Scenarios of sea-level rise and its effects on the Iraqi coast

Prof. Dr. Hassan K. Al Mahmood(*)
The University of Basrah
Center for Oceanography

Dr. Ali Bassal Mahmood (**)
University of Basrah
College of Marine Sciences

prof.Dr. Tariq. J. Al Mola (***)
The University of Basrah
College of Human Education

Abstract:

The conducted study aims to develop scenarios for sea- level rise due to the global climate changes and its expected impacts on the southern part of Iraq i.s.: rivers, marshes and lands. Global warming is the biggest cause of climate change increasing the melting rates for the vast pars of the glaciers in general, the lower basin area of the Mesopotamia Valley and the Iraqi coastare expected to be affected by anysea-level rise as it is an open areas on the northwestern part of the Arabian Gulf. As, it is flat plain areas that rise up(0.5 meters) from sea level in the southernmost part of its coastline between the entrance of the Shatt Al-Arab river and the entrance of Khor Al-Zubayr Lagoon.

The conducted work aims to develop a future vision of the areas affected by sea-level rise by mapping the scenarios of sea level rise using remote sensing data through the use of the Global Mapper program and the digital elevation profile DEMin the case of sea-level increase between 30cm and 50cm and 1meter. The conducted research is based on recent information provided by the European Union for Geosciences; the International Atomic Energy Agency; the UN Intergovernmental Panel on Global Climate Change and the US National Oceanic and Atmospheric Administration.

This study showed that there are real risks if the sea level rises to rates of 100 cm or more, while the impact will be less if the rise to 30 cm or less.

Keywords:
Global mean sea level, Iraqi coast, Geomorphology of Iraqi coast, Climate change

*E-Mail :almahmood@mscbasra.org
Hassan.hassan@uobasrah.edu.iq
**E-Mail : ali.mahmood1970@yahoo.com
ali.oceanology@gmail.com
***E-Mail : Tiq2025@yahoo.com

سيناريوهات ارتفاع مستوى سطح البحر وتأثيراته على الساحل العراقي

أ.د.حسن خليل حسن المحمود(*) جامعة البصرة – مركز علوم البحار
م.د.علي باسل محمود (**)جامعة البصرة – كلية علوم البحار
أ.د.طارق جمعة المولى(***)جامعة البصرة – كلية التربية للعلوم الإنسانية

المستخلص:

تهدف الدراسة إلى وضع سيناريوهات متوقعة لارتفاع مناسيب سطح البحر الذي يحدث بسبب التغيرات في المناخ العالمي وتأثيراتها المتوقعة على الجزء الجنوبي من العراق المتمثل بالأنهار والأهوار والأراضي الواقعة على جانبيها، إذ تعد ظاهرة الاحتباس الحراري الباعث الأكبر على ما يحدث من تغير مناخي، وزيادة معدلات ذوبان أجزاء شاسعة من الكتل الجليدية.

وتعد منطقة الحوض الأدنى لوادي الرافدين بشكل عام والساحل العراقي المطل على الخليج العربي من المناطق المتوقع أن تتأثر بأي ارتفاع في مستوى سطح البحر كونها من المناطق المفتوحة على الجزء الشمالي الغربي للخليج العربي،كما أنها من المناطق السهلية المنبسطة التي يصل ارتفاعها عن مستوى سطح البحر ٠,٥متر في أقصى الجزء الجنوبي من ساحلها الممتد بين مدخل شط العرب ومدخل خور الزبير.

وتهدف الدراسة إلى وضع تصور مستقبلي عن المناطق المتأثرة بارتفاع سطح البحر عن طريق التمثيل الخرائطي لسنياريوهات ارتفاع مستوى سطح البحر باستخدام معطيات الاستشعار عن بعد من خلال استخدام برنامج Global Mapper وملف الارتفاع الرقميDEM في حالة زيادة مستوى سطح البحر مابين٣٠سم و٥٠سم و ١متر، كما استند البحث إلى معلومات حديثة قدمت من الاتحاد الأوروبي لعلوم الأرض والوكالة الدولية للطاقة الذرية والفريق الدولي الحكومي المكلف بمراقبة التغير المناخي العالمي التابع للأمم المتحدة والوكالة الوطنية الأمريكية لإدارة المحيطات والغلاف الجوي.

أوضحت الدراسة أن هنالك مخاطر حقيقية في حال ارتفاع مستوى سطح البحر إلى معدلات تصل ١٠٠ سم أو أكثر بينما سيكون التأثير اقل في حال ارتفاعه إلى ٣٠ سم أو اقل من ذلك.

الكلمات المفتاحية: المنسوب البحري العالمي, الساحل العراقي, جيومورفولوجية الساحل العراقي, التغير المناخي.

* E-Mail :almahmood@mscbasra.org
Hassan.hassan@uobasrah.edu.iq
** E-Mail : ali.mahmood1970@yahoo.com
ali.oceanology@gmail.com
*** E-Mail : Tiq2025@yahoo.com

١ – المقدمة:

شاع بين الأوساط العلمية مؤخرا مصطلح ارتفاع مستوى سطح البحر, وأخذ حيزا كبيرا من اهتمام الدول الساحلية، ونشرت أبحاث ومقالات علمية تخص التوقعات التي سيصل إليها مستوى سطح البحر، ويرتبط مستوى سطح البحر بالتغير المناخي أو الاحترار المناخي، وعلى الرغم من خطورة قضية التغير المناخي إلا إن الصبغة السياسية والإعلامية التي تكتنف نتائج الدراسات الخاصة بها جعلت من الصعوبة الوقوف على تقديرات حقيقية لهذه الظاهرة في الوقت الحالي، لكن هذا لا يعني عدم الخوض في تفاصيل تلك القضية البحثية، لاسيما وان دراسات قليلة في العراق تابعت هذا الموضوع بشكل منفرد.

ويعد العراق من الدول البحرية التي لا يتجاوز طول ساحلها البحري ٦٤ كم (المحمود، ٢٠٠٦, ص١٩) إلا إن امتداد المسطحات المائية داخل المناطق السهلية في جنوبي العراق, وانبساط سطح الأرض, ووجود الأهوار التي تشكل مساحات طبيعية شاسعة منخفضة المستوى تشكل معظم مساحات محافظات ميسان وذي قار البصرة، التي تجعل من الضروري الاهتمام بوضع تصور مستقبلي يتمثل برسم سيناريوهات محتملة للمساحات المتأثرة بارتفاع مستوى سطح البحر على المستوى العالمي. من النتائج المحتملة المؤثرة على مياهنا الإقليمية العراقية هي أن سواحلنا البحرية التابعة لمدينة البصرة قد تتعرض إلى ارتفاع في مستوى سطح البحر لأكثر من ٣٠سم مع نهاية القرن الحالي ومن المحتمل حصول زيادة في درجة الحرارة السطحية في مياهنا الإقليمية إلى نحو ربع درجة حرارية, ومن المحتمل أن ترتفع حموضة مياهنا الإقليمية إلى ١٧٠% في نهاية القرن الحالي لو استمر انبعاث ثاني أوكسيد الكاربون بنفس المعدل الحالي (AWI 2008; P.2, EGU 2015; P.2 , UNEP 2017; P.1).

إن الاهتمام العالمي بقضية التغير المناخي قد بلغ درجة عظيمة، وقد بلغ هذا الاهتمام أعضاء مجلس الأمن الدولي, مما أدى إلى تزايد التخطيط الاستراتيجي والمستقبلي للتخفيف من مخاطر التغير المناخي، أو لتنظيم استخدامات الأراضي الساحلية الحالية،بما يتناسب مع متطلبات التنمية.

وأما للعراق فان ساحله البحري على الخليج العربي الممتد بين مدخل شط العرب من جهة الشرق ومدخل خور الزبير من جهة الغرب لعشرات الكيلومترات يفضي إلى مسطحات مائية عديد تقع إلى شماله و هناك مشاريع حيوية ومنشآت استراتيجية مهمة مخطط لإقامتها على طول الشريط الساحلي العراقي كميناء الفاو الكبير فضلا عن الاستثمارات الأخرى الرديفة الملاصقة للساحل أو الواقعة خلفه، وبذلك فان حجم الخسارة المتوقعة من أي ارتفاع متوقع لمستوى سطح البحر الناتجة فيما لو تعرض هذا الساحل لخطر الانغمار الجزئي أو الكلي سيكون مسيطرا عليه، أما على صعيد البحث العلمي العراقي والعربي فهنالك غياب شبه تام للدراسات في مجال ارتفاع سطح البحر وسيناريوهات هذا التأثير والآثار السلبية المتوقعة وارتباطها بتغير المناخ العالمي.

جاءت هذه الدراسة لإجراء تقييم علمي شامل لظاهرة عالمية خطرة جدا مستندةً إلى التوقعات العلمية الحديثة، ومع استعراض المكونات المتغيرة ذات الأثر الواضح في التغير الحاصل والمتوقع في مستوى سطح البحر، مع الإشارة إلى التغير المتوقع في درجة حرارة البحار وحموضة المحيطات العالمية.

٢- طرق المعالجة:

تضمنت الخطوات التالية:

٢-١- البيانات الأوقيانوغرافية المستحصلة: يستند البحث إلى مصادر حديثة من الاتحاد الأوروبي لعلوم الأرض, والوكالة الدولية للطاقة الذرية, والفريق الدولي الحكومي المكلف بمراقبة التغير المناخي العالمي التابع للأمم المتحدة والوكالة الوطنية الأمريكية لإدارة المحيطات والغلاف الجوي,محدّثة لآخر إعلان في مؤتمر باريس للفترة من٣٠-١١ إلى ١١-١٢ ١٥\١٢٠١١COP21-CMP حول معرفة مدى تأثر الأقطاب الجليدية والغلاف الحيوي بالتغير المناخي العالمي ومن ثم إظهار تأثير كافة المكونات المتغيرة التي تؤثر على ارتفاع مستوى سطح البحر العالمي(EGU 2015; P.1 , NOAA 2017; P.1, UNEP 2017; P.1).

٢-٢- التمثيل الخرائطي لسيناريوهات تذبذب مستوى سطح البحر: تم تمثيل السنياريوهات المحتملة لارتفاع مستوى سطح البحر خرائطياً باستخدام برنامج Global mapper لتمييز المساحات المتوقع اغمارها في حالة زيادة مستوى سطح البحر(٣٠ و٥٠ سم و١ متر).

٣- تذبذب مستوى سطح البحر خلال الأزمنة الجيولوجية:

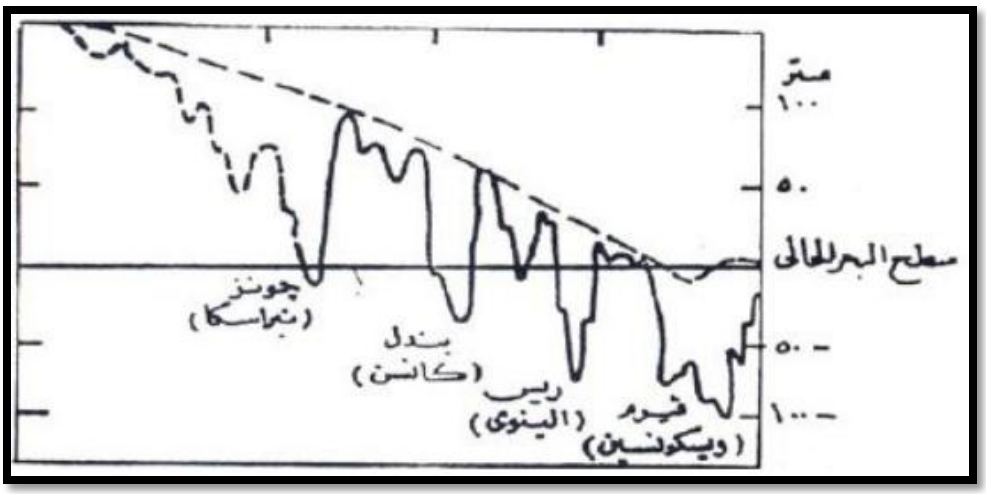
شهد الزمن الجيولوجي الرابع تغيرات مناخية واسعة على المستوى العالمي، حيث شهد عصر البليوستوسين انخفاضاً كبيرا في درجات الحرارة ونمو الظاهرة الجليدية في نطاق العروض العليا وارتفاع معدل الأمطار في نطاق العروض الوسطى. أما الفترة الواقعة بين نهاية عصريّ البليوستوسين وبداية الهولوسين, فقد شهدت خصائص مناخية مضطربة تباينت بين البرودة والدفء في نطاق العروض العليا، والتساقط الشديد والجفاف في نطاق العروض الوسطى. واستمر التباين خلال عصر الهولوسين (العشرة الاف سنة الماضية) الذي يطلق عليه بفترات المناخ الأمثل (الأنسب) (محمود، ٢٠١٥, ص١٠). وان من المؤكد إن هذه التباينات لها تأثيرات بيئية وهيدرولوجية وجيومورفولوجية تتمثل باختلاف درجة حرارة المياه وكثافتها وحركة التيارات البحرية التي تستجيب للتغيرات المناخية في الغلاف الجوي وهذا له تأثير مباشر باتساع مساحة الغطاء الجليدي في العروض العليا كلما تناقصت درجات الحرارة واشتد التساقط، بينما تذوب اجزاء من حافات الغطاء الجليدي خلال الفترات الدفيئة. وقد أكد (دالي) إن ذوبان الجليد العالمي في القارتين القطبيتين والأجزاء القريبة سيرفع مستوى سطح البحر الى حوالي ٦٠ متراً، إذ إن مستوى سطح البحر خلال العصور البلايستوسينية كان أكثر انخفاضا من الوقت الحالي بحوالي ١٠٠ متر (البوابة العلمية, ٢٠١٧)

ومن ملاحظة الشكل (١) يتبين أن الوقت الحالي يشهد فترة انتقالية (نهاية فترة جليدية وبداية فترة دفيئة)، ويتوقع أن تزداد درجات الحرارة وتكون مؤثرة في زيادة مستوى سطح البحر على المدى المنظور، وقد أعلن تقرير صادر عن الفريق الدولي الحكومي التابع للأمم المتحدة(IPCC) المكلف بمراقبة التغيرات المناخية العالمية منذ عام ١٩٩٢, بان الأنهار الجليدية وذوبان صفائح الجليد في جزيرة جرينلاند والقارة القطبية الجنوبية قد سبب ارتفاع مستوى

سطح البحر بمقدار ١٤ و ٨ و ٦ ملم على التوالي، حيث تسارعت خلال العقدين الأخيرين معدلات فقدان الجليد في جزيرة الجرينلاند والقارة القطبية الجنوبية وعلى النحو التالي (IPCC 2001; P.15 , IPCC 2007; P.10 , IPCC 2007a; P.9):-

٣-١- جزيرة جرينلاند: ارتفعت معدلات فقدان الجليد من ٣٤ تريليون طن/سنة بين عامي ١٩٩٢-٢٠٠١ إلى٢١٥ تريليون طن/سنة بين ٢٠٠٢-٢٠١١(والذي كان سببه ذوبان الجليد السطحي مع ازدياد معدلات تصاريفها والتي ساهمت بتعزيز تصاريف الأنهار الجليدية).

٣-٢- القارة القطبية الجنوبية، بلغ ارتفاع معدلات فقدان الجليد من ٣٠ تريليون طن / سنة بين عامي ١٩٩٢-٢٠٠١ إلى ١٤٧ تريليون طن / سنة بين عامي ٢٠٠٢-٢٠١١ ،حيث وقعت معظم هذه الخسارة في غرب القارة القطبية الجنوبية في بحر أموندسن وشبه الجزيرة القطبية الجنوبية(ويعزى ذلك إلى تسارع تصاريف الانهار الجليدية أيضا) .أي أن ذوبان الجليد بمقدار ١٠٠ تريليون طن / سنة تقريبا سيسبب ارتفاعا في مستوى البحر العالمي بمقدار ٠,٢٨٠ ملم/ سنة.



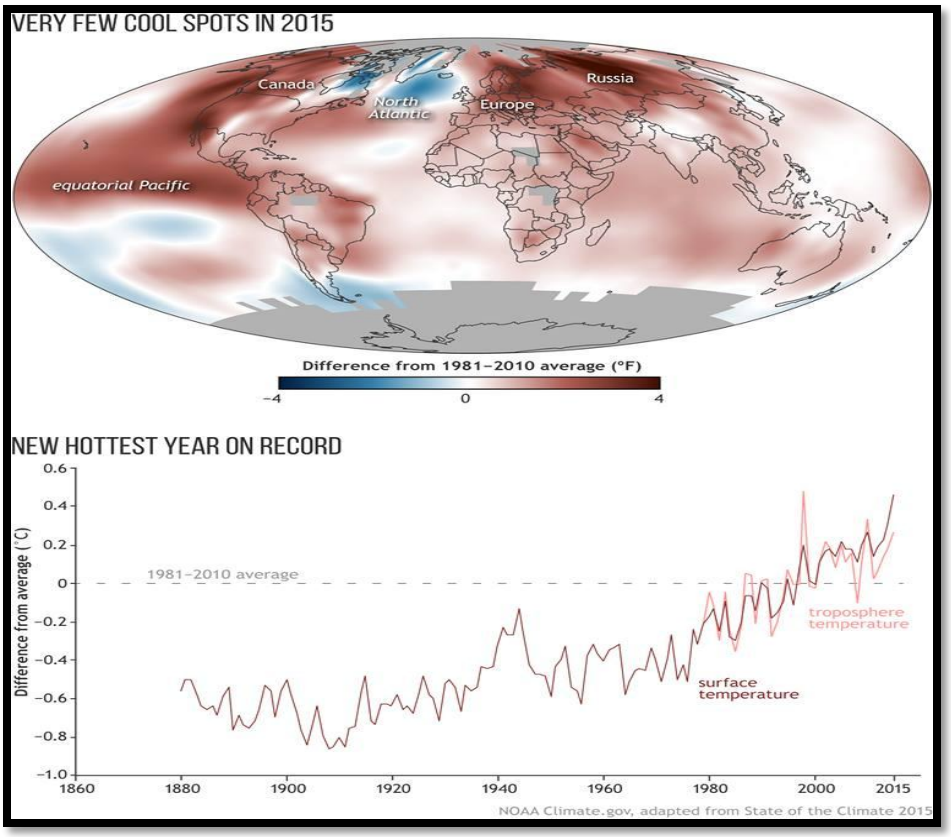
الشكل (١) تذبذب مستوى سطح البحر خلال الزمن الجيولوجي الرابع عن (البوابة العلمية, ٢٠١٧)

٤- العوامل المؤثرة في ارتفاع مستوى سطح البحر:

يمكن إرجاع العوامل المؤثرة في ارتفاع منسوب سطح البحر العالمي إلى الأسباب التالية:

٤-١- ظاهرة النينو: وهي ظاهرة مناخية طبيعية تحدث كل ثلاث سنوات في المحيط الهادئ نتيجة ارتفاع في درجة حرارة سطح المحيط عن معدلاتها, وتتسبب في تبدلات مناخية في كل أنحاء الكرة الأرضية، وتتمثل في الجفاف والفيضانات وتدمير المحاصيل الزراعية والحرائق والأعاصير والانهيارات الطينية. ومن المتوقع أن هذه الظاهرة تتحكم بحالة الطقس في القرن الحالي. وتعمل ظاهرة النينو من خلال مجموعة من التيارات المائية الدافئة، حيث تحفظها الرياح في القسم الغربي من الكرة الأرضية في سواحل استراليا واندونيسيا، ومن ثم تنفلت هذه التيارات بسبب ضعف الرياح وتتجه عبر المحيط الهادئ باتجاه سواحل أمريكا الجنوبية مسببة تغيرات مفاجئة، كما تعمل النينو على ثبات الأنظمة الجوية في النصف الشمالي من الأرض؛ مما يؤدي إلى زيادة حدة التطرف الحراري في مناطق متفرقة من العالم (EGU 2015; P.1 ., NOAA 2015; P.1)

وفي أحدث تقرير عن حالة المناخ العالمي, صادر عن الوكالة الوطنية الأمريكية لإدارة المحيطات والغلاف الجوي (NOAA), أوضح بان : ظاهرة النينو وارتفاع نسب انبعاثات غازات الاحتباس الحراري تسببت في جعل العام ٢٠١٥ الأسخن على الإطلاق. حيث سجّل العلماء في مرصد (ماونا لوا في المحيط الهادئ) درجة حرارة سطح الأرض العالمية التي ارتفعت فوق المعدل العام للفترة ١٩٨١-٢٠١٠ ، بمقدار ٠,٤٢ - ٠,٤٦ درجة مئوية. في حين ارتفعت درجة حرارة سطح البحر العالمية (Sea Surface Temperature SST-) في عام ٢٠١٥، بمقدار ٠,٣٣- ٠,٣٩ درجة مئوية الشكل (٢).



الشكل (٢) تأثيرات ظاهرة النينو على ارتفاع درجة حرارة الأرض خلال العام ٢٠١٥ مقارنة مع الأعوام ١٩٨١–٢٠١٠ عن (NOAA 2015; P.1)

كما إن الاتحاد الأوروبي لعلوم الأرض(EGU) نشر تقريرا علميا يؤكد فيه أن ظاهرة النينو الهائلة التي اجتاحت العالم في عام ٢٠١٥ هي الأقوى من كل سابقاتها التي سجلت في عامي ١٩٩٧–١٩٩٨. ووفقا لأحدث القياسات، فقد ازدادت درجة حرارة سطح المحيط الهادئ عن معدلاتها إلى ٢,٨ درجة مئوية في ٤ نوفمبر من ذالك العام، ومضت لتصل إلى ٣,١ درجة مئوية يوم ١٨ نوفمبر – كأعلى درجات حرارة سجلت على الإطلاق في هذه المنطقة. وكان لهذه الظاهرة تأثيرات كبيرة, منها ارتفاع غير مسبوق بدرجات الحرارة في بعض المناطق، حيث شهدت بعض دول العالم درجات حرارة عالية أودت بحياة الكثيرين وتسببت بأمراض وحالات

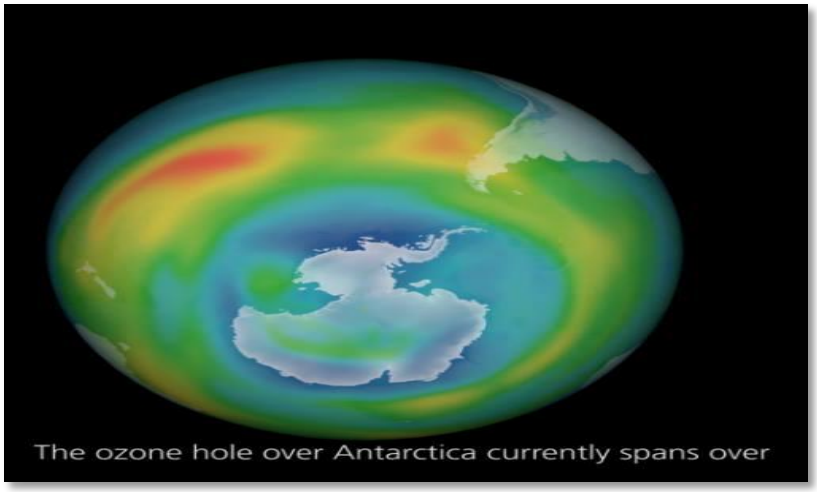
اختناق، كمثال على ذلك مقتل أكثر من ٢٠٠٠ ألفي شخص في موجة الحر الناجمة عن الرياح الموسمية المتأخرة في الهند، بينما سببت تساقط أمطار غزيرة في مناطق أخرى في العالم (EGU 2015; P.1 , NOAA 2015; P.1).

وقد بلغ معدل ارتفاع مستوى سطح البحر خلال القرن العشرين حوالي ٢٠ سم ومن المتوقع أن يصل هذا المعدل إلى ٣٠ سم في نهاية القرن الحادي والعشرين بحسب تقرير الفريق الدولي الحكومي المعني بمراقبة التغير المناخي العالمي التابع للأمم المتحدة . (IPCC 2001; P.15 , IPCC 2007; P.10 , IPCC 2007a; P.9).

٤-٢ الظواهر الكونية في أعلى الغلاف الجوي: وتتمثل بعدم التوازن في الإشعاع الحراري الواصل إلى أعلى الغلاف الجوي, وهو الفرق بين الإشعاع الشمسي والإشعاع الحراري الأرضي بسبب غازات الاحتباس الحراري التي تسبب الاحترار العالمي، وتشير الدراسات الصادرة عن هيئيّ (EGU 2015; P.1 , NOAA 2015; P.1) إلى تناقص مقدار الإشعاع الشمسي خلال الأربعين سنة الماضية فضلاً عن السعة الحرارية العالية للمحيطات التي تتسبب في ارتفاع درجة الحرارة العالمية وهي سبب آخر لازدياد الاحترار العالمي، حيث ارتفع معدل الارتفاع في درجة الحرارة في مياه المحيطات إلى نحو ربع درجة حرارية على عمق ١ كيلومتر تقريبا خلال الخمسين سنة الماضية .(EGU 2015; P.1 , NOAA 2015; P.1 , NOAA 2017; P.1)

٤-٣ ارتفاع نسبة غاز ثاني أوكسيد الكاربون في طبقة الغلاف الجوي التروبوسفير: إذ بدأت تزداد هذه النسبة في الغلاف الجوي منذ عام ١٩٥٠ ولحد الآن لتصل إلى ٣٠٠ جزء في المليون وامتدت لتصل إلى مقدار ٤٠٠ جزء في المليون، علما أن هذه النسبة لم تصل إلى ٣٠٠ جزء في المليون على مدى ٦٥٠،٠٠٠ ألف عام مضت، ويعزى سبب هذا الارتفاع إلى تطور الصناعات مسببا تدميرا للحد الطبيعي لنسب مكونات الغلاف الجوي (EGU 2015; P.1, NOAA 2015; P.1)

٤-٤ **زيادة نسبة غاز الميثان** :حيث بلغت نسبة هذا الغاز مقدار٥٠ تريليون طن/ في طبقة التروبوسفير بسبب الصناعات التي ساهمت في تخريب الطبيعة الشكل(٣) (EGU 2015; P.1 ., NOAA 2015; P.1)



الشكل (٣) تمدد ثقب الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية في الوقت الحالي

(EGU 2015; P.3)

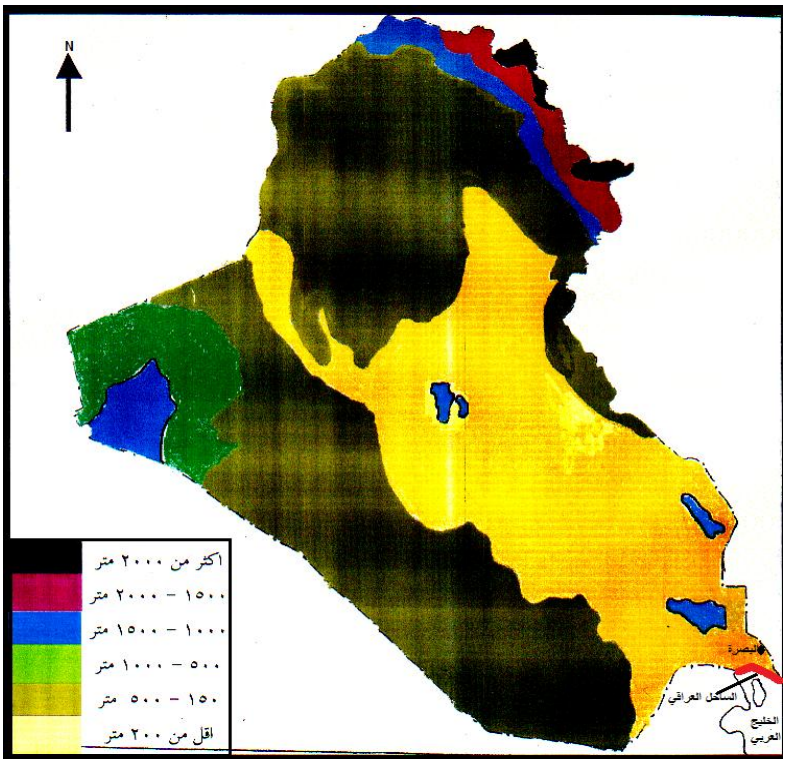
٥- الآثار البيئية المتوقعة لارتفاع مستوى سطح البحر:

إن التغيرات المناخية المتمثلة بارتفاع درجة الحرارة ضمن حدود طبقة التروبوسفير تسبب سخونة المياه وزيادة حالة تمدد عمود الماء،وارتفاع درجة حامضية المياه البحرية عن معدلاتها الطبيعية من خلال تأثير الدوران الجوي المحيطي الناقل، وهذا يسبب ذوبان غازات ثاني أوكسيد الكاربون. ومن هنا يظهر دور المحيطات في التأثير على التغير المناخي العالمي وتحديد الأنماط الزمانية والمكانية للتغير المناخي إذ إن نسبة٩٠% من مياه المحيطات تنحصر بين مداري السرطان والجدي.كما أن ارتفاع درجة حرارة مياه المحيط المنجمد القطبي الشمالي مقارنة مع ارتفاع درجة حرارة مياه المحيط المنجمد القطبي الجنوبي،تسبب في إحداث نقطة فاصلة في ازدياد الاحترار المناخي العالمي مما أدى إلى إحداث قطع مؤقت للتغير الحراري في طبقات

الستراتوسفير والتروبوسفير وربما يكون ذلك بسبب التغير الحاصل في سرعة التيارات الحرارية السطحية للمحيطات وهو ما يصطلح عليه بالدوران الحراري الملحي السطحي لمياه المحيطات في نصفي الكرة الأرضية (Rosen 2015).

إن من تأثيرات ظاهرة الاحتباس الحراري العالمي ظهور تباطؤ سرع الدوران الحراري الملحي في المحيطات العالمية، بسبب تسارع عمليات الذوبان الجليدي في القطب الشمالي بالمقارنة مع الجنوبي للكرة الأرضية، فضلا عن نشوء حركة دورانية جديدة غير مألوفة مطلقا للتيارات السطحية في المحيط المنجمد القطبي الشمالي في المقطع الشرقي منه وباتجاه حركة عقرب الساعة. إن سبب هذا الدوران الجديد هو زيادة تصاريف الأنهار الجليدية القادمة من الدائرة القطبية الشمالية وسيبيريا، واشد ما يسببه الدوران الإضافي الجديد احتمالية إحداث تغير في التنوع الإحيائي والبيئي فضلا عن الآثار التي قد تنعكس على جيومورفولوجية السواحل والقيعان وحركة الرواسب، كما يؤثر على اتجاهات حركة الأمواج الناتجة عن قوة الرياح بمختلف أنواعها، فضلا عن احتمالية اختلال حفظ التوازن لغازات ثاني أوكسيد الكاربون في الغلاف الجوي. وقد تؤثر هذه التغيرات في النظام المناخي العالمي (EGU 2015;P.1 , NOAA 2015; P.1)

(٦- جيولوجية وطبيعة السطح في منطقة الدراسة: الساحل العراقي جزء من السهل الرسوبي، ويمتد السهل الرسوبي من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي بطول ٦٥٠ كيلو متر وعرض ٢٥٠ كيلو متر،بنسبة ٢٠% حوالي(٩٣ الف كيلو متر مربع) من إجمالي مساحة العراق ويتراوح ارتفاعه ما بين مستوى سطح البحر و١٠٠متر الشكل(٤)، ويمتاز السهل الرسوبي بانبساط سطحه وقلة انحداره الذي لا يزيد على ٦,٩ متر حول مجرى نهر دجلة، و١٠,٥ حول مجرى نهر الفرات (الزنكنة،٢٠٠٨ , ص٢٢) الشكل (٤).

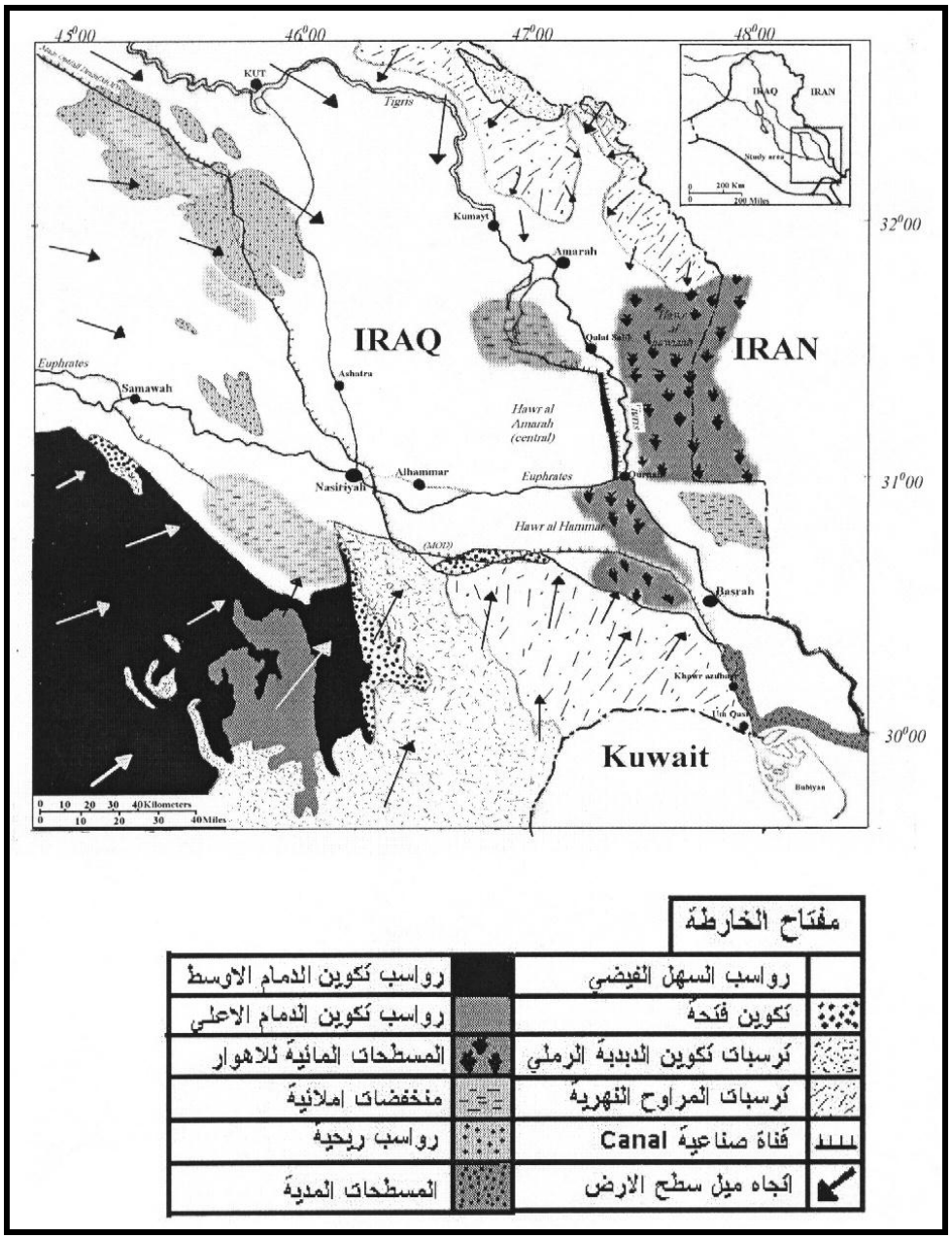


الشكل (٣) اقسام سطح العراق وارتفاعاتها(الزنكنة،٢٠٠٨, ص٢٤)

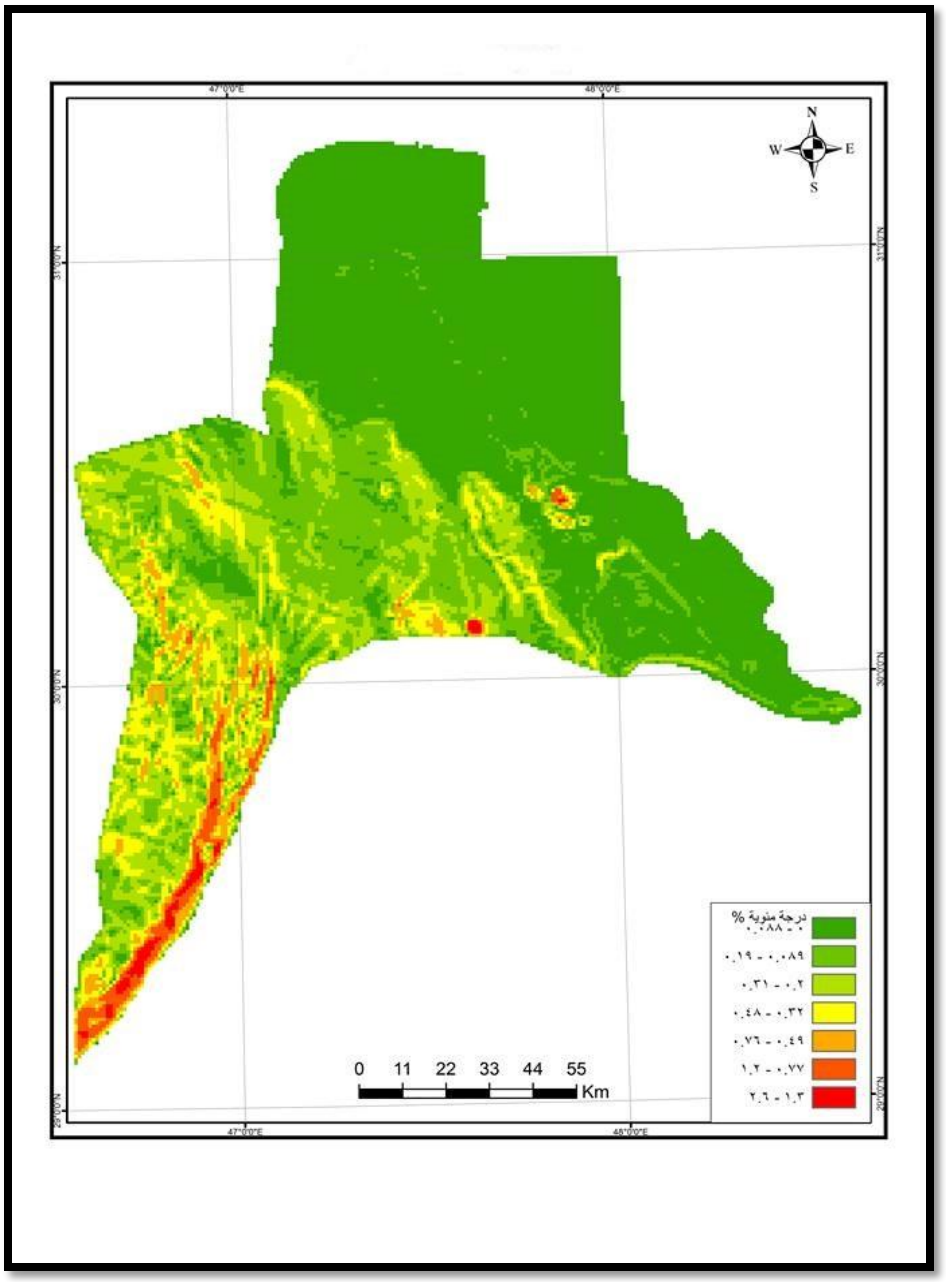
ويعود التاريخ الجيولوجي الحديث (Recent Geological History) للساحل العراقي، إلى حيث يعود التتابع الطبقي لرسوبيات العصر الرباعي (Quaternary) إلى ما يقارب (٣٠ ألف سنة الماضية)، والتي ارتبطت بالتغيرات البيئية في المنطقة وفي مقدمتها تجهيز الرسوبيات الفتاتية من الأنهار، والتغير في مستوى سطح البحر والترسيب الريحي خصوصا" خلال مدة ورم الجليدية (Warm Glaciation) واستمر ترسيب الارجوانايت وترسيب الصلصال (Marl) حتى استقرت الحالة للخليج العربي. أما من ناحية طبيعة السطح فان الجزء الجنوبي من العراق هو الأكثر انبساطا مقارنة بالأجزاء المحيطة به ، الشكل (٤) بسبب ظروف الترسيب النهري المستمر لأنهار دجلة والفرات وبعض الأنهار الإيرانية لعدة قرون ، فضلا عن تعرض عموم منطقة السهل الرسوبي إلى الهبوط المستمر بفعل ثقل الرواسب (الموسوي، ١٩٩٣). وقد

أصبح انحدار المنطقة تدريجياً من الشمال والشمال الغربي نحو الجنوب والجنوب الغربي حتى تصل إلى مستوى سطح البحر في أقصى جنوبيّ العراق، ويتضح من الشكل (٥) إن نسبة الانحدار تقل بالاتجاه جنوباً وتبلغ أدنى نسبة لها قرب الساحل العراقي، وحول مجرى شط العرب والمسطحات المائية المتمثلة بالأهوار، مع وجود اختلافات في مستوى الارتفاع بين بعض مظاهر السطح في محافظة البصرة عموماً تتمثل بارتفاع نسبي لضفاف شط العرب من الشرق، وجوانب خور الزبير من جهة الغرب المتمثلة بالهضبة الغربية، وعموما فأن الارتفاعات تتباين ما بين ٢,٧ متر في القرنة شمال البصرة، و٢,٠ متر فوق مستوى سطح البحر في المقتربات العليا لخور الزبير ومن ١ متر في النطاق الأعلى للساحل حتى تصل درجة صفر أو مستوى سطح البحر (الخط الوهمي الواقع بين أدنى انخفاض خلال الجزر وأعلى ارتفاع لمستوى الماء خلال المد)، ووفقا" للقاعدة العامة بأن الميل المتجانس والمنتظم في خطوط الكنتور يحدث في المناطق المتشابهة في الارتفاع, في حين يظهر الميل المختلف عند تقارب خطوط الكنتور (الخفاف, ١٩٨٦, ص٢٠٩). ويستدل من تباعد خطوط الكنتور على قلة الفروق بينها، لذا فان منطقة الدراسة منبسطة ومفتوحة باتجاه البحر.

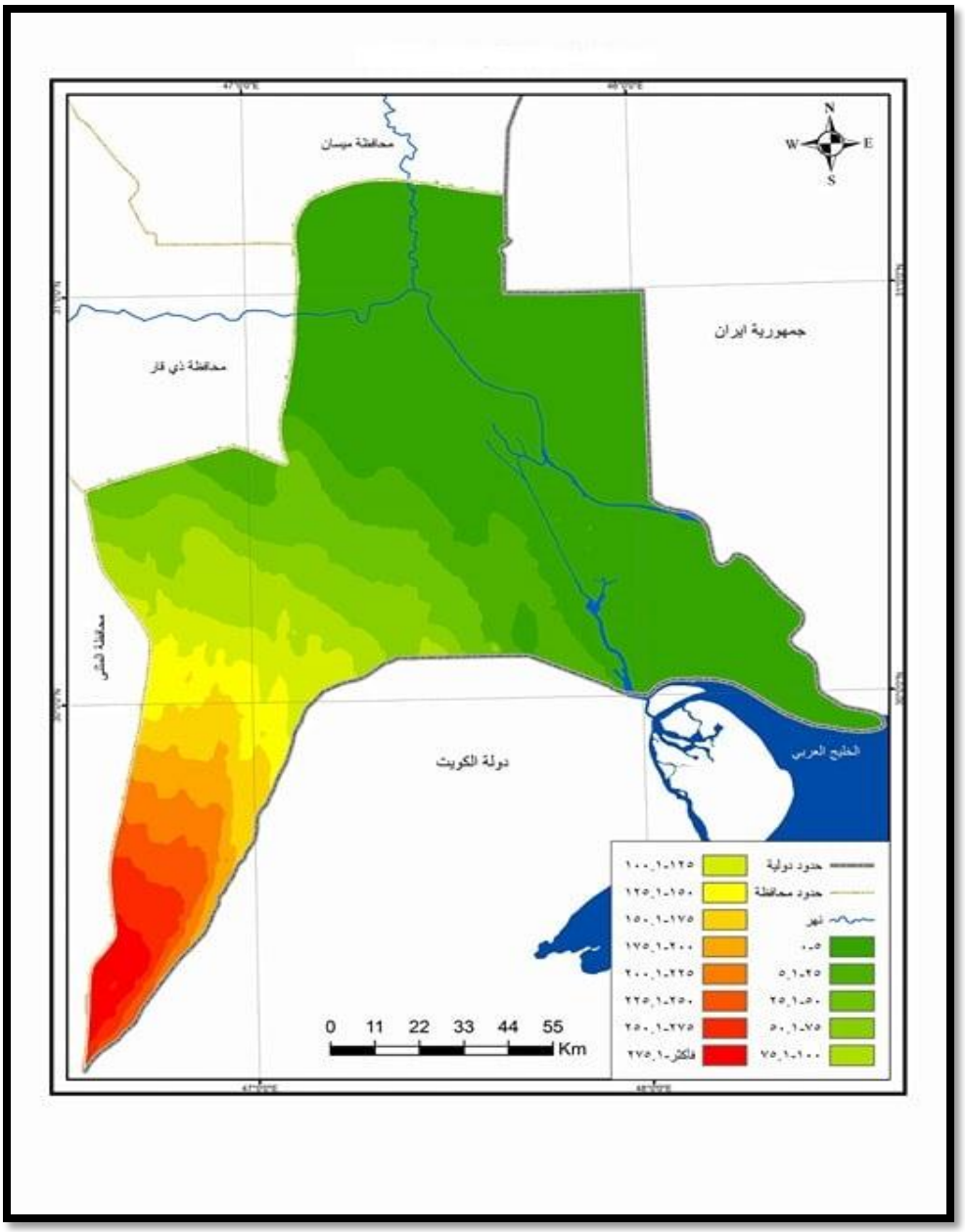
وعموما فأن الساحل العراقي أخفض النقاط الأرضية ارتفاعاً قبل اتصال اليابس بالبحر، واقلها نسبة انحدار، ورغم ذلك لا يظهر سوى تباين طفيف في مستوى السطح كون المنطقة سهلية تخلو تقريبا من العوارض التضاريسية، فان معدل ارتفاع المنطقة الواقعة في أقصى جنوب السهل الرسوبي (٥٠ سم) فوق مستوى سطح البحر، الشكل(٦).



الشكل(٤) الوحدات الجيولوجة والمورفولوجية في الجزء الجنوبي من العراق (مطشر، ٢٠٠٥، ص١١)

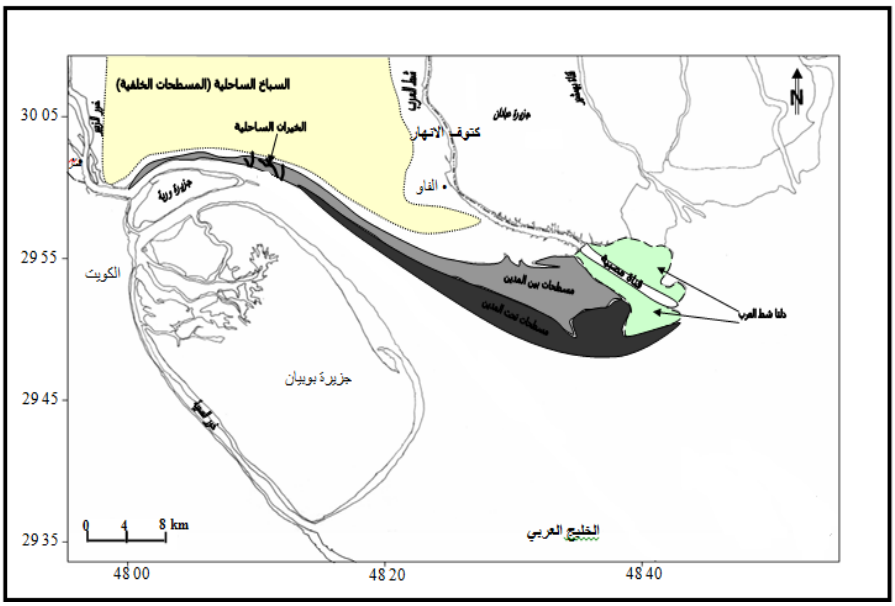


الشكل (٥) النسب المئوية لنسب الانحدار لسطح الأرض في محافظة البصرة (المصدر: من عمل الباحث)



الشكل (٦) مستويات انحدار السطح في محافظة البصرة (المصدر: من عمل الباحث)

حيث تتدرج الأرض بالانخفاض من مناطق ضفاف شط العرب في شمال ووسط وشرق المحافظة نحو السباخ الساحلية في جهة الغرب نحو الخليج العربي في أقصى الجنوب، ولا يفصل منطقة الدراسة عن مياه الخليج العربي سوى سدة اصطناعية تقف عندها المياه البحرية في أعلى مد، وتمتد منطقة السباخ الساحلية خلف الساحل العراقي بمعدل (٢٧ كم) نحو الشمال، وبمساحة تقدر بحوالي (٧٣٦ كم^{٢})، والمسطحات مدية ذات انحدار طفيف نحو البحر تنحصر بين أعلى مد وأدنى جزر (Zero Line)، بطول ٦٤ كم، ويصل اكبر اتساع لها قرب مصب شط العرب بمعدل ١٥ كم، واقل اتساع لها قرب مدخل خور الزبير ١٠٠ متر (المحمود، ٢٠٠٦, ص٢٥) الشكل (٧). وتختلف الانطقة الجيومورفولوجية للساحل العراقي المطل على خور عبد الله عن السواحل الصخرية والرملية في معظم جهات العالم، إذ يأخذ الساحل في منطقة الدراسة شكلاً مغايرا" بالنسبة للجيومورفولوجيا الساحلية العامة، حيث يتمثل بمسطحات مد طينية، تتمثل بمياه ضحلة من جهة البحر و بأراضٍ جرداء تتغطى بالبحيرات والمستنقعات الملحية من جهة البر(المحمود وآخرون، ٢٠٠٨, ص٣)



الشكل (٧) المظاهر الأرضية في الجزء الجنوبي من محافظة البصرة (المحمود, ٢٠٠٦, ص١٨٢)

٧- المد والجزر في منطقة الدراسة:

إن دراسة السيناريوهات المحتملة لارتفاع منسوب سطح البحر يجب أن تأخذ بنظر الاعتبار دراسة التغيرات في منسوب المياه الناتج عن ظاهرة المد وارتفاع الأمواج، ويحدث تذبذب يومي في مناسيب المد والجزر في المياه البحرية العراقية المقابلة للساحل العراقي التي تحدث مرتين خلال اليوم، أن أعلى قيمه للفروق بين مستويات المد والجزر (Tidal Range) تسجل عند الطرف الشمالي للخليج العربي. وتتجاوز (٣ متر) . في حين لا تتجاوز في وسط الخليج (١,٥ متر) (الرمضان، ١٩٨٦, ص٧٢). ويبلغ أدنى منسوب للجزر الواطئ (صفر) وهو ما يعادل (-٢,٢٧ متر) من معدل مستوى سطح البحر في الفاو وقد يصل إلى(-٠,٢ متر) تحت مستوى الصفر (عند أدنى جزر خلال المد المحاقي المترافق مع الرياح الشمالية الغربية)، في حين سجل أعلى مدى للمد شمال خور عبد الله (٤,٧ متر) من منسوب أوطأ جزر(قياسات الشركة العامة لموانئ العراق، دائرة الشؤون البحرية). وتختلف مديات ارتفاع المد لتداخل عوامل أخرى، فموجة المد تكون في أعلى مستوى لها خلال المد العالي (Spring Tide) حينما تتوافق قوى الجذب القمري والشمسي للأرض، ويكون لاتجاه الرياح دور كبير في ارتفاع المد أيضا فالرياح الجنوبية الشرقية تجعل المناسيب مرتفعة، وتعزز من ظروف غمر مساحات كبيرة داخل مسطحات المد والجزر للساحل العراقي، أو البحيرات الشاطئية، على عكس الرياح الشمالية والشمالية الغربية التي تضعف من قدرة المد وطاقته وتقلل مديات ارتفاعه بالنسبة لسطح الأرض المجاورة، كما يؤثر ارتفاع الأمواج على غمر أراضٍ ابعد مما تغمره مياه المد، وان أعلى ارتفاع للموجة في خور عبدالله هو(٢,٣٣ متر) خلال شهر (مايس)، عندما كانت الرياح بالاتجاه (الجنوبي-الجنوبي الشرقي), (المحمود, ٢٠٠٦, ص٦٣).

٨- الأعماق :

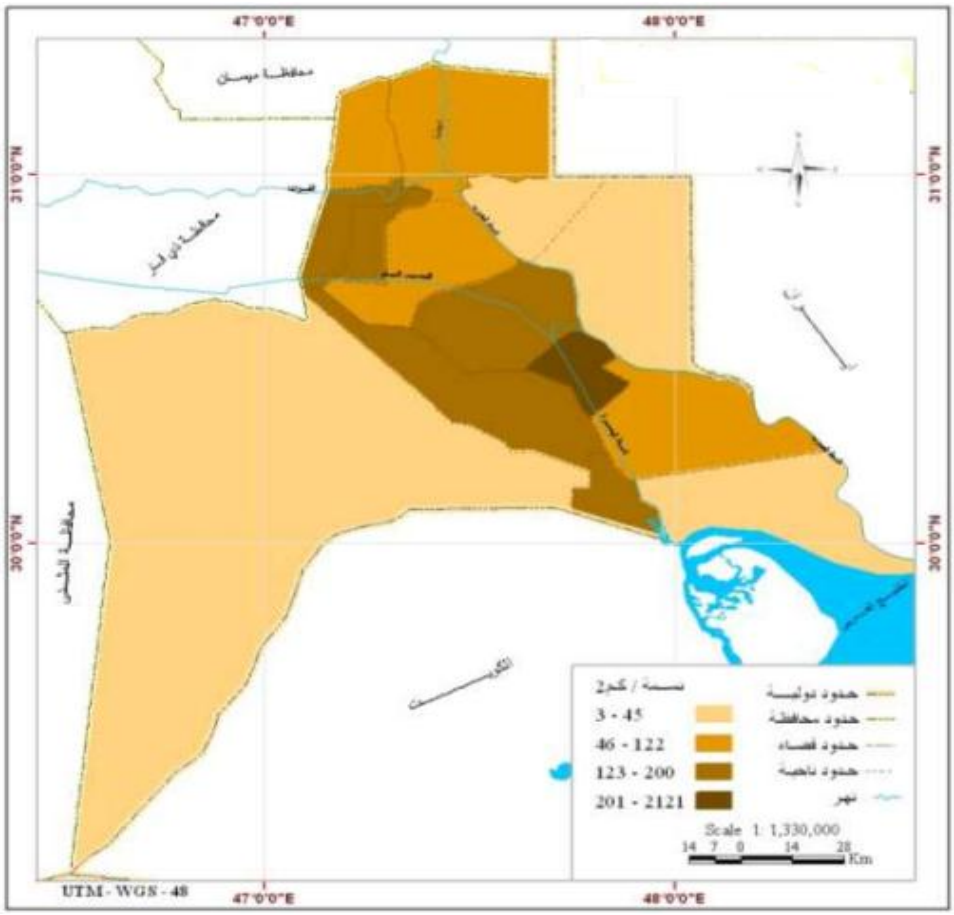
إن مسطحات المد والجزر التي تكوّن الساحل العراقي تمتد بين رأس البيشة شرقا ومدخل خور الزبير غربا، يقع بين دائرتي عرض(′٤٩ °٢٩ و′٠٥ °٣٠) درجة شمالا، وقوسيطول(′٠١ °٤٨ و′٤٤ °٤٨) شرقا،في أقصى منطقة رأس الخليج العربي الشمالية الغربية

في منطقة قليلة الأعماق مقارنة بجهات الخليج العربي الأخرى، ويعتبر الساحل العراقي الا ر ضحالة كونه بيئة مصبية قريبة لمصبات الأنهار العراقية والإيرانية (المحمود، ٢٠٠٦, ص١٩). وعموما" تزداد الأعماق بالاتجاه الجنوبي الشرقي حيث يكون معدل الانحدار العام في الجزء الشمالي الغربي من الخليج العربي من الشمال والشمالي الغربي نحو الجنوب والجنوب الشرقي بمعدل٣٥سم/ كم (Al – Asfour, 1976. PP. 10 – 11). إن الأعماق الضحلة للساحل العراقي ناتجة عن خصائص موقعها القريب من بيئة المصبات التي تزودها بالرواسب، حيث إن أعماق المناطق الضحلة المقابلة للساحل تراوحت بين ١,٣٢ متر في الجزء الشرقي و١,٤١ متر في منتصف الساحل و ٢,٥٢ متر في الجانب الغربي من منطقة الدراسة، وتكون الزيادة في الأعماق مقتصرة على القنوات الملاحية كقناة الروكا التي تصل معدل أعماقها إلى أكثر من ٩ أمتار ، وقناة خور عبد الله التي تتجاوز أعماقها١٤ متر (المحمود، ٢٠٠٦, ص١٣٨).

٩- النتائج والمناقشة:

تتميز مناطق جنوبيّ العراق ببيئتها النهرية والبحرية وكثرة المسطحات المائية من أهوار وأنهار وأخوار ونهيرات صغيرة، وقد ارتبطت حياة السكان ومواقع استيطانهم بهذه المسطحات، وان أي تغير في المناسيب سيكون أكثر تأثيراً بجنوبي العراق عامة ومحافظة البصرة خاصة، ارتبط بفيضان نهري دجلة والفرات. فعلى سبيل المثال تسبب فيضان عام ١٨٩٦م بغرق مناطق واسعة معظمها أراض مجاورة للأنهار في شمال البصرة وجنوبها، وتسبب بتلف حوالي مليوني نخلة،(الحمامي، ١٩٨٦, ص١). وبالرغم من أن ارتفاع مناسيب المسطحات المائية لم يرتبط بارتفاع محسوس لمناسيب سطح البحر، إلا أن كثافة المجاري النهرية في محافظة البصرة تجعل لسيناريوهات ارتفاع منسوب سطح البحر تأثيرات مباشرة على الأراضي المجاورة لها، وتعد منطقة الساحل العراقي والأراضي الواقعة خلفها أخفض نقطة لليابس القريب من الخليج العربي الذي تتأثر مناسيبه بالمستوى العام لبحار العالم، إذ إن الساحل العراقي عبارة عن شريط ساحلي منبسط تتميز معظم جهاته بكونها مسطحات مد وجزر إلى الغمر بفعل حركتي المد والجزر التي تحدث مرتين خلال اليوم، وان الارتفاع المحتمل في منسوب سطح البحر لا يقتصر تأثيره

على الساحل العراقي بل سيمتد إلى الأراضي المنبسطة الواقعة إلى شمالها وشمالها الشرقي ذات انبساط عام وهي عرضة للغمر في حال ارتفاع منسوب سطح البحر في جهاتها القريبة من المياه البحرية، كما أن جهاتها المجاورة للمسطحات المائية ستكون الأكثر عرضةً للانغمار، علما أن تلك الجهات مأهولة بالسكان (الشكل، ٨).



الشكل (٨) توزيع السكان في محافظة البصرة بحسب الكثافة العددية الميالي (٢٠١٣)

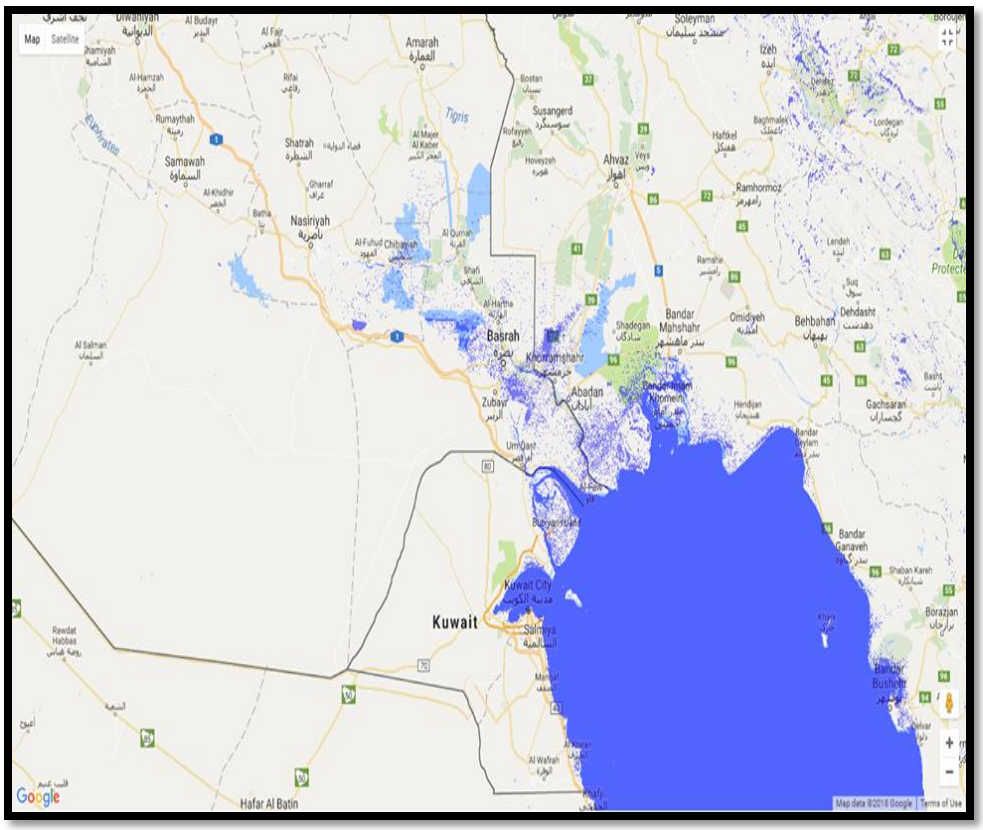
يتبين من الشكل (٩) الذي يمثل الوضع الحالي أن منسوب سطح البحر لا يقف عند الشريط الساحلي للعراق مع وجود تغيرات في مستوى غمر مسطحات المد بحسب حالة المد والجزر، كما لا يوجد تأثير مباشر على الأنهار والمسطحات المائية المجاورة إلا في بعض الأجزاء القريبة من مجاريها، أما في حالة ارتفاع منسوب سطح البحر أعلى من مستواه الحالي، فسوف تكون السيناريوهات المحتملة التالية:

١- في حالة ارتفاع في مستوى سطح البحر ٣٠ سم (الشكل،١٠) وهو الاحتمال المتوقع حدوثه مع نهاية القرن الحالي، كما أشارت إلى ذلك عدة دراسات عالمية حديث(AWI 2008; P.2, EGU 2015; P.1 , UNEP 2017;P.1) فأن المياه البحرية سوف تغمر الأجزاء المجاورة القريبة للمسطحات المائية وخصوصاً في منطقة السيبة والجهات المقابلة لها في عبادان، والجهات المنخفضة الواقعة في الجزء الغربي من شط العرب (الساحل الخلفي) ، كما ستغمر المياه البحرية معظم مسطحات المد والجزر في الجزء الأوسط من الساحل العراقي وبالأخص مناطق الخيران الساحلية المقابلة لجزيرة وربة، وجهات واسعة عديدة من جزيرة بوبيان المقابلة لخور عبدالله فضلا عن غمر بعض المناطق المنخفضة البعيدة، فضلاً عن بعض الأجزاء المحيطة بأهوار غرب البصرة (هور الحمّار الشرقي).

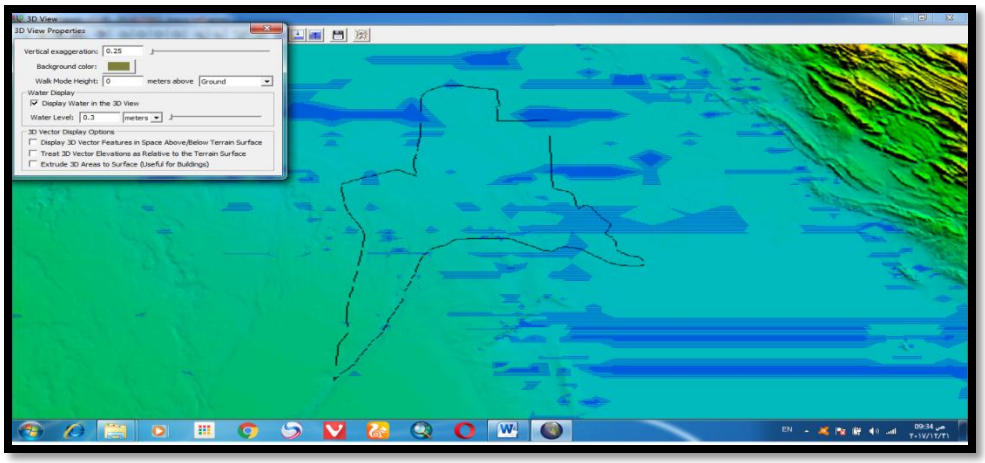
٢-في حالة ارتفاع مستوى سطح البحر ٥٠ سم (الشكل،١١) وهو احتمال افتراضي لبعض الدراسات العلمية الأقل انتشاراً، فأن المياه البحرية ستغمر (إضافة إلى ما تقدّم في أعلاه) الجزء الأرضي الواقع في أقصى رأس البيشة، وجهات واسعة من جزيرة بوبيان الكويتية، وبعض الأجزاء المجاورة للمدن والقرى في ناحية السيبة، وبعض الأراضي المحيطة بشط العرب والقرى المحيطة بالأهواز شرق الحمّار وخصوصا القريبة من نهر كرمة علي.

٣- في حالة ارتفاع مستوى سطح البحر ١ متر (الشكل، ١٢) وهو أمر افتراضي لكنه وارد جداً في ظل المتغيرات المتسارعة في درجات الحرارة والتناقص الكبير في مجموع التساقطات المطرية وإشارات ذوبان الجليد من القطبين، فان جهات أخرى ستضاف للاحتمالين السابقين تتمثل بغمر أجزاء من مساحات الساحل العراقي الممثل بالجزء الشرقي القريب من رأس البيشة

عدا جهات الساحل القريبة من خور الزبير غرباً، كما سيغمر أجزاء من جزيرة بوبيان المقابلة للساحل العراقي بالمياه البحرية، فضلاً عن المناطق المحيطة مجرى شط العرب بين مركز محافظة البصرة شمالا ولغاية رأس البيشة جنوباً ، وبالأخص المناطق الواقعة في الجزء الشمالي الغربي منها المتمثل بالأراضي المحيطة بأهوار شرق الحمّار ، وبذلك فأن معظم جهات محافظة البصرة ستكون تحت مستوى سطح البحر عدا مناطق غرب محافظة البصرة ضمن تكوينات الهضبة الغربية.

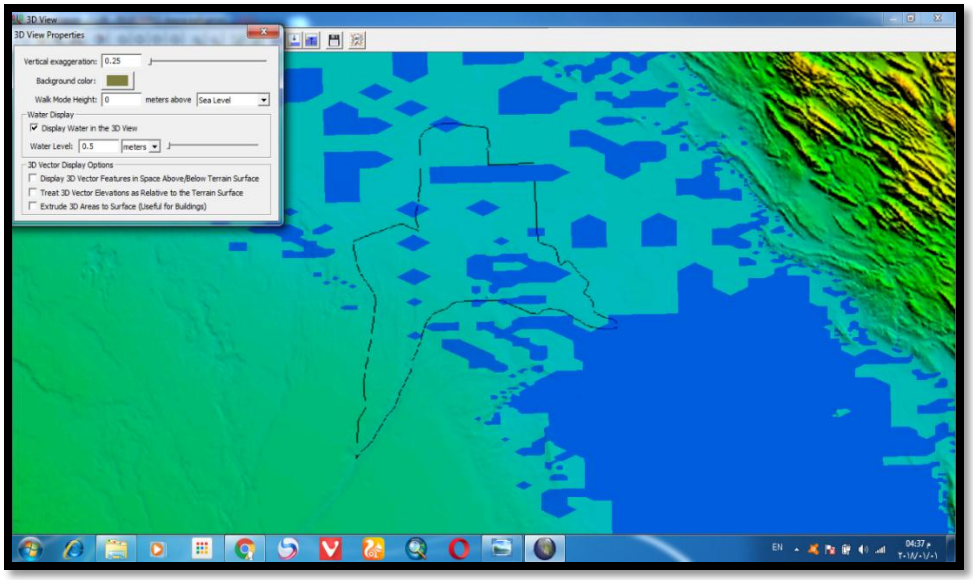


الشكل (٩) منسوب سطح البحر الاعتيادي الحالي (المصدر: من عمل الباحث)



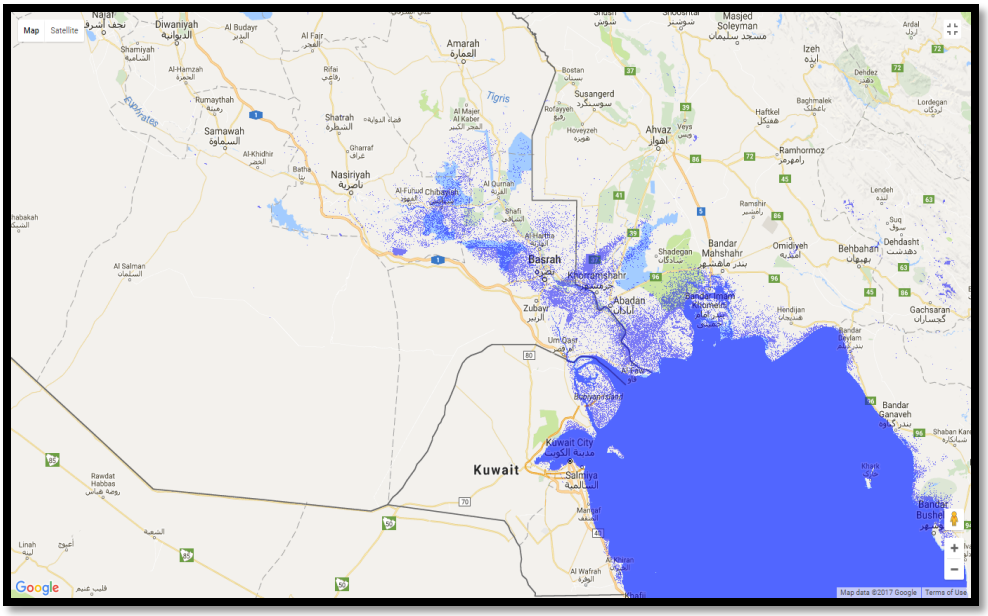
الشكل (١٠) السيناريو الأول لارتفاع منسوب سطح البحر الحالي بمقدار (٣٠ سم)

(اللون الأزرق الغامق يمثل الجهات الأرضية التي ستتأثر بالغمر) (المصدر: من عمل الباحث).



الشكل (١١) السيناريو الأول لارتفاع منسوب سطح البحر الحالي بمقدار (٥٠ سم)

(اللون الأزرق الغامق يمثل الجهات الأرضية التي ستتأثر بالغمر) (المصدر: من عمل الباحث).



الشكل (١٢) السيناريو الأول لارتفاع منسوب سطح البحر الحالي بمقدار (١ متر)
(اللون الأزرق يمثل الجهات الأرضية التي ستتأثر بالغمر) (المصدر: من عمل الباحث).

١٠- التوصيات :

- اعتماد التخطيط المستقبلي بعيد المدى بحسب التخمينيات العلمية لمناسيب سطح البحر المتوقعة، ويجب أن يكون التخمين لسنوات قادمة لمواجهة التحديات الطبيعية.
- العمل على خفض الملوثات الجوية والغازات المنبعثة إلى الجو وبالأخص المحروقات التي تساهم في تعميق حالات الاحترار المناخي (المحلي).
- تحفيز التعاون العلمي والمؤسساتي مع الدول المتطورة لمواجهة الكوارث والأزمات الطبيعية ومنها التغيرات المناخية وارتفاع منسوب سطح البحر.
- الاستعداد لتغيير بعض الإنشاءات ومراكز الاستيطان القريبة من المسطحات المائية المهددة بارتفاع مستوى سطح البحر.

- تكثيف الدراسات العلمية في مجال توقع الكوارث البحرية.
- تشكيل فرق عمل وتثقيف سكان المناطق المهددة بالتأثر بارتفاع منسوب سطح البحر لمواجهة الأزمة.

١١- المصادر:

- الحمامي، كاظم فنجان (١٩٨٦) شط العرب بين التصريف والملاحة، اكاديمية الخليج العربي للدراسات البحرية-معاونية البحوث والتعليم (تقرير غير منشور) ٣١ ص.
- الخفاف, رياض صالح، (١٩٨٦) أسس المساحة المستوية والطبوغرافية, مديرية دار الكتب للطباعة والنشر, جامعة الموصل.
- الرمضان، باسم مجبل، (١٩٨٦) مدخل للفيزياء البحرية، وقائع الندوة الأولى حول الطبيعة البحرية لخور الزبير، منشورات مركز علوم البحار، جامعة البصرة.
- الزنكنة، - ليث محمود محمد (٢٠٠٨) أثر العناصر المناخية على التوزيع الجغرافي للنبات الطبيعي في العراق
(دراسة في جغرافية المناخ) اطروحة دكتوراه ، كلية الآداب جامعة بغداد، ٢٧٤ ص.
- محمود، حسن مرزوق السيد (٢٠١٥) النتائج المترتبة على التغيرات المناخية في الزمن الرابع، جامعة الملك فيصل. ١٦ ص.
- مطشر ، وسام رزاقة (٢٠٠٥) دراسة التاريخ التكتوني والترسيبي لمناطق الاهوار (جنوب العراق)، وقائع المؤتمر الأول لإنماء الاهوار، مركز علوم البحار-جامعة البصرة.
- المحمود، حسن خليل حسنة (٢٠٠٦) خصائص الساحل العراق: دراسة جغرافية، اطروحة دكتوراه، جامعة البصرة، ٢١٥ ص.
- المحمود، حسن خليل حسن، والبدران، بدر نعمة عكاش والخياط، نمير نذير مراد (٢٠٠٨) الخصائص الرسوبية والجيومورفولوجية للساحل العراقي. مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار(وقائع المؤتمر العلمي لعلوم البحار، وورشة العمل التخصصية الوطنية حول علوم البحار.
- الموسوي، صباح ناجي (١٩٩٣) تطور منطقة خور الزبير وما جاورها عبر التاريخ الجيولوجي الحديث، المجلة الجيولوجية العراقية، العدد (٣)، المجلد (٢٦).

- الميالي، يحيى هادي محمد (٢٠١٣) الخريطة الكمية في نظم المعلومات الجغرافية GIS دراسة تطبيقية على خرائط توزيع السكان في محافظة البصرة حسب تقديرات السكان لسنة ٢٠٠٧.مجلة أبحاث البصرة) العلوم الإنسانية (المجلد : ٣٨ ، العدد: ١ ، ص٢٠٢ – ٢٣٢.
- البوابة العلمية (٢٠١٧): تذبذب مستوى سطح البحر في عصر البلاستوسين (http://ksag.com/index.php/Articles/SingleArticle/artID/9919

- Al–Asfour, T.; 1976. Changing Sea Level A Long the North Coast of the Bay of Kuwait Ph.D. Thesis, Durham Univ. (Unpublished).
- Alfred Wegener Institute of Polar and Marine Research (AWI), BP, Euro-Mediterranean Center on Climate Change (CNRS), Canadian Tourist Industry Authority, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Climate Central (Princeton University),…. EDS, 2008, Ocean Acidfication Guide, International Atomic Energy Agency publications, Arabic version, 24 pp. Retrieved June 10, 2017, from

  https://www.iaea.org/ocean-acidification/.../OA%20Questions%20a
- European Geosciences Union (EGU) , 2015. Scientific publications. Retrieved July 12, 2015, from https://www.facebook.com/EuropeanGeosciencesUnion/
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change.Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007a. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2015. El nino Southern Oscillation (ENSO). National Weather Service, Climate Prediction Center. Retrieved June 10, 2015,from

- http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/enso.shtml
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2017. NCEP Global Ocean Data Assimilation System (GODAS). National Weather Service, Climate Prediction Center. Retrieved June 1, 2017, from http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/GODAS
- Rosen, J. 2015. Indian Ocean may be key to global warming 'hiatus'. Nature International Weekly Journal of Science, doi: 10.1038/nature.2015.17505
- United Nation Environment (UNEP), 2017, Paris 2015 UN Climate Change Conference COP21.*CMP11*. Retrieved February 15, 2017, from http://www.unep.org/climatechange/cop21