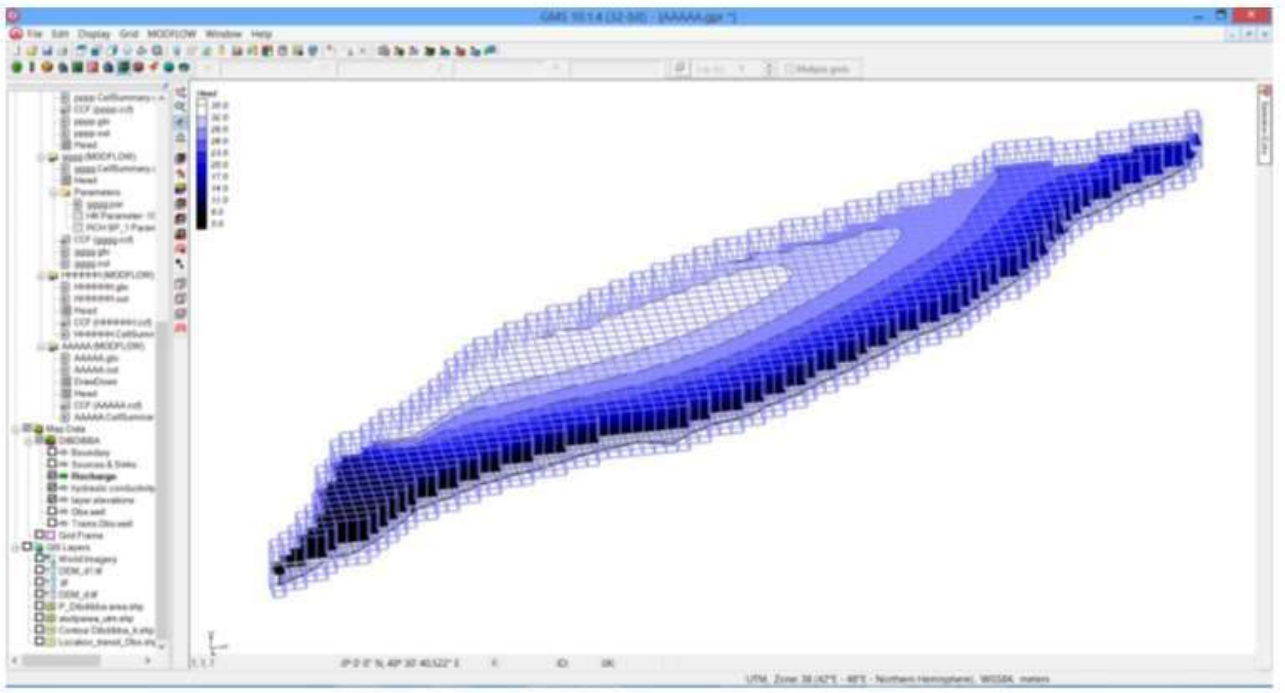
حوض دبدبا الجوفي

بنية النموذج الرياضي

- تم نمذجة حامل دبدبا بطبقة واحدة مع حد عدم جريان (No Flow) في الشمال الشرقي والجنوب الغربي عند طارالسيد وطار النجف، وحد ضاغط محدد متغير (Time variant specified head) من الشرق والغرب لنمذجة الجريان الجانبي من وإلى منطقة النموذج.



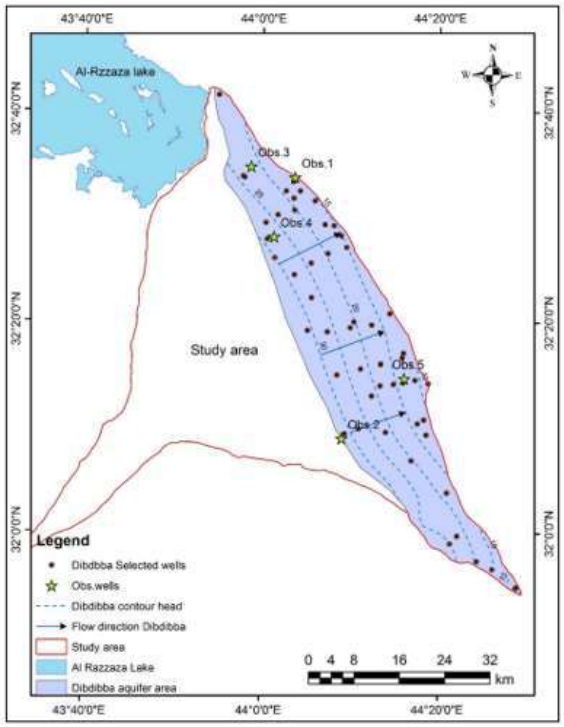
Boundary Conditions



Grid Design

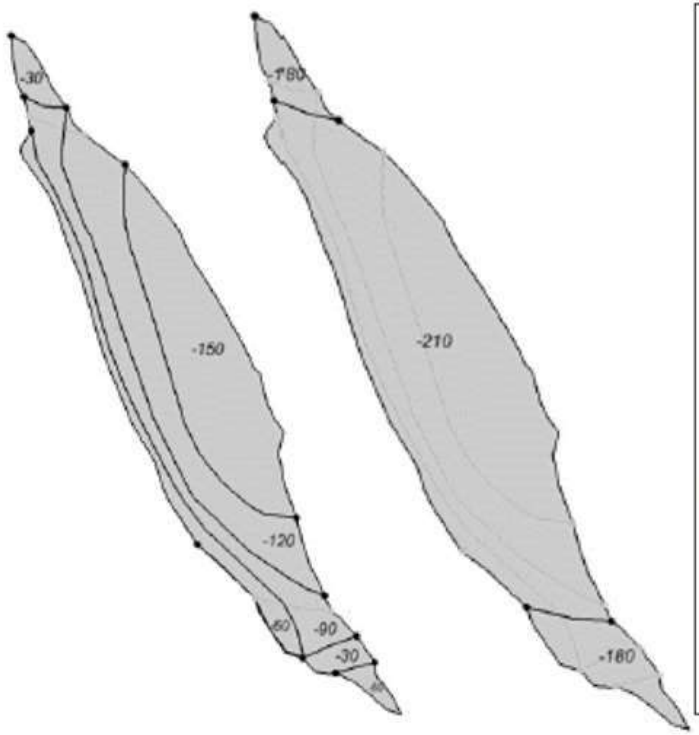
حوض دبدبا الجوفي

بنية النموذج الرياضي



Distribution water head in the study area

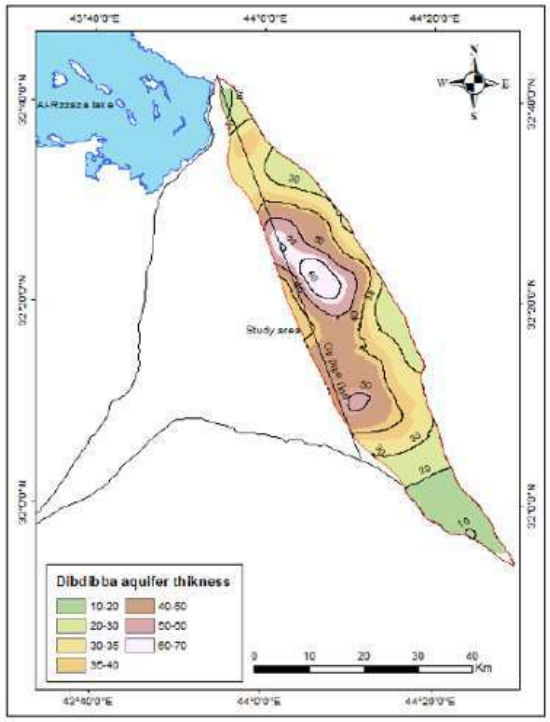
خطوط تساوي مناسيب المياه الجوفية و بعض آبار المراقبة ضمن الحوض



Hydraulic conductivity zones

Recharge Zones

مناطق التغذية (الراشح من مياه الأمطار) ومناطق معامل النفاذية



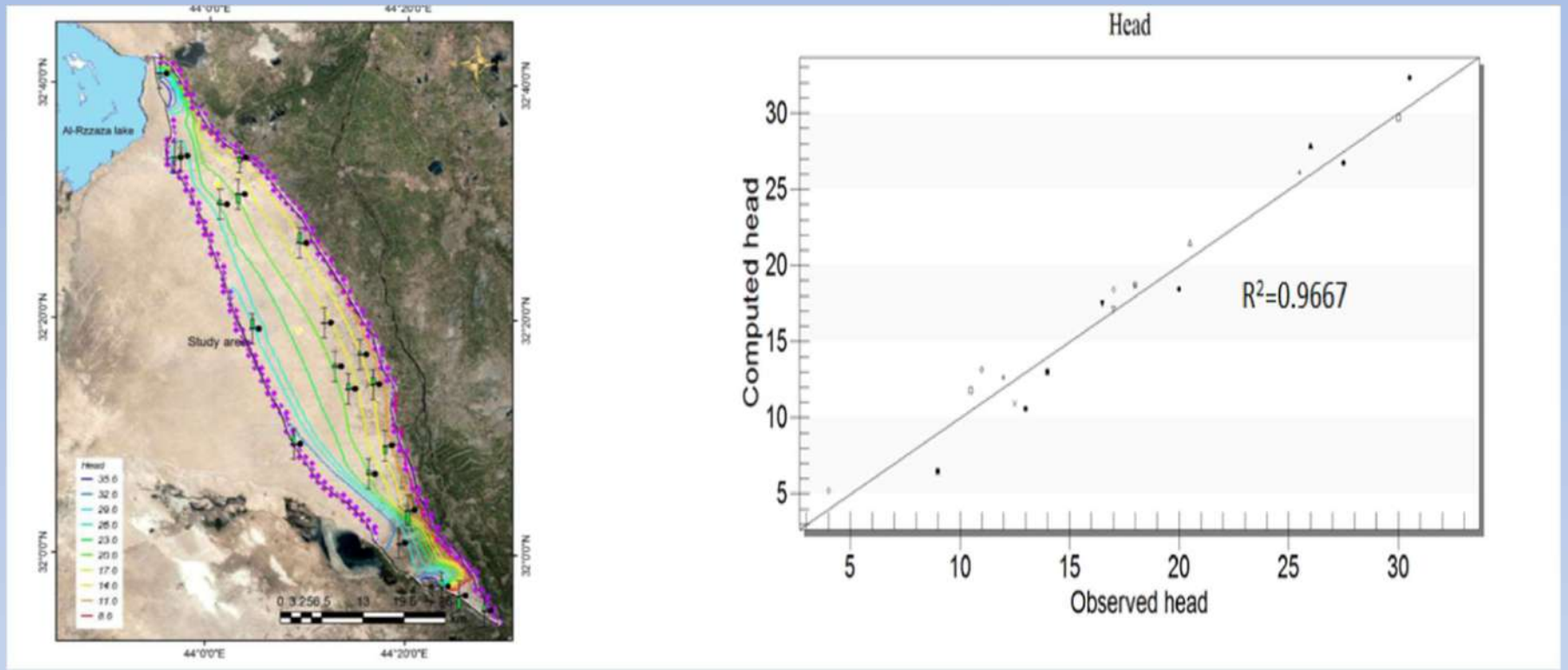
Spatial distribution of Dibdibba aquifer thickness in the study area

سماكة الحامل المائي في حوض دبدبا

حوض دبدبا الجوفي

معايرة النموذج الرياضي

تم تشغيل النموذج لحالة الجريان المستقر والجريان الانتقالي للفترة 2015-2017 و معايرته باستخدام القياسات الحقلية المتوفرة لتلك الفترة

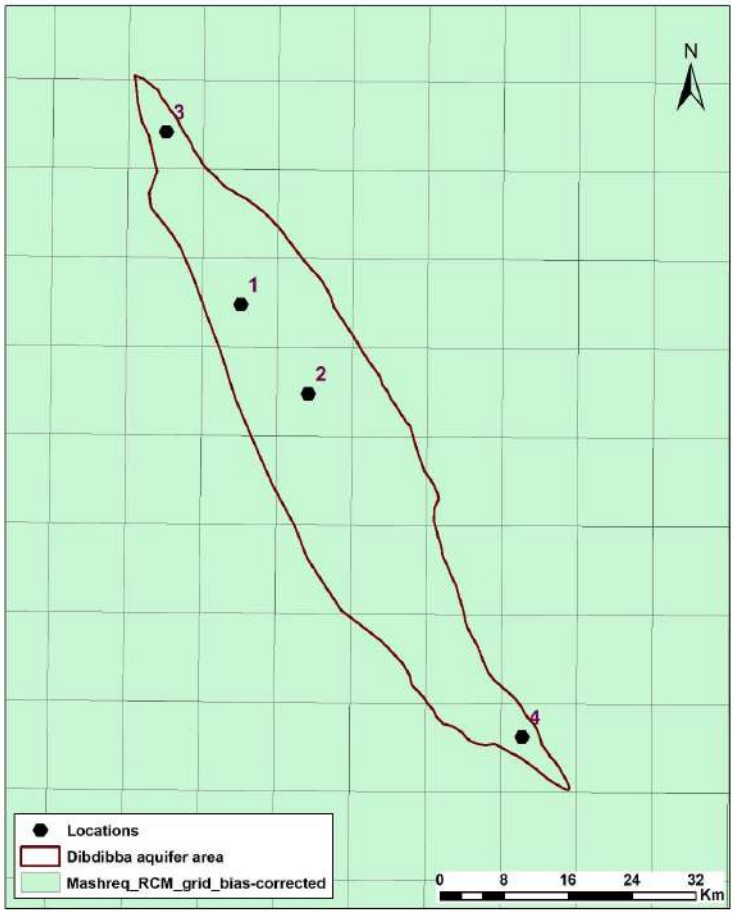


نتائج المعايرة للنموذج باستخدام القياسات الحقلية لآبار المراقبة المبينة في الشكل

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

تتغذى المياه الجوفية في حوض دبدبا من مصدرين: الراشح من مياه الأمطار، والجريان الجانبي الداخل إلى الحوض من جهة الغرب.



يتأثر كلا المصدرين بالتغيرات المتوقعة على كمية الهطول المطري ونمط توزعه في منطقة الدراسة.

اختيرت أربع نقاط موزعة على الحوض و استخرجت سلاسل زمنية للهطول المطري المتوقع في النقاط الأربعة حتى عام 2070 من ستة نماذج مناخية:

CMCC-CM2-SR5

CNRM-ESM2-1

EC-Earth3-Veg

MPI-ESM1-2-LR

MRI-ESM2-0

NorESM2-MM

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

التغيرات المتوقعة على الهطول المطري في حوض دبدبا

تباينت بيانات النماذج الستة في النقاط الأربعة ولكنها اظهرت جميعها ميلا عاما لانخفاض الهطول المطري السنوي مقارنة بفترة المعايرة (2015-2017) كما هو مبين في الجداول للنقاط الأربعة والنماذج المناخية الستة

Ponit1_Rainfall (mm/Yr)							
	2015-2017	2018-2030	2031-2040	2041-2050	2051-2060	2061-2070	Average
MRI-ESM2-0	115	131	108	92	105	109	109
NorESM2-MM	115	116	103	140	108	145	122
CNRM-ESM2-1	115	106	123	121	92	128	114
CMCC-CM2-SRS	115	100	76	122	98	103	100
EC-Earth3-Veg	115	113	142	106	108	119	118
MPI-ESM1-2-LR	115	96	81	103	96	113	98
Change (%)							
	2015-2017	2018-2030	2031-2040	2041-2050	2051-2060	2061-2070	Average
MRI-ESM2-0	0%	13%	-7%	-20%	-10%	-6%	-6%
NorESM2-MM	0%	0%	-11%	21%	-7%	26%	6%
CNRM-ESM2-1	0%	-8%	6%	5%	-20%	11%	-1%
CMCC-CM2-SRS	0%	-14%	-35%	5%	-15%	-11%	-14%
EC-Earth3-Veg	0%	-2%	23%	-8%	-6%	3%	2%
MPI-ESM1-2-LR	0%	-17%	-30%	-11%	-17%	-2%	-16%

Point2_Rainfall (mm/Yr)							
	2015-2017	2018-2030	2031-2040	2041-2050	2051-2060	2061-2070	Average
MRI-ESM2-0	115	119	109	96	100	111	107
NorESM2-MM	115	126	115	143	110	153	129
CNRM-ESM2-1	115	92	127	123	96	136	115
CMCC-CM2-SRS	115	89	77	123	100	107	99
EC-Earth3-Veg	115	124	146	115	115	124	125
MPI-ESM1-2-LR	115	99	80	98	100	117	99
(%) Change							
	2015-2017	2018-2030	2031-2040	2041-2050	2051-2060	2061-2070	Average
MRI-ESM2-0	0%	3%	-6%	-17%	-14%	-4%	-8%
NorESM2-MM	0%	9%	-1%	24%	-5%	32%	12%
CNRM-ESM2-1	0%	-20%	10%	6%	-17%	18%	-1%
CMCC-CM2-SRS	0%	-23%	-33%	6%	-14%	-8%	-14%
EC-Earth3-Veg	0%	7%	26%	-1%	-1%	7%	8%
MPI-ESM1-2-LR	0%	-14%	-31%	-15%	-14%	1%	-15%

Point3_Rainfall (mm/Yr)							
	2015-2017	2018-2030	2031-2040	2041-2050	2051-2060	2061-2070	Average
MRI-ESM2-0	115	129	127	107	125	123	122
NorESM2-MM	115	113	92	134	106	139	117
CNRM-ESM2-1	115	87	124	123	97	124	111
CMCC-CM2-SRS	115	89	70	123	95	108	97
EC-Earth3-Veg	115	119	135	96	104	114	114
MPI-ESM1-2-LR	115	94	85	103	103	116	100
(%) Change							
	2015-2017	2018-2030	2031-2040	2041-2050	2051-2060	2061-2070	Average
MRI-ESM2-0	0%	11%	10%	-8%	8%	7%	6%
NorESM2-MM	0%	-2%	-21%	16%	-9%	20%	1%
CNRM-ESM2-1	0%	-25%	7%	6%	-16%	7%	-4%
CMCC-CM2-SRS	0%	-23%	-40%	6%	-18%	-7%	-16%
EC-Earth3-Veg	0%	3%	17%	-17%	-10%	-1%	-2%
MPI-ESM1-2-LR	0%	-19%	-26%	-11%	-11%	1%	-13%

Point4_Rainfall (mm/Yr)							
	2015-2017	2018-2030	2031-2040	2041-2050	2051-2060	2061-2070	Average
MRI-ESM2-0	115	120	101	100	99	109	106
NorESM2-MM	115	126	124	128	101	179	131
CNRM-ESM2-1	115	103	129	107	93	151	117
CMCC-CM2-SRS	115	80	76	132	101	118	101
EC-Earth3-Veg	115	136	154	113	132	122	131
MPI-ESM1-2-LR	115	99	88	89	94	100	94
(%) Change							
	2015-2017	2018-2030	2031-2040	2041-2050	2051-2060	2061-2070	Average
MRI-ESM2-0	0%	4%	-13%	-14%	-15%	-5%	-9%
NorESM2-MM	0%	9%	7%	11%	-13%	55%	14%
CNRM-ESM2-1	0%	-11%	12%	-7%	-20%	31%	1%
CMCC-CM2-SRS	0%	-31%	-35%	14%	-13%	2%	-12%
EC-Earth3-Veg	0%	18%	33%	-3%	14%	5%	14%
MPI-ESM1-2-LR	0%	-14%	-24%	-23%	-19%	-14%	-19%

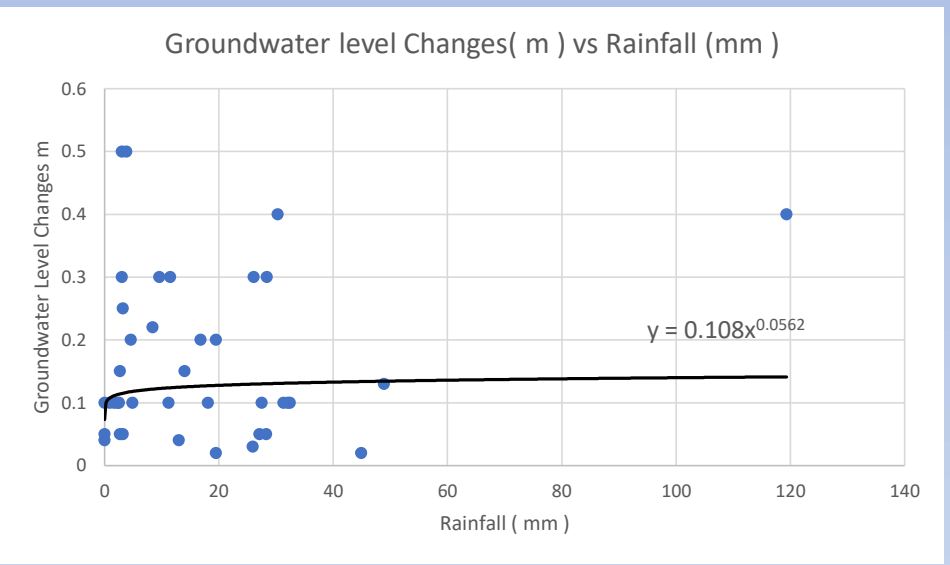
حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

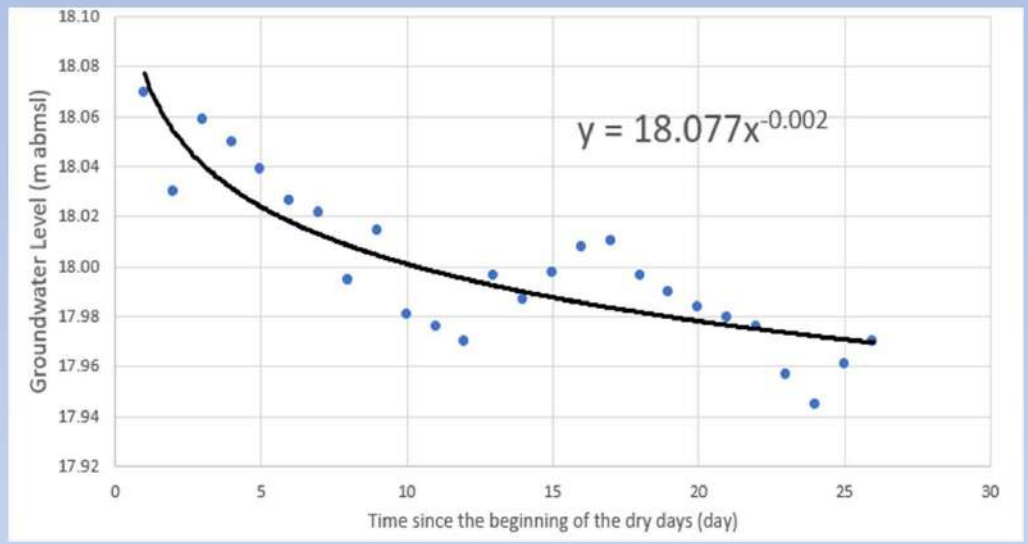
تأثيرتغيرالهطول المطري على حدود الضاغط المحدد المتغير

استخدمت البيانات المتوفرة للهطول المطري الشهري ومناسيب المياه الجوفية في حوض دبدبا للفترة 2010 – 2017 لإيجاد علاقة تجريبية لتغير منسوب المياه الجوفية مع الهطول المطري.

كما تم إيجاد علاقة تجريبية أخرى لتغير مناسيب المياه الجوفية لأشهر الجفاف حيث يتوقع هبوط مناسيب المياه الجوفية.



علاقة تجريبية للتغير في منسوب المياه الجوفية مع الهطول المطري



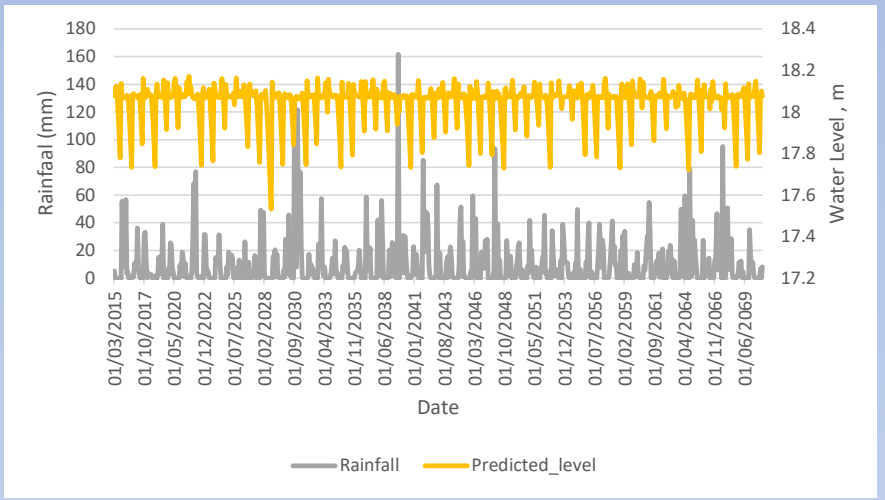
علاقة تجريبية للتغير في منسوب المياه الجوفية في أشهر الجفاف

حوض دبدبا الجوفي

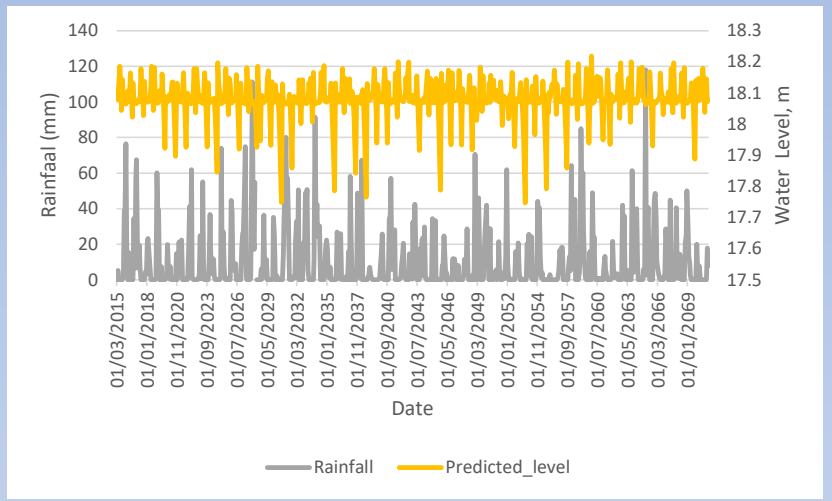
دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

تأثيرتغيرالهطول المطري على حدود الضاغط المحدد المتغير

استخدمت العلاقتين السابقتين لحساب قيم الضاغط المتغير عند الحدود الشرقية والغربية للنموذج بالعلاقة مع الهطول المطري الشهري المتوقع للنماذج المناخية الستة .



قيم الضاغط المتغير للمطر الشهري المتوقع من النموذج
(EC-Earth3-Veg)



قيم الضاغط المتغير للمطر الشهري المتوقع من النموذج
(CNRM-ESM2-1)

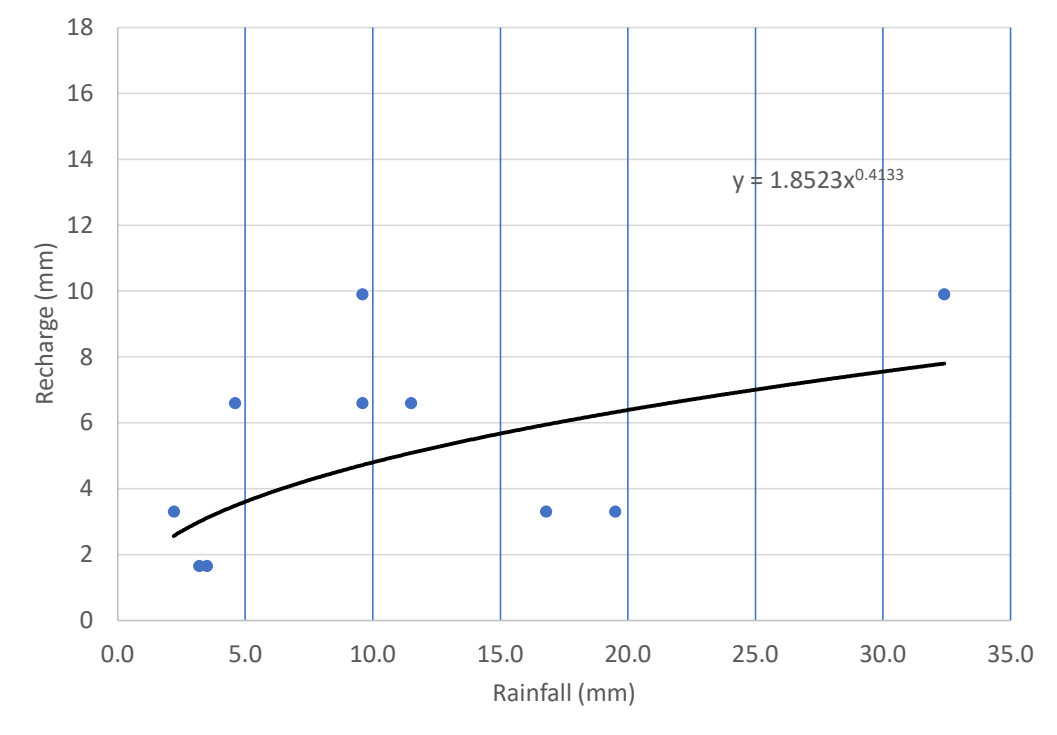
حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

تأثيرتغيرالهطول المطري على الراشح إلى المياه الجوفية من الأمطار

حسبت قيم الراشح الشهرية من الهطول المطري الشهري للفترة 2014 - 2017 أثناء إعداد النموذج الرياضي ومعايرته باستخدام طريقة تغير مناسيب المياه الجوفية (WTF).

استخدمت القيم المحسوبة للراشح الشهري، وقيم الهطول المطري الشهري في حوض دبدبا للفترة 2014 – 2017 لإيجاد علاقة تجريبية بين قيم الراشح وقيم الهطول المطري.



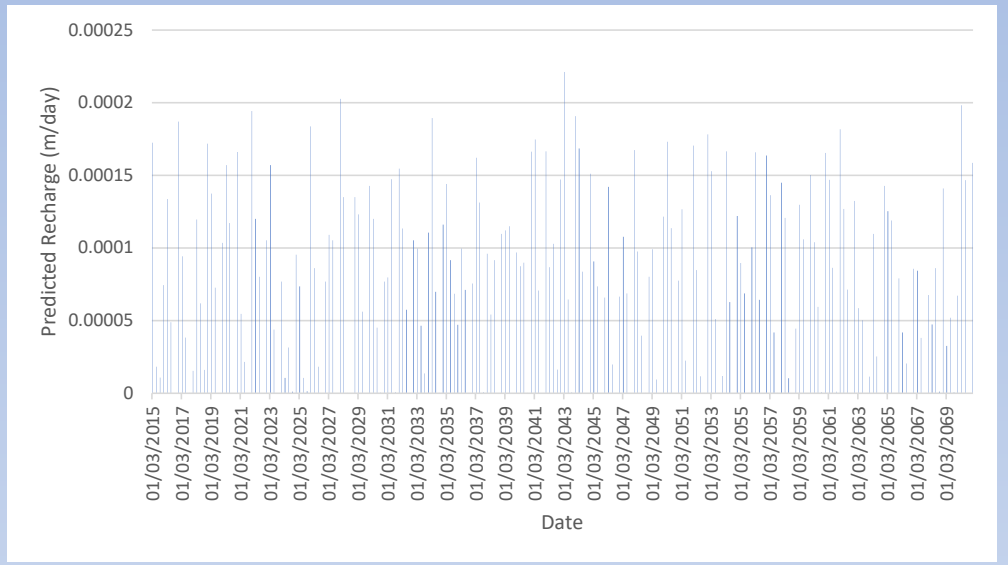
علاقة تجريبية لقيم الراشح الشهرية مع الهطول المطري

حوض دبدبا الجوفي

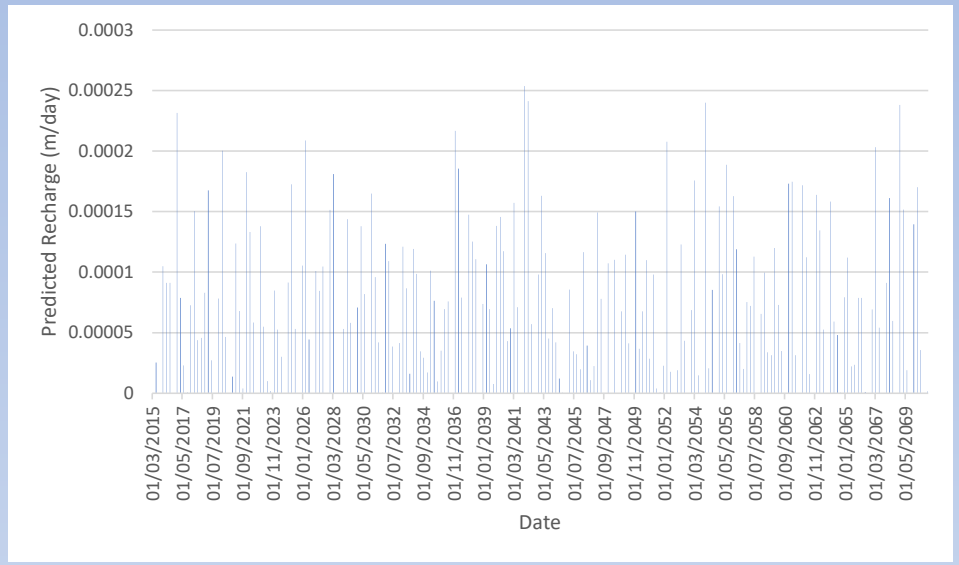
دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

تأثيرتغيرالهطول المطري على الراشح إلى المياه الجوفية من الأمطار

باستخدام العلاقة التجريبية بين قيم الراشح وقيم الهطول المطري المشتقة للفترة 2014 – 2017، حسبت قيم الراشح الشهرية المتوقعة من الهطول المطري الشهري المتوقع للنماذج المناخية الستة حتى عام 2070



قيم التغذية الشهرية للمطر الشهري المتوقع من النموذج (MPI-ESM!-2-LR)



قيم التغذية الشهرية للمطر الشهري المتوقع من النموذج (CMCC-CM2-SR5)

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

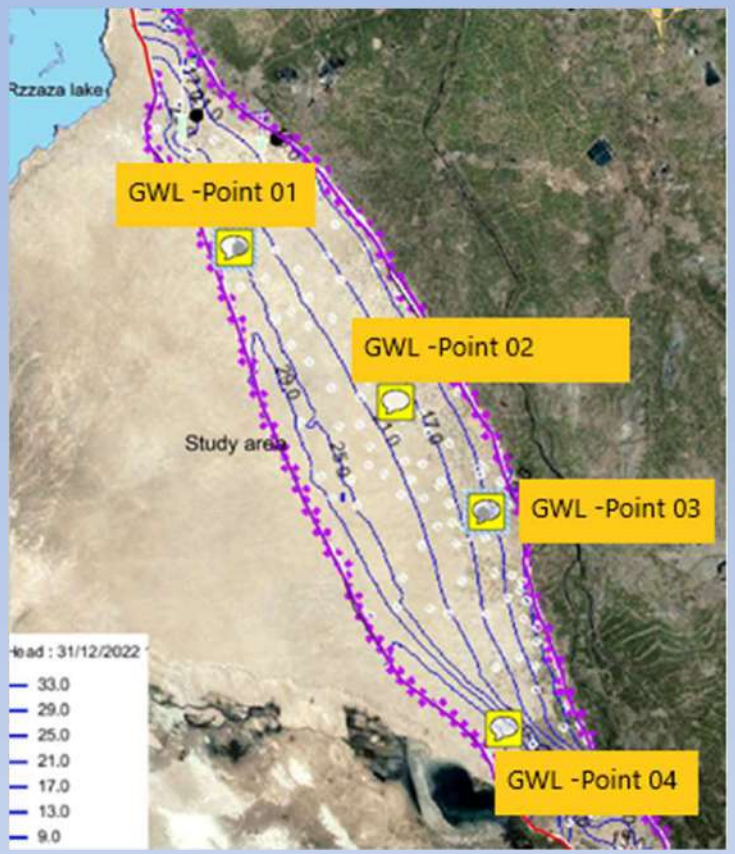
نتائج تشغيل النموذج الرياضي للتنبؤ بتغيرات المياه الجوفية حتى 2070

بعد حساب القيم المتوقعة للضاغط المحدد المتغير والراشح إلى المياه الجوفية وفقا لمعطيات النماذج المناخية، استخدمت هذه القيم كمدخلات لإعادة تشغيل النموذج حتى عام 2070.

اختيرت أربع نقاط موزعة ضمن الحوض لعرض تغير مناسيب المياه الجوفية.

تم إعداد ثلاث خرائط تبين مناسيب المياه الجوفية في حوض دبدبا للأعوام 2019، 2044 و2070.

لخصت الموازنة المائية للحامل المائي في كل تشغيل لخمسة فواصل زمنية (كل عشر سنوات) ومقارنة مكونات الموازنة المائية مع القيم في فترة المعايرة (2015 – 2017)



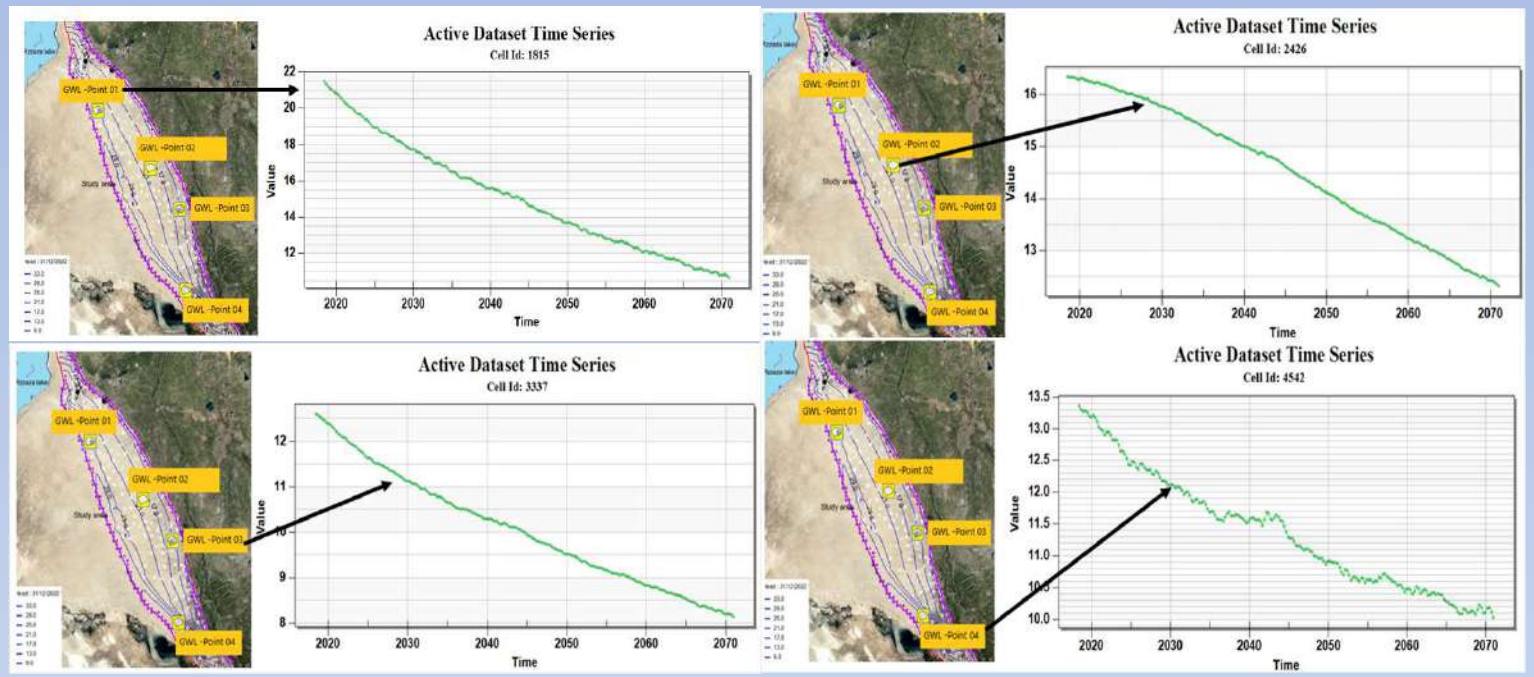
النقاط الأربعة المختارة لعرض تغير مناسيب المياه الجوفية حتى عام 2070

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

نتائج تشغيل النموذج الرياضي لمدخلات النموذج المناخي CMCC-CM2-SR5

انخفضت مناسيب المياه الجوفية من عام 2018 حتى 2070 حوالي 10 م في الشمال و4-5 م في الوسط و 3.5 م في الجنوب



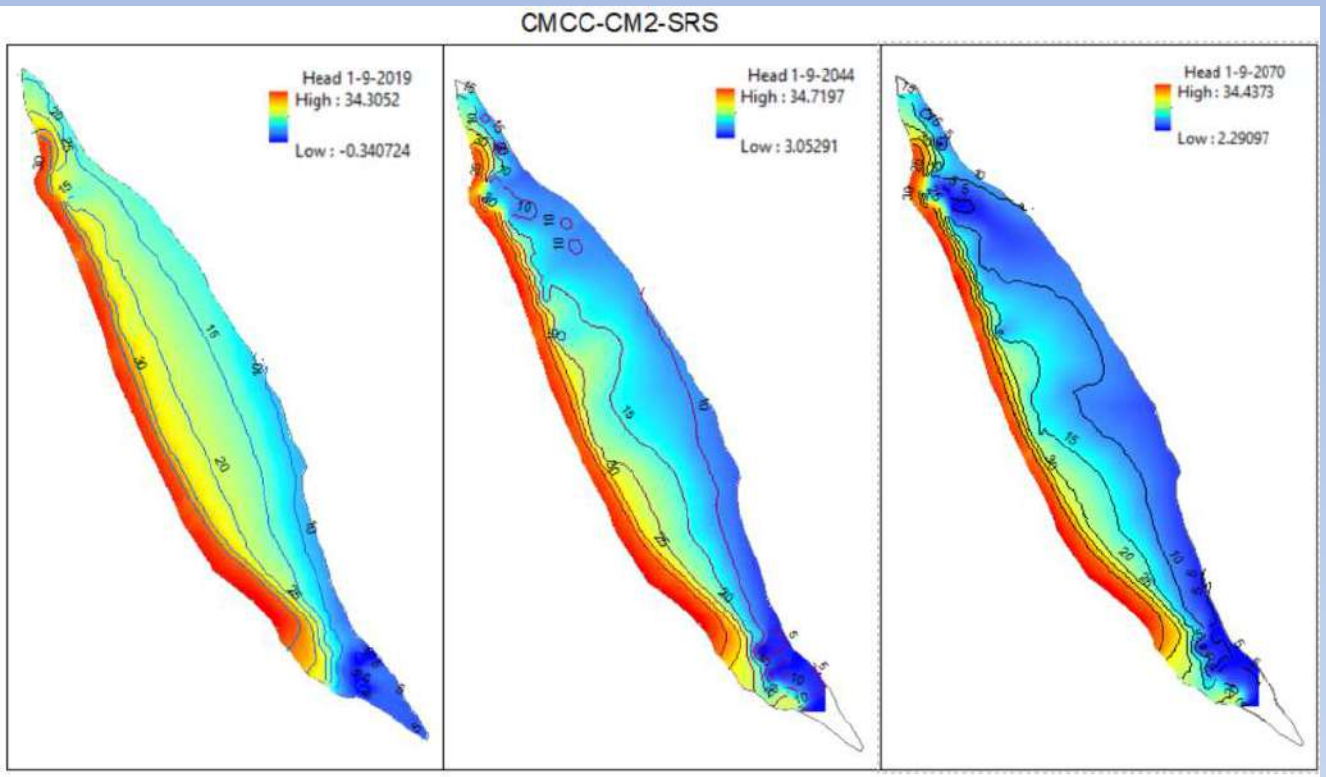
النقاط الأربعة المختارة لعرض تغير مناسيب المياه الجوفية حتى عام 2070

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

نتائج تشغيل النموذج الرياضي لمدخلات النموذج المناخي CMCC-CM2-SR5

خرائط تساوي مناسيب المياه الجوفية في أعوام 2019 و2044 و2070



تبين خرائط تساوي مناسيب المياه الجوفية في 2019 و2044 و2070 جفاف بعض الخلايا في شمل وجنوب الحوض بسبب السماكة المنخفضة للحامل المائي وحد عدم الجريان المتواجد في المنطقتين.

كما تظهر انخفاضا لمناسيب المياه الجوفية على كامل منطقة النموذج، ويكون أشد في الجهة الشرقية بسبب كثافة آبار الضخ في منتصف وشرق منطقة النموذج

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

نتائج تشغيل النموذج الرياضي لمدخلات النموذج المناخي CMCC-CM2-SR5

الموازنة المائية من عام 2018 حتى عام 2070

Water Budget / CMCC-CM2-SRS					
Horizon	IN		OUT		IN-OUT
	Recharge	Lateral Flow	Wells	Lateral Flow	Change of average annual storage
	Mm^3/yr.				
Reference period (2015-2017)	34.5	4.3	24.7	33.0	-19.0
2018-2030	24.8	12.0	61.0	17.0	-41.2
2031-2040	25.3	12.3	58.8	12.0	-33.2
2041-2050	23.5	13.7	58.5	10.1	-31.4
2051-2060	24.1	14.9	59.3	8.4	-28.7
2061-2070	24.9	15.6	59.3	7.6	-26.4
Average	24.5	13.7	59.4	11.0	-32.2
	Relative change in comparison to reference period				
2018-2030	-29%	179%	146%	-49%	-117%
2031-2040	-27%	185%	137%	-64%	-75%
2041-2050	-32%	217%	136%	-70%	-65%
2051-2060	-31%	247%	139%	-75%	-51%
2061-2070	-28%	263%	139%	-78%	-38%
Average	-29%	218%	139%	-67%	-69%

تبين الموازنة المائية انخفاض الراشح من مياه الأمطار من 34.5 م.م^3 / عام في فترة المعايرة إلى 24.5 م.م^3 /عام كمتوسط لفترة التنبؤ.

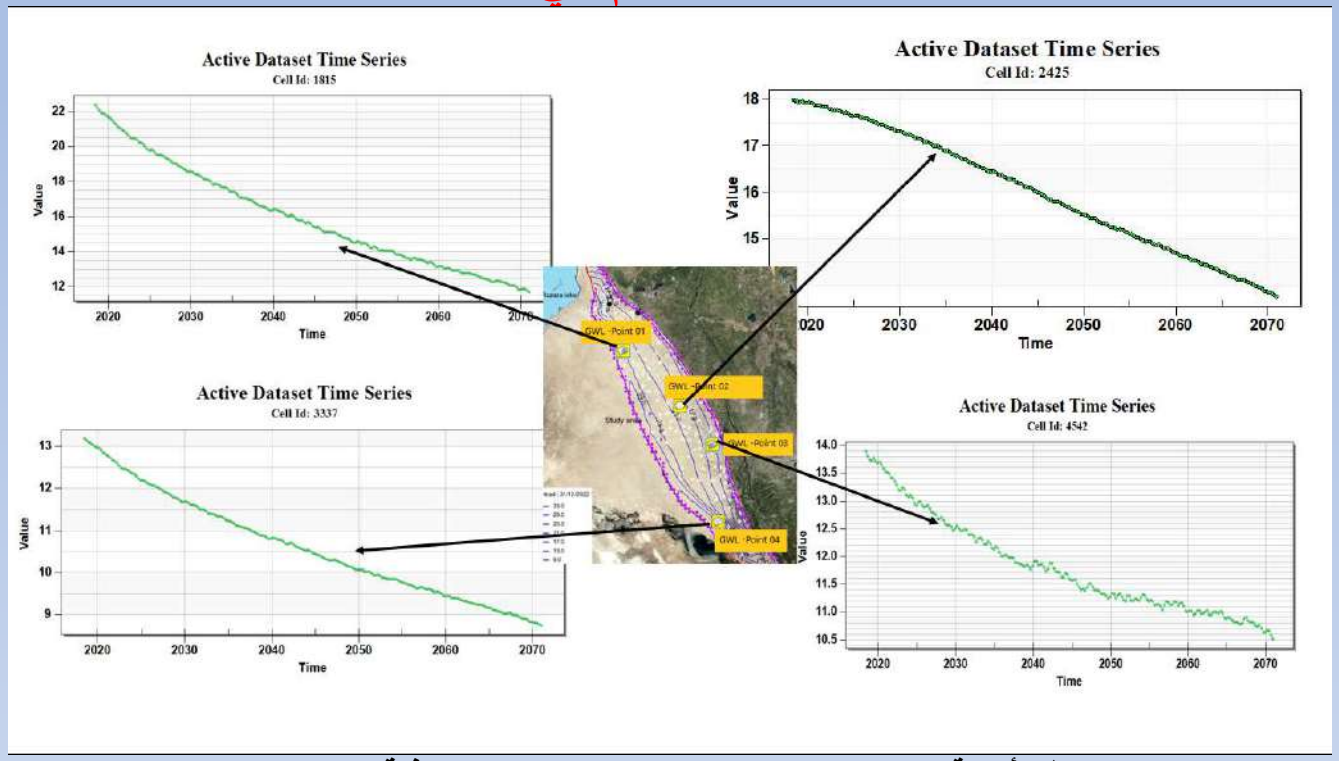
وازدياد مقدار نقصان مخزون المياه الجوفية من 19 م.م^3 / عام في فترة المعايرة إلى 32.2 م.م^3 /عام كمتوسط لفترة التنبؤ.

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

نتائج تشغيل النموذج الرياضي لمدخلات النموذج المناخي CNRM-ESM2-1

انخفضت مناسيب المياه الجوفية من عام 2018 حتى 2070 حوالي 10 م في الشمال و4 م في الوسط و 4 م في الجنوب



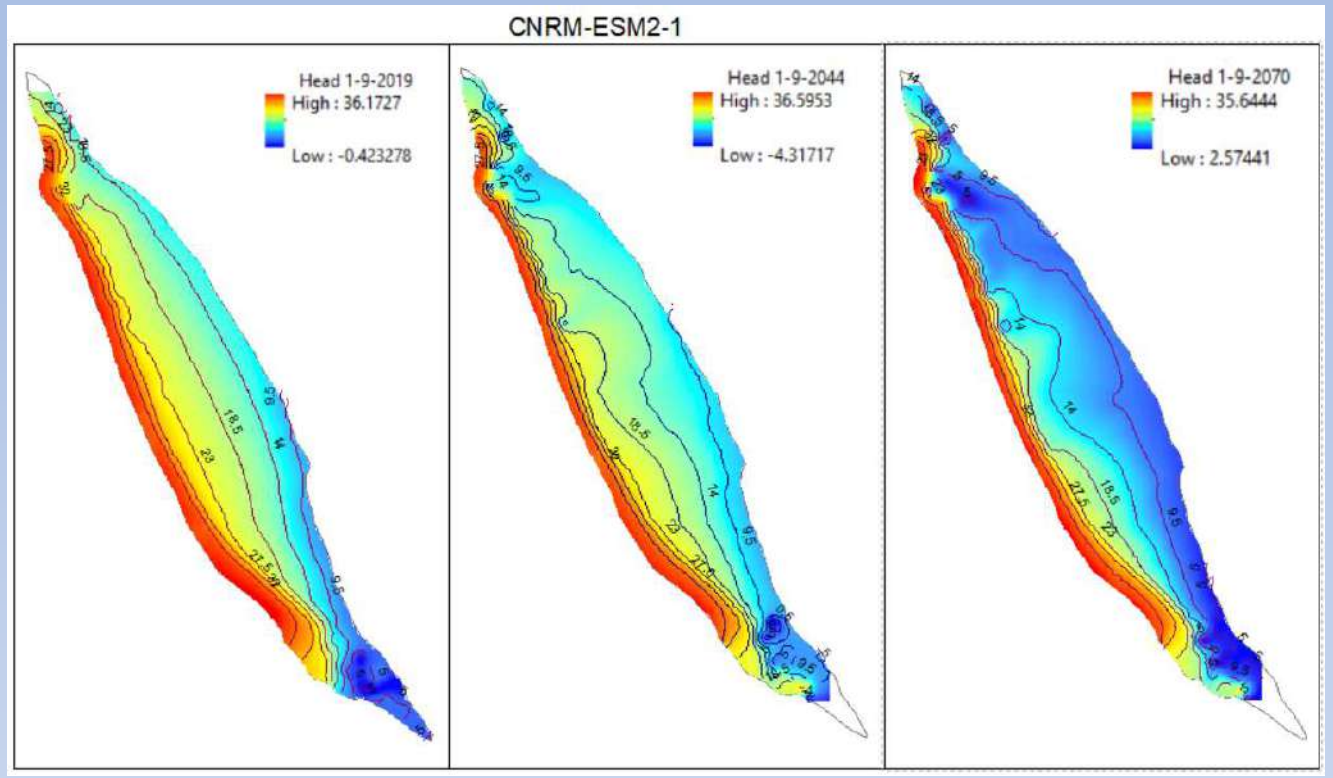
النقاط الأربعة المختارة لعرض تغير مناسيب المياه الجوفية حتى عام 2070

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

نتائج تشغيل النموذج الرياضي لمدخلات النموذج المناخي CNRM-ESM2-1

خرائط تساوي مناسيب المياه الجوفية في أعوام 2019 و2044 و2070



تبين خرائط تساوي مناسيب المياه الجوفية في 2019 و2044 و2070 جفاف بعض الخلايا في شمل وجنوب الحوض بسبب السماكة المنخفضة للحامل المائي وحد عدم الجريان المتواجد في المنطقتين.

كما تظهر انخفاضا لمناسيب المياه الجوفية على كامل منطقة النموذج، ويكون أشد في الجهة الشرقية بسبب كثافة آبار الضخ في منتصف وشرق منطقة النموذج

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

نتائج تشغيل النموذج الرياضي لمدخلات النموذج المناخي CNRM-ESM2-1

الموازنة المائية من عام 2018 حتى عام 2070

Water Budget / CNRM-ESM2-1					
Horizon	IN		OUT		IN-OUT
	Recharge	Lateral Flow	Wells	Lateral Flow	Change of average annual storage
	Mm^3/yr.				
Reference period (2015-2017)	34.5	4.3	24.7	33.0	-19.0
2018-2030	27.9	10.7	60.0	20.7	-42.1
2031-2040	29.4	11.0	58.6	15.1	-33.3
2041-2050	28.8	12.1	58.4	12.7	-30.3
2051-2060	32.4	12.5	59.5	11.5	-26.1
2061-2070	30.4	13.3	59.3	10.5	-26.1
Average	29.8	11.9	59.2	14.1	-31.6
	Relative change in comparison to reference period				
2018-2030	-20%	148%	142%	-38%	-121%
2031-2040	-15%	156%	136%	-55%	-75%
2041-2050	-17%	180%	136%	-62%	-59%
2051-2060	-7%	190%	140%	-66%	-37%
2061-2070	-12%	209%	139%	-69%	-37%
Average	-14%	177%	139%	-58%	-66%

تبين الموازنة المائية انخفاض الراشح من مياه الأمطار من 34.5 م.م^3 / عام في فترة المعايرة إلى 29.8 م.م^3 /عام كمتوسط لفترة التنبؤ.

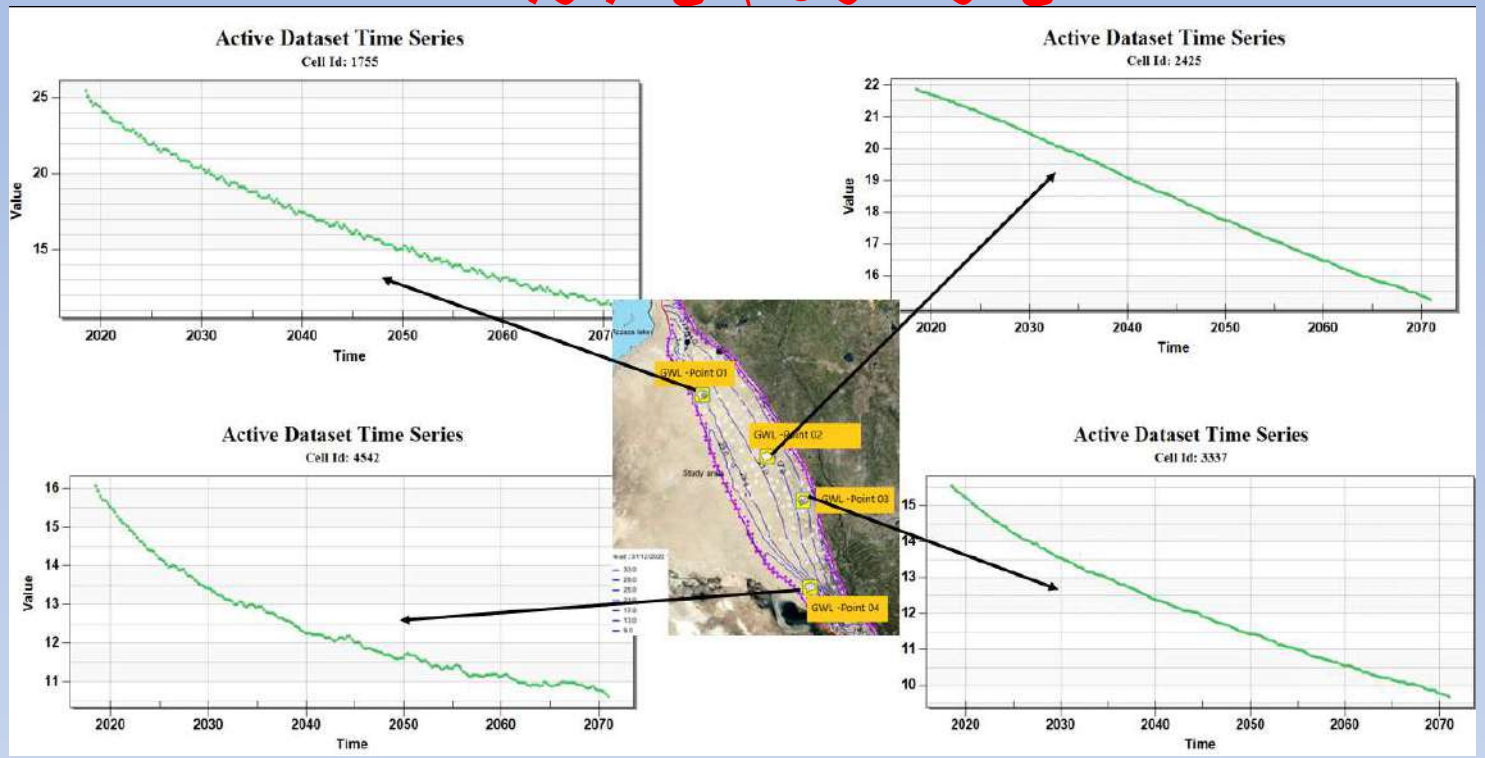
وازدياد مقدار نقصان مخزون المياه الجوفية من 19 م.م^3 / عام في فترة المعايرة إلى 31.6 م.م^3 /عام كمتوسط لفترة التنبؤ.

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

نتائج تشغيل النموذج الرياضي لمدخلات النموذج المناخي EC-Earth3-Veg

انخفضت مناسيب المياه الجوفية من عام 2018 حتى 2070 حوالي 15 م في الشمال و 7 م في الوسط و 6 م في الجنوب



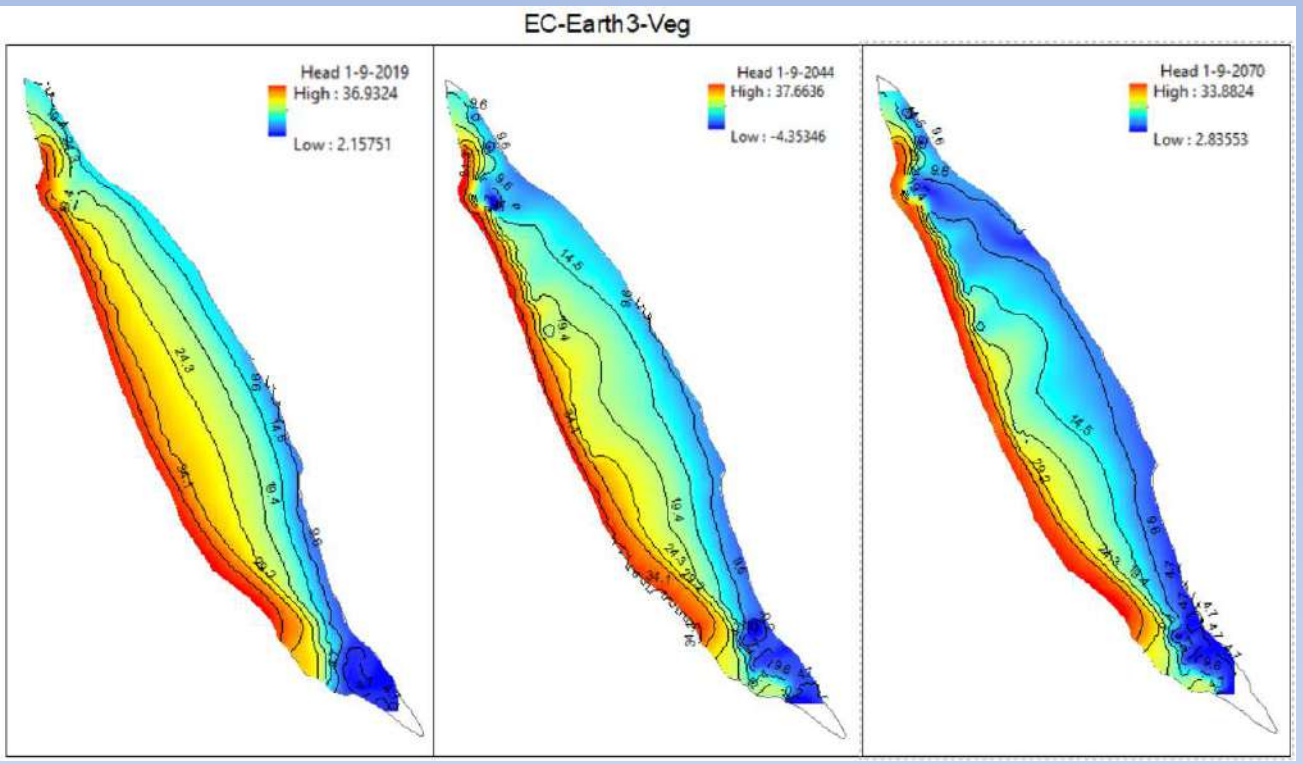
النقاط الأربعة المختارة لعرض تغير مناسيب المياه الجوفية حتى عام 2070

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

نتائج تشغيل النموذج الرياضي لمدخلات النموذج المناخي EC-Earth3-Veg

خرائط تساوي مناسيب المياه الجوفية في أعوام 2019 و2044 و2070



تبين خرائط تساوي مناسيب المياه الجوفية في 2019 و2044 و2070 جفاف بعض الخلايا في شمل وجنوب الحوض بسبب السماكة المنخفضة للحامل المائي وحد عدم الجريان المتواجد في المنطقتين.

كما تظهر انخفاضا لمناسيب المياه الجوفية على كامل منطقة النموذج، ويكون أشد في الجهة الشرقية بسبب كثافة آبار الضخ في منتصف وشرق منطقة النموذج

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

نتائج تشغيل النموذج الرياضي لمدخلات النموذج المناخي EC-Earth3-Veg

الموازنة المائية من عام 2018 حتى عام 2070

Water Budget / EC-Earth3-Veg					
Horizon	IN		OUT		IN-OUT
	Recharge	Lateral Flow	Wells	Lateral Flow	Change of average annual storage
	$Mm^3/yr.$				
Reference period (2015-2017)	34.5	4.3	24.7	33.0	-19.0
2018-2030	24.5	8.8	60.0	34.2	-60.9
2031-2040	26.6	9.5	58.6	24.7	-47.3
2041-2050	28.9	10.1	58.5	19.7	-39.2
2051-2060	26.5	11.6	59.3	16.5	-37.8
2061-2070	28.6	12.3	59.3	14.4	-32.8
Average	27.0	10.4	59.1	21.9	-43.6
	Relative change in comparison to reference period				
2018-2030	-30%	104%	142%	3%	-220%
2031-2040	-23%	120%	136%	-26%	-149%
2041-2050	-17%	135%	136%	-41%	-106%
2051-2060	-24%	168%	139%	-51%	-98%
2061-2070	-18%	185%	139%	-57%	-72%
Average	-22%	142%	138%	-34%	-129%

تبين الموازنة المائية انخفاض الراشح من مياه الأمطار من 34.5 م.م^3 / عام في فترة المعايرة إلى 27 م.م^3 /عام كمتوسط لفترة التنبؤ.

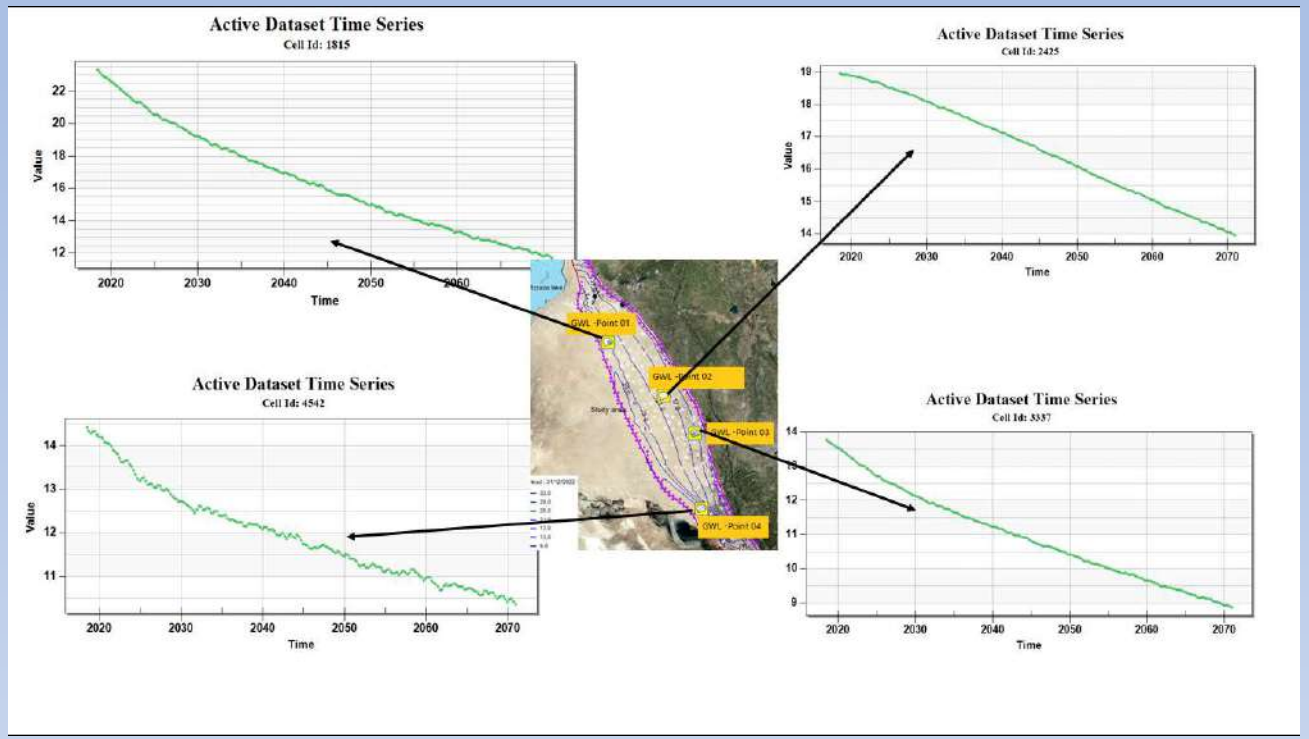
وازدياد مقدار نقصان مخزون المياه الجوفية من 19 م.م^3 / عام في فترة المعايرة إلى 43.6 م.م^3 /عام كمتوسط لفترة التنبؤ.

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

نتائج تشغيل النموذج الرياضي لمدخلات النموذج المناخي MPI-ESM1-2-LR

انخفضت مناسيب المياه الجوفية من عام 2018 حتى 2070 حوالي 11.5 م في الشمال و 5 م في الوسط و 4.5 م في الجنوب



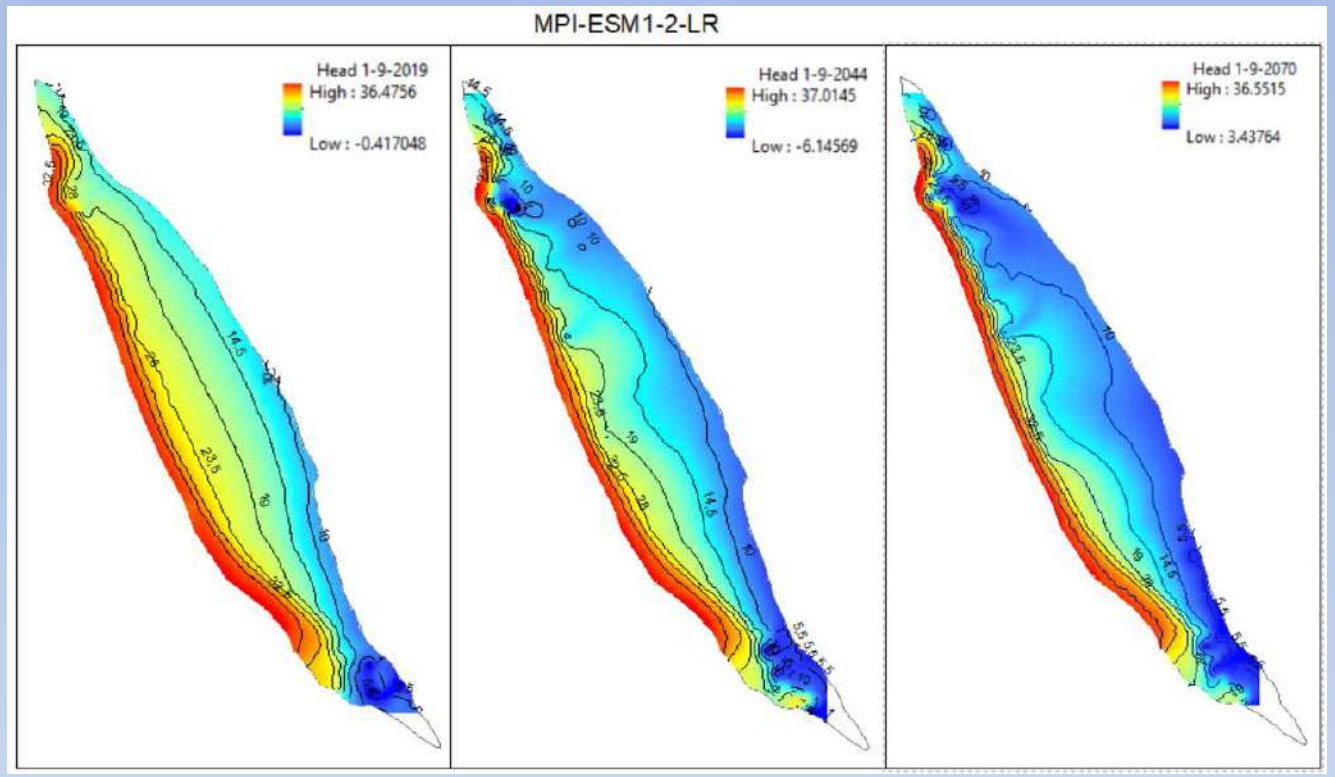
النقاط الأربعة المختارة لعرض تغير مناسيب المياه الجوفية حتى عام 2070

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

نتائج تشغيل النموذج الرياضي لمدخلات النموذج المناخي MPI-ESM1-2-LR

خرائط تساوي مناسيب المياه الجوفية في أعوام 2019 و2044 و2070



تبين خرائط تساوي مناسيب المياه الجوفية في 2019 و2044 و2070 جفاف بعض الخلايا في شمل وجنوب الحوض بسبب السماكة المنخفضة للحامل المائي وحد عدم الجريان المتواجد في المنطقتين.

كما تظهر انخفاضا لمناسيب المياه الجوفية على كامل منطقة النموذج، ويكون أشد في الجهة الشرقية بسبب كثافة آبار الضخ في منتصف وشرق منطقة النموذج

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

نتائج تشغيل النموذج الرياضي لمدخلات النموذج المناخي MPI-ESM1-2-LR

الموازنة المائية من عام 2018 حتى عام 2070

Water Budget / MPI-ESM1-2-LR					
Horizon	IN		OUT		IN-OUT
	Recharge	Lateral Flow	Wells	Lateral Flow	Change of average annual storage
	$Mm^3/yr.$				
Reference period (2015-2017)	34.5	4.3	24.7	33.0	-19.0
2018-2030	24.9	11.3	61.0	20.7	-45.4
2031-2040	27.4	11.3	58.8	14.8	-34.9
2041-2050	27.8	12.2	58.5	12.6	-31.0
2051-2060	25.8	13.7	59.3	10.5	-30.3
2061-2070	23.4	15.0	59.3	9.0	-29.8
Average	25.9	12.7	59.4	13.5	-34.3
	Relative change in comparison to reference period				
2018-2030	-28%	163%	146%	-38%	-139%
2031-2040	-21%	162%	137%	-56%	-84%
2041-2050	-20%	183%	136%	-62%	-63%
2051-2060	-26%	218%	139%	-69%	-59%
2061-2070	-33%	249%	139%	-73%	-57%
Average	-25%	195%	139%	-60%	-80%

تبين الموازنة المائية انخفاض الراشح من مياه الأمطار من 34.5 م.م^3 / عام في فترة المعايرة إلى 25.9 م.م^3 /عام كمتوسط لفترة التنبؤ.

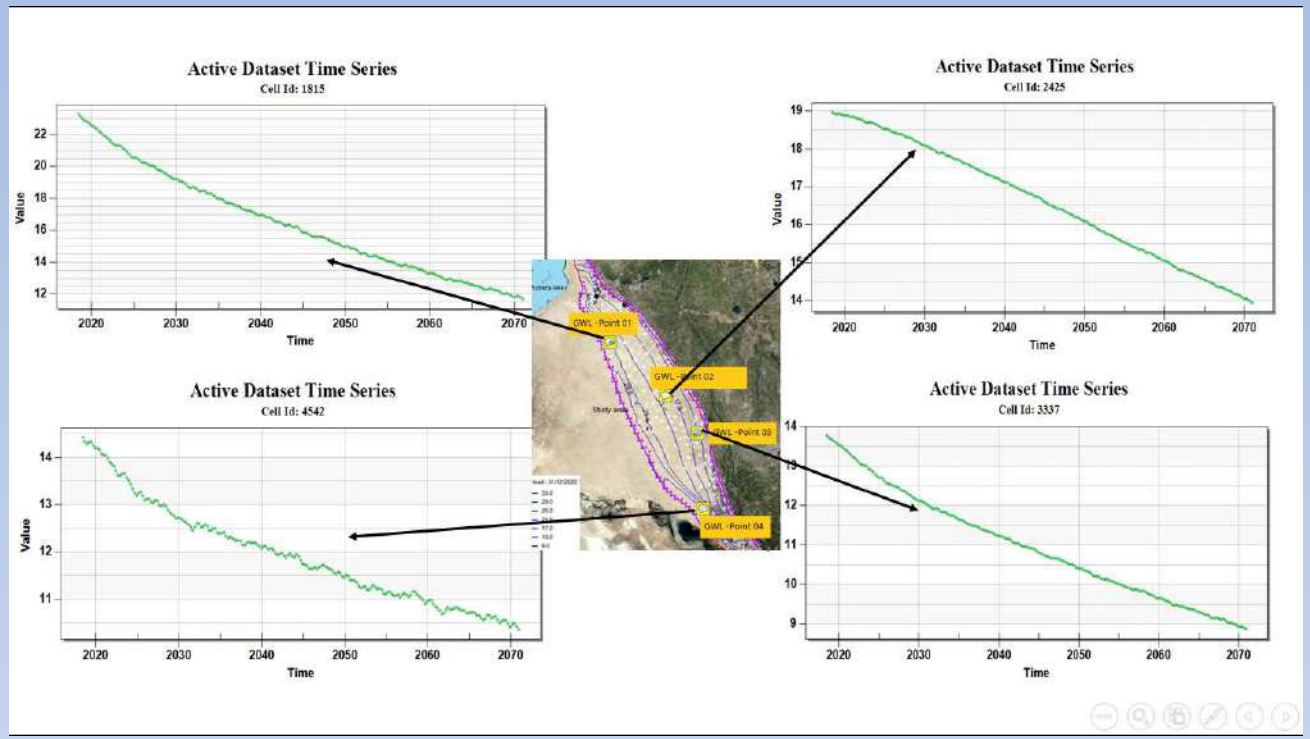
وازدياد مقدار نقصان مخزون المياه الجوفية من 19 م.م^3 / عام في فترة المعايرة إلى 34.3 م.م^3 /عام كمتوسط لفترة التنبؤ.

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

نتائج تشغيل النموذج الرياضي لمدخلات النموذج المناخي MRI-ESM2-0

انخفضت مناسيب المياه الجوفية من عام 2018 حتى 2070 حوالي 12 م في الشمال و 5 م في الوسط و 5 م في الجنوب



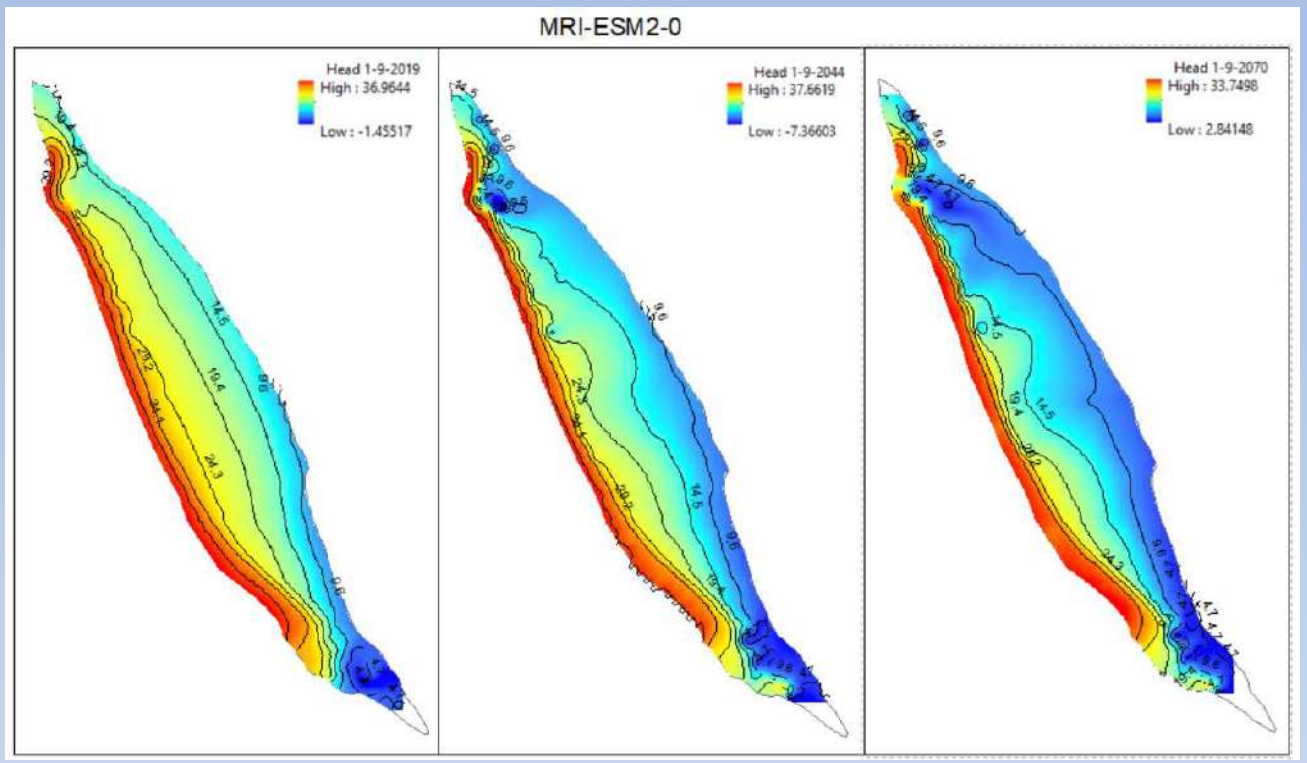
النقاط الأربعة المختارة لعرض تغير مناسيب المياه الجوفية حتى عام 2070

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

نتائج تشغيل النموذج الرياضي لمدخلات النموذج المناخي MRI-ESM2-0

خرائط تساوي مناسيب المياه الجوفية في أعوام 2019 و2044 و2070



تبين خرائط تساوي مناسيب المياه الجوفية في 2019 و2044 و2070 جفاف بعض الخلايا في شمل وجنوب الحوض بسبب السماكة المنخفضة للحامل المائي وحد عدم الجريان المتواجد في المنطقتين.

كما تظهر انخفاضا لمناسيب المياه الجوفية على كامل منطقة النموذج، ويكون أشد في الجهة الشرقية بسبب كثافة آبار الضخ في منتصف وشرق منطقة النموذج

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

نتائج تشغيل النموذج الرياضي لمدخلات النموذج المناخي MRI-ESM2-0

الموازنة المائية من عام 2018 حتى عام 2070

Water Budget / MRI-ESM2-0					
Horizon	IN		OUT		IN-OUT
	Recharge	Lateral Flow	Wells	Lateral Flow	Change of average annual storage
	$Mm^3/yr.$				
Reference period (2015-2017)	34.5	4.3	24.7	33.0	-19.0
2018-2030	26.4	10.7	60.3	24.0	-47.2
2031-2040	30.1	10.3	58.3	17.6	-35.4
2041-2050	27.3	11.6	58.2	14.5	-33.8
2051-2060	26.4	13.0	59.3	12.2	-32.2
2061-2070	27.1	13.8	59.3	10.7	-29.1
Average	27.5	11.9	59.1	15.8	-35.5
	Relative change in comparison to reference period				
2018-2030	-24%	149%	143%	-28%	-148%
2031-2040	-13%	140%	135%	-47%	-86%
2041-2050	-21%	170%	135%	-57%	-78%
2051-2060	-24%	201%	139%	-63%	-69%
2061-2070	-22%	221%	139%	-68%	-53%
Average	-21%	176%	138%	-53%	-87%

تبين الموازنة المائية انخفاض الراشح من مياه الأمطار من 34.5 م.م^3 / عام في فترة المعايرة إلى 27.5 م.م^3 /عام كمتوسط لفترة التنبؤ.

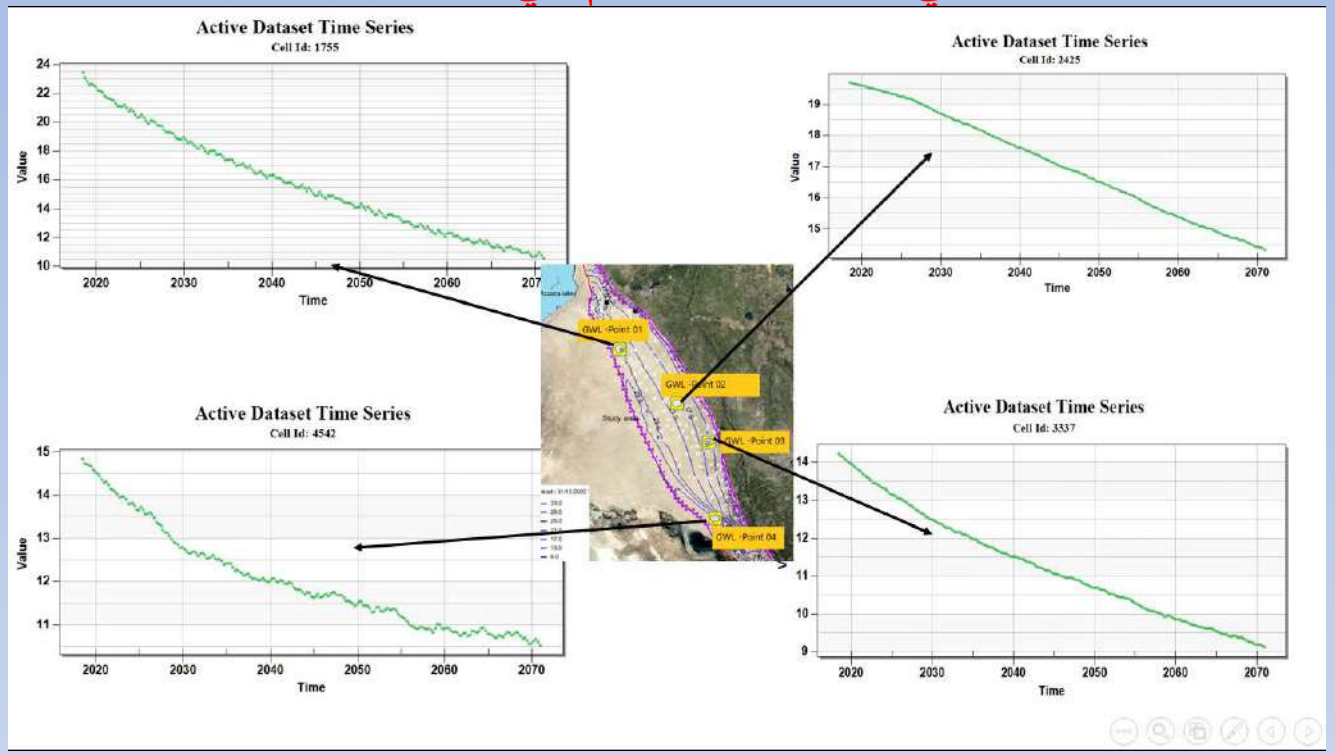
وازدياد مقدار نقصان مخزون المياه الجوفية من 19 م.م^3 / عام في فترة المعايرة إلى 35.5 م.م^3 /عام كمتوسط لفترة التنبؤ.

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

نتائج تشغيل النموذج الرياضي لمدخلات النموذج المناخي NorESM2-MM

انخفضت مناسيب المياه الجوفية من عام 2018 حتى 2070 حوالي 13 م في الشمال و 5.5 م في الوسط و 4.3 م في الجنوب



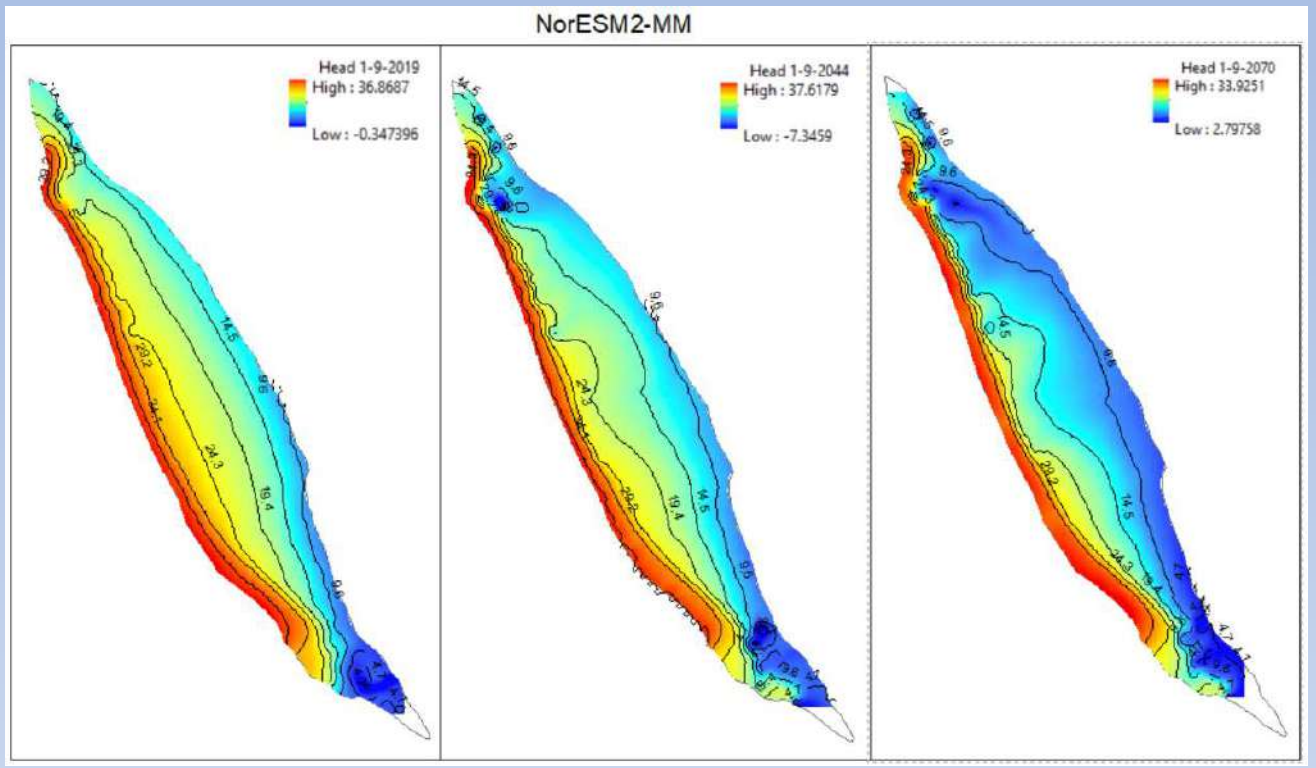
النقاط الأربعة المختارة لعرض تغير مناسيب المياه الجوفية حتى عام 2070

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

نتائج تشغيل النموذج الرياضي لمدخلات النموذج المناخي NorESM2-MM

خرائط تساوي مناسيب المياه الجوفية في أعوام 2019 و2044 و2070



تبين خرائط تساوي مناسيب المياه الجوفية في 2019 و2044 و2070 جفاف بعض الخلايا في شمل وجنوب الحوض بسبب السماكة المنخفضة للحامل المائي وحد عدم الجريان المتواجد في المنطقتين.

كما تظهر انخفاضا لمناسيب المياه الجوفية على كامل منطقة النموذج، ويكون أشد في الجهة الشرقية بسبب كثافة آبار الضخ في منتصف وشرق منطقة النموذج

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

نتائج تشغيل النموذج الرياضي لمدخلات النموذج المناخي NorESM2-MM

الموازنة المائية من عام 2018 حتى عام 2070

Water Budget / NorESM2-MM					
Horizon	IN		OUT		IN-OUT
	Recharge	Lateral Flow	Wells	Lateral Flow	Change of average annual storage
	Mm^3/yr.				
Reference period (2015-2017)	34.5	4.3	24.7	33.0	-19.0
2018-2030	25.8	10.9	61.0	26.7	-51.0
2031-2040	28.5	10.5	58.8	19.0	-38.9
2041-2050	29.4	11.0	58.5	15.7	-33.7
2051-2060	24.9	12.8	59.3	13.2	-34.8
2061-2070	30.5	13.0	59.3	11.9	-27.7
Average	27.8	11.6	59.4	17.3	-37.2
	Relative change in comparison to reference period				
2018-2030	-26%	152%	146%	-20%	-168%
2031-2040	-18%	143%	137%	-43%	-104%
2041-2050	-15%	156%	136%	-53%	-77%
2051-2060	-28%	198%	139%	-60%	-83%
2061-2070	-12%	201%	139%	-65%	-45%
Average	-20%	170%	139%	-48%	-96%

تبين الموازنة المائية انخفاض الراشح من مياه الأمطار من 34.5 م.م^3 / عام في فترة المعايرة إلى27.8 م.م^3 /عام كمتوسط لفترة التنبؤ.

وازدياد مقدار نقصان مخزون المياه الجوفية من 19 م.م^3 / عام في فترة المعايرة إلى 37.2 م.م^3 /عام كمتوسط لفترة التنبؤ.

حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

متوسط النتائج للنماذج الستة

الموازنة المائية من عام 2018 حتى عام 2070

Water Budget (Average)					
Climate Model	IN		OUT		IN-OUT
	Recharge	Lateral Flow	Wells	Lateral Flow	Change of average annual storage
	$Mm^3/yr.$				
Reference period (2015-2017)	34.5	4.3	24.7	33.0	-19.0
Prediction periods (2018-2070)					
MRI-ESM2-0	27.5	11.9	59.1	15.8	-35.5
NorESM2-MM	27.8	11.6	59.4	17.3	-37.2
CNRM-ESM2-1	29.8	11.9	59.2	14.1	-31.6
CMCC-CM2-SRS	24.5	13.7	59.4	11.0	-32.2
EC-Earth3-Veg	27.0	10.4	59.1	21.9	-43.6
MPI-ESM1-2-LR	25.9	12.7	59.4	13.5	-34.3
Average	27.1	12.0	59.2	15.6	-35.7
	Relative change in comparison to reference period				
MRI-ESM2-0	-21%	176%	138%	-53%	-87%
NorESM2-MM	-20%	170%	139%	-48%	-96%
CNRM-ESM2-1	-14%	177%	139%	-58%	-66%
CMCC-CM2-SRS	-29%	218%	139%	-67%	-69%
EC-Earth3-Veg	-22%	142%	138%	-34%	-129%
MPI-ESM1-2-LR	-25%	195%	139%	-60%	-80%
Average	-22%	180%	139%	-53%	-88%

تبين الموازنة المائية انخفاض الراشح من مياه الأمطار من 34.5 م.م^3 / عام في فترة المعايرة إلى27.1 م.م^3 /عام كمتوسط لفترة التنبؤ.

وازدياد مقدار نقصان مخزون المياه الجوفية من 19 م.م^3 / عام في فترة المعايرة إلى 35.7 م.م^3 /عام كمتوسط لفترة التنبؤ.

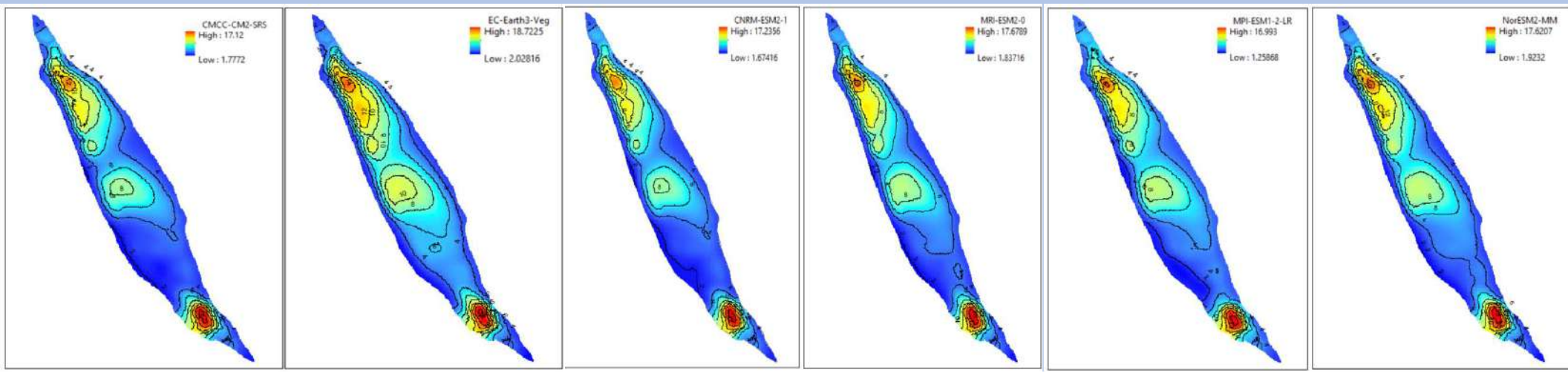
حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

نتائج تشغيل النموذج الرياضي لمدخلات النماذج المناخية الستة

خرائط هبوط مناسيب المياه الجوفية من عام 2018 حتى 2070

تظهر خرائط الهبوط جفاف بعض الخلايا قي شمال وجنوب منطقة النموذج اعتبارا من عام 2024.
الهبوط المتوقع يصل إلى 14 م في الشمال و 18 م في الجنوب
أما في باقي منطقة النموذج فيتراوح الهبوط المتوقع بين 4 و 10 م.



حوض دبدبا الجوفي

دراسة تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على المياه الجوفية في حوض دبدبا

الخلاصة والتوصيات

- أظهرت نتائج الدراسة أن التغيرات المناخية المتوقعة في حوض دبدبا ستؤثر بشكل واضح على المياه الجوفية في الحوض، وستسبب انخفاضا كبيرا في المخزون والذي سيتجلى بشكل هبوط واضح لمناسيب المياه الجوفية.

- تتميز المناطق الشمالية والجنوبية من الحوض بسماكة مشبعة صغيرة ستؤدي إلى استنزافها وجفافها خلال وقت قصير نسبيا، وينصح بترشيد الضخ من المياه الجوفية في هذه المناطق وعدم الترخيص لآبار جديدة.

- دراسة إمكانية استثمار الحامل الجوفي العميق في منطقة دبدبا، حيث يتوقع أن يكون استثمار هذا الحامل أحد أهم إجراءات التكيف مع التأثيرات السلبية للتغيرات المناخية في المنطقة.