تأثير التغيرات المناخية على الخواص الفيزيقية لمياه البحر أمام السواحل المصرية الشمالية وتطبيقاتها

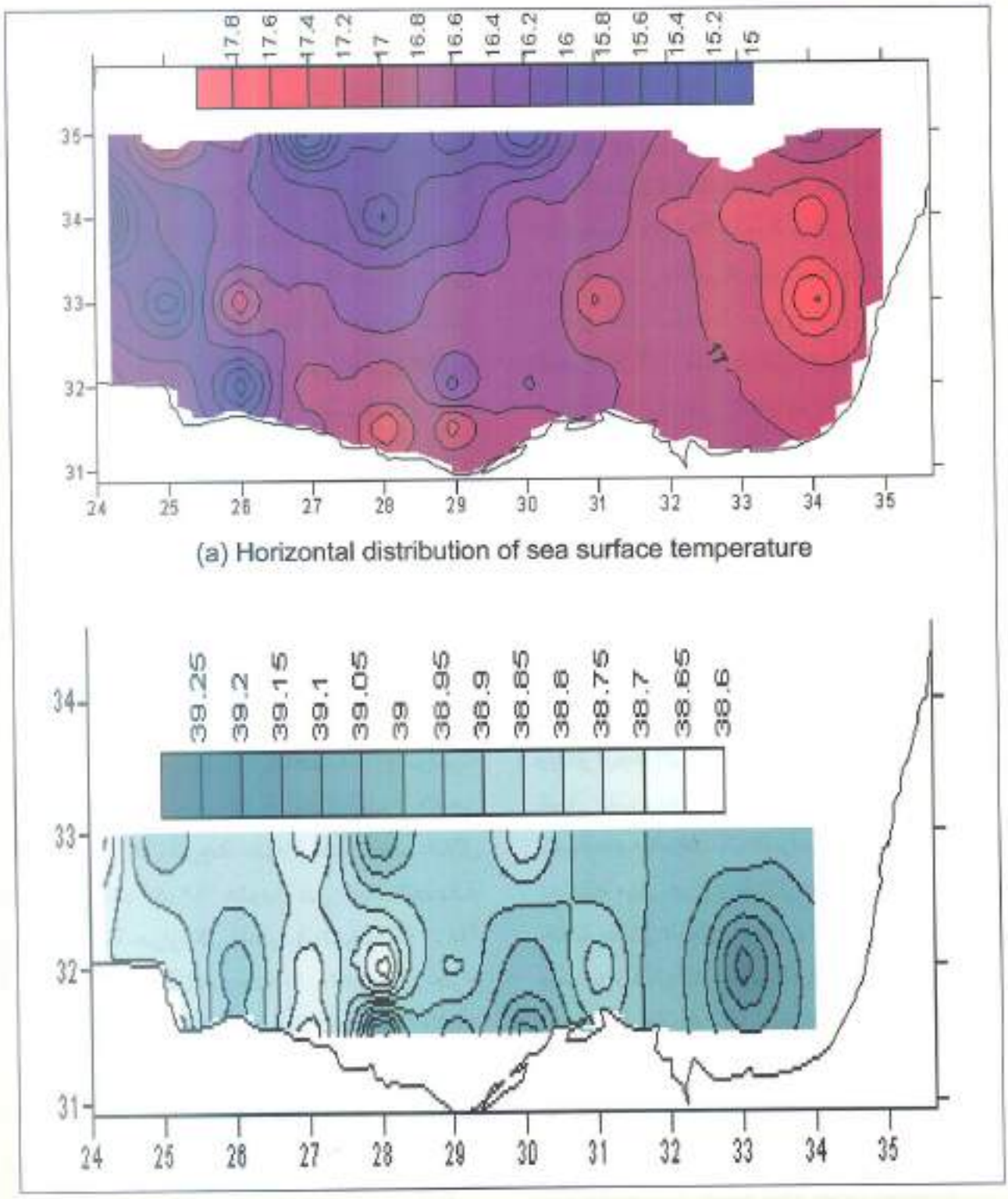
إعـــداد
د.أحمد عبد العال محمد عبد الله
رئيس الادارة المركزية للبحوث والمناخ

على الرغم من وجود دراسات عديدة فى النواحى الهيدروجرافية فى منطقة شرق البحر المتوسط فإن الخواص الصوتية لهذه المنطقة التى تشمل المياه المصرية الشمالية لم تحظى باهتمام كاف على الرغم من أهميتها التطبيقية فى العمليات والأعمال البحرية لذا فإن هذه الرسالة تناولت بالفحص بعض الدراسات والبحوث العلمية التطبيقية مع تحليل دقيق للبيانات الهيدروجرافية والصوتية للخروج بنتائج وتوصيات تساعد فى تنفيذ أعمال القوات البحرية وعمليات المسح البحرى والتطبيقات البحرية الأخرى، قام الباحث بتحليل البيانات الهيدروجرافية والصوتية وبيانات علوم البحار الطبيعية المرصودة أمام السواحل المصرية بشرق البحر المتوسط والاستفادة من البحوث السابقة ذات الصلة المباشرة بهذا الموضوع وتطبيق النماذج الرياضية المختلفة وتم استحداث برامج على الحاسب الآلى لمعالجة تلك البيانات وتم الحصول على المعلومات والنتائج لمعرفة الخواص الهيدروجرافية والصوتية وتطبيقاتها العملية فى المجالات المختلفة. تخص الدراسة منطقة شرق البحر المتوسط الواقعة شرق خط طول ٢٥° شرق وحتى السواحل الشرقية للبحر المتوسط وجنوب خط العرض ٣٥° حتى السواحل المصرية وتحيط بها كل من (مصر - فلسطين - لبنان - إسرائيل - قبرص - كريت).

تم تصميم برنامج حاسب آلى متكامل لتحليل البيانات الهيدروجرافية والصوتية بسرعة عالية والوصول الى المعلومات والتطبيقات المختلفة باستخدام اعداد كبيرة من البيانات الهيدروجرافية المرصودة فى منطقة الدراسة والتى تشمل درجة حرارة وملوحة ماء البحر على مختلف الاعماق حيث تم الحصول على تلك البيانات من مركز بيانات علوم البحار القومى الامريكى NODC والتى تغطى الفترة من ١٩٦٥ حتى ١٩٩٨ ومن سفينة الأبحاث الأمريكية Little Hills والتى تغطى الفترة من ١٩٩٥ حتى ٢٠٠٠ ومن سفينة الأبحاث الألمانية Meteor اثناء رحلاتها العلمية بشرق البحر المتوسط أعوام ١٩٩٥ و ١٩٩٧ و ١٩٩٩ و ٢٠٠١ و ٢٠٠٥ حيث وصل إجمالى عدد محطات الرصد الى ٧٠١٩ محطة رصد بحرى.

أثبتت التوزيعات الأفقية والرأسية للخصائص الهيدروجرافية لمنطقة شرق البحر المتوسط إن أقل درجة حرارة لماء البحر خلال فصل الشتاء ١٣,٨٤° منوية فى المياة العميقة وأكبر درجة حرارة فى الطبقة السطحية ١٨,٢° منوية وأقل قيمة للملوحة ٣٨,٥٠ برومل (جرام ملح / لتر ماء) وأكبر قيمة للملوحة ٣٩,٢٠ برومل أما فى فصل الربيع فإن أقل درجة حرارة لماء البحر ١٣,٥٧° منوية فى المياة العميقة وأكبر درجة حرارة فى الطبقة السطحية ٢٥,١٤° منوية وأقل قيمة للملوحة ٣٧,١٥ برومل وأكبر قيمة للملوحة ٣٨,٨٧ برومل أما فى فصل الصيف فإن أقل درجة حرارة لماء البحر ١٢,٦١° منوية فى المياة العميقة وأكبر درجة حرارة فى الطبقة السطحية ٢٨,١٤° منوية وأقل قيمة للملوحة ٣٧,٨٢ برومل وأكبر قيمة للملوحة ٣٩,٤٩ برومل أما فى فصل الخريف فإن أقل درجة حرارة لماء البحر ١٣,٧٩° منوية فى المياة العميقة وأكبر درجة حرارة فى الطبقة السطحية ٢٦,٣٩° منوية وأقل قيمة للملوحة ٣٨,٣٧ برومل وأكبر قيمة للملوحة ٣٨,٧٨ برومل ويصل أقل متوسط سنوى لدرجة حرارة ماء البحر ١٢,٧٨° منوية فى المياة العميقة وأكبر درجة حرارة فى الطبقة السطحية ٢٣,٦٠° منوية وأقل قيمة للملوحة ٣٨,٣٢ برومل وأكبر قيمة للملوحة ٣٨,٣٨ برومل.

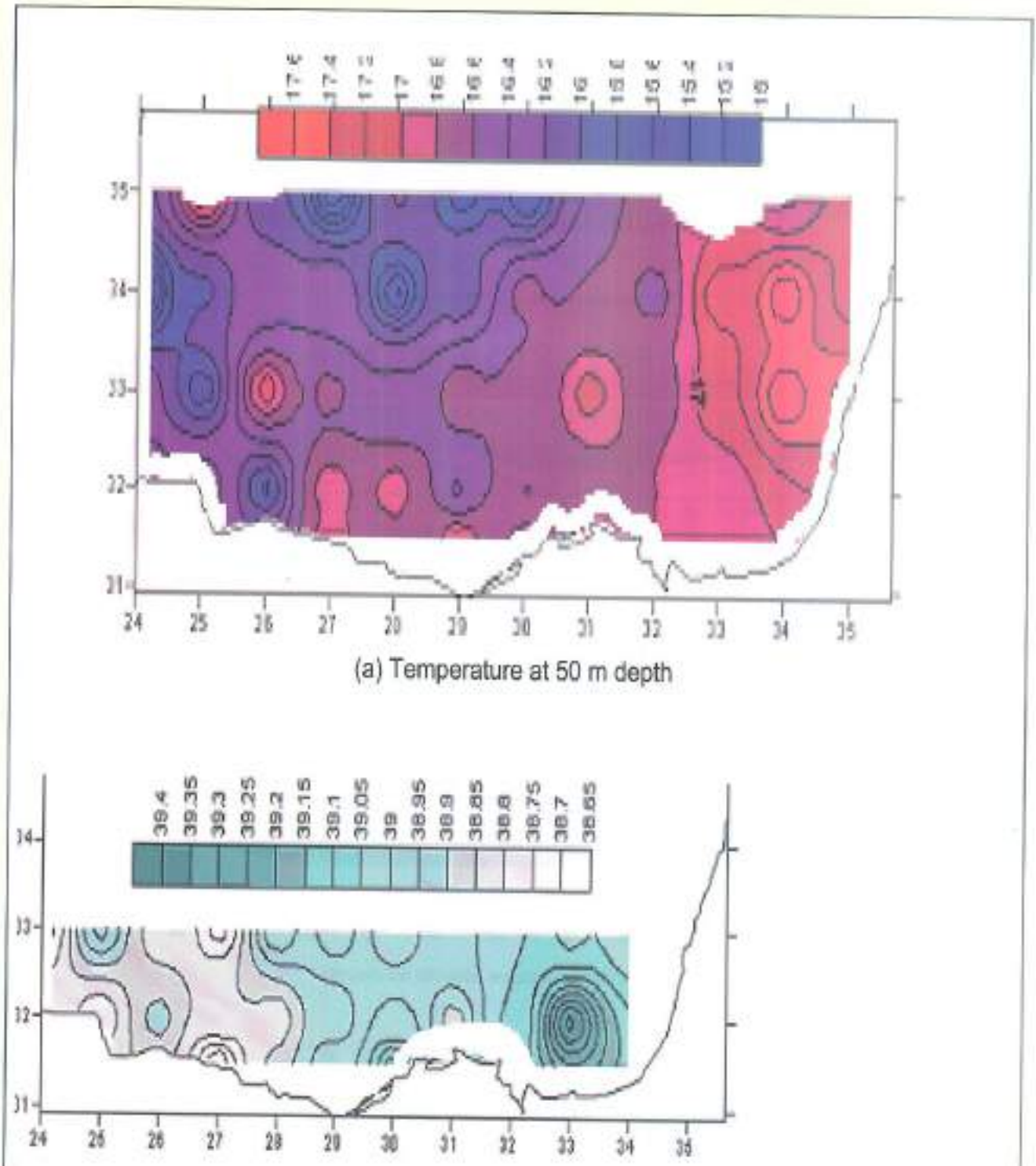
أثبتت الدراسة الهيدروجرافية ما توصلت إليه الدراسات السابقة ، حيث تصاحب الكتلة المائية القادمة من المحيط الاطلنطى لمنطقة شرق البحر المتوسط أقل كمية ملوحة وتصاحب الكتلة المائية القادمة من البحر الادرياتيكى وبحر ايجه إلى شرق البحر المتوسط ، كتلة مياه شرق المتوسط البين متوسطة ، (LIW) أكبر كمية ملوحة واثبتت الدراسة ايضا تأثر المنطقة بطبقة ميل حرارى خلال فصل الصيف وطبقة خلط خلال فصل الشتاء واثبتت الدراسة ايضا تقسيم الكتل المائية فى شرق البحر المتوسط الى أربعة كتل مائيه (كتل مائيه سطحية ذات درجة حرارة وملوحة عالية والكتلة المائيه القادمة من المحيط الاطلنطى التى تمتد اسفل الطبقة السطحية وتختص بقلة درجة الحرارة والملوحة بالأضافة إلى كتلة مياة شرق المتوسط البين متوسطة (LIW) وتتميز باحتوائها على أكبر كمية ملوحة والطبقة العميقة التى تختص بثبات الحرارة والملوحة).



(a) Horizontal distribution of sea surface temperature

(b) Horizontal distribution of sea surface Salinity

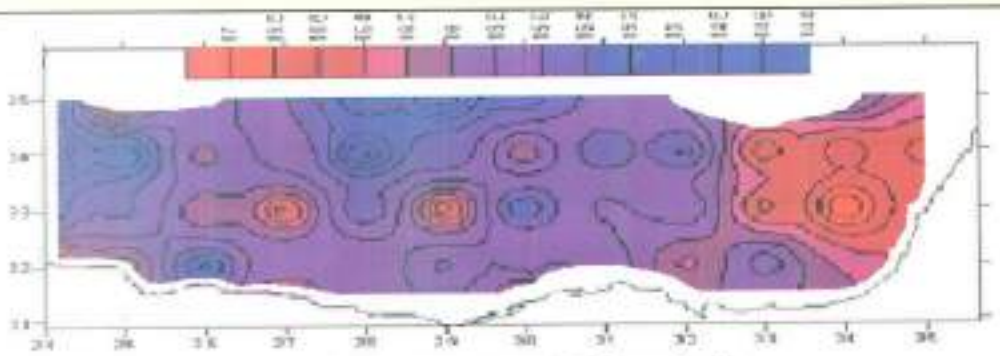
Figure (.١) Horizontal distribution f sea surface
Temperature (a) and salinity (b), during winter (February)



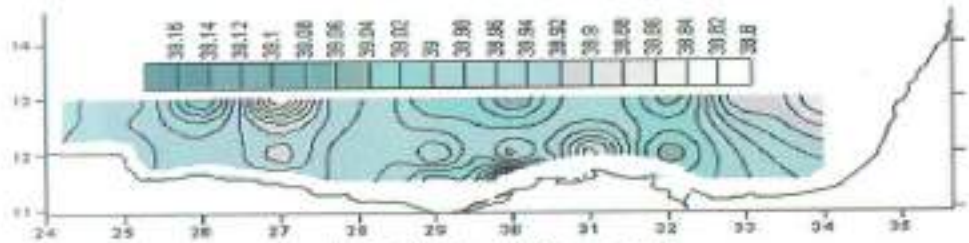
(a) Temperature at 50 m depth

(b) Salinity at 50 m depth

Figure (.2) Horizontal distribution of temperature (a) and Salinity (b) at 50 m depth, during winter (February).

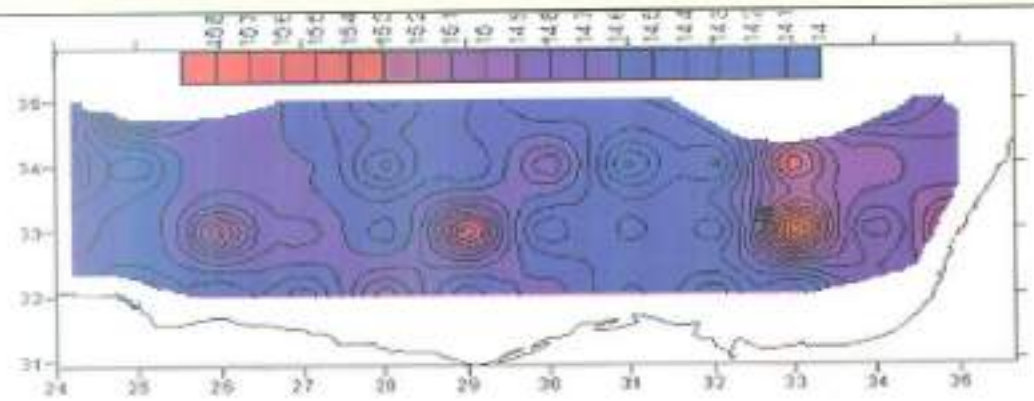


(a) Temperature at 200 m depth

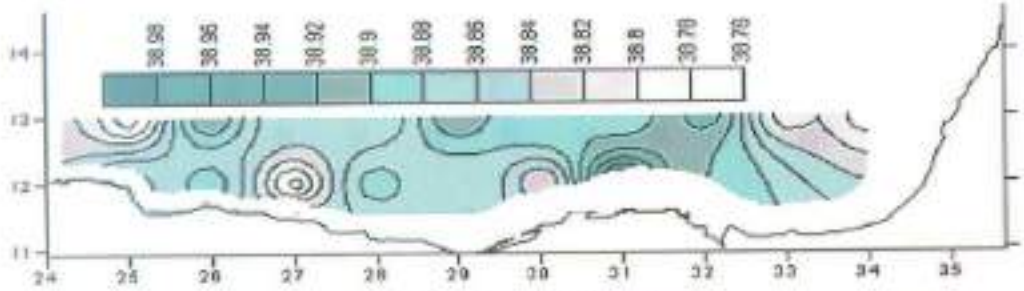


(b) Salinity at 200 m depth

Figure (.3) Horizontal distribution of temperature (a) and Salinity (b) at 200 m depth, during winter (February).

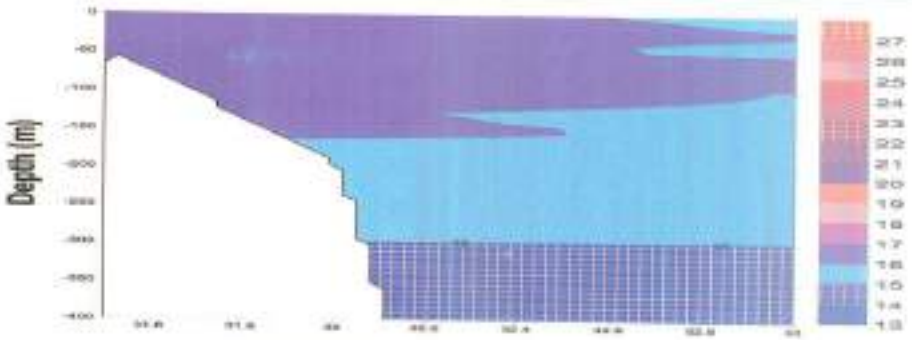


(a) Temperature at400 m depth

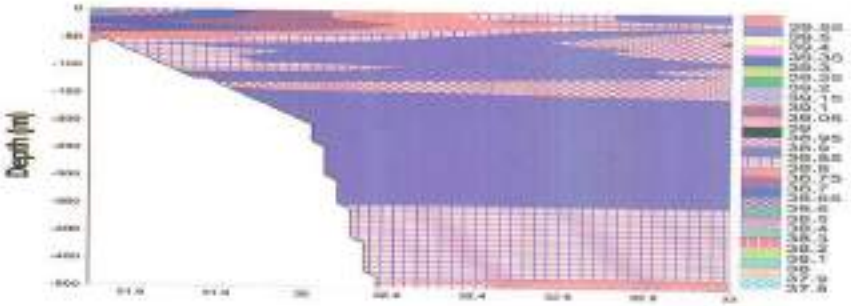


(b) Salinity at400 m depth

Figure (.4) Horizontal distribution of temperature (a) and Salinity (b) at 400 m depth, during winter (February).

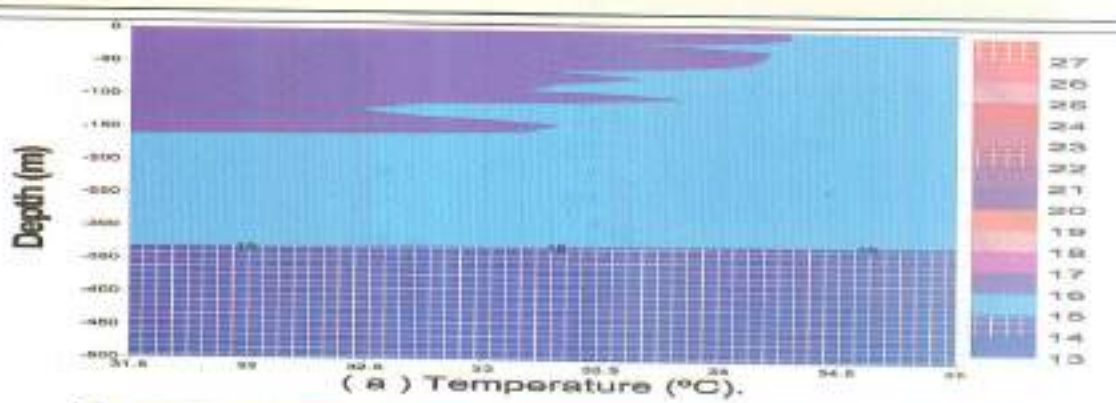


(a) Temperature (°C)

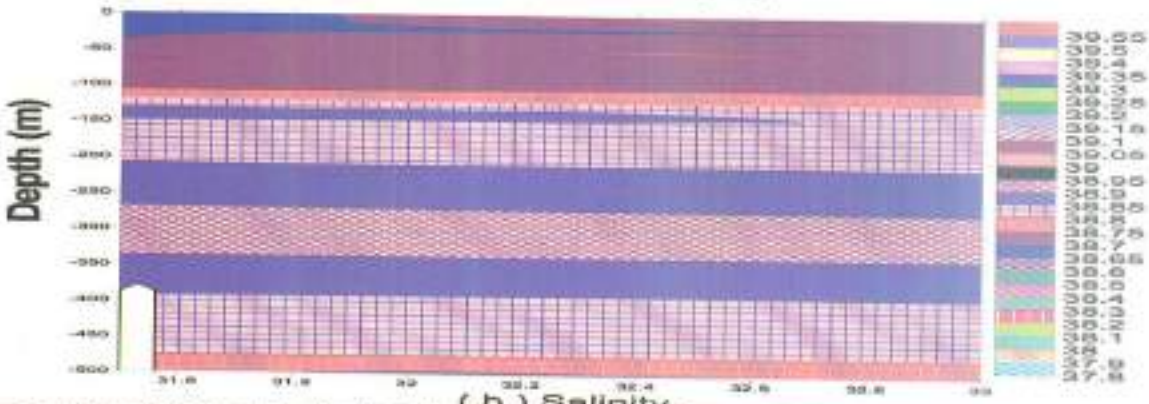


(b) Salinity

Figure (5) Vertical distribution of temperature (a) and salinity (b) during February at Long 25°E (passing El-Sallum).

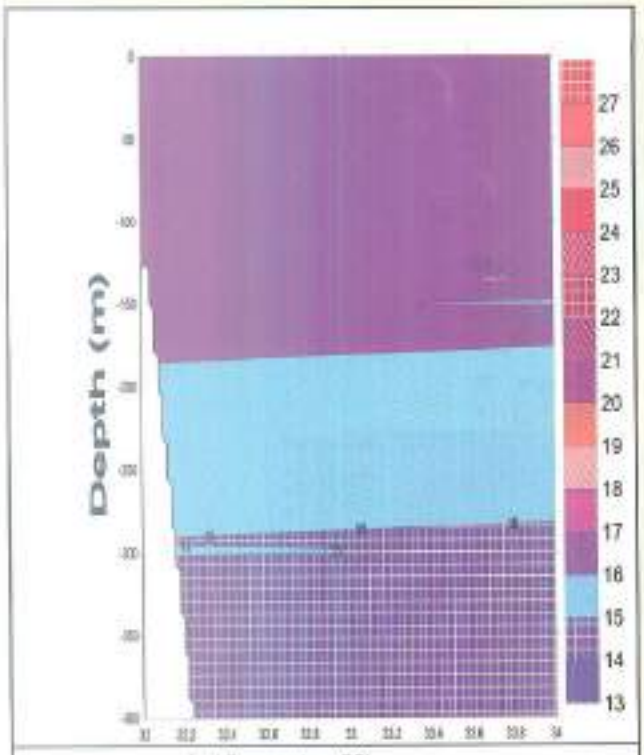


(a) Temperature (°C).

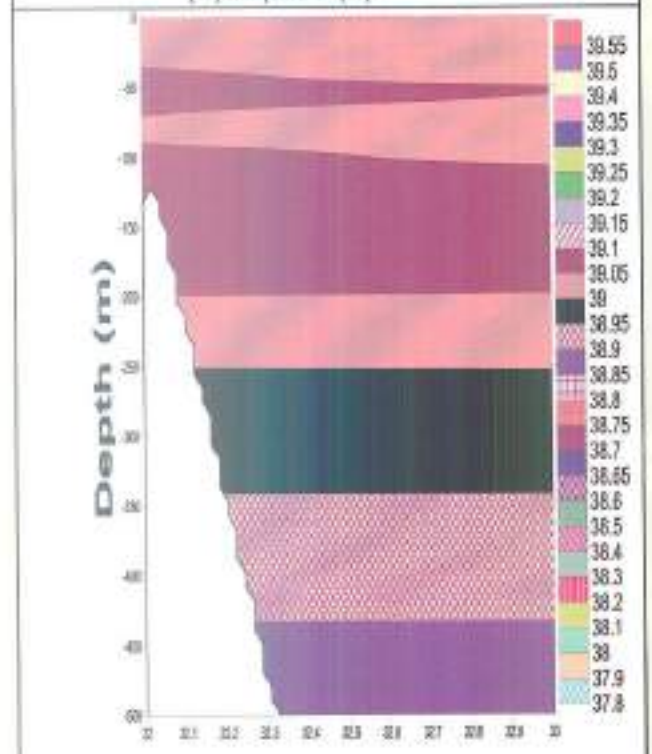


(b) Salinity.

Figure (6) Vertical distribution of temperature (a) and salinity(b) during February along 27 ° E (Passing Marsa Matruh).

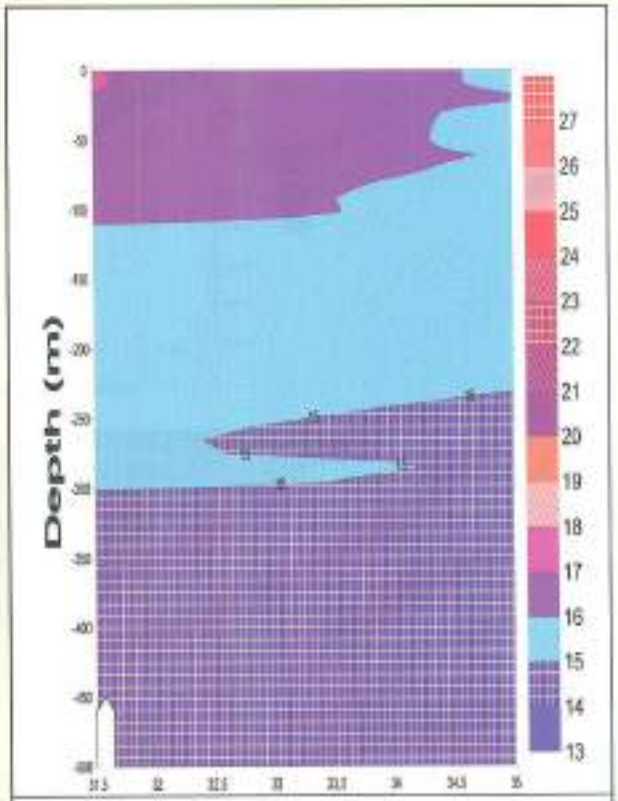


(a) Temperature (°C).

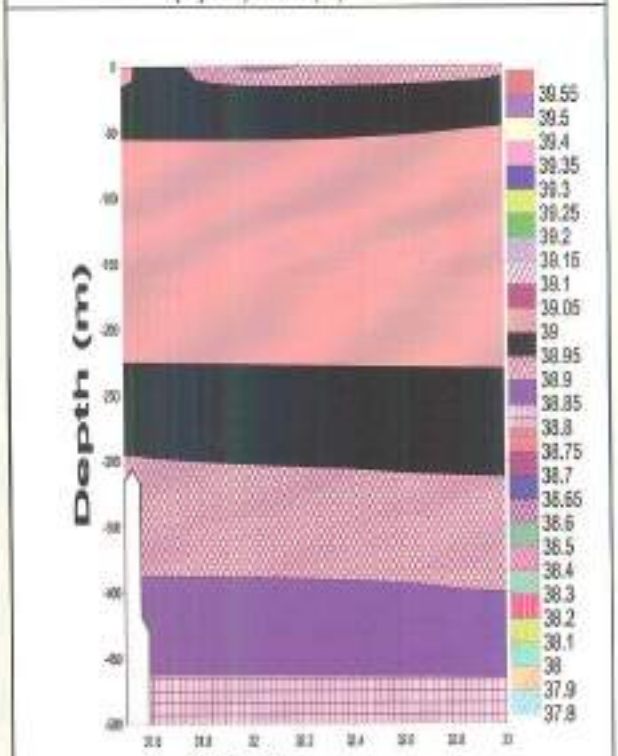


(b) Salinity

Figure (8) Vertical distribution of temperature(a) and salinity(b) during February at along 32° E (Passing Port Said).



(a) Temperature (°C).



(b) Salinity

Figure (7) Vertical distribution of temperature(a) and salinity(b) during February at Long 29° E (Passing Alexandria).

قام الباحث بدراسة الطرق المختلفة لحساب سرعة الصوت فى الماء حيث تم إدخال معادلة UNESCO 1977 equation ، Chen and Millero - إلى برنامج الحاسب لاستخدامه فى حساب البيانات الصوتية.

تم تقسيم عمود الماء الى ثلاثة طبقات مختلفة من الناحية الصوتية وهى :

أولاً : الطبقة السطحية ذات التدرج الموجب فى قيم سرعة الصوت مع العمق والتى يتغير سمكها جغرافياً حتى يصل الى ١٥٠ متر فى بعض المناطق ويصل سمك تلك الطبقة التى يتواجد تحتها منطقة الظل المتغيرة من شهر لآخر وكذا من منطقة لأخرى داخل منطقة الدراسة إلى اقصى ما يمكن (اكثر من ١٥٠ متراً) خلال شهر يناير كما قد تختفى هذه المنطقة كلية من شهر مايو إلى اغسطس وتتراوح سمك هذه المنطقة ما بين الصفر و٦٠ متر فى المناطق المتاخمة للسواحل المصرية على البحر المتوسط ويتواجد أسفل هذه الطبقة مناطق الظل ، التى لا تسمح بدخول أى موجات صوتية وبالتالى لا يرتد منها أى موجات صوتية ، على بعد من مصدر الصوت ، تم حساب المدى إلى منطقة الظل (r_m) وهى المسافة بين مصدر الموجات الصوتية ومنطقة الظل تحت الطبقة السطحية (فى حالة تواجدها) ووجد أنها ذات تغير زمنى ومكانى وقد تصل إلى أكثر من ٥٠٠٠ متر خلال شهر يناير ويتلاشى خلال شهر مايو . بحساب قيمة الزاوية الحرجة (θm) وهى الزاوية بين المستوى الافقى ومحور الموجة الصوتية التى تمس سطح البحر قبل انكسارها ناحية العمق ، وجد أنها تتراوح ما بين صفر خلال شهر مايو و ٤,٠ ° خلال شهرى يونية ونوفمبر.

ثانياً : الطبقة التحت سطحية(الميل الحرارى) ذات التدرج السالب لسرعة الصوت حيث تمتد هذه الطبقة من الحد الأسفل للطبقة السطحية وحتى مستوى أقل سرعة للصوت فى عمود الماء ويحدد هذا المستوى محور القناة الصوتية والذى يكون عليه أكبر تجمع وانتشار للموجات الصوتية فى الماء ويزداد عمق محور القناة الصوتية أمام الساحل المصرى فى اتجاه البحر ليصل حتى عمق ٤٩٠ متر وتقل سرعة الصوت على هذا المحور فى اتجاه البحر من ١٥١٨,٥ متر/ث الى ١٥١٤ متر/ث ويوجد بمنطقة الدراسة قناة صوتية ضحله وأخرى عميقة وذلك لاختلاف الكتل المائية القادمة لمنطقة شرق البحر المتوسط من المحيط الاطلنطى أو من البحر الادرياتكى أو من كتلة مياه شرق المتوسط البين متوسطة (LIW) . أحيانا ما توجد القناة الصوتية بالقرب من أو

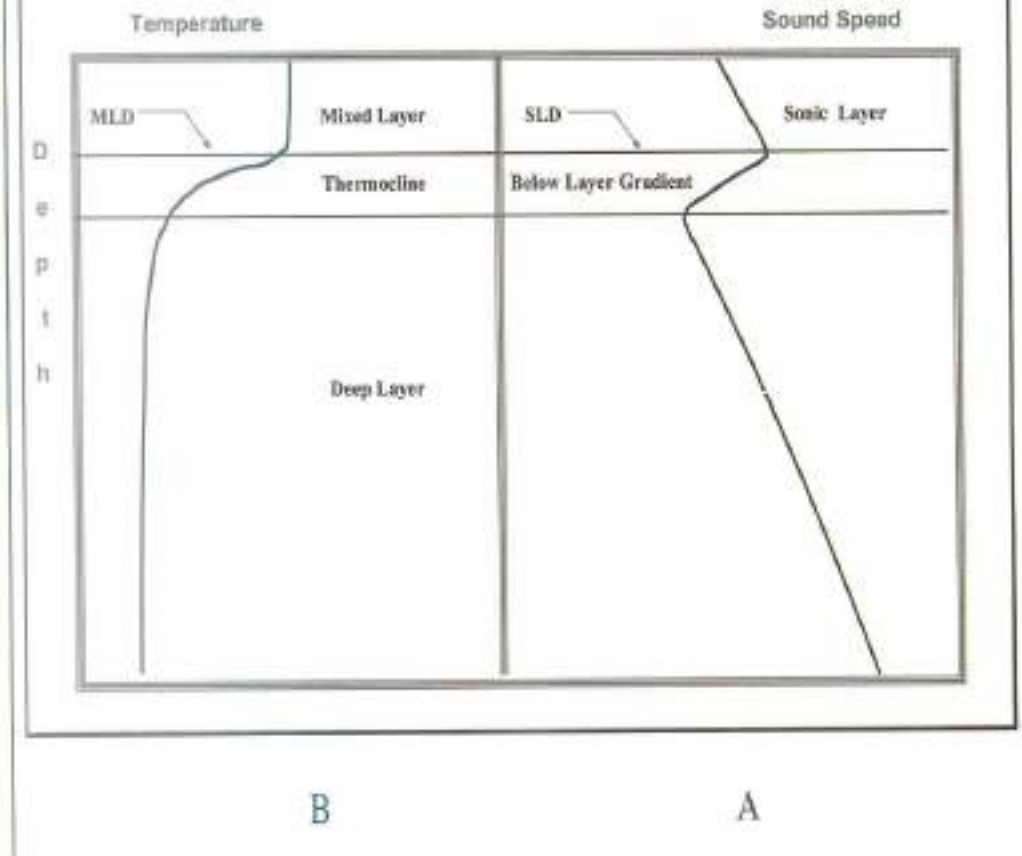
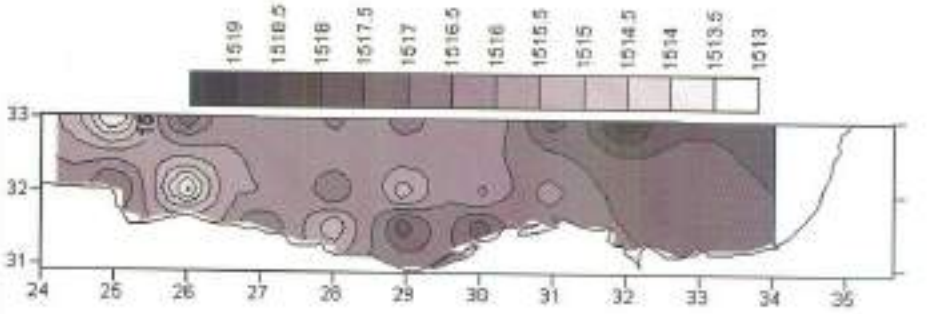


Figure (9) vertical profiles of (a) sound speed and (b) water temperature showing mixed layer depth (MLD) and sonic layer depth (SLD).

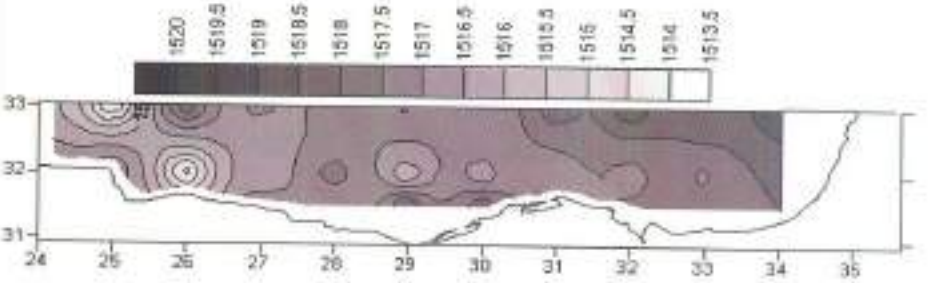
فى الطبقة السطحية نتيجة تدفق مياه (LIW) فى هذه الطبقة.

ثالثاً : الطبقة العميقة ذات التدرج الموجب لسرعة الصوت حيث تزداد سرعة الصوت فى هذه الطبقة مع العمق نتيجة لضغط عمود الماء فوقها .

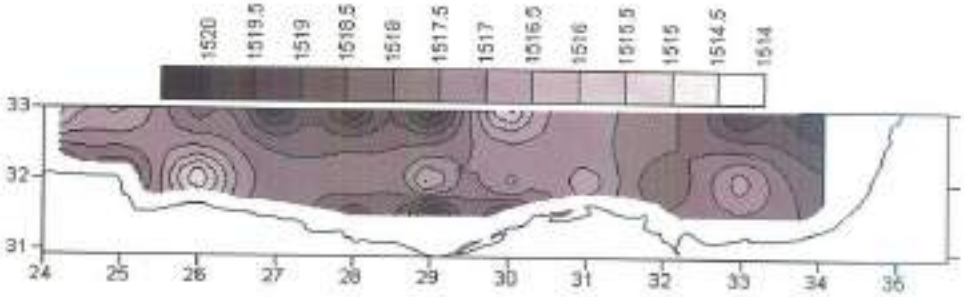
وبصفة عامة فإن قناة الصوت تكون أعمق وسرعة الصوت أعلى فى الجزء الجنوبى من منطقة الدراسة وتقل سرعة الصوت كلما اتجهنا شمالا وينخفض المدى إلى منطقة الظل فى الجزء الجنوبى الشرقى من البحر المتوسط ليرتبط مع أعمق قناة صوتية وفى نفس الوقت مع أعلى سرعة صوت والتى ترتبط بزاوية شعاع صغيرة ، حيث أن المناطق التى يكون بها المدى كبير هى المناطق التى



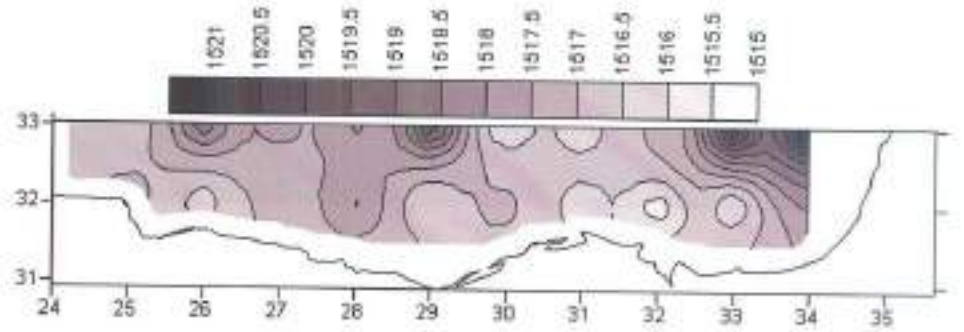
(a) Surface



(b) 50 meter



(c) 200 meter



(d) 400 meter

Figure (10) The Horizontal distributions of sound speed at depths from 0 to 400 m during February.

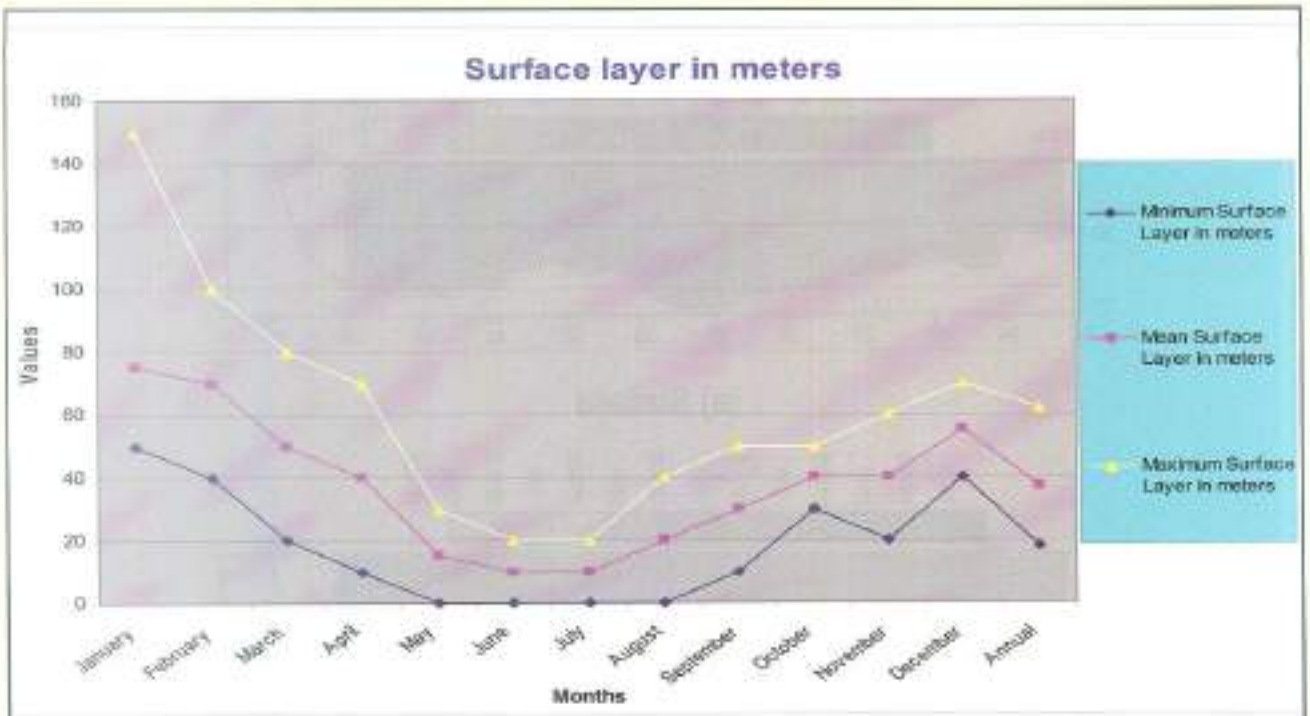
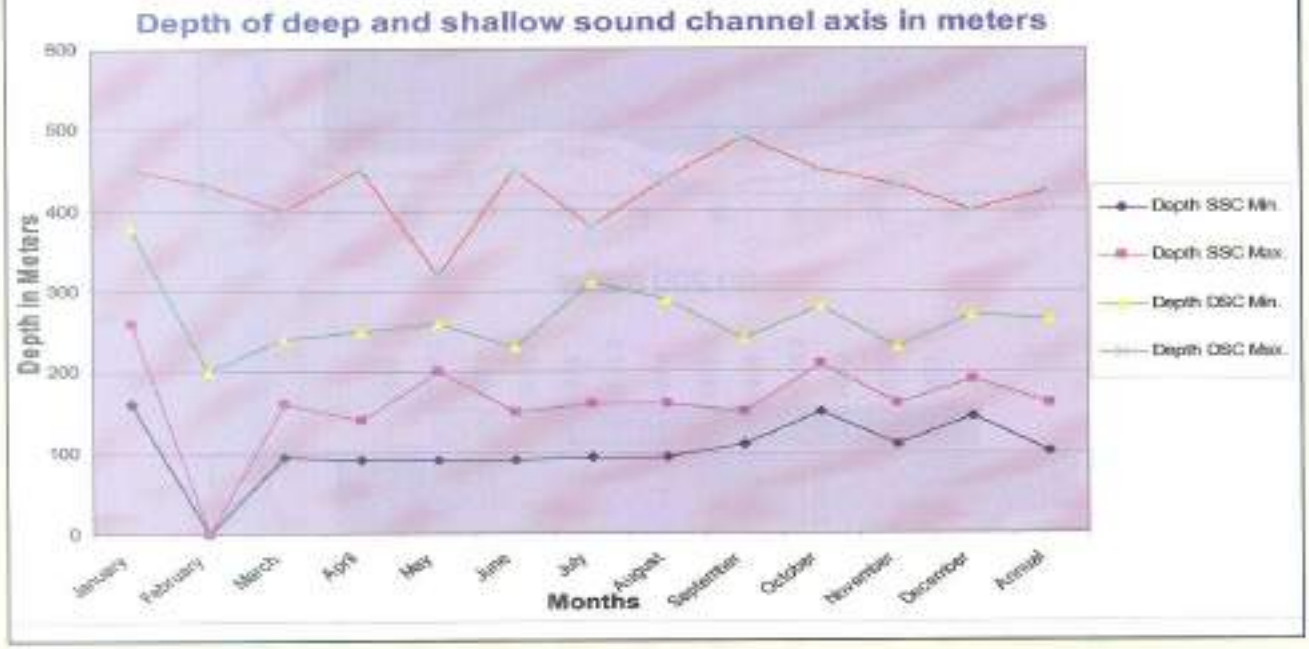


Figure (١١) monthly mean Surface layer depth (in meters) from January to December



يكون بها زاوية الشعاع صغير.

تم حساب المتوسط الرأسى لسرعة الصوت (MVSS) لمنطقة البحث والتى تراوحت قيمتها ما بين ١٥٠٤,٦٨ - ١٥٤٩,٥٩ متر/ث وقد لوحظ من الدراسة التأثير المباشر للدورانات البحرية على الخصائص الصوتية للمنطقة خاصة بالنسبة للطبقة السطحية.