الكشف الطبوغرافي والهيدرولوجي لبحيرة ساوه وعيونها المائية في العراق باستعمال تقنيات المسح الطبوغرافي ونظم المعلومات الجغرافية

أ. د رحيم حميد العبدان
جامعة ذي قار – كلية الآداب
قسم الجغرافية

م.م. دعاء محمد غريب العبادي
جامعة ذي قار – كلية الآداب
قسم الجغرافية

نقاط القوة (Highlights)

- اكتشاف طبوغرافية بحيرة ساوة والعيون المائية الثلاث التي تغذيها ومراقبة تراجع مناسيبها
- الخرائط الطبوغرافية المنتجة مصدر أساس للدراسات الهيدرولوجية، الجيومورفولوجية والتخطيط السياحي.
- كشفت الدراسة توقف جريان المياه من العين الرئيسة للبحيرة والذي يمكن ان يؤدي الى جفاف البحيرة وانهاء النظام الحياتي فيها نتيجة لتغيرات مناخية وتكتونية.

مفاتيح الكلمات (Keywords)

بحيرة ساوة، طبوغرافية، مسح حقلي واجهزة المسح الطبوغرافي، اكتشاف تضاريس البحيرة وعيونها المائية، انخفاض مناسيب المياه.

المستخلص:

بحيرة ساوة من البحيرات السياحية المهمة في العراق وهي بحيرة مغلقة، تقع في هضبة العراق الجنوبية في المنطقة الجافة، اغلب تغذيتها جوفية، ولا يوجد مصدر مائي سطحي واضح تتغذى منه. تم اجراء عملية مسح طبوغرافي لأول مرة لهذه البحيرة، لجرف البحيرة الصخري وقاعها وسواحلها وتم اكتشاف ثلاث عيون مائية تغذيها لها خصائص جيومورفية مميزة تقع منتصف البحيرة تنبع من اعماق بعيدة، تم استخدام أجهزة المسح الطبوغرافي ذات الدقة التمييزية العالية (٢ ملم) في عمليات الرفع الطبوغرافي. وقد تم جمع ومعالجة هذه البيانات وتوحيدها في برنامج (ARC GIs10.2.1) اذ تم انتاج خرائط طبوغرافية لأول مرة لقاع البحيرة وساحلها وجرفها الصخري والمناطق المحيطة فيها استنادا لارتفاع مستوى سطح البحر، وكذلك متابعة مناسيبها بالاعتماد على نقطة أساس مرجعية (bench mark). بينت نتائج المسح الاختلافات الطبوغرافية بين التضاريس الأرضية التي تراوحت ما بين (١٨,٦- ٩م)، كما تم التعرف على التراجع الخطير لمناسيب المياه، اذ ثبت في هذه الدراسة التي استمرت لست سنوات (٢٠١٢-٢٠١٧) ان البحيرة تراجع منسوبها من مستوى (١٥,٧٧م) في(٢٠١٢/١١/١٧)، ليتراجع الى (١٣,٨٠م) في (٢٠١٧/١١/١٧).

المقدمة:

تعد بحيرة ساوة من البحيرات المغلقة (الرطبة) التي تقع في الإقليم الجاف من العراق ،تمتلك أهمية بيئية حياتية ،اذ توجد فيها العديد من الأسماك والطيور والهائمات النباتية، (Ahmed et al., 2008; Awadh & Muslim, 2014; Mustafa et al, 2015) كما تأتي اليها الطيور المهاجرة سنويا فضلا عن انها تمتلك مقومات جذب سياحي لطبيعة جمال تضاريسها وبيئتها الحياتية والمائية . وهذا شجع الباحثان للقيام بمسح طبوغرافي للبحيرة قياسا الى منسوب مستوى سطح البحر واكتشاف عيونها المائية. ان الغرض من هذه الدراسة توفير قواعد بيانات تستخدم وتجمع لأول مرة لاستكشاف طبوغرافية البحيرة وعيونها المائية، ومتابعة تذبذب مناسيب المياه. لإعداد خريطة كنتورية وتضاريسية ،تكون قاعدة أساس لإجراء الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية التي تستخدم نتائجها في استدامة البيئة الحياتية، المعرضة للخطر والتخطيط للاستثمار السياحي، لاسيما ان البحيرة تمتلك مقومات جذب سياحية اذ يأتي اليها مئات السياح سنويا على الرغم من عدم وجود أي خدمات سياحية، كما انها تعد محمية طبيعية وقد دخلت ضمن اتفاقية رامسار (Salwan,2017).

تقع البحيرة في جنوب العراق في المنطقة البينية بين السهل الفيضي والهضبة (Naqash and AL-Shamee, 1977).) بلغت مساحة البحيرة (5 كيلو متر مربع) واقصى طول لها (5 كم) ومحيطها (12 كم) بينما كان اقصى عرض لها (1.950 كم) (Alabadi, 2013)).

توجد العديد من الدراسات حول بحيرة ساوه فقد حدد.(Jamil, A. K. (1977) ثلاث خطوط كنتور تمثل أعماق البحيرة (3، 5 ،5.5 م)اذ لم يدرس الاعماق قياسا الى منسوب مستوى سطح البحر. لذلك تعد هذه الدراسة الأولى لرسم خريطة كنتورية للبحيرة على أساس منسوبها من مستوى سطح البحر. اجرى (Al-Mosawi at al 2015) مسوحات جيوفيزيائية لمعرفة موقع مصدر تجهيز البحيرة بالمياه وقد وجد انها تتكون من فوهة طولها (50) متر وعرضها (29م) كما ذكر ان اقصى عمق للبحيرة يتراوح ما بين (1–2م). واقصى عمق للفوهة ٢٠ متر فيما بينت الدراسة الحالية ان البحيرة تتغذى من ثلاث عيون مائية وليست من فوهة واحدة

كما حاولت (AL-Hasnawi, 2013). دراسة اصل ونشات بحيرة ساوة معتمدة على مقدار النحت (erosion) التراجعي الذي تتعرض له. من ناحية أخرى درس (Salih) and Ruaa,2014) الجرف الجبسي لبحيرة ساوة وقد توصلو الى ان حالة التوازن بين ترسيب المواد الذائبة وعمليات التبخير هي التي كونت الحاجز الجبسي للبحيرة. وقد قدر

طول الحاجز الصخري (12.5 كم) وارتفاعه (٣-٦ متر) درس (Awadh and Ali,2013) تحديد امتداد منطقة فالق أبو الجير في العراق هذه الدراسة تقع بالقرب من بحيرة ساوة، كما درس(Ali K.K and Ajeena A. R.2016) التفاعل بين مياه نهر الفرات والعيون المائية في جنوب العراق وبحيرة ساوة وتوصل انه لا يوجد تاثير واضح لمياه البحيرة على نهر الفرات . وجد (محمد ٢٠٠٥) (حسن واخرون ٢٠٠٦) بعض أنواع الطحالب مثل الدياتومات.

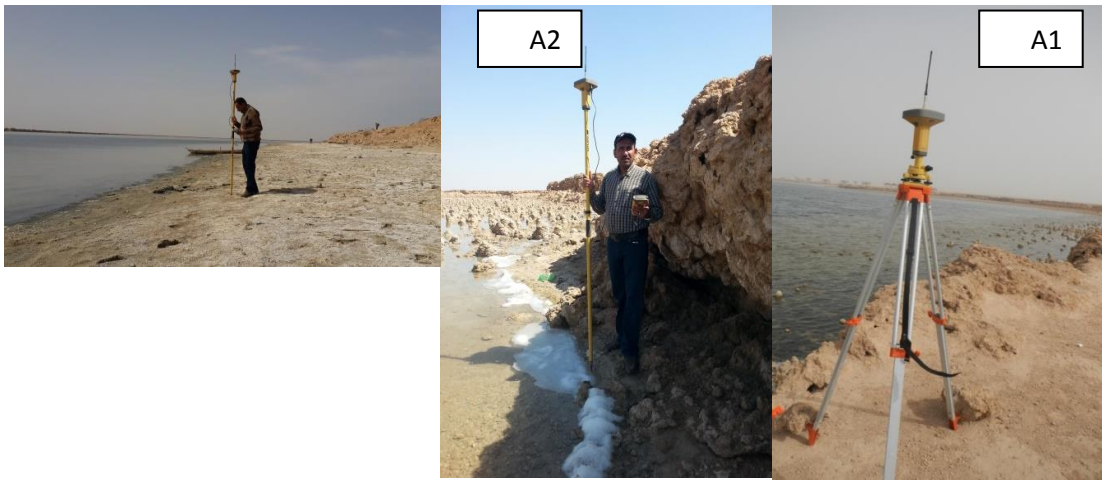
أنجزت الدراسة باستخدام جهاز جي ار ثر GR3 لقياس ارتفاعات ساحل (Shor line) البحيرة والجرف الصخري(rocky cliff) وظهير البحيرة (المنطقة المحيطة بها خارج الجرف الصخري)عمق البحيرة(bottom) تم قياسه بواسطة جهاز Acoustic Doppler Current Profiler وجهاز (SSS) and side scan sonar استخدمت هذه الأجهزة لاكتشاف العيون المائية وقياس أعماق البحيرة. اما تغيرات مناسيب مياه البحيرة فقد تم تثبيت نقطة أساس مرجعية باستخدام جهاز gr3 مع شاخص حديدي مدرج بالامتار عند الجانب الشرقي للبحيرة وتمت مراقبة تغير تراجع مناسيب المياه شهريا اعتمادا على هذه النقطة المرجعية ابتداء من سنة ٢٠١٢ الى ٢٠١٧ .حولت بيانات الارتفاع الرقمية الماخوذة بطريقة (X,Y,Z) الى برنامج ARC GIS10.2.3 وحولت هذه البيانات إلى ظواهر نقطية (point features) تم ربطها بمواقعها الحقيقية بحسب الاحداثيات الجغرافية (coordinate system)وتمت معالجتها بتحويلها إلى خريطة كنتورية (contour line)،تم تحويلها الى مجسم تضاريسي ثلاثي الابعاد (Digital Elevation Model) يصف حقيقة الواقع الطبوغرافي والهيدرولوجي لبحيرة ساوه وعيونها المائية .

طريقة العمل (Method of work):

لغرض البدء بأجراء المسح الطبوغرافي والقيام برفع العوارض الطبوغرافية (لبحيرة ساوه) فان ذلك تطلب اخذ نقطة اساس مرجعية (bench mark) معلومة الموقع الجغرافي والارتفاع باستخدام جهاز (GR3) بعملية الرصد الثابت STATIC BASE وقد تم تحديد هذه النقطة في الجنوب الشرقي لجرف البحيرة الصخري، بلغ منسوب هذه النقطة (١٨,٦٣٥) الصورة (1) وكانت احداثياتها التربيعية .

Easting 3462673.822)(UTM (Zone 38) Northing (Y) [meters]
502707.074((X) [meters]

بعد ذلك استخدمت طريقة المسح اللحظي (CLINIMATIC)(RTK) باستخدام جهاز GR3 * لأجراء عملية المسح الطبوغرافي لجرف البحيرة وساحلها والمناطق المحيطة بها (وهو جهاز ذا دقة مكانية عالية تصل الى (٢ملم) يتكون من منظومة لها اربع اجزاء وهي. (Data Collector, External radio Topcon) FC-250 , Base ,Rover,) تتكامل مع بعضها باستخدام برامج TOPSERVE و TOPCON TOLES GIS10.2.1.)، كذلك تم استخدم جهاز(جهاز Acoustic Doppler Current Profiler) ADCP * **لمسح أعماق البحيرة** وجهاز(side scan sonar)(SSS) لمسح تضاريس عيون البحيرة الصورة (١) جمعت هذه البيانات وادخلت الى برنامج (ARCGIS10.2.1) لغرض معالجتها وتحليلها.



الصورة (A١) من اليمين الرصد الثابت (تثبيت نقطة مرجعية لغرض تصحيحها واعتمادها لقياس كل نقاط المسح الارضي بالاعتماد عليها) و الصورة (A2) من اليسار الرصد المتحرك اللحظي لقياس منسوب ارتفاع جرف البحيرة والمنطقة المحيطة بها

* تم اجراء هذه الدراسة باستخدام جهاز الـ(GR3) والموجود في جامعة ذي قار، كلية الآداب، وحدة نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد لقياس ساحل البحيرة وجرفها وظهيرها، اما أعماق البحيرة فقد تم القياس باستخدام جهاز ADCP لمعرفة اعماق البحيرة واخذ نقاط لقياس اعماقها بمساعدة البعثة البحثية التابعة لمركز علوم البحار. اما مسح قاع عين البحيرة فقد تم باستخدام جهاز (SSS) من جامعة البصرة . ثم وحدت البيانات باستخدام برنامج ARC GIS10.2.1 اذ تم عمل تحويل هذه النقاط المأخوذة بطريقة (X,Y,Z) وتحويل هذه البيانات إلى نقاط وربطها بمواقعها الحقيقية بحسب الاحداثيات الجغرافية وتمت معالجتها بتحويلها إلى خريطة كنتورية تم تحويلها الى مجسم تضاريسي ثلاثي الابعاد يصف حقيقة الواقع الطبوغرافي لبحيرة ساوه

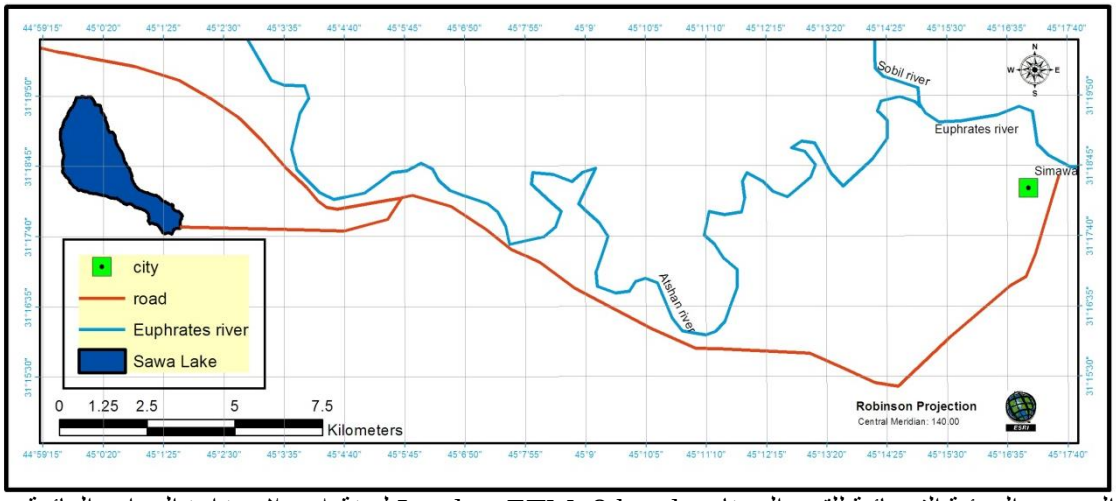
الموقع الجغرافي لبحيرة ساوه (The geographical position of the Sawa Lake)

تقع بحيرة ساوه في محافظة المثنى غرب مدينة السماوة مركز المحافظة، يبلغ طول الطريق الواصل من المدينة الى البحيرة مسافة (30 كم). يلاحظ الشكل (1و٢) .أما فلكياً تقع بين دائرة عرض (ً 24 ′ 17 31 °) - (ً 17 ′ 20 31 °) وقوسي طول (ً 13 ′ 59 44 °) – (ً68 ′ 11 45 °). اما جيومورفولوجيا فالبحيرة تقع على حافة الهضبة الجنوبية المتقطعة في موقع انتقالي بينها وبين السهل الرسوبي (Ditmar, 1972; Al-Sa'di, 2010)، يحدها من الجانب الشرقي نهر الفرات – فرع العطشان. و من الجانب الغربي والجنوبي والشمالي الغربي تحدها مجموعة من الفيضات التي تصب فيها مجموعة من الأودية الجافة، كما يحدها من الشرق والغرب مجموعة من الكثبان الرملية التي ترتفع الى نحو (26م) (AL-Abadi,2013)..

الشكل (1) خريطة موقع منطقة الدراسة من العراق

المصدر: وزارة الموارد المائية ،الهيأة العامة للمساحة ،خارطة العراق الادارية لسنة 2007. باستعمال برنامج ArcGis10.2.1

الشكل (2) خريطة موقع منطقة الدراسة من مدينة السماوة



المصدر: المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat ETM .8 band لسنة ٢٠٠٨، وزارة الموارد المائية، الهيأة العامة للمساحة ،خارطة السماوة الطبوغرافية مقياس 1: 100.000 لسنة 1990 باستعمال برنامج ArcGis10.2.1.

الوصف الجغرافي لبحيرة ساوه (Geographical description of Sawa Lake)

تقع منطقة الدراسة في منطقة بينية بين حافة الهضبة الجنوبية المتقطعة والسهل الفيضي الذي تكون نتيجة عمليات الارساب لنهري دجلة والفرات، فضلاً عن عمليات الارساب الريحي (Naqash et al ,1977) (Altai,1969). كما تنتهي فيها بعض مصبات الأودية الجافة (وادي الفحيمي)، مكونة فيضات وسباخ (AL-Abadi,2013)..

أبرز المظاهر التضاريسية الموجودة هو بحيرة ساوه والعيون المائية الثلاث المتدفقة ، التي تقع في وسط البحيرة، وتغذيها بالمياه، وكذلك الجروف الصخرية التي تحيط بها والسواحل والمسلات البحرية والكهوف والكتل الصخرية المنهارة نتيجة العمليات الكارستية (Jamil,1977)، فضلا عن الكثبان الرملية المحيطة بها ومناطق الابار الارتوازية القريبة منها وكذلك نهر الفرات فرع العطشان الذي يقع شرقها.

الجيولوجيا (Geology):

توجد في منطقة الدراسة ثلاثة تكاوين صخرية ترجع الى الزمن الثالث (tertiary) فضلا عن ترسبات الزمن الرباعي والتي يمكن دراستها على النحو الاتي:

رواسب العصر الرباعي:

التكوينات الصخرية المحيطة ببحيرة ساوه ترجع الى الزمن الرابع (quaternary) العصر الرباعي (Pleistocene) و(Holocen)(Jubouri,1989) تم التعرف عليها من خلال المكاشف السطحية (AL-Aumeri,1990)يلاحظ الشكل(3) والشكل (4)، تغطي هذه الترسبات معظم اجزاء المنطقة وهي تشتمل على القشرة الجبسية، التي تمثل طبقة صخرية صلبة تتكون من معدن الجبس (كبريتات الكالسيوم) مختلطا مع الاطيان والرمل

بنسبة قليلة ، وتعد من أقدم ترسبات العصر الرباعي(Sissakian,2000 .تشكل هذه القشرة نطاقاً يحيط بالبحيرة من جميع الجهات مكونة الحافة الصخرية للبحيرة (Sayyab et al,1982). كذلك توجد ترسبات السباخ والمنخفضات بالقرب من البحيرة، تكونت من ترسبات رملية مختلطة بالجبس بسبب عمليات التبخير السطحية الشديدة (yacoub,2011)، سطحها مغطى بقشرة ملحية منتفخة شديدة التكسر، المعدن الملحي الرئيس هو كلوريد الصوديوم،.(Duraid,1995) تحيط هذه الترسبات بالقشرة الجبسية في منطقة الدراسة، يقدر عمرها بالهولوسين (Almubark et al,1983 الشكل (3). اما الترسبات الريحية فانها تشتمل على الكثبان الرملية الطولية المتكونة من حبيبات رملية سليكية أو كلسية، تاخذ إتجاه الرياح السائدة الشمالية الغربية . كذلك توجد الترسبات الرملية التي تمتاز بسمك قليل (١٠سم) وتكون ذات تركيب رسوبي مشابه للكثبان الرملية ، وتتوزع على شكل حزام متقطع حول البحيرة .(Dulaimi,2012). كذلك توجد ترسبات السهل الفيضي (هولوسين) والتي تتكون من رواسب الرمل والطين الغريني لنهر الفرات نتيجة الفيضان (Saffa and Varoujian,2011) ،والتي تنتشر بالقرب من البحيرة حول مجرى نهر الفرات(Al-Jiburi and basrawi,2009). من ناحية أخرى تاثرت بحيرة ساوة بصدع أبو جير(الفرات) ذات الاتجاه شمال غرب–جنوب. شرق-East (Khaldoun,2009;Al Sa'di, 2010; Naqash and AL-Shamee,1977;Awadh et al,213 ;Jassim. and Goff , 2006; Awadh and Aazzaw, **2013**).

تكوين الفرات (المايوسين الاسفل):

يتكون من كتل صخرية كلسية رمادية اللون إلى رمادي مصفر، يكون طباشيري أحياناً ومدلمت أحياناً أخرى، وسمك التكوين في المنطقة يتراوح بين (30 – 40م) (Jassim. and Goff , 2006. ينكشف هذا التكوين جنوب بحيرة ساوه بمسافة (1) كم.

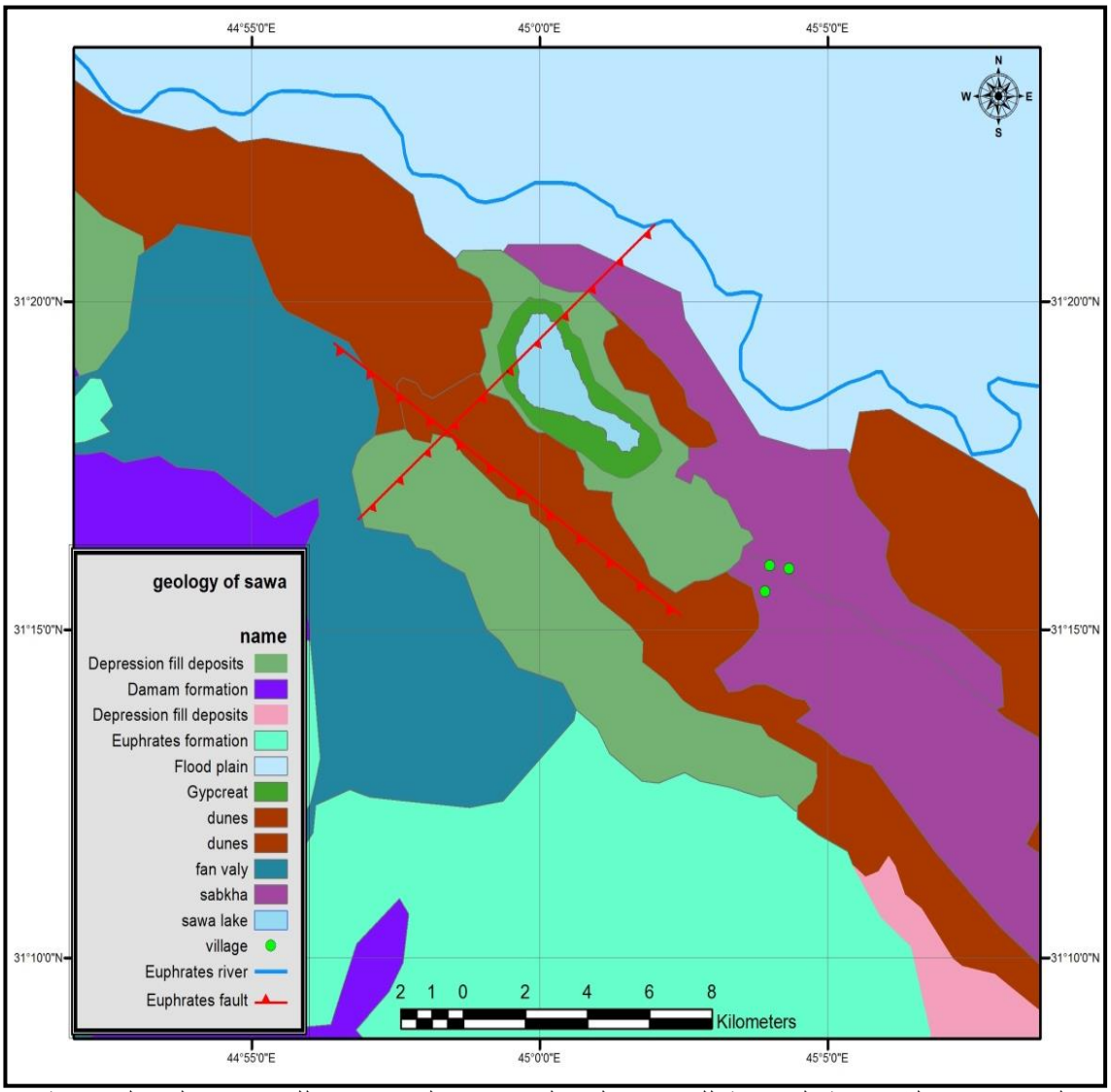
تكوين الدمام (الايوسين الأسفل – الأعلى):

ينتشر التكوين في اغلب مناطق هضبة العراق الجنوبية ويمتد عبر الأراضي السعودية والكويت ويقع غرب بحيرة ساوه (Sayyab et al,1982)، لا ينكشف على السطح بالقرب من البحيرة و يتكوّن من مدملكات قاعيه أو بريشيا يعقبها تعاقب طبقات سميكة من حجر الكلس وحجر الكلس الدولومايتي ابيض متوسط الصلابة (Khaldoun ,2009)، وطبقات رقيقة من حجر الكلس الطباشيري إلى الطفل في أجزائه السفلى، الحد الأقصى للسمك المكشوف لهذا الجزء هو(٣٥–٤٠) م (Al-Mubarak and Amin m ,1983). يكون حد التماس الأعلى لتكوين الدمام مع تكوينات (الفرات، الزهرة، الغار) غير توافقي. يحتوي هذا التكوين على الشقوق والفجوات وهو ذا بيئة ترسيبية بحرية.

تكوين رص (الأيوسين الأسفل):

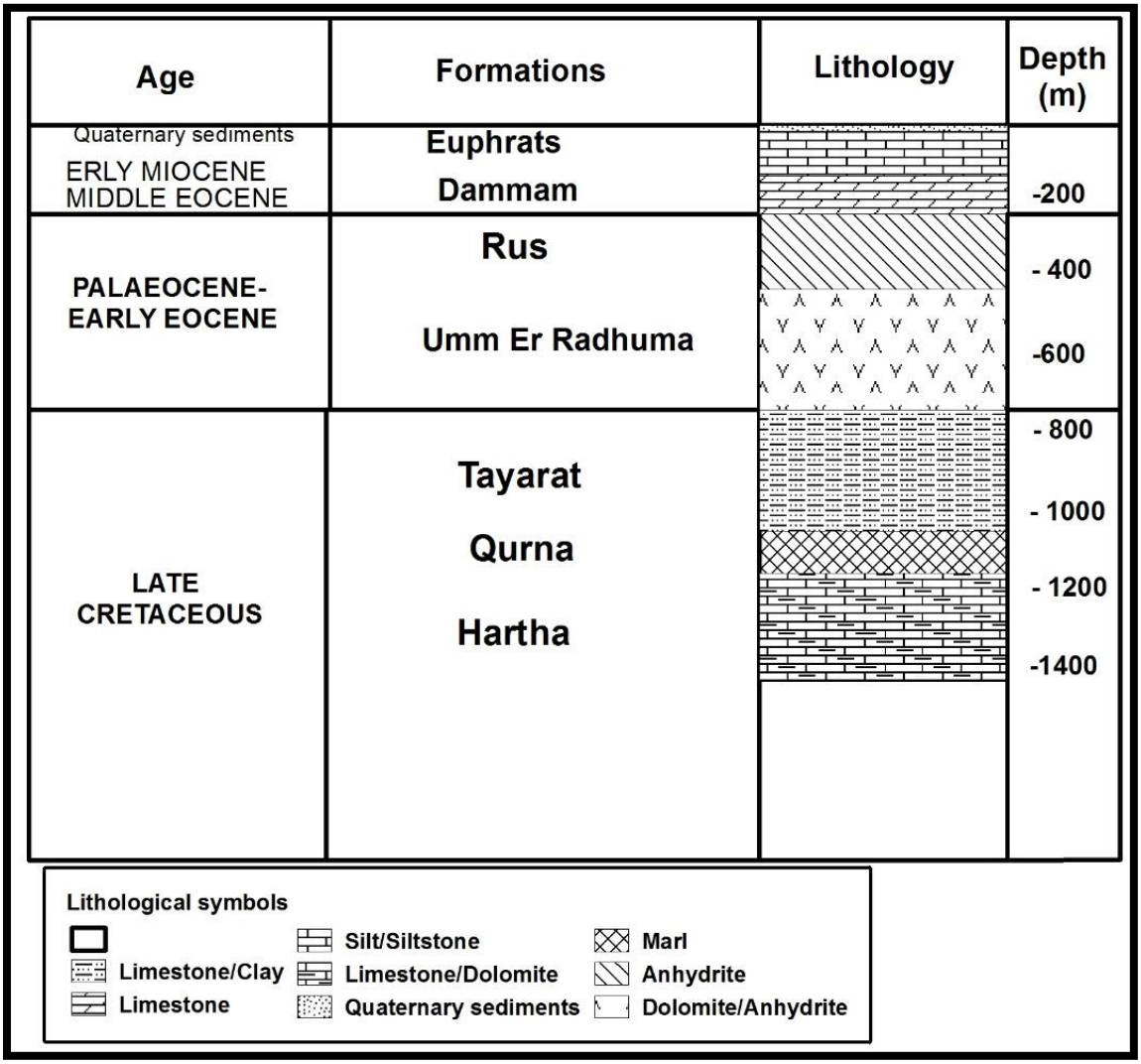
هذا التكوين يتألف من الانهيدرايت المتداخل مع الطين وحجر جيري وربما ترسب في بيئة تبخيرية في أحواض ملحية، سمك التكوين يتراوح ما بين (٢٠-٥٠) متر Sayyab et al,1982 . ينعدم هذا التكوين في المكاشف الصخرية لمنطقة الدراسة ويظهر في أعمق طبقة للعمود الصخري للبحيرة . يراجع الشكل (3) والشكل (4)

الشكل (3) خريطة جيولوجية حوض بحيرة ساوه .



المصـــدر : الشـــركة العامـــة للمســـح الجيولـــوجي والتعـــدين، اللوحـــات الجيولوجيـــة الناصرية(NH383) والنجف (NH-38-2) والسلمان (NH386) لسنة ١٩٩٥ . باستعمال برنامج Arc Gis 10.2.1

الشكل (٤) العمود الجيولوجي لبحيرة ساوة



المناخ:

المناخ صحراوي جاف يتضح ذلك من زيادة نسبة الاشعاع الشمسي وهذا يؤدي الى ارتفاع متوسطات درجات الحرارة في اشهر الصيف لتصل الى (٣٥,٤٣ **م°**) الجدول (١) بينما تنخفض في اشهر الشتاء الى (١٢,٤٣ **م°**) وتكون معتدلة في اشهر الربيع (٢٤,٧٦ **م°**) والخريف (٢٥,٧ **م°**)، اما الامطار فإنها تسقط في اشهر الخريف والشتاء والربيع وتنقطع في فصل الصيف، وقد بلغ المعدل السنوي للأمطار في محطة السماوة (٩٩,١ ملم) التي تبعد عن منطقة الدراسة (٢٥ كم) .اما الرياح فهي جافة اغلب ايام السنة تزيد معدل سرعتها عن (٢,٣ م/ثا) ، وهي تعد معتدلة الى خفيفة السرعة، وان الرياح السائدة هي الغربية والشمالية الغربية اذ بلغت نسبتها (٥١%) كذلك تمتاز منطقة الدراسة بزيادة نسبة التبخر فقد بلغ المعدل السنوي للتبخر (٣٣١١,٩) وقلة الرطوبة النسبية التي بلغ معدلها السنوي (٤٣,٦٩%) .

الجدول (١) المعدلات الشهرية السنوية للعناصر المناخية لمحطة السماوة للمدة ١٩٧٠-٢٠١٦

month	Radiation solar	temperature	Wind speed/m/s	fall Rain /mm	evaporation
January	6.7	11	2.1	23.5	79.2
February	7.6	13.5	2.3	11.6	118.6
march	8.2	17.9	2.5	11.5	189.2
April	8.8	24.6	2.4	11	276.4
may	9.5	31.8	2.5	11	381.9
June	11.6	34.4	2.5	0.1	462
July	12.3	36.3	2.6	-	495.7
august	11.2	35.6	2.3	-	472.3
September	10.9	32.8	1.9	0.2	359.8
October	8.7	26.2	1.8	4.1	250.9
November	7.5	18.1	1.7	12.3	140
December	6.5	12.8	1.9	14	85.9
annual total	11.3	24.6	2.3	99.1	3311.9

المصدر : وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية ، قسم المناخ ، السجلات المناخية ، بيانات غير منشورة للمدة،1970-2016

النتائج (Result)

طبوغرافية بحيرة ساوة (Topographical of Sawa lake)

تم اجراء مسح طبوغرافي للبحيرة قام فيها الباحثان وقد بلغ المجموع الكلي لنقاط المسح الارضي الميداني التي اخذت لجرف البحيرة الصخري وسواحلها واعماقها (478) نقطة باستعمال جهازي (GR3) و(ADCP) الجدول (٢) وقد بلغ عدد النقاط داخل البحيرة وجرفها الصخري (٤٠٦) نقطة، الشكل (٥) اما بقية نقاط المسح فكانت خارج حدود البحيرة والتي بلغت (٧٢) نقطة مسح ارضي . بعد معالجة البيانات وتدقيقها وادخالها الى برنامج (ARC GIS10.2.1) التطبيق (ARC MAP) وتحويلها الى نقاط ارتفاع ،تم رسم الشكل (٦) والذي يمثل خطوط الارتفاعات المتساوية بفترة كنتورية (١) متر ومن هذا الشكل تم انتاج المجسم التضاريسي لبحيرة ساوة الشكل (٧) .تم في هذا المجسم تصنيف ارتفاعات بحيرة ساوة والمنطقة المحيطة بها الى تسعة أصناف مثلت فئات الارتفاع (٢٦-١٨ م) المنطقة المحيطة ببحيرة ساوة (اليابس) اما الفئات الأخرى الأقل من ذلك مثلت بحيرة ساوة (wet land)التي اشتملت على الجرف الصخري والساحل والمسطح المائي والعيون المائية .

جدول(٢) بيانات المسح الطبوغرافي لبحيرة ساوة وجرفها الصخري

Elevation(m)	y coordinate	x coordinate	Elevation(m)	y coordinate	x coordinate	Elevation(m)	y coordinate	x coordinate	Elevation(m)	y coordinate	x coordinate
10.10	3463940.13	500479.62	14.71	3463259.28	502657.72	15.00	3463720.21	499560.76	16.92	3462796.53	502793.54
10.10	3463492.82	501095.61	14.71	3462362.00	502402.45	14.95	3462290.69	502800.60	16.89	3465444.12	499353.23
10.10	3463532.52	501148.55	14.71	3463528.89	500156.66	14.94	3462762.19	502896.37	16.89	3465652.01	500620.85
10.10	3484570.44	5012038.73	14.71	3463053.52	501599.89	14.93	3463266.32	502197.90	16.87	3463272.34	502202.24
10.10	3464981.03	499582.13	14.71	3464721.81	500895.35	14.92	3463505.46	501690.55	16.79	3465455.68	499318.85
10.10	3463721.88	499923.41	14.71	3462977.22	502557.86	14.92	3463502.22	501689.68	16.79	3463281.75	500906.87
10.00	3463787.69	500338.47	14.70	3462946.96	502606.92	14.92	3463812.75	501371.18	16.77	3461403.81	502231.04
10.00	3464064.35	500589.90	14.70	3462626.03	502706.37	14.91	3462760.87	501861.97	16.77	3463281.76	500906.90
10.00	3465146.96	499812.00	14.70	3462375.88	502268.79	14.91	3462799.33	502722.32	16.76	3461403.81	502231.03
10.00	3465021.25	499911.25	14.70	3462943.06	501808.39	14.91	3463102.97	502467.52	16.71	3465391.35	499371.53
10.00	3464597.78	500268.54	14.70	3462573.71	502103.37	14.91	3464461.27	501036.19	16.64	3466255.68	499748.84
10.00	3464379.44	500440.57	14.70	3466197.41	499929.95	14.91	3465591.19	500433.70	16.62	3463513.47	501691.71
10.00	3464207.41	500592.75	14.70	3462992.61	501748.32	14.90	3465424.36	499400.91	16.59	3462777.22	502857.45
10.00	3463536.48	501492.61	14.70	3463510.71	500238.45	14.89	3466181.75	500163.12	16.56	3464152.82	499348.90
10.00	3463148.75	501763.89	14.70	3464588.82	499421.54	14.89	3466181.75	500163.11	16.53	3462785.57	502821.57
10.00	3484342.23	5011644.54	14.70	3462809.44	501854.82	14.88	3466168.85	499804.78	16.52	3462781.05	502851.58
10.00	3464968.61	499515.08	14.70	3463025.68	501667.46	14.85	3463818.75	501367.61	16.52	3462803.52	502756.31
10.00	3464973.58	499539.91	14.70	3463239.27	501106.47	14.85	3465378.74	499383.81	16.47	3464504.74	501145.27
10.00	3464988.48	499599.52	14.70	3463434.88	500592.86	14.83	3464406.17	501056.67	16.46	3462758.54	501795.52
10.00	3465090.31	499984.48	14.70	3464286.23	499391.22	14.80	3463361.13	500925.55	16.46	3462527.97	502680.99
10.00	3465226.91	500488.66	14.69	3463230.06	502635.48	14.80	3465537.60	500441.50	16.45	3463850.32	501454.58
9.80	3463314.17	501750.66	11.30	3463979.66	500524.79	14.76	3463573.08	500076.87	16.12	3462758.58	501769.90
9.80	3463386.95	501830.06	11.30	3464941.29	4994231.18	14.76	3462889.68	502692.84	16.11	3465433.12	499385.87
9.80	3464624.25	500242.08	11.30	3464734.66	500873.15	14.76	3464009.80	499477.25	16.09	3462423.49	502730.83
9.80	3464597.78	500261.93	11.20	3463373.72	500963.28	14.76	3464123.74	499398.28	16.09	3465459.55	499289.15
9.80	3464518.39	500334.71	11.00	3463584.43	500152.15	14.76	3463434.97	501906.09	16.00	3463896.03	499420.56
9.80	3464465.45	500361.17	11.00	3463974.01	500524.79	14.76	3463981.04	501281.91	16.00	3463648.49	499676.32
9.80	3464366.20	500447.19	11.00	3463731.01	501360.28	14.76	3464364.80	499393.31	16.00	3463625.25	499729.76
9.80	3464048.61	500751.55	10.90	3463985.30	500536.09	14.75	3463382.56	500724.86	16.00	3463577.23	499781.65
9.80	3463704.55	501062.53	10.90	3463155.37	501598.47	14.75	3463956.01	499590.63	16.00	3463480.10	499962.74
9.80	3463671.46	501089.00	10.90	3464088.38	500698.62	14.75	3462844.90	502721.66	16.00	3463459.19	500052.58
9.80	3463598.68	501175.01	10.90	3463386.95	500976.52	14.75	3463167.16	501372.22	15.96	3462528.42	502681.41
9.80	3463095.82	501843.29	10.80	3463968.36	500519.15	14.75	3463345.97	500953.19	15.96	3462760.26	501842.87
9.80	3463565.60	501188.25	10.80	3464007.89	500541.73	14.75	3463398.41	502023.06	15.95	3462528.87	502681.37
9.80	34884373.35	5011694.33	10.80	3464482.00	500993.42	14.75	3463481.18	501778.36	15.93	3461436.97	502265.77
9.80	3484425.21	5011797.03	10.80	3463426.65	501856.52	14.75	3464626.17	500940.82	15.90	3466335.14	499745.08
9.80	3484484.34	5011890.39	10.80	3464154.47	500645.69	14.75	3462778.12	502729.43	15.88	3466378.70	499761.12
9.80	3484546.58	5012005.53	10.80	3463406.80	500996.37	14.75	3463138.50	502393.32	15.82	3463880.14	501496.68
9.80	3465043.12	499823.05	10.80	3463439.88	501036.22	14.75	3465369.07	500512.43	15.81	3465596.82	500461.16
9.80	3465067.96	499892.59	10.80	3463697.93	501320.58	14.75	3462589.92	502695.95	15.81	3462394.81	502751.62
9.80	3465122.60	500103.70	10.80	3484313.18	5011595.78	14.75	3465591.79	500434.07	15.77	3463454.25	500487.73
9.80	3463782.81	499978.04	10.80	3484595.34	5012082.23	14.75	3466192.75	500088.31	15.77	3463269.92	502200.80

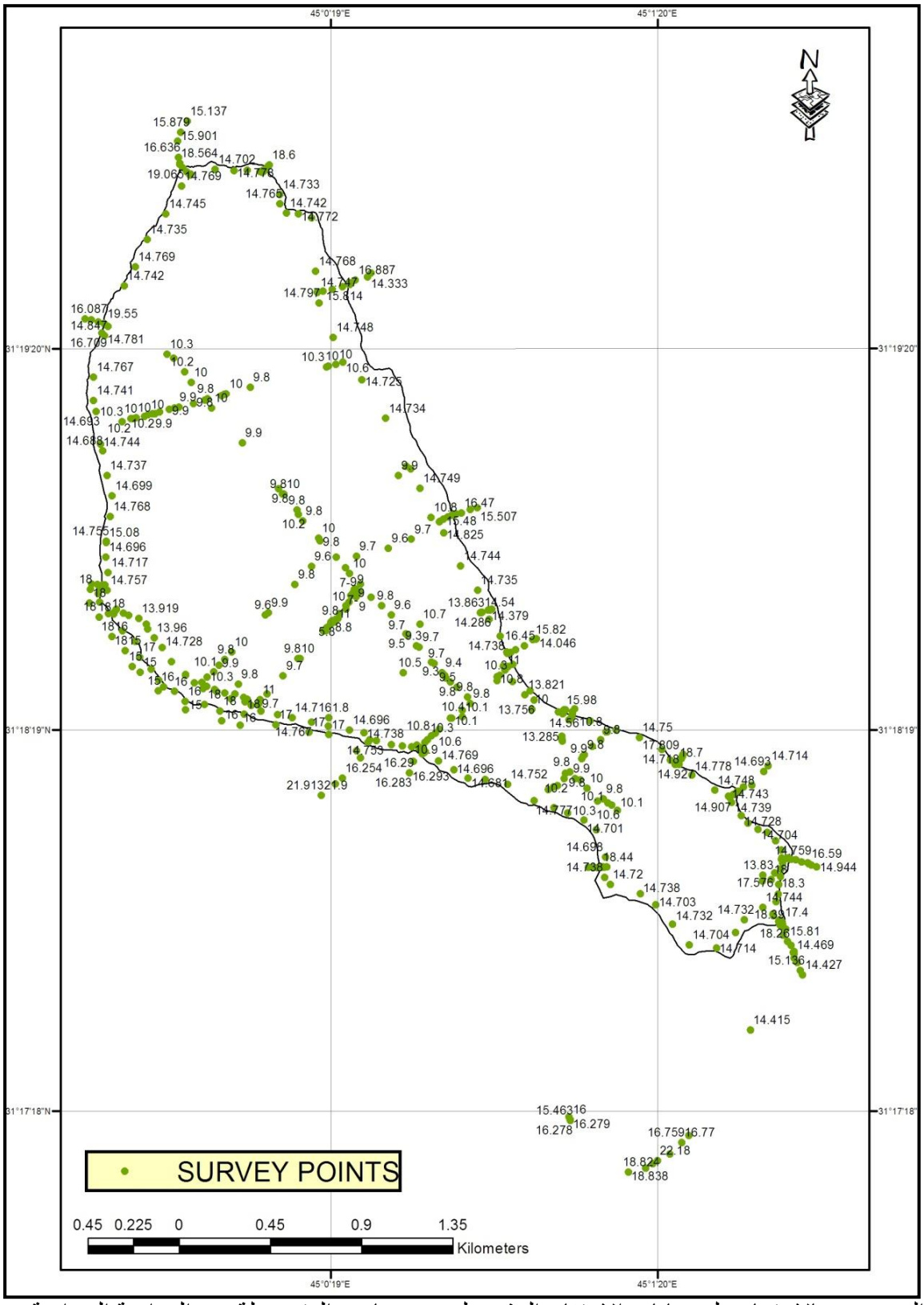
Elevation(m)	y coordinate	x coordinate	Elevation(m)	y coordinate	x coordinate	Elevation(m)	y coordinate	x coordinate	Elevation(m)	y coordinate	x coordinate
9.80	3463660.56	500045.28	10.80	3463669.35	499864.57	14.75	3463363.85	500798.00	15.76	3463267.42	502199.02
9.80	3464152.62	500323.64	10.70	3463957.07	500940.92	14.75	3465976.95	499686.75	15.74	3464484.79	501077.70
9.80	34664423.68	500780.98	10.60	3464030.47	500575.61	14.74	3464243.14	501140.87	15.73	3466193.20	500167.10
9.70	3463612.66	500186.02	10.60	3463161.99	501618.32	14.74	3462561.24	502630.78	15.70	3466183.23	499789.54
9.70	3463703.00	500265.07	10.60	3465266.06	499725.98	14.74	3464843.73	499364.16	15.70	3462489.84	502725.20
9.70	3463923.20	500473.98	10.60	3464233.87	500572.91	14.74	3463108.72	502462.29	15.69	3466189.09	500171.37
9.70	3464291.96	500626.42	10.60	3463188.45	501730.81	14.74	3465982.75	500282.17	15.66	3462760.04	501847.48
9.70	3464374.89	500897.44	10.60	3463065.43	501884.85	14.74	3465623.50	499481.32	15.65	3462484.61	502712.90
9.70	3463903.04	500877.27	10.60	3463420.03	501016.22	14.74	3465058.33	499330.42	15.62	3463883.71	501511.21
9.70	3463843.49	500936.82	10.60	3484584.96	5012064.66	14.74	3463078.36	502476.51	15.62	3464492.86	501096.48
9.70	3463764.10	501009.60	10.60	3464946.26	49945.53	14.74	3462749.55	502719.58	15.59	3462804.26	502755.94
9.60	3464329.72	500784.52	10.60	6435231.88	500513.50	14.74	3463896.97	501335.26	15.59	3462373.49	502769.34
9.60	3464002.29	500797.87	10.60	3465246.78	500560.69	14.74	3462628.00	502026.46	15.58	3463814.39	501375.46
9.60	3484383.72	5011718.19	10.50	3465087.83	499974.55	14.74	3462709.32	501851.62	15.57	3463118.16	502485.96
9.60	3484399.28	5011745.16	10.50	3463717.85	500858.44	14.74	3463422.81	500663.76	15.55	3462770.67	502869.76
9.60	3484499.90	5011916.32	10.40	3463499.43	501148.46	14.74	3464688.33	499396.61	15.51	3463508.84	501690.73
9.60	3484527.91	5011966.11	10.30	3464047.41	500575.61	14.74	3463707.81	499783.91	15.51	3464530.08	501222.13
9.60	3484541.39	5011988.96	10.30	3463307.55	501744.04	14.74	3464124.33	501224.62	15.49	3464521.43	501188.29
9.60	3464001.34	500177.65	10.30	3465285.91	499692.90	14.74	3465852.42	499594.40	15.48	3464473.41	501055.63
9.60	3464240.88	500404.58	10.30	3465060.95	499884.78	14.73	3464970.27	500771.02	15.45	3462527.75	502681.41
9.50	3463909.66	500870.65	10.30	3463085.43	501815.72	14.73	3466072.64	500248.44	15.43	3464463.65	501038.27

Elevation(m)	y coordinate	x coordinate	Elevation(m)	y coordinate	x coordinate	Elevation(m)	y coordinate	x coordinate	Elevation(m)	y coordinate	x coordinate
10.00	3465236.84	500525.92	14.69	3463522.84	501642.99	14.80	3463589.08	500008.44	16.44	3463510.42	501690.73
10.00	3463820.63	500011.66	14.69	3465003.08	499343.40	14.80	3463622.98	499938.96	16.41	3465619.57	500558.28
9.90	3463923.20	500462.69	14.69	3464810.72	499375.86	14.79	3463628.99	501484.13	16.41	3466203.94	499771.98
9.90	3463294.32	501737.42	14.68	3463198.12	501177.27	14.78	3465378.52	499383.76	16.41	3463539.12	501702.18
9.90	3464849.21	500063.43	14.66	3463759.71	501398.29	14.78	3463212.36	502279.78	16.41	3463539.11	501702.18
9.90	3463195.07	501704.34	14.65	3463351.79	500899.73	14.78	3466190.53	500023.18	16.37	3463298.80	500645.75
9.90	3484354.67	5011670.47	14.63	3463556.11	500107.24	14.78	3463086.95	501502.21	16.34	3463814.44	501376.96
9.90	3484409.65	5011763.83	14.47	3462344.11	502784.38	14.77	3465976.89	500340.23	16.30	3463829.54	501410.58
9.90	3484565.25	5012033.54	14.43	3462228.77	502825.40	14.77	3466186.47	500150.38	16.29	3463224.93	500887.33
9.90	3464993.45	499634.29	14.42	3461958.40	502569.39	14.77	3466114.51	499763.55	16.29	3463224.93	500887.30
9.90	3465015.80	499703.83	14.41	3462340.74	502780.78	14.77	3463283.16	501030.90	16.28	3463224.92	500887.31
9.90	3465025.73	499751.02	14.37	3462336.12	502782.17	14.77	3465717.59	499535.69	16.28	3463132.42	502504.69
9.90	3463755.50	499948.62	14.33	3465667.16	500682.15	14.77	3465695.95	500425.31	16.26	3465605.31	500508.69
9.90	3464013.95	500192.36	14.31	3462333.75	502784.66	14.77	3464486.74	499413.43	16.25	3463197.57	500557.40
9.90	3464688.43	500833.23	14.05	3463885.19	501513.62	14.77	3463475.01	500405.35	16.21	3464494.12	501101.39
9.80	3463787.69	500349.76	11.80	3463567.49	500146.50	14.77	3465174.09	499330.56	16.20	3466199.47	500180.20
9.80	3463945.78	500490.92	11.80	3463142.13	501572.01	14.77	3466027.14	500249.57	16.19	3463162.41	502576.71
9.80	3463974.01	500519.15	11.80	3463426.65	501863.14	14.76	3462804.58	502724.61	16.18	3463332.36	500626.34
9.80	3464098.23	500598.19	11.80	3484300.73	5011569.85	14.76	3463287.03	502175.23	16.18	3464154.52	499321.85
9.80	3463221.54	501658.02	11.80	3464936.32	399398.35	14.76	3463356.60	500852.59	16.17	3464154.51	499321.84
9.80	3463228.15	501677.87	11.40	3484305.92	5011583.34	14.76	3463640.20	499870.43	16.16	3462454.48	502743.26

Elevation(m)	y coordinate	x coordinate	Elevation(m)	y coordinate	x coordinate	Elevation(m)	y coordinate	x coordinate	Elevation(m)	y coordinate	x coordinate
9.50	3463691.31	501069.15	10.30	3463492.82	501089.00	14.73	3462931.48	502653.09	15.31	3462804.56	502753.09
9.50	3463645.00	501122.08	10.30	3463704.55	501333.81	14.73	3462501.44	502538.86	15.31	3462501.61	502716.31
9.40	3463717.78	501049.30	10.30	3484328.74	5011621.72	14.73	3462437.96	502496.43	15.30	3462529.08	502681.49
9.30	3463850.11	500923.58	10.30	3464953.71	499470.37	14.73	3462477.86	502186.14	15.30	3462492.08	502707.96
9.30	3463770.71	500996.37	10.30	3465000.90	499656.54	14.73	3463192.09	501262.42	15.29	3462520.65	502683.70
9.10	3484516.50	5011947.44	10.30	3465020.77	499728.67	14.73	3462713.46	502717.90	15.21	3463267.39	502199.37
9.00	3464115.00	500644.00	10.30	3465224.49	500478.73	14.73	3463013.90	502524.54	15.21	3465686.42	500698.14
9.00	3464091.00	500626.00	10.30	3463696.66	499689.79	14.73	3463841.23	499669.88	15.19	3466184.15	500165.24
9.00	3464131.00	500621.00	10.20	3463195.07	501651.41	14.73	3465957.52	500406.46	15.14	3466433.54	499792.42
9.00	3464129.00	500616.00	10.20	3465199.89	499778.92	14.73	3465159.41	500654.07	15.14	3462249.85	502816.11
8.80	3463974.01	500507.85	10.20	3464498.54	500341.32	14.72	3462673.56	501877.79	15.11	3463267.22	502198.76
6.80	3463957.07	500502.21	10.20	3464286.81	500526.53	14.72	3463340.18	502133.18	15.08	3464357.92	499393.54
5.80	3463951.43	500496.56	10.20	3463678.08	501320.58	14.72	3462312.42	502785.03	15.07	3462802.30	502746.47
5.80	3463968.36	500507.85	10.20	3464968.61	499527.49	14.72	3464211.54	499402.15	15.00	3463827.09	499485.63
3.80	3463968.36	500502.21	10.20	3464993.33	499621.87	14.72	3462312.40	502785.04	15.00	3463748.87	499521.25
1.80	3463957.07	500502.21	10.20	3465060.51	499680.17	14.72	3463496.07	500310.29	15.00	3463628.04	499648.28
1.80	3463495.78	500490.91	10.20	3465082.86	499962.13	14.72	3466173.60	499809.33	15.00	3463535.87	499784.60
-0.20	3463962.72	500502.21	10.10	3463353.87	501790.36						

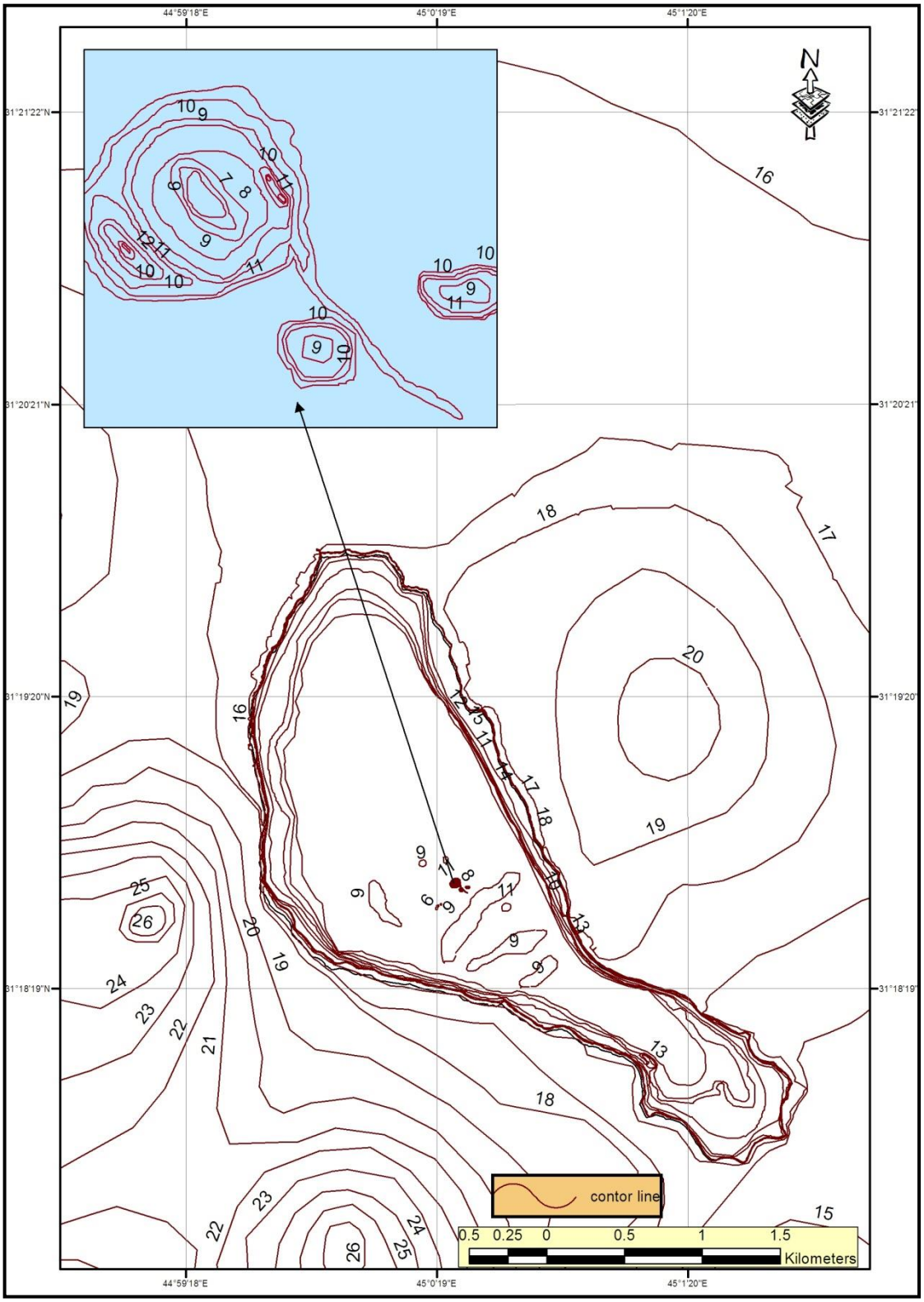
المصدر :- بالاعتماد على بيانات المسح الطبوغرافي لبحيرة ساوة والمتحصلة من الدراسة الميدانية للمدة ٢٠١٢-٢٠١٧ (1)باستعمال اجهزة ADCB ، SSS و GR3

الشكل (٥) خريطة نقاط المسح الطبوغرافي لبحيرة ساوه



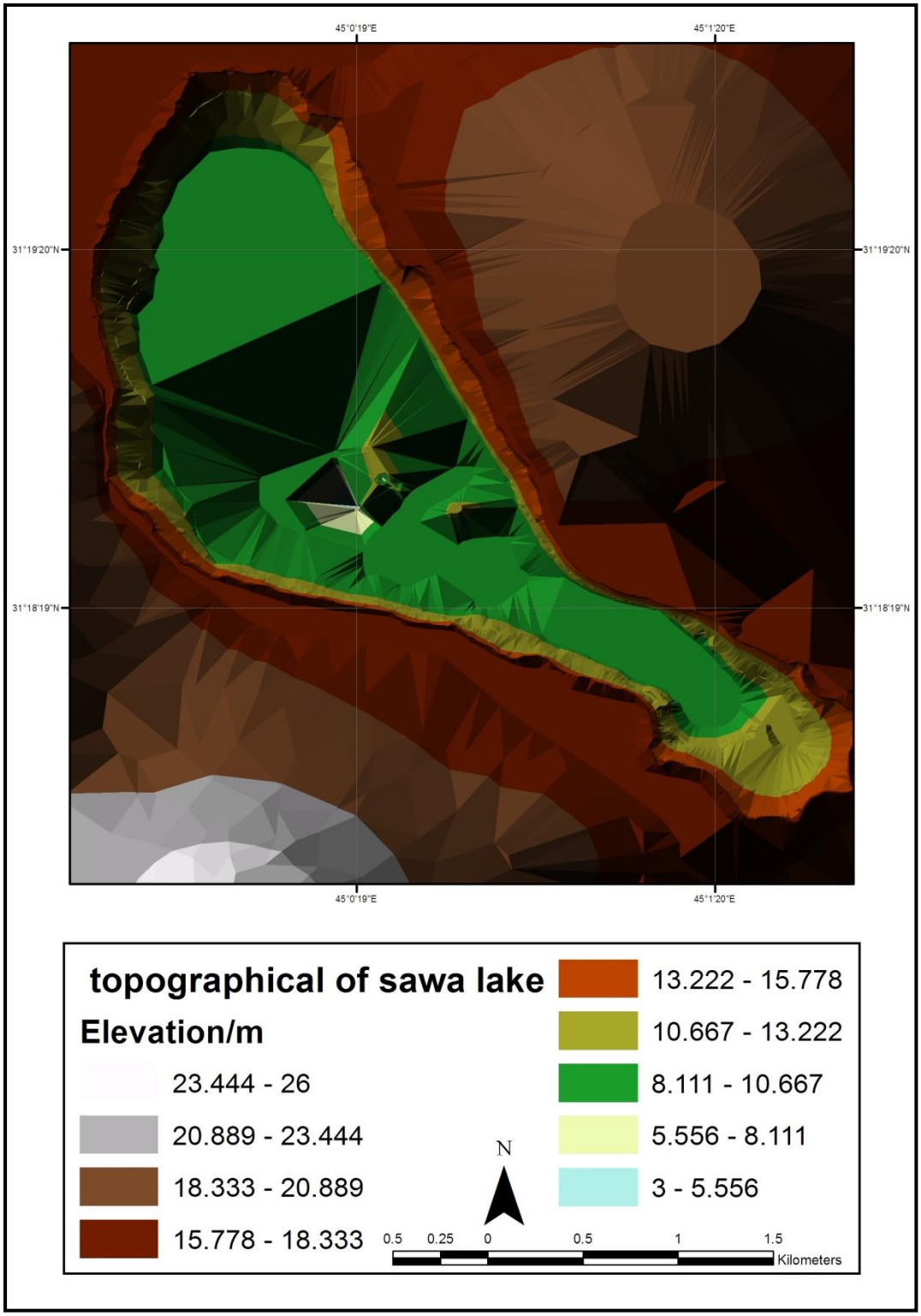
المصدر: بالاعتماد على بيانات الارتفاع الرقمي لبحيرة ساوة والمتحصلة من الدراسة الميدانية (الجدول ١) للمدة ٢٠١٢-٢٠١٧ باستعمال جهازي ADCB ، SSSو GR3

الشكل (٦) خريطة خطوط الارتفاعات المتساوية لبحيرة ساوة والمنطقة المحيط بها



المصدر :- بالاعتماد على الخارطة (٥)

الشكل (٧) المجسم التضاريسي لبحيرة ساوه



المصدر : بالاعتماد على الخريطة (٦)

تضاريس ظهير البحيرة(المنطقة المحيطة ببحيرة ساوة) The topography of the region around Sawa Lake

من الشكل (٧)، تبين ان بحيرة ساوه منطقة قليلة الارتفاع، محاطة بالكثبان الرملية من شرقها وغربها ،وقد تراوح ارتفاع الكثبان الطولية ما بين ٢٠-٢٦ م فوق مستوى سطح البحر. تقترب الكثبان من البحيرة اذ لا تبتعد عنها سوى مسافة (٣٠٠ م) وهذه الكثبان تعد ظاهرة متحركة خطرة تهدد في زحف الرواسب الرملية على البحيرة.يمكن ان تؤدي الى طمرها. يعد جانب البحيرة الشرقي والجنوبي الشرقي القريب من نهر الفرات، سهل فيضي متأثرا بنهر الفرات مكونا بلايا تنتهي فيها مجموعة من اودية الهضبة القادمة من الغرب ،وقد بلغ ادنى ارتفاع لهذا الجانب (12 متر) فوق مستوى سطح البحر في جنوب شرق بحيرة ساوه في منطقة السهل الفيضي بالقرب من نهر العطشان الشكل (٦). اما الجانب الغربي من البحيرة والذي يمثل هضبة متقطعة أيضا تنتشر فيه الفيضات التي تعد مصبات الاودية القادمة من الهضبة. ويلاحظ ان تضاريس المنطقة تنخفض باتجاه السهل الفيضي.

تضاريس بحيرة ساوة:

يمكن تقسيم تضاريس بحيرة ساوة الى اربعة أجزاء الأول هو الجرف الصخري المحيط بالبحيرة بشكل مباشر والثاني الساحل والثالث قاع البحيرة المغمور بالمياه والرابع العيون المائية الشكل (٨)

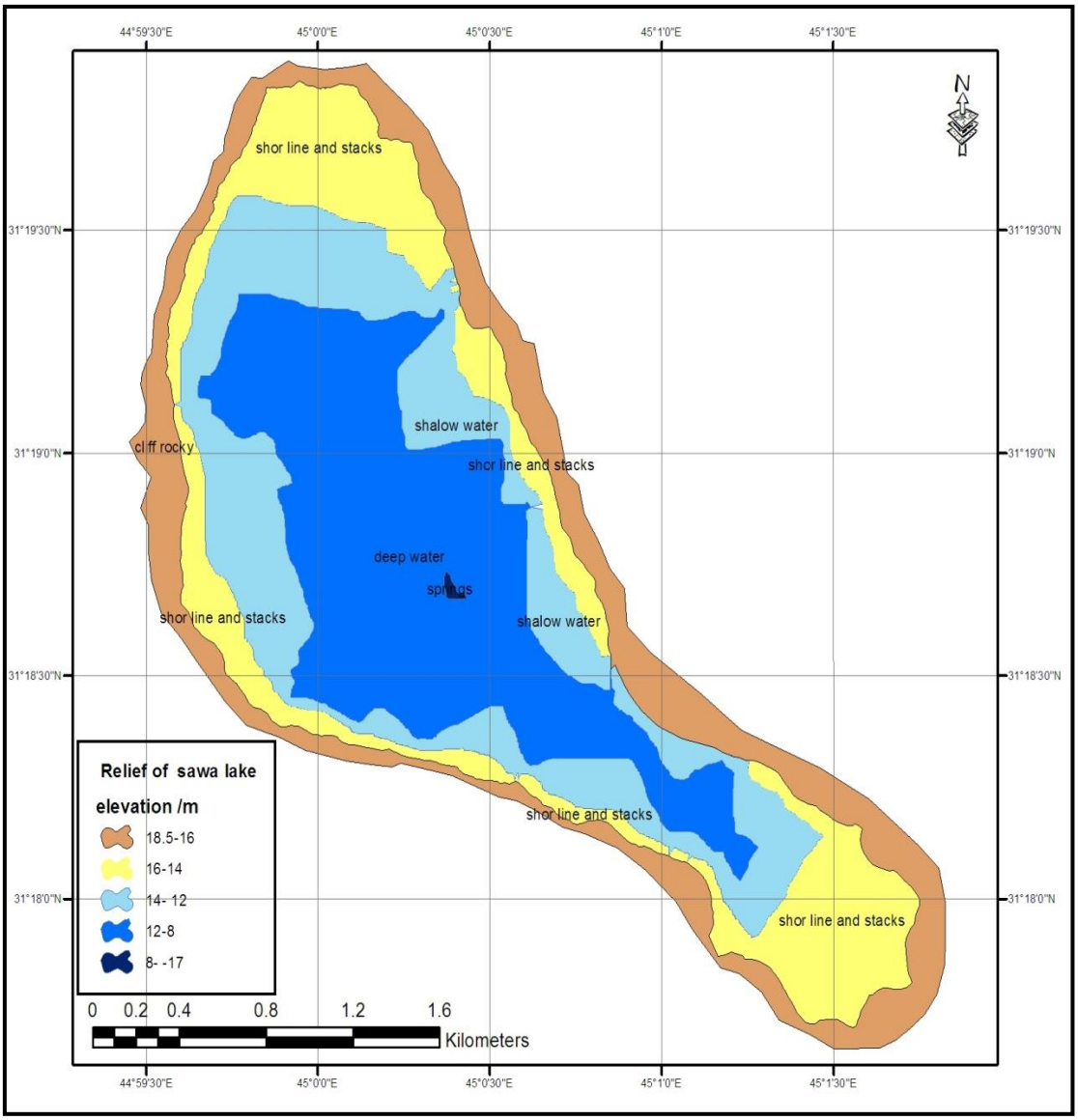
تضاريس جرف البحيرة الصخري(Relief of the lake's Rocky cliff)

تراوح ارتفاع مستوى الجرف الصخري لبحيرة ساوة ما بين(١٦-١٨م) في جانبيها الشرقي والغربي والشمالي والجنوبي، بينما كانت اعلى قمة ارتفاع في الجرف هو عند الساحل الجنوبي الشرقي، اذ يرتفع الى مستوى (١٨,٦٨٥م) فوق مستوى سطح البحر يلاحظ الشكل (٧ و٨) والصورة (٢)، ويكون في الاغلب عبارة عن جرف حاد ينحدر بشكل عمودي نحو ساحل البحيرة وقاعها، لا سيما في الساحل الغربي الذي يتميز بانه اعلى ارتفاع نسبيا من الجانب الشرقي وقد بلغت مساحته (١٣١٨٣٤٠متر مربع).

يتكون جرف البحيرة في اغلبه من الجبكريت (Awadh,2016). ان هذا الجرف قد تكون واخذ ابعاده التي تحيط بالبحيرة من المحاليل المعدنية لهذه المياه الجوفية التي تكون غنية بعناصر كبريتات المغنيسيوم والصوديوم (Awadh. and Muslim, 2014).اذ تتعرض هذه المياه للتبخير ، نتيجة لارتفاع درجات الحرارة مما يؤدي في النهاية الى إضافة مواد جديدة تسمح بنمو الجرف الصخري ونمو أيضا المسلات البحرية التي تنتشر في الساحل الصورة (٢).

الصورة (٢A) الجرف الصخري لبحيرة ساوة عند الجزء الجنوبي الصورة (٢B) من اليسار عند الجانب الشرقي

الشكل (٨) تضاريس الجرف الصخري والساحل وقاع بحيرة ساوة

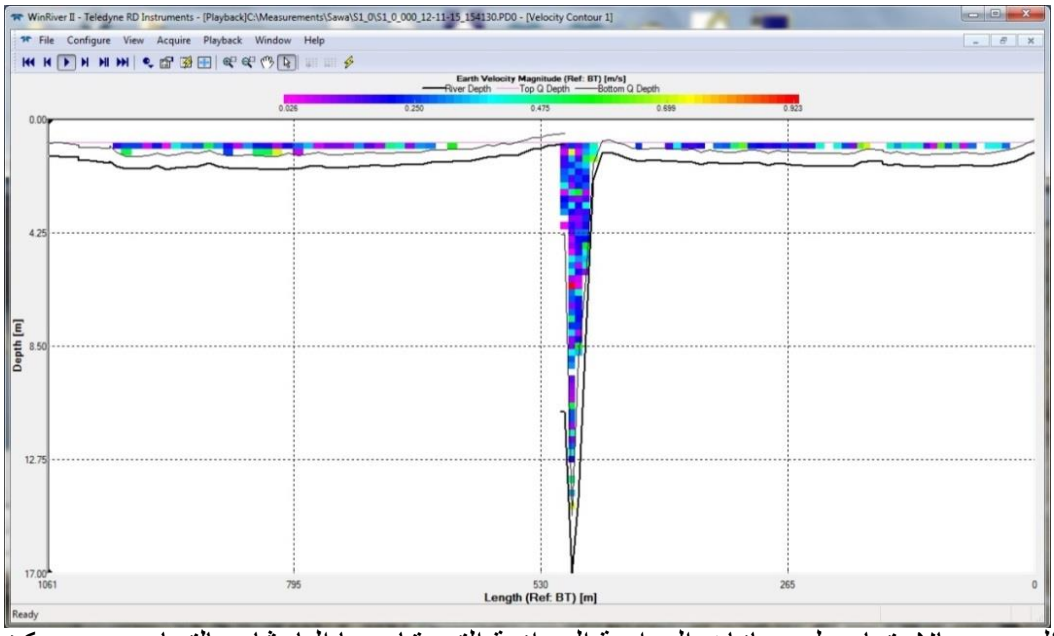


المصدر : بالاعتماد على الشكل (٦) .

تضاريس خط الساحل (Relief of the lake's shore line)

ان ارتفاعات تضاريس بحيرة ساوه تنحدر بشكل عام باتجاه قاع وسط البحيرة ابتداء من جرفها الصخري الذي يتراوح ارتفاعه ما بين خط كنتور (16- 18 متر) وتنتهي عادتا هذه الجروف عند الكنتور (١٥,٥ م) فوق مستوى سطح البحر ،ليبدأ ساحل البحيرة الذي تنتشر على سطحه المسلات البحرية ويتراوح ارتفاع الساحل بين خط الكنتور (١٥,٥- ١٣,٩ م) (above sea level) ويتذبذب خط الساحل سنويا اعتمادا على منسوب الماء الذي يعتمد على حجم الماء في البحيرة المتاثر بالتغذية الجوفية للعيون المائية. (١٥- ١٤م)(studies fields 2012-2017) وقد بلغت مساحة الساحل لسنة ٢٠١٧ (١٤٣٩٢٧١,٥٧ م^{٢})

الشكل (٩) مقطع عرضي بجهاز الـ(ADCP) يوضح اقصى عمق لعين البحيرة



المصدر بالاعتماد على بيانات الدراسة الميدانية التي قام بها الباحثان بالتعاون مع مركز علوم البحار – جامعة البصرة بتاريخ ١٦-٢٠١٢/١١/١٧ باستعمال برنامج win river(تقوم أجهزة دوبلر الصوتية من خلال إصدار إشارات صوتية على أعماق مختلفة بقياس ورصد التيارات والأمواج والمعلومات المتعلقة بدرجة حرارة المياه وكذلك بيانات ارتفاعات منسوب المياه المختلفة.)

تضاريس القاع المغمور بالمياه The underwater bottom topography

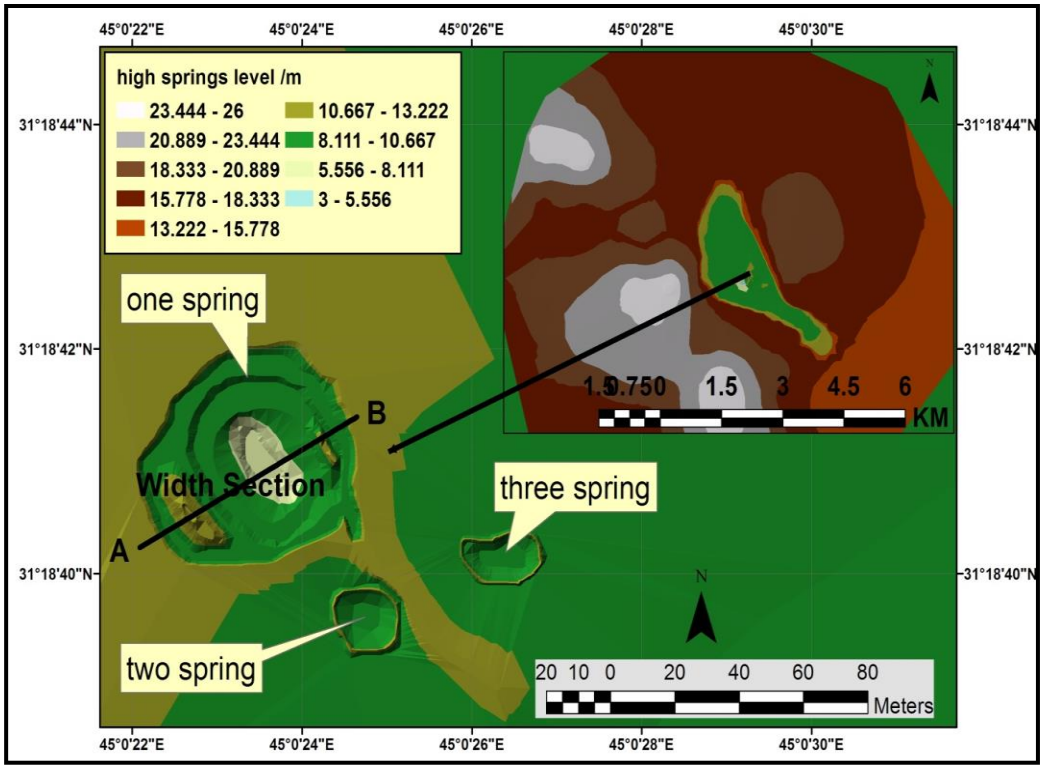
تبدأ خطوط الكنتور لأعماق البحيرة تنخفض وبشكل تدريجي من السواحل باتجاه اقصى عمق عند عيون البحيرة وهي تتمثل بخطوط الكنتور من (١٤- ١٢ متر) فوق مستوى سطح البحر ويسمى العمق الضحل الذي بلغت مساحته (١٦٠٦١٤٦,٨م^{٢}) .اما عمق المسطح المائي العميق للبحير يتمثل بخطوط الكنتور ما بين (١٢ – ٩ متر) وبمساحة بلغت (٢٠٠١٧٧١,٥٣ م^{٢}) وبما ان ارتفاع جرف البحيرة يتراوح ما بين

(16– 18 متر) وبذلك فان أكبر عمق يمكن ان يصل اليه ماء البحيرة هو (6.8 متر). ان شكل البحيرة يتميز بجروف صخرية حادة مع تدرج طفيف في الانحدار لخط الساحل وقاع البحيرة المغمور بالمياه باتجاه العيون المائية.

تضاريس العيون المائية (water springs relief)

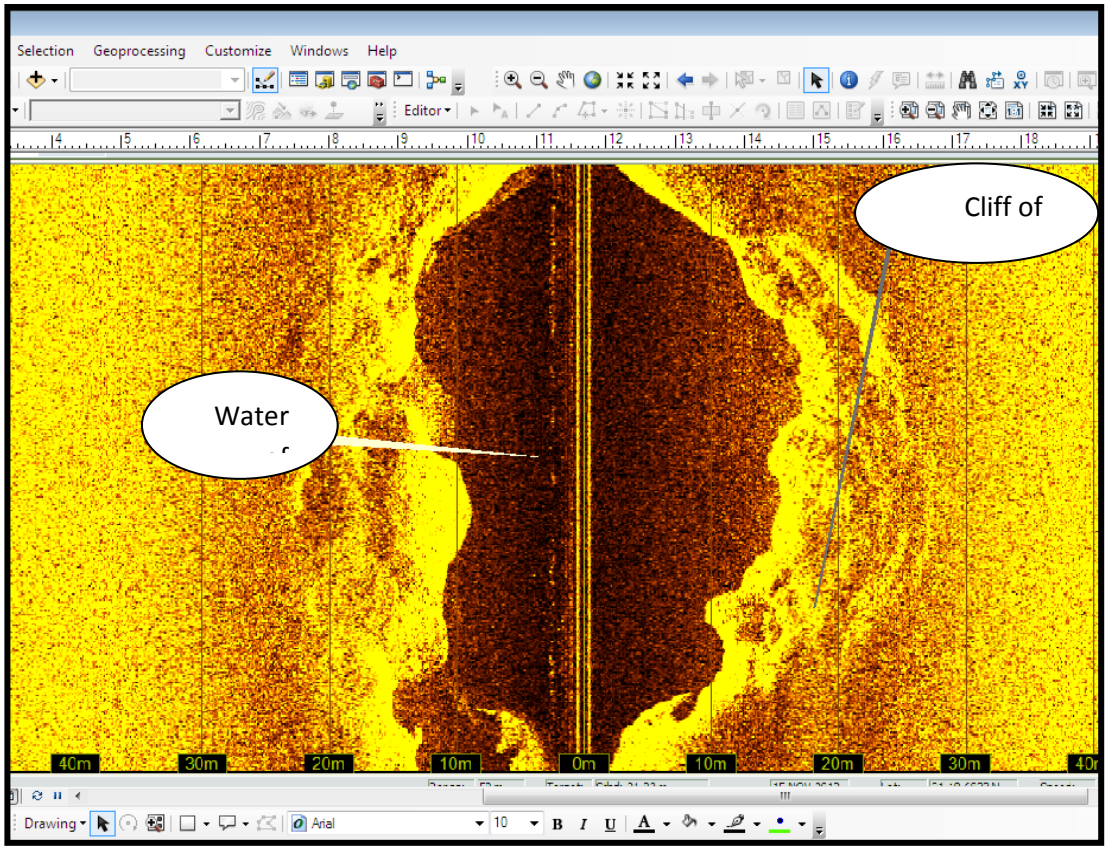
تغذي بحيرة ساوة ثلاث عيون مائية تقع في وسط البحيرة، تبعد حوالي (٥١٧) متر عن جرف البحيرة الشرقي و(١٠٨٠) متر عن جرف البحيرة الغربي، اما فلكيا فهي تقع ضمن احداثية التشريق (X)(٣٤٦٤١٢٣,٩٣) واحداثية التشميل (Y) (٥٠٠٥٣٠,٧٧٨). العيون قريبة من بعضها، وقد سجل جهاز (SSS) عمق العين الرئيسة (١٧م).اما اقصى عمق لعيون البحيرة فهو غير معروف، يلاحظ الشكل (١٠).

الشكل (١٠) خارطة خطوط تساوي الارتفاع والمقطع العرضي لعيون مياه بحيرة ساوة



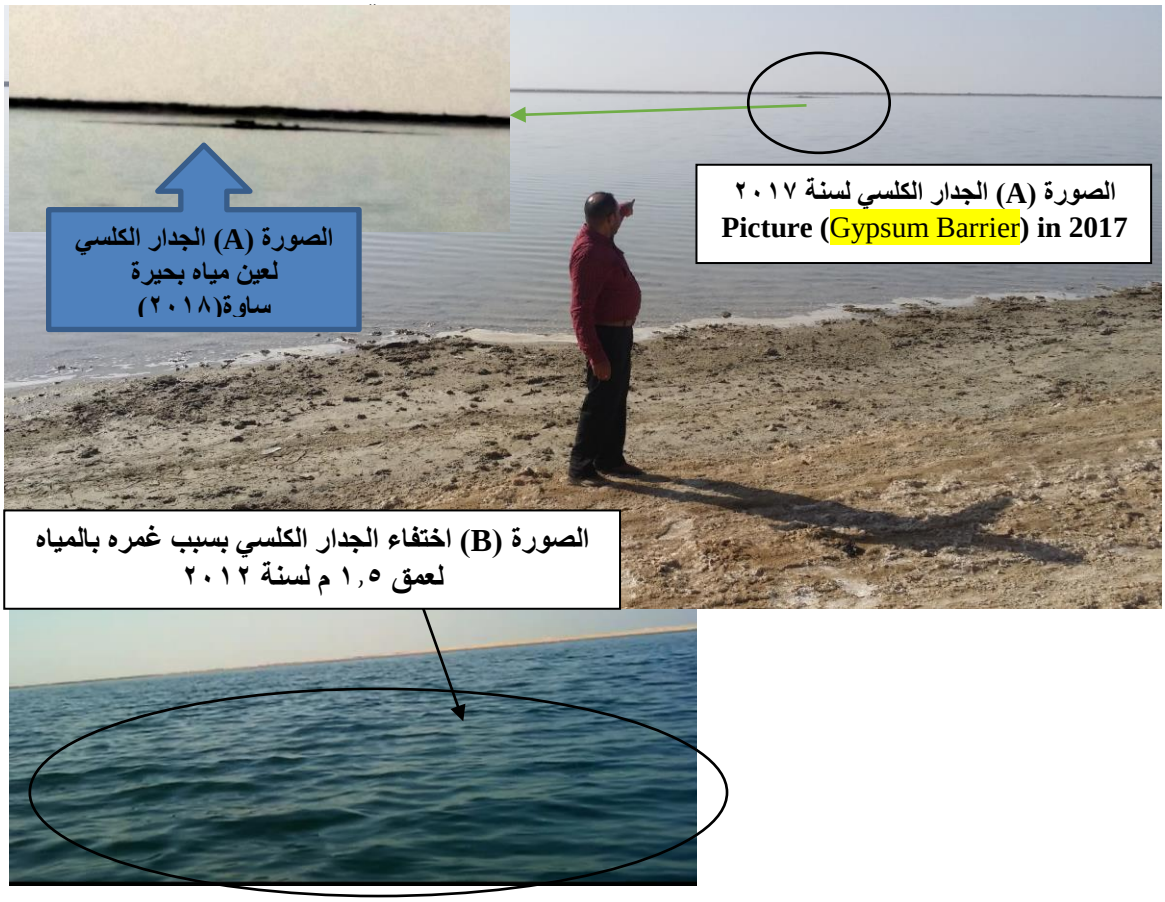
من الشكل (١٠) تم تمييز خمس خطوط كنتور موجبة للعين المائية الأولى ابتداء من خط الكنتور (١٠– ٦ م) ثم تبدأ خطوط الكنتور بالانخفاض الى خط كنتور (١٧–) متر تحت مستوى سطح البحر الذي تم رصده باستخدام جهاز (sss). يلاحظ الشكل (١١). ان شكل عين البحيرة الأولى هو شكل بيضوي، يحيط به جدار داخلي (travertine deposits) تكون من فوهة عين البحيرة يرتفع الى (١,٥) متر، وترتفع الضفة اليسرى الى (١٣ م) وهي تقع حاليا فوق منسوب الماء بارتفاع (٢٠ سم) بعد تراجع مناسيب المياه بشكل كبير لسنة (٢٠١٧). الصورة (٣) اما الضفة اليمنى من الجدار الكلسي المحيط بالبحيرة فهو اقل ارتفاع ويقع حاليا تحت منسوب الماء.

الشكل (١١) عين بحيرة ساوة رقم واحد يظهر فيها منطقة تجهيز البحيرة بالمياه (المنطقة الاعمق) باستخدام تقنية SSS



المصدر :- الدراسة الميدانية التي قام فيها الباحثان بالتعاون مع البعثة العلمية لمركز علوم البحار جامعة البصرة باستخدام جهاز sss

الصورة (٣) مقارنة بين الجدار الكلسي المغمور لعين بحيرة ساوة الرئيسة لسنة (٢٠١٢)



يتميز هذا الجدار الصخري بانه ينحدر داخل عين البحيرة بشكل حاد وتوجد فيه تكهفات عدة نحو داخل العين الأولى ،بينما يتدرج بالانحدار القليل كلما ابتعدنا من عين الفوهة باتجاه القاع الشكل (٩، ١٠) وقد بلغ اقصى عرض لهذه العين مع الجرف الصخري المحيط فيها (٥٠ م) اما طولها فقد بلغ اكثر من ٦٠ متر وقد بلغت مساحة عين البحيرة (٣٣٥٨ م^{٢}) بمحيط (٢٢٤,٢٧م) تتصل عين البحيرة الأولى في صدع طولي يمتد لمسافة (٧٤ م) يمتد باتجاه جنوبي شرقي وقد تمت ملاحظته من شكله الكلسي الطولي وتقع على جانبيه العيون المائية الثانية والثالثة اللذان يقعان جنوب شرق العين الأولى بمسافة (١٤ م) يمتازان بصغر حجمهما وشكلهما القريب من الشكل الدائري وقلة تصريف المياه مقارنة بالعين الأولى. بلغت مساحة العين الثانية (٢٨٤ م^{٢}) ومحيط (٦٢,١١ م) اما العين الثالثة فشغلت مساحة (٢٧٥ م ^{٢}) ومحيط (٦٤,٥١ م) ويرتفع الجدار الكلسي لهذه العيون الى (١م) .

هيدرولوجية بحيرة ساوة للمدة ٢٠١٢-٢٠١٧:

تتغذى بحيرة ساوة من العيون المائية الثلاث التي تقع في وسطها وربما تتزود هذه العيون من الخزانات الجوفية لتكاوين الرص والدمام والفرات والتي تعد مياه بحرية تتغذى سطحيا من جريانات الاودية الصحراوية (Ali,. & Ajeena, 2016) لقد تراجعت مناسيب مياه البحيرة في السنوات الاربعة الأخيرة بشكل ملحوظ ومثير للقلق ومن ملاحظة (الجدول ٣ والشكل ١٢) الصور (٤) نجد ان مناسيب المياه كانت (١٥,٦٤ م) للسنة المائية (٢٠١٢-٢٠١٣) وعند اعتبار هذه السنة المائية سنة أساس لتقييم مناسيب المياه للسنوات الأخرى ، نجد ان مناسيب المياه للسنة المائية (٢٠١٣-٢٠١٤) بلغت (١٤,٩٥) وفي السنة المائية (٢٠١٥-٢٠١٦) انخفضت المناسيب الى (١٤,٢ م) بمدى سنوي لتراجع المياه بلغ (١,٦٢ م). الجدول (٢) بينما بلغ ادنى منسوب للمياه في بداية السنة المائية(٢٠١٧-٢٠١٨)اذ بلغ (١٣,٨ م).

ان الأسباب التي أدت الى انخفاض مناسيب مياه البحيرة ناتجة عن انخفاض حجم الجريان المائي للعيون المائية الثلاث التي تعد المصدر الأساس الذي يغذي البحيرة بالمياه، اذ توقف ضخ المياه من العين الرئيسة الأولى، وهذا ربما يعود الى مجموعة من العوامل التي يمكن تحديدها بالاتي:

١. التنشيط التكتوني (new tectonic) لصدع الفرات النشط (Active Euphrates Fault) و يعد الأساس في نشأة هذه العيون (Saffa and Varoujian,2011) يمتد الصدع باتجاه شمال غرب – جنوب شرق وهذا ربما أدى الى حركة جانبية على طول الصدع او حدوث انهيار وتساقط كتل صخرية اغلقت منابع عين البحيرة .

٢. نضوب المياه في الخزانات الجوفية التي تغذي البحيرة وهي خزانات الدمام والرص والفرات بسبب قلة التغذية السطحية نتيجة الجفاف او زيادة الاستهلاك المائي.

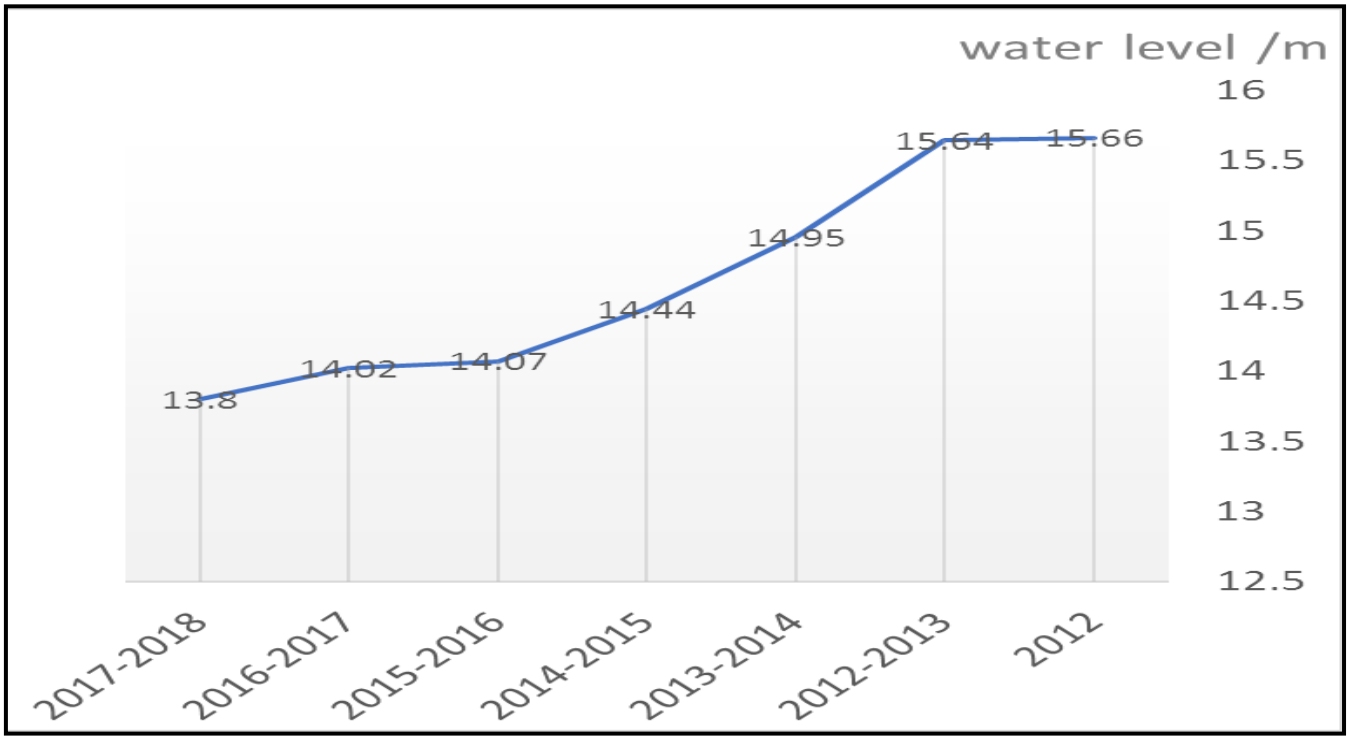
٣. ان مصدر البحيرة ليس من هذه الخزانات الجوفية الثلاث وانما من خزانات عميقة أخرى وربما ما يشجع على ذلك الراي ان مناسيب الابار المائية المحفورة في هذه الخزانات (الدمام والفرات والرص) المحيطة بالبحيرة منسوبها ثابت لم يتراجع مثلما تراجعت عيون مياه بحيرة ساوة وانخفض منسوبها في سنة القياس (٢٠١٤) اذ كان منسوب الماء في البحيرة (١٤,٩٥) بينما كان منسوب الماء في البئر الذي يقع جنوب غرب البحيرة بمسافة (١ كم) (١٥,٤٦)

جدول (٣) المعدلات السنوية لمناسيب المياه لبحيرة ساوة للمدة (٢٠١٢-٢٠١٧)

Hydrology of years	2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018
Average manual	15.66	15.64	14.95	14.44	14.07	14.02	**13.8**

المصدر: الدراسة الميدانية للباحثين للمدة ٢٠١٢/٤/٢٠ لغاية ٢٠١٧/١١/١٧ باستعمال جهاز (GR3

الشكل (١٢) انخفاض مناسيب المياه لبحيرة ساوة للمدة(٢٠١٢-٢٠١٧)



المصدر:- بالاعتماد على الجدول (٣)

الصورة (٤) تراجع مناسيب مياه بحيرة ساوة في العراق للمدة ١٩٧٨-٢٠١٧

منسوب الماء 15 م تاريخ التصوير 18/ 11/ 2012 — منسوب الماء (16.5 م) تاريخ التصوير 1978/3/15

بداية تراجع مناسيب مياه بحيرة ساوة (14.9) تاريخ التصوير 2014/10/31 — تثبيت (bench mark) المنسوب (15) تاريخ التصوير 20 / 4 /2014

منسوب الماء (13.8) تاريخ التصوير 2017/11/17 — منسوب الماء (14) تاريخ التصوير 2015/2/6

الاستنتاجات:

١. طبوغرافية قاع البحيرة المغمورة بالمياه تتراوح ما بين (9- ١٥) متر فوق مستوى سطح البحر، بينما يرتفع جرفها الصخري (١٦- ١٨) متر فوق مستوى سطح البحر. وظهير البحيرة يتراوح ما بين(12- 26) متر، اما اعمق نقطة فيها تصل الى (-١٧م) عند منابع العيون المائية.

٢. تتدرج خطوط الكنتور داخل البحيرة بشكل حاد عند الجروف وتتدرج بشكل هين من خط الساحل عند خط الكنتور ١٥ م الى قاع البحيرة عند خط كنتور (9) م وهي بذلك تكون مستوية القاع مع حائط صخري شديد الانحدار يصل الى اكثر من (٤٥ درجة).

٣. تتكون البحيرة من الجرف الصخري الذي تراوح ارتفاعه ما بين (١٦-١٨ م) ومساحته (١٣١٨٣٤٠ م^{٢}) والساحل الذي تنتشر فوقه المسلات البحرية والذي تراوح ارتفاعه ما بين (١٦-١٤ م) بمساحة (١٤٣٩٢٧١,٥٧ م^{٢}) وقاع البحيرة الذي قسم الى قسمين القاع الضحل بعمق (١٤-١٢ م) بمساحة (١٦٠٦١٤٦,٨ م^{٢}) والقاع العميق بعمق (١٢-٩م) بمساحة (٢٠٠١٧٧١,٥٣م^{٢})

٤. ان ارتفاع الجروف الصخرية في الجانب الغربي من البحيرة اعلى نسبيا من الجانب الشرقي لأنها تمتد باتجاه الهضبة من الغرب وتنحدر باتجاه السهل الرسوبي من الشرق.

٥. وجد ان البحيرة تتكون من ثلاث عيون مائية تغذيها تنبع من اعماق تتجاوز (١٧ م) ربما تعود لثلاث مكامن خازنة للمياه الجوفية ،وهي تكاوين الرص والدمام والفرات .

٦. شكل عين البحيرة الاولى هو شكل بيضوي والعيون الأخرى ذات شكل دائري، يحيط فيها جدار داخلي تكون من ترسبات المياه الدافئة الغنية بكلوريدات الصوديوم والمغنيسيوم والذي يسمى TRAVARTINE DEPOSITS

٧. فوهة عين البحيرة يتراوح ارتفاعه ما بين ١- ١,٥) متر عن الأرض المجاورة لقاع البحيرة. اكبر العيون مساحة هي العين الأولى بمساحة ()وهي المغذي الرئيس للبحيرة بالمياه . تراجع حجم تصريفها في الوقت الحاضر ربما لاسباب تكتونية او مناخية

٨. البحيرة لا تملك سواحل عريضة في الجانب الغربي كما هو في الجانب الشرقي وتنتشر فوق هذه السواحل لاسيما العريضة منها مسلات بحرية تراوح ارتفاعها ما بين (١- ٠,٥ متر)

٩. يتأثر ساحل البحيرة بمنسوب الماء وهو يقع ما بين خط كنتور 13.8-١٥ متر)عند تراجع منسوب المياه و(١٤,٥-١٥ م) عند ارتفاع منسوب المياه .

١٠. تراجعت مناسيب المياه بشكل خطير ينذر بجفاف مياه البحيرة بسبب توقف العين الأولى عن ضخ المياه وهذا سيؤدي الى حدوث كارثة بيئية .

Sources

1. Sayyab Abdullah,FaroUk Sunula Alaumeri ,Nadheer Ansari ,Dhia Alrawi Zuhair Alsheikh and Jasim Ali Jasim. (1982), the geology of Iraq, Mosul University Press, Mosul, p. 118. In Arabic
2. Ahmed S.M., Ali T.S. and Hussain N.A. (2008) Some physiological aspects of acclimation of mullet fish Liza abu on Sawa Lake water. Basrah Journal of Agricultural Sciences 21, 1–16.
3. Alabadi, Duaa Mohammed Ghareeb (2013) Hydrogeomorphology Lake Sawa using GIS and remote sensing techniques, Master Thesis, unpublished, Dhi Qar University, collage of Arts .p225, In Arabic
4. Alaumeri, Farouk Sunullaa, (1990) Geology Iraq ,National Library Foundation, Mosul University, Mosul, p. 131. In Arabic
5. Ali, K.K. & Ajeena, A.R. Arab J Geosci (2016) Assessment of interconnection between surface water and groundwater in Sawa Lake area, southern Iraq, using stable isotope technique , Arab J Geosci ,9:648
6. Mohammad H.H. (2005) Some physico-chemical properties and biomass of algae in Sawa Lake. Marina Mesopotamica 20, 345–403.
7. Almubark ,M &R., Amin,(1983) Report on the Regional Geological Mapping of the Eastern Part of the Western Desert. State Organization Mineral. Report No.1380, Baghdad.p391.
8. Al-Jiburi H.K and Al-Basrawi NH (2009) Hydrogeology. Iraqi Bull. Geol.Min. Special Issue: Geology of Iraqi Southern Desert 77–91
9. Al-Mosawi W.M, M.K. Al-Tememi, H.B. Ghalib and N.A. Nassar (*2015*)Sub-Bottom Profiler and Side Scan Sonar investigations, with the assistance of hydrochemical and isotopic analysis of Sawa Lake, Al-Muthana Governorate,Southern Iraq. *Mesopot. J. Mar. Sci., 30(1): 81 - 97*
10. Al-Sa'di M.A. (2010) The effect of abu-Jir fault zone on the distribution and quality of ground water in Iraq. PhD thesis (unpublished), College of Science, University of Baghdad, Iraq, 184 pp.
11. Altai, Mohammed Hammed (1969) Identification of surface sections Iraq, Iraqi Geographical Society Journal, Vol. V, Press Asaad, Baghdad,, p. 38. In Arabic.
12. Awadh S.M. and Muslim R.I. (2014) The formation models of gypsum barrier, chemical temporal changes and assessments the

water quality of Sawa Lake, Southern Iraq. Iraqi Journal of Science 55, 161–173.

13. Awadh SM, Ali KK, Aazzaw AT (2013) Geochemical exploration using surveys of spring water, hydrocarbon and gas seepage, and geobotany for determining the surface extension of Abu-Jir Fault Zone in Iraq: a new way for determining geometrical shapes of computational simulation models. Journal of Geochemical Exploration, Elsevier 124:218–229.
14. Hassan F.M., Al-Saadi H.A. and Alkam F.M. (2008) Phytoplanktoncomposition of Sawa Lake, Iraq. Iraq , Journal Dohuk Univ., Vol. 11, No.1, 67–76.
15. Dulaimi, safaa Jassim, Lake Sawa normal study, environmental tourism, Dar Tigris Printing and Publishing Iraq Baghdad,2012 . In Arabic
16. Duraid Bahggat Dikran (1995), geological report that the patch Suq-H 38-10 - (GM 37.
17. Jamil, A. K. (1977). Geological and Hydrogeochemical aspects of Sawa Lake, S. Iraq. Bull.Coll. Sci., 18(1):221-253.
18. Jassim SZ. and Goff JC (2006) Geology of Iraq, Dolin Prague and Moravian Museum, Brno, 341p.
19. Khaldoun A.Ma ala , (2009) Tectonic & Structural Evolution , Iraqi Bulletin of Geology & Mining , State Company of Geological Survey & Mining ,special issue , Geology of Iraqi Southern Desert, , p40.
20. Naqash, A.B., Banat, K. & AL-Shamee, F. 1977. Geological ,hydro chemical and sediment petrographical study of sawa Lake.Bulletin of the College of Science, 18: 199 –219.
21. ،Sissakian VK (2000) Geological map of Iraq. Scale 1: 1000 000, 3rd edit. GEOSURV, Baghdad, Iraq.
22. ALshalash,Ali ,Hussain ,majid alsaid wally ,abdalilah razooki karbal (1988),claimate of Iraq ,Iraq, basrah.p83.
23. Alhasnawi w. Zainab (2013) analysis geomorphology of origin and development ,assessment of sawa lake for Tourist project .vol22,no 1,p333-381.
24. Mohammad H.H. (2005) Some physico-chemical properties and biomass of algae in Sawa Lake. Marina Mesopotamica 20, 345–403.
25. Hassan F.M., Al-Saadi H.A. and Alkam F.M. (2008) Phytoplanktoncomposition of Sawa Lake, Iraq. Iraq , Journal Dohuk Univ., Vol. 11, No.1, 67–76.
26. mustafa s.f. ziyadi, laith a. jawad, mustafa a. almukhtar and thomas pohl, Day's goby, Acentrogobius dayi Koumans, (2015) (Pisces: Gobiidae) in the desert Sawa Lake, south-west Baghdad,

Iraq, Marine Biodiversity Records, Marine Biological Association of the United Kingdom, Vol. 8; e148; 2015 Published online
27. Yacoub, Sabah Y. (2011) stratigraphy of the Mesopotamia plain ,Iraq bulletin of geology and mining ,special issue ,no.4,:geology of mesopotamia plain,p47-103
28. Hdeed Ahmmed Saeed et al. (1982), local climate, Mosul, Mosul University Press, p. 15. In Arabic,
29. Salih Muhammad Awadh,(2016) Outstanding universal values of the sawa lake as a world natural heritage, *Bull. Iraq nat. Hist. Mus.* 14 (1): 1-11
30. Salwan Ali Abed(2017) Occurrence of Anatidae in Sawa Lake: A Ramsar Wetland Site in Southern Iraq, J. Adv. Zool. 2017: 38(1): 43-51.

Abstract

Sawa Lake is one of the most important tourist lakes in Iraq. It is a closed lake located in the southern plateau of Iraq in the arid region. Most of its feeding is groundwater, and there is no clear surface water source feeding it. A topographic survey was conducted for the first time for the rocky cliff, bottom and coasts of lake, Three water springs feeding it were discovered which have distinctive geomorphic characteristics located in the middle of the lake stems from distant depths. High-resolution topographic equipment (2 mm) were used in topographic lift operations. These data have been collected, processed and integrated by using ARC GIs10.2.1. First-time topographic maps of the Lake Bottom, Coast, Rocky Cliff and surrounding areas have been produced based on sea level rise, as well as follow-up of their levels depending on benchmark point. Results of the survey showed topographic differences between the earth's surface, which ranged between 18.6 - 9m, and the serious decline of water levels were also identified. In this study, which lasted for six years (2012-2017), it was proven that the lake's level declined from 15.77 m on 17 / 11/2012 to retreat to (13.80 m) on 17/11/2017.