الملاحة الفلكية

تطبيقات عملية

تأليف
عادل أحمد مصطفى

المحتويـــات

صفحة

اهـــــداء

شكـــــر

تقديـــــم

الباب الأول : عناصر حل مسالة الأرصاد الفلكية

(فصل ١) : ضبط وقت الأرصاد الفلكية الآنية ١

أولا : ضبط وقت الرصد باستخدام وقت المنطقة ١

ثانيا: ضبط وقت الرصد باستخدام وقت الشفق ٥

تمارين الفصل الأول ١٠

(فصل ٢) : جداول التقويم البحرى

مقدمة – تنظيم الجداول ١٣

اسلوب استخراج احداثيات القمر والكواكب ١٦

اسلوب استخراج احداثيات الشمس ٢٠

اسلوب استخراج احداثيات النجوم ٢٢

تمارين الفصل الثانى ٢٤

(فصل ٣) : تصحيح الارتفاع السدسى

خطأ المؤشر ٢٧

الانخفاض ٢٨

جدول تصحيحات الشمس ٢٩

جدول تصحيحات النجوم والكواكب ٣٠

جدول تصحيحات القمر ٣١

تمارين الفصل الثالث ٣٦

(فصل ٤) : حل المثلث الفلكى PZX

أولا : ١- اسلوب حل المثلث اذا علم ضلعان وزاوية محصورة ٣٩

٢- الحل باستخدام جداول (NP - 401) ٤٣

ثانيا : اسلوب حل المثلث اذا علم ثلاثة أضلاع ٤٧

تمارين الفصل الرابع ٥٠

(فصل ٥) : ايجاد الاتجاه الحقيقى باستخدام جداول A/B/C ٥٣

ايجاد القيمة (A) ٥٥

ايجاد القيمة (B) ٥٦

ايجاد القيمة (C) ٥٦

ايجاد العزيمـــة ٥٦

تمارين الفصل الخامس ٥٩

(فصل ٦) : التحضير لأرصاد النجوم

مقدمـــة ٦١

فترة الرصد الفلكى ٦٢

الخطوات العملية للتحضير لأرصاد النجوم ٦

الملاحظات التى يجب أخذها فى الاعتبار أثناء عملية الرصد ٦٤

رصد الكواكب ٦٥

مثال محلول ٦٦

تمارين الفصل السادس ٦٩

الباب الثانى : الطرق الاساسية لحل مسالة الأرصاد الفلكية

(فصل ٧) : الأساس النظرى لخط الموقع الفلكى

دائرة الموقـــــع ٧١

خط الموقع الفلكـــــى ٧٢

(فصل ٨) : ايجاد عناصر خط الموقع الفلكى بطريقة الفرق

خريطة الحسابات ٧٨

نموذج الحل ٧٩

أمثلة محلولة ٨٠

تمارين الفصل الثامن ٨٨

(فصل ٩) : ايجاد عناصر خط الموقع الفلكى بطريقة الطول

خريطة الحسابات ٩٥

نموذج الحل ٩٦

أمثلة محلولة ٩٧

تمارين الفصل التاسع ١٠٥

(فصل ١٠) : ايجاد وقت المرور الزوالى

- كيفية تحديد وقت المرور الزوالى التقريبى للاجرام السماوية لراصد ثابت ١١٠

- كيفية تحديد وقت المرور الزوالى الدقيق للاجرام السماوية لراصد ثابت ١١٧

- المرور الزوالى للنجوم ١٢١

- كيفية تحديد وقت المرور الزوالى الدقيق لجرم سماوى بالنسبة لراصد على سفينة مبحرة ١٢٩

- تمارين الفصل العاشر ١٣٩

(فصل ١١) : حل رصدة المرور الزوالى

- ايجاد العرض الحقيقى من رصد الجرم على خط الزوال العلوى ١٤٣

- ايجاد العرض الحقيقى من رصد الجرم على خط الزوال السفلى ١٤٧

- أمثلة محلولة ١٤٨

- تمارين الفصل (١١) ١٦٤

(فصل ١٢) : ايجاد النجوم التى تعبر خط زوال الراصد فى فترة محددة

مقدمة ١٦٩

- ايجاد النجوم التى تعبر خط زوال راصد ثابت ١٧١

- ايجاد النجوم التى تعبر خط زوال راصـــد متحرك فى أثناء فترة الشفق ١٧٢

(فصل ١٣) : ايجاد العرض بطريقة قرب الزوال

- قيود استخدام أسلوب الحل بطريقة قرب الزوال ١٧٩

- الاسلوب الأول للحل بطريقة قرب الزوال ١٨١

- الأسلوب الثانى للحل بطريقة قرب الزوال ١٨٣

- خريطة الحسابات ١٨٥

- نموذج الحل قرب الزوال العلوى ١٨٦

- نموذج الحل قرب الزوال السفلى ١٨٧

- أمثلة محلولة ١٨٨

- تمارين الفصل (١٣) ١٩٨

(فصل ١٤) : ايجاد العرض الحقيقى من رصد النجم القطبى

مقدمة ٢٠٣

- خطوات حل رصدة النجم القطبى ٢٠٤

- خريطة الحسابات ٢٠٥

- نموذج الحل ٢٠٦

- أمثلة محلولة ٢٠٧

- تمارين الفصل (١٤) ٢٠٩

الباب الثالث : ايجاد الموقع المرصود الاكثر احتمالا

(فصل ١٥) : طبيعة وخواص أخطاء الرصدات الفلكية

- مقدمة عن طبيعة ومفهوم الأخطاء ٢١٣
- تأثير الأخطاء العشوائية على عناصر خط الموقع الفلكى ٢١٤
- كيفية الاقلال من تأثير الاخطاء العشوائية فى قياس الارتفاع ٢١٨
- تأثير الاخطاء الرتيبية على خط الموقع الفلكى ٢١٩
- كيفية الاقلال من تأثير الاخطاء الرتيبية فى قياس الارتفاع ٢٢٠

(فصل ١٦): مدى الدقة فى الموقع المرصود من رصدتين آنيتين

- تأثير الأخطاء الرتيبية على الموقع المرصود ٢٢١
- تأثير الأخطاء العشوائية على الموقع المرصود ٢٢٢
- دائرة الأخطاء ٢٢٣
- بيضاوى الأخطاء ٢٢٤
- التأثير المشترك للأخطاء مالرتيبية والأخطاء العشوائية على الموقع المرصود ٢٢٥
- أمثلة محلولة ٢٢٦

(فصل ١٧): الموقع المرصود الاكثر احتمالا من ثلاثة اجرام سماوية مرصود آنيا

- ملاشاة تأثير الاخطاء الرتيبية ٢٣١
- ملاشاة تأثير الأخطاء العشوائية ٢٣٤
- أمثلة محلولة ٢٣٦
- التأثير المشترك للأخطاء الرتيبية والأخطاء العشوائية على الرصدة الآنية لثلاثة خطوط موقع ٢٣٨
- دائرة الأخطاء ٢٣٨
- أمثلة محلولة ٢٣٩

(فصل ١٨): الموقع المرصود الاكثر احتمالا من أربعة رصدات آنية

- المنصفات الفلكية ٢٤٥
- دائرة الأخطاء ٢٤٧
- امثلة محلولة ٢٤٨

الباب الرابع : مسألة رصدتين فلكيتين بينهما ابحار طويل

(فصل ١٩) : مسألة رصدتين فلكيتين بينهما ابحار طويل

- تصور عام ٢٥٥
- أسلوب تطبيق مسألة رصدتين بينهما ابحار طويل ٢٥٥
- خريطة الحسابات ٢٦٢
- أمثلة محلولة ٢٦٧

(فصل ٢٠) : دقة الموقع المرصود من رصدتين بينهما ابحار طويل

- مقدمة ٣٥١
- تأثير الأخطاء العشوائية ٣٥١
- تأثير الأخطاء الرتيبية ٣٥٦
- كيفية اختزال الأخطاء الرتيبية فى عناصر ابحار السفينة ٣٥٧
- مساحة انتشار الموقع المحتمل للسفينة ٣٦٠
- أمثلة محلولة ٣٦١

الباب الخامس : ايجاد خطأ البوصلة باستخدام الاجرام السماوية

(فصل ٢١) : الدقة فى ايجاد خطأ البوصلة برصد اتجاه جرم سماوى

- مقدمة ٣٦٧

- الأخطاء الرتيبية والأخطاء العشوائية المؤثرة على رصـــد اتجاه جرم سماوى ٣٦٨
- الأخطاء الرتيبية فى دائرة العزيمة ٣٦٨
- الأخطاء العشوائية فى رصد اتجاه بوصلى لجرم سماوى ٣٧٥
- تأثير أخطاء السير فى الموقع الحسابى على العزيمـــة المحسوبة لجرم سماوى ٣٧٧
- تأثير الخطأ فى العرض الحسابى ٣٧٧
- تأثير الخطأ فى الطول الحسابى ٣٧٩

(فصل ٢٢) : ايجاد خطأ البوصلة برصد اتجاه جرم سماوى
- خطوات التنفيذ ٣٨٣
- أمثلة محلولة ٣٨٤

(فصل ٢٣) : ايجاد خطأ البوصلة برصد اتجاه النجم القطبى
- خطوات التنفيذ ٣٩٣
- أمثلة محلولة ٣٩٤

(فصل ٢٤) : ايجاد خطأ البوصلة بطريقة السعة
- خطوات التنفيذ ٤٠١
- أمثلة محلولة ٤٠٢
- تطبيق خاص على طريقة السعة ٤١٠

الباب السادس : كيفية ملاشاة تاثير الغلطات فى الملاحة الفلكية

(فصل ٢٥) : كيفية ملاشاة تاثير الغلطات فى الارتفاع
- مقدمة ٤١٣
- أمثلة محلولة ٤١٤

(فصل ٢٦) : كيفية ملاشاة تاثير الغلطات فى الوقت
- مقدمة ٤٢٩
- أمثلة محلولة ٤٣١
(فصل ٢٧) : كيفية ملاشاة تاثير الغلطات المشتركة ٤٣٥
- تطبيقات ٤٣٥
(فصل ٢٨) : كيفية ملاشاة تاثير الغلطات فى عناصر الابحار عند حل رصدتين بينهما ابحار طويل ٤٤٥
- مقدمة ٤٤٥
- أمثلة محلولة ٤٤٨
الباب السابع : حل مسالة الارصاد الفلكية باستخدام الحاسب الشخصى
(فصل ٢٥) : حل مسالة الأرصاد الفلكية باستخدام الحاسب الشخصى ٤٥٣
- مقدمة ٤٥٣
- الأسلوب المطور للحصول على الموقع المرصود فلكيا ٤٥٨
- التطبيق فى حالة رصد عدد (n) من النجوم ٤٦٢
- حسابات الدقة ٤٦٤
- مثال تطبيقى ٤٦٥

الإهـــــداء

الى مصـــــر .....

التى فى خاطرى وفى دمـــى

شكـــــر

أجد لزاما على أن أتوجـــه بالشكر وعظيم الإمتنان الى كل من عاوننى فى إصدار هذا الكتاب الذى أتمنى أن يضيف شيئا الى المكتبة العربيـة فى مجال العلوم البحرية.

وأخص بالشكر الصديق العزيز الاستاذ / ابراهيم عثمان الذى تفضل بكتابة هذا الكتاب واخراجه بنفسه .

كما أتوجه بالشكر للصديق العزيز (عميد بحرى متقاعد) / حسن السعداوى الذى أهدانى غلاف هذا الكتاب الذى يرمز الى القديم فى الملاحة الفلكية ممثلا فى السدس البحرى وبين الحديث فى الملاحة ممثلا فى منظومة الملاحة بالأقمار الاصطناعية (GPS) .

مقدمة

يهدف هذا الكتاب الى تبسيط التطبيق العملى للملاحة الفلكية لأبنائنا طلبة الأكاديميات والكليات والمعاهد البحرية الناطقة بالعربية ، وكذا للزملاء الضباط البحريين .

وحيث أن اللغة الانجليزية هى لغة الحسابات البحرية الملاحية ، لذا تم وضع هذا الكتاب باللغتين العربية للشرح والانجليزية للحسابات .

ويتكون هذا الكتاب من سبعة أبواب فى حوالى ٤٥٠ صفحة ، ومرفق معه فى كراسة منفصلة حوالى ٥٠ صفحة مستخرجة من جداول التقويم البحرى لعام ١٩٩٠ لمتابعة حلول الامثلة والتمارين . ومرفق مع الكتاب أيضا ديسك كمبيوتر لحل مسألة الأرصاد الفلكية بالطريقة المصرية المنوه عنها فى الباب السابع .

فى الباب الأول تم التعريف بأساسيات حل الرصدة الفلكية التى تتكون من عدة مراحل يعتمد كل منها على المرحلة السابقة لها ، وأعطيت الأمثلة المحلولة والتمارين باجاباتها بحيث يتدرب الطالب على إتقان الحل لكل مرحلة على حدة ، تمهيدا لحل مسألة الأرصاد الفلكية كاملة .

فى الباب الثانى تم شرح الأساس النظرى لحل مسألة الأرصاد الفلكية بالطريقة العامة وهى المعروفة باسم طريقة الفرق أو طريقة مارك سانت هيلير. وشمل هذا الباب أيضا كيفية حل مسألة الأرصاد الفلكية بطريقتين مقيدتين هما طريقة الطول وطريقة قرب الزوال ، كما شمل أيضا كيفية حل الطرق الخاصة وهى رصدة الزوال ورصدة النجم القطبى .

فى الباب الثالث تم شرح طبيعة وخواص الأخطاء الرتيبية والعشوائية المؤثرة على الرصدات الفلكية وبالتالى كيفية حساب مدى الدقة فى الموقع المرصود الأكثر احتمالا من نتائج حل رصدين أو ثلاث رصدات أو أربعة رصدات آنية للأجرام السماوية .

في الباب الرابع تم شرح تصور عام لحل مسألة رصدين بينهما ابحار طويل لجرمين سماويين مع التعرض لحسابات الدقة في هذه الحالة . وتم أيضا توضيح لتأثير طول فترة الابحار على الموقع المرصود الأكثر احتمالا وكيفية ايجاد الفترة الزمنية الأمثل بين الرصدين .

في الباب الخامس تم شرح كيفية تأثير أخطاء الرصد والقياس في ايجاد خطأ البوصلة بالطرق الفلكية ، وكيفية الإقلال من تأثير هذه الأخطاء وقيود استخدام مرآة العزيمة . وتم أيضا شرح الطرق الثلاث المعروفة لايجاد خطأ البوصلة فلكيا وهي الطريقة العامة ، وطريقة النجم القطبي ، وطريقة السمة .

في الباب السادس تم شرح أسلوب مبسط لملاشاة تأثير الغلطات في حساب الارتفاع أو في حساب الوقت أو في التأثير المشترك للغلطات في الارتفاع والوقت . وتم أيضا شرح كيفية ملاشاة تأثير الغلطات في حساب عناصر ابحار السفينة في مسألة رصدين بينهما ابحار طويل .

في الباب السابع شرح لكيفية تطوير طريقة ايجاد الموقع المرصود فلكيا التي استحدثت عام ١٩٥٤ بواسطة العالم اليوغوسلافي Kotlaric كوتلاريك باستخدام جداول خاصة لأزواج من النجوم المختارة . وقد سميت هذه الطريقة المطورة باسم الطريقة المصرية حيث تم وضع برنامج للحل باستخدام الحاسب الشخصي ، وبحيث لايتم التقيد بأزواج النجوم المختارة ، وانما يمكن استخدام أي عدد من النجوم يتراوح بين اثنين الى سبعة نجوم مرصودة آنيا .

والله ولي التوفيـــق ...

المؤلف

عادل احمد مصطفى

الباب الأول

عناصر حل مسألة الأرصاد الفلكية

الفصـــل الأول	ضبط وقت الارصاد الفلكية
الفصـــل الثانى	تنظيم واستخدام جداول التقويم البحرى
الفصـــل الثالث	تصحيح الارتفاع المقاس بالسدس البحرى
الفصـــل الرابع	حل المثلث الفلكى PZX
الفصـــل الخامس	ايجاد العزيمة باستخدام جداول A, B, C
الفصل السادس	التحضير لأرصاد النجوم

الفصل الاول

ضبط وقت الأرصاد الفلكيه الآنية

أولاً : ضبط وقت الرصد بإستخدام وقت المنطقه Z.T.

يسجل وقت الرصد الفلكى بإستخدام الكرونومتر (Ch.) Chronometre أو بواسطه ساعه السطح (DW) Deck Watch وباضافه خطأ الساعه المستخدمه (Ch. error) أو (DW error) نحصل على التوقيت العالمى (وقت جرينتش المتوسط) UT (G. M. T) طبقا لنموذج الحل التالى :

Ch. Time Ch. error	OR	D.W Time D.W error
UT(G..M.T.)		UT(G..M.T.)

ومن البديهى أن خطأ الساعة قد يكون :

مقدما Fast	وفى هذه الحالة	يطرح
مؤخرا Slow	وفى هذه الحالة	يجمع

وحيث أن كل من الكرونومتر أوساعه السطح يكون مقسما الى (12) ساعه فقط ، لذا تظهر مشكلة الحصول على G.M.T. الصحيح . لأنه عندما تكون قراءة الكرونومتر (5 h) مثلا ، فهناك احد احتمالين :

هل هى فعلا (5h) أم (17 h) ؟

وقد تم حل هذه المشكلة بتنفيذ خطوة سابقة وهي الحصول على مايسمى Greenwich Date (G.D) حيث نطبق العلاقة :

$$G.D. = Z.T. + Z.N.$$

فى صورة نموذج الحل التالى :

Z.Time Z. N.
G.D.

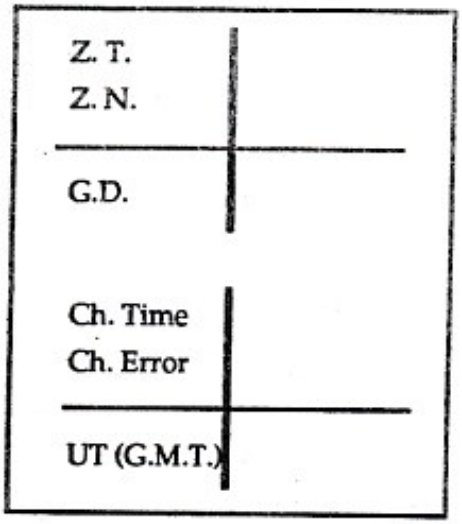
ومن ثم مقارنة G.M.T. السابق الحصول عليه بـ .... G.D.

وهذه المقارنة على جانب كبير من الاهمية لانها تحدد مايلى :

١ – تاريخ اليوم فى جرينتش فى نفس لحظة الرصد (وهو تاريخ دخول الجداول) والذى قد يختلف عن تاريخ الرصد المحلى .

٢ –هل نضيف (12 h) على وقت الكرونومتر (Ch. Time) أم لا ؟

وبذلك يكون نموذج الحل الحصول على G.M.T. الصحيح هو :



ملاحظات

١ – يتم الحصول على Z. T. فى وقت الرصد من الساعة البحرية (Marine Watch) الموجودة فى ممشى السفينة

٢ – يتم الحصول على Z. N. من DR long كما يلى :

أ – حول DR long الى وحدات الوقت .

ب – يكون رقم المنطقة Z. N. هو أقرب ساعة صحيحة .

جـ – تعطى اشارة (—) لـ..... East Long

تعطى اشارة (+) لـ..... West Long

وفيما يلى بعض الامثلة لتوضيح ماسبق :

مثال محلول (١- ١)

أوجد (G. M.T .)UT

Z . T 0455 فى وقت المنطقه	May 1st. يوم
السفينه فى خط الطول الحسابى	D . R . Long 28° 14' E
الوقت المسجل على الكرونومتر	Ch . Time 2h 58 m 40s
خطا الكرونومتر المسجل	Ch . error 2m 10s fast

الحـــل :

Z . T .	0455 May 1st.
Z . N .	- 2
G . D .	0255 May 1st.

* لم يحدث تغيير فى تاريخ اليوم
* لم نضف ١٢ ساعة على Ch . Time

Ch . Time	2h 58m 40s
Ch . error	- 2 10 Fast
UT (G . M . T .)	**2h 56m 30s May 1st**

مثال محلول (١- ٢)

أوجد (G.M. T) UT

Z . T 0455 فى وقت المنطقه	May 1st. يوم
السفينه فى خط الطول الحساب	D . R . Long 128° 14' W
الوقت المسجل على الكرونومتر	Ch . Time 1h 52 m 40s
خطا الكرونومتر المسجل	Ch . error 2m 10s slow

الحـــل :

Z . T .	0455 May 1st.
Z . N .	+9
G . D .	1355 May 1st.

* لم يحدث تغيير فى تاريخ اليوم
* اضفنا ١٢ ساعة على Ch . Time

بالمقارنة بـ GD

Ch . Time	1h 52m 40s
Ch . error	+2 10 Slow
UT(G. M. T)	**13h 54m 50s May 1st**

مثال محلول (١ – ٣)

أوجد UT(G. M. T.)

June 7 th　يوم	فى وقت المنطقه Z T 1850
D . R . Long 151° 18' W	السفينه فى خط الطول الحسابى
Ch . Time 4h 53 m 49s	الوقت المسجل على الكرونومتر
Ch . error 3m 1s fast	خطأ الكرونومتر المسجل

الحـــل :

Z . T .	1850 June 7th.
Z . N .	+ 10
G . D .	0450 June 8th.

* تغيّر تاريخ اليوم الى اليوم التالى
* لم نضف ١٢ ساعة على Ch . Time

Ch . Time	4h 53m 49s
Ch . error	- 3 01 Fast
UT(G. M. T)	**4h 50m 48s June 8th**

مثال محلول (١ – ٤)

أوجد UT(G. M. T)

July 20th　يوم	فى وقت المنطقه Z . T 0340
D . R . Long 1 51° 18' E	السفينه فى خط الطول الحسابى
Ch . Time 5h 35 m 49s	الوقت المسجل على الكرونومتر
Ch . error 5m 40s slow	خطأ الكرونومتر المسجل

الحـــل :

Z . T .	0340 July 20th
Z . N .	-10
G . D .	1740 July 19th

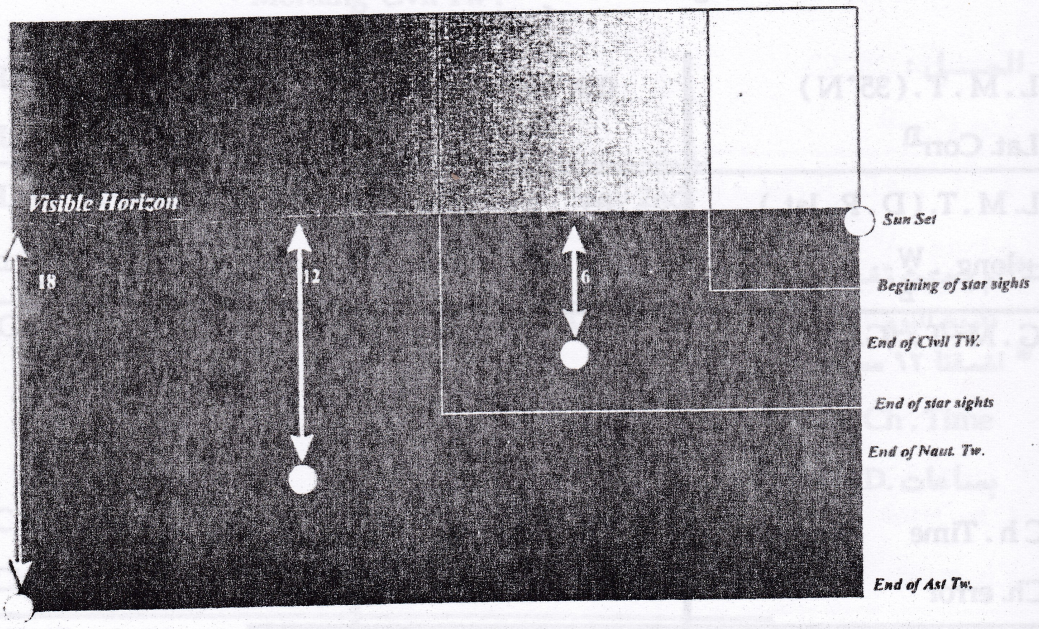
*تغير تاريخ اليوم الى اليوم السابق
* أضفنا ١٢ ساعة على Ch . Time بالمقارنة بـ GD

Ch . Time	5h 35m 49s
Ch . error	+5 40 Slow
UT(G. M . T)	**17h 41m 29s July 19th**

ثانيا : ضبط وقت الرصد باستخدام وقت الشفق Twilight :

يتم الحصول على Greenwich Date (G . D .) بأسلوب أخر يختلف عن أسلوب Zone Time (Z . T .) الذى سبق شرحه . ويعتمد هذا الأسلوب على حساب G. D . أثناء ظاهره الشفق الذى تم خلاله الرصد الفلكى .

عمليا تتم أرصاد النجوم والكواكب (والقمر أحيانا) فى الفتره الزمنيه المحصوره بين منتصف فتره الشفق المدنى Civil Twilight ومنتصف فتره الشفق البحرى Nautical Twilight . كما هو موضح بالشكل (١ - ١) ولذلك ينسب وقت الرصد الى أى من الظواهر الطبيعيه الخاصه بالشفق حيث نحسب G M T المقابل لهذه الظاهره وهو يعتبر بديلا لـ G . D . والأمثله التاليه توضح هذا المفهوم .



مثال محلول (١ – ٥) :

During the morning civil Twilight	فى خلال الشفق المدنى الصباحى
March 15th	يوم
D . R . position (37° 50' N , 32° 40' W)	السفينه فى الموقع الحسابى
Ch. Time 7h 59m 40s	الوقت المسجل على الكرونومتر
Ch. error 4 m 15s fast	خطأ الكرونومتر المسجل
	أوجد UT (G M T)

Morning civil Tw .

الحـــل :

L . M . T . (35°N)	05h	46m		
Lat. Corr^{n}		- 1		
L. M . T. (D . R . lat.)	05	45	March 15th.	
± long . $^{W}_{E}$	2	11		
G . M . T . (G.D)	07	56	March 15th	

* لم يحدث تغيير فى تاريخ اليوم
* لم نضف ١٢ ساعة على Ch . Time

C h . Time	7h	59m	40s	
Ch. error	-	4	15	Fast
UT (G . M . T)	7h	55 m	25s	March 15th

مثال محلول (١ - ٦) :

During the morning civil Twilight	فى خلال الشفق المدنى الصباحى
May 2nd	يوم
D . R . position (51° 20' N , 170° 30' W)	السفينه فى الموقع الحسابى
Ch. Time 3h 10m 10s	الوقت المسجل على الكرونومتر
Ch. error 3 m 58s slow	خطأ الكرونومتر المسجل
	أوجد UT (G M T)

Morning civil Tw .

الحـــل :

L . M . T . (50° N)	03h	59m	
Lat. Corr^{n}		- 6	
L. M . T. (D . R . lat.)	03	53	May 2nd.
± long . $^{W}_{E}$	+ 11	22	
G . M . T . (G.D)	15	15	May 2nd.

* لم يحدث تغيير فى تاريخ اليوم
* اضفنا ١٢ ساعة على Ch . Time بالمقارنة بساعات G.D.

C h . Time	3h	10m	10s	
Ch. error	+	3	58	Slow
UT (G. M . T)	**15h**	**14 m**	**08s**	**May 2nd.**

مثال محلول (١ – ٧) :

Just after Sunset	بعد غروب الشمس بقليل
April 22 nd.	يوم
D . R . position (23° 10' S , 161° 32' W)	السفينه فى الموقع الحسابى
Ch. Time 4h 20m 45 s	الوقت المسجل على الكرونومتر
Ch. error 5 m 40s slow	خطأ الكرونومتر المسجل
	أوجد UT (G M T)

Sun Set

الحـــل :

L .M . T (20°S)	17h	43m		
Lat. Corr^{n}		-3		
L. M . T. (D . R . lat.)	17	43	April	22nd
± long . $^{W}_{E}$	+ 10	40		
G . M . T . (G.D)	04	26	April	23rd.

* تغير تاريخ اليوم الى اليوم التالى
* لم نضف ١٢ ساعة على Ch . Time.

C h . Time	4h	20m	45s		
Ch. error	+	5	40	Slow	
UT (G. M . T)	04h	26 m	25s	April	23rd.

مثال محلول (١ – A) :

Just before Sun rise	قبيل شروق الشمس
Oct. 8th.	اليوم
D . R . position (40° 50' S , 140° 40' E)	السفينه فى الموقع الحسابى
Ch. Time 8h 08m 01 s	الوقت المسجل على الكرونومتر
Ch. error 9 m 10s fast	خطأ الكرونومتر المسجل
	أوجد UT (G M T)

Sun Rise

الحـــل :

L .M . T (40° S)	05h	24m		
Lat. Corr^{n}		-1		
L. M . T. (D . R . lat.)	05	23	Oct. 8th	
± long . $\frac{W}{E}$	- 09	23		
G . M . T . (G.D)	20	00	Oct. 7th.	

* تغيير تاريخ اليوم الى اليوم السابق

* اضفنا ١٢ساعة على Ch . Time بالمقارنة بساعاتGD.

Ch . Time	8h	08m	01s	
Ch. error	-	9	10	Fast
UT (G . M . T)	19h	58 m	51s	Oct. 7th

تمارين الفصل الأول

Find the correct UT(G. M. T.) in each of the following case :

	Z. T.	Date	D. R.	ch. Time/ch. Error
1	0450	Feb. 20th	34° 40' S 50° 15 W	7h 48m 50s 2m 15 s slow
2	1450	Jan. 15th	38° 40' S 125° 40 W	10h 53m 49s 1m 49 s Fast
3	1830	March 9th	38° 35' N 174° 00 W	6h 24m 00s 3m 47 s slow
4	0540	Nov. 13th	5° 20' S 169° 15 E	5h 45m 50s 3m 47 s Fast

Answers :

1. 7h 51m 05s Feb. 20th
2. 22 52 00 Jan 15th
3. 6 27 47 March 10th
4. 17 42 03 Nov. 12th.

5. At the morning twilight on Dec. 15th, 1990 , in D.R. position
(39° 55' S ; 170° 03' W)
ch. error 3m 49s Fast
ch. Time 3h 02m 12s
Find the correct U.T.(G. M. T)
(Ans. 14h 58m 23s Dec. 15th)

6. At the evening twilight on Jan. 5th, 1990 , in D.R.
position (25° 40' N ; 145° 50' W)
ch. error 3m 01s Fast
ch. Time 3h 57m 50s
Find the correct U.T.(G. M. T)
(Ans. 3h 54m 49s Jan. 6th)

7. At the evening twilight on Oct. 23th, 1990 , in D.R.
position (35° 20' N ; 25° 40' W)
ch. error 3m 41s Slow
ch. Time 7h 37m 25s
Find the correct U.T.(G. M. T)
(Ans. 19h 41m 06s Oct. 23rd)

8. At the morning twilight on April. 26th, 1990 , in D.R.
position (21° 13' S ; 179° 55' W)
ch. error 12m 03s Fast
ch. Time 5h 40m 15s
Find the correct U.T.(G. M. T)
(Ans. 17h 28m 12s April. 25th)

الفصل الثانى

جداول التقويم البحرى

مقدمة:

الغرض الرئيسى من جداول التقويم البحرى Nautical Almanac Tables هو تسجيل قيم كل من Dec., G.H.A لكل من الاجرام المستخدمة فى الملاحة الفلكية وهى الشمس (Sun) والقمر (Moon) والكواكب الملاحية الاربعة الزهرة (Venus) والمريخ (Mars) والمشترى (Jupiter) وزحل (Saturn) وذلك فى كل ثانية من كل دقيقة من كل ساعة من كل يوم على مدى السنة .

أما بالنسبة للنجوم الملاحية وعددها ٥٧ نجما ملاحيا فإن هذه الجداول تسجل قيم S H A وكذلك Dec لكل منها كل ثلاثة ايام .

بالاضافة الى تسجيل قيمة G H A لنقطة الاعتدال الربيعى (Aries) فى كل ثانية من كل دقيقة من كل ساعة من كل يوم على مدى السنة .

تنظيم الجداول

تغطى كل صفحة بيانات ثلاثة ايام والبيانات مسجلة فى اعمدة عناوينها على الترتيب كما فى الشكل التالى : (٢ – ١)

180　　1990 SEPTEMBER 13, 14, 15 (THURS., FRI., SAT.)

UT (GMT)	ARIES	VENUS −3.9		MARS −0.6		JUPITER −1.9		SATURN +0.4		STARS		
	G.H.A.	G.H.A.	Dec.	G.H.A.	Dec.	G.H.A.	Dec.	G.H.A.	Dec.	Name	S.H.A.	Dec.
d h	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′		° ′	° ′
13 00	351 43.6	192 31.4	N10 08.9	287 35.2	N19 45.7	224 07.0	N19 18.4	61 22.7	S22 08.2	Acamar	315 30.9	S40 20.1
01	6 46.1	207 31.0	07.8	302 36.6	46.0	239 09.0	18.3	76 25.2	08.2	Achernar	335 38.7	S57 16.7
02	21 48.6	222 30.5	06.7	317 38.0	46.2	254 11.0	18.2	91 27.7	08.2	Acrux	173 29.4	S63 03.0
03	36 51.0	237 30.0	05.6	332 39.3	46.4	269 13.0	18.1	106 30.2	08.2	Adhara	255 26.1	S28 57.2
04	51 53.5	252 29.6	04.5	347 40.7	46.6	284 14.9	18.0	121 32.7	08.2	Aldebaran	291 08.9	N16 29.6
05	66 55.9	267 29.1	03.3	2 42.1	46.9	299 16.9	17.9	136 35.2	08.2			
06	81 58.4	282 28.6	N10 02.2	17 43.5	N19 47.1	314 18.9	N19 17.8	151 37.7	S22 08.3	Alioth	166 35.9	N56 00.7

1990 SEPTEMBER 13, 14, 15 (THURS., FRI., SAT.)　　181

UT (GMT)	SUN			MOON					Lat.	Twilight Naut	Twilight Civil	Sunrise	Moonrise 13	Moonrise 14	Moonrise 15	Moonrise 16
	G.H.A.	Dec		G.H.A.	v	Dec	d	H.P.								
d h	° ′	° ′		° ′	′	° ′	′	′	°	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
13 00	180 57.5	N 3 58.7		256 27.4	4.8	N26 04.7	4.0	58.9	N 72	01 56	03 48	05 01	□	□	23 47	26 26
01	195 57.8	57.8		270 51.2	4.9	26 00.7	4.2	58.9	N 70	02 31	04 02	05 07	□	□	□	00 24
02	210 58.0	56.8		285 15.1	4.9	25 56.5	4.4	58.9	68	02 55	04 13	05 12	□	22 19	24 50	00 50
03	225 58.2	55.9		299 39.0	4.9	25 52.1	4.5	58.9	66	03 13	04 22	05 16	□	23 02	25 09	01 09
04	240 58.4	54.9		314 02.9	5.1	25 47.6	4.7	58.9	64	03 28	04 30	05 19	21 24	23 31	25 25	01 25
05	255 58.6	53.9		328 27.0	5.1	25 42.9	4.9	58.8	62	03 40	04 37	05 22	22 02	23 52	25 38	01 38
06	270 58.9	N 3 53.0		342 51.1	5.2	N25 38.0	5.0	58.8	60	03 49	04 42	05 25	22 29	24 10	00 10	01 49
									N 58	03 58	04 47	05 27	22 49	24 24	00 24	01 58

ويحتوى كل عمود على Dec , G.H.A. (ما عدا Aries) لكل ساعة صحيحة من التوقيت العالمى UT(G M.T) على مدى الايام الثلاثة .

وتعطى قيم فروق G.H.A. المقابلة للدقائق والثوانى فى UT(G.M.T) فى عدد (٦٠) جدول منفصل كل منها يغطى دقيقة كاملة . وهى مقسمة الى ثلاثة اعمدة رئيسية تسمى Increments Tables كما هو موضح فى الشكل (٢ – ٢)

INCREMENTS AND CORRECTIONS　　15m

Corr^n	v or d Corr^n		v or d Corr^n	
′	′	′	′	′
0·0	6·0	1·5	12·0	2·9
0·0	6·1	1·5	12·1	2·9
0·0	6·2	1·5	12·2	2·9
0·1	6·3	1·5	12·3	3·0
0·1	6·4	1·5	12·4	3·0
0·1	6·5	1·6	12·5	3·0
0·1	6·6	1·6	12·6	3·0
0·2	6·7	1·6	12·7	3·1
0·2	6·8	1·6	12·8	3·1
0·2	6·9	1·7	12·9	3·1
0·2	7·0	1·7	13·0	3·1
0·3	7·1	1·7	13·1	3·2
0·3	7·2	1·7	13·2	3·2
0·3	7·3	1·8	13·3	3·2
0·3	7·4	1·8	13·4	3·2
0·4	7·5	1·8	13·5	3·3
0·4	7·6	1·8	13·6	3·3
0·4	7·7	1·9	13·7	3·3
0·4	7·8	1·9	13·8	3·3
0·5	7·9	1·9	13·9	3·4
0·5	8·0	1·9	14·0	3·4
0·5	8·1	2·0	14·1	3·4
0·5	8·2	2·0	14·2	3·4
0·6	8·3	2·0	14·3	3·5
0·6	8·4	2·0	14·4	3·5
0·6	8·5	2·1	14·5	3·5

15	SUN PLANETS	ARIES	MOON	v or d Corr^n		v or d Corr^n		v or d Corr^n	
s	° ′	° ′	° ′	′	′	′	′	′	′
00	3 45·0	3 45·6	3 34·8	0·0	0·0	6·0	1·6	12·0	3·1
01	3 45·3	3 45·9	3 35·0	0·1	0·0	6·1	1·6	12·1	3·1
02	3 45·5	3 46·1	3 35·2	0·2	0·1	6·2	1·6	12·2	3·2
03	3 45·8	3 46·4	3 35·5	0·3	0·1	6·3	1·6	12·3	3·2
04	3 46·0	3 46·6	3 35·7	0·4	0·1	6·4	1·7	12·4	3·2
05	3 46·3	3 46·9	3 35·9	0·5	0·1	6·5	1·7	12·5	3·2
06	3 46·5	3 47·1	3 36·2	0·6	0·2	6·6	1·7	12·6	3·3
07	3 46·8	3 47·4	3 36·4	0·7	0·2	6·7	1·7	12·7	3·3
08	3 47·0	3 47·6	3 36·7	0·8	0·2	6·8	1·8	12·8	3·3
09	3 47·3	3 47·9	3 36·9	0·9	0·2	6·9	1·8	12·9	3·3
10	3 47·5	3 48·1	3 37·1	1·0	0·3	7·0	1·8	13·0	3·4
11	3 47·8	3 48·4	3 37·4	1·1	0·3	7·1	1·8	13·1	3·4
12	3 48·0	3 48·6	3 37·6	1·2	0·3	7·2	1·9	13·2	3·4
13	3 48·3	3 48·9	3 37·9	1·3	0·3	7·3	1·9	13·3	3·4
14	3 48·5	3 49·1	3 38·1	1·4	0·4	7·4	1·9	13·4	3·5
15	3 48·8	3 49·4	3 38·3	1·5	0·4	7·5	1·9	13·5	3·5
16	3 49·0	3 49·6	3 38·6	1·6	0·4	7·6	2·0	13·6	3·5
17	3 49·3	3 49·9	3 38·8	1·7	0·4	7·7	2·0	13·7	3·5
18	3 49·5	3 50·1	3 39·0	1·8	0·5	7·8	2·0	13·8	3·6
19	3 49·8	3 50·4	3 39·3	1·9	0·5	7·9	2·0	13·9	3·6
20	3 50·0	3 50·6	3 39·5	2·0	0·5	8·0	2·1	14·0	3·6
21	3 50·3	3 50·9	3 39·8	2·1	0·5	8·1	2·1	14·1	3·6
22	3 50·5	3 51·1	3 40·0	2·2	0·6	8·2	2·1	14·2	3·7
23	3 50·8	3 51·4	3 40·2	2·3	0·6	8·3	2·1	14·3	3·7
24	3 51·0	3 51·6	3 40·5	2·4	0·6	8·4	2·2	14·4	3·7
25	3 51·3	3 51·9	3 40·7	2·5	0·6	8·5	2·2	14·5	3·7

واسلوب إستخراج قيمة فرق G H A الذى يقـــابل الدقـــائق والثوانى فى UT (G. M.T) يتلخص فى تحديد الجدول الذى يغطى الدقيقـــة الصحيحة من UT (G . M . T) ثم استخراج قيمة الفرق على الصـــف المقابل للثانيـة المعطاة فى UT (G. M. T) تحت اسم الجرم المطلوب .

ونظرا لان معدل تغير قيمة G . H . A . لكل من القمر والكواكب يكون غير منتظـم ، لذلك تم حل هذه المشكلة فى جداول الفروق بأن تم حساب معدل التغير فى قيـــمة G H A للقمر على اساس قيمة منتظمة قدرها (14° 19` / h ) اما بالنسبة للكواكب فقد تم الحساب على اساس قيمة منتظمة قدرها ( 15° 00` / h) . وسمى الفرق بين معدل التغير الذى انشىء على اساسه جداول الفروق وبين معدل التغير الفعلى بالقيمة " V " التى تسجل كل ساعة فى حالة القمر وكل ثلاثة ايام فى حالة الكواكب (بالنسبة للكواكب تعطى هذه القيمة اسـفل العمود الخاص بكل كوكب) .

لذلك يلزم الدخول فى الجدول الخاص بالدقيقة الصحيحة من (UT (G . M . T بقيمة " V " لاستخراج التصحيح المقابل والذى يسمى (V-Correction) وهذه التصحيحات توجـــد فى ثلاثة اعـمدة فى كل جدول من جداول الدقائق وتسمى Corrections Tables . كما هو موضـح فى الشكل (٢ – ٣) .

v or d	Corr^n	v or d	Corr^n	v or d	Corr^n
′	′	′	′	′	′
0·0	0·0	6·0	1·6	12·0	3·1
0·1	0·0	6·1	1·6	12·1	3·1
0·2	0·1	6·2	1·6	12·2	3·2
0·3	0·1	6·3	1·6	12·3	3·2
0·4	0·1	6·4	1·7	12·4	3·2
0·5	0·1	6·5	1·7	12·5	3·2
0·6	0·2	6·6	1·7	12·6	3·3
0·7	0·2	6·7	1·7	12·7	3·3
0·8	0·2	6·8	1·8	12·8	3·3
0·9	0·2	6·9	1·8	12·9	3·3
1·0	0·3	7·0	1·8	13·0	3·4
1·1	0·3	7·1	1·8	13·1	3·4
1·2	0·3	7·2	1·9	13·2	3·4
1·3	0·3	7·3	1·9	13·3	3·4
1·4	0·4	7·4	1·9	13·4	3·5

اسلوب استخراج G.H.A. لكل من القمر والكواكب :

مما سبق يتلخص اسلوب استخراج قيم G.H.A. لكل من القمر والكواكب فى الخطوات التالية .

١ – أستخرج قيمة G.H.A. مقابل الساعة الصحيحة فى (UT (G M T من الصفحة اليومية تحت اسم الجرم السماوى .

٢ – استخرج قيمة " V " .

٣ – ادخل فى الجدول المناظر للدقيقة الصحيحة فى UT(G. M. T.) مقابل الثانية المعطاة فى UT (G M T) واستخرج قيمة Increment (Incr.) تحت اسم الجرم السماوى .

٤ – فى نفس الجدول ادخل بقيمة " V " واستخرج التصحيح المقابل ($V - Corr^{n}$)

٥ – اجمع القيم الثلاثة :

G.H.A.(^{h})	
Incr.(^{m} ^{s})	
V - Corr^{n}	
G.H.A.	

للحصول على قيمة GH A التى تقابل التوقيت العالمى UT (G . M. T)

ملحوظة:

فى بعض الاحيان يكون معدل التغير فى قيمة GH A للكوكب الزهرة Venus اقل من (15^{o} 00` / h) . وفى هذه الحالة تعطى " V " بإشارة سالبة ومن ثم يطرح ($V - Corr^{n}$) .

اسلوب استخراج الميل Declination

بالنسبة لجميع الاجرام السماوية عدا النجوم تعطى قيمة Dec . مقابل اى ساعة خلال اى يوم على مدى السنة .

وحيث ان الوقت المطلوب استخراج قيمة Dec فيه ، ليس بالضرورة عددا صحيحا من الساعات ، لذلك يلزم عمل التحشية اللازمة Interpolation بين قيمة Dec المقابلة للساعة الصحيحة فى وقت السؤال وبين قيمة Dec التالية لها مباشرة ولتسهيل تلك الخطوة ، فإنه يدرج فى جداول التقويم البحرى قيمة تسمى (d) وهى معدل التغير الساعى فى قيمة Dec . وتعطى هذه القيمة كل ساعة بالنسبة للقمر (نظرا للتغير السريع فى حركته) وكل ثلاثة ايام (كقيمة متوسطة) اسفل العمود الخاص بكل من الشمس والكواكب الملاحية الاربعة . (شكل ٢ – ٤)

لذلك يلزم الدخول بقيمة (d) فى الجدول الخاص بالدقيقة الصحيحة فى وقت السؤال UT (G.M.T) لاستخراج التصحيح المقابل والذى يسمى d - correction .

ويجب ان نلاحظ ان هذا التصحيح يكون موجبا اذا كان Dec يتزايد فى الصفحة اليومية والعكس صحيح .

UT (GMT)		SUN				MOON					
		G.H.A.		Dec.		G.H.A.	v	Dec.	d	H.P.	
d	h	°	′	°	′	°	′	′	°	′	′	′	′
15	00	176	27.3	S12	50.5	302	44.5	15.2	S14	32.1	11.9	54.4
	01	191	27.4		49.6	317	18.7	15.1	14	44.0	11.9	54.4
	02	206	27.4		48.7	331	52.8	15.1	14	55.9	11.8	54.4
	03	221	27.4	..	47.9	346	26.9	15.1	15	07.7	11.7	54.4
	04	236	27.5		47.0	1	01.0	15.0	15	19.4	11.7	54.4
	05	251	27.5		46.2	15	35.0	15.0	15	31.1	11.6	54.4
	06	266	27.5	S12	45.3	30	09.0	15.0	S15	42.7	11.5	54.3
	07	281	27.5		44.5	44	43.0	14.9	15	54.2	11.4	54.3
T	08	296	27.6		43.6	59	16.9	14.8	16	05.6	11.4	54.3
H	09	311	27.6	..	42.8	73	50.7	14.9	16	17.0	11.3	54.3
U	10	326	27.6		41.9	88	24.6	14.7	16	28.3	11.3	54.3
R	11	341	27.7		41.0	102	58.3	14.8	16	39.6	11.2	54.3
S	12	356	27.7	S12	40.2	117	32.1	14.6	S16	50.8	11.1	54.3
D	13	11	27.7		39.3	132	05.7	14.7	17	01.9	11.0	54.3
A	14	26	27.8		38.5	146	39.4	14.6	17	12.9	11.0	54.3
Y	15	41	27.8	..	37.6	161	13.0	14.5	17	23.9	10.9	54.3
	16	56	27.8		36.7	175	46.5	14.5	17	34.8	10.8	54.3
	17	71	27.9		35.9	190	20.0	14.4	17	45.6	10.8	54.3
	18	86	27.9	S12	35.0	204	53.4	14.4	S17	56.4	10.7	54.3
	19	101	27.9		34.2	219	26.8	14.3	18	07.1	10.6	54.3
	20	116	28.0		33.3	234	00.1	14.3	18	17.7	10.5	54.3
	21	131	28.0	..	32.4	248	33.4	14.2	18	28.2	10.4	54.2
	22	146	28.0		31.6	263	06.6	14.2	18	38.6	10.4	54.2
	23	161	28.1		30.7	277	39.8	14.1	18	49.0	10.3	54.2
		S.D.	16.2	d	0.9	S.D.		14.8		14.8		14.8

مثال محلول (٢ - ١)

من جداول التقويم البحرى	Nautical Almanac Tables	لعام 1990	استخرج		
قيمتى . G . H . A , Dec	للكوكب	Venus	وذلك فى التوقيت العالمى :		
February 15th	10^{s}	15^{m}	14^{h}	UT (G . M . T)	

40　　1990 FEBRUARY 15, 16, 17 (THURS., FRI., SAT.)

UT (GMT)	ARIES	VENUS −4.6	
	G.H.A.	G.H.A.	Dec.
d h	° ′	° ′	° ′
15 00	144 44.5	212 18.5	S15 04.6
01	159 46.9	227 20.3	04.7
02	174 49.4	242 22.1	04.9
03	189 51.8	257 23.9	05.0
04	204 54.3	272 25.6	05.2
05	219 56.8	287 27.4	05.3
06	234 59.2	302 29.2	S15 05.5
07	250 01.7	317 30.9	05.6
T 08	265 04.2	332 32.7	05.8
H 09	280 06.6	347 34.4	05.9
U 10	295 09.1	2 36.2	06.0
R 11	310 11.6	17 37.9	06.2
S 12	325 14.0	32 39.7	S15 06.3
D 13	340 16.5	47 41.4	06.5
A 14	355 18.9	62 43.2	06.6
Y 15	10 21.4	77 44.9	06.8
16	25 23.9	92 46.6	06.9
17	40 26.3	107 48.4	07.0
18	55 28.8	122 50.1	S15 07.2
19	70 31.3	137 51.8	07.3
20	85 33.7	152 53.5	07.5
21	100 36.2	167 55.2	07.6
22	115 38.7	182 56.9	07.8
23	130 41.1	197 58.6	07.9
	v 1.7	d 0.1	

D CORRECTIONS　　15^{m}

15	SUN PLANETS	ARIES	MOON	v or d	Corr^{n}	v or d	Corr^{n}	v or d	Corr^{n}
s	° ′	° ′	° ′	′	′	′	′	′	′
00	3 45·0	3 45·6	3 34·8	0·0	0·0	6·0	1·6	12·0	3·1
01	3 45·3	3 45·9	3 35·0	0·1	0·0	6·1	1·6	12·1	3·1
02	3 45·5	3 46·1	3 35·2	0·2	0·1	6·2	1·6	12·2	3·2
03	3 45·8	3 46·4	3 35·5	0·3	0·1	6·3	1·6	12·3	3·2
04	3 46·0	3 46·6	3 35·7	0·4	0·1	6·4	1·7	12·4	3·2
05	3 46·3	3 46·9	3 35·9	0·5	0·1	6·5	1·7	12·5	3·2
06	3 46·5	3 47·1	3 36·2	0·6	0·2	6·6	1·7	12·6	3·3
07	3 46·8	3 47·4	3 36·4	0·7	0·2	6·7	1·7	12·7	3·3
08	3 47·0	3 47·6	3 36·7	0·8	0·2	6·8	1·8	12·8	3·3
09	3 47·3	3 47·9	3 36·9	0·9	0·2	6·9	1·8	12·9	3·3
10	3 47·5	3 48·1	3 37·1	1·0	0·3	7·0	1·8	13·0	3·4
11	3 47·8	3 48·4	3 37·4	1·1	0·3	7·1	1·8	13·1	3·4
12	3 48·0	3 48·6	3 37·6	1·2	0·3	7·2	1·9	13·2	3·4
13	3 48·3	3 48·9	3 37·9	1·3	0·3	7·3	1·9	13·3	3·4
14	3 48·5	3 49·1	3 38·1	1·4	0·4	7·4	1·9	13·4	3·5

			v
G . H . A . (14^{h})	62°	43.2`	1.7
Incr. (15^{m} 10^{s})	3	47.5	
V Corr .	+	0.4	d 0.1
G . H . A .	66°	31.1`	

Dec	S 15°	06.6`
d Corr .	+	0.0
C . Dec	S 15°	06.6`

مثال محلول (٢-٢)

من جداول التقويم البحرى Nautical Almanac Tables لعـــام 1990
استخرج قيمتى Dec , G.H.A. للقمر Moon فى التوقيت العالمى :
UT (G. M. .T) 14^h 15^m 05^s February 15th

1990 FEBRUARY 15, 16, 17 (THURS., FRI., SAT.)

UT (GMT)	SUN G.H.A.	SUN Dec.	MOON G.H.A.	MOON v	MOON Dec.	MOON d	MOON H.P.
d h	° ′	° ′	° ′	′	° ′	′	′
15 00	176 27.3	S12 50.5	302 44.5	15.2	S14 32.1	11.9	54.4
01	191 27.4	49.6	317 18.7	15.1	14 44.0	11.9	54.4
02	206 27.4	48.7	331 52.8	15.1	14 55.9	11.8	54.4
03	221 27.4	.. 47.9	346 26.9	15.1	15 07.7	11.7	54.4
04	236 27.5	47.0	1 01.0	15.0	15 19.4	11.7	54.4
05	251 27.5	46.2	15 35.0	15.0	15 31.1	11.6	54.4
06	266 27.5	S12 45.3	30 09.0	15.0	S15 42.7	11.5	54.3
07	281 27.5	44.5	44 43.0	14.9	15 54.2	11.4	54.3
T 08	296 27.6	43.6	59 16.9	14.8	16 05.6	11.4	54.3
H 09	311 27.6	.. 42.8	73 50.7	14.9	16 17.0	11.3	54.3
U 10	326 27.6	41.9	88 24.6	14.7	16 28.3	11.3	54.3
R 11	341 27.7	41.0	102 58.3	14.8	16 39.6	11.2	54.3
S 12	356 27.7	S12 40.2	117 32.1	14.6	S16 50.8	11.1	54.3
D 13	11 27.7	39.3	132 05.7	14.7	17 01.9	11.0	54.3
A 14	26 27.8	38.5	146 39.4	14.6	17 12.9	11.0	54.3
Y 15	41 27.8	.. 37.6	161 13.0	14.5	17 23.9	10.9	54.3
16	56 27.8	36.7	175 46.5	14.5	17 34.8	10.8	54.3
17	71 27.9	35.9	190 20.0	14.4	17 45.6	10.8	54.3

15	SUN PLANETS	ARIES	MOON
s	° ′	° ′	° ′
00	3 45·0	3 45·6	3 34·8
01	3 45·3	3 45·9	3 35·0
02	3 45·5	3 46·1	3 35·2
03	3 45·8	3 46·4	3 35·5
04	3 46·0	3 46·6	3 35·7
05	3 46·3	3 46·9	3 35·9
06	3 46·5	3 47·1	3 36·2
07	3 46·8	3 47·4	3 36·4
08	3 47·0	3 47·6	3 36·7
09	3 47·3	3 47·9	3 36·9
10	3 47·5	3 48·1	3 37·1
11	3 47·8	3 48·4	3 37·4
12	3 48·0	3 48·6	3 37·6
13	3 48·3	3 48·9	3 37·9
14	3 48·5	3 49·1	3 38·1

			v				
G.H.A. (14^h)	146°	39.4`	14.6	Dec	S	17°	12.9`
Incr. (15^m 05^s)	3	35.9		d Corr.		+	2.8
V Corr ^{n}.	+	3.8	d +11.0	C.Dec	S	17°	15.7`
G.H.A.	150°	19.1`					

اسلوب استخراج G.H.A. للشمس :

فى حالة الشمس يكون معدل التغير فى قيمة GHA منتظما فى حدود الدقة المسموح بها ويساوى (15^{o} 00' / h) . وبالتالى تم حساب جداول الفروق على اساس هذا المعدل المنتظم ، ومن ثم لا توجد " V " فى حالة الشمس .

ويتلخص اسلوب استخراج قيمة GHA للشمس فيما يلى :

١ – استخرج قيمة GHA مقابل الساعة الصحيحة فى UT (G. M. T) من الصفحة اليومية تحت اسم الشمس .

٢ – ادخل فى الجدول المناظر للدقيقة الصحيحة فى UT (G. M. T) مقابل الثانية المعطاة فى UT (G. M. T) واستخرج قيمة Increments تحت اسم الشمس .

٣ – اجمع القيم :

G.H.A.(^{h})	
Incr.(^{m} ^{s})	
GHA	

للحصول على GHA التى تقابل التوقيت العالمى UT (G. M. T)

مثال محلول (٢ – ٣)

من جداول التقويم البحـرى Nautical Almanac Tables لعام 1990
استخرج قيمتى . G . H . A , Dec للشمس Sun فى التوقيت العالمى :
UT (G . M . T)　14^h　15^m　15^s February 15th

1990 FEBRUARY 15, 16, 17 (THURS., FRI., SAT.)

UT (GMT)	SUN G.H.A.	SUN Dec.
d h	° ′	° ′
15 00	176 27.3	S12 50.5
01	191 27.4	49.6
02	206 27.4	48.7
03	221 27.4	47.9
04	236 27.5	47.0
05	251 27.5	46.2
06	266 27.5	S12 45.3
07	281 27.5	44.5
T 08	296 27.6	43.6
H 09	311 27.6	42.8
U 10	326 27.6	41.9
R 11	341 27.7	41.0
S 12	356 27.7	S12 40.2
D 13	11 27.7	39.3
A 14	26 27.8	38.5
Y 15	41 27.8	37.6
16	56 27.8	36.7
17	71 27.9	35.9
18	86 27.9	S12 35.0
19	101 27.9	34.2
20	116 28.0	33.3
21	131 28.0	32.4
22	146 28.0	31.6
23	161 28.1	30.7
	S.D. 16.2	d 0.9

15 s	SUN PLANETS ° ′	ARIES ° ′	MOON ° ′	v or d ′	Corr ′	v or d ′	Corr ′	v or d ′	Corr ′
00	3 45·0	3 45·6	3 34·8	0·0	0·0	6·0	1·6	12·0	3·1
01	3 45·3	3 45·9	3 35·0	0·1	0·0	6·1	1·6	12·1	3·1
02	3 45·5	3 46·1	3 35·2	0·2	0·1	6·2	1·6	12·2	3·2
03	3 45·8	3 46·4	3 35·5	0·3	0·1	6·3	1·6	12·3	3·2
04	3 46·0	3 46·6	3 35·7	0·4	0·1	6·4	1·7	12·4	3·2
05	3 46·3	3 46·9	3 35·9	0·5	0·1	6·5	1·7	12·5	3·2
06	3 46·5	3 47·1	3 36·2	0·6	0·2	6·6	1·7	12·6	3·3
07	3 46·8	3 47·4	3 36·4	0·7	0·2	6·7	1·7	12·7	3·3
08	3 47·0	3 47·6	3 36·7	0·8	0·2	6·8	1·8	12·8	3·3
09	3 47·3	3 47·9	3 36·9	0·9	0·2	6·9	1·8	12·9	3·3
10	3 47·5	3 48·1	3 37·1	1·0	0·3	7·0	1·8	13·0	3·4
11	3 47·8	3 48·4	3 37·4	1·1	0·3	7·1	1·8	13·1	3·4
12	3 48·0	3 48·6	3 37·6	1·2	0·3	7·2	1·9	13·2	3·4
13	3 48·3	3 48·9	3 37·9	1·3	0·3	7·3	1·9	13·3	3·4
14	3 48·5	3 49·1	3 38·1	1·4	0·4	7·4	1·9	13·4	3·5
15	3 48·8	3 49·4	3 38·3	1·5	0·4	7·5	1·9	13·5	3·5
16	3 49·0	3 49·6	3 38·6	1·6	0·4	7·6	2·0	13·6	3·5
17	3 49·3	3 49·9	3 38·8	1·7	0·4	7·7	2·0	13·7	3·5
18	3 49·5	3 50·1	3 39·0	1·8	0·5	7·8	2·0	13·8	3·6
19	3 49·8	3 50·4	3 39·3	1·9	0·5	7·9	2·0	13·9	3·6

G . H . A . (14^h)	26°	27.8`		Dec	S 12°	38.5`
Incr. ($15^m 15^s$)	3	48.8		d Corr .	–	0. 2
G . H . A .	30°	16.6`	d -0.9	C . Dec	S 12°	38.3`

اسلوب استخراج G.H.A. لنجم ملاحى :

فى حالة النجوم تكون قيمة S.H.A.* ثابتة على المدى القصير . وحيث أن :

$$G.H.A^* = G.H.A\gamma + S.H.A^*$$

لذلك تم الاستفادة من هذه العلاقة فى الحصول على قيمة G.H.A لاى نجم ملاحى على مرحلتين كما يلى :

١- استخرج قيمة $G.H.A_\gamma$ مقابل الساعة الصحيحة فى UT (G.M.T) من الصفحة اليومية تحت العمود الخاص (Aries)

٢ - من نفس الصفحة ومقابل اسم النجم استخرج قيمة S.H.A.

٣ - ادخل فى الجدول المناظر للدقيقة الصحيحة فى UT (G.M.T) مقابل الثانية المعطاة فى UT (G.M.T) واستخرج قيمة Inerement تحت العمـــود الخاص (Aries) .

٤ - اجمع القيم الثلاث :

G.H.Aγ (h)	
Incr.γ (m s	
S.H.A*	
G.H.A.	

لتحصل على قيمة G.H.A. للنجم المطلوب .

اسلوب استخراج Dec. لنجم :

فى الصفحة اليومية ومقابل اسم النجم تدرج قيمة Dec لهذا النجم وهى ثابتة على مدى الايام الثلاثة .

مثال محلول (٢ - ٤)

من جداول التقويم البحرى Nautical Almanac Tables لعـــام 1990
استخرج قيمتى G.H.A. , Dec للنجم Acrux فى التوقيت العالمى :
UT (G.M.T)　14^h　15^m　15^s　Februray 15th

1990 FEBRUARY 15, 16, 17

40

UT (GMT)	ARIES G.H.A.	STARS Name	S.H.A.	Dec.
d h	° ′		° ′	° ′
15 00	144 44.5	Acamar	315 31.6	S40 20.8
01	159 46.9	Achernar	335 39.8	S57 17.4
02	174 49.4	Acrux	173 28.7	S63 02.6
03	189 51.8	Adhara	255 26.0	S28 57.6
04	204 54.3	Aldebaran	291 09.4	N16 29.5
05	219 56.8			
06	234 59.2	Alioth	166 35.3	N56 00.4
07	250 01.7	Alkaid	153 12.2	N49 21.3
T 08	265 04.2	Al Na'ir	28 05.9	S47 00.6
H 09	280 06.6	Alnilam	276 04.0	S 1 12.5
U 10	295 09.1	Alphard	218 13.0	S 8 37.0
R 11	310 11.6			
S 12	325 14.0	Alphecca	126 25.7	N26 44.5
D 13	340 16.5	Alpheratz	358 02.0	N29 02.2
A 14	355 18.9	Altair	62 25.6	N 8 50.3
Y 15	10 21.4	Ankaa	353 33.1	S42 21.7
16	25 23.9	Antares	112 47.9	S26 24.7
17	40 26.3			
18	55 28.8	Arcturus	146 11.5	N19 13.7
19	70 31.3	Atria	108 05.7	S69 00.5
20	85 33.7	Avior	234 24.7	S59 28.8
21	100 36.2	Bellatrix	278 50.6	N 6 20.5
22	115 38.7	Betelgeuse	271 20.1	N 7 24.4

15	SUN PLANETS	ARIES	MOON
s	° ′	° ′	° ′
00	3 45·0	3 45·6	3 34·8
01	3 45·3	3 45·9	3 35·0
02	3 45·5	3 46·1	3 35·2
03	3 45·8	3 46·4	3 35·5
04	3 46·0	3 46·6	3 35·7
05	3 46·3	3 46·9	3 35·9
06	3 46·5	3 47·1	3 36·2
07	3 46·8	3 47·4	3 36·4
08	3 47·0	3 47·6	3 36·7
09	3 47·3	3 47·9	3 36·9
10	3 47·5	3 48·1	3 37·1
11	3 47·8	3 48·4	3 37·4
12	3 48·0	3 48·6	3 37·6
13	3 48·3	3 48·9	3 37·9
14	3 48·5	3 49·1	3 38·1
15	3 48·8	3 49·4	3 38·3
16	3 49·0	3 49·6	3 38·6
17	3 49·3	3 49·9	3 38·8
18	3 49·5	3 50·1	3 39·0
19	3 49·8	3 50·4	3 39·3

G.H.A γ (14^h)	355°	18.9′
Incr. (15^m 15^s)	3	49.4
S.H.A.*	173°	28.7′
G.H.A*	172°	37.0′

Dec* S 63° 02.6′

تمارين الفصل الثاني

Find L.H.A. and Dec. in the following:

	G.M.T / Date	Long	Body
1	14h 58m 23s ; Dec. 15th	170° 03' W	Star Adhara
2	3 54 49 ; Jan. 6th	145 50 W	Planet Venus
3	19 41 06 ; Oct..23rd	25 40 W	Moon
4	7 41 26 ; Feb. 7th	26 09 W	Star Vega
5	8 55 02 ; Oct. 7th	66 18 W	Planet Jupiter
6	12 02 50 ; Jan..19th	45 45 W	Moon
7	2 24 11 ; Jul. 13th	152 12 W	Sun
8	00 44 53 ; May.13th	143 00 E	Sun

Answers :

	L. H. A.	Declination
1	33° 58.6'	S 28° 57.5'
2	71 36.8	S 15° 59.4'
3	35 03.6	S 26° 20.8'
4	307 14.0	N 38° 46.1'
5	311 22.6	N 18° 19.1'
6	41 52.0	S 18° 19.0'
7	62 26.2	N 21° 53.0'
8	335 08.8	N 18° 16.4'

9. Z.T. 1115 Jun. 25th, 1990 ,
in D.R. position (35° 09' S ; 170° 15' E)
ch. error 3m 04s Fast
ch. Time 00h 15m 58s
Find the L.H.A. and declination of the Moon
(Ans. 320° 31.7' / N 19° 45.6')

10. At the evening twilight on Jan. 2nd, 1990 ,
in D.R. position (18° 30' N ; 140° 40' W)
ch. error 2m 10s Fast
ch. Time 3h 15m 40s
Find the L.H.A. and declination of the planet Venus
(Ans. 62° 28.3' / S 16° 33.0')

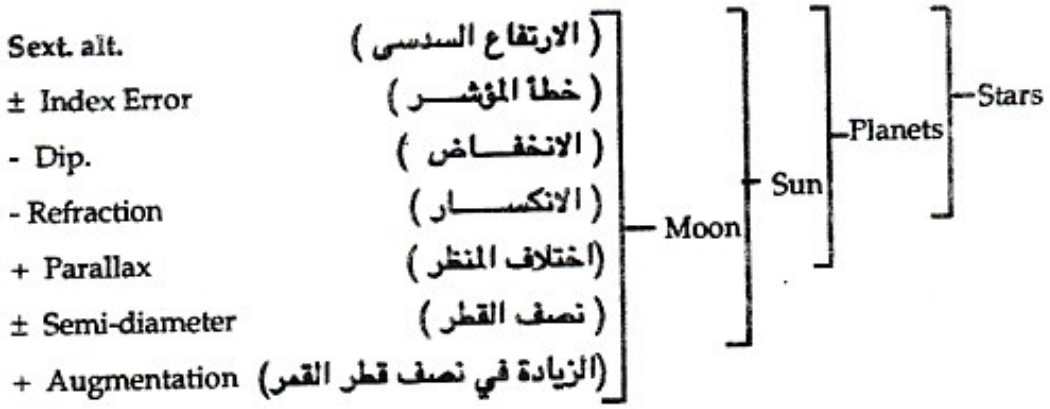
11. At the evening twilight on May 1st, 1990 ,
in D.R. position (36° 15' N ; 175° 18' E)
ch. error 4m 41s Slow
ch. Time 7h 28m 14s
Find the L.H.A. and declination of Alkaid
(Ans. 300° 42.1' / N 49° 21.6')

12. At Z.T. 1105 on Oct. 11th, 1990 ,
in D.R. position (22° 05.1' S ; 49° 51.3' W).
ch. error 10m 14s Slow
ch. Time 1h 54m 50s
Find the L.H.A. and declination of the Sun
(Ans. 344° 43.1' / S 7° 03.7')

الفصل الثالث

تصحيح الارتفاع السدسي Sext. alt.

يمكن تلخيص التصحيحات التى يلزم اضافتها الى الارتفاع السدسي Sext. alt. لكى نحصل على الارتفاع الحقيقى True alt ، فى الشكل التوضيحى التالى :



وفيما يلى كيفية الحصول على كل من هذه التصحيحات من جداول التقويم البحرى:

١ – خطأ المؤشر Index Error (I.E.)

يعطى I.E. فى التمارين باحدى الصور التالية :

أ – بإشارته مباشرة مثل (+2.1') أو (-0.7')

ب – تعطى القيمة فقط متبوعة بأحد التعبيرات التالية :

(2.1') off the arc　　فتكون الاشارة (+)

(2.7') on the arc　　فتكون الاشارة (–)

جـ – تعطى قيمتى القرائتين on the arc , off the arc وفى هذه الحالة نطبق القانون التالى للحصول على I.E. باشارته

$$I.E. = \frac{\text{Reading off arc} - \text{Reading on arc}}{2}$$

فمثلا اذا كانت Reading off arc تبلغ 31.2'

و كانت Reading on arc تبلغ 33.4

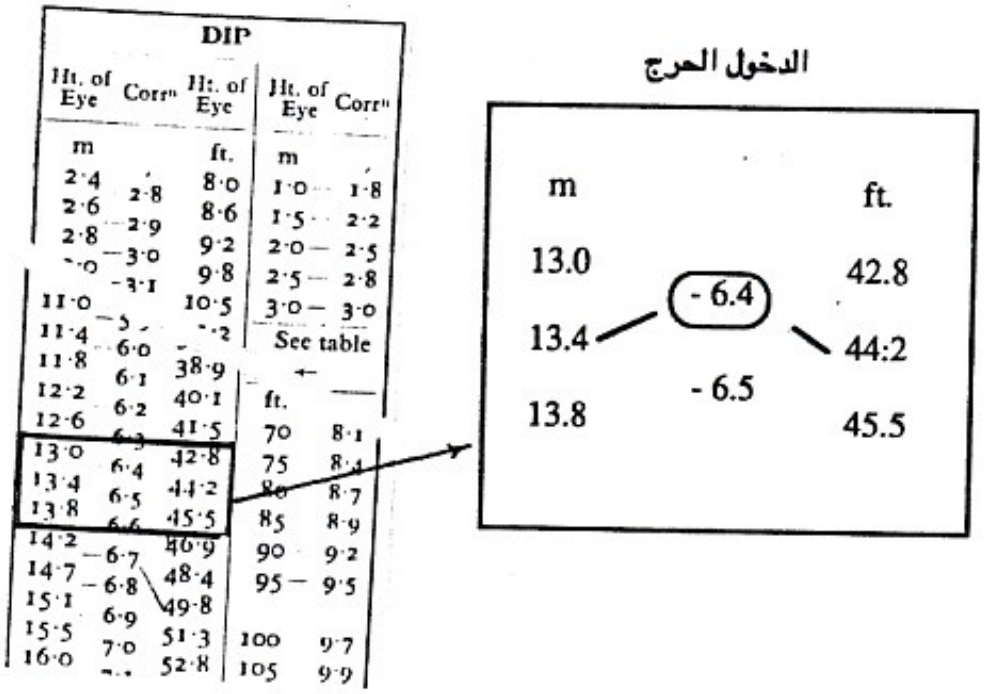
فإن I.E. تكون قيمته :

$$I.E = \frac{31.2 - 33.4}{2} = -1.1'$$

٢-الانخفـــاض DIP

نحصل على قيمة الانخفاض DIP من الجدول المدرج في الغلاف الامامي لجداول التقويم البحرى Nautical Almanac Tables وهذا الجدول يندرج تحت مسمى الجداول الحرجة Critical Table، حيث تعطى قيمة واحدة للانخفاض مقابل مدى محدد لارتفاع عين الراصد Height of eye . سواء بالمتر او بالقدم . والجدول الحرج يعنى أخذ القيمة العليا من التصحيحين المحتملين إذا كان دخول الجدول بالقيمةالحرجة

فعلى سبيل المثال يكون تصحيح DIP الذى قيمته (-6.5') مقابـــلا لمدى ارتفاع العين (44.3 ---> 45.5 ft.) أو (13.5 ---> 13.8 m) أما اذا كان ارتفاع العين (44.2 ft.) أو (13.4 m) فإن قيمة التصحيح تكون (-6.4')



DIP

Ht. of Eye	Corrn	Ht. of Eye	Ht. of Eye	Corrn
m		ft.	m	
2·4		8·0	1·0	1·8
2·6	2·8	8·6	1·5	2·2
2·8	2·9	9·2	2·0	2·5
·0	3·0	9·8	2·5	2·8
	3·1		3·0	3·0
11·0		10·5		
11·4	6·0		See table	
11·8	6·1	38·9	←	
12·2	6·2	40·1	ft.	
12·6	6·3	41·5	70	8·1
13·0	6·4	42·8	75	8·4
13·4	6·5	44·2	80	8·7
13·8	6·6	45·5	85	8·9
14·2	6·7	46·9	90	9·2
14·7	6·8	48·4	95	9·5
15·1	6·9	49·8		
15·5	7·0	51·3	100	9·7
16·0		52·8	105	9·9

الدخول الحرج

m		ft.
13.0		42.8
13.4	- 6.4	44:2
	- 6.5	
13.8		45.5

٣ – باقي التصحيحات :

يعطى فى الغلاف الأمامى لجداول التقويم البحرى Nautical Almanac Tables جدولين منفصلين أحدهما وهو الأيسر خاص بتصحيحات الشمس والثانى خاص بتصحيحات كل من النجوم والكواكب

أ – جدول تصحيحات الشمس :

هذا الجدول ينقسم بدوره الى جدولين فرعيين الأيسر للفتره من اكتوبر وحتى مارس والأيمن للفتره من إبريل وحتى سبتمبر . ويعطى كل جدول منها قيمتين للتصحيح الكلى احداهما عند رصد الحافه السفلى للشمس Lower Limb ويكون موجبا (+) والثانى عند رصد الحافه العليا Upper llimb ويكون سالبا (–) .

وهذه الجداول تتدرج أيضا تحت مسمى الجداول الحرجه . حيث ندخل بقيمه الارتفاع الظاهرى . Apparent altitnde (App . Alt) لاستخراج التصحيح .

أمثله :

– ١

OCT.—MAR.	SUN	APR.—SEPT.
App. Alt.	Lower Limb	Upper Limb	App. Alt.	Lower Limb	Upper Limb
° ′	′	′	° ′	′	′
9 34	+10·8	−21·5	9 39	+10·6	−21·2
9 45	+10·9	−21·4	9 51	+10·7	−21·1
9 56	+11·0	−21·3	10 03	+10·8	−21·0
10 08	+11·1	−21·2	10 15	+10·9	−20·9
11 [illegible]	[illegible]	[illegible]	10 27	+11·0	−20·8
12 02	+11·9	−20·[illegible]	10 40	+11·1	−20·7
12 19	+12·0	−20·3	[illegible]	[illegible]	−20·6
12 37	+12·1	−20·2	12 46	+11·9	−[illegible]
12 55	+12·2	20·1	13 05	12·0	19·8
13 14	12·3	20·0	13 24	12·1	19·7
13 35	+12·4	−19·9	13 45	+12·2	−19·6
13 56	+12·5	−19·8	14 07	+12·3	−19·5
14 18	+12·6	−19·7	14 30	+12·4	−19·4
14 42	+12·7	−19·6	14 54	+12·5	−19·3
15 06	+12·8	19·5	15 19	12·6	19·2
15 32	+12·9	−19·4	15 46	12·7	19·1
15 59	+13·0	−19·3	16 14	12·8	19·0
16 28	+13·1	−19·2	16 44	12·9	18·9
16 [illegible]	+13·2	19·1	17 15	13·0	18·8
17 [illegible]	+13·3	−19·0	17 48	13·1	18·7
18 06	+13·4	−18·9	18 24	+13·2	−18·6
18 42	+13·5	−18·8	19 01	+13·3	−18·5
19 21	+13·6	−18·7	19 42	13·4	18·4
20 03	+13·7	−18·6	20 25	13·5	18·3
20 48	+13·8	−18·5	21 11	+13·6	−18·2

Month : October

App . Alt . : 17° 16'

Limb : Lower

نستخرج التصحيح :

Correction + 13.2'

– ٢

Month : May

App . Alt : 15° 46'

Limb : Upper

نستخرج التصحيح :

Corr^{n} : - 19.2'

ب – جدول تصحيحات النجوم والكواكب :

يندرج التصحيح الخاص بكل من النجوم والكواكب فى جدول واحد ، وهو الجدول الأوسط بين جدولى الإنخفاض وتصحيحات الشمس فى ظهر الغلاف الأمامى لجداول التقويم البحرى Nautical Almanac Tables . وهذا الجدول يندرج أيضا تحت مسمى الجداول الحرجه Critical Tables حيث ندخله بقيمه الارتفاع الظاهرى (App. Alt.) Apparent Altitude للحصول على التصحيح Correction وفى حاله الكوكبين Mars , Venus نحصل من الجزء الأيمن فى جدول تصحيحات النجوم والكواكب على تصحيح إضافى (Add . Corrn) Additional Correction بقيمه الارتفاع الظاهرى (App . Alt.) أيضا ولكن فى الفتره المحدده التى تم فيها الرصد .

مثال :

– ١

Body : Star

App. Alt : 18° 38'

نستخرج التصحيح :

Corrn : - 2.9'

– ٢

Body VENUS

App . Alt . : 30° 39'

Date : oct. 1st

نستخرج التصحيحات :

Corrn	- 1. 6'
Add . Corrn	+ 0. 1'
Total Corrn	- 1. 5'

STARS AND PLANETS

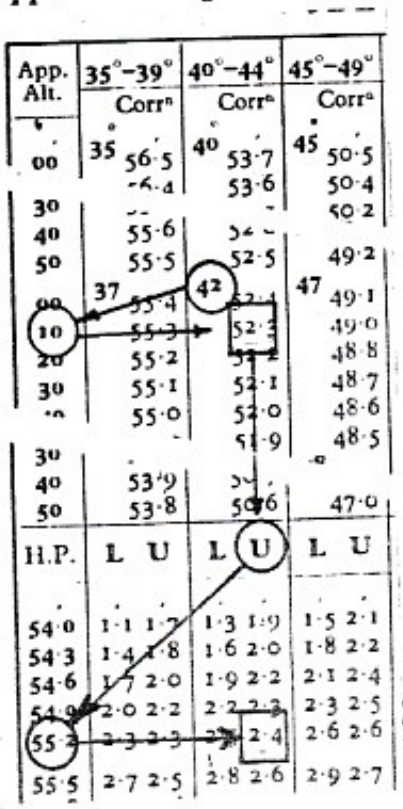
App. Alt.	Corrn	App. Alt.	Additional Corrn
° ′	′		
9 56	— 5·3		1990
10 08	5·2		VENUS
10 20	— 5·1		Jan. 1–Feb. 8
10 33	— 5·0		
		0	+ 0·5
14 4[illegible]	— [illegible]	26	+ 0·4
15 04	— 3·5	46	+ 0·3
15 30	3·4	Mar. 19	
15 57	3·3		
16 26	— 3·2	0	+ 0·2
16 56	— 3·1	41	+ 0·1
17 28	3·0	76	
18 02	2·9	May 8–Dec. 31	
18 38	— 2·8	→ 0	+ 0·1
19 17	— 2·7	60	
19 58	— 2·6		
20 42	— 2·5		
21 28	2·4		MARS
22 19	— 2·3		Jan. 1–Aug. 9
23 13	— 2·2		
24 11	2·1	0	+ 0·1
25 14	2·0	60	
26 22	1·9		Aug. 10–Oct. 21
27 36	— 1·8		
28 56	— 1·7	0	+ 0·2
30 24	1·6	41	+ 0·1
→ 32 00	1·5	76	
33 45	— 1·4		Oct. 22–Dec. 17
35 40	— 1·3		
37 48	— 1·2	0	+ 0·3
		34	+ 0·2
		60	+ 0·1
		80	

جـ – جدول تصحيحات القمر :

نعطى تصحيحات القمر فى ظهر الغلاف الأخير لجداول التقويم البحرى Nautical Almanac Tables ، فى صفحتين متقابلتين . الصفحه جهه اليسار للارتفاعات من (°35 <—— °0) والصفحه جهه اليمين للارتفاعات من <—— °35) (90° . وتنقسم الجداول الى أعمده رأسيه حيث ينقسم كل عمود الى نصفين علوى وسفلى .

النصف العلوى من كل عمود يعطى التصحيح الاول 1st Corrn لفترة (°5) بفاصل (10') لقيمة الارتفاع الظاهرى (App. a lt..) أما النصف السفلى من كل عمود فيعطى التصحيح الثانى 2nd Correction المقابل لقيمه إختلاف المنظر الأفقى . Horizontal Parallax (H. P.) ونلاحظ أن النصف السفلى من كل عمود ينقسم بدوره الى عمودين فرعيين الأيسر منهما (L) يستخدم عند رصد الحافه السفلى Lower Limb والأيمن (U) يستخدم عند رصد الحافه العليا Upper Limb

مثال :



App. Alt.	35°–39° Corrⁿ	40°–44° Corrⁿ	45°–49° Corrⁿ
° ′	° ′	° ′	° ′
00	35 56·5	40 53·7	45 50·5
	56·4	53·6	50·4
30			50·2
40	55·6		
50	55·5	52·5	49·2
00	37 55·4	42 52·4	47 49·1
10	55·3	52·3	49·0
20	55·2	52·2	48·8
30	55·1	52·1	48·7
	55·0	52·0	48·6
		51·9	48·5
30			
40	53·9		
50	53·8	50·6	47·0
H.P.	L U	L U	L U
′	′ ′	′ ′	′ ′
54·0	1·1 1·7	1·3 1·9	1·5 2·1
54·3	1·4 1·8	1·6 2·0	1·8 2·2
54·6	1·7 2·0	1·9 2·2	2·1 2·4
54·9	2·0 2·2	2·2 2·3	2·3 2·5
55·2	2·3 2·3	2·4	2·6 2·6
55·5	2·7 2·5	2·8 2·6	2·9 2·7

H . P . : 55.2'

App . Alt : 42° 12'

Limb : Upper

نستخرج التصحيحات التاليه :

1st Corrn	+ 52.3'
2nd Corrn	+ 2.4
) (- 30')	- 30 .0
Total Corrⁿ	+ 24 .7'

ملحوظه هامه :

جميع التصحيحات موجبة ، ولكن يجب طرح (°; (30') عند رصد الحافه العليا للقمر

مثال محلول (٣ – ١)

تم رصد النجم	Capella	وكانت نتائج الرصد :
الأرتفاع السدسى	43° 15.1'	Sext . alt .
ارتفاع العين	12.8m	H . E .
خطأ المؤشر	1.1' on the arc	I . E .
أوجد الارتفاع الحقيقى	True altitude	

Sext . alt .	43° 15.1'
I. E .	- 1.1
obs . alt	43° 14.0'
Dip	- 6.3
app. alt .	43° 07.7
Corr^{n}	- 1.0
True alt	43° 06.7

مثال محلول (٣ – ٢)

تم رصد الكوكب	Mars فى Feb. 20th	وكانت نتائج الرصد
الأرتفاع السدسى	33°40.2'	Sext . alt .
ارتفاع العين	14.2 m	H . E .
خطأ المؤشر	1.7' off the arc	I . E .
أوجد الارتفاع الحقيقى	True altitude	

Sext . alt .	33° 40.2'
I. E .	+ 1.7
obs . alt	33° 41.9'
Dip	- 6.6
app. alt .	33° 35.3
Corr^{n}	- 1.5
Add . Corrn	+ 0.1
True alt .	33° 33.9'

مثال محلول (٣ – ٣)

تم رصد الحافه السفلى للشمس Sun's Lower Limb
فى July 15th وكانت نتائج الرصد :

الأرتفاع السدسى	54° 41.9'	Sext . alt .
ارتفاع العين	10 metres	H . E .
خطأ المؤشر	+ 1.3'	I . E

أوجد الارتفاع الحقيقى　　True altitude

Sext . alt .	54° 41.9'
I. E .	+ 1.3
obs . alt	54° 43.2'
Dip	- 5.6
app. alt .	54° 37.6
Corr^{n}	+ 15.3
True alt .	54° 52.9'

مثال محلول (٣ – ٤)

تم رصد الحافه العليا للشمس Sun's Upper Limb
فى October 20th وكانت نتائج الرصد :

الأرتفاع السدسى	43° 18.7'	Sext . alt .
ارتفاع العين	7.8 metes	H . E .
خطأ المؤشر	- 0.9'	I . E

أوجد الارتفاع الحقيقى　　True alt.

Sext . alt .	43° 18.7'
I. E .	- 0.9
obs . alt	45° 17.8'
Dip	- 4.9
app. alt .	43° 12.9
Corr^{n}	- 17.1
True alt .	42° 55.8'

مثال محلول (٣ - ٥)

تم رصد الحافه السفلى للقمر Moon's Lower Limb في :
UT(G . M . T) 1900 April 15th وكانت نتائج الرصد :

الأرتفاع السدسى	38° 20.9'	Sext . alt .
ارتفاع العين	13.8 meters	H . E .
خطأ المؤشر	-1.3'	I . E
أوجد الارتفاع الحقيقى		True alt.

Sext . alt .	38° 20.9'
I. E .	- 1.3'
obs . alt	38° 19.6'
Dip	- 6.5
app. alt .	38° 13.1'
Corrn 1	+ 54.8
Corrn 2	+ 1.6
True alt .	39° 09.5'

١ - تم استخراج قيمه H . P من الصفحه اليوميه وكانت :54.5' .

٢ - يتم عمل Interpolation لإستخراج قيمه Corrn 2

مثال محلول (٣ – ٦)

تم رصد الحافه العليا للقمر Moon's Upper Limb وذلك فى
UT(G . M . T). 1110 May 1st وكانت نتائج الرصد :

الأرتفاع السدسى	31° 20'. 2	Sext . alt .
ارتفاع العين	8.9 meters	H . E .
خطأ المؤشر	+ 2.7'	I . E
أوجد الارتفاع الحقيقى		True alt.

١ – تم استخراج قيمه H . P . من
الصفحه اليوميه وكانت : H . P . = 57.6'

٢ – يتم طرح (30') فى حاله رصد
الحافه العليا للقمر فقط .

Sext . alt .	31° 20.2'
I. E .	+ 2.7
obs . alt	31° 22.9'
Dip	- 5.3
app. alt .	31° 17.6'
Corr^{n} 1	+ 58.3
Corr^{n} 2	+ 3.6
) - 30'	- 30.0
True alt .	31° 49.5'

تمارين الفصل الثالث

Find the true altitude in each :

	Date	Body	Sext. alt	I. E.	Ht. of eye
1	Sept. 19th	Sun L.L	41° 57.6'	2.2' off the arc	12 m
2	Feb. 19th	Sun U.L.	36° 41.2'	1.1' on the arc	10.4 m
3	Aug. 13th(17^h)	Moon U.L.	66° 20.7'	0.8' off the arc	11.2 m
4	Nov. 26th(17^h)	Moon L.L.	52° 38.3'	2.3' on the arc	12.9 m
5	June 24th	Vega	27° 24.8'	1.2' off the arc	12.0 m
6	July 2nd	Arcturus	9° 30.1'	2.7' off the arc	9.6 m
7	Jan. 5th	Venus	9° 09.6'	1.1' off the arc	9.5 m
8	Sept.11th	Mars	58° 14.3'	1.2' off the arc	12.9 m

Answers :

1. 42° 08.6'
2. 36° 17.0
3. 66° 22.8'
4. 53° 19.5'
5. 27° 18.0'
6. 9° 21.7'
7. 9° 00.0'
8. 58° 08.7'

9. At February 10th, 1990
Sext. alt. of Planet Venus was 28° 15.9'
I.E. 2.1' on the arc ; Ht. of eye 15.1 m.
Find the true altitude
(Ans. 58° 05.6')

10. At June 18th, 1990, GMT 3 h 15m 40s,
Sext. alt. of Moon U.L. was 48° 12.5'
I.E. 1.0' off the arc ; Ht. of eye 9.1 m.
Find the true altitude
(Ans. 48° 30.8')

11. At March 11th, 1990,
Sext. alt. of Sun L.L. was 61° 28.9'
I.E. 2.1' on the arc ; Ht. of eye 8 m.
Find the true altitude
(Ans. 61° 37.5')

12. At May 15th, 1990,
Sext. alt. of Spica was 58° 17.4'
I.E. 1.2' off the arc ; Ht. of eye 14.3 m.
Find the true altitude
(Ans. 58° 08.9')

الفصل الرابع

حل المثلث الفلكى PZX

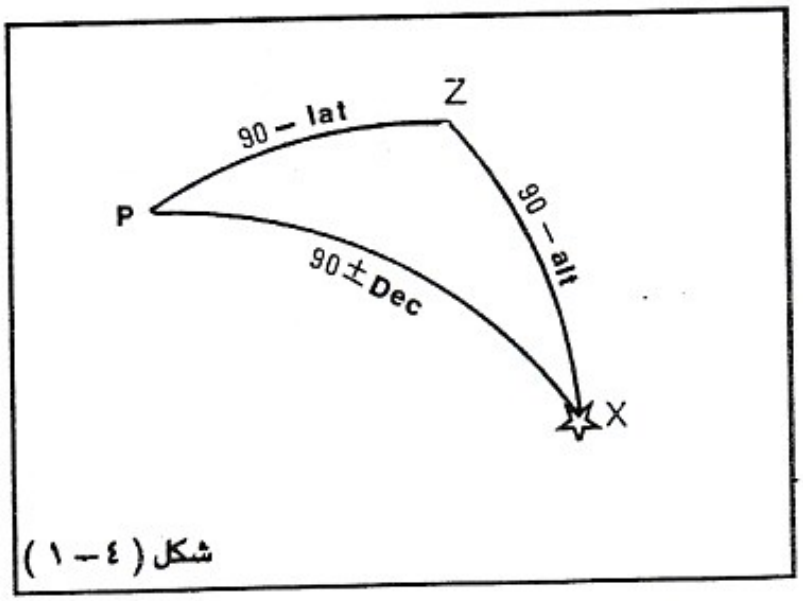
اولا : اسلوب حل المثلث الفلكى PZX اذا علم ضلعان وزاوية محصورة .

اثناء حل الرصدة الفلكية بأسلوب مارك سانت هيلير (الفصل الثامن) اومايسمى (طريقة الفرق Intercept method) يكون معلوما فى المثلث الفلكى PZX المتغيرات الثلاثة .

1 . Side　　PZ = (90^{o} - lat)

2 . Side　　PX = (90^{o} ± Dec)

3 . Angle　　P = L . H . A .



شكل (٤ – ١)

ويكون المطلوب هو ايجاد الضلع الثالث ; Side ZX = (90 - alt) او ما يسمى Calculated Zenith Distance (C . Z . D.) وهناك طريقتين للحل إحداهما بإستخدام دالة Haversine والثانية بإستخدام جداول NP - 401)

(. وفيما يلى شرح لاسلوب الحل بكل من هاتين الطريقتين .

١ – الحل بإستخدام دالة Haversine :

فى شكل (٤ – ١) وبتطبيق دالة Haversine على الضلع ZX نحصل على :

$$Hav\ ZX = Hav\ P\ .\sin PZ\ .\ Sin\ PX + Hav\ (\ PZ - PX\ )$$

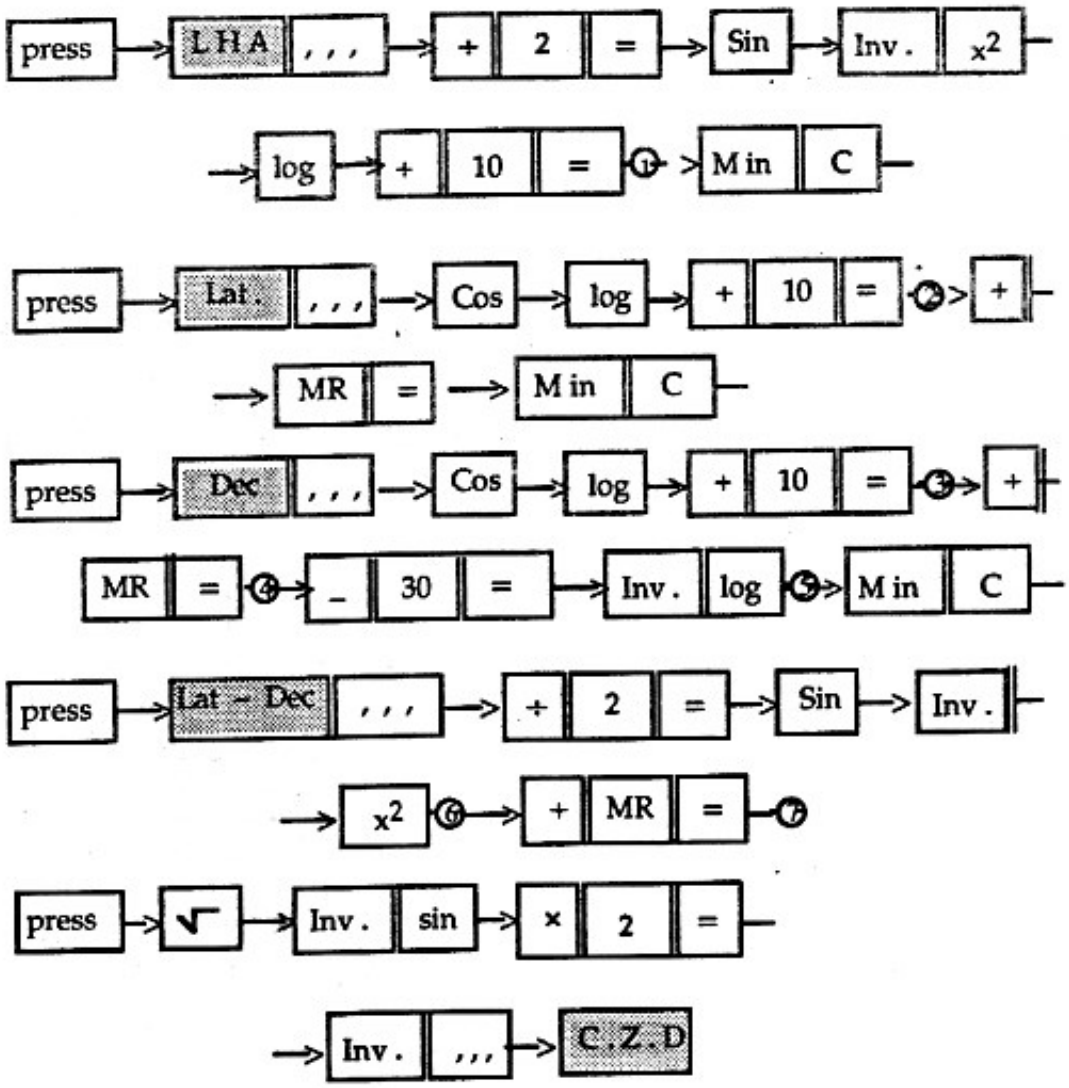
وبتطبيق هذه الدالة على بيانات المثلث PZX نحصل على الشكل التالى للعلاقة :

$$Hav\ (CZD) = Hav\ (L\ H\ A\ )\ Cos\ lat\ .\ Cos\ Dec\ .\ +\ Hav\ (lat - Dec\ )$$

ويمكن تطبيق النموذج التالى لحل هذه العلاقة :

L . H . A .	log hav	1
Lat .	(+) log Cos	2
Dec .	(+) log Cos	3
	log hav	4
	n . hav	5
Lat ~ Dec	(+) n . hav	6
C . Z . D .	n . hav	7

وخطوات استخدام الآلة الحاسبة تكون كما يلي :



مثال محلول (٤ - ١)

أثناء حل رصدة فلكية بطريقة الفرق Intercept method تم الحصول على النتائج التالية :

L . H . A .	319°	40.2`
D.R. lat	31°	15.2 N
Dec .	38°	45.6 N

بإستخدام الآلة الحاسبة Calculator أوجد قيمة البعد السمتى الحسابى C . Z . D .

L . H . A .	319°	40.2`	lg hav	9.07495
Lat .	31°	15.2 N	lg Cos	9.93191
Dec .	38°	45.6 N	lg Cos	9.89197
			lg hav	28.89882
			n . hav	0.07922
Lat ~ Dec	7°	30.4`	n . hav	0.00428
C . Z . D .	33°	35.5`	n . hav	0.08350

٢ – الحل بإستخدام جداول (NP - 401)

تم طبع جداول للحل السريع للمثلث PZX في الولايات المتحدة الامريكية بأسم :

Sight Reduction Tables For Marine navigation , H . O . Publication No 229

وتم طبع نفس الجداول فى المملكة المتحدة برقم (NP - 401) وهى عبارة عن ستة أجزاء كل منها يغطى (16^{o}) من خطوط العرض Latitudes (١ درجة مشتركة بين كل جزئين متتاليين) .

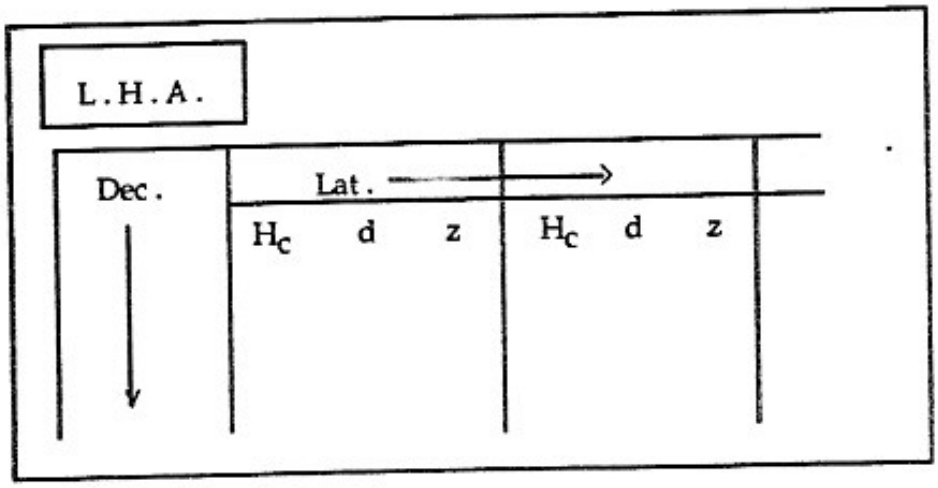
وهذه الجداول تعطى قيم الارتفاعات Altitudes والاتجاهات Azimuths لجميع المثلثات التى تتكون من المتغيرات الثلاثة ، L . H . A . ; Latitudes و Declination بفاصل (١°) لكل منها . وتستخدم هذه الجداول اساسا عند الحل بطريقة الموقع المختار Chosen position حيث تتم التحشية Interpolation لقيم Dec . فقط .

الجداول الاساسية:

يتم دخول الجداول اساسا بقيمة L . H . A . وهى مدرجة فى اعلى الصفحة اليسرى وأعلى الصفحة اليمنى .

وتكون قيم Latitudes مدرجة فى رؤوس الاعمدة .

اما قيم Declination فتكون مدرجة راسيا (شكل ٤– ٢)



شكل ٤– ٢

وتستخرج من الصفحات الاساسية للجدول ثلاث قيم هى :

1. H_c The Calculated Altitude　　١) الارتفاع المحسوب

2. d　　٢) الفرق بالدقائق بين قيمتى الارتفاعين Altitudes المناظر لقيمة Dec التى تم الدخول بها والمناظر لقيمة Dec التالى له.

3. Z　　٣) قيمة العزيمة مقاسة بالقياس النصف دائرى

جداول التحشية للميل

تعطى جداول التحشية للميل Interpolation Tables فى ظهر الغلاف الأمامى وظهر الغلاف الخلفى ، بفاصل (0.1`) لقيم فرق الميل Declination Increment حيث يخصص ظهر الغلاف اللامامى لفرق الميل ( 0` ⟶ 31.9` Dec Inc. ) ويخصص ظهر الغلاف الخلفى لفرق الميل( 28.0` ⟶ 59.9 Dec. Inc.)

وامام قيم Dec Inc. تعطى قيم التصحيحات على جزئين ، الجزء الاول يقابل رقم العشرات (Tens) فى قيمة (d) السابق الاشارة اليها ، والجزء الثانى يقابل رقم الاحاد (Unit) ، والكسر العشرى (Decimal) فى قيمة (d) . اى انه اذا كانت قيمة (d) المستخرجة من الصفحة الاساسية تبلغ (42.9` ) مثلا فإن الجزء الاول من التصحيح يقابل ( 40 ) والثانى يقابل ( 2.9`) وهكذا .

شكل (٤ – ٣) وتكون هذه التصحيحات موجبة اذا كانت قيمة (d) موجبة والعكس صحيح .

LATITUDE SAME NAME AS DECLINATION

36°, 324° L.H.A.　　N. Lat { L.H.A. greater than 180°.....Zn=Z ; L.H.A. less than 180°.....Zn=360°-Z }

Dec.	38° Hc	d	Z	39° Hc	d	Z	40° Hc	d	Z	41° Hc	d	Z	42° Hc	d
°	° ′	′	°	° ′	′	°	° ′	′	°	° ′	′	°	° ′	′
0	39 36.4	-47.8	130.3	38 57.4	-48.4	130.9	38 17.8	-49.0	131.5	37 37.9	-49.5	132.1	36 57.4	-50.1
1	40 24.2	47.4	129.5	39 45.8	48.1	130.1	39 06.8	48.8	130.8	38 27.4	49.3	131.4	37 47.5	49.9
2	41 11.6	47.2	128.7	40 33.9	47.7	129.4	39 55.6	48.4	130.0	39 16.7	49.1	130.6	38 37.4	49.6
3	41 58.8	46.7	127.9	41 21.6	47.5	128.6	40 44.0	48.1	129.2	40 05.8	48.7	129.9	39 27.0	49.4
4	42 45.5	46.4	127.0	42 09.1	47.1	127.7	41 32.1	47.7	128.4	40 54.5	48.4	129.1	40 16.4	49.0
5	43 31.9	-45.9	126.1	42 56.2	-46.7	126.9	42 19.8	-47.4	127.6	41 42.9	-48.1	128.3	41 05.4	-48.8
6	44 17.8	45.5	125.2	43 42.9	46.2	126.0	43 07.2	47.1	126.8	42 31.0	47.7	127.5	41 54.2	48.4
7	45 03.3	45.1	124.3	44 29.1	45.9	125.1	43 54.3	46.6	125.9	43 18.7	47.4	126.7	42 42.6	48.0
8	45 48.4	44.6	123.4	45 15.0	45.5	124.2	44 40.9	46.2	125.1	44 06.1	47.0	125.8	43 30.6	47
9	46 33.0	44.1	122.4	46 00.5	44.9	123.3	45 27.1	45.8	124.1	44 53.1	46.6	125.0	44 18.4	47
10	47 17.1	-43.6	121.4	46 45.4	-44.5	122.3	46 12.9	-45.3	123.2	45 39.7	-46.1	124.1	45 05.7	-46
11	48 00.7	43.0	120.4	47 29.9	43.9	121.3	46 58.2	44.9	122.3	46 25.8	45.7	123.2	45 52.6	4
12	48 43.7	42.4	119.4	48 13.8	43.4	120.3	47 43.1	44.3	121.3	47 11.5	45.2	122.2	46 39.1	
13	49 26.1	41.8	118.3	48 57.2	42.8	119.3	48 27.4	43.8	120.3	47 56.7	44.7	121.2	47 25	
14	50 07.9	41.1	117.2	49 40.0	42.2	118.2	49 11.2	43.2	119.2	48 41.4	44.2	120.2	48 1	
15	50 49.0	-40.5	116.0	50 22.2	-41.6	117.1	49 54.4	-42.6	118.2	49 25.6	-43.6	119.2	48	
16	51 29.5	39.7	114.8	51 03.8	40.8	116.0	50 37.0	41.9	117.1	50 09.2	42.9	118.1		
17	52 09.2	39.0	113.6	51 44.6	40.2	114.8	51 18.9	41.3	115.9	50 52.1	42.4	117.0		
18	52 48.2	38.1	112.4	52 24.8	39.3	113.6	52 00.2	40.5	114.8	51 34.5	41.7	11		
19	53 26.3	37.3	111.1	53 04.1	38.6	112.3	52 40.7	39.8	113.6	52 16.2	40.9			
20	54 03.6	-36.4	109.8	53 42.7	-37.7	111.1	53 20.5	-39.0	112.3	52 57.1				

مثال محلول (٤ – ٢)

بإستخدام جداول (N P - 401) والموضح جزء منها فى شكل (٤ – ٢)، إستخرج الارتفاع المحسوب

Corr . Tab . Alt . (Corrected Tabulated altitude)

وكذلك الاتجاه الحقيقى True Bearing حيث :

L . H . A .	324^{o}
Chosen . lat.	38^{o} N
Dec .	16^{o} 33.2` N

١ – حيث ان Dec . , Lat . لهما نفس الاسم ، لذلك تفتح الجداول (الجزء الثالث (Vol . (3)) على الصفحة التى عنوانها :

[L . H . A . 36^{o} ; 324^{o} - Lat . Same Name as Dec .]

والتى تشمل العمود (Lat 38^{o}) .

بالدخول فى العمود (Lat 38^{o}) وامام (Dec 16^{o}) نحصل على القيم الثلاثة التالية (شكل ٤ – ٤) :

H_c 51^{o} 29.5` d + 39.7 Z 114.8^{o} (diff - 1.2^{o})

٢ – بالدخول فى جداول التحشية فى ظهر الغلاف الاخير Interpolation Tables لقيمة (Dec Incr . 33.2` ) رأسيا وبقيمة d= 39.7` alt. diff. والتى تنقسم الى جزئين الاحاد والكسر العشرى d = 9.7` ، العشرات d = 30 نحصل على التصحيحين :

أ – (+ 16.6`) امام d = 30

ب – (+ 5.4) امام d = 9.7`

٣ – ونحسب قيمة التحشية للعزيمة (Z) بالعلاقة البسيطة التالية :

(33.2` + 60) x (- 1.2^{o}) = - 0.7^{o}

تكتب القيم السابقة إستخراجها فى نموذج الحل التالى :

Tab . Alt .	H_c	51^o 29.5'	d + 39.7	Z	114.8^o
Corr^n 1	C_1	+ 16.6	← 30	Corr^n	- 0.7^o
Corr^n 2	C_2	+ 5.4	← 9.7	Z_n	114.1^o
Corr . Tab . Alt.	CH_c	51^o 51.5			

ملحوظة : (١) فى هذا الجداول يرمز للعزيمة Az. بالرمز Z وللاتجاه الحقيقى T.Bg بالرمز Zn

(٢) لتحويل العزيمة Z الى اتجاه حقيقى Z_n تتبع القواعد المدرجة فى كل صفحة فى الجزء العلوى بالنسبة للعرض الشمالى وفى الجزء السفلى للعرض الجنوبى .

INTERPOLATION TABLE

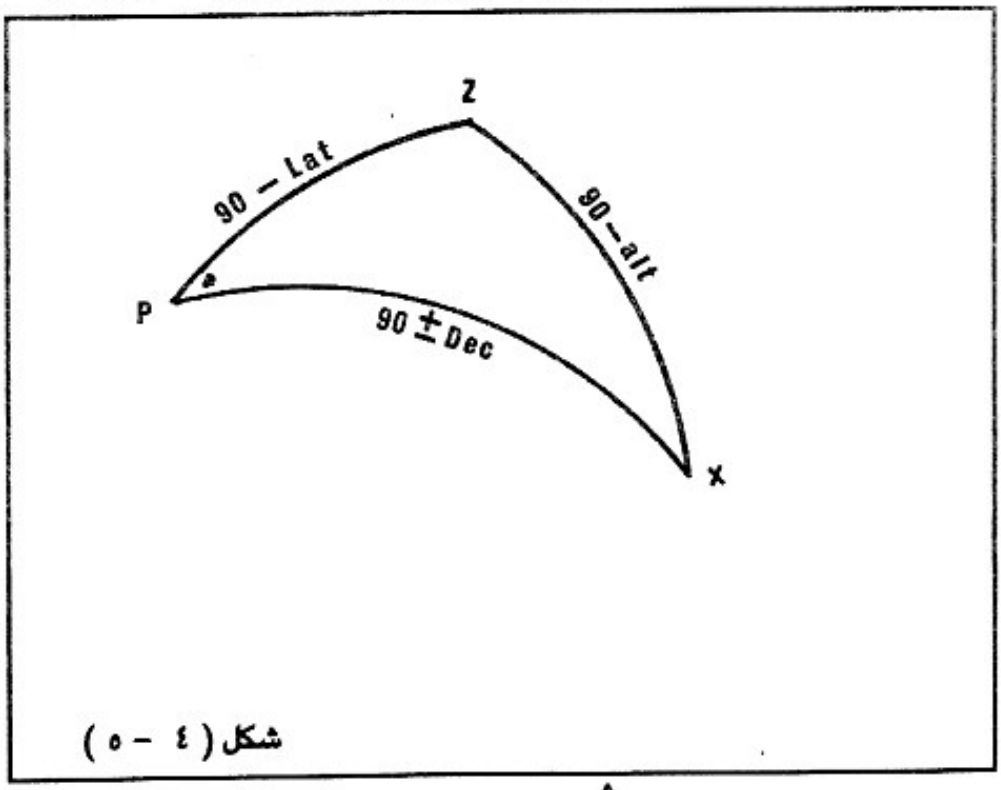
Dec. Inc.	Altitude Difference (d) — Tens: 10' 20' 30' 40' 50'	Decimals	Units: 0' 1' 2' 3' 4' 5' 6' 7' 8' 9'	Double Second Diff. and Corr.
33.0	5.5 11.0 16.5 22.0 27.5	.0	0.0 0.6 1.1 1.7 2.2 2.8 3.3 3.9 4.5 5.0	18.6 1.1
33.1	5.5 11.0 16.5 22.0 27.6	.1	0.1 0.6 1.2 1.7 2.3 2.8 3.4 4.0 4.5 5.1	20.2 1.2
33.2	5.5 11.0 16.6 22.1 27.6	.2	0.1 0.7 1.2 1.8 2.3 2.9 3.5 4.0 4.6 5.1	21.8 1.3
33.3	5.5 11.1 16.6 22.2 27.7	.3	0.2 0.7 1.3 1.8 2.4 3.0 3.5 4.1 4.6 5.2	23.4 1.4
33.4	5.6 11.1 16.7 22.3 27.8	.4	0.2 0.8 1.3 1.9 2.5 3.0 3.6 4.1 4.7 5.2	25.1 1.5
33.5	5.6 11.2 16.8 22.3 27.9	.5	0.3 0.8 1.4 2.0 2.5 3.1 3.6 4.2 4.7 5.3	26.7 1.6
33.6	5.6 11.2 16.8 22.4 28.0	.6	0.3 0.9 1.5 2.0 2.6 3.1 3.7 4.2 4.8 5.4	28.3 1.7
33.7	5.6 11.3 16.9 22.5 28.1	.7	0.4 0.9 1.5 2.1 2.6 3.2 3.7 4.3 4.9 5.4	29.9 1.8
33.8	5.7 11.3 16.9 22.6 28.2	.8	0.4 1.0 1.6 2.1 2.7 3.2 3.8 4.4 4.9 5.5	31.5 1.9
33.9	5.7 11.3 17.0 22.6 28.3	.9	0.5 1.1 1.6 2.2 2.7 3.3 3.9 4.4 5.0 5.5	33.1 2.0
				34.7 2.1
34.0	5.6 11.3 17.0 22.6 28.3	.0	0.0 0.6 1.1 1.7 2.2 2.8 3.4 4.0 4.6 5.2	0.8 . .

(شكل ٤ - ٤)

ثانيا : أسلوب حل المثلث الفلكى PZX اذا علم ثلاثة أضلاع :

اثناء حل الرصدة الفلكية بإسلوب الطول Longitude Method (الفصل التاسع) يكون معلوما فى المثلث الفلكى PZX المتغيرات الثلاثة :

1. Side　PZ = 90 - Lat
2. Side　PX = 90 ± Dec
3. Side　ZX = 90 - T.alt. = T.Z.D.



شكل (٤ - ٥)

ويكون المطلوب هو ايجاد الزاوية $\hat{P}$ والتى سوف نستنتج منها قيمة True L.H.A. فى الشكل (٤ - ٥) بتطبيق دالة Haversine على الزاوية $\hat{P}$ نحصل على :

$$\text{Hav } \hat{P} = \{ \text{Hav ZX.} - \text{Hav (PZ ~ PX)} \} / \text{Sin PZ . Sin PX}$$

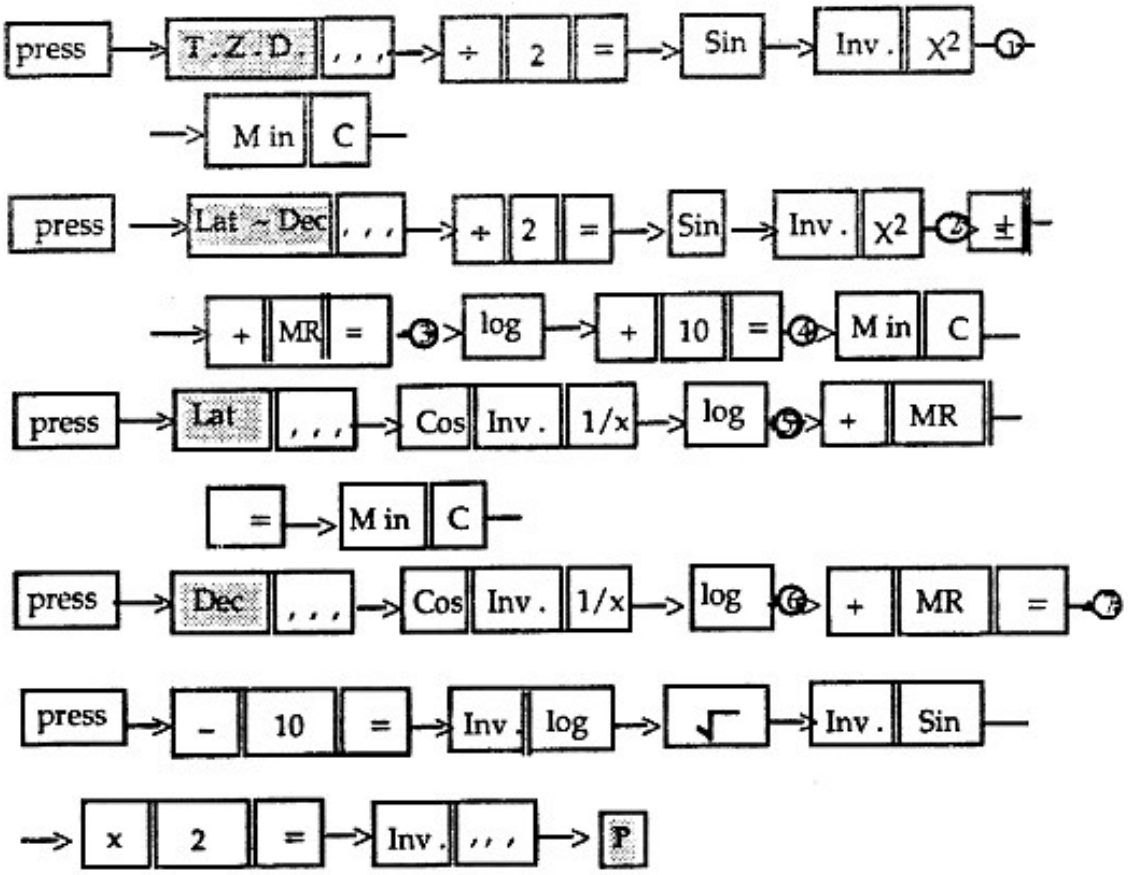
وبتطبيق هذه الدالة على بيانات المثلث PZX نحصل على الشكل التالى للعلاقة :

$$\text{Hav P} = \{ \text{Hav T.Z.D.} - \text{Hav (Lat ~ Dec)} \} . \text{Sec Lat . Sec Dec}$$

ويمكن تطبيق النموذج التالى لحل هذه العلاقة :

T.Z.D.	n.hav	1
Lat ~ Dec	(–) n.hav	2
	n.hav	3
	lg.hav	4
Lat.	(+) Lg Sec	5
Dec	(+) Lg. Sec	6
P	Lg.hav	7
^		

وخطوات إستخدام الآلة الحاسبة تكون كما يلى :



مثال محلول (٤ - ٣)

اثناء حل رصدة فلكية بطريقة الطول Longitude Method تم الحصول على النتائج التالية :

T. Z. D.	54°	15.9`
D.R. lat.	31°	40.3 S
Dec.	18	21.7 N

بإستخدام الالة الحاسبة Calculator اوجد قيمة الزاوية ZPX^

T.Z.D.	54°	15.9`	n . hav	0.20798
Lat ~ Dec	50	02.0`	(-) n . hav	0.17883
			n . hav	0.02915
			lg . hav	8.46467
Lat.	S	31° 40.3	lg Sec	0.07003
Dec	N	18 21.7	lg. Sec	0.02269
$\hat{P}$		21° 54 . 2`	lg . hav	8.55740

تمارين الفصل الرابع

A) Calculate the calculated Zenith Distance (C. Z. D.) for each of the following :

	L. H. A.	D. R. lat.	Dec.
1	307° 14.0'	14° 15.0' N	38° 46.1' N
2	67° 46.0	34° 40.0 N	45° 14.8 N
3	34° 48.4	41° 55.0' S	8° 50.5 N
4	300° 42.1	36° 15.0 N	49° 21.6 N
5	33° 58.6	39° 55.0' S	28° 57.5 S
6	328° 59.7	50° 05.0 N	5° 15.0 N
7	311° 22.6	68° 06.0' N	18° 19.1 N
8	303° 31.0	18° 30.0 S	15° 11.3 S
9	348° 22.6	34° 00.0 S	23° 29.4 N
10	357° 43.1	32° 00.0 S	22° 09.9 S

Answers :

1. 52° 18.7'
2. 51° 27.7'
3. 59° 55.9'
4. 44° 12.2'
5. 29° 52.0'
6. 51° 50.4'
7. 58° 17.2'
8. 53° 57.0'
9. 18° 32.6'
10. 10° 02.5'

تمارين الفصل الرابع

B) Calculate the (angle Z P X) for each of the following :

	T. Z. D.	D. R. lat	Dec.
1	44° 43.4'	34° 40.0' S	27° 17.2' S
2	44° 10.9	34° 10.0 S	4° 38.6 S
3	35° 30.1	30° 30.0' S	22° 39.5 S
4	59° 08.5	29° 00.0 N	24° 54.6 N
5	50° 14.2	10° 00.0' S	8° 22.0 S
6	48° 29.7	39° 00.0 S	24° 28.7 S
7	54° 13.3	32° 00.0' N	20° 07.3 N
8	53° 42.8	15° 50.0 S	12° 04.3 N
9	60° 17.3	37° 48.0 N	15° 05.6 N
10	71° 37.0	27° 15.0 N	5° 16.8 N

Answers :

1. 52° 01.6'
2. 35° 28.0'
3. 38° 55.5'
4. 67° 05.8'
5. 50° 54.6'
6. 55° 22.2'
7. 59° 39.0'
8. 46° 23.5'
9. 63° 52.0'
10. 72° 01.3'

الفصل الخامس

إيجاد الاتجاه الحقيقي (T.Bg) بإستخدام جداول (A,B,C)

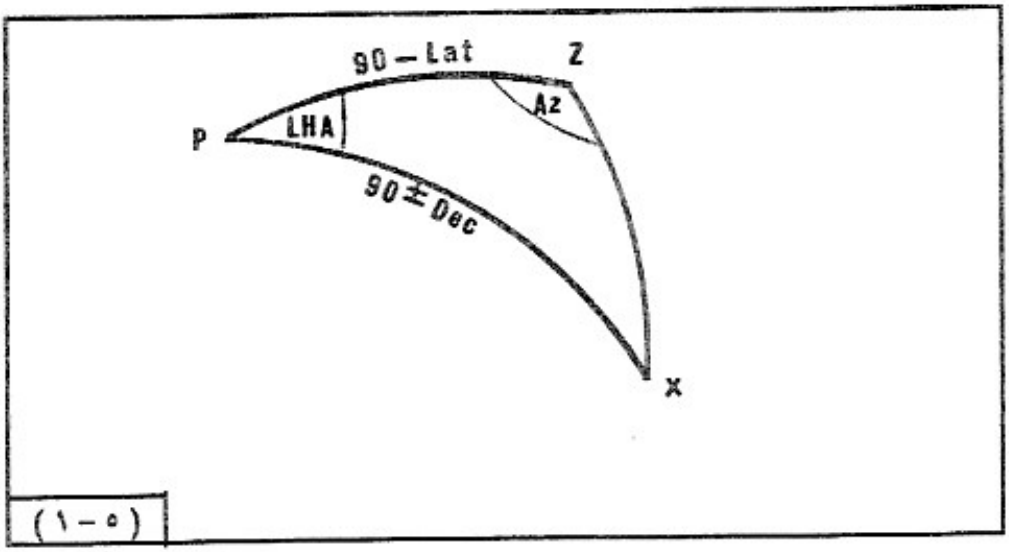
يمكن الحصول على قيمة الاتجاه الحقيقي T.Bg. لجرم سماوى بمعلومية المتغيرات الثلاثة :

1. L.H.A.
2. Lat.
3. Dec.

وذلك بإستخدام جداول (A,B,C) المدرجة فى جداول نورى البحرية Norie's Nautical Tables حيث يتم الحصول على العزيمة (Az.) من العلاقة التالية :

$$\text{Cot Az. Sec lat.} = \tan \text{Dec.Cosec L.H.A} \mp \text{Cot L.H.A.tan lat.} \qquad (5-1)$$

التى يمكن الحصول عليها بتطبيق قانون الاربعة أجزاء المتجاورة على المثلث الفلكى PZX شكل (٥ - ١)



(٥ - ١)

ولتبسيط استخدام العلاقة (1 - 5) نفترض الاتى :

$$A = \text{Cot L.H.A. tan lat} \qquad (5-2)$$

$$B = \text{Cosec L.H.A. tan Dec} \qquad (5-3)$$

بالتعويض فى (5-1) نحصل على :

$$\text{Cot Az. Sec lat.} = (A \pm B)$$

وبإفتراض ان

$$(A \pm B) = C \qquad (5-4)$$

يمكن كتابة العلاقة (5-1) على الصورة التالية :

$$\text{Cot Az. Sec lat.} = C$$

أى ان :

$$\tan Az. = \frac{1}{C \cdot \text{Cos lat}} \qquad (5-5)$$

مما سبق تتلخص عملية إيجاد Az. (ومن ثم T.Bg.) بواسطة جداول (A, B, C) فى عدة خطوات هى بالترتيب :

١ – تطبيق العلاقة (5-2) للحصول على القيمة A

٢ – تطبيق العلاقة (5-3) للحصول على القيمة B

٣ – تطبيق العلاقة (5-4) للحصول على قيمة C

٤ – تطبيق العلاقة (5-5) للحصول على قيمة Az.

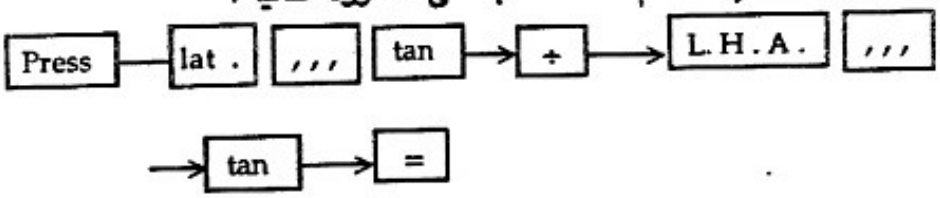
وفى الجزء التالى شرح لكيفية الحصول على هذه المتغيرات بإستخدام الآلة الحاسبة :

١ - إيجاد القيمة (A)

حيث ان العلاقة (2-5) التى تعطى القيمة A تكون على الصورة :

$$A = \text{Cot}\ L.H.A. \cdot \tan \text{lat.}$$

لذلك تكون سلسلة إستخدام الآلة الحاسبة على الصورة التالية :



وتتوقف تسمية القيمة (A) على قيمة (L.H.A.) طبقا للقاعدة التالية :

A - Named opposite to latitude , expect when Hour Angle is between 90° and 270°

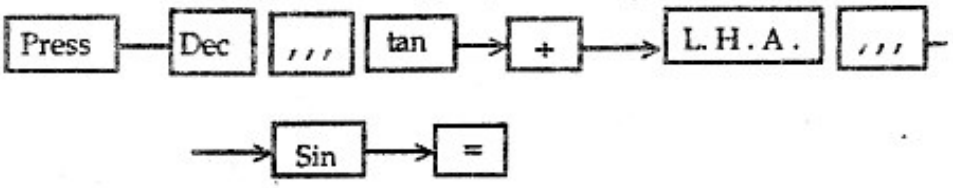
تسمى "A" عكس اسم lat. الا اذا كانت L.H.A. تنحصر بين (90° ⟶ 270°) ففى هذه الحالة تسمى A بنفس اسم lat.

٢ – إيجاد القيمة (B)

حيث ان العلاقة (5-3) التى تعطى القيمة B تكون على الصورة :

$$B = \text{Cosec}\ L.H.A. \tan \text{Dec.}$$

لذلك تكون سلسلة إستخدام الآلة الحاسبة على الصورة التالية :



وتسمى (B) بنفس اسم Dec

B - Always named the same as Declination

٣ – إيجاد القيمة (C)

القيمة "C" هى المحصلة الجبرية للقيمتين "A" , "B" السابق الحصول عليهما ، لذلك نتبع القاعدة التالية للحصول على القيمة "C" .

A & B Same Names take Sum, (add). } *Rule To Find C Correction* { A & B Different names take Difference (Sub)

C Correction , (A + B) is named the same as the greater of these quantities

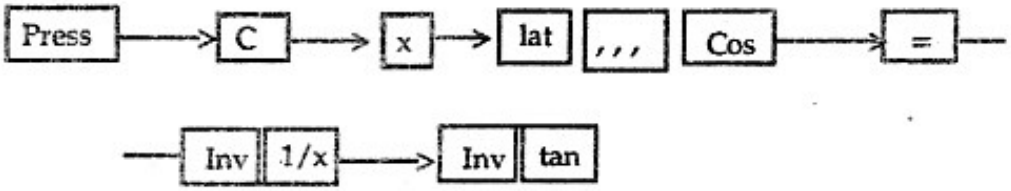
أى ان "C" هى مجموع (A) , (B) اذا كان لهما نفس الاسم وتسمى بنفس إسمهما . اما اذا كانا بإسمين مختلفين فإن "C" تكون ناتج طرحهما وتسمى باسم الاكبر .

٤ – إيجاد القيمة Azimuth (Az.)

حيث ان العلاقة (5-5) التى تعطى القيمة Az. تكون على الصورة :

$$\tan Az. = \frac{1}{C \cdot \text{Cos lat}}$$

لذلك تكون سلسلة إستخدام الآلة الحاسبة على الصورة التالية :



وتتوقف تسمية (Az.) على اسم كل من "C" , "L.H.A." طبقا للقاعدة التالية :

الرمز الاول　　N / S　　طبقا لإسم "C"

الرمز الثانى　　E / W　　طبقا لقيمة L.H.A. حيث تسمى :

(W) if L.H.A. < 180°

(E) if L.H.A. > 180°

مثال محلول (٥ – ١)

اثناء حل رصدة فلكية تم الحصول على النتائج التالية :

L.H.A.	310° 15.0`	
D.R. lat.	48° 19.0	N
Dec.	20° 43.0	N

إحسب T.Bg للجرم المرصود بإستخدام إسلوب (A , B , C)

A	0.951	S
B	0.496	N
C	0.455	S
Az.	S 73.2° E	
T.Bg.	106.8°	

[عكس اسم lat لان HA ليست محصورة بين 270^{o} , 90^{o}]

[نفس اسم Dec دائماً]

[حيث ان B , A مختلفى الاسم نطرح بإسم الاكبر]

[تسمى S/E لان اسم C هو S ; LHA > 180°]

مثال محلول (٥ – ٢)

اثناء حل رصدة فلكية تم الحصول على البيانات التالية :

L.H.A.	243° 40.0`	
D.R. lat.	40° 31.0	S
Dec.	6° 10.0	S

إحسب T.Bg للجرم المرصود بإستخدام إسلوب (A , B , C)

A	0.423	S
B	0.121	S
C	0.544	S
Az.	S 67.5° E	
T.Bg.	112.5°	

[نفس اسم lat لان HA محصورة بين 270° , 90°]

[نفس اسم Dec دائما]

[حيث ان B , A بنفس الاسم لذلك تكون C مجموعهما وبنفس الاسم] .

[تسمى SE لان اسم C هو S , LHA > 180^{o}]

تمارين الفصل الخامس

Calculate the True Bearing (T.Bg.) in each

	L. H. A.	Lat..	Dec.
1	30.7° 14.4'	14° 15.0' N	38° 45.7' N
2	315° 18.1	68° 06.0 N	19° 14.2 N
3	303° 02.7	18° 30.0' S	12° 41.8 S
4	359° 05.4	34° 00.0 S	16° 48.4 N
5	72° 07.2	32° 00.0' S	14° 25.0 S
6	50° 04.9	18° 30.0 N	22° 46.8 N
7	58° 45.6	25° 40.0' N	22° 34.9 S
8	333° 27.4	30° 10.0 S	17° 42.6 N
9	167° 12.6	42° 23.0 S	62° 58.6 S
10	187° 57.2	41° 51.0 S	57° 21.2 S

Answers .

1. 051.7°
2. 127.0°
3. 092.8°
4. 001.0°
5. 266.7°
6. 284.4°
7. 235.0°
8. 031.6°
9. 186.0°
10. 175.7°

الفصل السادس

التحضير لأرصاد النجوم

مقدمة :

من المفضل أن يقوم الملاح بالتحضير لأرصاد النجوم حتى يتسنى له تنفيذ الأرصاد الفعلية فى أقل وقت ممكن نظرا لمحدودية وقت الأرصاد .

ويتم الرصد الفعلى للنجوم فى فترة زمنية يتوسطها وقت بداية الشفق المدنى (صباحا) Begining of civil twilight او نهاية الشفق المدنى (مساءا) End of civil twilight ومن البديهى أن هذه الفترة الزمنية تتوقف على عاملين هما

١ – خط عرض الراصد Latitiude

٢ – ميل الشمس Declination الذى يمكن التعبير عنه بتاريخ الرصد .

ويتضح تأثير هذين العاملين من الشكل البيانى (٦ – ١) الذى يعطى نصف فترة الرصد الفلكى بالدقائق .

فعلى سبيل المثال ، إذا كان الراصد فى خط عرض (Lat = 50° N) وأن الرصد الفلكى للنجوم سوف يتم فى (April 15 th) ، من الشكل تكون نصف فترة الرصد (19^m) .

أى أن الراصد سوف تكون أمامه فرصة للرصد قدرها (38^m) يتوسطها وقت الشفق المدنى (civil twilight) أما إذا كان الراصد فى خط عرض (Lat 30° N) فإنه فى نفس اليوم سوف تكون أمامه فترة للرصد قدرها (27^m) فقط .

وعملية التحضير لأرصاد النجوم تعتبر ضرورية فى الحالات التالية :

١ – أثناء الرصد المسائى :

حيث تكون المجموعات النجمية غير واضحة المعالم لعدم ظهور النجوم الخافتة فى وقت الرصد .

٢ – أثناء الرصد الصباحى :

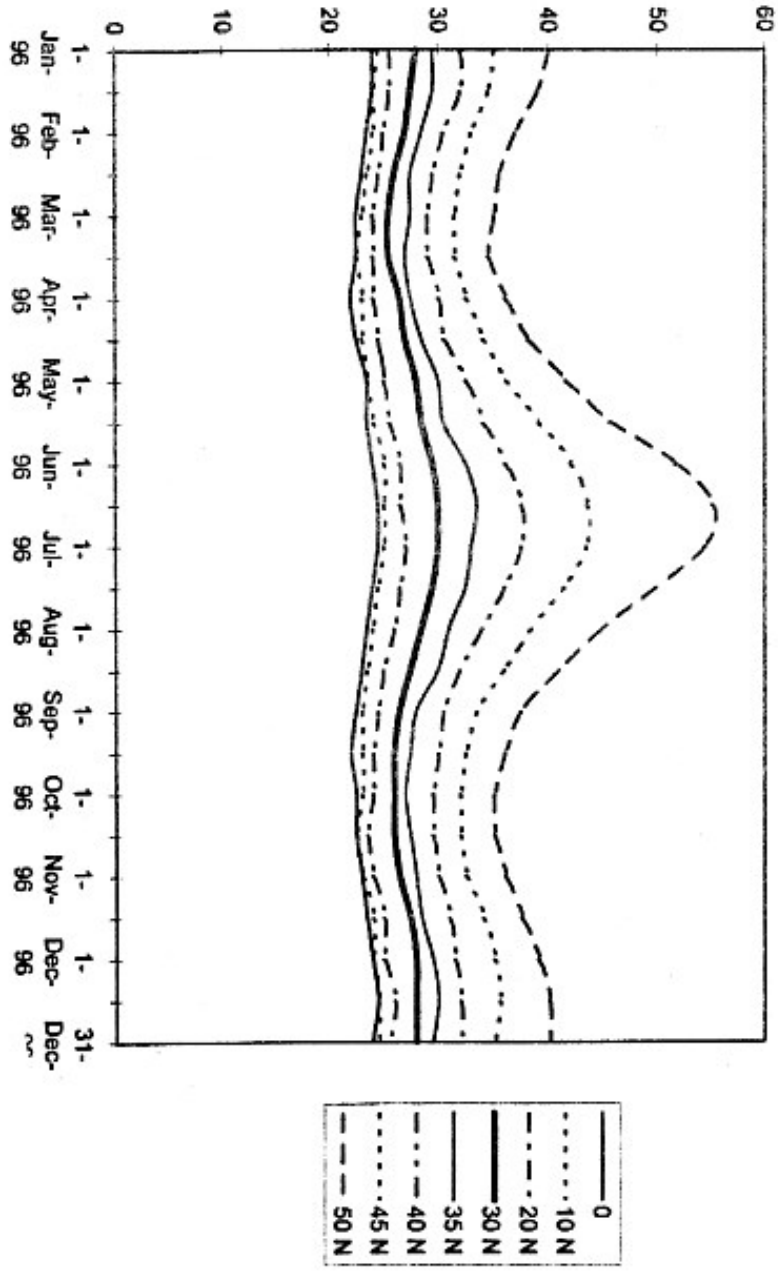
عندما تكون السماء بها بعض السحب المتقطعة التى تخفى بعض نجوم المجموعات النجمية .

٣ – أثناء الرصد المسائى والصباحى :

أثناء إضطراب البحر ، قد يكون من الصعب على الراصد المتوسط الخبرة قياس ارتفاع نجم بالطريقة المعتادة ، لذلك فإنه يضع المؤشر (Index of Sext) على القراءة المتوقعة للارتفاع ويبحث عن النجم على دائرة الافق .

مما سبق تتضح أهمية عملية التحضير لأرصاد النجوم سواء أثناء الشفق المسائى Evening twilight أو أثناء الشفق الصباحى morning twilight

	0	10 N	20 N	30 N	35 N	40 N	45 N	50 N
1-Jan-96	24	24.5	25.5	28	29.5	32	35	40
15-Jan-96	24	24	25.5	27.5	29.5	32	34.5	39
1-Feb-96	23.5	24	25	27	28.5	30.5	33	37
15-Feb-96	23	23.5	24.5	26	27.5	29.5	32	35.5
1-Mar-96	22.5	23	24	25.5	27.5	29	31.5	35
15-Mar-96	22.5	22.5	24	25.5	27	29	31.5	34.5
1-Apr-96	22	23	24	26.5	27.5	30	32.5	36
15-Apr-96	22.5	23	24.5	27	28.5	30.5	34	38
1-May-96	23.5	23.5	25	28	30	32.5	36	41.5
15-May-96	23.5	24	25.5	28.5	30.5	34	39	45.5
1-Jun-96	24	25	26.5	29.5	32.5	36	42	51.5
15-Jun-96	24.5	25	26.5	30	33.5	37.5	43.5	55
1-Jul-96	24.5	25	27	30	33	37.5	43.5	54.5
15-Jul-96	24	24.5	26.5	29.5	32.5	36	41.5	50
1-Aug-96	23.5	24	26	28.5	31	34	38.5	45
15-Aug-96	23	23.5	25	27.5	30	32	36	41
1-Sep-96	22.5	23	24.5	26.5	28	30.5	33.5	37.5
15-Sep-96	22	23	24	26	27.5	30	32.5	36
1-Oct-96	22.5	23	24	26	27	29.5	32	35
15-Oct-96	22.5	22.5	23.5	26	27.5	29.5	32	35
1-Nov-96	23	23	24	26.5	28	30	32.5	36
15-Nov-96	23.5	24	25	27.5	28.5	31	34	37.5
1-Dec-96	24	24	25	28	29.5	31.5	35	39
15-Dec-96	24.5	24.5	26	28	30	32	35.5	40
31-Dec-96	24	24.5	25.5	28	29.5	32	35	40


60
50
40
30
20
10
0
1-Jan-96
1-Feb-96
1-Mar-96
1-Apr-96
1-May-96
1-Jun-96
1-Jul-96
1-Aug-96
1-Sep-96
1-Oct-96
1-Nov-96
1-Dec-96
31-Dec-96
0
10 N
20 N
30 N
35 N
40 N
45 N
50 N

الخطوات العملية للتحضير لأرصاد النجوم :

١ – إحسب الوقت المناظـــر عند جرينتش لظاهرة بداية (أو نهاية) الشـــفق المدنى G M T of Civil Twilight بطريقة التقريب المتتالى نظراً لحركة السفينة .

٢ – إحسب قيمة L . H . A . (Aries) فى G . M . T . السابق الحصول عليه .

٣ – أضبط كرة النجوم (Star Glob) أو قرص تمييز النجوم (Star finder) او أدخل فى جداول Air Navigation أيهـــم متوفر على سفينتـــك ، بقيمتى L . H . A . (Aries) , D . R . Lat لاستخراج بيانات النجوم التى يمكن رصدها طبقا للشروط التالية :

أ – أن تكون النجوم موزعة توزيعا جيدا على دائرة الافق ، (فاصل العزيمة 120^{o} فى حالة اختيار ثلاثة نجوم او 90^{o} فى حالة اختيار أربعة نجوم وهكذا) ما أمكن ذلك .

ب – أن تكون الارتفاعات محصورة بين 30^{o} , 60^{o} على قدر الامكان (عمليا تكون بين 20^{o} ، 70^{o})

جـ – تجنب إختيار النجوم الاكثر لمعانا والنجوم الخافتة على قدر الامكان (لمعان النجوم يكون متقاربا إن امكن).

٤ – كون جدولا موضحا به اسم النجم الذى تم اختياره كذلك ارتفاعه Altitude وعزيمته Az.

٥ – إرسم رسما توضيحيالدائرة الأفق موضحا عليه البيانات السابق الحصول عليها أنظر النموذج شكل (٦-٢) بالنسبة لخط سير السفينة (Ship's head) .

الملاحظات التالية يجب أخذها فى الاعتبار أثناء عملية الرصد .

١ – أثناء الشفق المسائى ، يجب رصد النجوم مبكراً على قدر الامكان لامكان الاستفادة القصوى من درجة وضوح الافق المرئى Visible Horizon ولتنفيذ ذلك أضبط مؤشر جهاز السدس على قيمة الارتفاع Altitude المتوقع وأمسح دائرة الافق فى الاتجاه المحتمل حتى ترى النجم، وفى أغلب الحالات فإنك بهذا الاسلوب سوف ترصد النجم قبل ان تتمكن من رؤيته ، فعلا على سطح الكره السماوية .

٢ – أثناء الشفق الصباحى ، يجب رصد النجوم متأخراً على قدر الامكان لامكان الاستفادة من درجة وضوح الافق . وفى هذه الحالة يفضل رصد النجوم الخافتة اولا .

٣ – يفضل أخذ عدة رصدات لكل نجم ثم حساب المتوسط خاصة عندما تكون درجة وضوح الافق غير كافية .

٤ – عندما تكون درجة وضوح الافق غير كافية (Hazy) فإنه من المفضل أخذ الرصدات من أدنى سطح ممكن على السفينة .

رصد الكواكب Planets

كما هو معروف فإن الكواكب الملاحية عددها أربعة وبياناتها مدرجة يوميا فى جداول التقويم البحرى . وعملية التحضير لارصاد الكواكب (بالاضافة لارصاد النجوم) تتم بنفس الاسلوب ولكن تستلزم خطوة واحدة مسبقا وهى توقيع الكواكب على كرة النجوم أو قرص تمييز النجوم وتتم تلك الخطوة بإستخراج قيم :

R . A . (Planet) = 360° - S . H . A (Planet)

Dec (Planet)

من الصفحة اليومية فى جداول التقويم البحرى ، ثم قياسها وتوقيعها على الكرة أو القرص . ومن ثم فإن الكوكب الذى تم توقيعه يعامل بعد ذلك كأى نجم .

مثال محلول (٦-١)

أثناء الأبحار ، كان المطلوب التحضير لأرصاد النجوم أثناء الشفق المسائى وكانت المعلومات المتوفرة كما يلى :

Z.T. 15 30 July 20 th	فى وقت المنطقة
D.R. position (40° 02` N , 20° 30` W)	السفينة فى الموقع الحسابى
T.Course 143°	خط السير الصحيح
Speed 16	السرعة

Z.T.$_1$	15 30 July 20 th
Z.N.	+ 1
G.D.	16 30 July 20 th

التقريب الأول : 1st Approximation

L.M.T.	19^h	57^m	
Lat. Corr^n		−	
L.M.T.	19	57	July 20
± long$_1$ W E	1	22 W	
G.M.T.	21	19	July 20
Z.N.	1		
Z.T.$_2$	20	19	July 20

حسابات الأبحار : Calcutions of Run

Z.T.$_2$	20^h	19^m	July 20
Z.T.$_1$	15	30	July 20
Interval	4^h	49^m ⟹	

Dist. Run 77.1 miles
T. Course S 37^O E

d . lat	dep	Mean lat.	d. long
61.6` S	46.4` E	39° 31` N	60.2` E

1st D . R . position	Lat	40°	02.0` N	long	20°	30.0`	W
	d lat	1	01.6 S	d . long	1	00.2	E
2nd DR position	Lat	39°	00.4` N	long	19°	29.8`	W

التقريب الثانى : 2nd Approximation :

L . M . T .	19^h	41^m	July 20 th
Lat Corr n	+	13	
L . M . T .	19	54	July 20 th
± long $_2$ W E	1 +	18	
G . M . T .	21	12	July 20 th

حساب L . H . A . (Aries)

G . H . A . (Aries)	253°	22.7`	
Incr .	3°	23.2	
G H A $_1$ (Aries)	256°	17.5	
± long W E	19°	29.8 W	
L . H . A . (Aries)	236°	53.4`	≈ 237°

أى أن بيانات إستخدام كرة النجوم أو قرص النجوم أو الدخول فى جداول Air Navigation هى :

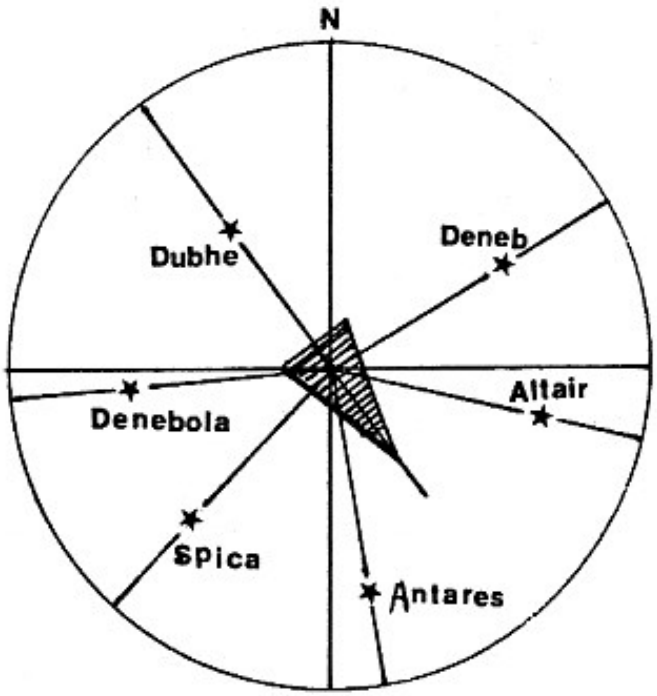
Lat : 39° N

L . H . A . (Aries) : 237°

البيانات المستخرجة:

	Star Name	Alt.	Az.
1	Deneb	35°	058
2	Altair	28	102
3	Antares	26.5	170
4	Spica	32.5	223
5	Denebola	34.5	265
6	Dubhe	42°	326
7			

الشكل التوضيحي:



تمرين (٦ - ١)

أثناء الابحار ، كان المطلوب هو التحضير لأرصاد النجوم أثناء الشفق الصباحى حيث توفرت المعلومات التالية :

وقت المنطقة　Z. T. 0100 April 23 rd

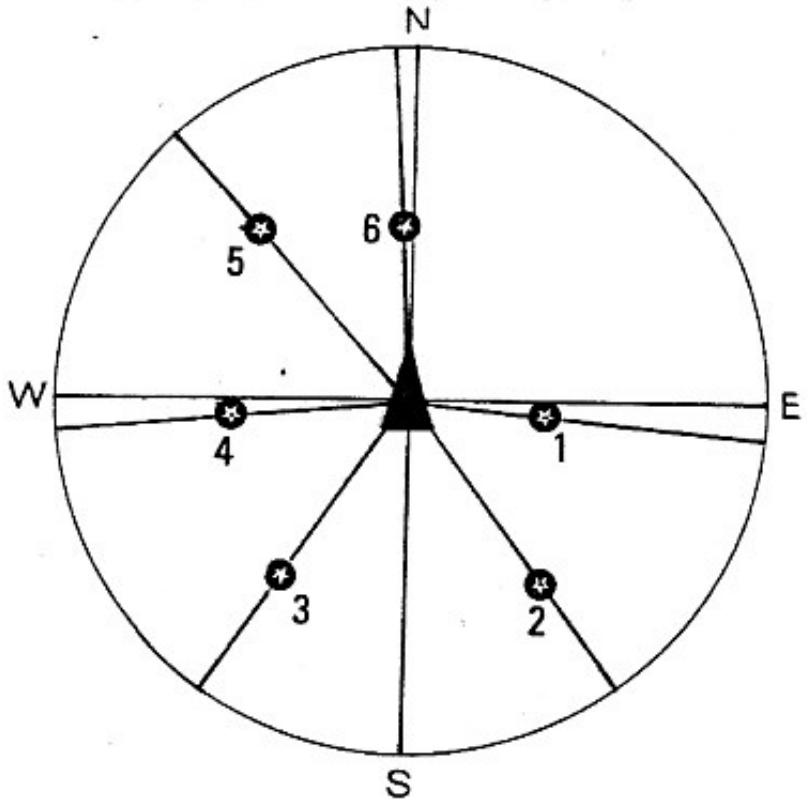
الموقع الحسابى　D. R. Position (35° 10' S ; 170° 13' E)

خط السير　True Course　due North

السرعة　Speed　14.5 knots

الاجـــــابة

	Star Name	T.Bg	Alt.
1	Fomalhaut	095°	55°
2	Achernar	143	33
3	Rigil Kent	215	35
4	Antares	265	45
5	Rasalhague	318	32
6	Altair	357°	46



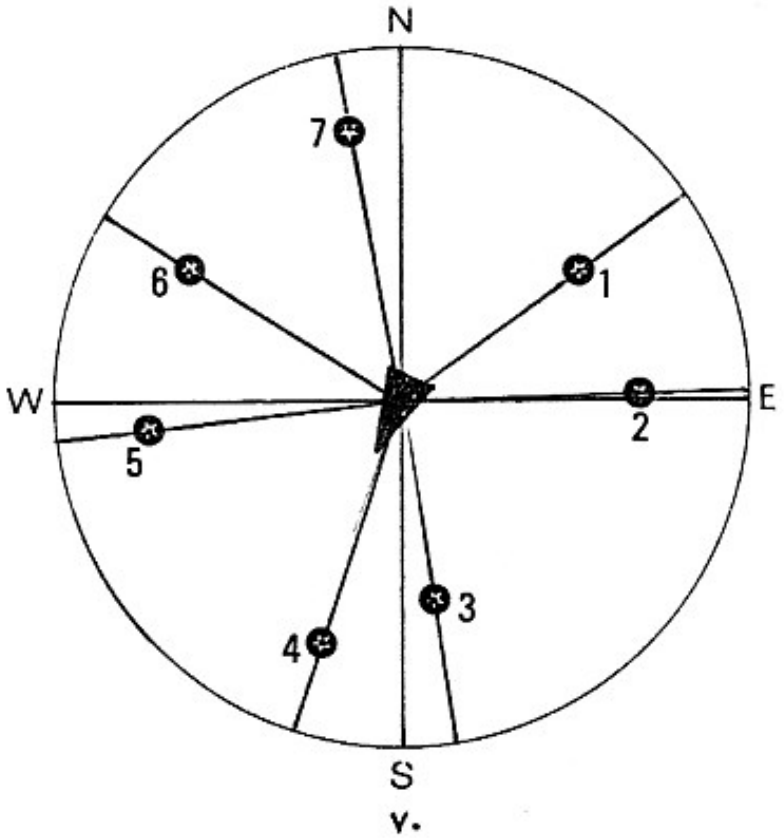
تمرين (٦ - ٢)

أثناء الابحار ، كان المطلوب هو التحضير لأرصاد النجوم أثناء الشفق الصباحى حيث توفرت المعلومات التالية :

وقت المنطقة	Z. T. 0130 July 20 th
الموقع الحسابى	D. R. Position (38° 00' N ; 40° 30' W)
خط السير	T. Co. 200°
السرعة	Speed 15.7 knots

الاجـــــابة

	Star Name	T.Bg	Alt.
1	Capella	054	39°
2	Aldebaran	089	30
3	Diphda	172	37
4	Fomal haut	198	24
5	Altair	264	24
6	Vega	302°	25
7	Kochab	350	20



الباب الثاني

الطرق الأساسية
لحل مسألة الارصاد الفلكية

الفصـــــل السابع	الاساس النظرى لخط الموقع الفلكى
الفصـــــل الثامن	ايجاد عناصر خط الموقع الفلكى بطريقـــة الفرق
الفصـــــل التاسع	ايجاد عناصر خط الموقع الفلكى بطريقـــة الطول
الفصـــــل العاشر	ايجاد وقت المرور الزوالى
الفصل الحادى عشر	حل رصدة المرور الزوالى
الفصل الثانى عشر	ايجاد النجوم التى تعبر خـــــط زوال الراصـــد فى فترة محددة
الفصل الثالث عشر	ايجاد العرض بطريقة قرب الزوال
الفصل الرابع عشر	ايجاد العرض الحقيقى من رصد النجم القطبى

الفصل السابع

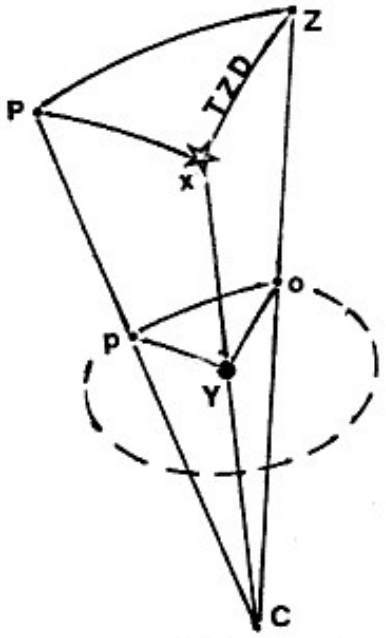
الاساس النظرى لخط الموقع الفلكى :

(٧ - ١) دائرة الموقع Position Circle

من المعلوم ان الموقع الجغرافى (G.P.) Geographical position لأى جرم سماوى فى لحظه معينه من التوقيت العالمى UT(GMT) يمكن الحصول عليه من العلاقه التاليه :

$$\begin{array}{|l|}\hline \text{Lat . of G.P. } = \text{Dec}^{*} \\ \hline \text{long of G.P. } = \text{G.H.A}^{*} \\ \hline \end{array} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7-1)$$

وحيث انه فى نفس اللحظه يمكن الحصول على الارتفاع السدس Sext . alt . ومن ثم البعد السمتى الحقيقى T.Z.D. فإن المساله تصبح كما يلى :



O : الموقع الحقيقى للراصد

Y : الموقع الجغرافى للجرم السماوى

P : قطب الأرض

C : مركز الارض

Z : سمت الراصد

X : الجرم السماوى

P : القطب السماوى

فى لحظه الرصد الفلكى UT(GMT) يكون معلوما على سطح الارض مايلى :

١ - احداثيات النقطة Y التى تمثل G.P. للجرم المرصود .

٢ – طول القوس OY الذى يساوى T.Z.D. اى بعد الموقع الحقيقى للراصد O عن الموقع Y . اى ان المحل الهندسى للموقع الحقيقى للراصد يكون محيط دائره مركزها النقطة Y ونصف قطرها T.Z.D وتسمى هذه الدائره دائره الموقع Position Circle

(٧ – ٢) خط الموقع الفلكى Astronomical Line of Position

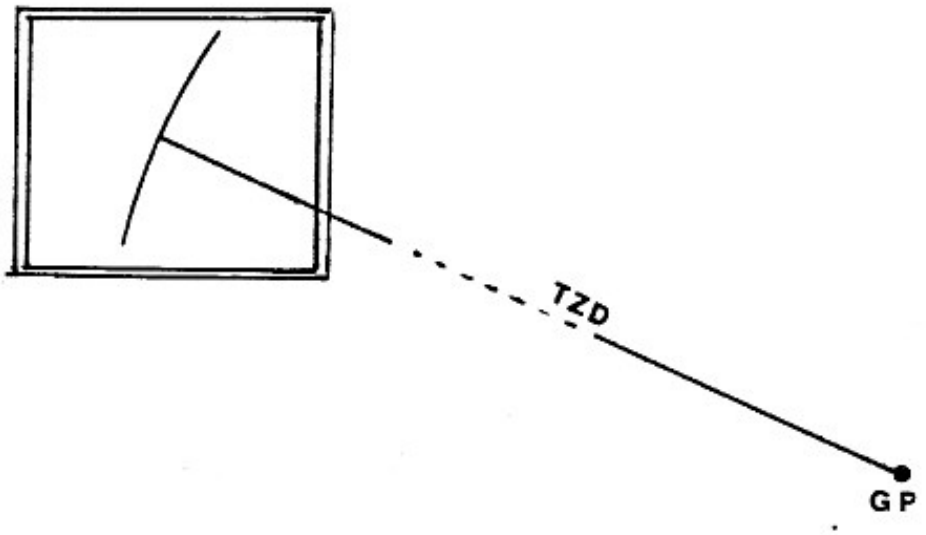
هندسيا يكون نصف القطر المعلوم وهو T.Z.D. مساويا لالاف الاميال البحريه اذ انه بفرض الارتفاع الحقيقى للجرم المرصود يساوى T. alt 50° مثلا فإن :

T.Z.D. = 90 - alt. = 40° = 2400 miles

ويعنى هذا انه يستحيل عمليا رسم دائره الموقع وكذلك مركزها (الموقع الجغرافى G.P.) على نفس خريطه الابحار ، الا اذا كانت ذات مقياس رسم صغير جدا مما يؤثر بالضروره على الدقه الملاحيه المطلوبه .

وهكذا تبلورت المشكله الى السؤال التالى :

"كيف يمكن رسم القوس من دائره الموقع على خريطه الابحار وفى نفس الوقت يكون مركز هذه الدائره خارج حدود الخريطه بمسافه كبيره جدا ؟"



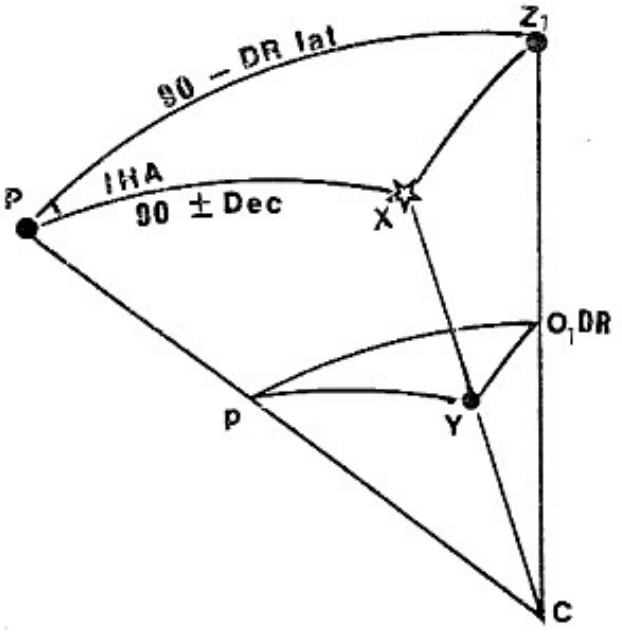
وقد تصدى للاجابه على هذا السؤال الضابط البحرى الفرنسى Marcq St . Hilaire في عام ١٨٧٨ . وكانت اجابته عبقريه فذة بدليل ان اسلوبه فى الحل لازال يستخدم عمليا حتى وقتنا هذا .

فقد افترض مارك ان السفينه فى الموقع الحسابى O_1 فى نفس لحظه الرصد G.M.T. وبالتالى فإنه فى المثلث الفلكى PZ_1X يكون معلوما ما يلى (انظر شكل ٧ – ٣) :

١ – الضلع　　$PZ_1 = 90 - D.R.\ lat$

٢ – الضلع　　$PX = 90 \pm Dec.$

٣ – الزاويه المحصوره .　　$P = L.H.A = GHA \pm DR\ long$



وبالتالى يمكن الحصول على الضلع Z_1X من العلاقه :

$$Hav\ Z_1X = hav\ P\ Sin\ PZ_1 . Sin\ PX + Hav\ (PZ_1 \sim PX)$$

والتى يمكن كتابتها على الصوره :

$$Hav\ Z_1X = Hav\ (GHA + D.R.\ long) . Cos\ D.R.\ lat\ Cos\ Dec + Hav\ (D.R.\ lat \sim Dec) \quad (7-2)$$

وحيث ان Z_1X ما هو الا بعد الجرم المرصود عن سمت الموقع الحسابى O_1 ، لذلك فان الضلع Z_1X يسمى : Calculated Zenith Distance (C.Z.D.).

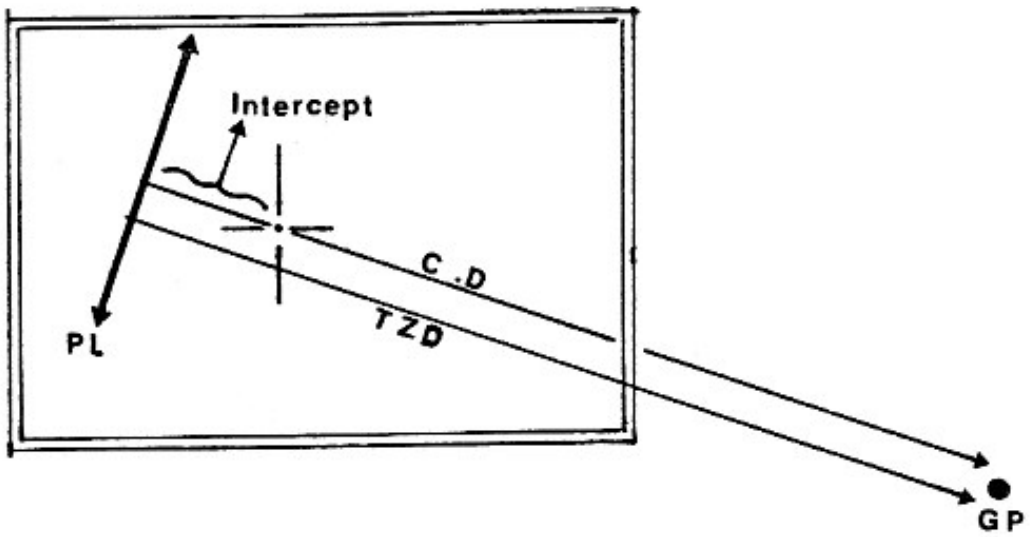
وهكذا اصبح الموقف على خريطه الابحار كما يلى :

١ – الموقع الحساب D.R. معلوما .

٢ – تم حساب بعد الموقع الحسابى عن الموقع الجغرافى واصبح معلوما ويساوى C.Z.D.

٣ – الموقع الحقيقى يقع على القوس من دائره الموقع القريب من منطقه الابحار وبيعد عن الموقع الجغرافى بقيمه معلومه تساوى T.Z.D.

٤ – حيث ان T.Z.D. يساوى الاف الاميال البحريه فإنه يمكن اعتبار ان القوس من دائره الموقع القريب من منطقه الابحار ما هو الا خط مستقيم عمودى على الاتجاه الحقيقى T.Bg للموقع الجغرافى (الذى يكون بمثابه نصف القطر) طبقا للنظريه الهندسيه المعروفه بان المماس للدائره يكون عموديا على نصف قطرها وهذا الخط يسمى خط الموقع الفلكى Astronomical position Line (P.L.)



٥ – يمكن الحصول على قيمه الفرق العددى بين (C.Z.D.), (T.Z.D.) وهو ما يسمى بالفرق Intercept

من المعلومات السابقه يتم رسم خط الموقع الفلكى (P.L.) كما يلى :

أ) يتم رسم الاتجاه الحقيقى للجرم المرصود T.B.G. من الموقع الحسابى D.R. الذى استخدم فى حل المثلث PZ_1X

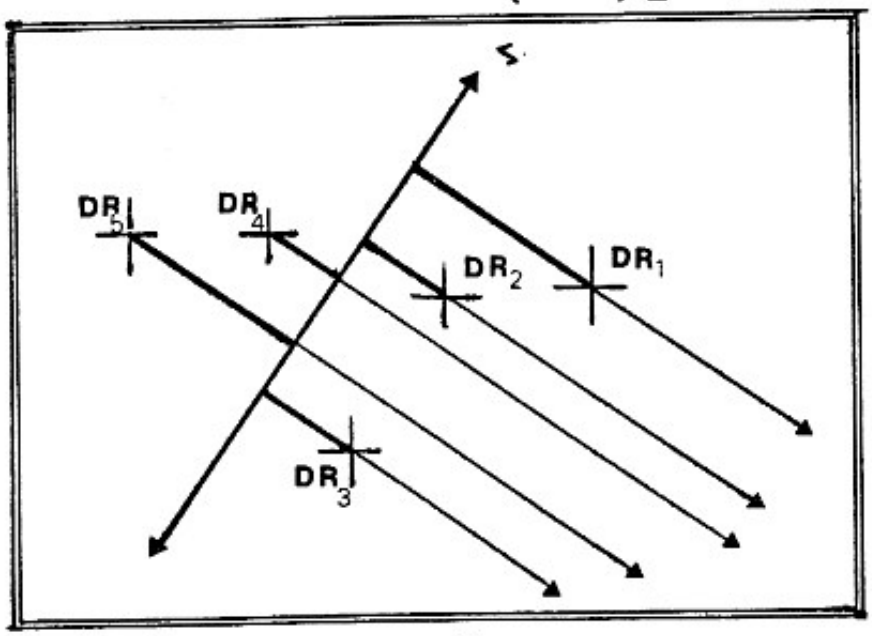
ب) نقيس قيمه الفرق Intercep بالاميال البحريه على نفس الاتجاه الحقيقى T.Bg (اذا كان C.Z.D > T.Z.D) ويقال حينئذ انه Towards او فى عكس الاتجاه الحقيقى (اذا كان T.Z.D. > C.Z.D) ويقال حينئذ انه Away

ج) ننشىء عمودا على الاتجاه الحقيقى من نقطه نهايه القياس لنحصل على خط الموقع الفلكى (P.L.) Position line

تعليق للمؤلف :

مما هو جدير بالذكر انه مهما كان الخطأ فى الموقع الحسابى المستخدم فى الحل الا اننا فى النهايه سوف نحصل على نفس خط الموقع الفلكى بشرط واحد وهو انه لابد من رسم خط الموقع (P.L.) من الموقع الحسابى D.R. المستخدم فى الحل .

ولتوضيح هذا المفهوم نفترض ان هناك عده راصدين فى المواقع الحسابيه(i) D.R. وقام كل منهم بحل نفس الرصده الفلكيه باستخدام موقعه الحسابى . فان النتيجه هى ان كل منهم سوف يحصل على قيمه مختلفه للفرق (i) Intercept وعلى نفس قيمه T. Bg . (تقريبا) واذا رسم كل منهم نتائجه من موقعه الحسابى فاننا سوف نحصل على الشكل التالى (٧ – ٤) :



ونتيجه لذلك فانه يمكن الحصول على نفس خط الموقع الفلكى باستخدام موقع حسابى مختار Chosen Position (بتعديل D.R. lat ليكن عددا صحيحا ، وبتعديل قيمه D.R. long المضاف على G.H.A لنحصل على قيمه صحيحه لـ L.H.A وذلك لامكان حل المثلث الفلكى PZ_1X باستخدام جداول (N.P. 401) بدلا من العلاقه (2-7) .

الفصل الثامن

ايجاد عناصر خط الموقع الفلكى بطريقه الفرق

Intercept Method

يتم تطبيق طريقه الفرق (Intercept) او التى تعرف احيانا بطريقه مارك سانت هيلير بتنفيذ الخطوات الموضحه فى خريطه الحل (1) Computation Chart. حيث :

(1) (2) هى عناصر الرصده الفلكيه

(3) (4) عناصر الموقع الحسابى وتستخرج من خريطه الابحار .

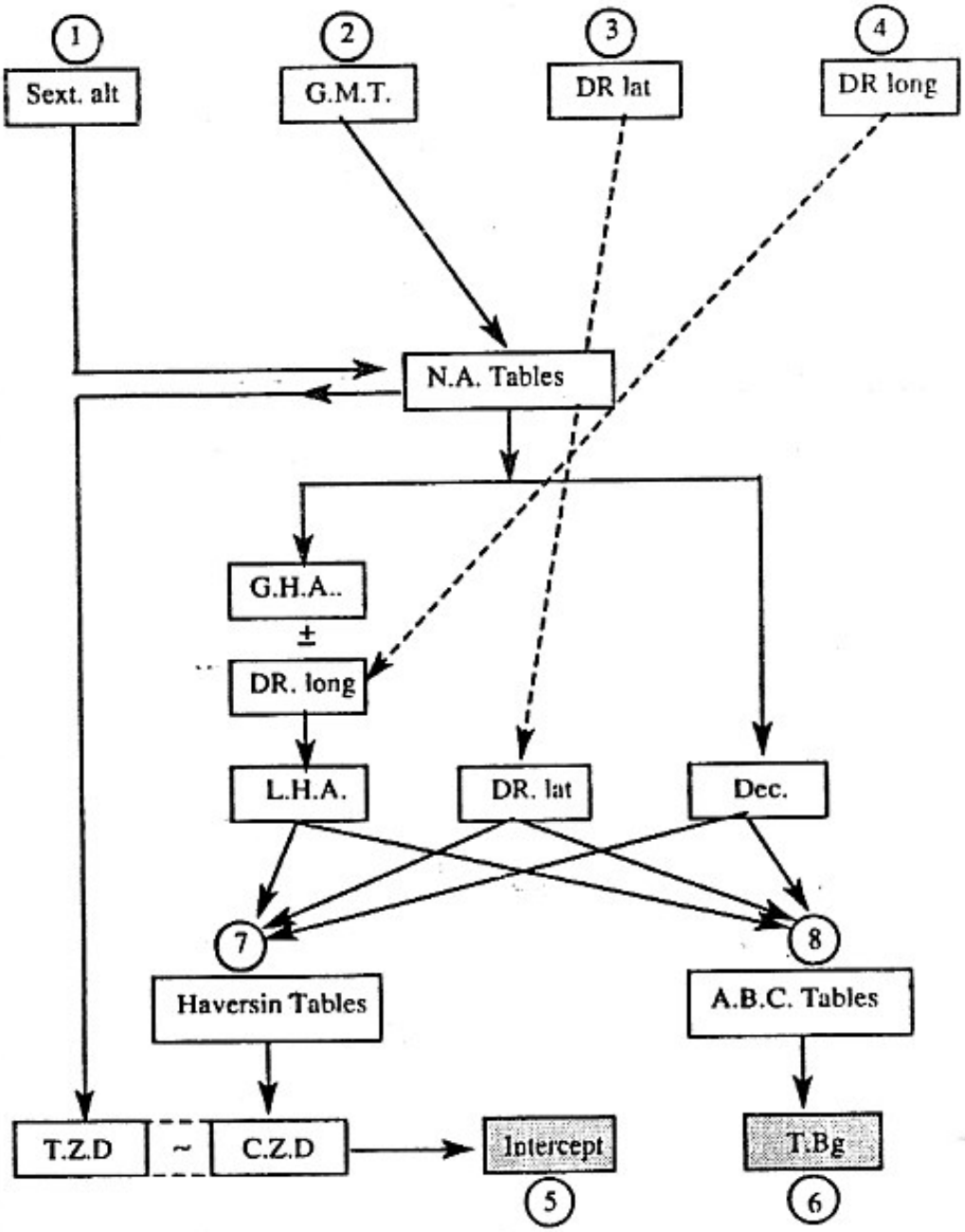
(5) (6) عناصر خط الموقع الفلكىL.O.P

ويتم تنفيذ هذه الخطوات على نموذج الحل المرفق لسهوله التطبيق .

(النموذج المرفق خاص بالنجوم فى حاله ضبط وقت الرصد بتسجيل وقت المنطقه Zone Time ZT) على سبيل المثال .)

L.O.P COMPUTATION CHART NO. (1)

(Intercept method)



STAR SIGHT BY INTERCEPT

ZT. ZN	
G.Date	
ch. time ch. error	
G.M.T.	

G.H.A. Incr. S.H.A.		Dec.	
G.H.A. ±Long			
L.H.A.			

L.H.A. Lat Dec.		Loghav logcos logcos	
		loghav	
Lat – Dec		nathav nathav	
C.Z.D.		nathav	

Sext. alt. I.E.	
obs. alt, Dip	
app. alt. corr.	
true alt. 90^{n}	
T.Z.D. C.Z.D.	
Int.	

L.H.A Lat. Dec.	A B	
	C	
	A z.	
	T. B g.	

مثال محلول (٨ – ١)

فى اثناء الشفق المسائى Evening Twilight يوم 22 nd April

السفينه فى الموقع الحسابى (18° 43`.9 N , 64° 48`.0 E) D.R. position

خطأ المؤشر	I.E. 2.2` off the arc
ارتفاع عين الراصد	Ht.of eye 14.3 meters
خطأ الكرونومتر	Ch.error 3m 19s Fast

تم رصد النجم Capella وكانت نتائج الرصد :

وقت الكرونومتر	Ch.time 2h 27m 39s
الارتفاع السدس	Sext. alt . 39 15.8`

١ – اوجد عناصر خط الموقع الفلكى L.O.P بالحل بطريقه الفرق .

٢ – ارسم خط الموقع الفلكى .

Intercept (Star)

L.M.T.	1832 April 22nd
± long	419
G.D.	1413 April 22nd
Ch.Time	2 27 39
Ch.Error	- 3 19
G.M.T.	14 24 20

G.H.A.	060° 16`.4
Incr.	6° 06`.0
V or SHA	281° 14`.0
G.H.A.	347° 36`.4
± long (-)	064° 48`.0
L.H.A.	52° 24`.4

Dec.- N 45° 58`.6

L.H.A.	52° 24`.4	hav	0.19497	A	0.261 S
Lat.	N 18° 43`.9	x cos		B	1.306 N
Dec.	N 45° 58`.6	x cos		C	1.045 N
		hav	0.12832	Az.	N 45°.3 W
Lat ~ Dec	27° 14`.7	hav		T.Bg.	314°.7
C.Z.D.	50° 46`.3	hav	0.18379		

Sext alt	39° 15`.8
I.E. +	2`.2
Obs. alt	39° 18`.0
Dip -	6`.7
App alt	39° 11`.3
Corr. -	1`.2
T. alt	39° 10`.1
90°	90°
T.Z.D.	50° 49`.9
C.Z.D.	50° 46`.3
intercept	3`.6 A

مثال محلول (٨ – ٢)

فى وقت المنطقه Z.T. 1030 يوم 21 st AUGUST

السفينه فى الموقع الحسابى (40° 10.0` N , 132° 35.0` W) D.R. Position

خطأ المؤشر	I.E. 2.1` on the arc
ارتفاع عين الراصد	Ht. of eye 14.8 metre
خطأ الكرونومتر	Ch. error 3m 45s Slow

تم رصد الحافه السفلى للشمس Sun lower Limb وكانت النتائج :

وقت الكرونومتر	Ch. time 7h 25m 48s
الارتفاع السدس	Sext. alt. 56° 09.4`

١ - اوجد عناصر خط الموقع الفلكى L.O.P بالحل بطريقه الفرق Intercep

٢ – ارسم خط الموقع الفلكى .

Intercept (Sun)

Z.T.	1030 Aug. 21st
± Z.N. +	9
G.D.	1930 Aug. 21st
Ch.Time	7 25 48
Ch.Error	+ 3 45
G.M.T.	**19 29 33**

G.H.A.	104° 13`.6
Incr.	7° 23`.3
G.H.A.	111° 36`.9
± long (-)	132° 35`.0
L.H.A.	339° 01`.9

d

Dec.	12° 02`.7 N
d corr.	- 0`.4
C.Dec	12° 02`.3 N

L.H.A.	339° 01`.9	hav	0.03311	A	2.203 S
Lat	40° 10`.0N	x cos		B	0.596 N
Dec	12° 02`.3N	x cos		C	1.607 S
		hav	0.02475	Az.	S 39°.2 E
Lat ~ Dec	28° 07`.7	hav		T.Bg.	**140°.8**
C.ZD.	33° 39`.2	hav	0.08380		

Sextalt	56° 09`.4
I.E. -	2`.1
Obs.alt	56° 07`.3
Dip -	6`.8
Appalt	56° 00`.5
Corr. +	15`.3
T.alt	56° 15`.8
90°	90°
T.ZD.	33° 44`.2
C.ZD.	33° 39`.2
intercept	**5`.0 A**

مثال محلول (٨ – ٣)

فى وقت الشفق المسائى Evening Twilight يوم 24 th April

السفينه فى الموقع الحسابى (19° 11.0` N , 65° 49.0` E) D.R. Position

I.E.	2.3` on the arc	خطأ المؤشر
Ht. of eye	17.2 metres	ارتفاع عين الراصد
Ch.error	4m 51s Fast	خطأ الكرونومتر

تم رصد الكوكب Jupiter وكانت نتائج الرصد :

Ch. time	2h 24m 00s	وقت الكرونومتر
Sext alt.	55° 50.0`	الارتفاع السدس

١ – اوجد عناصر خط الموقع الفلكى L..O.P بالحل بطريقه الفرق Intercep .

٢ – ارسم خط الموقع الفلكى

Intercept (Planet)

L.M.T.	1842 April 24th
± long -	423
G.D.	1419 **April 24th**
Ch.Time	2 24 00
Ch.Error	- 4 51
G.M.T.	**14 19 09**

G.H.A.	325° 54`.7
Incr.	4° 47`.3
V or SHA	0`.7
G.H.A.	330° 42`.7
± long (+)	65° 49`.0
L.H.A.	36° 31`.7

v 2.0
d 0.0

Dec.	N 23° 25`.4
d corr.	0.0
C.Dec.	N 23° 25`.4

L.H.A.	36° 31`.7	hav	0.09822	A	0.470 S
Lat.	N 19° 11`.0	x cos		B	0.728 N
Dec.	N 23° 25`.4	x cos		C	0.258 N
		hav	0.08512	Az.	N 76°.3 W
Lat ~ Dec	4° 14`.4	hav		**T.Bg.**	**283°.7**
C.Z.D.	34° 12`.4	hav	0.08649		

Sext alt	55° 50`.0
I.E.	2`.3
Obs. alt	55° 47`.7
Dip	7`.3
App alt	55° 40`.4
Corr.	0`.7
Add corr.	0`.0
T. alt	55° 39`.7
90°	90°
T.Z.D.	34° 20`.3
C.Z.D.	34° 12`.4
intercept	**9`.7 A**

مثال محلول (٨ – ٤)

اثناء الشفق الصباحى morning twilight يوم August 10 th

السفينه فى الموقع الحسابى D.R. Position (27° 15` N , 146° 45` W)

خطأ المؤشر	I.E. 2.0` off the arc
ارتفاع عين الراصد	Ht. of eye 13.5 metres
خطأ الكرونومتر	Ch. error 3m 10s Fast.

تم رصد الحافه العليا للقمر moon`s Upper limb وكانت عناصر الرصد :

وقت الكرونومتر	Ch. time 2h 48m 40s
الارتفاع السدس	sext . alt 56° 18.0`

١ – اوجد عناصر خط الموقع الفلكى L.O.P. بالحل بطريقة الفرق Intercet

٢ – ارسم خط الموقع الفلكى .

Intercept (Moon)

L.M.T.	0503 Aug . 10th
± long (+)	947
G.D.	1450 **Aug . 10th**
Ch Time	2 48 40
Ch.Error	- 3 10
G.M.T.	**14 45 30**

G.H.A.	163° 51`.5
Incr.	10° 51`.4
V or SHA	9`.3
G.H.A.	174° 52`.2
± long (-)	146° 45`.0
L.H.A.	28° 07`.2

v 12.2
d 15.2
HP 58.4

Dec.	7° 06`.8 N
d corr.	+ 11`.5
C.Dec	7° 18`.3 N

L.H.A.	28° 07`.2	hav	0.05902	A	0.964 S
Lat.	27° 15`.0 N	x cos		B	0.272 N
Dec.	7° 18`.3 N	x cos		C	0.692 S
		hav	0.05204	Az.	S 58°.4 W
Lat ~ Dec	19° 56`.7	hav		**T.Bg.**	**238°.4**
C.Z.D.	33° 17`.2	hav	0.08203		

Sext alt	56° 18`.0
I.E.	2`.0
Obs. alt	56° 20`.0
Dip	6`.5
App alt	56° 13`.5
Corr.	+ 42`.1
Add corr.	+ 3`.8
UL (-30`)	- 30`.0
T. alt	56° 29`.4
90°	90°
T.Z.D.	33° 30`.6
C.Z.D.	33° 17`.2
Intercept	13`.4 A

تمارين الفصل الثامن :

8 - A Calculate the elements of the Astronomical Position line in each of the following by solving by intercept method. :

	Z.T. Date	D.R. Lat D.R. Long	ch. Time ch. Error	Body Sext. alt.	Ht. of eye I. E.
1	0501 July 27th	34° 40.0' N 125° 25.6 W	$1^h\,11^m\,55^s$ slow 2 10	Star Deneb 38° 29,0'	14 m 2.1' off
2	0435 June 10 th	41° 55.0' S 170° 48.0' E	5 37 02 fast 1 58	Star Altair 30° 12.4'	10.5 m 2.3' off
3	0505 March 12th	18° 30.0' S 140° 40.0' E	8 06 15 fast 1 40	Planet Venus 36° 12.0'	7.5 m 1.9 off
4	1741 March 22nd	34° 00.0' S 169° 50.0' W	4 35 50 slow 3 45	Planet Jupiter 31° 41.6'	13.1 m 1.2' on
5	0645 Jan. 16 th	24° 41.0' S 28° 35.0' W	8 45 30 slow 1 42	Moon U. L. 43° 53.9'	17.0 m 2.0' on
6	1115 Jun. 25 th	35° 09.0' S 170° 15.0' E	00 15 58 fast 3 04	Moon U. L. 23° 05.1'	12.7 m 2.4 off
7	1042 May 13 th	38° 15.0 N 143° 00.0' E	00 40 10 slow 4 43	Sun L. L. 60° 19.0	13.5 m 1.1 on

Answers

1. 9.0' A / 303.6°
2. 3.2' T / 319.3°
3. 5.0' T / 095.6°
4. 5.0' T / 012.5°
5. 5.0' T / 292.2°
6. 5.0' T / 040.7°
7. 6.1' A / 125.7°

8 - B Calculate the elements of the Astronomical Position line in each of the following by solving by intercept method. :

	Time of Observation Date	D.R. Lat D.R. Long	ch. Time ch. Error	Body Sext. alt.	Ht. of eye I. E.
1	Morning Twilight Dec. 15th	39° 55.0' S 170° 03.0 W	$3^h\ 02^m\ 12^s$ Fast 3 49	Star Adhara 60° 20.2'	13.7 m 1.3' on
2	Evening Twilight March 9th	50° 05.0' N 2° 45.0' W	6 35 07 slow 1 55	Star Procyon 38° 33.3'	13.6 m 2.2' on
3	Evening Twilight January 2nd	18° 30.0' N 140° 40.0' W	3 15 40 fast 2 10	Planet Venus 19° 28.0'	9.9 m 0.3 on
4	Evening Twilight January 5th	25° 40.0' N 145° 50.0' W	3 57 50 fast 3 01	Planet Venus 9° 09.6'	9.5 m 1.1' off
5	Morning Twilight August 10th	27° 15.0' N 146° 45.0' W	2 38 40 Fast 3 10	Moon U. L. 53° 15.2'	13.5 m 2.0' off
6	Morning Twilight Dec. 8th	48° 48.0' S 178° 48.0' E	3 30 30 fast 12 41	Moon U. L. 27° 01.9'	18.4 m 1.7 off

Answers

1. 3.8' T/ 280.9°
2. 13.8' T/ 139.3°
3. 4.7' T/ 244.2°
4. 8.5' T/ 247.4°
5. 4.4' A/ 235.4°
6. 7.7' T/ 027.4°

8 - C

1 - At Z. T. 0540 Feb. 7th

Ship was in D. R. (14° 15.0' N ; 26° 09.0' W)

I. E.	2.5' off the arc
Ht. of eye	14 metres
ch. error	3m 02s Fast

The star Vega was observed as :

ch . Time	7h 44m 28s
Sext. alt.	37° 44.4'

Find the elements of the P.L. by solving by intercept method

(Answer 2.3' Away / 051.7°)

2 - At the evening twilight on Oct. 1st

Ship was in D. R. (32° 00.0' S ; 102° 45.0' W)

I. E.	2.4' off the arc
Ht. of eye	8 metres
ch. error	1m 06s Slow

The Planet Saturn was observed as :

ch . Time	1h 20m 03s
Sext. alt.	80° 00.3'

Find the elements of the P. L. by solving by intercept method

(Answer nil / 012.2°)

8 - C

1 - At Z. T. 0540 Feb. 7th

Ship was in D. R. (14° 15.0' N ; 26° 09.0' W)

I. E.	2.5' off the arc
Ht. of eye	14 metres
ch. error	3m 02s Fast

The star Vega was observed as :

ch . Time	7h 44m 28s
Sext. alt.	37° 44.4'

Find the elements of the P.L. by solving by intercept method

(Answer 2.3' Away / 051.7°)

2 - At the evening twilight on Oct. 1st

Ship was in D. R. (32° 00.0' S ; 102° 45.0' W)

I. E.	2.4' off the arc
Ht. of eye	8 metres
ch. error	1m 06s Slow

The Planet Saturn was observed as :

ch . Time	1h 20m 03s
Sext. alt.	80° 00.3'

Find the elements of the P. L. by solving by intercept method

(Answer nil / 012.2°)

الفصل التاسع

(٩-١) ايجاد عناصر خط الموقع الفلكى بطريقه الطول

Longitude Method

فى هذا الاسلوب يتم استخدام العرض الحسابى D.R. latitude فى حساب خط الطول(ويسمى مجازا خط الطول المرصود Observed longitude) الذى سيتقاطع فيه خط الموقع الفلكىLOP مع العرض الحسابى D.R. lat ويتم ايضا حساب الاتجاه الحقيقى للجرم السماوى T.Bg ومن ثم نحصل على اتجاه خط الموقع الفلكى-Direc tion of the LOP . وبالتالى نرسم اتجاه خط الموقع الفلكى مارا بالموقع . (D.R. lat . Obs . long .) ويتم تطبيق هذا الاسلوب بتنفيذ الخطوات الموضحه فى خريطه الحل Computation Chart (2) حيث :

(1) (2) هى عناصر الرصده الفلكيه

(3) (4) عناصر الموقع الحسابى وتستخرج من خريطه الابحار

(5) (6) عناصر خط الموقع الفلكى L.O.P.

ويتم تنفيذ هذه الخطوات على نموذج الحل المرفق لسهوله التطبيق .

(نموذج الحل المرفق خاص بالنجوم فى حاله ضبط وقت الرصد بتسجيل وقت المنطقه Z.T على سبيل المثال) .

تعليق للمؤلف :

من المعلوم ان عناصر الرصده الفلكيه وهى . Sext . alt , G.M.T. تؤدى الى توقيع نفس خط الموقع الفلكى LOP ايا كانت الطريقه او الاسلوب الذى استخدم فى الحل ، ولكن تظل دائما طريقه الفرق Intercept هى الطريقه الاكثر شيوعا . وطريقه الطول ما هى الا اسلوب مختلف للحصول على نفس خط الموقع الفلكى الذى يمكن الحصول عليه بطريقه الفرق . ومما هو جدير بالذكر ان هذا الاسلوب البديل لطريقه الفرق لا يصلح الا فى حاله توفر بعض الشروط هى :

١ - دقه العرض الحسابى D.R. latitude المستخدم . اذا تتوقف الدقه فى حساب L.H.A. وبالتالى Obs . long على دقه العرض الحسابى بمعنى انه اذا

كان العرض الحسابى المستخدم غير صحيح فان السفينه سوف تكون على خط الموقع الفلكى ولكن ليس على الطول الذى تم حسابه ، الا اذا كان اتجاه خط الموقع (180°-000°)

٢ – يجب ان يكون الاتجاه الحقيقى للجرم السماوى قريبا ما امكن من اتجاه الشرق او الغرب . (أى 090° او 270°) لكى يكون الخطأ فى الطول الناتج اقل ما يمكن . ويتضح ذلك من العلاقه التاليه .

Error in long. = Error in lat. x Cot Az. Sec lat.

التى تعطى قيمه الخطأ فى الطول بدلالة كل من :

١ – الخطأ فى العرض الحسابى المستخدم فى الحل .

٢ – العرض الحسابى

٣ – عزيمه الجرم السماوى Azimuth.

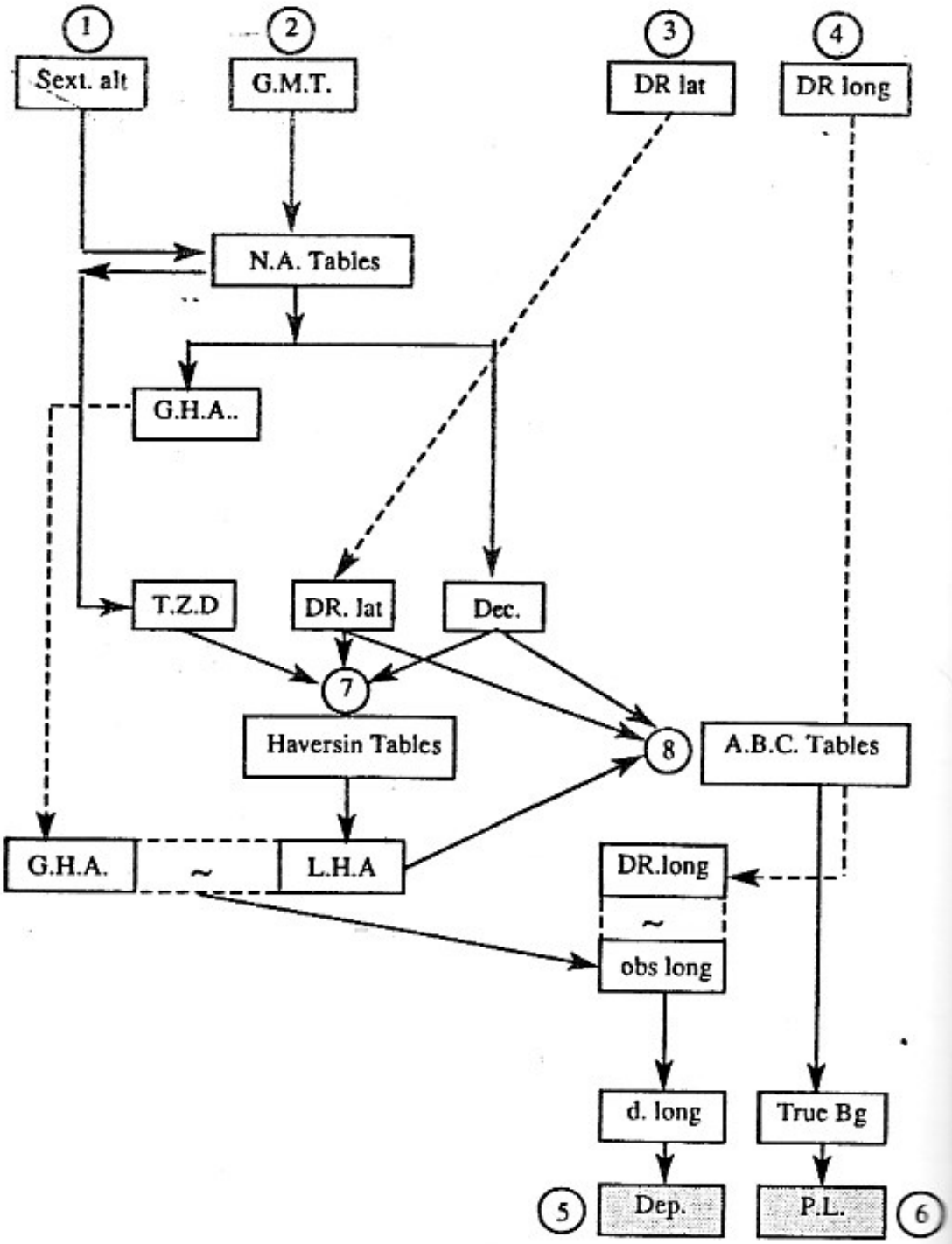
ولتوضيح تاثير العزيمه Az. على الخطأ فى الطول ، فاننا نفترض قيمه ثابته للعرض الحسابى (lat 35°) وان الخطأ فى هذا العرض (± 5`) على سبيل المثال . وبحساب قيمه الخطأ فى الطول الذى يناظر قيم مختلفه للعزيمه Az.)

(يتضح كيف ان الحل بطريقه الطول يكون مقيدا بان يكون الاتجاه الحقيقى للجرم اقرب ما يكون لاتجاه الشرق او الغرب .

Az.	90°	100°	110°	120°	130°	140°	150°
Error in long.	Zero	± 1.1`	± 2.2`	± 3.5`	± 5.1`	± 7.3`	± 10.5`

L.O.P COMPUTATION CHART NO. (2)

(Longitude method)



STAR SIGHT BY LONGITUDE

Z.T. Z.N	
G.Date	
ch. time ch. error	
G.M.T.	

G.H.A. Incr. S.H.A.		Dec.	
G.H.A.			

Sext,alt, I.E.	
Obs. alt. Dip	
app. alt. corr.	
True alt. 90^{o}	
T.Z.D.	

T.Z.D. Lat-Dec..		nathav nathav	
		nathav	
Lat. Dec.		loghav logsec logsec	
P		loghav	

G.H.A. ± Long.		L.H.A. G.H.A.	
L.H.A.		obs. long DR long	
		d.long	
		dep.	

L.H.A Lat. Dec.		A B	
		C	
		A z.	
		T.B g.	
		P.L.	

مثال محلول (٩- ١)

في وقت المنطقه Z.T. 1840 يوم 23 nd April

السفينه في الموقع الحسابى (19° 05.0` N , 65° 45.0` E) D.R. Position

خطأ المؤشر	1.6 on the arc	I.E.
ارتفاع عين الراصد	7m 25s Slow	Ch. error
خطأ الكرونومتر	9.5 meters	Ht.of eye

تم رصد النجم Denebola وكانت نتائج الرصد :

وقت الكرونومتر	2h 31m 40s	Ch. time
الارتفاع السدس	51° 35.2`	Sext. alt

١ – اوجد خط الطول المرصود Obs. long. الذى يتقاطع فيه خط الموقع الفلكى L.O.P. مع خط العرض الحسـابى D.R. lat. واوجـد كذلك اتجاه خط الموقع الفلكى Direction of L.O.P .

١ – ارسم خط الموقع الفلكى .

Longitude (Star)

Z.T.	1840 Apr. 23rd
Z.N.	4
G.D.	1440 Apr. 23rd
Ch.time	2 31 40
Ch.error	+ 7 25
G.M.T.	**14 39 05**

G.H.A.γ	061° 21`.3
Incr.	009° 47`.9
S.H.A. *.	182° 51`.0
G.H.A.*	254° 00`.2
± Long. (+)	66° (≈)
L.H.A. ≈	320° > 180°

Dec.	N 14° 37`.4

i.e. **L.H.A. = 360° - P**

Sext. alt	51° 35`.2
I.E.	1`.6
Obs. alt	51° 33`.6
Dip	5`.4
app. alt.	51° 28`.2
corr	0`.8
True alt	51° 27`.4
90°	90°
T.Z.D.	38° 32`.6

T.Z.D.	38° 32`.6	hav	0.10893	A	0.411 S
Lat ~ Dec	04° 27`.6	- hav		B	0.405 N
		hav	0.10742	C	0.006 S
lat	N 19° 05`.0	÷ cos		Az.	S 89°.7 E
Dec	N 14° 37`.4	÷ cos		T.Bg.	**090°.3**
P	40° 05`.3	hav	0.11747	**P.L.**	**000°.3 / 180°.3**

L.H.A.(**360° - P**)	319° 54`.7
G.H.A.	254° 00`.2
Obs. Long.	**65° 54`.5 E**

Obs. Long.	65° 54`.5 E
D.R. Long	65° 45`.0 E
d. Long.	9`.5 E
dep.	**9`.0 E**

مثال محلول (٩-٢)

في وقت المنطقه 0915 Z.T. يوم 18 th June

السفينه فى الموقع الحسابى (41° 15` N , 135° 12` E) D.R. Position

I.E.	0.2 off the arc	خطأ المؤشر
Ht. of eye	18.3 metters	ارتفاع عين الراصد
Ch. error	7m 12s Fast	خطأ الكرونومتر

تم رصد الحافه السفلى للشمس Sun Lower Limb وكانت النتائج :

Ch. time	00h 23m 15s	وقت الكرونومتر
Sext alt.	51° 24.0'	الارتفاع السدس

١ – اوجد خط الطول المرصود Obs. long. الذى يتقاطع فيه خط الموقع الفلكي L.O.P. مع خط العرض الحسابى D.R. lat. واوجد كذلك اتجاه خط الموقع الفلكى Direction of L.O.P.

٢ – ارسم خط الموقع الفلكى .

Longitude (Sun)

Z.T.	0915 Jun. 18th
Z.N. -	9
G.D.	0015 **Jun. 18th**
Ch.time	00 23 15
Ch.error	- 7 12
G.M.T.	**00 16 03**

T.Z.D.	38° 28`.1	hav	0.10852	A	1.011 S
Lat ~ Dec	17° 51`.2	- hav		B	0.660 N
		hav	0.08445	C	0.350 S
lat	N 41° 15`.0	÷ cos		Az.	S 75°.2 E
Dec	N 23° 23`.8	÷ cos		T.Bg.	104°.6
P	40° 57`.2	hav	0.12238	**P.L.**	**014°.6 / 194°.6**

G.H.A.	179° 46`.2
Incr.	4° 00`.8
G.H.A.	183° 47`.0
± Long. (+)	135° ≈
L.H.A.	319° > 180°

i.e. **L.H.A. = 360° - P**

Dec.	N 23° 23`.8
d.corr.	0`.0
C.Dec.	N 23° 23`.8

Sext. alt	51° 24`.0
I.E. +	0`.2
Obs. alt	51° 24`.2
Dip -	7`.5
app. alt.	51° 16`.7
corr	+ 15`.2
True alt	51° 31`.9
90°	90°
T.Z.D.	38° 28`.1

L.H.A.(**360° - P**).	319° 02`.8
G.H.A.	183° 47`.0
Obs. Long.	135° 15`.8 E
D.R.. Long.	135° 12`.0 E
d. Long.	3`.8 E
dep.	**2`.9 E**

مثال محلول (٩- ٢)

فى اثناء فتره الشفق المسائى Evening Twiligh يوم 23 rd April

السفينه فى الموقع الحسابى(D.R. Position (18° 36.0` N , 65° 52.0 E

I.E.	2.4` on the arc	خطأ المؤشر
Ht. of eye	16.3 meters	ارتفاع عين الراصد
Ch. error	2m 54s Slow	خطأ الكرونومتر

تم رصد الكوكب Jupiter وكانت نتائج الرصد :

Ch. time	2h 16m 12s	وقت الكرونومتر
Sext alt.	56° 36.7	الارتفاع السدس

١ - اوجد الطول المرصود .Obs. long الذى يتقاطـــع فيه خط الموقع الفلكىL.O.P مع خط العـــرض الحسابى D.R. lat واوجـد كـذلك اتجـاه خط الموقع الفلكى.Direction of L.O.P

٢ - ارسم خط الموقع الفلكى .

Longitude (Planet)

L.M.T. ≈	1832 April 23rd
Long . -	423
G.D.	1409 **April 23rd**
Ch.time	2 16 12
Ch.error	+ 2 54
G.M.T.	**14 19 06**

G.H.A.γ	325° 05`.8
Incr.	4° 46`.5
V Corr.	0`.7
G.H.A.	329° 53`.0
± Long. (-)	66°
L.H.A. ≈	36° < 180°

i.e. . **L.H.A.= P**

Dec.	N 23° 25`.8
d.corr	0`.0
C.dec.	N 23° 25`.8

Sext. alt	56° 36`.7
I.E. -	2`.4
Obs. alt	56° 34`.3
Dip	7`.1
app. alt.	56° 27`.2
corr	- 0`.6
Add. corr.	0`.0
True alt	56° 26`.6
90°	90°
T.Z.D.	33° 33`.5

T.Z.D.	33° 33`.5	hav	0.08334	A	0.469 S
Lat ~ Dec	4° 49`.8	- hav		B	0.743 N
		hav	0.08156	C	0.274 N
lat	N 18° 36`.0	÷ cos		Az.	N 75°.4 W
Dec	N 23° 25`.8	÷ cos		T.Bg.	**284°.6**
P	35° 40`.0	hav	0.09379	**P.L.**	**014°.6 / 194°.6**

L.H.A. (= P)	35° 40`.0
G.H.A.	329° 53`.0
Obs. Long.	**65° 47`.0 E**
D.R. Long	65° 52`.0 E
d. Long.	5`.0 W
dep.	**4`.7 W**

مثال محلول (٩ – ٤)

فى وقت المنطقه 1939 Z.T. يوم 26 th September

السفينه فى الموقع الحسابى (32° 15.0` S , 148° 49.0` W) D.R. Position

خطأ المؤشر 2.2` on the arc I.E.

ارتفاع عين الراصد 16.0 meters Ht. of eye

خطأ الكرونومتر 1m 48s Fast ch. error

تم رصد الحافه العليا للقمر Moon Upper Limb وكانت النتائج :

وقت الكرونومتر 5h 40m 10s ch.time

الارتفاع السدسى 66° 54.8` Sext . alt.

١ – اوجد الطول المرصود Obs. long. الذى يتقاطع فيه خط الموقع الفلكى L.O.P. مع خط العرض الحسابى D.R. lat واوجد كذلك اتجـــاه خط الموقع الفلكى Direction of L.O.P

٢ – ارسم خط الموقع الفلكى .

Longitude (Moon)

Z.T.	1939 Sept. 26th
Z.N. +	10
G.D.	0539 **Sept.27th**
Ch.time	5 40 10
Ch.error	- 01 48
G.M.T.	**5 38 22**

G.H.A.	164° 59`.2
Incr.	9° 09`.3
V corr.	6`.7
G.H.A.	174° 15`.2
± Long. (-)	149°
L.H.A.	25° < 180°

i.e. **L.H.A. = P**

Dec.	S 25° 55`.0
d.corr.	2`.3
C.Dec.	S 25° 52`.7

Sext. alt	66° 54`.8
I.E.	2`.2
Obs. alt	66° 52`.6
Dip	7`.0
app. alt.	66° 45`.6
corr	+ 33`.0
Corr	+ 3`.3
UL - 30`	- 30`.0
True alt	66° 51`.9
90°	90°
T.Z.D.	23° 08`.1

T.Z.D.	23° 08`.1	hav	0.04021	A	1.322 N
Lat ~ Dec	6° 22`.3	- hav		B	1.126 S
		hav	0.03712	C	0.196 N
lat	S 32° 15`.0	÷ cos		Az.	N 80°.6 W
Dec	S 25° 52`.7	÷ cos		T.Bg.	**279°.4**
P	25° 31`.2	hav	0.04878	**P.L.**	**009°.4 / 189°.4**

L.H.A. (= P)	25° 31`.2
G.H.A.	174° 15`.2
Obs. Long.	148° 44`.0 W
D.R., Long.	148° 49`.0 W
d. Long.	5`.0 E
dep.	4`.2 E

تمارين الفصل التاسع :

9 - A Calculate the elements of the Astronomical Position line in each of the following by solving by Longitude method. :

	Z.T. Date	D.R. Lat D.R. Long	ch. Time ch. Error	Body Sext. alt.	Ht. of eye I. E.
1	1645 June 28th	41° 10.0' S 171° 05.0 E	$5^h 44^m 20^s$ slow 2 32	Star Sirius 23° 45.2'	12 m 2.5' on
2	0537 Jan. 17 th	15° 50.0' S 130° 15.0' E	8 49 55 fast 2 30	Star Regulus 36° 26.7	14 m 1.6' on
3	1940 May 29th	41° 15.0' N 29° 45.0' W	9 20 35 Slow 8 41	Planet Jupiter 25° 04.2'	12 m nil
4	0510 Nov. 16th	29° 40.0' N 141° 00.0' E	8 08 08 slow 2 13	Planet Mars 27° 32.9'	14.1 m 1.4' on
5	1750 Oct. 29 th	34° 10.0' S 14° 47.0' W	6 45 53 slow 3 49	Moon U. L. 45° 34.0'	13.6 m 2.2' on
6	0500 Mar. 22 nd	30° 30.0' S 155° 30.0' E	6 55 50 Slow 4 14	Moon U. L. 54° 21.3'	14.2 m 1.7' on
7	0800 July 23 rd	32° 00.0 N 32° 00.0' E	5 58 40 slow 1 20	Sun L. L. 35° 35.0	11.5 m 3.0 off

Answers

1. 14.2' E / (178° - 358.0')
2. 15.3' E / (028.5° - 208.5°)
3. 3.8' E / (009.6° - 189.6')
4. 8.7' E / (011.9° - 191.9')
5. 5.8' E / (146.1° - 326.1')
6. 8.6' W / (176.8° - 356.8')
7. 1.9' W / (177.2° - 357.2')

9 - B Calculate the elements of the Astronomical Position line in each of the following by solving by Longitude method. :

	Observation Time Date	D.R. Lat D.R. Long	ch. Time ch. Error	Body Sext. alt.	Ht. of eye I. E.
1	Morning Twilight Aug. 20th	27° 15.0' N 146° 45.0 W	$2^h 45^m 28^s$ Fast 3 10	Star Procyon 18° 30.4'	13.5 m 2.0' off
2	Evening Twilight Oct. 7 th	35° 20.0' N 25° 40.0' W	7 29 35 Slow 3 41	Star Markab 31° 11.9'	13.4 m 1.8' off
3	Evening Twilight April 20th	34° 40.0' N 50 ° 30.0' W	10 25 20 Slow 2 15	Planet Jupiter 54° 07.5'	14.1 m 1.5 off
4	Morning Twilight Apr. 26th	21° 13.0' S 179° 55.0' W	5 40 15 fast 12 03	Planet Venus 33° 01.5'	8.2 m 2.1' off
5	Morning Twilight August 17 th	29° 00.0' N 58° 00.0' W	8 42 15 fast 1 10	Moon U. L. 30° 23.4'	11.4 m 0.7' off
6	Evening Twilight May 6 th	10° 00.0' S 40° 00.0' E	3 30 30 Slow 3 24	Moon U. L. 38° 54.3'	14.9 m 2.3 off

Answers

1. 10.5' E / (003.6° - 183.6°)
2. 5.9' W / (003.0° - 183.0°)
3. 4.1' E / (172.6° - 352.6°)
4. 9.4' W / (171.3° - 351.3°)
5. 8.7' W /(166.7° - 346.7°)
6. 4.9' W/ (002.6° - 182.6°)

9 - C

1 - At Z. T. 1850 on Sept. 24 th

Ship was in D. R. (37° 48.0' N ; 48° 25.0' W)

I. E.	1.7' on the arc
Ht. of eye	18 metres
ch. error	1m 29s Slow

The star Markab was observed as :

ch . Time	9h 47m 26s
Sext. alt.	29° 53.6'

Find the elements of the P.L. by solving by long. method

[Answer 5.1' W / (003.5° - 183.5°)]

2 - At the morning twilight on Sept. 17 th

Ship was in D. R. (36° 40.0' N ; 175° 40.0' E)

I. E.	1.2' on the arc
Ht. of eye	14 metres
ch. error	4m 14s Slow

The Planet Jupiter was observed as :

ch . Time	5h 33m 29s
Sext. alt.	40° 50.8'

Find the elements of the P. L. by solving by long method

[Answer 8.0 W / (005.8° - 185.8°)]

3 - At the evening Twilight on July 3rd

Ship was in D. R. (39° 00.0' S ; 140° 48.0' W)

I. E.	1.7'	off the arc
Ht. of eye	13.9	metres
ch. error	8m	04s Fast

The Lower Limb of the Moon was observed as :

ch . Time	2h	40m 40s
Sext. alt.	40°	40.5'

Find the elements of the P. L. by solving by Long method.

[Answer 1.6' W / (179.7° - 359.7°)]

4 - At Z. T. 1450 on Jan. 15th

Ship was in D. R. (38° 40.0' S ; 125° 40.0' W)

I. E.	2.7'	on the arc
Ht. of eye	9.5	metres
ch. error	1m	49s Fast

The Lower Limb of the Sun was observed as :

ch . Time	10h	53m 49s
Sext. alt.	55°	12.6'

Find the elements of the P. L. by solving by Long method

[Answer 5.6 W / (020.4° - 200.4°)]

الفصل العاشر

إيجاد وقت المرور الزوالى

مقدمه:

فى جميع الرصدات الفلكيه تتم عمليه الرصد بأن يقوم الراصد الممسك بالسدس البحرى Marine Sextant بتحديد لحظه تماس الجرم السماوى (الذى يقوم برصده) مع دائره الافق Horizon وذلك بأن ينبه الميقاتى الذى يقوم بدوره بتسجيل الوقت بادءاً بالثوانى .

وفى رصده الزوال اى عندما يعبر الجرم السماوى خط زوال الراصد Observers Meridian فإن العكس تماما هو الذى يحدث ; إذ انه يلزم تحديد لحظه المرور الزوالى لاقرب ثانيه مسبقا , ومن ثم فإنه عند حلول هذه اللحظه يقوم الميقاتى بتنبيه الراصد الممسك بالسدس البحرى والذى يقوم بدوره برفع يده عن الميكرومتر ومن ثم يقرأ الارتفاع السدس الزوالى .Meridian Sext. alt.

والسبب فى ذلك ان لحظه المرور الزوالى لجرم سماوى ما هى الا لحظه يجب قياس الارتفاع السدس الزوالى عندها تماما والا كان الارتفاع المقاس لا يساوى الارتفاع الزوالى ومن ثم يحصل الملاح على نتائج خاطئه .

ويجب التنويه ان بعض الملاحين يقومون بتسجيل ارتفاع الجرم السماوى (المراد رصد ارتفاعه الزوالى) لفتره تمتد قبل وبعد وقت المرور الزوالى ثم يقومون بإعتبار ان اقصى ارتفاع يحصلون عليه هو الارتفاع السدس الزوالى ، وهذا خطأ يجب عدم الوقوع فيه ، إذ ان الفرق بين الارتفاع الزوال والارتفاع الاقصى يتوقف على عده عوامل منها عناصر حركه السفينه ومعدل التغير فى ميل (Dec) الجرم السماوى (خاصه القمر) .

(١٠-١) كيفيه تحديد وقت المرور الزوالى التقريبى للاجرام السماويه بالنسبه لراصد ثابت :

يعطى فى جداول التقويم البحرى Nautical Almanac Tables الوقت المحلى (L.M.T.) للمرور الزوالى لكل من الشمس والقمر لكل يوم ولليوم الاوسط من الصفحات اليوميه لكل من الكواكب الملاحيه الاربعه . (انظر الشكل التالى) .

	S.H.A.	Mer. Pass.
	° ′	h m
Venus	67 16.8	9 47
Mars	76 13.9	9 12
Jupiter	268 58.7	20 18
Saturn	67 30.0	9 46

Day	SUN Eqn. of Time 00 h	SUN Eqn. of Time 12 h	SUN Mer. Pass.	MOON Mer. Pass. Upper	MOON Mer. Pass. Lower	MOON Age
	m s	m s	h m	h m	h m	d
15	14 11	14 09	12 14	03 56	16 17	20
16	14 08	14 06	12 14	04 40	17 02	21
17	14 04	14 02	12 14	05 26	17 50	22

وهذا الوقت يعتبر صحيحا عند خط الطول الابتدائى Greenwich Meridian لذلك يلزم عمل التصحيح اللازم لخط طول الموقع . ويسمى هذا التصحيح Long . Correction ويستخدم نموذج الحل التالى للحصول على G.M.T المناظر لهذه الظاهره :

L.M.T. (at Greenwich)	
long. Corr^{n}	
L.M.T. (at D.R. long.)	
± long. in time $\overset{W}{E}$	
G.M.T.	

ويمكن التغاضى عن Long. Corr^{n} فى حاله الشمس لان الفرق اليومى حينئذ يكون اقل من دقيقه وبالتالى فان التصحيح يكون بالتالى اقل من نصف دقيقه اى اقل من دقه هذه الجداول .

والامثله التاليه توضح كيفيه التطبيق فى حاله القمر والشمس والكواكب .

أولا : حالة القمـــــر

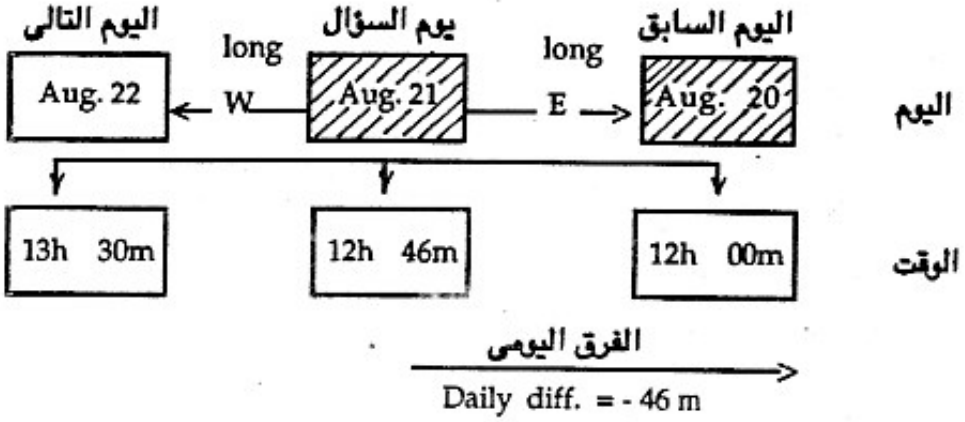
مثال توضيحى (١٠ - ١) .

إستخرج من جداول التقويم البحرى وقت جرينتش المتوسط لحظه المرور الزوالى للقمر لأقرب دقيقة GMT of mer. pass. of the Moon يوم August 21st بالنسبه لراصد فى الموقع الحسابى : (35° 00` N , 145° 31` E) D.R. Position

الحل

L.M.T. (at G)	12h 46m	Aug.	21 st
Long. Corr^{n}	- 19		
L.M.T. (at D.R.)	12 27	Aug.	21 st
± long. $\overset{W}{E}$	- 9 42		
G.M.T.	02 45	Aug.	21 st

كيفيه حساب Long. Correction



نظرا لان القمر يعبر خط زوال جرينتش Greenwich Meridian يوم Aug. 20th قبل ان يعبره يوم Aug. 21st ، لذلك فان التحشية Interpolation تكون بدءا من يوم السـؤال وهو Aug. 21st وفى اتجاه اليوم السابق Aug. 20th فى حاله East long أى ان :

$360^\circ \longrightarrow$ Daily diff. (= - 46m)

long. $145.5^\circ \longrightarrow$ long. Corr-

$$\text{Long Corr}^n = \frac{(-)\ 145.5^\circ \times 46m}{360^\circ} = -19m$$

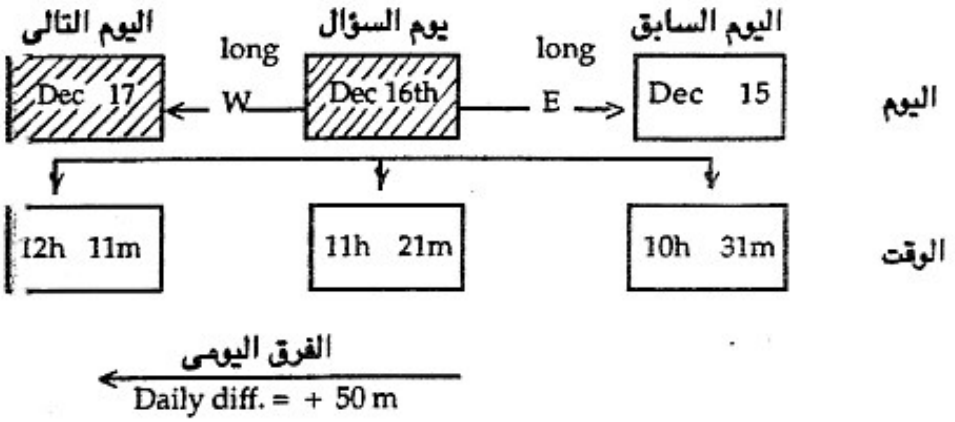
مثال توضيحى (١٠ - ٢)

استخرج من جداول التقويم البحرى قيمه وقت جرينتش المتوسط GMT لحظه المرور الزوالى للقمر mer. pass. of the Moon يوم Dec. 16 th بالنسبه لراصد فى الموقع الحسابى (40° 00' N , 149° 43' W) D.R. Position { لأقرب دقيقة }

الحل :

L.M.T. (at G)	11	21	Dec. 16 th
Long. Corr^n		+ 21	
L.M.T. (at D.R.)	11	42	Dec. 16 th
± long. W / E	9	59	
G.M.T.	21	41	Dec. 16 th

كيفيه حساب Long. Correction



نظرا لان القمر يعبر خط زوال جرينتش Greenwich mer. يوم Dec 16 th ثم يعبره يوم Dec 17 th بعد ذلك . لذلك فإن التحشيه Interpolatio بدءا من يوم السؤال وهو Dec 16 th فى اتجاه اليوم التالى 17 th فى حاله West long.

اى ان :

$$360^\circ \longrightarrow \text{Daily diff. } (= + 50\text{m})$$

$$\text{Long. } 149.7^\circ \longrightarrow \text{long. Corr-}$$

وبالتالى :

$$\text{long. Corr}^n = \frac{+\ 149.7^\circ \times 50\text{ m}}{360^\circ} = +21$$

ثانيا : فى حالة الشمس Sun

مثال توضيحى (١٠ – ٣)

استخرج قيمه G.M.T. لحظه المرور الزوالى للشمس pass . of the Sun يوم August 21st بالنسبه لراصد فى خط الطول Long. 35° 15` W

الحل :

L.M.T.	12h	03m	Aug.	21 st
± long. W E	2	+ 21		
G.M.T.	14	24	Aug.	21 st

مثال توضيحى (١٠ - ٤)

احسب قيمه وقت المنطقه Z.T لحظه المرور الزوالى للشمس mer. pass. of the Sun

يوم Dec. 16 th بالنسبه لراصد فى خط الطول D.R. long. 179° 30` E

الحل :

L.M.T.	11h 56m	Dec. 16 th
± long W / E	- 11 58	
G.M.T.	23 58	Dec. 15 th
Z.N.	+ 12	
Z.T.	11h 58m	Dec. 16 th

ثالثا : فى حالة الكواكب Planets

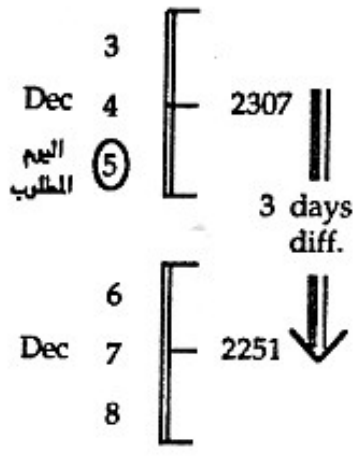
مثال توضيحى (١٠ - ٥)

استخرج قيمه وقت المنطقه Z.T لحظـــه المرور الزوالى mer. pass للكوكب Mars

يوم Dec. 5 th بالنسبه لراصد فى خط االطول D.R. long. 115° 40` W .

الحل :

L.M.T. (at G)	23h 07m	Dec. 4 th
Date Corr^{n}	- 5	
long. Corr^{n}	- 2	
L.M.T. (D.R.)	23 00	Dec. 5 th
± long W / E	7 43	
G.M.T.	06 43	Dec. 6 th
Z.N.	8 -	
Z.T.	22 43	Dec. 5 th



كيفيه ايجاد تصحيح اليوم Date Corrn

تعطى الجداول وقت المرور الزوالى للكوكب لليوم الاوسط من الصفحات اليوميه . لذلك فاننا نستطيع ان نحصل على الفرق المقابل ليوم واحد بايجاد الفرق بين وقت المرور الزوالى mer. pass فى الصفحه التى تشمل اليوم المطلوب وبين وقت المرور الزوالى mer. pass التاليه (فى حاله اليوم الثالث) او بين وقت المرور الزوالى mer. pass فى الصفحه السابقه (فى حاله اليوم الاول) ، ثم قسم هذا الفرق على (3) مع ملاحظه الاشاره .

فى المثال الحالى :

3 days diff. = -16m

i.e. one day diff. = -5m

كيفيه ايجاد تصحيح الطول Long. Correction :

فى حاله الطول غرب West long. تكون التحشيه بين يوم السؤال وبين اليوم التالى (نلاحظ ان الفرق اليومى وقدره 5m يتناقص بدءا من يوم السؤال وفى اتجاه اليوم التالى)

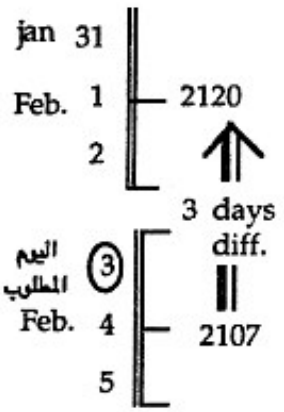
$$\text{i.e. long. Corr}^n = \frac{115.7^\circ \times (-5m)}{360^\circ} = -1.6m \approx -2m$$

مثال توضيحى (١٠ - ٦)

إستخرج قيمه وقت المنطقه Z . T . لحظه المرور الزوالى mer. pass. للكوكب Jupiter يوم Feb. 3 rd بالنسبة لراصد فى خط الطول D.R. long. 115° 40' W

الحل :

L . M . T . (G)	21	07	Feb. 4 th	
Date Corr-^{n}		+4		
long. Corr-^{n}		- 1		
L . M . T . (D.R.)	21	10	Feb. 3 th	
± long $^{W}_{E}$	7	43		
G . M . T .	04	53	Feb. 4 th	
Z . N .	8	-		
Z . T .	20	53	Feb. 3 th	



كيفيه ايجاد تصحيح اليوم Date Correction

اليوم المطلوب هو اليوم الاول فى الصفحه اليوميه ، لذلك نحصل على الفرق بين وقت المرور الزوالى mer. pass فى الصفحه التى تشمل هذا اليوم وبين وقت المرور الزوالى mer. pass. فى الصفحه السابقه ثم نقسم هذا الفرق على (3)

3 days diff. = + 13m

i.e. One day diff. = + 4m

كيفيه إيجاد تصحيح الطول Long. Correction :

فى حاله West. long تكون التحشيه بين يوم السؤال وبين اليوم التالى (ونلاحظ ان الفرق اليومى وقدره 4m يتناقص بدءا من يوم السؤال وفى اتجاه اليوم التالى) .

$$\text{i.e. long. Corr-} = \frac{115.7^{\circ} \times (-4m)}{360^{\circ}} = -1.3m \simeq -1$$

(١٠-٢) كيفيه تحديد وقت المرور الزوالى الدقيق للاجرام السماويه بالنسبه لراصد ثابت :

نلاحظ فى الامثله السابقه أن G.M.T. المناظر لظاهره المرور الزوالى meridian passage والذى نحصل عليه بالاسلوب الذى تم شرحه يكون لاقرب دقيقه لان L.M.T. المدون فى الجداول يكون لاقرب دقيقه ، وعلى ذلك فان هذا الاسلوب يكون غير دقيق .

ولايجاد G M T المناظر لظاهره المرور الزوالى لاقرب ثانيه ، فاننا نتبع اسلوبا مختلفا مع الاخذ فى الاعتبار تنفيذ الاسلوب الاول كخطوه اولى لانه يحدد التاريخ الصحيح للدخول فى الجداول .

ويتلخص اسلوب الحل لايجاد G M T لاقرب ثانيه فى الخطوات التاليه على اساس ان L.H.A. = 360° لاى جرم سماوى لحظه مروره على خط الزوال .

1	mer. L.H.A.	360° 00'
2	± long $\frac{W}{E}$	
3	mer. G.H.A.	
4	(-) tab. G.H.A.	⟶ (day h)
5	Incr. + V Corr$_n$	
6	- V Corr$_n$	
7	Incr.	⟶ (m s)
8	G.M.T.	

ملاحظات :

١) tab. G H A. هى القيمه المدونه فى الصفحه اليوميه الاصغر من mer. G H A للجرم السماوى عند التاريخ الصحيح الذى نحصل عليه من الاسلوب الاول .

٢) بالدخول عكسيا فى جداول Increment بقيمه (Incr. + V^c) نحدد الدقيقه الزمنيه الصحيحه تقريبا . ومن نفس جدول الدقيقه الزمنيه نستخرج قيمه (V Corr$_n$ كالمعتاد ونطرحه من الخطوه (5) للحصول على قيمه Incr. فقط ومن ثم نحصل على الثوانى الصحيحه للدقيقة المعنية .

٣) فى حاله الشمس تلغى الخطوتين (5) , (6)

والامثله التاليه توضح كيفيه التطبيق فى حاله القمر والشمس والكواكب

مثال محلول (١٠ - ١)

احسب قيمه G M T لاقرب ثانيه لحظه المرور الزوالى للقمر meridian passage of the Moon يوم Aug. 21 st. بالنسبه لراصد فى خط الطول D.R. long 145° 31 E

الحل :

1 st Step

L.M.T. (at G)	12 46	Aug. 21 st	انظر المثال التوضيحى رقم (١٠ - ١)
long. Corr^{n}	- 19		
L.M.T.(DR)	12 27	Aug. 21 st	
± long W / E	9 42		
G.M.T. (Approx.)	02 45	Aug. 21 th	

2 nd Step

mer. L.H.A.	360° 00`		
± long W / E	145 31 E		
mer. G.H.A.	214° 29.0`	day	
(-) tab. G.H.A	203 26.9	v 13.0 → 21	02h
Incr. + V^{c}	11° 02.1`		
- V^{c}	- 9.9		
Incr.	10° 52.2`	→ 45m	33S
G.M.T.	2^{h} 45^{m} 33^{s}	Aug. 21 st	

ملحوظة

اذا دخلنا بقيمة [Incr. + V^{c} = 11° 02.1'] تحت أعمدة القمر فاننا نجد أن هذه القيمة تكون فى جدول الدقيقة [46 ^{m}] . ولكن باختبار طرح قيمة [V^{c} = 10.1'] المستخرج من جدول الدقيقة [46 ^{m}] نجد اننا سوف نتراجع الى جدول الدقيقة [45 ^{m}] لذلك نستخرج تصحيح [V] من جدول الدقيقة [45 ^{m}]

مثال محلول (١٠-٢)

استخـــــرج قيمـــه G M T لاقرب ثانـيه لحظـــه المرور الزوالى للشمـــس mer. pass. of the Sun يوم Dec. 16 th بالنسبه لراصـــــد فى خط الطول

D.R. long. 179° 30` E

الحل :

1st Step .

L . M . T .	11h	56m	Dec. 16 th
± long $\overset{W}{E}$	11	58	
G . M . T . (Approx)	23	58	Dec. 15 th

2 nd Stop .

mer. L . H . A .	360°	00.0`		
± long $\overset{W}{E}$	179	30.0 E		
mer. G . H . A .	180°	30.0		day
(-) tab. G . H . A	166	10.8`	⟶	15 　23 h
Incr.	14°	19.2`	⟶	57m 　17 s
G . M . T .	23h	57m 17s	Dec 15 th	

مثال محلول (١٠ – ٣)

احسب قيمـــه G M T لاقرب ثانـيه لحظـــه المـرور الزوالى mer. pass. للكوكـب Mars يوم Dec. 5 th بالنسبه لراصد فى خط الطول

D.R. long 115° 40` W

الحل :

1 st Stop

L.M.T (G)	23 07	Dec. 4 th	
Date Corr- n	- 5		انظر المثال التوضيحي رقم (١٠ – ٥)
long. Corr n	- 2		
L.M.T (D R)	23 00	Dec 5th	
± long W E	+ 7 43		
G.M.T.	06 43	Dec. 6 th	

2 nd Stop

mer. L.H.A.	360° 00.0`				
± long W E	+ 115° 40.0				
mer. G.H.A.	115 40.0				
(-) tab. G.H.A	104° 53.1		v 3.3	6	06h
Incr. + V c	10° 46.9`				
- V c	- 2.3				
Incr.	10° 44.6`			42m	58s
G.M.T.	6h 42m 58s	Feb. 6 th			

day

ملحوظة :

راجع الملحوظة فى المثال (١٠ – ١) والخاصة باستخراج قيمة (V c)

(١٠ - ٣) المرور الزوالى لنجم :

يلاحظ القارىء انه فى الشروح السابقه لم نتعرض لايجاد وقت المرور الزوالى لنجم . وفى الحقيقه فإنه يمكن ايجاد وقت المرور الزوالى لنجم بإستخدام L.M.T لحظه المرور الزوالى لنقطه الاعتدال الربيعى(Aries) والتى تعطى اسفل عمودAries فى الصفحات اليوميه وتقابل اليوم الاوسط . (كما فى حاله الكواكب) . ويكون نموذج الحل فى هذه الحاله كما يلى :

L.M.T. (at G)	
Date Corr^{n}	
long. Corr^{n}	
L.M.T. (at D.R.)	
-S.H.A* (in time)	
L.M.T*	
$\pm$ long $^{W}_{E}$	
G.M.T.	

ملحوظه :

(١) عند تحـــويل S.H.A* الى وحدات زمنـيه ، فاننا نلاحـــظ ان معدل حركه النـجوم يكون (15° 2.464` / h)

(٢) الفرق اليومى daily diff لوقت المرور الزوالى لـ Aries يتناقص بمعدل 3.9m

المثال التالى تطبيق على هذا الاسلوب .

مثال توضيحى (١٠ – ٧) :

احسب قيمه G M T لحظـــه المرور الزوالى mer. pass . للنجـــم Diphda يوم Nov . 1 st وذلك بالنسبه لراصد فى خط الطول D.R. long. 141° 30.0` W

الحل :

L . M . T . (at G)	21h	16.4m	Nov. 1 st
Date Corr^{n}		-	
long. Corr^{n}		- 1.5	
L . M . T$_{r}$ (at D.R.)	21h	14.9m	Nov. 1 st
- S . H . A	23	13.0	
L . M . T	22	01.9	Oct. 31 st
Corr^{n} For a day		- 3.9m	
L . M . T	21	58.0m	Nov. 1 st
± long $\overset{W}{E}$	9	+ 26.0	
G . M . T .	7	24.0m	Nov. 2 nd

كيفيه حساب تصحيح الطول Long . Corr^{n}

حيث ان الفرق اليومى للمرور الزوالى لنجم يبلغ 3.9m) لذلك نطبق العلاقه :

$$\text{Long. Corr}^{n} = \frac{3.9\text{m} \times \text{D.R. long}}{360^{\circ}}$$

وتكون الاشاره سالبه فى حاله West long. لان الوقت يتناقص بين يوم السؤال واليوم التالى وتكون الاشاره موجبه فى حاله . East long لان الوقت يتزايد بين يوم السؤال واليوم السابق .

ملحوظة : نلاحظ أن (L. M. T) الذى تم الحصول عليه فى أول مرة يكون بتاريخ (Oct 31st) وحيث أن الوقت المطلوب يجب أن يكون بتاريخ (Nov. 1st) .

لذلك يجب أن نطرح الفرق اليومى وهو (^{m} 3.9 -)

يلاحظ القارىء انه فى الامثله المحلوله بالنسبه للكواكب والنجوم يكون اسلوب الحل غير مبسط كما فى حاله الشمس او القمر .

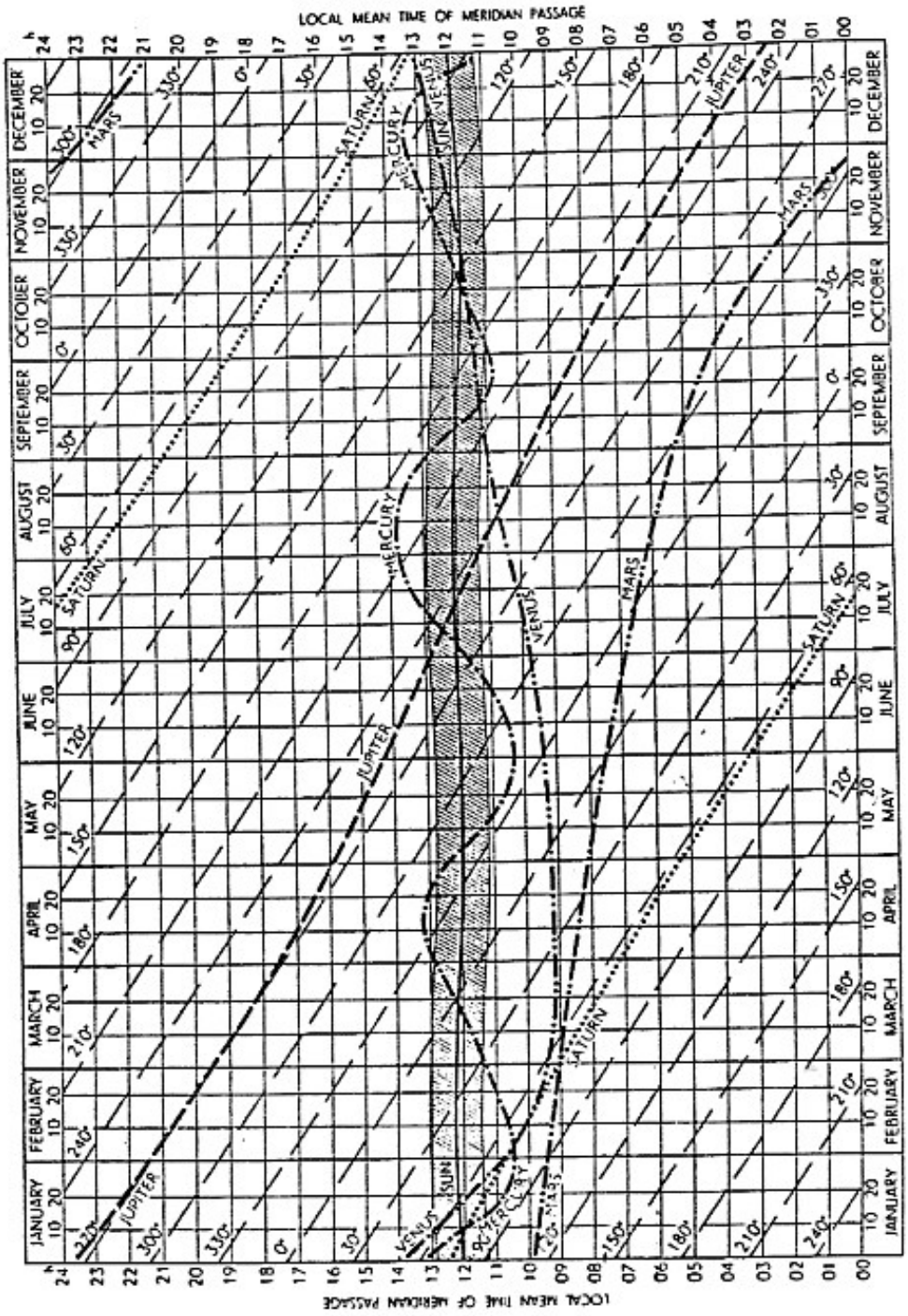
لذلك فان المؤلف سوف يستخدم اسلوبا اخر لتسهيل حل مساله المرور الزوالى للنجوم والكواكب .

اولا : تطبيق الاسلوب فى حاله النجوم :

١ – إستـــــخرج من جدول التقويم البحرى N . A Tables قيمه S . H . A . للنجم (يكفى اقرب درجه)

٢ – ادخل فى الشكل البيانى (صفحة ٩) من جدول التقويم البحرى باليوم (على وجه التقريب) رأسيا حتى يقابل الخط البيانى لقيمة S . H . A. وبالتالى نقرأ افقيا قيمه L . M . T. لحظه المرور الزوالى لهذا النجم (لاقرب عشر دقائق)

PLANETS, 1990 9



٣ – نطبق العلاقه :

L.M.T.	
± long $\begin{matrix}W\\E\end{matrix}$	
G.M.T.	

٤ – نطبق نموذج الحل التالى للحصول على G M T لاقرب ثانيه .

mer. L.H.A*.	360°	00`	
± long $\begin{matrix}W\\E\end{matrix}$			
mer. G.H.A*.			
- S.H.A*			
$G.H.A_{\gamma}$			
- tab. $G.H.A_{\gamma}$		⟶	(day h)
Incr.		⟶	(m s)
G.M.T.			

فنحصل بذلك على التاريخ الصحيح عند جرينتش

مثال محلول (١٠ - ٤)

احسب قيمه G M T لاقرب ثانيه لحظه المرور الزوالى mer. pass. للنجم Eltanin يوم May 2 nd بالنسبه لراصد فى خط الطول D.R. long . 171° 40` E

الحل :

١ - من الجداول نستخرج :

S . H . A* of Eltanin ≃ 91°

٢ - ثم بالدخول فى الشكل البيانى صفحه (٩) من جداول التقويم البحرى باليوم رأسيا حتى يتقاطع مع الخط البيانى (S H A ≃ 91°) نحصل افقيا على :

L . M . T . ≃ 3h 20m

To Find Approx. GMT

L . M . T .	3h	20m	May 2 nd
± long W E	11	27	
G . M . T .	15	53	May 1 st

To Find Accurate G

mer. L . H . A* .	360°	00.0`
± long W E	171°	- 40.0 E
mer. G . H . A. -	188°	20.0
S . H . A *	90	- 53.8
mer. G . H . A	97°	26.2
- tab. G . H . A	84	- 16.8
Incr.	13°	09.4`
G . M . T .	15h	52m 29s

day

→ May 1 st　15 h

→ 52m　29s

May 1 st

مثال محلول (١٠ – ٥)

احسب قيمه L.M.T. لحـظه المرور الزوالى mer. pass. للنجم Diphda

بالنسبه لراصد فى خط الطول D.R. long 141° 30` W بتاريخ Nov. 1st

اولا : من الجداول : S.H.A. of Diphda ≈ 350

ثانيا

L.M.T.	22h 00m	Nov 1 st
± long W/E	+ 9 26	
G.M.T.	07 26	Nov 2 nd

To Find Accurate L.M.T.

mer. L.H.A*.	360° 00.0`		
± long W/E	+ 141 30.0		
mer. G.H.A.	501 30.0		
- S.H.A*	- 349° 12.5		
G.H.A$_T$	152° 17.5`		day h
- tab. G.H.A$_T$	- 146 17.8	⟶	(2 07)
Incr.	5° 59.7`	⟶	(23m 55s)
G.M.T.	7h 23m 55s	Nov. 2 nd	
± long W/E	- 9 26 00		
L.M.T.	21 h 57m 55s	Nov. 1 st	

مثال محلول (١٠ - ٦)

احسب قيمه L.M.T لاقرب ثانيه لحظه المرور الزوالى mer. pass. للكوكب Saturn يوم April 23 rd بالنسبه لراصد فى خط الطول

D.R. long 165° 50` E

الحل :

ندخل فى الشكل البيانى صفحه (9) باليوم رأسيا حتى نتقاطع مع الخط البيانى للكوكب Saturn ومن نقطه التقاطع نتجه أفقيا لنحصل على L.M.T. والذى تبلغ قيمته (05 h 50 m) فى هذا المثال .

1 st Step

L.M.T.	05h	50m	April 23 rd
± long W E	11	03	
G.M.T.	18	47	April 22 nd

2 nd Step

mer. L.H.A.	360°	00.0`			
± long W E	165°	50.0` E			
mer. G.H.A.	194°	10.0`		day	
- tab. G.H.A	183	23.8	v 2.4	22	18h
+ V -Incr.	10°	46.2`			
- V c	-	1.7			
Incr.	10°	44.5		42 m	58 s
G.M.T.	18h +	42	58	April	22nd
± long W E	11	03	20		
L.M.T.	5	46	18	April	23 rd

(١٠ – ٤) كيفيه تحديد وقت المرور الزوالى الدقيق لجرم سماوى بالنسبه لراصد على سفينه مبحره :

- نفترض ان الراصد يكون فى الموقع الحسابى $D.R_1$ فى وقت المنطقه Z . T . والذى نحصل منه على G . Date
- نستخرج من جداول التقويم البحرى N . A . Tables قيمة L . M . T . لحظه المرور الزوالى للجرم المحدد من الصفحه اليوميه بالنسبه للشمس والقمر او من الشكل البيانى صفحه (9) بالنسبه للكواكب والنجوم وبالتالى نحصل على $G.M.T_1$ الذى يعتبر التقريب الاول 1 st Approximation
- نحسب الفتره الزمنيه من G . Date وحتى $G.M.T_1$ ومن ثم نحسب مسافه الابحار وبالتالى الموقع الحسابى D . R . 2 المناظر لـ $G.M.T_1$
- نستخدم D . R_2 long فى الحصول على $G.M.T_2$ لحظه المرور الزوالى بإسلوب التسلسل العكسى حيث نعتبر $G.M.T_2$ التقريب الثانى 2 nd Approximation
- نحسب الفتره الزمنيه بين $G.M.T_1$ وحتى $G.M.T_2$ ومن ثم نحسب مسافه الابحار وبالتالى الموقع الحسابى $D.R_3$ (الذى يعتبر هو الموقع الحسابى للسفينه لحظه المرور الزوالى) .
- نستخدم D . R_3 . long فى الحصول على $G.M.T_3$ لحظه المرور الزوالى بأسلوب التسلسل العكسى حيث يكون $G.M.T_3$ هو الوقت الصحيح ولاقرب ثانيه لحظه المرور الزوالى) .
- يمكن توضيح الخطوات السابقة فى الشكل البيانى التالى ومن ثم يمكن استخدام نموذج الحل فى الصفحة التالية :

PATTERN FOR CALCULATING ACCURATE G.M.T. OF MERIDIAN PASSAGE FOR A MOVING SHIP

L.	
Z. N.	
G. Date	

DRI		

L. M. T	
DRI Long	
G. M. T. 1	1st approx.
G Date	
Interval	
Dist - Run	
T. Co.	

DR 1 Run.		
DR 2		

L. H. A. DR 2 Long	
G. H. A. S. H. A.	
G. H. A. tab. G. H. A.	
Incr.	
G. M. T. 2 G. M. T. 1	2 nd approx.
Interval	for (-) interval reverse T., Co.
Dist. Run	
T. Co.	

DR 2 Run.		
DR 3		

L. H. A. DR 3 Long	
G. H. A. S. H. A.	
G. H. A. tab. G. H. A.	
Incr.	
G. M. T. 3	

مثال محلول (١٠ - ٧) :

فى وقـت المنطقه Z.T. 0230 يوم Oct. 8 th السفـينه فى الموقـع

D.R. Position (3° 20` N , 38° 42` W)

خط السير الصحيح T.Co. 100°

سرعه الابحار Speed 13.6 Knots

إحسب ١) G.M.T. لاقرب ثانيه لحظه المرور الزوالى للنجم Sirius

٢) الموقع الحسابى D.R. Position فى تلك اللحظه .

Accurate G.M.T. of Mer. Pass. (Star)

Z.T.	0230 Oct.8th
Z.N.	+03
G.Date	0530 Oct.8th

D.R.$_1$ (3° 20`.0 N ; 038° 42`.0 W)

L.M.T. ≈	05 40 00	
D.R.$_1$ Long.	02 34 48	
G.M.T.$_1$	08 14 48	1st approx.
G.Date	05 30 00	
Interval	2h 44m 48s	
Dist. Run	**37.35 M**	
True Co.	**100°**	

D.R.$_1$	3° 20`.0 N;	038° 42`.0 W
Run	06`.5 S	36`.8 E
D.R.$_2$	3° 13`.5 N ;	038° 05`.2 W

L.H.A.	360° 00`.0	
D.R.$_2$ Long.	038° 05`.2 E	
G.H.A.*	398° 05`.2	
S.H.A.*.	258° 48`.7	
G.H.A.. γ	139° 16`.5	
Tab. G.H.A.γ	136° 41`.8	8h
Incr.γ	02° 34`.7	10m 17s
G.M.T.$_2$	08 10 17 Oct. 8th	2nd approx.
G.M.T.$_1$ (-)	08 14 48	
Interval (-)	4m 31s	
Dist. Run	**1.02 M**	
True Co.	**280°**	

D.R.$_2$	3° 13`.5 N;	038° 05`.2 W
Run	00`.2 N	01`.0 W
D.R.$_3$	3° 13`.7 N;	038° 06`.2 W

L.H.A.	360° 00`.0
D.R.$_3$ Long.	038° 06`.2 W
G.H.A.*	398° 06`.2
S.H.A.*.	258° 48`.7
G.H.A.. γ	139° 17`.5
Tab. G.H.A.γ	136° 41`.8
Incr.	02° 35`7
G.M.T.$_3$	**8h 10m 21s**

مثال محلول (١٠ – ٨) :

فى وقت المنطقه 1430 Z . T يوم April 23 rd السفينه فى الموقـــع الحســـابى

D . R . Position (32° 25` N , 115° 09` E)

خط السير الصحيح　　T . Co.　319°

سرعه الابحار　　Speed　16.7 Knots

إحسب :

١) G M T لاقرب ثانيه لحظه المرور الزوالى mer. pass. للكوكب المشترى Jupiter

٢) الموقع الحسابى D . R . Position لحظه المرور الزوالى .

Accurate G.M.T. of Mer. Pass. (Planet)

Z.T.	1430 Apr. 23rd
Z.N.	- 8
G.Date	0615 Apr. 23rd

D.R.$_1$ (32° 25`.0 N ; 115° 09`.0 E)

L.M.T. ≈	16 19 00	
D.R.$_1$ Long.	07 40 36	
G.M.T.$_1$	08 38 24	1st approx.
G.Date	06 30 00	
Interval	2h 08m 24s	
Dist. Run	**35.74 M**	
True Co.	**319°**	

D.R.$_1$	32°	25`.0 N;	115°	09`.0 E
Run		27`.0 N		27`.8 W
D.R.$_2$	32°	52`.0 N ;	114°	41`.2 E

L.H.A.	360° 00`.0	
D.R.2 Long.	114° 41`.2 E	
G.H.A.	245° 18`.8	
Tab. G.H.A.	234° 53`.5	8h
Incr.+v corr.	10° 25`.3	
- v corr.	1`.4	
Incr.	10° 23`.9	41m 36s
G.M.T.$_2$	8h 41m 36s	2nd approx.
G.M.T.1 (-)	8h 38m 24s	
Interval (+)	03m 12s	
Dist. Run	**0.89 M**	
True Co.	**319°**	

D.R.$_2$	32°	52`.0 N;	114°	41`.2 E
Run		00`.7 N		00`.7 W
D.R.$_3$	32°	52`.7 N;	114°	40`.5 E

L.H.A.	360° 00`.0
D.R.$_3$ Long.	114° 40`.5 E
G.H.A.	245° 19`.5
Tab. G.H.A.	234° 53`.5
Incr.+v corr.	10° 26`.0
- v corr.	1`.4
Incr.	10° 24`.6
G.M.T.$_3$	**8h 41m 38s**

مثال محلول (١٠ – ٩) :

فى وقت المنطقه 0815 Z . T يوم July 10 th السفينه فى الموقع الحسـابى

D.R. Position (34° 15' N., 32° 10' E)

خط السير الصحيح T . Co 040°

سرعه الابحار Speed 15.5 Knots

إحسب :

١) G M T لاقرب ثانيه لحظه المرور الزوالى للشمس meridian pass . of Sun

٢) الموقع الحسابى D . R . Positio عند حدوث تلك الظاهره .

Accurate G.M.T. of Mer. Pass. (Sun)

Z.T.	0815 Jul.10th
Z.N.	-02
G.Date	0615 Jul.10th

L.M.T.	12 05 00	
D.R.1 Long.	02 08 40	
G.M.T.1	09 56 20	1st approx.
G.Date	06 15	
Interval	03 41 20	
Dist. Run	**57.18 M**	
True Co.	**040°**	

D.R.1 34° 15`.0 N ; 032° 10`.0 E

D.R.1	34° 15`.0 N;	032° 10`.0 E
Run	43`.8 N	44`.7 E
D.R.2	34° 58`.8 N ;	032° 54`.7 E

L.H.A.	360° 00`.0	
D.R.2 Long.	032° 54`.7 E	
G.H.A.	327° 05`.3	
Tab. G.H.A.	313° 40`.7	9h
Incr.	13° 24`.6	53m 38s
G.M.T.2	09h 53m 38s	2nd approx.
G.M.T.1 (-)	09h 56m 20s	
Interval (-)	02m 42s	
Dist. Run	**0.7 M**	
True Co.	**220°**	

D.R.2	34° 58`.8 N;	032° 54`.7 E
Run	00`.5 S	00`.5 W
D.R.3	**34° 58`.3 N;**	**032° 54`.2 E**

L.H.A.	360° 00`.0
D.R.3 Long.	032° 54`.2
G.H.A.	327° 05`.8
Tab. G.H.A.	313° 40`.7
Incr.	13° 25`.1
G.M.T.3	**09h 53m 40s**

مثال محلول (١٠ - ١٠)

فى وقت المنطقه Z.T. 2000 يوم June 9th السفينه فى الموقع الحسابى

D.R.Position (34^{o} 15` N , $32^{o}$ 10` E)

خط السير الصحيح　　T.Co. 113^{o}

سرعه الابحار　　Speed 17.2 Knots

إحسب :

١) G M T لاقرب ثانيه لحظه المرور الزوالى للقمر meridian passage of Moon

٢) الموقع الحسابى D.R. Position عند حدوث تلك الظاهره .

Accurate G.M.T. of Mer. Pass. (Moon)

D.R. 1 (34° 15`.0 N ; 032° 10`.0 E)

Z.T.	2000 Jun.9th
Z.N.	-02
G.Date	1800 Jun.9th

L.M.T.	00 20 28	
$D.R._1$ Long.	02 08 40	
$G.M.T._1$	22 11 48	1st approx.
G.Date	18 00 00	
Interval	4h 11m 48s	
Dist. Run	**72.18 M**	
True Co.	**113°**	

$D.R._1$	34° 15`.0 N; 032° 10`.0 E
Run	28`.2 S 1° 20`.1 E
$D.R._2$	33° 46`.8 N; 033° 30`.1 E

L.H.A.	360° 00`.0	
$D.R._2$ Long.	33° 30`.1 E	
G.H.A.	326° 29`.9	
Tab. G.H.A.	312° 30`.9	22h
Incr.+v corr.	13° 59`.0	
- v corr.	9`.5	
Incr.	13° 49`.5	57m 56s
$G.M.T._2$	22 57 56	2nd approx.
$G.M.T._1$ (-)	22 11 48	
Interval (+)	00h 46m 08s	
Dist. Run	**13.22 M**	
True Co.	**113°**	

$D.R._2$	33° 46`.8 N; 033° 30`.1 E
Run	05`.2 S 14`.6 E
$D.R._3$	**33° 41`.6 N; 033° 44`.7 E**

L.H.A.	360° 00`.0
$D.R._3$ Long.	033° 44`.7 E
G.H.A.	326° 15`.3
Tab. G.H.A.	312° 30`.9
Incr.+v corr.	13° 44`.4
- v corr.	9`.3
Incr.	13° 35`.1
$G.M.T._3$	**22h 56m 56s**

تمارين الفصل العاشر:

10- A Calculate the UT (G. M. T) to the narest second for the instant of meridian passage in each :

	Date	D.R. Lat D.R. Long	Body	True Bearing
1	April 20th	? ? 179° 40.0 E	Star Pollux	due North
2	July 5 th	00° 05.0' N 163° 40.0' W	Star Alpheratz	due North
3	April 15th	? ? 48° 20.0 W	Planet Saturn	due South
4	August 20th	? ? 143° 44.0 E	Planet Mars	due North
5	August 7th	? ? 159° 45.0 W	Moon	due North
6	Jan. 19 th	? ? 152° 49.0 W	Moon	due South
7	April 25 th	? ? 144° 20.0 W	Sun	due South
8	Jan. 3rd	? ? 179° 56.0 W	Sun	due North

Answers

	h	m	s			h	m	s	
1.	5	53	49	April 20 th	5.	11	24	14	Aug. 7 th
2.	16	09	00	July 5 th	6.	16	31	38	Jan. 19 th
3.	9	27	56	April 15 th	7.	21	35	15	April 25 th
4.	20	01	14	Aug. 19 th	8.	00	04	26	Jan. 4 th

10- B Calculate the UT (G. M. T) to the nearest second and the ship's position for the instant of meridian passage in each :

	Z. T Date	D.R. Lat D.R. Long	True Co. Speed	Body
1	0100 Feb. 28th	35° 10.0 N 152° 40.0 W	215° 17.4 k	Star Antares
2	0030 June 25 th	34° 49.0' S 110° 12.0' E	309° 15.3 k	Star Diphda
3	0100 Dec. 7th	35° 50.0' S 178° 40.0' E	134° 13.7 k	Planet Jupiter
4	1430 Oct. 14th	32° 25.0' N 115° 09.0' E	319° 16.7 k	Planet Saturn
5	0400 August 13th	25° 41.0' S 179° 00.0' W	319° 16.6 k	Moon
6	0915 Dec. 20 th	22° 40.0' N 168° 20.0' W	138° 18.3 k	Sun
7	0830 Jan. 15 th	00° 31.5' N 33° 10.0' W	124° 14.6 k	Sun

Answers

	h	m	s				h	m	s	
1.	16	10	49	Feb.	28 th	5.	17	41	06	Aug. 13 th
2.	23	16	30	June	24 th	6.	23	08	32	Dec. 20 th
3.	16	06	45	Dec.	6 th	7.	14	19	00	Jan. 15 th
4.	10	14	29	Oct.	14 th					

10 - C

1 - On January 30 th,

Ship was in D. R. (00° 06.5' S ; 48° 35.9' W)

Callculate the U. T. (G. M. T.) to the nearest second for the meridian Passage of the star Hadar .

h m s

[Ans. 8 40 13 Jan. 30 th)

2 - on Dec. 1 st

Ship was in D. R. (32° 00. S ; 139° 55.0' E)

Callculate the U. T. (G. M. T.) to the nearest second for the meridian Passage of the Planet Jupiter.

h m s

[Ans. 19 07 42 Nov. 30 th)

2 - on Dec. 25 th

Ship was in D. R. long 140° 21.0' E

Callculate the U. T. (G. M. T.) to the nearest second for the meridian Passage of Moon.

h m s

[Ans. 8 38 44 Dec. 25 th)

4 - On March 17 th,

Ship was in D. R. long 179° 58.0' E

Callculate the U. T. (G. M. T.) to the nearest second for the meridian Passage of the Sun .

h m s

[Ans. 00 08 42 March 17th)

5 - At Z. T. 1015 on April. 8 th

Ship was in D. R. (43° 20. N ; 145° 28.0' E)

True Course due South

Speed 18.1 knots

Callculate the U. T. (G. M. T.) to the nearest second for the meridian Passage of the Sun.

h m s

[Ans. 2 20 09 April 8th)

الفصل الحادى عشر

حل رصده المرور الزوالى

(١١ - ١) إيجاد العرض الحقيقى من رصد الجرم على خط الزوال العلوى :

بعد تحديد G M T لحظه المرور الزوالى تتم عمليه رصد الجرم السماوى بتحديد الارتفاع السدس الزوالى meridian Sext. alt. ومنه نحصل على البعد السمتى الزوالى الحقيقى True mer. Z. D. . وبحساب قيمه Dec للجرم السماوى فى G M T تم تطبيق العلاقه :

$$\text{True lat.} = \text{T. mer. Z. D.} \pm \text{Dec.} \qquad \text{.....(11 - 1)}$$

نحصل على العرض الحقيقى (او المرصود) True (obs.) lat

وحيث ان العرض المرصود يجب ان يكون قريبا جدا من العرض الحسابى فاننا نستطيع بالمقارنه بينهما تحديد هل نضيف قيمه Dec على T. mer. Z. D. او نحصل على ناتج الطرح بينهما . ومن البديهى ان يكون إسم العرض المرصود فى هذه الحاله هو نفس اسم العرض الحسابى .

والامثله التاليه توضح هذه الفكره .

مثال : بفرض أن

D. R. lat. 48° 15` S

فى هذه الحاله يجب ان نطرح Dec من T. mer. Z. D لكى يكون T. lat قريبا من قيمه DR. lat

T. mer. Z. D.	64° 20`
± Dec	16 02 N
T. lat.	48° 18 S

مثال : بفرض أن

D. R. lat 48° 15` N بالمقارنه بالعرض الحسابى نجد انه يتحتم ان نضيف Dec على T. mer. Z. D. لكى يكون T. lat الناتج قريبا من قيمه D. R. lat.

T. mer. Z. D.	32 08
± Dec	16 + 02 N
T. lat.	48° 10 N

ولكن برغم بساطه هذا الاسلوب الا انه تكون هناك عده حالات لا نستطيع فيها ان نطبق هذا الاسلوب وهى الحالات التاليه :

١ – عندما لا يكون العرض الحسابى D . R . lat معلوما .

٢ – عندما يكون العرض الحسابى D . R . lat ذو قيمه صغيره جدا .

٣ – عندما تكون قيمه Dec صغيره جدا

وفى هذه الحالات الثلاث يجب ان نلجأ لاحدى طريقتين لتحديد العلاقة بين البعد السمتى الزوالى الحقيقى (T. M. Z . D) والميل (Dec.) بهدف ايجاد قيمة وإسم العرض الحقيقى (True lat) .

الطريقة الأولى:

١ – إرسم خطا رأسيا وضع نقطة السمت (Z) فى منتصفه .

٢ – حدد موقع الجرم أثناء مروره الزوالى بنطقه (X) الى الشمال من نقطة (Z) اذا كان الجرم يعبر شمالا والعكس صحيح .

حيث ZX هى البعد السمتى الزوالى الحقيقى (T. M. Z . D)

٣ – من نقطه X قس قيمه الميل Dec بعكس اسمه وضع نقطه Q حيث (XQ) هى قيمة الميل .

٤ – بناءا على وضع نقطه (Q) بالنسبه لنقطه (Z) حدد قيمه عرض الراصد (QZ) وكذلك اسمه الذى يكون شمالا اذا كانت (Q)جنوب (Z) والعكس صحيح

الطريقة الثانية : طريقة التسمية:

١ – الارتفاع الزوالى لأى جرم سماوى يسمى **شمالا** اذا تم قياسه من نقطة الشمال N ويسمى جنوبا اذا قيس من نقطة الجنوب S .

٢ – ويطرح الارتفاع الزوالى من (90°) للحصول على (T. mer. Z . D) فان الاسم يعكس

٢ – عند مقارنة البعد السمتى الزوالى الحقيقى (T. M. Z . D) مع الميل (Dec.) للحصول على العرض المرصود (T.lat) فإننا نتبع القاعدة التالية :

اذا كان (T. M. Z . D) بنفس الاسم (Dec.) اجمع ويسمى العرض الناتج بنفس الاسم

اذا كان (T. M. Z. D) بعكس الاسم (Dec.) اطرح ويسمى العرض الناتج باسم الاكبر .

مثال توضيحى (١١ – ١)

تم رصد جرم سماوى أثناء مروره الزوالى ، فكان ارتفاعه الزوالى الحقيقى (T. M. alt 25° 40.0' N)

فاذا كان ميل هذا الجرم (Dec. 16° 02.0' N)

فاوجد العرض الحقيقى True lat.

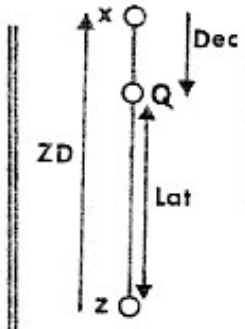
الحل

اولا : طريقة الرسم

T. mer . Z . D.	64° 28' N
Dec	16° 02.0 N
T . lat .	48° 18.0' S

ثانيا : طريقة التسمية

T. mer . Z . D.	25°	40.0' N
90	90	
T.M. Z. D.	64	20.0 S
Dec	16°	02.0 N
T lat.	48	18.0 S



مثال توضيحى (١١ – ٢)

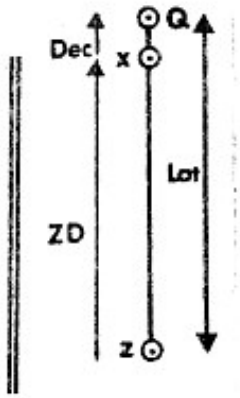
تم رصد جرم سماوى أثناء مروره الزوالى ، فكان ارتفاعه الزوالى الحقيقى (T. M. alt 57°21.0' N)

فاذا كان ميل هذا الجرم (Dec. 00° 03.0' S)

فاوجد العرض الحقيقى True lat.

اولا : طريقة الرسم

T . mer . Z . D .	32°	39.0'
Dec	00°	03.0
T . lat .	32°	42.0' S



ثانيا : طريقة التسمية

T . mer . Z . D .	57°	21.0'	N
90	90		
T. M. Z. D.	32	39.0	S
Dec	00°	03.0	S
T.lat.	32	42.0	S

مثال توضيحى (١١ - ٣)

تم رصد جرم سماوى أثناء مروره الزوالى ، فكان ارتفاعه الزوالى الحقيقى (T. M. alt 52° 12.0' N)

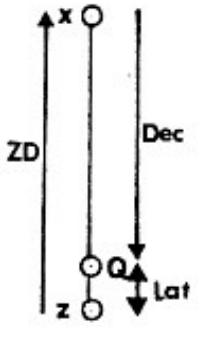
فاذا كان ميل هذا الجرم (Dec. 37° 0.45.0' N)

فاوجد العرض الحقيقى True lat .

الحل

اولا : طريقة الرسم

T . mer . Z . D .	37°	48.0'
Dec	37°	45.0
T . lat .	00°	03.0' S



ثانيا : طريقة التسمية

T . mer . Z . D .	52°	12.0'	N
90	90		
T. M. Z. D.	37	48.0	S
Dec	37°	45.0	N
T.lat.	00	03.0	S

(١١– ٢) إيجاد العرض الحقيقى من رصد الجرم على خط الزوال السفلى :

لكى يمكن رصد الجرم السماوى على خط الزوال السفلى يجب ان يكون جرما دوّارا حول القطب Circumpolar ويكون الميل Dec بنفس اسم العرض lat والشرط اللازم هو :

$$lat + Dec \geq 90^{\circ}$$

وفى هذه الحاله تكون العلاقه التى تحدد قيمه T . lat على الصوره التاليه :

$$T.lat. = T.mer.alt + Polar\ Dist. \quad \ldots\ldots\ldots (11\text{-}2)$$

حيث Polar Dist . = 90° - Dec ويسمى العرض بأسم Dec وفى الحقيقه يكون كل من (T . Bg . , Dec , T. lat) لهم نفس الاسم لحظه المرور الزوالى السفلى .

(١١ – ٣) اتجاه خط الموقع الفلكى لحظه المرور الزوالى :

اثناء المرور الزوالى سواءاً العلوى او السفلى يكون الاتجاه الحقيقى للجرم السماوى . T . Bg إما فى اتجاه الشمال تماما (N) او الجنوب تماما (S) . ومن ثم يكون اتجاه خط الموقع الفلكى هو : (090° - 270°) : P . L .

مثال محلول (١١ - ١)

فى وقت المنطـــقة Z . T . 0900　يوم 8 th October .

السفيـــنه فى الموقع الحسابى (31° 15` N , 63° 34` W) D . R . Position

خط السير الصحيح	T . Co . 330°
سرعه الابحار	Speed 15 Knots
خطأ المؤشر	I . E . 1.6 on the arc
ارتفاع عين الراصد	Ht . of eye 14.2 metres
خطأ الكرونومتر	Ch . error 5m 21s Fast

إحسب :

١) وقت الكرونومتر لاقرب ثانيه لحظه المرور الزوالى . mer. pass للشمس .

٢) الارتفاع السدسى التقريبى . Approximate Sext. alt لرصد الحافه السفلى للشمس اثناء المرور الزوالى .

٣) العرض الحقيقى . True lat اذا تم رصد الارتفاع السدس الزوالى للحافه السفلى للشمس L . L Sext . mer. alt . of Sun وكانت قيمته 52° 04.7`

Accurate G.M.T. of Mer. Pass. (Sun)

Z.T.	0900 Oct. 8th
Z.N.	+04
G.Date	1300 Oct. 8th

L.M.T.	11 48 00	
D.R.1 Long.	04 14 16	
G.M.T.$_1$	16 02 16	1st approx.
G.Date	13 00	
Interval	03 02 16	
Dist. Run	**45.57 M**	
True Co.	**330°**	

L.H.A.	360° 00`.0	
D.R.$_2$ Long.	064° 00`.7 W	
G.H.A.	064° 00`.7	
Tab. G.H.A.	063° 06`.6	16h
Incr.	00° 54`.1	03m 36s
G.M.T.$_2$	16h 03m 36s	2nd approx.
G.M.T.$_1$ (-)	16h 02m 16s	
Interval ( )	01m 20s	
Dist. Run	**0.33 M**	
True Co.	**330°**	

L.H.A.	360° 00`.0	
D.R.$_3$ Long.	064° 00`.9	
G.H.A.	064° 00`.9	
Tab. G.H.A.	063° 06`.6	
Incr.	00° 54`.3	
G.M.T.$_3$	**16h 03m 37s**	

D.R.$_1$	31° 15`.0 N ;	063° 34`.0 W		
D.R.$_1$	31° 15`.0 N ;	063° 34`.0 W		
Run	39`.5 N		26`.7 W	
D.R.$_2$	31° 54`.5 N ;	064° 00`.7 W		
D.R.$_2$	31° 54`.5 N ;	064° 00`.7 W		
Run	00`.3 N		00`.2 W	
D.R.$_3$	**31° 54`.8 N ;**	**064° 00`.9 W**		

ايجاد الارتفاع السدسي التقريبي Approx. Sext alt.

D.R.3 lat	31° 54.8 N
± Dec	5° 57.3 S
mer. Z.D.	37° 52.1`
90°	89 60.0
mer. alt.	52° 07.9`
Corr^{n}	(-) 15.5
app. mer. alt.	51° 52.4`
Dip.	(+) 6.6
obs. mer. alt.	51° 59.0
I.E.	(+) 1.6
Approx. Sext. alt.	52° 00.6`

Dec	S 5° 57.2`	d 1.0
d c	+ 0.1	
C. Dec	S 5° 57.3`	

تعكس جميع الاشارات

المطلوب الثاني

ايجاد العرض الحقيقي True lat.

Sext. mer. alt.	52° 04.7`
I.E.	- 1.6
obs. mer. alt.	52° 03.1`
Dip.	- 6.6
app. mer. alt.	51° 56.5`
Corr^{n}	+ 15.5
True mer. alt.	52° 12.0`
90o	89 60.0
True mer. Z.D.	37° 48.0
± Dec	5° 57.3
True lat.	31° 50.7` N

المطلوب الثالث

مثال محلول (١١ - ٢)

في وقت المنطقة Z.T. 1415　يوم 23 rd April

السفينه في الموقع الحسابى (D.R. Position (39° 49` N , 165° 40` E

خط السير الصحيح	T. Co. 150°
سرعه الابحار	Speed 14.5 Knots
خطأ المؤشر	I.E. 1.9 off the arc
ارتفاع عين الراصد	Ht. of eye 13.8 metres
خطأ الكرونومتر	Ch. error 5m 21s Fast

إحسب :

١) وقت الكرونومتر لاقرب ثانيه لحظه المرور الزوالى للكوكب المشترى mer. pass of Planets Jupiter .

٢) الارتفاع السدسى التقريبى Approximate Sext. alt. لرصد الكوكب Jupiter أثناء المرور الزوالى .

٣ - حدد امكانية رصد هذا الكوكب أثناء مروره الزوالى .

Accurate G.M.T. of Mer. Pass. (Planet)

D.R. $_1$ (39° 49`.0 N ; 165° 40`.0 E)

Z.T.	1415 Apr. 23rd
Z.N.	-11
G.Date	0315 Apr. 23rd

L.M.T. ≈	16 19 00	
D.R.$_1$ Long.	11 02 40	
G.M.T.$_1$	05 16 20	1st approx.
G.Date	03 15 00	
Interval	2h 01m 20s	
Dist. Run	**29.32 M**	
True Co.	**150°**	

D.R.$_1$	39° 49`.0 N ; 165° 40`.0 E
Run	25`.4 S 19`.0 E
D.R.$_2$	39° 23`.6 N ; 165° 59`.0 E

L.H.A.	360° 00`.0	
D.R.2 Long.	165° 59`.0 E	
G.H.A.	194° 01`.0	
Tab. G.H.A.	189° 47`.4	5h
Incr.+v corr.	04° 13`.6	
- v corr.	0`.6	
Incr.	04° 13`.0	16m 52s
G.M.T.$_2$	5h 16m 52s	2nd approx.
G.M.T.1 (-)	5h 16m 20s	
Interval ( )	00m 32s	
Dist. Run	**0.13 M**	
True Co.	**150°**	

D.R.$_2$	39° 23`.6 N ; 165° 59`.0 E
Run	00`.1 S 00`.1 E
D.R.$_3$	**39° 23`.5 N ; 165° 59`.1 E**

L.H.A.	360° 00`.0
D.R.$_3$ Long.	165° 59`.1 E
G.H.A.	194° 00`.9
Tab. G.H.A.	189° 47`.4
Incr.+v corr.	04° 13`.5
- v corr.	0`.6
Incr.	04° 12`.9
G.M.T.$_3$	**5h 16m 52s**

ايجاد الارتفاع السدسى الزوالى التقريبى : A rox. Sext mer. alt

D.R.3 lat	39° 23.5` N	
+ Dec	23 25.9 N	Dec N 23° 25.9` d 0.0
		d c 0.1
mer. Z.D.	15° 57.6`	C. Dec N 23° 25.9`
90°	89 60.0	
mer. alt.	74° 02.4`	
Corr^{n}	(+) 0.3`	←
add. Corr^{n}		←
app. mer. alt.	74° 02.7`	
Dip.	(+) 6.5	← تعكس جميع الاشارات
obs. mer. alt.	74° 09.2	
I.E.	(+) 1.9	←
Approx. Sext. alt.	74° 11.1`	← المطلوب الثانى

إمكانية رصد الكوكب Mars أثناء المرور الزوالى

حيث ان رصد الكواكب والنجوم يتم أثناء فترة الشفق لذلك نحسب فترة الشفق (المسائى فى هذا المثال) ، وبمعلومية G.M.T$_3$ الذى سبق الحصول عليه وه يقع فى خلال هذه الفترة أم لا ، نستطيع تحديد امكانية رصد الكوكب اثناء مروره على خط الزوال من عدمه .

	Sun Set	Civil Tw.	Naut. Tw.
L.M.T.	18 39	19 05	19 37
lat. Corr^{n}	+ 6	+ 9	+ 11
L.M.T.	18 45	19 14	19 48
+ D.R3 long.	11 04	11 04	11 04
G.M.T.	7 41	8 10	8 44

مثال محلول (١١ – ٣)

فى وقت المنطـــقة Z.T. 0200　يوم 21st August

السفيـــنه فى الموقع الحسابى (20° 30` N , 114° 30` E) D.R. Position

خط السير الصحيح	T. Co. 075°
سرعه الابحار	Speed 18.3 Knots
خطأ المؤشر	I.E. 0.9 off the arc
ارتفاع عين الراصد	Ht. of eye 18.3 metres
خطأ الكرونومتر	Ch. error 1m 40s Fast

إحسب :

١) وقـــت الكرونومتر ch. Time لاقرب ثانيه لحظه المـــــــرور للنجم Acamar mer. pass of star Acamar.

٢) الارتفاع السدس التقريبى Approximate Sext. alt. لرصد النجم أثناء مروره على خط الزوال .

٣ – حدد امكانية رصد هذا النجم أثناء مروره الزوالى .

٤ – بفرض انه تم رصد الارتفاع السدس الزوالى للنجم Acamar وكانت قيمته هى : Sext. mer. alt. 29° 01.5' فاحسب قيمة العرض الحقيقى True lat.

Accurate G.M.T. of Mer. Pass. (Star)

Z.T.	0200 Aug. 21st
Z.N.	-08
G.Date	1800 Aug. 20th

D.R.$_1$ (20° 30`.0 N ; 114° 30`.0 E)

L.M.T. ≈	05 20 00	
D.R.$_1$ Long.	07 38 00	
G.M.T.$_1$	21 42 00 Aug.20th	1st approx.
G.Date	18 00 00	
Interval	3h 42m 00s	
Dist. Run	**67.71 M**	
True Co.	**075°**	

D.R.$_1$	20° 30`.0 N ; 114° 40`.0 E
Run	17`.5 N 1° 09`.9 E
D.R.$_2$	20° 47`.5 N ; 115° 39`.9 E

L.H.A.	360° 00`.0	
D.R.$_2$ Long.	115° 39`.9 E	
G.H.A.*	244° 20`.1(+360)	
S.H.A.*.	315° 31`.1	
G.H.A.. γ	288° 49`.0	
Tab. G.H.A.γ	283° 56`.0	21h
Incr.γ	04° 53`.0	19m 29s
G.M.T.$_2$	21 19 29 Aug.20th	2nd approx.
G.M.T.$_1$ (-)	21 42 00 Aug.20th	
Interval (-)	22m 31s	
Dist. Run	**6.87 M**	
True Co.	**255°**	

D.R.$_2$	20° 47`.5 N ; 115° 39`.9 E
Run	01`.8 S 07`.1 W
D.R.$_3$	20° 45`.7 N ; 115° 32`.8 E

L.H.A.	360° 00`.0
D.R.$_3$ Long.	115° 32`.8 E
G.H.A.*	244° 27`.2 (+360)
S.H.A.*.	315° 31`.1
G.H.A.. γ	288° 56`.1
Tab. G.H.A.γ	283° 56`.0
Incr.	05° 00`.1
G.M.T.$_3$	**21h 19m 57s**

D.R.3 lat	20° 45.7` N		
± Dec	40° 20.1 S	←	Dec. S 40° 20.1`
mer. Z.D.	61° 05.8`		
90o	89 60.0		
mer. alt.	28 54.2`		
Corr^{n}	(+) 1.8	←	تعكس جميع الاشارات
app. mer. alt.	28° 56.0`		
Dip.	(+) 7.5	←	
obs. mer. alt.	29° 03.5		
I.E.	(-) 00.9	←	
Approx. Sext. alt	29° 02.6	←	المطلوب الثانى

امكانية رصد النجم على الزوال اثناء الشفق :

الشفق التالى لوقت السؤال هو الشفق الصباحى Morning Twilight

	Naut. Tw.	Civil Tw.	Sunrise	
L.M.T.(20°N)	4h 52m	5h 19m	5h 42m	August 21 st
lat. Corr^{n}	- 1	- 1	- 1	
L.M.T.	4 51	5 18	5 41	
+ D.R3 long.	7 42	7 42	7 42	
G.M.T.	21 09	21 36	21 59	August 20 th

حيث ان G. M. T_3 21h 19m 57s لذلك يمكن رصد النجم Acamar على خط زوال الراصد اثناء فترة الشفق الصباحى يوم August 21 st.

ايجاد الارتفاع السدس الزوالى التقريبى (Approx. mer. Sext alt.)

Sext . mer . alt .	29° 01.5`
I . E .	+ 0.9
obs . mer. alt .	29° 02.4`
Dip.	- 7.5
app. mer . alt .	28° 54.9
Corr-	- 1.8
True mer . alt .	28° 53.1`
90°	89 60.0
True mer . Z . D .	61° 06.9`
± Dec	40 20.1
True lat	20° 46.8` N

المطلوب الرابع ←

مثال محلول (١١ – ٤)

في وقت المنطقه 0100 Z . T. يوم 10 th October

السفينه في الموقع الحسابى (25° 10` S , 178° 20` E) D . R . Position

خط السير الصحيح	215°	T . Co .
سرعه الابحار	13.6 knots	Speed
خطأ المؤشر	1.7` on the arc	I . E .
ارتفاع عين الراصد	13.6 metres	Ht. of eye
خطأ الكرونومتر	2m 47s Slow	Ch . error

إحسب :

١) وقت الكرونومتر لاقرب ثانيه Ch . time لحظه المرور الزوالى للقمر (mer . pass . of the Moon)

٢) الارتفاع السدس الزوالى (التقريبى) . approx . Sext . mer. alt لرصد الحافة العليا للقمر .(Moon's U . L)

٣) العرض الحقيقى . True lat اذا تم رصد الحافه العليا للقمر وكانت قيمه الارتفاع السدس الزوالى : 37° 20.0` Sext . mer . alt . of Moon's U . L .

Accurate G.M.T. of Mer. Pass. (Moon)

D.R. 1 (25° 10`.0 S ; 178° 20`.0 E)

Z.T.	0100 Oct. 10th
Z.N.	-12
G.Date	1300 Oct. 9th

L.M.T.	04 35 00	
D.R.1 Long.	11 53 20	
G.M.T.1	16 41 40 Oct. 9th	1st approx.
G.Date	13 00 00	
Interval	3h 41m 40s	
Dist. Run	**50.24 M**	
True Co.	**215°**	

D.R.1	25° 10`.0 S ; 178° 20`.0 E
Run	41`.2 S 31`.0 W
D.R.2	25° 51`.2 S ; 177° 48`.1 E

L.H.A.	360° 00`.0	
D.R.2 Long.	177° 48`.1 W	
G.H.A.	182° 11`.9	
Tab. G.H.A.	171° 38`.8	16h
Incr.+v corr.	10° 33`.1	
- v corr.	2`.7	
Incr.	10° 30`.4	44m 02s
G.M.T.2	16 44 02 Oct. 9th	2nd approx.
G.M.T.1 (-)	16 41 40	
Interval (+)	02m 22s	
Dist. Run	**0.54 M**	
True Co.	**215°**	

D.R.2	25° 51`.2 S ; 177° 48`.1 E
Run	00`.4 S 00`.3 W
D.R.3	**25° 51`.6 S ; 177° 47`.8 E**

L.H.A.	360° 00`.0
D.R.3 Long.	177° 47`.8 E
G.H.A.	182° 12`.2
Tab. G.H.A.	171° 38`.8
Incr.+v corr.	10° 33`.4
- v corr.	2`.7
Incr.	10° 30`.7
G.M.T.3	**16h 44m 03s**

إيجاد الارتفاع السدس الزوالى التقريبى Approx. Sext. Alt.

D.R.3 lat	25° 51.6` S
± Dec	26° 28.2 N
mer. Z.D.	52° 19.8`
90°	89 60.0
mer. alt.	37° 40.2
Corr^{n} - 1	(-) 55.3
Corr^{n} - 2	(-) 04.5
5 - 30`	(+) 30.0
app. mer. alt.	37° 10.4
Dip	(+) 06.5`
obs. mer. alt.	37° 16.9`
I.E.	(+) 1.7`
Sext. mer. alt.	37° 18.6`

Dec	S 26° 29.4' d 1.6
d ♀	- 1.2
C. Dec	N 26 28.2`

(H.P. 59.5`)

تعكس جميع الاشارات

المطلوب الثانى

إيجاد العرض الحقيقى True lat

Sext. mer. alt.	37° 20.0`
I.E.	- 1.7
obs. mer. alt.	37° 18.3`
Dip	- 6.5
app. mer. alt.	37° 11.8
Corr^{n} 1	+ 55.3
Corr^{n} 2	+ 04.5
5 - 30`	- 30.0
True mer. alt	37 41.6
90°	89 60.0
True M.Z.D	52° 18.4`
Dec	26° + 28.2
True lat.	25° 50.2` S

المطلوب الثالث

مثال محلول (١١ – ٥)

فى وقت المنطقه Z.T. 1615　يوم 20 th Sept.

السفينه فى الموقع الحسابى (53° 25` S , 161° 50` W) D.R. Position

خط السير الصحيح	114°	T. Co.
سرعه الابحار	15.6 Knots	Speed
خطأ المؤشر	1.1` on the arc	I.E.
إرتفاع عين الراصد	13.1 metres	Ht . of eye
خطأ الكرونومتر	2m 51s Fast	Ch. error

إحسب :

١) وقت الكرونومتر Ch. time لاقرب ثانيه لحظه المرور الزوالى السفلى للنجم Canopus Lower mer. pass.

٢) الارتفاع السدس (التقريبى) approx . Sext al لرصد النجم Canopus على خط الزوال السفلى

٣) إمكانيه رصد النجم Canopus اثناء مروره الزوالى .

٤) العرض الحقيقى True lat بفرض انه قد تم رصد النجم Canopus على خط الزوال السفلى وكان ارتفاعه السدسى الزوالى حينئذ Lower Sext mer . alt. 16° 30.0`

Accurate G.M.T. of Lower Mer. Pass. (Star)

Z.T.	1615 Sept. 20th
Z.N.	+11
G.Date	0300 Sepr. 21st

L.M.T. ≈	18 18 00	
D.R.$_1$ Long.	10 47 20	
G.M.T.$_1$	05 05 20 Sept. 21st	1st approx.
G.Date	03 15 00	
Interval	1h 50m 20s	
Dist. Run	**28.69 M**	
True Co.	**114°**	

D.R.$_1$ (53° 25`.0 S ; 161° 50`.0 W)

D.R.$_1$	53°	25`.0 S ;	161°	50`.0 W
Run		11`.7 S		44`.1 E
D.R.$_2$	53°	36`.7 S ;	161°	05`.9 W

L.H.A.	180° 00`.0	
D.R.$_2$ Long.	161° 05`.9 W	
G.H.A.*	341° 05`.9	
S.H.A.*.	264° 03`.8	
G.H.A.. γ	077° 02`.1	
Tab. G.H.A.γ	074° 49`.1	5h
Incr.γ	02° 13`.0	8m 50s
G.M.T.$_2$	05 08 50	2nd approx.
G.M.T.$_1$ (-)	05 05 20	
Interval (+)	03m 30s	
Dist. Run	**0.91 M**	
True Co.	**114°**	

D.R.$_2$	53°	36`.7 S ;	161°	05`.9 W
Run		00`.4 S		01`.4 E
D.R.$_3$	**530°**	**37`.1 S ;**	**161°**	**04`.5 W**

L.H.A.	180° 00`.0
D.R.$_3$ Long.	161° 04`.5 W
G.H.A.*	341° 04`.5
S.H.A.*.	264° 03`.8
G.H.A.. γ	077° 00`.7
Tab. G.H.A.γ	074° 49`.1
Incr.	02° 11`.6
G.M.T.$_3$	**5h 08m 45s**

إيجاد الارتفاع السدس (التقريبى)　　Approx. Sext alt .

D.R.3 lat	53°	37.1` S
- Polar Dist	37°	19.0
mer . alt .	16°	18.1`
Corr^{n}	(+)	3.3
app . alt .	16°	21.4`
Dip	(+)	6.4`
obs . alt .	16°	27.8`
I.E.	(+)	1.1`
Sext . alt .	16°	28.9`

Dec° 52° 41.0` S

تعكس جميع الاشارات

المطلوب الثانى

إمكانيه رصد النجم اثناء مروره الزوالى السفلى :

الشفق التالى لوقت المساله هو الشفق المسائى . Evening Twilight لذلك نحسب غروب الشمس ونهاية كل من الشفق المدنى والشفق البحرى فى الموقع الحسابى DR_3

	Sun Set	Civil Tw.	Naut. Tw	
L.M.T.	17 54	18 27	19 07	
lat . Corr^{n}	0	+ 2	+ 3	
L.M.T.	17 54	18 29	19 10	Sept . 20 th
+- long $^{W}_{E}$	+ 10 44	+ 10 44	+ 10 44	
G.M.T.	04 38	05 13	05 54	Sept . 21 st

وحيث ان (GMT_3 = 5h 08m 45s) لذلك فإنه يمكن رصد هذا النجم اثناء مروره الزوالى السفلى فى فتره الشفق المسائى .

إيجاد العرض الحقيقى . True lat

Sext . mer . alt .	16°	30.0`
I . E .		- 1.1
obs . mer . alt .	16°	28.9`
Dip		- 6.4
app . mer . alt .	16°	22.5`
Corr^n		- 3.3
True mer . alt	16°	19.2`
+ Polar . Dist .	37°	+ 19.0
True lat .	53°	38.2` S

المطلوب الرابع ←

تمارين الفصل الحادى عشر :

11- A Calculate the UT (G. M. T) ; app;roximate sext. mer. alt. as a guide for observation and finally the true lat. in each.

	Date	D.R. Lat D.R. Long	Body Sext. alt.	Ht. of eye I. E.
1	Aug. 6th	34° 50.0 S 115° 15.0' E	Menkar 51° 17.0	11.0 m 1.1' on
2	Mar. 10th	40° 05.0 N 119° 40.0' E	Antares 23° 41.5	14.5 m 2.2' on
3	April 20th	57° 40.0 S 124° 40.0' E	Saturn 53° 25.2	15.2 m 2.1' on
4	August 21st	11° 05.0 S 179° 40.0' E	Mars 61° 51.5	14.5 m 2.1' on
5	August 12th	42° 25.0 N 55° 20.0' W	Moon L. L. 64° 06.6	14.9 m 2.5' on
6	July 5th	41° 12.0 N 32° 15.0' W	Sun L. L. 71° 27.5	13.2 m 2.1' on
7	Nov. 1 st	00° 03.5 S 178° 20.0' E	Sun L. L. 75° 34.1 S	19 m 1.9 on

Answers

	UT (G.M.T.)	Sext. alt.	T. lat
1	22h 23m 58s Aug. 5th	51° 14.3'	34° 47.3 S
2	21 20 57 Mar. 9th	23° 41.3'	40° 04.8 N
3	21 38 42 Apr. 19th	53° 25.3'	57° 40.1 S
4	17 35 58 Aug. 20th	62° 01.8'	11° 15.2 S
5	8 10 40 Aug. 12th	64° 06.2'	42° 24.6 N
6	14 13 32 Jul. 5th	71° 27.6'	41° 12.1 S
7	23 50 18 Oct. 31th	75° 36.9'	00° 00.7 S

تمارين الفصل الحادى عشر :

11- B Calculate the UT (G. M. T) ; approximate sext. mer. alt. as a guide for observation and the true latitude in each.

	Z. T. Date	D.R. Lat D.R. Long	T. Co. Speed	Body Sext. alt.	Ht. of eye I. E.
1	0230 Oct. 10th	30° 20.0 N 38° 42.0' W	100° 13.6 k	Star Sirius 43° 15.5'	15.5 m 1.3' on
2	1500 Mar. 18th	38° 25.0 N 174° 25.0' W	105° 14.5 k	Planet Jupiter 75° 12.0'	14.5 m 1.4' on
3	1600 May 1st	34° 15.0 S 110° 40.0' E	due north 17.7 k	Moon L. L. 35° 00.0'	19.0 m 0.9' off
4	1015 April 8th	43° 20.0 N 145° 28.0' E	due south 18.1 k	Sun L. L. 54° 09.0'	14.5 m 1.1' off

Answers

	UT (G.M.T.)	Sext. alt.	T. lat
1	8h 02m 16s Oct. 10th	43° 13.3'	30° 11.8' N
2	5 45 11 Mar. 19th	75° 23.5'	38° 25.6' N
3	10 34 18 May. 1st	35° 57.8'	33° 45.0 S
4	2 20 09 Apr. 8th	54° 11.6'	42° 44.9 N

(11- C) 1 - on April . 8 th

Ship was in D. R. (32° 40.0' N ; 38° 19.0' W)

I. E.	1.7'	on the arc
Ht. of eye	8.9	m
ch. error	3m 49s	Slow

Find : (1) ch. Time to the nearest second at the instant of meridian passage of the true Sun.

(2) Approximate sext. alt. of the Sun's Lower Limb as a guide for sight.

(3) The true latitude if the Sext. meridian altitude was observed to be 64° 23.7' .

[Ans. 14h 31m 20s Apr. 8 th / 64° 26.5' / 32° 42.8' N)

2 - on April 2 nd

Ship was in D. R. (52° 18.0' N ; 170° 00.0' W)

I. E.	0.1	off the arc
Ht. of eye	12.9	m
ch. error	3 05	slow

Find : (1) ch. Time to the nearest second at the instant of meridian passage of the Moon.

(2) Approximate sext. alt. of the Moon's Lower Limb as a guide for sight.

(3) The true latitude if the Sext. merid. altitude of the Moon's L. L. was observed to be 60° 10.1' .

[Answer : 6h 14m 55s Apr. 3rd / 60° 16.0' / 52° 23.8' N]

3 - on November 26 th

Ship was in D. R. (23° 35.0' S ; 142° 40.0' W)

I. E.	2.3'	off the arc
Ht. of eye	15.7	m
ch. error	13m 42s	Slow

Find : (1) ch. Time to the nearest second at the instant of mer. pass. of the Planet Jupiter.

(2) Approximate sext. mer. alt. as a guide to observe the planet on meridian.

(3) The true latitude if the Sext. mer. alt. of Jupiter was observed to be 49° 11.6' .

[Ans. 14h 00m 48s Nov. 26 th / 49° 13.5' / 23° 36.9' S)

4 - on June 20 th

Ship was in D. R. (34° 45.0' N ; 48° 50.0' W)

I. E.	1.7	on the arc
Ht. of eye	18	m
ch. error	8m 15 s	slow

Find : (1) ch. Time to the nearest second at the instant of mer. pass. of the Star Spice.

(2) Approximate sext. mer . alt . as a guide to observe the Star on the meridian. .

(3) The true latitude if the Sext. mer. alti. of Spice was observed to be 44° 23.0' .

[Answer : 22h 36m 17s June. 20th / 44° 18.3' / 34° 40.3' N]

الفصل الثانى عشر

لإيجاد النجوم التى تعبر خط زوال الراصد فى فترة محددة

مقدمة:

لكى يمكن رؤية نجم أثناء مروره على خط الزوال العلوى لراصد ما خلال فترة زمنية محددة (Δ T) قبل او بعد وقت معلوم (L.M.T. مثلا) فإنه يجب ان نحصل على عدة بيانات هى :

١ – درجة اللمعان (المرتبة) Magnitud

٢ – مدى التغير فى قيمة S.H.A.* فى الفترة Δ T

٣ – قيمة Dec* والتى يجب ان تكون :

أ – بنفس اسم Lat. وبأى قيمة

او ب – عكس اسم Lat , ولكن Dec < (90° - lat)

وبالحصول على هذه البيانات نستطيع ان نحصر النجوم التى تتوفر لها الشروط السابقة وذلك بالدخول فى جداول التقويم البحرى Nautical Almanac Tables صفحة (xxxiii) قبل الغلاف الاخير فى الجدول الايمن الذى يعطى النجوم الملاحية (وعددها ٥٧ نجما) مرتبة ترتيبا تنازليا بالنسبة لقيم S.H.A . شكل (١٢ – ١) يوضح هذا الجدول .

وطريقة إستخدام هذا الجدول تتلخص فى الخطوات التالية :

١ – حدد المدى الذى تنحصر فيه قيم S.H.A .

٢ – فى خلال هذا المدى أحصر النجوم التى تفى بشرط اللمعان .

٣ – أحصر النجوم التى تفى بشرط Dec .

فعلى سبيل التوضيح نفترض ان المطلوب هو حصر النجوم الالع من المرتبة (2) حيث D.R. Lat. 50° N

وانه قد تم حساب مدى S.H.A.* فكان (208^o ⟶ 245^o) .

بكتابة هذه الشروط فى صورة أوضح نجد ان :

١ – درجة اللمعان (المرتبة 2 على الأقل) .

S.H.A. = 208° ⟶ 245° – ٢

Dec (N) 0° ⟶ 90° – ٣

or

Dec (S) < 40°

بالدخول فى الجدول الموضح (شكل (– ١)) نجد ان النجوم هى

1. Procyon
2. Pollux
3. Regulus

INDEX TO SELECTED STARS, 1981

Name	No.	Mag.	S.H.A.	Dec.
Acamar	7	3·1	316°	S. 40°
Achernar	5	0·6	336	S. 57
Acrux	30	1·1	174	S. 63
Adhara	19	1·6	256	S. 29
Aldebaran	10	1·1	291	N. 16
Alioth	32	1·7	167	N. 56
Alkaid	34	1·9	153	N. 49
Al Na'ir	55	2·2	28	S. 47
Alnilam	15	1·8	276	S. 1
Alphard	25	2·2	218	S. 9
Alphecca	41	2·3	127	N. 27
Alpheratz	1	2·2	358	N. 29
Altair	51	0·9	63	N. 9
Ankaa	2	2·4	354	S. 42
Antares	42	1·2	113	S. 26
Arcturus	37	0·2	146	N. 19
Atria	43	1·9	108	S. 69
Avior	22	1·7	234	S. 59
Bellatrix	13	1·7	279	N. 6
Betelgeuse	16	Var.*	271	N. 7
Canopus	17	−0·9	264	S. 53
Capella	12	0·2	281	N. 46
Deneb	53	1·3	50	N. 45
Denebola	28	2·2	183	N. 15
Diphda	4	2·2	349	S. 18
Dubhe	27	2·0	194	N. 62
Elnath	14	1·8	279	N. 29
Eltanin	47	2·4	91	N. 51
Enif	54	2·5	34	N. 10
Fomalhaut	56	1·3	16	S. 30

No.	Name	Mag.	S.H.A.	Dec.
1	*Alpheratz*	2·2	358°	N. 29°
2	*Ankaa*	2·4	354	S. 42
3	*Schedar*	2·5	350	N. 56
4	*Diphda*	2·2	349	S. 18
5	*Achernar*	0·6	336	S. 57
6	*Hamal*	2·2	328	N. 23
7	*Acamar*	3·1	316	S. 40
8	*Menkar*	2·8	315	N. 4
9	*Mirfak*	1·9	309	N. 50
10	*Aldebaran*	1·1	291	N. 16
11	*Rigel*	0·3	282	S. 8
12	*Capella*	0·2	281	N. 46
13	*Bellatrix*	1·7	279	N. 6
14	*Elnath*	1·8	279	N. 29
15	*Alnilam*	1·8	276	S. 1
16	*Betelgeuse*	Var.*	271	N. 7
17	*Canopus*	−0·9	264	S. 53
18	*Sirius*	−1·6	259	S. 17
19	*Adhara*	1·6	256	S. 29
20	*Procyon* ✓	0·5	✓245	N. 5 ✓
21	*Pollux* ✓	1·2	✓244	N. 28 ✓
22	*Avior* ✓	1·7	✓234	S. 59 ✗
23	*Suhail* ✗	2·2	✓223	S. 43 ✗
24	*Miaplacidus* ✓	1·8	✓222	S. 70 ✗
25	*Alphard* ✗	2·2	✓218	S. 9 ✓
26	*Regulus* ✓	1·3	✓208	N. 12 ✓
27	*Dubhe*	2·0	194	N. 62
28	*Denebola*	2·2	183	N. 15
29	*Gienah*	2·8	176	S. 17
30	*Acrux*	1·1	174	S. 63

اولا : إيجاد النجوم التى تعبر خط زوال راصد ثابت فى فترة محددة :

عمليا يكون D.R. lat. معلوما وبالتالى فإن شرط Dec يكون ايضا معلوما . ايضا يتم تحديد شرط اللمعان بواسطة القائم بعملية الرصد . اى ان الشروط الثلاثة المطلوب معرفتها لحل المسألة يكون معلوما منها شرطين الاول والثالث ، اما الشرط الثانى وهو الخاص بمدى S.H.A فيتم حسابه بناء على الوقت وفترة الرصد المسموح بها :

لايجاد مدى التغير فى قيمة S.H.A. فى الفترة الزمنية ΔT نتبع الخطوات التالية :

١ – طبق العلاقة التالية للحصول على G.M.T.

$$GMT = L.M.T. \pm long \begin{matrix} W \\ E \end{matrix}$$

٢ – إحسب قيمة GHA(Aries) فى GMT الذى حصلت عليه فى (١) .

٣ – طبق العلاقة التالية للحصول على S.H.A.

$$S.H.A._{*} = W.Long - G.H.A.(Aries)$$

٤ – طبق العلاقة التالية للحصول على مدى S.H.A. :

$$Range\ of\ S.H.A. = SHA^{*} \pm (\Delta T)^{\circ}$$

والمثال التوضيحى التالى تطبيق مباشر على هذا الاسلوب .

مثال محلول (١٢ – ١)

أوجد النجوم الالع من المرتبة (2) والتى تمر على خط الزوال العلوى لراصد فى الموقع الحسابى :

- D.R. Position (39° 00` N , 43° 00` W)
- $\Delta T = 30^{m}$ وذلك فى خلال فترة زمنية قدرها
- L.M.T. 2000 March 14 th قبل او بعد

الحل :

L.M.T.	20 00	March 14 th
± Long $\overset{W}{E}$	2 52	
G.M.T.	22 52	March 14 th

G.H.A (Aries)	142°	15.4`
Incr.	13	02.1
G.H.A (Aries)	155°	17.5

W.Long	43°	00.0	(+360)
− G.H.A (Aries)	155	17.5	
$S.H.A_*$	247°	42.5`	

$S.H.A_*$	247°	42.5`	$S.H.A_*$	247°	42.5`
+ Δ T	7	30.0	+ Δ T	7	30.0
$S.H.A_1$	255°	12.5`	$S.H.A_2$	240°	12.5`

أى ان الشروط التى يجب ان تتوفر هى :

١ – درجة اللمعان اكبر من (2)

٢ – مدى　　S.H.A. (255° 12.5` ⟶ 240° 12.5`)

٣ –

Dec (N) From 0° ⟶ 90°

Or Dec (S) < 51°

وبالبحث فى قائمة النجوم فى جدول التقويم البحرى صفحة (xxxiii) نجد ان النجوم التى تحقق هذه الشروط هى :

	Star Name	Mag.	S.H.A.	Dec.
1.	Procyon	0.5	245° 17.8'	N 5° 15.0'
2.	Pollux	1.2	243° 48.8'	N 28 03.1'

ملحوظة : نستخرج قيم Dec. S. H. A. من الصفحة اليومية .

ثانيا : إيجاد النجوم التى تعبر خط زوال راصد متحرك أثناء فترة الشفق :

تبدأ حسابات هذه المسألة بتحديد الوقت الدقيق لبداية او نهاية الشفق المدنى Civil Twilight وهو الوقت المتعارف عليه كمنتصف فترة الرصد أى الحصول على G.M.T لهذه الظاهرة .

ثم تطبق نفس الخطوات السابقة شرحها فى حالة راصد ثابت والمثال التالى يوضح أسلوب الحل

مثال محلول (١٢ - ٢)

فى وقت المنطقة Z.T. 1500 July 20th كانت السفينة فى الموقع الحسابى :

- D.R. Position (20° 10' S , 41° 45' W)
- True Co. 140° خط السير
- Speed 15.5 knots السرعة

إحسب :

١ - النجوم الالمع من المرتبة (1.5) Magnitud والتى تعبر خط زوال الراصد اثناء الشفق المسائى . evening twilight

٢ - GMT لحظة المرور الزوالى لكل نجم .

٣ - الارتفاع السدسى التقريبى Approximate Sext. alt. للاسترشاد به أثناء الرصد حيث :

ارتفاع العين Height of eye 15 m

خطأ المؤشر Index error - 1.9

الحل :

١ – حساب الوقت الدقيق لنهاية الشفق المدنى G M T of evening civil twilight

Z.T.	1500 July 20 th
Z.N.	+3
G.D.	1800 July 20 th

1 nd Approximation :

L.M.T.	18 02
Lat Corr n	–
L.M.T.	18 02 July 20
± Long W E	2 + 47
Approx. G.M.T.	20 49 July 20
– G.D.	18 00 July 20
Interval	2^h 49^m
Dist. Run	43.7 miles , T.Co. S 40^o E

d.lat	dep	Mean lat.	d.long
33.4 S	28.1` E	20° 26.8` S	30.0` E

1 st D.R.position	Lat	20^o 10.0` S	long	41^o 45.0` W
	d lat	+ 33.4 S	d.long	– 30.0 E
D.R. at Tw.Time	Lat	20 43.4` S	long	41^o 15.0` W

2 nd Approximation :

L.M.T.	18	02	
Lat Corr n	–	1	
L.M.T.	18	01	July 20 th
± DR$_2$ long W/E	2 +	45	
G.M.T.	20^h	46^m	July 20 th

٢ – إيجاد مدى　Range of S H A

G.H.A (Aries)	238°	20.3`
Incr.	11	31.9
G.H.A (Aries)	249°	52.2'
W. Long	41°	15.0 (+360)
– G.H.A (Aries)	249	52.2
S.H.A$_*$	151^o	22.8`

ويإفتـــــراض ان فترة الرصـــد تكون فى خـــلال (ΔT = 15m) قبل وبعد

GMT of civil twilight

S.H.A	151°	22.8`	S.H.A	151°	28.6`
+ Δ T	3	45.0	– Δ T	3	45.0
S.H.A$_1$	155°	07.8`	S.H.A$_2$	147°	43.6`

٣ – إيجاد النجوم التى تعبر خط الزوال :

يمكن كتابة الشروط اللازمة كما يلى :

١ – درجة اللمعان اكبر من 1.5

٢ – مدى　S H A (155^o 07.8` ⟶ 147 ° 37.8`)

٣ –　Dec (S) From 0° ⟶ 90°

or Dec (N) < 69° 16'.6

بالبحث فى قائمة النجوم صفحة (xxxiii) فى نهاية جداول التقويم البحرى نجد ان هناك نجما واحدا فقط يحقق هذه الشروط وهو النجم Hadar .

٤ – ايجاد GMT لحظة المرور الزوالى للنجم Hadar :

Z.T.	1500 Jul. 20
Z.N.	+3
G. Date	1800 Jul. 20

DR1	20 10.0 S	41° 45.0 W

L.M.T	1805
DR1 Long	247 +
G.M.T.1	20 52
G Date	1800
Interval	2 52
Dist - Run	44.4 M
T.Co.	140

1st approx.

DR 1	20 10.0 S	41 45.0 W
Run.	+ 34.0 S	~ 30.5 E
DR 2	20 44.0 S	41 14.5 W

L.H.A. ☀	360 00.0
DR 2 Long	41 + 14.5
G.H.A. ☀	401 14.5
S.H.A. ☀	149 12.5
G.H.A. ♈	252 02.0
tab. G.H.A. ♈	238 20.3 → 20h
Incr.	13 41.7 → 54m 38s
G.M.T.2	20 54 38
G.M.T.1	20 52 00
Interval	2 38
Dist. Run	0.68 M
T.Co.	140

2 nd approx.

for (-) interval reverse T. Co.

DR 2	20 44.0 S	41 14.5 W
Run.	+ 0.5 S	~ 0.5 E
DR 3	20 44.5 S	41 14.0 W

L.H.A. ☀	360 00.0
DR 3 Long	41 + 14.0
G.H.A. ☀	401 14.0
S.H.A. ☀	149 12.5
G.H.A. ♈	252 01.5
tab. G.H.A. ♈	238 20.3
Incr.	13 41.2
G.M.T.3	20 54 37

٥ – إيجاد Approximate Sext . Alt .

D . R . lat .	20° 44.5` S
± Dec (same diff)	60 20.0 S
T . mer . Z . D .	39° 35.5`
90	89 60.0
mer . Alr .	50° 24.5`
Corr n	+ 0.8`
app . Alt .	50° 25.3`
Dip	+ 6.8
obs . Alt .	50° 32.1`
I . E .	+ 1.9
Approx . Sext . Alt .	50° 34.0 `

الفصل الثالث عشر

إيجاد العرض بطريقه قرب الزوال

مقدمه :

اذا كان الجرم المرصود قريبا من خط زوال الراصد The observer's meridian (أى انه قد عبر خط الزوال فعلا او سوف يعبره بعد قليل) بمعنى ان L . H . A . تكون صغيره فإننا نستطيع حل الرصده الفلكيه بإسلوب يختلف تماما عن اسلوب الحل بـ Intercept method .

وهذا الاسلوب يسمى طريقه قرب الزوال Ex - meridian method .

(١٣ – ١) قيود إستخدام اسلوب الحل بطريقه قرب الزوال :

تتوقف حدود إستخدام طريقه قرب الزوال على معدل التغير فى ارتفاع الجرم السماوى فى الجوار المباشر لخط زوال الراصد . وهذا المعدل يرمز له (A). وهو يعطى فى جداول نورى البحريه من خلال Ex. meridian Table (I) حيث تعتمد قيمته على قيم كل من . lat , Dec

ويمكن الاستغناء عن هذا الجدول بالحصول على قيمه(A) بتطبيق العلاقه التاليه فى حاله قرب الزوال العلوى :

$$A'' = \frac{1.9635 \quad \text{Cos lat.} \quad \text{Cos Dec}}{\text{Sin} \ (\text{lat} \pm \text{Dec})} \qquad \ldots\ldots\ldots (13-1)$$

حيث :

IF lat & Dec Same Name −

diff . Name +

او بتطبيق العلاقه التاليه فى حاله قرب الزوال السفلى .

$$A'' = \frac{1.9635 \quad \text{Cos lat.} \quad \text{Cos Dec}}{\text{Sin} \ (\text{lat} + \text{Dec})} \qquad \ldots\ldots\ldots (13-2)$$

ولايجاد الفتره الزمنيه (أو . L H A) قبل او بعد وقت المرور الزوالي والتى يمكن خلالها رصد الجرم وحل المسـألة باسلوب قرب الزوال ، ندخل بقيمه A السابق الحصـول عليها في جدول Ex. meridian Table IV (انظر الشكل ١٣ - ١) لنحصل على تلك الفتره .

EX-MERIDIAN TABLE IV

Limits of Hour Angle or Time 'before or after' Meridian Passage

A	Hour Angle	A	Hour Angle	A	Hour Angle	A	Hour Angle	A	Hour Angle
°	m	°	m	°	m	°	m	°	m
52·2	4	7·54	17	3·37	30	1·92	43	1·21	56
40·2	5	6·94	18	3·20	31	1·85	44	1·17	57
31·4	6	6·44	19	3·05	32	1·78	45	1·13	58
25·4	7	6·00	20	2·92	33	1·72	46	1·09	59
21·2	8	5·64	21	2·79	34	1·66	47	1·06	60
18·0	9	5·26	22	2·67	35	1·60	48	1·02	61
15·7	10	4·94	23	2·55	36	1·54	49	0·99	62
13·8	11	4·60	24	2·45	37	1·49	50	0·96	63
12·2	12	4·40	25	2·35	38	1·43	51	0·93	64
10·9	13	4·17	26	2·25	39	1·38	52	0·90	65
9·90	14	3·94	27	2·16	40	1·34	53	0·87	66
9·02	15	3·73	28	2·08	41	1·29	54		
8·22	16	3·54	29	2·00	42	1·25	55		

مثال توضيحى (١٣ - ١)

اذا كان عرض الراصد　　Lat 37° N

ميل الجرم　　Dec 18° N

اوجد حدود قيمه L.H.A. لامكان رصد وحل المساله بطريقه الزوال .

الحل : بتطبيق العلاقه رقم (1 - 13) نحصل على قيمه :

$$A = 4.58''$$

ثم بالدخول فى الجدول IV بقيمه (A) نجد ان حدود L.H.A تبلغ 6° = 24m)

(قبل او بعد المرور الزوالى . اى ان مدى قيمه L.H.A هو : 6° ⟵ 354°

(١٣ - ٢) الاسلوب الاول للحل بطريقه قرب الزوال :

حل المسأله الارصاد الفلكيه بطريقه قرب الزوال يتحدد بالخطوات التاليه :

١ - نحصل على G M T وقت الرصد

٢ - بقيمه G.M.T ندخل فى جداول التقويم البحرى N. A. Tables لاستخراج قيمتى L.H.A , Dec

٣ - نصحح الارتفاع السدسى Sext . alt . للحصول على الارتفاع الحقيقى T . alt .

٤ - استنتج قيمه تصحيح قرب الزوال Reduction كما سيأتى تفصيلا فى البند (١٣-٣) التالى

٥ - اضف قيمه Reduction على T . alt. للحصول على T. mer . alt فى حاله قرب الزوال العلوى Upper Ex . mer (اطرح في حاله قرب الزوال السفلى (Lower Ex. mer .

٦ - طبق قواعد ايجاد T . lat كما فى اسلوب الحل فى مسأله المرور الزوال حيث :

at Upper Ex. mer .

T . mer . alt .	
90	
T . mer . Z . D .	
± Dec	
T . lat	

at Lower Ex . mer.

T . mer . alt .	
+ polar Dist	
T . lat .	

Note

Polar Dist = 90 - Dec .

٧ – احسب قيمه T . Bg ومن ثم اتجاه خط الموقع الفلكى direction of P . L . بطريقه A / B / C Tables .

ملحوظه : الاسلوب الاول للحل بطريقه قرب الزوال يوضح بخريطه الحل Computation Chart No (3) وكذلك بنماذج الحل :

Pattern of Solution No (5) For Upper Ex. mer . (Star)

Pattern of Solution No (7) For Lower Ex. mer . (Star)

(١٣ – ٣) كيفيه ايجاد قيمه تصحيح قرب الزوال Reduction :

اولا : خطوات ايجاد تصحيح قرب الزوال العلوى :

فى حاله قرب الزوال العلوى تكون قيمه L . H . A . اقرب ماتكون لـ 000° / 360°.

لذلك نتبع الخطوات التاليه :

١ – طبق العلاقه (1 - 13) للحصول على قيمه (A")

٢ – اوجد الفرق بين قيمه (000° / 360° ~ L . H . A .) ويسمى difference of H . A. (d . H . A .)

٣ – طبق العلاقه التاليه للحصول على قيمه التصحيح الاول (1 st Corrn)

$$1^{st}\ Corr^{n} = \frac{[(d.H.A.)^{\circ} \times 4]^2 \times A''}{60} \quad \ldots\ldots (13-3)$$

٤ – إدخل بقيمه 1 st Corrn فى جدول III Altitude T . lat Ex. mer . Table لاستخراج قيمه التصحيح الثانى 2 nd Corrn .

٥ – اوجد قيمه تصحيح قرب الزوال Reduction حيث :

1 st Corrn	
- 2 nd Corrn	
Reduction	

ثانيا : خطوات ايجاد تصحيح قرب الزوال السفلى :

فى حاله قرب الزوال السفلى تكون قيمه L . H . A . اقرب ما يكون لـ ..... 180°

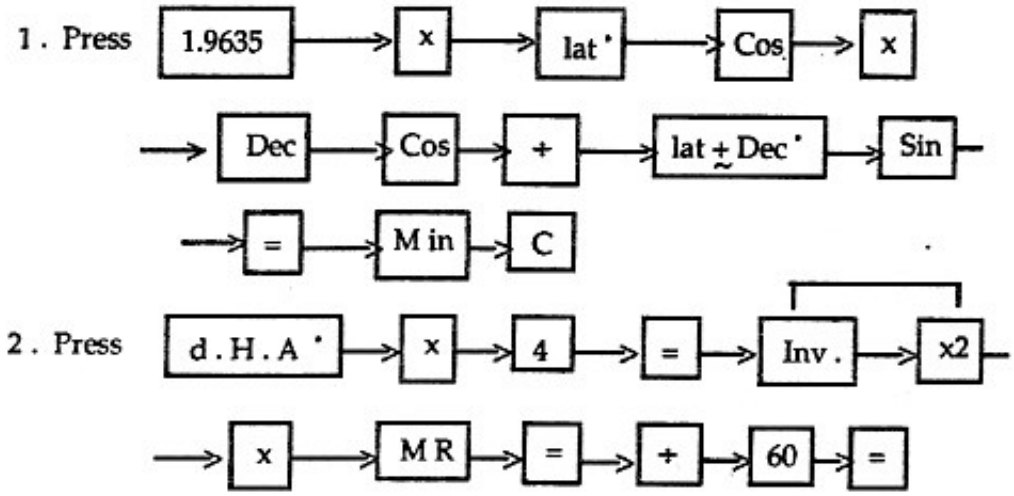
لذلك نتبع الخطوات التاليه :

١ – طبق العلاقه (2 - 13) للحصول على القيمه ("A) .

٢ – اوجد d . H . A . = (L H A ~ 180°)

ثم نفذ نفس الخطوات من (٣) حتى (٥) كما فى حاله قرب الزوال العلوى .

ثالثا : اسلوب استخدام الحاسب لايجاد قيمه 1st Corn :



(١٣ – ٤) الاسلوب الثانى للحل بطريقه قرب الزوال

يعتمد هذا الاسلوب على تنفيذ الخطوات التاليه :

١ – أحصل على G M T وقت الرصد .

٢ – بقيمه G M T أدخل فى جداول التقويم البحرى N . A . Table واستخرج قيمتى L H A , Dec للجرم الذى تم رصده .

٣ – صحح Sext . alt. للحصول على True alt ومن ثم T . Z . D .

٤ – طبق العلاقه التاليه للحصول على (T . M . Z . D .) True mer . Z . D .

$$\text{hav.}(T.M.Z.D.) = \text{hav.}T.Z.D. - \text{hav}\ L.H.A. \cdot \text{Cos lat Cos Dec}$$

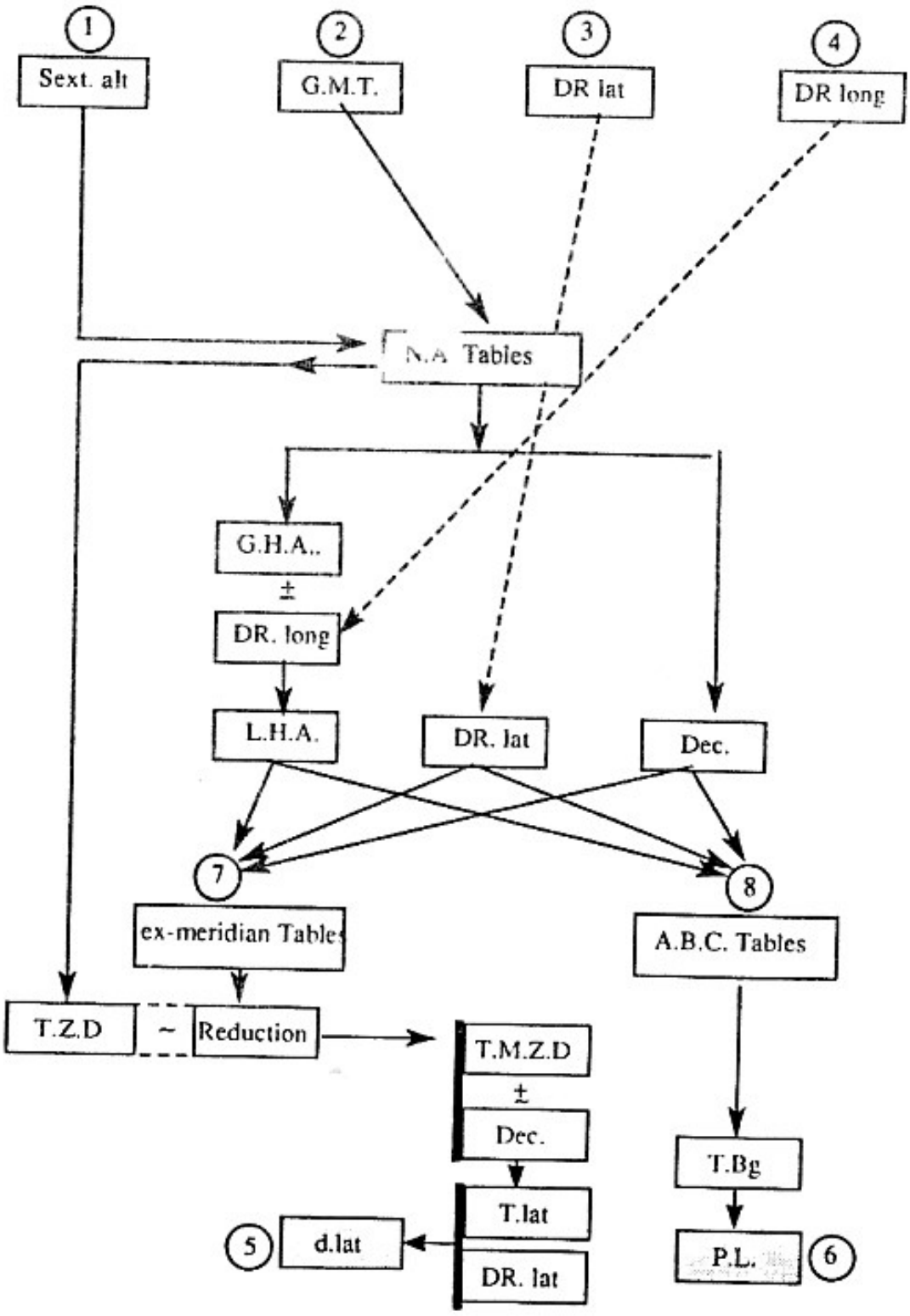
..... (13-4)

٥ – اضف او اطرح Dec على T.M.Z.D. للحصول على T.lat.

٦ – احسب T.Bg ومن ثم direction of P.L. بواسطه جداول A / B / c .

تعقيب للمؤلف : يعتبر الاسلوب الاول هو الامثل لحل مساله قرب الزوال لانه الاسرع .

اما الاسلوب الثانى فيتعادل مع اسلوب الحل بطريقه مارك سانت هيلير Intercept method وكذلك فهو نادرا ما يستخدم عمليا .


1
Sext. alt
2
G.M.T.
3
DR lat
4
DR long
N.A Tables
G.H.A..
±
DR. long
L.H.A.
DR. lat
Dec.
7
8
ex-meridian Tables
A.B.C. Tables
T.Z.D
~
Reduction
T.M.Z.D
±
Dec.
T.lat
DR. lat
5
d.lat
T.Bg
P.L.
6

STAR BY EX . MER .

Z.T. Z.N	
G.Date	
ch. time ch. error	
G . M . T .	

G . H . A . Incr. S . H . A .		Dec.	
G . H . A . ± Long.			
L . H . A .			

Sext . alt. I . E .	
obs . alt, Dip	
app. alt. corr.	
true alt. REDUCTION	
T . MER ALT 90°	
T.Mer. Z . D. ± Dec'	
True lat. D. R. Lat.	
d.lat	

L.H.A Lat. Dec.		A B	
		C	
		A z.	
		T . B g.	
		P . L .	

STAR BY LOWER EX. MER

Z.T. Z.N	
G.Date	
ch. time ch. error	
G. M. T.	

G. H. A. INCR., S. H. A.		Dec.	
G. H. A. ± Long			
L. H. A.			

Sext. alt. I. E.	
obs. alt. Dip	
app. alt. corr.	
true alt. REDUCTION	
T. MER ALT + Polar Dist.	
Ture lat D. R. Lat.	
d.lat	

L.H.A Lat. Dec.		A B	
		C	
		A z.	
		T. B g.	
		P. L.	

مثال محلول (١٣ - ١)

فى وقت الشفق المسائى Evening Twilight يوم 22 nd April

السفينه فى الموقع الحسابى (18° 40.0` N , 65° 54.0 E) D . R . Position

I. E. 0.8' off the arc	خطأ المؤشر
Ht of eye 13.1 metres	ارتفاع عين الراصد
ch. error 2m 25s Fast	خطأ الكرونومتر

تم رصد النجم Suhail وكانت نتائج الرصد :

Ch . time 2h 19m 40s	وقت الكرونومتر
Sext . alt 27° 55.1`	الارتفاع السدس

١ - اوجد خط العرض الحقيقى True lat . الذى يتقاطع فيه خط الموقع الفلكى L . O . P . مع خط الطول الحسابى D . R . long . واوجد كذلك اتجاه خط الموقع الفلكى direction of L . O . P

٢ - ارسم خط الموقع الفلكى .

Ex.Meridian (Star)

L.M.T. ≈	1832 April 22nd
± Long..	-424
G.D.	1408 **April 22nd**

Ch.Time	2 19 40
Ch.Error (-)	2 25
G.M.T.	**14 17 15**

GHAγ	60°	22`.1
Incr.	4°	19`.5
S.H.A.*	223°	05`.3
G.H.A.*	287°	46`.9
± Long. (E\W)	65°	54`.0
L.H.A. *	353°	40`.9

Dec* S 43° 23`.9

Sext.alt.	27°	55`.1
I.E. +		0`.8
Obs.alt.	27°	55`.9
Dip -		6`.4
App.alt	27°	49`.5
Corr. +		1`.8
T.alt	27°	47`.7
Red. +		16`.3
T.M.alt.	28°	04`.0
90°	90°	
T.M.Z D.	61°	56`.0
Dec.	43°	23`.9
T.Lat.	**18°**	**32`.1 N**
D.R. Lat.	18°	40`.0 N
d.Lat.		**7`.9 S**

L.H.A.	353°	40`.9
Lat.	18°	40`.0 N
Dec.	43°	23`.9 S

A	3.051 S
B	8.592 S
C	11.643 S
Az.	S 5°.2 E
T.Bg.	174°.8
P.L.	**084°.8 / 264°.8**

مثال محلول (١٣ - ٢)

اثناء الشفق الصباحى morning twilight يوم Feb. 10 th

السفينه فى الموقع الحسابى (41° 50.0` S , 72° 48.0` E) D . R . Position

خطأ المؤشر	I . E . 2.5` off the arc
ارتفاع عين الراصد	Ht of eye 10 metres
خطأ الكرونومتر	Ch . error 0m 44s Fast

تم رصد النجم آخر النهر Achernar وكانت نتائج الرصد :

وقت الكرونومتر	Ch . time 12h 00m 05s
الارتفاع السدس	Sext alt . 8° 57.0`

١ - اوجد خط العرض الحقيقى True lat الذى يتقاطع فيه خط الموقع الفلكى L . O . P . مع خط الطول الحسابى D . R . long .

٢ - اوجد اتجاه خط الموقع الفلكى direction of L . O . P

٣ - ارسم خط الموقع الفلكى

Lower Ex.Meridian (Star)

Z.T.	0450 Feb. 10th
Z.N.	-5
G.D.	2350 **Feb. 9th**

Ch.Time	12	00	05
Ch.Error (-)		00	44
G.M.T.	**23**	**59**	**21**

GHAγ	124°	46`.3	Dec* S 57° 17`.4
Incr.	14°	52`.7	
S.H.A.*	335°	39`.7	
G.H.A.*	475°	18`.7	
± Long. (E\W)	72°	48`.0	
L.H.A. *	188°	06`.7	

Sext.alt.	8°	57`.0
I.E. +		2`.5
Obs.alt.	8°	59`.5
Dip -		5`.6
App.alt	8°	53`.9
Corr. +		6`.0
T.alt	8°	47`.9
Red. +		14`.0
T.M.alt.	9°	01`.9
Polar Dist. +	32°	42`.6
T.Lat.	**41°**	**44`.5 S**
D.R. Lat.	41°	50`.0 S
d.Lat.		**5`.5 S**

L.H.A.	188°	06`.7
Lat.	41°	50`.0 S
Dec.	57°	17`.4 S

A	6.280 S
B	11.035 S
C	17.315 S
Az.	S 4°.4 E
T.Bg.	175°.6
P.L.	**085°.6 / 265°.6**

مثال محلول (١٣ – ٣)

فى وقت الشفق المسائى Evening Twilight يوم 15 th March

السفينه فى الموقع الحسابى (34° 50.0` S , 91° 15.0` W) D . R . Position

خطأ المؤشر I . E . 1.5` on the arc

ارتفاع عين الراصد Ht of eye 16.2 metres

خطأ الكرونومتر Ch . error 1m 47s Slow

تم رصد الكوكب Jupiter وكانت نتائج الرصد :

وقت الكرونومتر Ch . time 00h 45m 18s

الارتفاع السدس Sext alt . 31° 34.3`

١ – اوجد خط العرض الحقيقى True lat الذى يتقاطع فيه خط الموقع الفلكى L . O . P . مع خط الطول الحسابى D . R . long . وكذلك اتجاه خط الموقع الفلكى direction of L . O . P

٢ – ارسم خط الموقع الفلكى .

PLANET BY EX. MER.

L.M.T.	18 44
Lat. corr.	—
L.M.T. ± Long.	18 44 Mar. 15 6 + 05
G. Date	00 49 Mar. 16
ch.time	00 45 18
ch. error	1 47 +
G.M.T.	00 47 05

V 2.3 d 0.0

G.H.A.	81° 47.3	Dec	N 23° 29.0
Incr.	11 46.3	d. corr.	—
V. corr.	1.8	C. Dec.	N 23° 29.0
G.H.A.	93 35.4		
± Long	91 15.0 −		
L.H.A.	2° 20.4		

Sext. alt.	31° 34.3
I.E.	1.5 −
obs. alt.	31° 32.8
Dip	7.1 −
app. alt.	31 25.7
corr.	1.6 −
add corr.	0.0
true alt.	31 24.1
REDUCTION	2.5 +
T. Mer - alt	31° 26.6
90°	89 60.0
T. mer. Z. D.	58 33.4
± Dec.	23 ~29.0
Ture lat	35 04.4 S
D. R. Lat.	34 50.0 S
d.lat	14.4 S

$A = 1.733$

L.H.A	2° 20.4	A	17.029 N
Lat.	34 50.0 S	B	10.641 N
Dec.	23 29.0 N	C	27.670 N
		Az.	N 2.5 W
		T.B.g.	357.5°
		P.L.	087.5°/267.5°

مثال محلول (١٣ - ٤)

في وقت المنطقه 1120 Z.T. يوم 1 st November

السفينه في الموقع الحسابى (28° 30.0` N , 160° 00` E) D.R

خطأ المؤشر I.E. 1.7 on the arc

ارتفاع عين الراصد Ht. of eye 14.2 metres

خطأ الكرونومتر Ch. error 7m 49s Fast

تم رصد الحافه السفلى للشمس Sun Lower Limb وكانت النتائج :

وقت الكرونومتر Ch. time 00h 35m 39s

الارتفاع السدس Sext. alt. 46° 13.8`

١ - اوجد العرض الحقيقى True lat. الذى يتقاطع عنده خط الموقع الفلكى L.O.P. مع خط الطول الحسابى D.R. long. واوجد كذلك اتجاه خط الموقع الفلكى direction of L.O.P.

٢ - ارسم خريطة الموقع الفلكى .

Ex.Meridian (Sun)

Z.T.	1120 Nov. 1st
Z.N. -	11
G.D.	0020 **Nov. 1st**

Ch.Time	00 35 39
Ch.Error -	7 49
G.M.T.	**00 27 50**

GHA	184° 05`.6	Dec	S 14° 16`.6
Incr.	6° 57`.5	d corr	+ 0`.4
G.H.A.	191° 03`.1	C.Dec	S 14° 17`.0
± Long. (E\W)	160° 00`.0		
L.H.A.	351° 03`.1		

Sext.alt.	46° 13`.8
I.E. -	1`.7
Obs.alt.	46° 12`.1
Dip -	6`.6
App.alt	46° 05`.5
Corr. +	15`.3
T.alt	46° 20`.8
Red. +	52`.1
T.M.alt.	47° 12`.9
90°	90°
T.M.Z.D.	42° 47`.1
Dec.	14° 17`.0
T.Lat.	**28° 30`.1 N**
D.R. Lat.	28° 30`.0 N
d.Lat.	**0`.1 N**

L.H.A.	351° 03`.1	A	3.448 S
Lat.	28° 30`.0 N	B	1.637 S
Dec.	14° 17`.0 S	C	5.085 S
		Az.	S 12°.6 E
		T.Bg.	167°.4
		P.L.	**077°.4 / 257°.4**

مثال محلول (١٣ – ٥)

فى وقت المنطقة 0600 Z. T. يوم August 14 th

السفينه فى الموقع الحسابى (27° 50.0` S , 160° 15.0` E) D . R . Position

خطأ المؤشر	I . E . 1.8` on the arc
ارتفاع عين الراصد	Ht of eye 8.9 metres
خطأ الكرونومتر	Ch . error 3m 11s Fast

تم رصد الحافة السفلى للقمر Moon L . L . وكانت نتائج الرصد :

وقت الكرونومتر	Ch . time 7h 10m 15s
الارتفاع السدس	Sext alt . 37° 20.0`

١ – اوجد خط العرض الحقيقى True lat الذى يتقاطع عنده خط الموقع الفلكى L . O . P . مع خط الطول الحسابى D . R . long .

٢ – اوجد اتجاه خط الموقع الفلكى direction of L . O . P

٣ – ارسم خط الموقع الفلكى

Ex.Meridian (Moon)

Z.T.	0600 August 14th
Z.N. -	11
G.D.	1900 **August 15th**
Ch.Time	7 10 15
Ch.Error	3 11
G.M.T.	**19 07 04**

GHA	198°	17`.9	Dec	N 23° 18`.0
Incr.	1°	41`.2	d corr	+ 1`.1
V corr		0`.8	C.Dec	N 23° 19`.1
G.H.A.	199°	59`.9		
± Long. (E\W)	160°	15`.0		
L.H.A.	000°	14`.9		

Sext.alt.	37°	20`.0
I.E.		1`.8
Obs.alt.	37°	18`.2
Dip		5`.3
App.alt	37°	12`.9
Corr.1		55`.3
Corr2		6`.7
) - 30`		---
T.alt	38°	14`.9
Red.		0`.0
T.M.alt.	38°	14`.9
90°	90°	
T.M.Z.D.	51°	15`.1
Dec.	23°	19`.1N
T.Lat.	27°	56`.0 S
D.R. Lat.	27°	50`.0 S
d.Lat.		**6`.0 S**

L.H.A.	000°	14`.9
Lat.	27°	50`.0 S
Dec.	23°	19`.1 N

A	121.816 N
B	99.452 N
C	221.268 N
Az.	N 0°.3 W
T.Bg.	359°.7
P.L.	**089°.7 / 269°.7**

تمارين الفصل الثالث عشر :

13- A Calculate the elements of the Astronomical Position line by solving by Ex- meridian in each of the following

	Z.T. Date	D.R. Lat D.R. Long	ch. Time ch. Error	Body Sext. alt.	Ht. of eye I. E.
1	0507 Oct. 10th	30° 15.0' N 38° 05.0 W	$7^h\ 48^m\ 15^s$ slow 3 15	Star Sirius 43° 03.5'	13.8 m 1.4' on
2	0140 May 23 rd	61° 11.0' N 11° 10.0' W	2 37 50 Slow 1 02	Rasalhague 41° 27.2'	19.5 m 0.7' off
3	1830 March 9th	38° 35.0' N 174° 00.0' W	6 24 00 Slow 3 47	Planet Jupiter 74° 51.5'	13.0 m 0.3 on
4	1630 Oct. 29th	52° 30.0' S 30° 40.0' W	6 33 40 fast 2 31	Planet Saturn 58° 45.0'	14.2 m 1.3' on
5	1730 April 30 th	30° 10.0' S 179° 51.0' W	5 25 40 slow 3 49	Moon U. L. 39° 09.4'	12.2 m 1.1' on
6	1547 Jul. 26 th	38° 05.0' N 68° 28.0' W	8 46 26 Slow 1 14	Moon L. L. 45° 35.7'	8.0 m 1.0 on
7	1145 April 1 st	31° 40.0 S 34° 40.0' W	1 35 40 slow 7 24	Sun U. L. 52° 51.7	11.7 m 0.9 off

Answers

1. 4.1' N / (086.4° - 266.4°)
2. 5.7' S / (097.0° - 277.0°)
3. 8.4' N / (087.9° - 267.9°)
4. 5.0' S / (107.1° - 287.1°)
5. 5.0' N / (095.0° - 275.0°)
6. 5.0' S / (099.9° - 279.9°)
7. 3.1' S / (106.3° - 286.3°)

13 - B Calculate the elements of the Astronomical Position line by solving by Ex-meridian in each of the following :

	Time of Observation Date	D.R. Lat D.R. Long	ch. Time ch. Error	Body Sext. alt.	Ht. of eye I. E.
1	Morning Twilight Aug. 20th	27° 15.0' N 146° 45.0 W	$2^h\ 41^m\ 15^s$ Fast 3 10	Star Acamar 22° 28.6'	13.5 m 2.0' off
2	Morning Twilight June. 24 th	54° 30.0' S 156° 42.0' E	7 41 40 Fast 1 50	Star Acrux 27° 24.8'	12.0 m 1.2' off
3	Morning Twilight Sept. 10th	51° 20.0' N 143° 15.0' E	2 35 00 Slow 2 40	Planet Mars 58° 14.3'	12.9 m 1.2 off
4	Morning Twilight May. 2nd	00° 00.0' 133° 40.0' E	8 12 13 Fast 1 47	Planet Saturn 69° 13.1'	.14.9 m 1.7 ' off
5	Evening Twilight Nov. 26 th	37° 30.0' S 25° 30.0' E	5 30 40 fast 2 13	Moon L. L. 52° 38.3'	12.9 m 2.3' on
6	Morning Twilight Sept. 11 th	30° 19.0' S 100° 50.0' E	10 55 55 Slow 4 05	Moon U. L. 32° 07.1'	12 m 1.9 off

Answers

1. 0.3' S / (087.5° - 267.5°)
2. 16.7' N / (091.6° - 271.6°)
3. nil / (094.4° - 274.4°)
4. 5.0' S / (086.1° - 266.1°)
5. 5.0' N /(081.3° - 261.3°)
6. 7.1' S / (076.7° - 256.7°)

13 - C

1 - At Z. T. 1800 on August . 29 th

Ship was in D. R. (40° 17.0' S ; 33° 18.0' W)

I. E.	2.3' off the arc
Ht. of eye	21 metres
ch. error	3m 25s Fast

The star Alphecca was observed as:

ch . Time	08h 04m 27s
Sext. alt.	22° 05.7

Find the elements of the P.L . by solving by Ex-meridian.

[Ans. 12.6' S / (079.3° - 259.3°)]

2 - At the morning twilight on Nov. 13 th

Ship was in D. R. (5° 20.0' S ; 169° 15.0' E)

I. E.	1.7' on the arc
Ht. of eye	13.8 metres
ch. error	3m 47s Fast

The Planet Jupiter was observed as:

ch . Time	5h 45m 50s
Sext. alt.	65° 33.0'

Find the elements of the P. L. by solving by Ex-meridian

[Answer 5.0 S / (112.0° - 292.0°)]

3 - At the Morning Twilight on August 13 th

Ship was in D. R. (00° 10.0' N ; 179° 00.0' W)

I. E.	0.8'	off the arc
Ht. of eye	11.2	metres
ch. error	1m	49s Fast

The Moon's U. Limb was observed as :

ch . Time	5h	18m	05s
Sext. alt.	66°	20.7'	

Find the elements of the P. L. by solving by Ex-meridian

[Ans. 5.0° S / (103.1° - 283.1°)]

4 - At Z. T. 1201 on Sept 19 th

Ship was in D. R. (45° 40.0' S ; 52° 35.0' W)

I. E.	2.2'	off the arc
Ht. of eye	12.0	metres
ch. error	nil	

The Sun's L. Limb was observed as :

ch . Time	4h	01m	20s
Sext. alt.	41°	57.6'	

Find the elements of the P. L. by solving by Ex-meridian

[Answer 4.1° S / (077.4° - 257.4°)]

الفصل الرابع عشر

إيجاد العرض الحقيقى من رصد النجم القطبى

من حقائق الملاحة الفلكية ان ارتفاع القطب السماوى يساوى عرض الراصد . اى انه اذا تم تحديد القطب السماوى وبالتالى رصد ارتفاعه فإننا نحصل على العرض .

والنجم Polaris يدور حول القطب السماوى الشمالى اثناء حركته اليومية على محيط دائرة نصف قطرها اقل من درجة واحدة ، اذ ان ميل هذا النجم Dec يزيد عن 89° N . ولذلك فإنه يسمى النجم القطبى pole star . وبرصد ارتفاع هذا النجم واضافة بعض التصحيحات فان نحصل على العرض الحقيقى للراصد. وهذه التصحيحات عبارة عن ثلاث قيم منفصلة تسمى a_2 , a_1 , a_0 تعطى فى جداول التقويم البحرى Nautical Almanac Tables وتقع فى عمود واحد (انظر شكل١٤ -١) ونحصل على القيمة الاولى (a_0) بواسطة L . H . A . (ويتم عمل التحشية اللازمة اذا لزم الامر) اما (a_1) فنحصل عليها من نفس العمود مقابل العرض الحسابى . واخيرا نحصل على (a_2) من نفس العمود مقابل الشهر الذى تم فيه الرصد .

وهذه القيم الثلاثة قد اضيف الى كل منها قيمة ثابتة لكى تكون موجبة بحيث يكون مجموع الثوابت الثلاثة مساويا (1°) لذلك يجب ان نطرح من مجموعها (1°) اى ان العرض الحقيقى T . lat يعطى من العلاقة :

$$T.lat. = T.alt. + a_0 + a_1 + a_2 - 1^\circ \quad \ldots\ldots (14-1)$$

(١٤ - ٢) خطوات حل رصدة النجم القطبى :

يتم حل رصدة النجم القطبى Polaris بتنفيذ الخطوات التالية :

١ - احصل على G M T وقت رصد . Sext . alt

٢ - بقيمة G M T ادخل فى جداول التقويم البحرى N . A . Tables واستخرج قيمة G H A وباضافة D . R. long احصل على L H A

٣ - صحح . Sext . alt للحصول على . T . lat

٤ - استخرج القيم a_2 , a_1 , a_0 من جداول النجم القطبى Polaris المدرجة فى جداول التقويم البحرى ثم طبق العلاقة (١٤- ١) للحصول على العرض الحقيقى T . lat

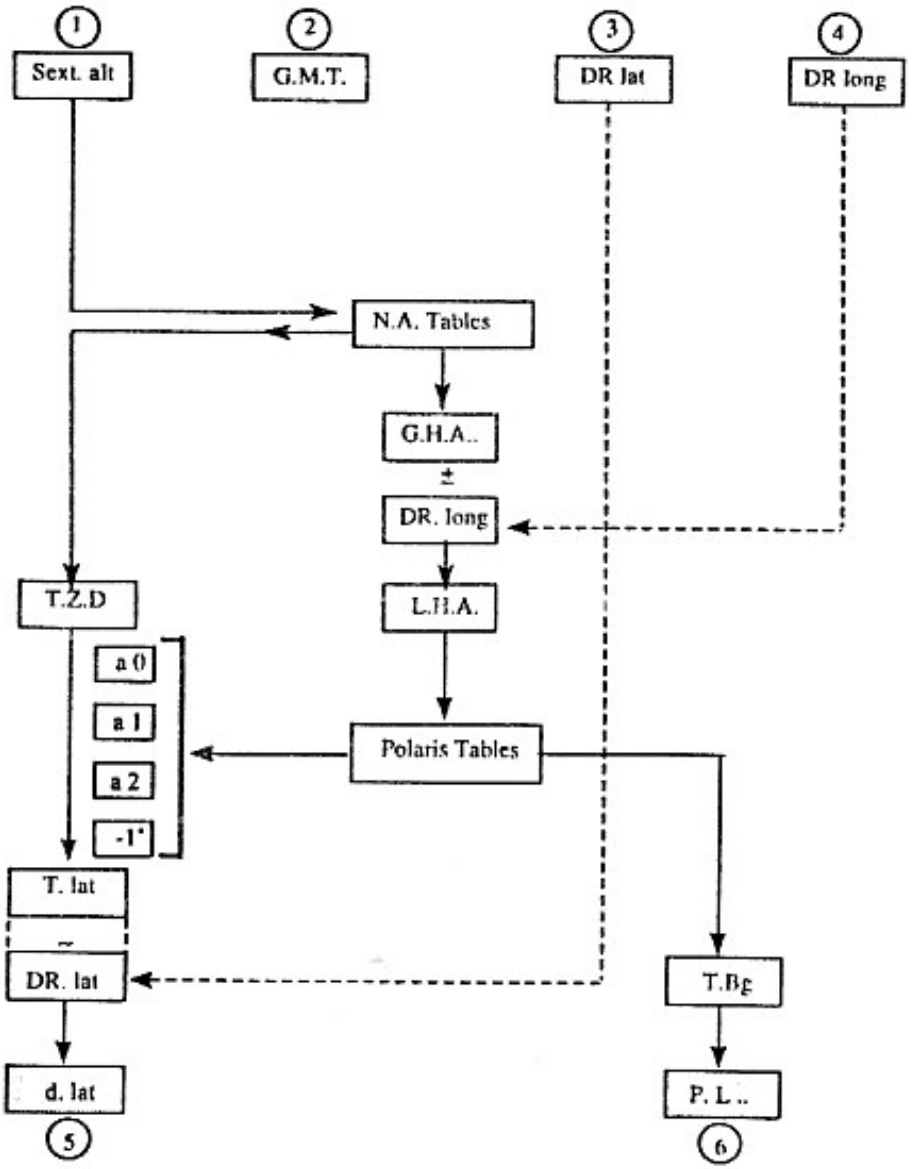
٥ - من نفس العمود الذى يحتوى على التصحيحات a_2 , a_1 , a_0 استخرج قيمة . T .Bg مقابل العرض الحساب D R lat ومن ثم احسب اتجاه خط الموقع الفلكى direction of P . L .

ملحوظة : أسلوب حل رصدة النجم القطبى موضح فى خريطة الحل Computation Chart No (4) وكذلك فى نموذج الحل

Pattern of solution No (24)

L.O.P COMPUTATION CHART NO. (4)

(Polaris Observation)



POLARIS OBSERVATION

Z.T. Z.N	
G.Date	
ch. time ch. error	
G . M . T .	

G . H . A . Incr.	
G . H . A . ±Long;	
L . H . A .	

Sext . alt. I . E .	
obs . alt, Dip	
app. alt. corr.	
true alt. a 0 a 1 a 2 - 1"	
True lat. D. R. Lat.	
d.lat	

A z.	
P . L .	

مثال محلول (٢٠ – ١)

فى اثناء الشفق المسائى EveningTwiligh　يوم 10th July

السفينة فى الموقع الحسابى D . R . position (34^{o} 15.0` N , $171^{o}$ 40.0` W)

خطأ المؤشر .	I . E .	1.1` on the arc
ارتفاع عين الراصد	Ht . of eye	12.0 metres
خطأ الكرونومتر	Ch . error	1^{m} 40^{s} slow

تم رصد النجم Polaris　وكانت النتائج :

وقت الكرونومتر	Ch . time	7^{h} 10^{m} 50^{s}
الارتفاع السدسى	Sext . alt	33′ 29.5`

١ – اوجد العرض الحقيقى True lat .

٢ – اوجد اتجاه خط الموقع الفلكى direction of L . O . P

٣ – ارسم خط الموقع الفلكى .

Pole Star (Polaris)

L.M.T.	1944 Jul. 10th
± long (+)	1127
G.D.	0711 Jul. 11th
Ch.Time	07h 10m 50s
Ch.Error	+ 01m 40s
G.M.T.	**07h 12m 30s**

G.H.A.γ	033° 56`.0
Incr.	3° 08`.0
G.H.A. γ	37° 04`.0
± long (-)	171° 40`.0
L.H.A. γ	225° 24`.0

Sext.alt	33° 29`.5
I.E.	- 1`.1
Obs.alt.	33° 28`.4
Dip	- 6`.1
App alt	33° 22`.3
corr	- 1`.5
True alt	33° 20`.8
a_0	+1° 44`.6
a_1	+ 00`.6
a_2	+ 01`.0
-1°	-1°
True Lat.	34° 07`.0 N
D.R. Lat.	34° 15`.0 N
d.Lat.	**8`.0 S**

Az.	000°.2
P.L.	**090°.2 / 270°.2**

تمارين الفصل الرابع عشر :

14- A Calculate the elements of the Astronomical Position line for each of the following sights of **Polaris.**

	Z.T. Date	D.R. Lat D.R. Long	ch. Time ch. Error	Sext. alt.	Ht. of eye I. E.
1	0320 Jan. 13th	45° 40.0' N 32° 00.0 W	$5^h\ 18^m\ 10^s$ slow 3 00	45° 19.0'	10.5 m 1.1' on
2	2000 Jun. 18 th	34° 50.0' N 147° 20.0' W	6 03 40 Fast 00 49	34° 01.8'	13.1 m 0.7' off
3	0550 March 16th	34° 50.0' N 179° 59.0' E	5 51 01 nil	34° 20.0'	14 m 1.1 off

Answers

1. 1.7' S / (089.1° - 269.1°)
2. 8.6' S / (090.0° - 270.0°)
3. 5.0' S / (090.7° - 270.7°)

14- B Calculate the elements of the Astronomical Position line for each of the following sights of **Polaris.**

	Observation Time-Date	D.R. Lat D.R. Long	ch. Time ch. Error	Sext. alt.	Ht. of eye I. E.
1	Evening Twilight Mar. 13th	48° 30.0' N 40° 10.0 W	$9^h\ 07^m\ 16^s$ Slow 1 12	48° 53.0'	10 m nil
2	Evening Twilight April. 20 th	40° 40.5' N 148° 20.0' W	4 59 48 Slow 5 49	40° 40.4'	11.3 m 0.9' on
3	Morning Twilight Aug. 20th	27° 15.0' N 146° 45.0' W	2 48 11 Fast 3 10	28° 14.8'	13.5 m 2.0 off

Answers

1. 11.0' S / (089.1° - 269.1°)
2. 2.1' N / (089.0° - 269.0°)
3. 7.1' N / (089.9° - 269.9°)

14 - C

1 - At the morning twilight on Nov. 30th

Ship was in D. R. (51° 20.0' N ; 143° 15.0' W)

I. E.	1.2' off the arc
Ht. of eye	12.9 metres
ch. error	2m 40s Slow

The star Polaris was observed as:

ch. Time	4h 30m 13s
Sext. alt.	50° 38.9

Find the elements of the P.L.

[Ans. 12.3' S / (089.2° - 269.2°)]

2 - At Z. T. 0630 on Dec. 1st

Ship was in D. R. (47° 16.0' N ; 143° 26.0' E)

I. E.	2.1' off the arc
Ht. of eye	17 metres
ch. error	5m 11s Slow

The Star Polaris was observed as:

ch. Time	8h 31m 15s
Sext. alt.	46° 50.7'

Find the elements of the P. L.

[Answer 4.2 S / (089.1° - 269.1°)]

3 - At the Evening Twilight on Sept. 22nd

Ship was in D. R. (36° 30.0' N ; 160° 12.0' W)

I. E.	2.8'	on the arc
Ht. of eye	10	metres
ch. error	2m	09s Fast

The Star Polaris was observed as :

ch . Time	5h	23m 17s
Sext. alt.	36°	18.6'

Find the elements of the P. L.

[Ans. 2.0° S / (090.9° - 270.9°)]

4 - At about 0330 ship's time on May 1st

Ship was in D. R. (51° 15.0' N ; 150° 00.0' E)

I. E.	nil	off the arc
Ht. of eye	14.0	metres
ch. error	nil	

The Star Polaris was observed as :

ch . Time	5h	30m 30s
Sext. alt.	50°	46.8'

Find the elements of the P. L.

[Answer 9.4° S / (091.0° - 271.0°)]

الباب الثالث

ايجاد الموقع المرصود الأكثر احتمالا

الفصل الخامس عشر	طبيعة وخواص أخطاء الرصدات الفلكية
الفصل السادس عشر	مدى الدقة فى الموقع المرصود من رصدتين آنيتين
الفصل السابع عشر	الموقع المرصود الاكثر احتمالا من ثلاثة اجرام سماوية
الفصل الثامن عشر	الموقع المرصود الاكثر احتمالا من اربعة رصدات آنية

الفصل الخامس عشر

طبيعة وخواص اخطاء الرصدات الفلكية

(١٥ - ١) مقدمة عن طبيعة مفهوم الاخطاء

تنحرف قيمة القياسات (الرصدات) الفعلية عن القيم الحقيقية بمقادير مختلفة نتيجة لتاثير العديد من الأسباب . وتسمى هذه الانحرافات بالاخطاء Errors وتصنف الأخطاء عموما الى :

١ - اخطاء عشوائية Random (Accidental) errors

٢ - اخطاء رتيبية (منتظمة) Systematic errors

٣ - غلطـــات Mistakes

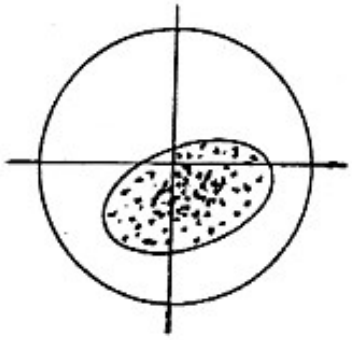
اولا - الاخطاء العشوائية :

« هى اخطاء متعددة الاسباب ، ولايمكن ان يتحكم فيها الراصد وهى لاتخضع لأية دالة رياضية . ولكن يلاحظ ان هذه النوعية لاتتعدى حدودا معينة . ويلاحظ ايضا انها تخضع لتوزيع رياضى خاص » .

ولشرح طبيعة هذه النوعية من الاخطاء نفترض المثال التالى :

راصد على مسافة محدودة من هدف مرئى ثابت يقوم برماية عدد كبير من الطلقات بنفس السلاح وتحت نفس الظروف من درجة الحرارة وسرعة الرياح وما الى ذلك :

نظريا يجب ان تمر الطلقات من نفس الثقب الذى احدثته الطلقة الاولى فى الهدف . لكن عمليا نلاحظ ان هناك مساحة انتشار لهذه الطلقات (شكل ١٥ - ١) . والتفسير الطبيعى لذلك هو ان رعشة يد الرامـــى او مرور نسمة هواء أو اجهاد عين الرامى أو... أو ...كل هذه الامور تسمى الاخطـــاء الشخصيـــة للرامى وهى التى تؤدى الى انتشار الطلقات فى هذا المثال .



لنقـرأ مرة اخـرى التعريف العام للأخطـاء العشوائية لتثبيـت مفهوم التفسـير الطبيعى لهذه النوعية من الاخطاء .

ثانيا – الاخطاء الرتيبية

« هى اخطاء لها اسباب محدودة ، ومن الممكن السيطرة عليها وهى تخضع لدالة رياضية ثابتة . ويلاحظ أن تأثيرها يتميز بالتغير فى اتجاه ثابت أو تغير دورى منتظم » .

ولشرح هذه النوعية من الاخطاء نفترض الحالة التالية :

راصد على احدى السفن قام برصد ارتفاع عدد من النجوم ، واثناء تصحيح الارتفاعات اعتبر أن ارتفاع عينه Height of eye هو ارتفاع المشى بدون ان يضيف طوله شخصيا . يعنى هذا أنه قد أضاف قيمة ثابتة لكل ارتفاع نجم تم رصده ، لأنه اذا كان ارتفاع المشى (12 m) مثلا وطول الراصد (1.6 m) فانه سوف يستخدم قيمة (Dip = - 6.1') بدلا من (Dip = - 6.5') .

لنقرأ مرة ثانية تعريف الاخطاء الرتيبية لتثبيت مفهومها .

ثالثا – الغلطـــات

« وهى انحراف القيمة المقاسة بطريقة شاذة عن القيم المألوفة ، او المتوقع قياسها ، ويحدث ذلك نتيجة لاهمال الراصد » .

ولشرح طبيعة هذه النوعية من الاخطاء نفترض المثال التالى :

راصد يقوم بحل رصدة فلكية الارتفاع للشمس حافة سفلى بطريقة الفرق . وحصل على قيمة (C. Z. D. 44° 15.2') مثلا وبعد تصحيح الارتفاع حصل على قيمة (T. Z. D. 44° 50.9') اذن لاول وهلة يبدو ان هناك غلطة . وفعلا تأكد ذلك بمراجعة الحل حيث اكتشف انه قد طرح Correction of Sun L. Limb بدلا من أن يضيفه .

ومن طبيعة الغلطات فاننا يمكن ان نعتبر ان تأثيرها يتطابق مع تأثير الاخطاء الرتيبية ولكن بصورة مضخمة أو شاذة .

(١٥-٢) تأثير الاخطاء العشوائية على عناصر خط الموقع الفلكى

كما نعلم فان عناصر خط الموقع الفلكى (بطريقة الفرق وهى الاكثر عالمية) هى Intercept (n) , Azimuth (Az) وبالطبع فان دقة الحصول على الموقع المرصود الاكثر احتمالا فلكيا تتوقف على دقة الحصول على العزيمة (Az) لكل جرم سماوى

وعلى دقة الحصول على الفرق (n) لكل جرم سماوى تم رصده .

١ – دقة العزيمة Accuracy of Az.

بحساب قيمة العزيمة (Az) بطريقة جداول (A, B, C) فانه يمكن اعتبار ان قيمة العزيمة التى نحصل عليها تكون صحيحة فى حدود (± 0.05') .

وحيث ان الدقة فى رسم اتجاه جرم سماوى تكون فى حدود (± 0.3') على اقل تقدير . لذلك فانه يمكن اعتبار ان قيمة العزيمة (Az) التى نحصل عليها من جداول (A, B, C) صحيحة تماما .

٢ – دقة الارتفاع المرصود Accuracy of Observed Alt.

تعتمد دقة الارتفاع المرصود على عدة عوامل اهمها حالة البحر ودرجة وضوح الافق وخبرة الراصد . ونتيجة للدراسات الاكاديمية فانه يمكن اعتبار ان دقة الارتفاع المرصود E(Ho) تحت الظروف الجيدة لحالة البحر والافق وراصد متوسط الخبرة يمكن ان تعطى من العلاقات :

$$\left.\begin{array}{lll} E(Ho) = \pm\ 0.7' & \text{For Sun} \\ E(Ho) = \pm\ 0.9' - 1.0' & \text{For stars} \end{array}\right\} \quad (15-1)$$

وحيث انه من المفضل دائما الا يقل عدد رصدات نفس الجرم السماوى عن ثلاث مرات فانه يمكن تخفيض القيم المذكورة الى :

$$\left.\begin{array}{lll} Eo = \pm \dfrac{0.7'}{\sqrt{3}} & \text{For Sun} \\ Eo = \pm \dfrac{1.0'}{\sqrt{3}} & \text{For stars} \end{array}\right\} \quad (15-2)$$

وعلى وجه العموم يمكن اعتبار انه تحت الظروف الجيدة من حيث حالة البحر ودرجة وضوح الافق وراصد على درجة عالية من الكفاءة ، فان دقة الارتفاع المرصود E(Ho) تعطى بالقيم التالية

$$\left.\begin{array}{lll} E(Ho) = \pm\ 0.3' \longrightarrow \pm\ 0.4' & \text{For Sun} \\ E(Ho) = \pm\ 0.5' \longrightarrow \pm\ 0.6' & \text{For stars} \end{array}\right\} \quad (15-3)$$

٣ – دقة الارتفاع المحسوب Accuracy of Calculated Alt.

تعتبر دقة الارتفاع المحسوب ذات طبيعة عشوائية وتحدث عموما نتيجة التحشية لعمليات تقريب الاعداد اثناء الحسابات ، عمليات التحشية Interpolatin وما الى ذلك . وتتوقف قيمة هذه الدقة على معدل التغير فى الدالة المستخدمة فى الحسابات وعلى عدد الارقام العشرية المستخدمة .

وحيث ان الدالة الاكثر شيوعا فى حساب الارتفاع المحسوب Hc (ومن ثم البعد السمتى الحسابى C. Z. D.) هى دالة Haversine لذلك فاننا نشير الى العلاقة التى استنبطها العالم الروسى Demin والتى تعطى قيمة جذر متوسط مربع الخطأ (R. M. S. E) فى قيمة الارتفاع المحسوب بدالة Haversine ولخمسة ارقام عشرية والتى تكون على الصورة :

$$E(Hc) = \pm \frac{5405}{10^5} \tan\left(45^\circ - \frac{Hc}{2}\right) \qquad (15-4)$$

والجدول التالى يوضح كيفية تغير قيمة E(Hc) مع الارتفاع الحسابى Hc

Hc	0	10	20	30	40	45	50	60	70	80	90
E(Hc)	0.054	0.045	0.038	0.031	0.025	0.022	0.020	0.014	0.010	0.005	0.0

٤ – دقة الفرق Accuracy of Intercept

حيث ان قيمة الفرق Intercept ولنرمز لها (n) تعطى العلاقة التالية :

$$n = Ho - Hc \qquad (15-5)$$

حيث Ho　الارتفاع المرصود Observed alt.

Hc　الارتفاع المحسوب Calculated alt.

وبتطبيق نظرية الاخطاء Error theory نحصل على :

$$En = \pm \sqrt{\overline{E(Ho)}^2 + \overline{E(Hc)}^2} \qquad (15-6)$$

حيث En : الدقة فى قيمة الفرق (n)

E(Ho) : الدقة فى الارتفاع المرصود (Ho)

E(Hc) : الدقة فى قيمة الارتفاع المحسوب (Hc)

ونتيجة لبعض الاعتبارات الرياضية فى نظرية الاخطاء فاننا سوف نعتبر أن القيمة المتوسطة للخطأ فى الحسابات الملاحية العادية لن تتعدى اقصى قيمة للدقة فى الرصدات والتى تعطى من العلاقة (3-15) .

أى يمكن اعتبار أن :

$$E(Hc) = \leq \pm 0.3' \qquad (15-7)$$

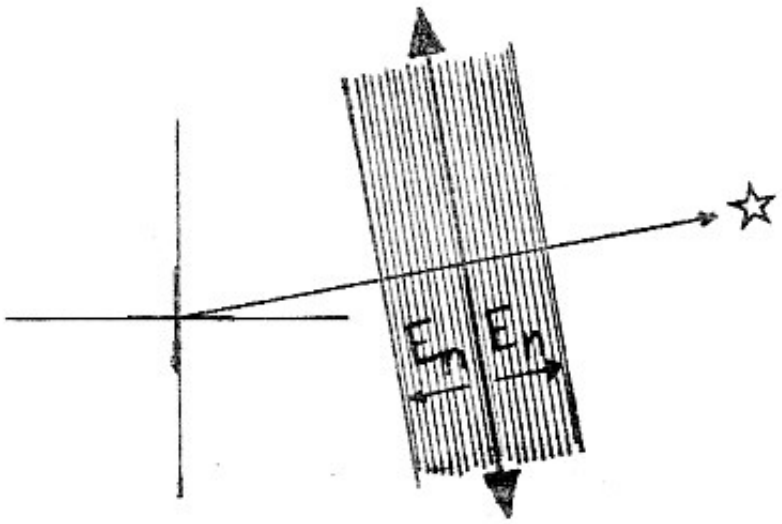
بالتعويض من (7-15) , (1-15) فى العلاقة (6-15) نحصل على :

$E(n) = \pm 0.8'$	For Sun
$E(n) = \pm 1.0'$	For stars

(15-8)

والمعنى الطبيعى للدقة فى قيمة الفرق E(n) Accuracy of Intercept هى ان خط الموقع الفلكى Position Line (P. L.) قد يزاح فى اتجاه أى من جانبيه بمقدار E(n) باحتمال 68.3% بمعنى آخر ، يكون خط الموقع الفلكى داخل حزام سمكه 2 E(n) باحتمال قدره 68.3% شكل (١٥ – ٢) ولزيادة الاحتمالية Possibility نطبق الجدول التالى :

مقدار احتمال التواجد داخل الحزام Possibility	68.3%	90%	95%	99%	99.7%
سمك الحزام Width of Belt	En.	1.6 En	2 En	2.5 En	3 En
المتوسط بالنسبة للشمس Average for Sun	± 0.8'	± 1.2'	± 1.5'	± 1.9'	± 2.3'
المتوسط بالنسبة للنجوم Average for Stars	± 1.0'	±1.6'	±2.0'	±2.5'	± 3.0



شكل (١٥ - ٢)

(١٥ - ٣) كيفية الاقلال من تاثير الأخطاء العشوائية فى قياس الارتفاع

١ - قبل تنفيذ عملية الرصد تخير احسن الظروف الملائمة مثل السطح المناسب ، السدس الاكثر دقة والتلسكوب المناسب والنجوم المناسبة من ناحية اللمعان والجزء المضيء من الافق .... الخ.

٢ - اجتهد فى ان يكون كل قياس للارتفاع على اقصى درجة من العناية على ان يكون القياس حتى (0.1') ويسجل الوقت المقابل حتى (0.5^s) .

٣ - حاول دائما ان تقوم بقياس سلسلة من الارتفاعات (٣ أو ٥) لنفس الجرم مع تسجيل الوقت المقابل لكل ارتفاع ، ثم حساب المتوسطات الحسابية للارتفاع والوقت المناظر .

٤ - لاتحاول زيادة عدد القياسات عن (٥) لأن زيادة مرات القياس سوف يؤدى الى

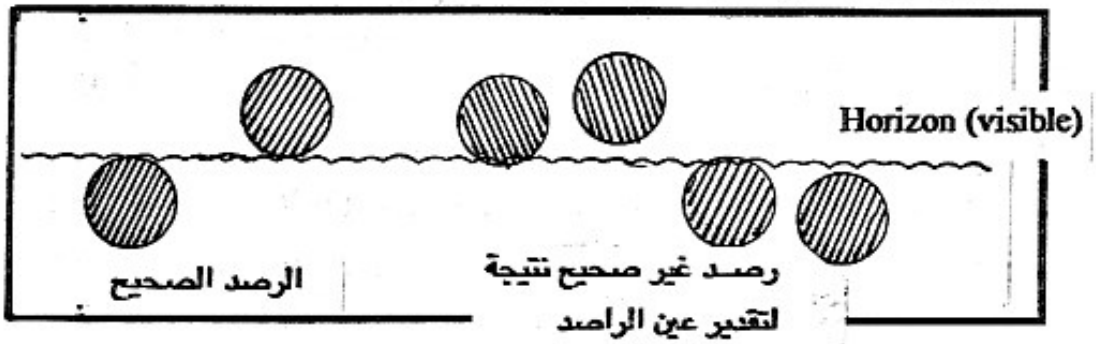
الاجهاد، ومن ثم عدم العناية فى القياس ، وايضا لن يؤدى زيادة مرات القياس الي تحسين قيمة المتوسط الحسابى .

٥ – دائما درب نفسك على قياس ارتفاعات الاجرام السماوية كلما سنحت الفرصة لذلك لتحسين الأداء ومستوى الخبرة .

(١٥ – ٤) تاثير الاخطاء الرتيبية على خط الموقع الفلكى :

تنشأ غالبية الاخطاء الرتيبية ذات المقادير المحسوسة اثناء قياس ارتفاعات الاجرام السماوية نتيجة للأسباب التالية :

أ – الاخطاء الشخصية للراصد والتى تنشأ من خصائص عينه عند انطباق صورة الجرم المرصود على دائرة الافق شكل (١٥ – ٣)



ب – عدم ضبط السدس بدقة قبل عملية الرصد.

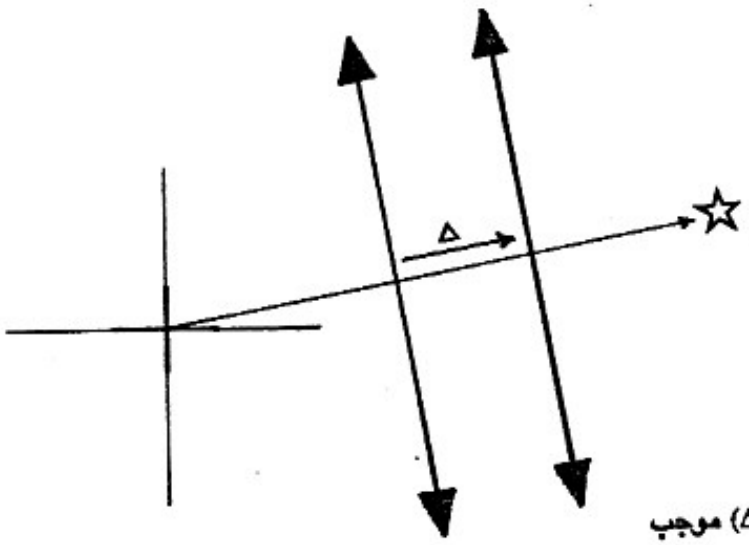
جـ – اخطاء الصناعة المدرجة فى الشهادة المرفقة مع جهاز السدس .

د – خطأ فى حساب قيمة خطأ المؤشر Index Error

هـ– الخطأ فى قيمة تصحيح الكرونومتر Ch. Correction

و– التقدير الخاطىء لارتفاع عين الراصد ومن ثم قيمة الانخفاض Dip.

والتاثير الاكبر لهذه النوعية من الاخطاء الرتيبية يكون عادة فى قيمة الانخفاض Dip اما باقى الاخطاء فتكون ذات تأثير محدود ونظرا لطبيعة الخطأ الرتيبى Systematic Error فانه يتسبب فى ازاحة خط الموقع الفلكى فى اتجاه الجرم السماوى اذا كان نو اشارة موجبة والعكس صحيح . وهذه الازاحة تكون بمقدار محصلة الاخطاء الرتيبية المؤثرة (Δ) شكل (١٥ – ٤) .



تأثير خطأ رتيبى (Δ) موجب

شكل (١٥ - ٤)

(١٥- ٥) كيفية الاقلال من تأثير الاخطاء الرتيبية فى قياس الارتفاع :

١ - اختبر ضبط جهاز السدس دائما قبل الرصد .

٢ - احسب خطأ المؤشر (I.E.) دائما قبل الرصد .

٣ - تذكر ان اخطاء الصناعة المدرجة فى الشهادة المرفقة مع جهاز السدس تتغير بمرور الوقت ، لذلك يجب معايرة السدس كل ثلاث سنوات على الاكثر .

٤ - عند حساب تصحيح الكرونومتر ضع فى الاعتبار قيمة المعدل اليومى للكرونومتر .

٥ - اذا تواجد على سطح السفينة جهاز لقياس الانخفاض مثل Dipmetre يكون من الافضل قياس انخفاض الافق البحرى (Dip.) به .

٦ - تجنب قياس الارتفاعات الصغيرة Low altitudes . أما اذا كانت الظروف تحتم ذلك فيجب قياس انخفاض الافق البحرى (Dip.) بواسطة جهاز Dipmetre وايضا يجب تصحيح الارتفاع بدقة مع حساب تأثير الضغط والحرارة (من جداول التقويم البحرى).

٧ - فى حالة البحر العالى يحسب ارتفاع عين الراصد من قمة الموجه .

الفصل السادس عشر

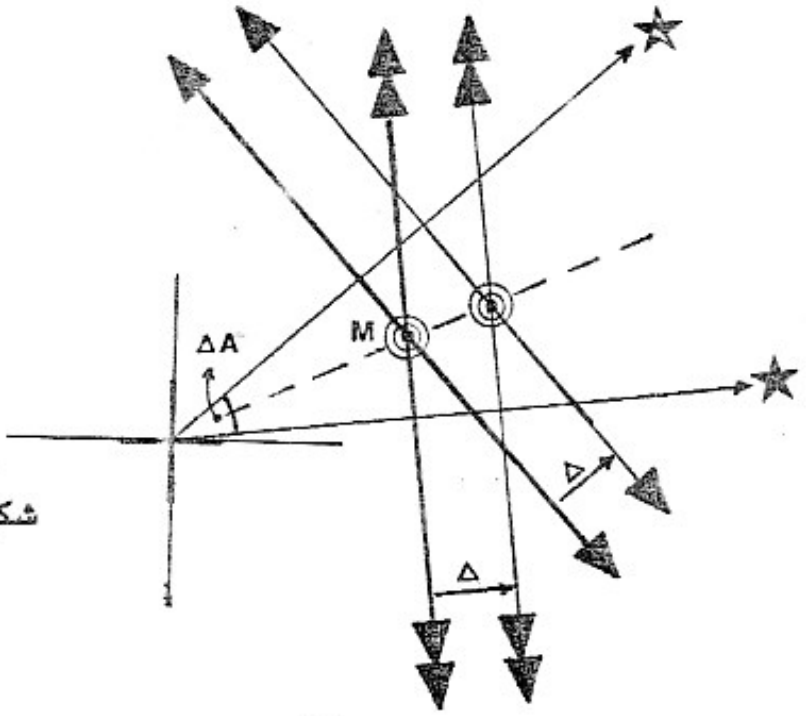
مدى الدقة فى الموقع المرصود من رصدتين أنيتين

(١٦ - ١) تأثير الاخطاء الرتيبية على الموقع المرصود

يختلف الخطأ الرتيبى المؤثر على خط الموقع الفلكى الاول (PL_1) عن الخطأ الرتيبى المؤثر على خط الموقع الفلكى الثانى (PL_2) عمليا . ولكن للسهولة سوف نفترض ان كل منهما يساوى الآخر . ولنرمز للخطأ الرتيبى فى ايهما بالرمز (Δ) . فاذا فرضنا ان فرق اتجاهى الجرمين المرصودين هو (ΔA) فان الخطأ الرتيبى (ΔM) المؤثر على الموقع المرصود الناشيء عن تقاطع خطى الموقع يعطى من العلاقة :

$$(\Delta M) = \frac{\Delta \sqrt{2\{1 - \cos(\Delta A)\}}}{\sin(\Delta A)} \qquad (16-1)$$

والمعنى الطبيعى لتأثير الخطأ الرتيبى هو انه يزيح الموقع المرصود (M) بالمقدار(ΔM) على اتجاه المنصف الفلكى Astronomical bisector وهو الخط الموازى لمنصف الزاوية (ΔA) ويمر بالموقع المرصود (M)



شكل (١٦ - ١)

والعلاقة (1 – 16) توضح حقيقة على جانب كبير من الاهمية وهى انه اذا كان فرق اتجاهى الجرمين المرصودين زاوية حادة أى : $(\Delta A) < 90^\circ$

كان تأثير الاخطاء الرتيبية فى خطوط الموقع طفيفا على الموقع المرصود ، أما اذا كان فرق الاتجاهين زاوية منفرجة أى $(\Delta A) > 90^\circ$ كان تاثير الاخطاء الرتيبية كبيرا على الموقع المرصود . ويتضح ذلك من الجدول التالى حيث افترضنا ان هناك خطأ رتيبى قدره (+) ميل بحرى واحد مثلا . أى ان (Δ=+1) مؤثر فى كلا خطى الموقع ، وبالتعويض فى العلاقة (1 – 16) نحصل على :

ΔA	30°	50°	70°	90°	110°	130°	150°
ΔM	1.04'	1.10'	1.22'	1.41'	1.74'	2.37''	3.86'

(١٦ – ٢) تأثير الاخطاء العشوائية على الموقع المرصود

كما ذكرنا آنفا فى حالة تأثير الاخطاء الرتيبية ، فان كل خط موقع P. L. يتعرض من الناحية العملية الى خطأ عشوائى En يختلف عن الخطأ العشوائى المؤثر على خط الموقع الآخر . وبافتراض ان الخطأ العشوائى المؤثر على خط الموقع الأول هو En_1 وعلى ا لثانى هو En_2 وإن فرق الاتجاهين للجرمين المرصودين هو (ΔA) . فان العلاقة التى توضح تأثير هذين الخطأين على الموقع المرصود M تعطى من العلاقة .

$$E(M) = \pm \frac{\sqrt{E^2n_1 + E^2n_2}}{\sin(\Delta A)} \qquad (16-2)$$

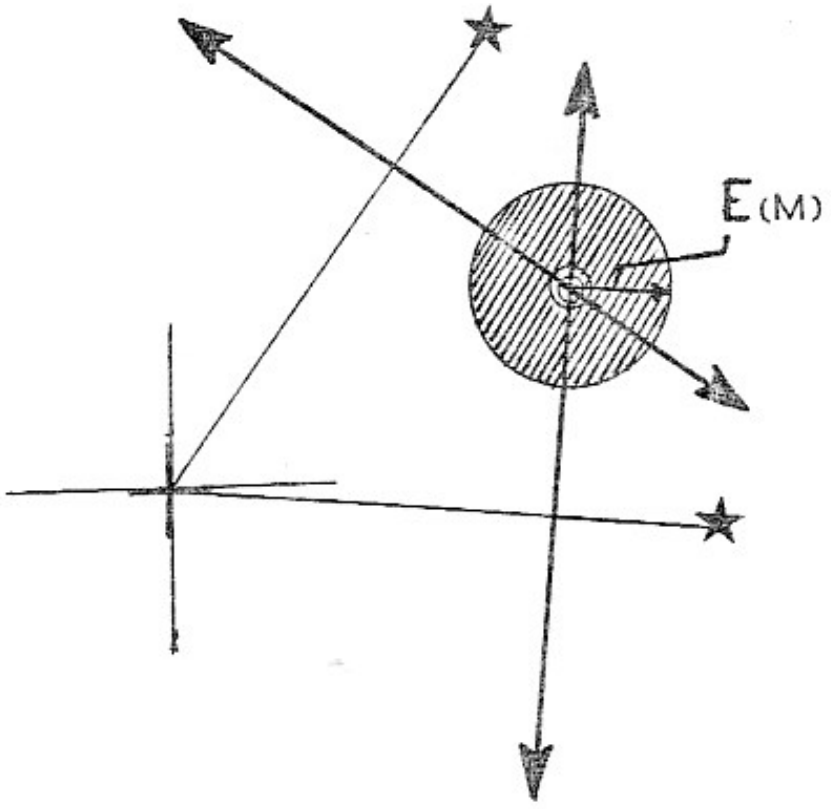
ولكن للسهولة سوف نفترض ايضا ان كلا الخطأين متساويين وأن كل منهما يساوى En بالتعويض فى (16-2) نحصل على العلاقة :

$$E(M) = \pm En \frac{\sqrt{2}}{\sin(\Delta A)} \qquad (16-3)$$

(١٦ - ٣) دائرة الأخطاء

يمكن تمثيل قيمة الخطأ العشوائى فى الموقع المرصود E(M) هندسيا ، بأنه نصف قطر دائرة مركزها الموقع المرصود(M) ، وانه فى حالة انعدام تأثير الاخطاء الرتيبية فان احتمال تواجـــد السفينة داخل هذه الدائرة قد يصـــــل الى (63 - 68%) شكل (١٦ - ٢).

ونلاحظ من العلاقة (3- 16) ان كلما ابتعد فرق الاتجاهين عن (90°) كلمـا زادت قيمة E(M) أى كلما زاد نصف قطر دائرة الاخطاء Circle of errors أى كلما نقصت الدقة فى الموقع المرصود .



شكل (١٦ - ٢)

(١٦ - ٤) بيضاوى الاخطاء Ellipse of Errors

أثبتت نظرية الاخطاء Error theory أنه بافتراض تساوى احتمال تواجد موقع السفينة داخل مجموعة من الاشكال الهندسية ، فان اقل هذه الاشكال مساحة هو القطع الناقص.

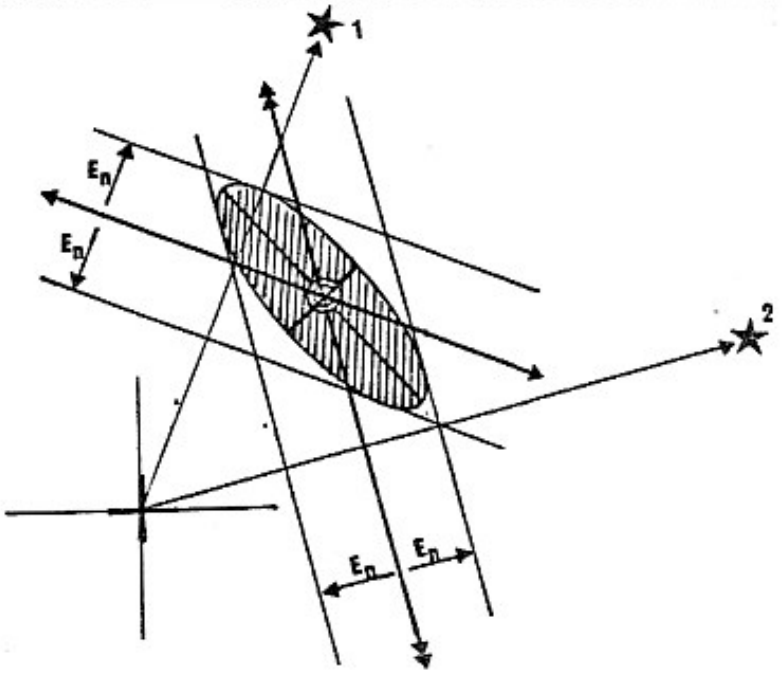
ويعرف القطع الناقص باتجاهى محوريه وقيمتى نصف المحور الاكبر (a) ونصف المحور الاصغر (b) .

فاذا افترضنا ان الخطأ العشوائى المؤثر على كلا خطى الموقع هو En وان θ هى الزاوية الحادة بين اتجاهى خطى الموقع ، فان المحور الاكبر سوف ينطبق دائما على منصف الزاوية θ والمحور الاصغر سوف يكون متعامدا عليه (شكل ١٦-٣) ، أما (a) , (b)فيعبر عنهما بالعلاقة التالية :

$$a = \frac{En}{\sqrt{2}\ Sin\left(\frac{\theta}{2}\right)} \quad , b = \frac{En}{\sqrt{2}\ Cos\left(\frac{\theta}{2}\right)} \qquad (16\text{-}4)$$

ويكون احتمال تواجد السفينة داخل هذا البيضاوى هو (39.3%) . ويمكن زيادة الاحتمال الى (67.5%) . أو (86.5%) بزيادة قيم (a) , (b) طبقا للجدول التالى :

الاحتمالية Probability	39.5%	67.5%	86.5%	98.9%
(a) نصف المحور الاكبر	a	1.5 a	2 a	3 a
(b) نصف المحور الاصغر	b	1.5 b	2b	3b



(١٦ – ٥) التاثير المشترك للاخطاء الرتيبية والأخطاء العشوائية على الموقع المرصود

ذكرنا آنفا أن الاخطاء الرتيبية Systematic Errors تعمل على ازلحة الموقع المرصود (M) بقيمة (ΔM) المعبر عنها بالعلاقة (1 - 16) بحيث تكون هذه الازاحة على الخط المنصف لاتجاهى الجرمين وفى اى من الاتجاهين بناءا على اشارة الخطأ الرتيبى Δ .

أيضا ذكرنا ان تأثير الاخطاء العشوائية هو انتشار المواقع فى مساحة ذات احتمال محدد نستطيع التعبير عنها كدائرة الاخطاء أو بيضاوى الأخطاء .

وبتحليل ماسبق فان اكثر الظروف ملائمة لتقليل تاثير الأخطاء الرتيبية هو ان يكون فرق اتجاهى الجرمين أى (ΔA) أقل من(90°) راجع العلاقة والجدول(1 - 16) . كذلك تكون اكثر الظروف ملائمة لتقليل تاثير الاخطاء العشوائية هو ان يكون فرق اتجاهى الجرمين (ΔA) مساويا (90°) راجع العلاقة (3 - 16) ويتضح من ذلك أن اكثر الظروف ملائمة لتقليل الأخطاء الرتيبية والعشوائية معا تختلف اختلافا واضحا .

وعمليا اثناء الرصد الفعلى خلال الابحار فان كلا نوعى الأخطاء يكون مؤثرا بحيث لاتكون هناك وسيلة لمعرفة أيهما اكثر تاثيرا عن الآخر . ولذلك فان من المفضل فى حالة ايجاد الموقع برصد جرمين آنيا هو ان يكون فرق اتجاهى الجرمين (90°) .

مثال محلول (١٦ - ١)

من الموقع الحسابى DR position (37° 15' N ; 155 40' E)

تم حل رصدتين آنيتين وكانت النتائج كما يلى :

Star	Intercept (n)	T.Bg (Z)
1	2.3' T	141°
2	3.5' T	205°

بافتراض ان الفروق (ni) قد تم تصحيحها بالنسبة لسير السفينة حتى الوقت المطلوب ايجاد موقع السفينة فيه ; أوجد الموقع المرصود الاكثر احتمالا مع رسم بيضاوى الخطأ باحتمال 86.5% علما بأن En = ± 0.9' .

الحـــــل

الموقع المرصود الاكثر احتمالا Mo هو نقطة تقاطع خطـــى الموقع ومن الشكل (٦ - ٤) نحصل على احداثيات هذا الموقع كما يلى :

DR. Position	Lat	37° 15.0' N	Long	155° 04.0' E
	d. lat	03.6' S	d. long	0.9' W
M. P. O. P.	lat	37° 11.4'	Long	155° 39.1' E

بيضاوى الخطأ Ellipse of Errors

بالتعويض فى العلاقة (4 - 16) حيث :

$$\theta = 205 - 141 = 64$$

نحصل على :

نصف المحور الاكبر　　a = 1.2'

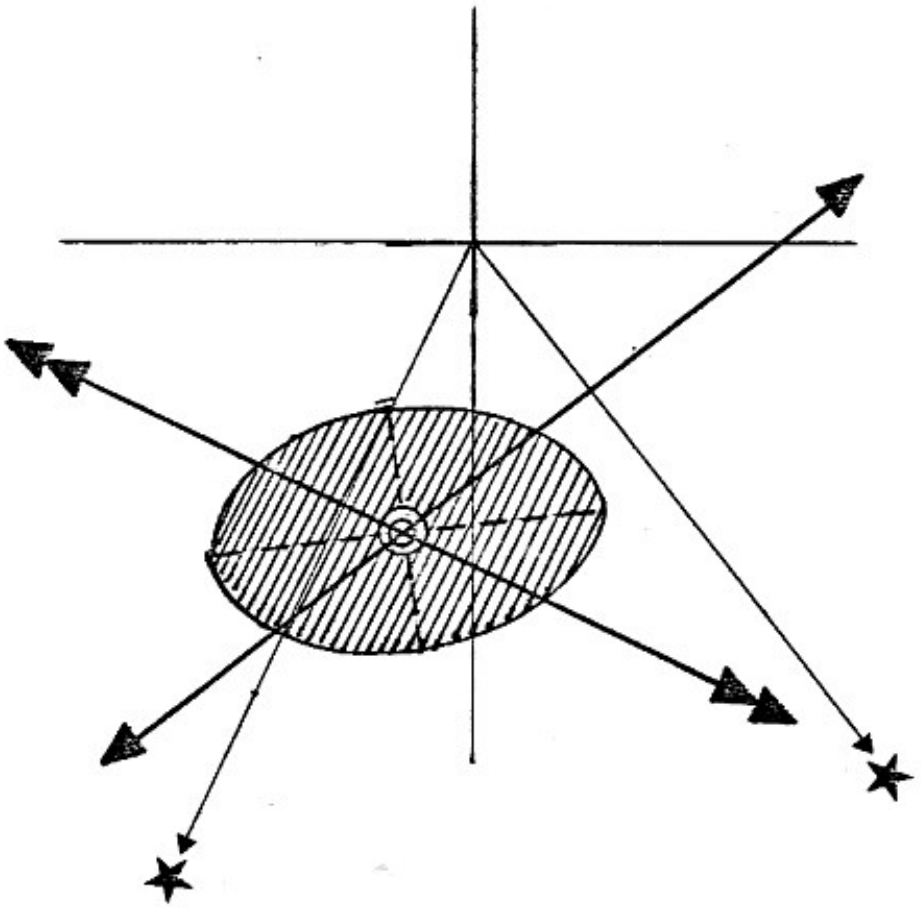
نصف المحور الاصغر　　b = 0.75'

يرسم بيضاوى الخطأ بحيث ينطبق محوره الاكبر على منصف الزاوية θ (الزاوية الحادة بين اتجاهى خطى ا لموقع) وبحيث تكون ابعاده هى :

$2a = 2 \times 1.2 = 2.4'$

$2b = 2 \times 0.75 = 1.5'$

نحصل على بيضاوى الخطأ باحتمال (86.5%)



مثال محلول (١٦ - ٢)

تم حل رصدتين آنيا لجرمين سماويين من الموقع الحسابى

DR position (40° 48' S ; 171 51' E)

وكانت النتائج كما يلى :

Body	Intercept (n)	T.Bg (Z)
A	3.3' Away	115°
B	4.1' Away	190°

وبافتراض ان الفروق (ni) قد تم تصحيحها بالنسبة لسير السفينة حتى الوقت المطلوب ايجاد موقع السفينة فيه فلوجد الموقع المرصود الأكثر احتمالا ثم ارسم بيضاوى الخطأ باحتمال 67.5% علما بأن En = ± 1.1' .

الحـــــل

١ - الموقع المرصود الاكثر احتمالا ونرمز له Mo هو نقطة تقاطع خطـــــى الموقع من الشكل (١٦ - ٥) نحصل على احداثيات هذا الموقع كما يلى :

DR. Position	Lat	40° 48.0' N	Long	171° 51.0' E	
	d. lat	04.4' N	d. long	02.0' W	
M. P. O. P.	lat	40° 43.6' N	Long	171° 49.0' E	

بيضاوى الخطأ Ellipse of Errors

بالتعويض فى العلاقة (4 - 16) حيث :

$$a = \frac{En}{\sqrt{2}\ \mathrm{Sin}\left(\frac{\theta}{2}\right)} \quad , \quad b = \frac{En}{\sqrt{2}\ \mathrm{Cos}\left(\frac{\theta}{2}\right)}$$

بالقيم

$En = 1.1'$; $\theta = 190° - 115° = 75°$

نحصل على :

(نصـــف المحور الاكبر باحتمال 39.5%)　　a = 1.28'

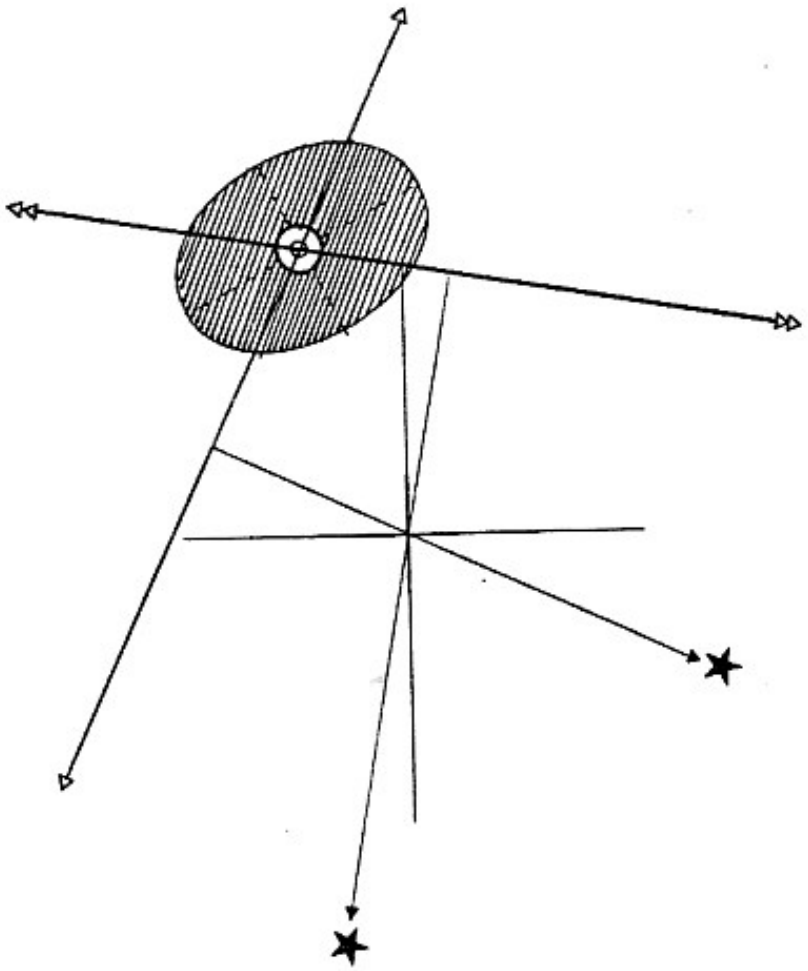
(نصف المحور الاصغر باحتمال 39.5%)　　b = 0.98'

بالرجوع الى جدول الاحتمالات نحصل على :

(نصـــف المحور الاكبر باحتمال 67.5%)　　1.5 a = 1.92'

(نصف المحور الاصغر باحتمال 67.5%)　　1.5 b = 1.47'

ومن ثم نرسم بيضاوى الخطأ بحيث ينطبق محوره الأكبر على منصف الزاوية θ وهى الزاوية الحادة بين خطى الموقع .



الفصل السابع عشر

الموقع المرصود الاكثر احتمالا من ثلاثة اجرام سماوية مرصودة آنيا

أولا – ملاشاة تاثير الاخطاء الرتيبية :

لنفترض انه قد تم الحصول على عناصر ثلاثة خطوط موقع PL^S وأن هذه العناصر خالية تماما من كل من الأخطاء الرتبيية (Systematic) والاخطاء العشوائية (Random) وكذلك من الغلطات (Blunders) . نظريا تتلاقى خطوط الموقع الثلاثة المشار اليها فى نقطة واحدة هى الموقع الفعلى ولنرمز له (M)

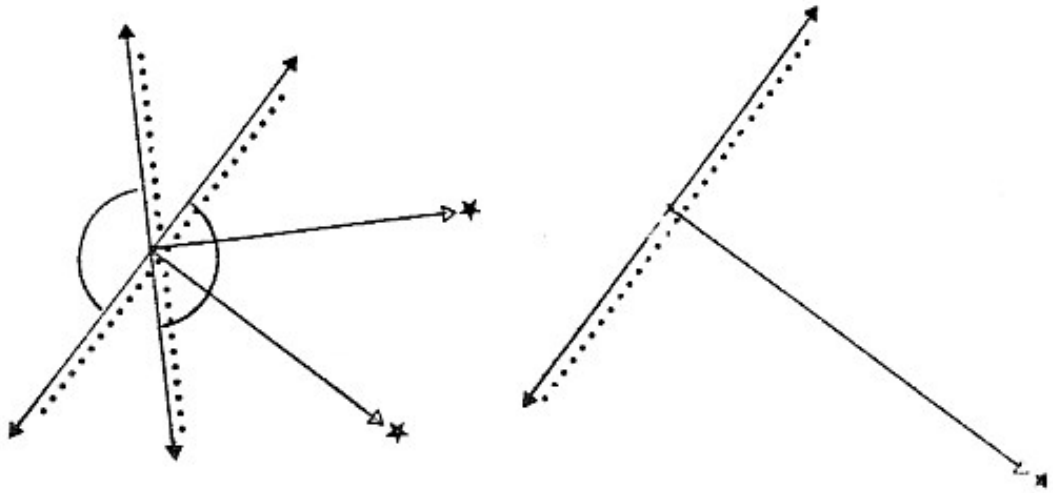
ويفرض ان خطوط الموقع المشار اليها قد تعرضت لتاثير خطأ رتيبى فقط ولنرمز له (Δ +) لذلك فان هذه الخطوط لن تتلاقى فى نقطة واحدة وانما تكون مايسمى مثلث الخطأ Trinagle of error (الاسم الشائع Cocked hat) .

وطبقا لنظرية الأخطاء Theory of errors فانه للحصول على الموقع المرصود الاكثر احتمالا فى هذه الحالة فانه يجب تنصيف زوايا هذا المثلث (أى رسم المنصفات الفلكية Astronomical bisectors) حيث تتلاقى فى نقطة واحدة تكون هى الموقع المرصود الأكثر احتمالا والخالى من الاخطاء الرتيبية .

المنصفات الفلكية Astronomical Blisecto

أسهل الطرق لتحديد زوايا مثلث الخطأ التى يجب تنصيفها هى تظليل كل خط موقع فلكى P. L من الناحية التى تشير الى الجرم السماوى الخاص به (شكل ١٧– ١) ثم ننصف الزوايا التى تتماثل من ناحية التظليل (أو عدم التظليل).

وهذا الاسلوب يعتبر ضرورى فى حالة عدم توزيع اتجاهات الاجرام السماوية الثلاثة على دائرة الأفق اما فى حالة توزيع اتجاهات الاجرام السماوية على دائرة الأفق فان المنصفات الفلكية تكون هى منصفات الزوايا الداخلية للمثلث . وبذلك يكون الموقع المرصود الاكثر احتمالا الخالى من الأخطاء الرتيبية داخل المثلث ولنرمز له (MI) (شكل ١٧ – ٢) .

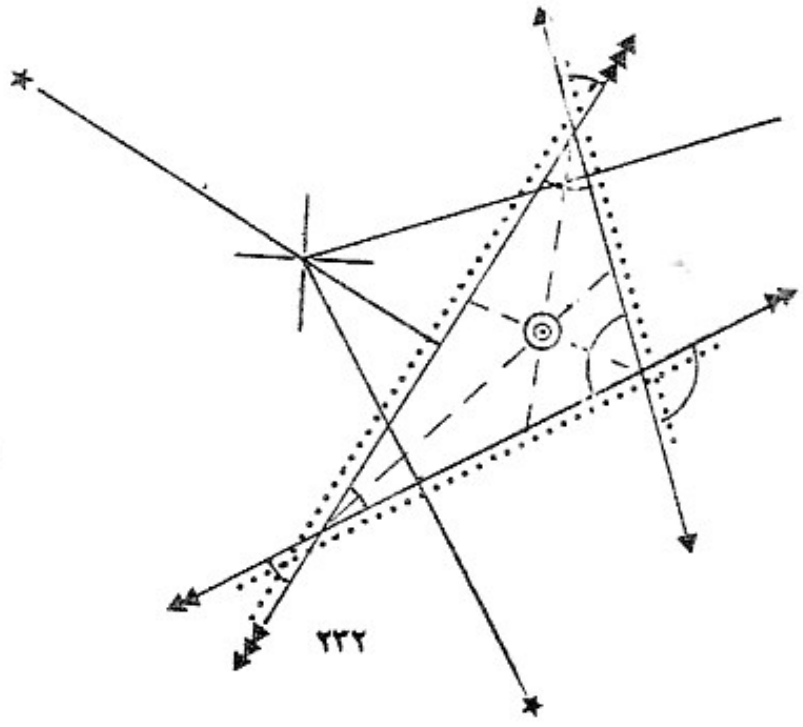


شكل (١٧ – ١)

لتوضيح ذلك الأسلوب نفترض المثالين التاليين :

(مثال ١٧– ١) اتجاهات الاجرام السماوية موزعة على دائرة الافق

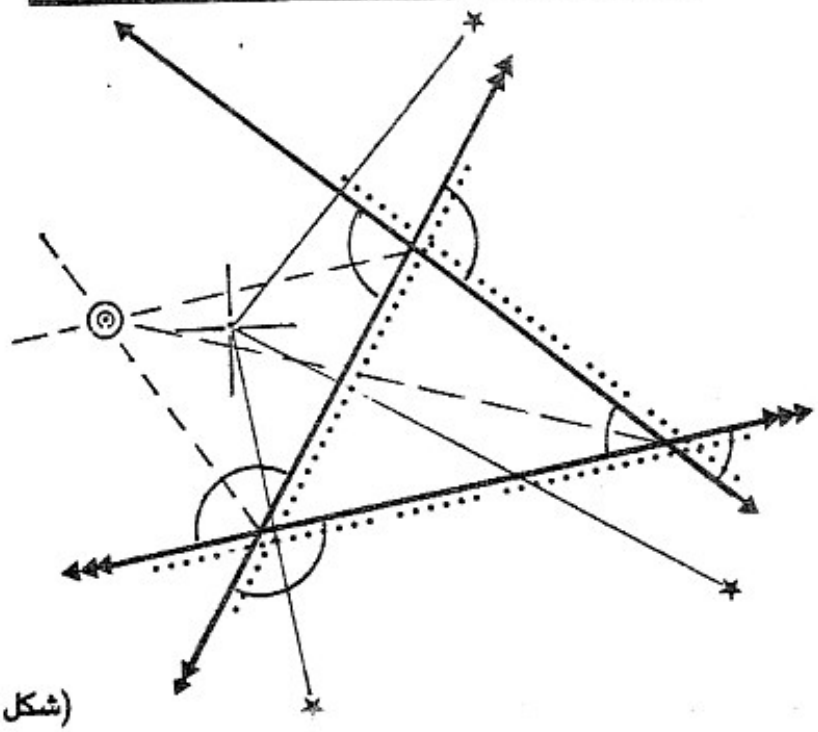
Body	Intercept (n)	T.Bg
X1	3.5' T	070°
X2	3.0' T	150°
X3	2.0 A	300°



(١٧ – ٢)

(مثال ١٧- ٢) اتجاهات الاجرام السماوية غير موزعة على دائرة الافق

Body	Intercept (N)	T.Bg
X1	2.0' T	040°
X2	1.5' T	120°
X3	2.5' T	170°



(شكل ١٧ – ٣)

فى هذه الحالة نلاحظ ان الموقع المرصـــود الاكثر احتمالا الخالى من الأخطاء الرتيبية (M1) يكون خارج مثلث الأخطاء (شكل ١٧ – ٣)

ثانيا – ملاشاة الأخطاء العشوائية :

يتم ملاشاة تأثير الأخطاء العشوائية بطريقة مضلع التصحيحات التى تسمى رياضيا طريقة المربعات الصغرى Least squares وذلك سواء بيانيا أو تحليليا .

أ – الطريقة البيانية : شكل (١٧ – ٤)

تنفذ هذه الطريقة كما يلى :

١ – يتم اختيار نقطة داخل مثلث الخطأ ،لتكن (a) . ثم تسقط عمودا من هذه النقطة (a) على خط الموقع الاول P. L.1 ليقابله فى (b) .

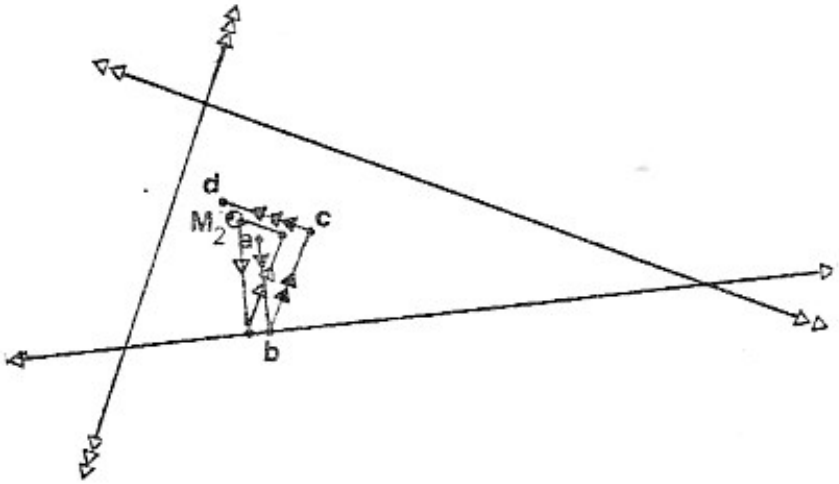
٢ – من (b) تسقط عمودا على خط الموقع الثانى P. L.2 ولكن بطول يساوى طول العمود من (a) الى خط الموقع الثانى P. L.2 نفترض ان نقطة نهاية هذا العمود هى (c) .

٣ – من (c) تسقط عمودا على خط الموقع الثالث P. L.3 ولكن بطول يساوى طول العمود من النقطة (a) على خط الموقع الثالث P. L.3 نفترض ان نقطة نهاية هذا العمود هى (d) .

٤ – اذا انطبقت نقطة نهاية المضلع (d) . مع نقطة بدء المضلع (a) كانت هى الموقع المرصود الاكثر احتمالا الخالى من الأخطاء العشوائية والذى نرمز اليه بـ ..(M_2)

Most probable observed position free of random errors

أما اذا لم تنطبق (وهذا هو الأغلب) فاننا نبدأ من نقطة جديدة هى منتصف المسافة بين (a) , (d) ونعيد تنفيذ نفس الخطوات الى ان تنطبق نقطة النهاية على نقطة البداية فتكون هى (M_2) .



(١٧ – ٤)

ب – الطريقة التحليلية :

بفرض أن :

n_i : هى قيمة الفرق Intercept للرصده (i)

(مصحح بالنسبة للسير بين وقت الرصدة والوقت المطلوب ايجاد الموقع فيه)

Z_i : هى قيمة الاتجاه الحقيقى True Bg. للرصده (i)

فانه يمكن الحصول على قيم الدوال التالية :

$$A = \sum_{i=1}^{3} \text{Cos}^2 Z_i$$

$$B = \sum_{i=1}^{3} \text{Sin } Z_i \,.\, \text{Cos } Z_i$$

$$C = \sum_{i=1}^{3} \text{Sin}^2 Z_i$$

$$D = \sum_{i=1}^{3} n_i \,.\, \text{Cos } Z_i$$

$$E = \sum_{i=1}^{3} n_i \,.\, \text{Sin } Z_i$$

(17 - 1)

$$G = AC - B^2$$

ويفرض ان الموقع الحسابى هو D. R. (Lat ; Long.) فان الموقع المرصود الاكثر احتمالا الخالى من الخطاء العشوائية ولنرمز له (M_2) نحصل عليه من العلاقتين :

$$\text{Lat } (M_2) = \text{Lat.} + \frac{CD - BE}{G}$$

$$\text{Long } (M_2) = \text{long} + \frac{AE - BD}{G \,.\, \text{Cos lat}}$$

(17 - 2)

ملحوظة هامة.

تعطى اشارة (+) لكل من N. lat. , E. long.

وتعطى اشارة (–) لكل من S. lat. , W. long.

مثال محلول (١٧ - ٣)

باستخدام الموقع الحسابى DR. Position (18° 20.0' N , 118° 15.0' W)

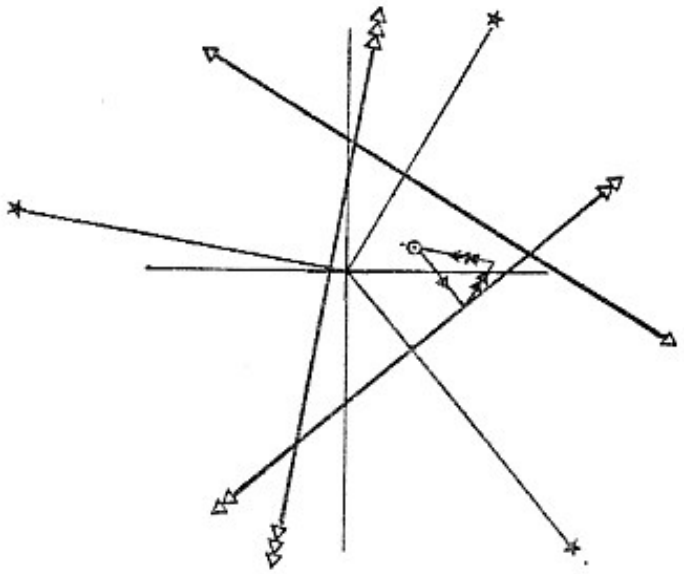
تم الحصول على النتائج التالية لثلاثة رصدات آنية :

Star No.	Intercept (n)	T.Bg (Z)
1	+ 3.4'	030°
2	+ 3.0'	140°
3	+ 0.5'	280°

بفرض ان الفروق Intercepts مصححة بالنسبة للسير حتى الوقت المطلوب ايجاد موقع السفينة فيه وان هذه الرصدات تعرضت فقط لتاثير الأخطاء العشوائية .

أوجد الموقع المرصود الاكثر احتمالا M_2 ، بالطريقة البيانية ثم بالطريقة التحليلية :

أولا : الحل البيانى :



D. R. Position	lat.	18°	20.0'	N	long	118°	15.0' W
	d.lat		+0.8	N	d.long		2.1 E
M_2 Position	lat	18°	20.8'	N	long	118°	12.9' W

ثانيا : الحل التحليلى :

$$A = \sum_{i=1}^{3} \text{Cos}^2 Z_i = + 1.36698$$

$$B = \sum_{i=1}^{3} \text{Sin } Z_i . \text{Cos } Z_i = - 0.23040$$

$$C = \sum_{i=1}^{3} \text{Sin}^2 Z_i = + 1.63302$$

$$D = \sum_{i=1}^{3} n_i . \text{ Cos } Z_i = + 0.73318$$

$$E = \sum_{i=1}^{3} n_i . \text{ Sin } Z_i = + 3.13596$$

$$G = AC - B^2 = 2.17922$$

ايجاد قيمة العرض $\text{Lat } (M_2)$

$$\text{Lat } (M_2) = \text{lat} + \frac{CD - BE}{G}$$

$$= + (18^\circ\ 20.0') + 0.9'$$

$$= 18^\circ\ 20.9'\ N$$

ايجاد قيمة الطول $\text{Long } (M_2)$

$$\text{Lat } (M_2) = \text{lat} + \frac{AE - BD}{G . \text{Cos lat}}$$

$$= - (118^\circ\ 15.0') + 2.2'$$

$$= 118^\circ\ 12.8'\ W$$

ثالثا : التأثير المشترك للأخطاء الرتيبية والأخطاء العشوائية على الرصدة الآنية لثلاثة خطوط موقع فلكى :

عمليا لايمكن ترجيح اغلبية تأثير اى نوع من الأخطاء على النوع الآخر وبالتالى فاننا نفترض ان تأثير كل منهما له نفس الاحتمال (50%) .

ولذلك يجب ملاشاة الأخطاء الرتيبية اولا بطريقة المنصفات الفلكية والحصول على الموقع المرصود الاكثر احتمالا الخالى من الأخطاء الرتيبية (M_1) . ثم ملاشاة الاخطاء العشوائية بطريقة المربعات الصغرى والحصول على الموقع المرصود الاكثر احتمالا الخالى من الاخطاء العشوائية (M_2) ومن ثم يكون الموقع المرصود الاكثر احتمالا الخالى من كلا نوعى الأخطاء (M_0) هو منتصف المسافة بين الموقع (M_2) والموقع (M_1)

رابعا – دائرة الاخطاء Circle of Errors

فى حالة توزيع الاتجاهات الحقيقية للاجرام الثلاثة على دائرة الأفق (أى عندما $\Delta A = 120^\circ$) فإن نصف قطر دائرة الاخطاء تعطى من العلاقة :

$$r = \pm 13\ E_n \qquad (17-3)$$

أما فى حالة عدم توزيع الاتجاهات الحقيقية على دائرة الافق فان نصف قطر دائرة الأخطاء تعطى من العلاقة :

$$r = \pm 15\ E_n \qquad (17-4)$$

ويكون احتمال تواجد الموقع الفعلى للسفينة داخل هذه الدائرة هو (63 - 68 %)

مثال محلول (١٧ - ٤)

تم حل ثلاث رصدات آنيا لثلاثة نجوم من الموقع الحسابى

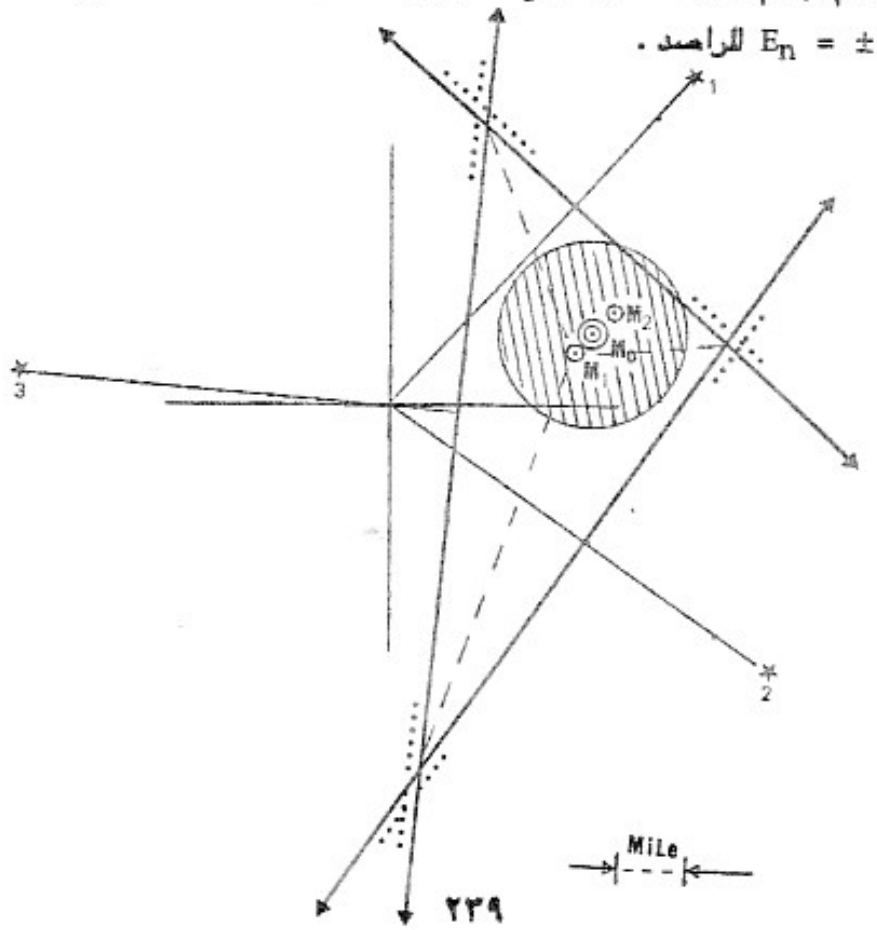
DR. Position (30° 00' S , 140° 00' E)

وكانت نتائج الحل كما يلى :

Star	1	2	3
Intercept(n)	4.2'T	3.5' T	1.0'A
TBg (Z)	042°	125°	275°

فاذا كانت الفروق n_i مصححة بالنسبة لسير السفينة حتى الوقت المطلوب ايجاد موقع السفينة فيه .

اوجد الموقع المرصود الاكثر احتمالا الخالى من الأخطاء الرتيبية والأخطاء العشوائية ، ثم ارسم دائرة انتشار الموقع الفعلى باحتمال (% 68 - 63) على اساس أن ($E_n = \pm 1.1'$) للراصد .



الحـــــل :

١ - ملاشاة تأثير الأخطاء الرتيبية :

حيث ان اتجاهات الاجرام موزعة على دائرة الافق ، بتنصيف الزوايا الداخلية للمثلث الناشيء نحصل على المنصفات الفلكية Astronomical Bisectors التى تتلاقى فى نقطة واحدة تكون هى الموقع المرصود الاكثر احتمالا الخالى من الأخطاء الرتيبية ونرمز له M_1 شكل (١٧ - ٦) .

٢ - ملاشاة تأثير الأخطاء العشوائية :

بالتعويض فى العلاقات (17-1) بقيم n_i , Zi المعطاة نحصل على :

A = 0.889

B = - 0.059

C = 2.111

D = 1.026

E = 6.674

G = 1.873

ثم بالتعويض فى العلاقات (17-2) نحصل على :

Lat 29° 58.6' S

Long 140° 03.7' E

وهى احداثيات الموقع المرصود الاكثر احتمالا الخالى من الأخطاء العشوائية ونرمز له (M_2)

٣ - الموقع المرصود الاكثر احتمالا

The Most Probable Oberved Position (M. P. O. P.)

بتوقع M_2 ثم بتنصيف المسافة بين M_1 ، M_2 نحصل على الموقع M_0 وهو الموقع المرصود الاكثر احتمالا والخالى من الاخطاء الرتيبية والاخطاء العشوائية وتعطى احداثياته كما يلى :

D. R. Position	lat	30°	00.0′	S	long	140°	00.0′	E
	d. lat		1.1	N	d. lat		+ 3.5′	E
M. P. O. P.	lat	29°	58.9	S	long	140°	03.5	E

٤ – نصف قطر دائر الموقع الفعلى :

حيث ان الاتجاهات الحقيقية للاجرام موزعة على دائرة الأفق ، لذلك فان نصف قطر دائرة الأخطاء تعطى من العلاقة (3 - 17)

$$r = \pm 1.3\ E_n$$

بالتعويض عن $E_n = 1.1'$ نحصل على

$$r = \pm 1.4'$$

لذلك نرسم دائرة مركزها الموقع M_0 ونصف قطرها 1.1 لتمثل دائرة انتشار الموقع الفعلى باحتمال (63 - 68 %) .

مثال محلول (١٧ - ٥)

تم حل ثلاث رصدات آنية لثلاثة نجوم من الموقع الحسابى

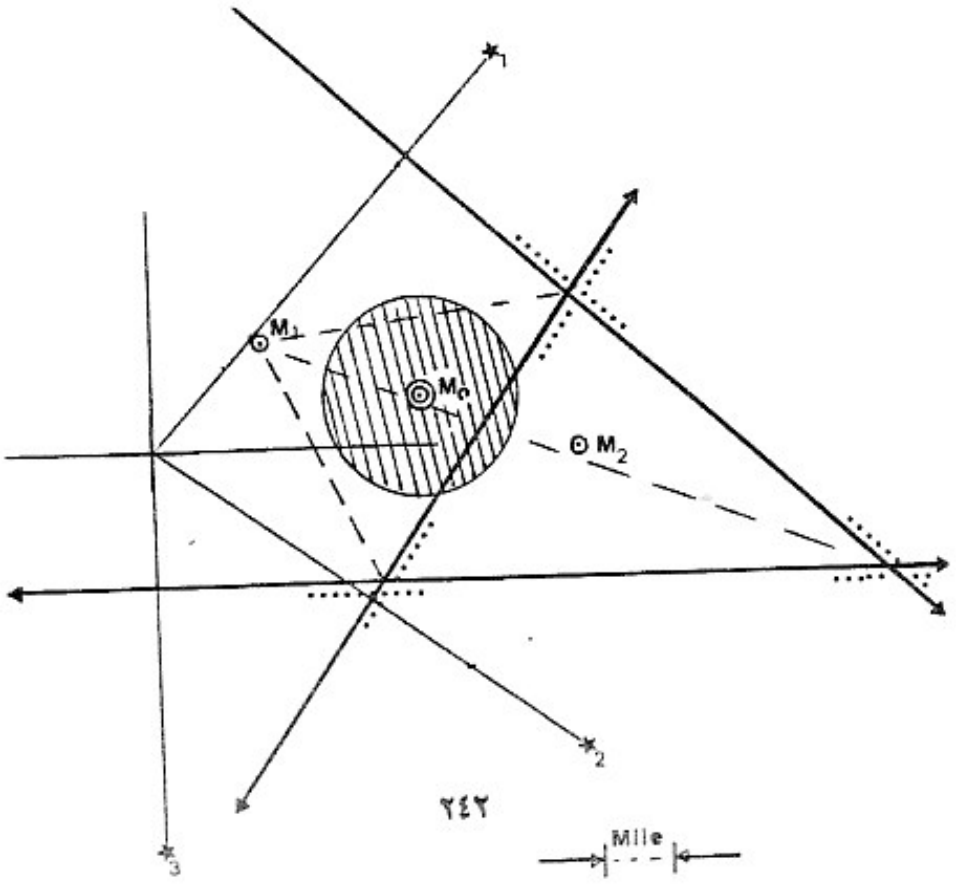
DR. Position (50° 00' S , 171° 15' E)

وكانت نتائج الحل كما يلى :

Star	1	2	3
Intercept(n)	6.0'T	4.0' T	2.0' T
TBg (Z)	042°	125°	180°

بفرض ان الفروق n_i مصححة بالنسبة لسير السفينة حتى الوقت المطلوب ايجاد موقع السفينة فيه ، وأن الراصد متوسط الخبرة والقيمة $E_n = \pm 1.0'$ لهذا الراصد.

اوجد الموقع المرصود الاكثر احتمالا (MPOP) مع رسم دائرة الاخطاء باحتمال (% 68 - ٦٨



الحـــــل :

١ – ملاشاة تاثير الأخطاء الرتيبية :

حيث ان اتجاهات الاجرام الثلاثة غير موزعة على دائرة الافق ، وبتطبيق اسلوب التظليل ورسم المنصفات الفلكية Astronomical Bisectors تجد انها تتلاقى فى نقطة واحدة خارج المثلث وهى الموقع المرصود الاكثر احتمـــالا والخالى من الأخطاء الرتيبية ونرمز له M_1 .

٢ – ملاشاة تاثير الأخطاء العشوائية :

بالتعويض فى العلاقات (17-1) بقيم n_i , Z_i المعطاة نحصل على :

A = 1.881

B = 0.027

C = 1.119

D = 0.165

E = 7.291

G = 2.101

ثم بالتعويض فى العلاقات (17-2) نحصل على :

Lat 50° 00.0' S

Long 117° 25.1' E

وهى احداثيات الموقع المرصود الاكثر احتمالا الخالى من الأخطاء العشوائية ونرمز له (M_2)

٣ – الموقع المرصود الاكثر احتمالا

The Most Probable Oberved Position (M. P. O. P.)

بتوقيع M_2 ثم تنصيف المسافة بين M_1 , M_2 فى شكل (17-2) نحصل على الموقع M_0 وتعطى احداثياته كما يلى :

D. R. Position	lat	50°	00.0′	S	long	171°	15.0′ E
	d. lat		0.8	N	d. lat		+ 6.2′ E
M. P. O. P.	lat	49°	59.2	S	long	171°	21.2 E

٤ – نصف قطر دائر الموقع الفعلي :

حيث ان اتجاهات الاجرام موزعة على دائرة الأفق ، لذلك يكون نصف قطر دائرة الأخطاء ، وهي مساحة انتشار الموقع الفعلي باحتمال (63 - 68 %) تعطى من العلاقة (4 - 17)

$$r = \pm 1.5\ E_n$$

بالتعويض عن $E_n = 1.0'$ نحصل على

$$r = \pm 1.5'$$

الفصل الثامن عشر

الموقع المرصود الاكثر احتمالا من أربعة رصدات آنية

يعتبر الموقع المرصود الذى نحصل عليه من رصد أربعة اجرام سماوية آنية من أدق المواقع التى نحصل عليها فلكيا وذلك بعد ملاشاة تاثير الأخطاء العشوائية والرتيبية .

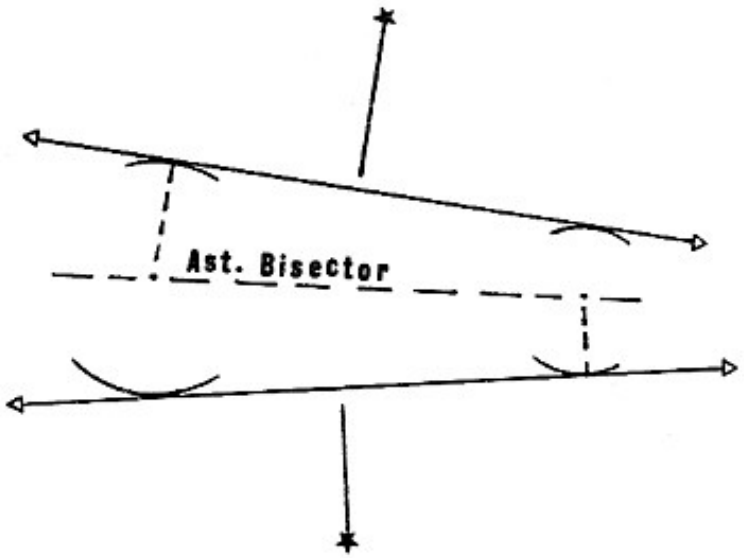
ويتم ملاشاة الاخطاء العشوائية بيانيا او تحليليا بنفس الأسلوب المتبع فى حالة الاجرام الثلاثة حيث نحصل على الموقع المرصود الاكثر احتمالا والخالى من الاخطاء العشوائية ونرمز له بالرمز (M_2) .

أما الأخطاء الرتيبية فيتم ملاشاتها بالحصول على المنصفين الفلكيين (منصف فلكى لكل خطى موقع متقابلين) الذين يتقاطعين فى الموقع المرصود الاكثر احتمالا والخالى من الاخطاء الرتيبية ونرمز له بالرمز (M_1) ومن ثم يكون الموقع المرصود الاكثر احتمالا والخالى من الاخطاء ونرمز له بالرمز (M_0) وهو منتصف المسافة بين (M_1) , (M_2)

المنصفات الفلكية Astronomical Blisecto

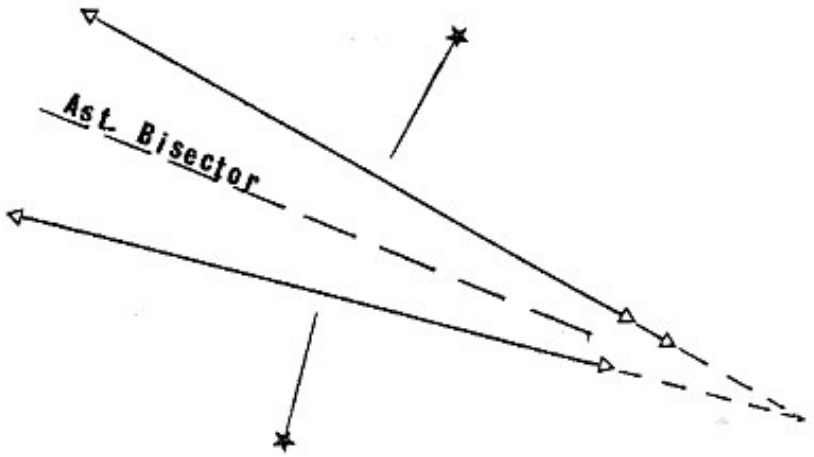
فى حالة رصد اربعة اجرام سماوية بحيث تكون اتجاهاتها الحقيقية موزعة على دائرة الافق ، نحصل على اربعة خطوط موقع ، يكونان زوجين متقابلين بحيث يكون فرق الاتجاه الحقيقى لكل زوج منها اقرب مايكون الى 180° ونحصل على المنصف الفلكى لكل زوج كما يلى : (شكل ١٨ - ١) .

- افترض أى نقطة (A) على أى خط موقع ثم اقم عمودا على خط الموقع من هذه النقطة .
- باسلوب المحاولة والخطأ أوجد مركز الدائرة على هذا العمود الذى يمس خطى الموقع
- كرر نفس العمل من نقطة اخرى (B)
- يكون الخط الواصل بين مركزى الدائرتين هو المنصف الفلكى لخطى الموقع .
- كرر نفس الخطوات للزوجين الآخرين من خطوط الموقع



شكل (١٨ - ١)

ملحوظة : اذا تقاطع خطى الموقع المتقابلين فاننا ننصف زاوية تقاطعهما للحصول على المنصف الفلكى شكل (١٨ - ٢)



شكل (١٨ - ٢)

رابعا – دائرة الاخطاء Circle of Errors

للسهولة وللاغراض العملية يمكن اعتبار ان نصف قطر دائرة الأخطاء (مساحة انتشار الموقع الفعلي باحتمال 68% - 63)معطى بالعلاقة :

$$r = \pm 1.2 \; E_n \qquad (18-1)$$

مثال محلول (١٨- ١)

من الموقع الحسابى DR. Position (35° 55.0′ N , 140° 12.0′ E)

تم حل أربعة رصدات فلكية آنيا وكانت النتائج كما يلى :

Star	Intercept (n)	T.Bg (Z)
1	4.1′ A	140°
2	2.0′ A	220°
3	5.0′ A	340°
4	3.5″ A	050°

بافتراض ان الفروق (n_i) تم تصحيحها بالنسبة لسير السفينة حتى الوقت المطلوب ايجاد الموقع فيه ، اوجد الموقع المرصود الاكثر احتمالا بافتراض ان الرصدات قد تعرضت لتأثير الأخطاء الرتيبية والأخطاء العشوائية بنفس الاحتمال ، ثم ارسم دائرة الاخطاء باحتمال (63 - 68 %) حيث : $E_{(n)}$ = ± 0.7′

الحـــــل :

١ – ملاشاة تأثير الأخطاء الرتيبية :

برسم خطوط المواقع الفلكيـة نلاحظ ان خط الموقع الاول P. L (1) يقـابل خط الموقع الثالث P. L (3) لذلك نرسم المنصف الفلكي بينهـا . كـذلك يكون خط الموقع الثاني P. L (2) مقابل لخط الموقع الرابع P. L (4) ، لذك نرسم المنصف الفلكي بينهما .

ونفترض ان نقطة تقاطع المنصفين الفلكيين هى M_1 وهى الموقع المرصود الاكثر احتمالا الخالى من الاخطاء الرتيبية (شكل ١٨ – ٣)

٢ – ملاشاة تأثير الأخطاء العشوائية :

بالتعويض فى العلاقات (17 - 1) بقيم n_i , Z_i المعطاة نحصل على :

A = + 2.470

B = + 0.171

C = + 1.530

D = - 2.275

E = - 2.321

G = + 3.750

ثم بالتعويض فى العلاقات (17 - 2) نحصل على :

Lat 35° 54.2' N

Long 140° 10.2' E

وهى احداثيات الموقع المرصود الاكثر احتمالا الخالى من الأخطاء العشوائية ونرمز له (M_2) .

٣ – الموقع المرصود الاكثر احتمالا

The Most Probable Oberved Position (M. P. O. P.)

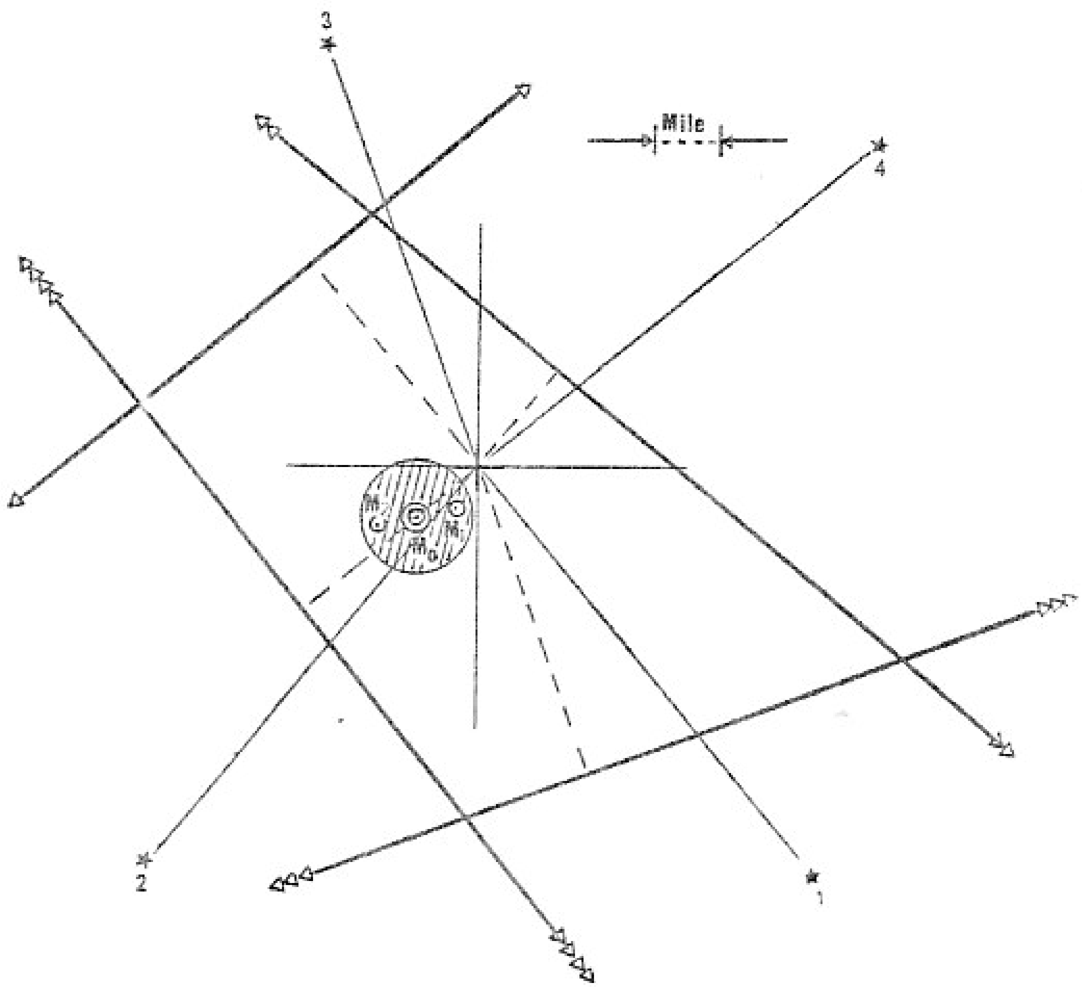
نوقع M_2 فى شكل (١٨ – ٣) . ثم ننصف المسافـة بين M_1 , M_2 فنحصل على الموقع المرصود الاكثر احتمالا M_0 ، حيث تعطى احداثياته كما يلى

D. R. Position	lat	35° 55.0' N		long	140°	12.0'	E
	d. lat	0.8 S		d. lat		1.2'	W
M. P. O. P.		35° 54.2 N		long	140°	10.8	E

4 – نصف قطر دائرة الأخطاء :

نرسم دائرة الاخطاء بحيث يكون مركزها (M_0) تعطى من العلاقة (1 - 18) أى :

$$r = \pm 1.2\ E_{(n)} = 0.8'$$



مثال محلول (١٨- ٢)

في وقت جرينتش المتوسط GMT 0700 April 12th

السفينة في الموقع الحسابي DR. Position (49° 50.0' S , 171° 46.2' E)

خطأ الكرونومتر ch. error nil

خط السير الحقيقي True Course 150°

السرعة Speed 14.5 k

تم الحصول على النتائج التالية من حل اربعة رصدات آنيا :

Body	ch.Time			Results	
	h	m	s		
Moon	6	48	15	T. Bg.	235°
				intercept	3.7' A
Venus	6	50	18	T. Bg.	293°
				obs. long.	171° 40' E
Rigil Kent	6	53	16	T. Bg.	168°
				obs. lat .	49° 48.1' S
Sirius	6	57	48	T. Bg.	045°
				intercept	1.7' T

- أوجد الموقع المرصود الأكثر احتمالا بافتراض أن الرصدات قد تعرضت لتاثير كل من الأخطاء الرتيبية والأخطاء العشوائية بنفس الاحتمال .
- إرسم دائرة إنتشار الموقع الفعلي باحتمال (63 - 68%) حيث $E_n = \pm 0.7'$.

Calculations of Run　　حسابات الابحار

	I	II	III	IV
R.GMT	7 00 00	7 00 00	7 00 00	7 00 00
GMT_1	6 48 15	6 50 18	6 53 16	6 57 48
Interval	0 11 45	0 9 42	0 6 44	0 2 12
				0.5'
Dist Run	2.8'	2.3'	1.6'	

Preparation for plotting :　　تجهـــــيز البيانات

2nd Sight

DR. long	171 46.2 E	T. Bg 293°
Obs. long	171 40.0 E	P. L. (023° / 203°)
d. long	6.2 W	
dep.	4.0' W	

3rd Sight

DR. lat	49° 50.0 S	T. Bg 168°
T. lat	49° 48.1 S	P. L. (078° / 258°)
d. lat	1.9 N	

Elements of Plotting　　عناصر التوقيع :

1st Sight	2nd Sight	3rd Sight	4th Sight
Run 2.8'	Run 2.3'	Run 1.6'	Run 0.5'
T. Bg 235°	Dep 4.0 W	Dep 1.9 N	T.Bg 045°
Int. 3.7 A	P.L. (023/203)	P.L. (078/258)	Int. 1.7' T

ملاشاة الأخطاء الرتيبية :

برسم خطوط الموقع الفلكية نلاحظ أن خط الموقع الأول P.L (1) يقابل خط الموقع الرابع P.L (4) حيث فرق العزيمة بينهما يبلغ (190°) لذلك نرسم المنصف الفلكى بينهما .

وأيضا يكون خط الموقع الثانى P.L (2) مقابلا لخط الموقع الثالث P.L (3) حيث فرق العزيمة بينهما (125°) ، لهذا نرسم المنصف الفلكى بينهما .

نفترض أن نقطة تقاطع المنصفين الفلكيين هى M_1 وهى الموقع المرصود الخالى من الأخطاء الرتيبية شكل (١٨ – ٢).

ملاشاة الأخطاء العشوائية :

باستخدام طريقة المربعات الصغرى بيانيا نرسم مضلع الأعمدة من نقطة اختيارية على خطوط الموقع (بترتيب اتجاهاتها أى الأول ثم الثانى ثم الرابع ثم الثالث) الى أن ينغلق فى نقطة M_2 التى تمثل الموقع المرصود الخالى من الأخطاء العشوائية شكل (١٨ – ٢) .

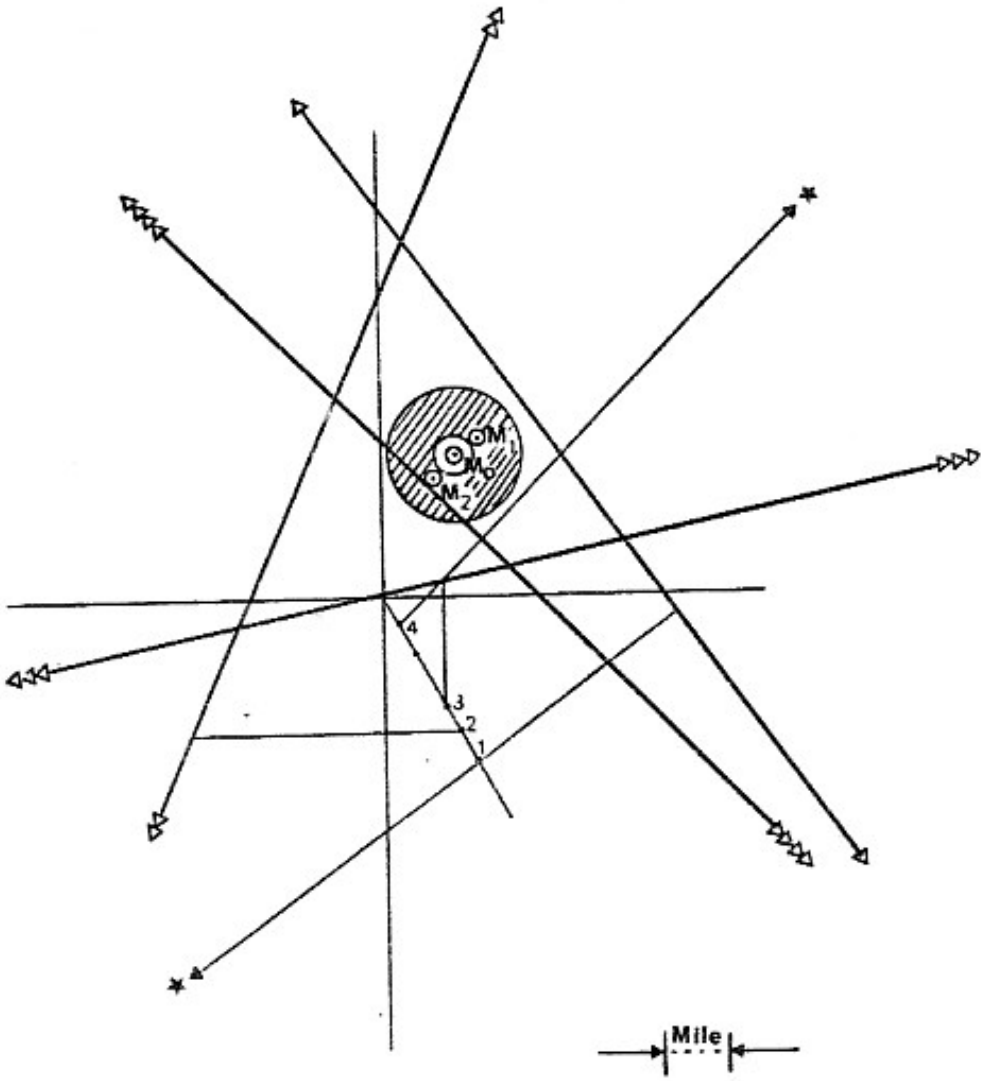
الموقع المرصود الأكثر احتمالا : (M. P. O. P.)

منتصف المسافة بين الموقعين $M_1 ; M_2$ هو الموقع M_0 وهو الموقع المرصود الاكثر احتمالا الخالى من كلا نوعى الأخطاء الرتيبية والعشوائية . ومن الرسم شكل (١٨ – ٢) نحصل على احداثياته وهى (E 171° 47.7' ; S 49° 47.9').

دائرة الأخطاء :

نرسم دائرة مركزها M_0 ونصف قطرها معطى بالعلاقة (18-1) أى :

$$r = \pm 1.2\, E_n = \pm 0.8'$$



Mile

D. R. Position	lat	49°	50.0'	S	long	171°	46.2'	E
	d. lat		2.1	N	d. long		1.5'	E
M. P. O. P.	lat	49°	47.9	S	long	171°	47.7'	E

الباب الرابع

مسألة رصدتين فلكيتين بينهما ابحار طويل

الفصل التاسع عشر مسألة رصدتين فلكيتين بينهما ابحار طويل

الفصل االعشرون دقة الموقع المرصود من رصدتين بينهما ابحار طويل

الفصل التاسع عشر

مسألة رصدتين فلكيتين بينهما إبحار طويل

تصور عام

يتطلب تطبيق هذه الطريقة الحصول على خط موقع فلكى Position Line (P . L .) ثم الابحار لفترة طويلة نسبيا للحصول على خط موقع فلكى أخر ومن ثم يتم إزاحة خط الموقع الفلكى الأول $P.L_1$ حتى زمن خط الموقع الفلكى الثانى $P.L_2$ وبالتالى تكون نقطة تقاطع خطى الموقع هى الموقع المرصود Observed Position فى زمن الرصد الثانى .

وفى الحقيقة يسمى هذا الموقع بالموقع المرصود المحسوب Calculated Observed Position لأنه يعتمد أساسا على إزاحة خط الموقع الاول . وسنتكلم عن هذه النقطة تفصيلا فى (الفصل ٢٠ التالى) نظرا لاهميتها فى تحديد دقة الموقع المرصود بهذا الاسلوب .

وقد تم تطبيق هذا الاسلوب اولا فى ايجاد الموقع المرصود للسفينة اثناء النهار حيث لايمكن رصد أى جرم سماوى عدا الشمس . ومن ثم سمى هذا الاسلوب " مسألة الارصاد الفلكية شمس / سير / شمس " Sun - Run - Sun Problem .

وفترة الابحار بين الرصدتين قد تكون طويلة نسبيا حتى يتسنى ان يتغير اتجاه Bearing الشمس حوالى ٣٠° على الاقل ، وهذا يتطلب فترة ابحار حوالى ثلاث ساعات فى خطوط العرض العليا أما فى المناطق قرب خط الاستواء فقد يتطلب هذا التغيير حوالى الساعة خاصة قبل وبعد المرور الزوالى للشمس .

وبداهة يمكن تطبيق هذا الاسلوب فى ايجاد الموقع المرصود للسفينة برصدتين بينهما إبحار طويل بحيث يتم رصد الشمس مرة واحدة فقط وتكون الرصدة الثانية لأى جرم سماوى أخر سواءاً فى فترة الشفق الصباحى او فى فترة الشفق المسائى .

أسلوب تطبيق مسألة رصدتين بينهما إبحار طويل:

يتم تطبيق أسلوب حل هذه المسألة فى خطوات محددة هى :

١- حل الرصد الاول .

٢- حساب مسافة الابحار بين الرصدتين .

٣- إيجاد الموقع الحسابى الثانى .

٤- حل الرصد الثانى .

٥- توقيع خطوط الموقع وإيجاد الموقع المرصود .

أولا : حل الرصد الاول : Solving 1st Sight

يتم حل الرصد الاول لإيجاد عناصر خط الموقع الاول $P.L_1$. وقد يكون الحل بأحد الطرق التالية :

١- طريقة الفرق Intercept method

حيث يتم الحصول على العناصر :

- Intercept الفرق
- T.Bg الاتجاه الحقيقى

٢- طريقة الطول Longitude method

حيث يتم الحصول على العناصر :

- Observed Longitude الطول المرصود
- Direction of P . L . اتجاه خط الموقع

٣- طريقة المرور الزوالي Meridian Passage method

حيث يتم الحصول على :

- Observed Latitude العرض المرصود
- Direction of P . L (090° - 270°) ويكون

٤- طريقة قرب الزوال EX - meridian method

حيث يتم الحصول على العناصر :

- Observed Latitude العرض المرصود
- Direction of P . L اتجاه خط الموقع

٥ – طريقة النجم القطبي Polaris

حيث يتم الحصول على العناصر

العرض المرصود - Observed Latitude

اتجاه خط الموقع -Direction of P . L .

ثانيا : حساب مسافة الابحار : Calculation of dist Run

١– لإيجاد مسافة الابحار بين الرصدتين يتم اولا إيجاد فرق الزمن بين الرصدتين Interval Of Run ثم تطبيق العلاقة المعروفة :

المسافه = الزمن X السرعه
Distance = Time x Speed

أى أن

Dist of Run = (Interval of Run) h X Speed in knots

ويجب أن نلاحظ أنه قد يتم تغيير خط سير السفينه أثناء الأبحار بين الرصدتين وبذلك يكون هناك عدة مسافات للأبحار .

٢– فى بعض الحالات قد يكون هناك تيارا Current مؤثرا على السفينة لذلك يتم حساب إزاحة التيار Drift of current بنفس اسلوب حساب مسافة الابحار .

ثالثا : إيجاد الموقع الحسابى الثانى . 2nd D.R

القاعدة الاساسية التى سوف نلتزم بها هى :

" إذا كانت هناك نقطة معلومة على خط الموقع الاول فإننا نبدأ الابحار منها"

وسنوضح كيف يمكن تطبيق ذلك طبقا لنوع خط الموقع الاول .

١– إذا كان حل الرصدة الاولى بطريقة الفرق فإنه لايكون هناك نقطة معلومة على $P\ L_1$ ولذلك يبدأ الابحار من الموقع الحسابى الاول D. R 1 ويتم إدخال قيمه الفرق Intercept كمسافه ابحار (Dist) والاتجاه الحقيقى للجرم السماوى T.Bg كخط سير (Course) فى جدول الأبحار الذى يكون على الصوره التاليه :

	True Course	Dist .	d. lat		dep	
			N	S	E	W
1st sight	T. Bg1	Intercept				
Run	Course	Run				
Currrent	Set	drift				

ويعد الحصول على محصلة d.lat ومحصلة dep ، يتم تحـويل dep الى d.long (بإستخدام mean lat) حيث

$$d.long = Dep\ sec\ (m.lat)$$

وبالتالى نحصل على الموقع الحسابى الثانى (DR2) . 2nd D.R. كما يلى :

D.R. 1	lat .		long .	
	d.lat .		d . long .	
D.R. 2	lat .		long	

٢- اذا كـان حل الرصـدة الاولى بطريقـة الطول Long method فإننا سنكون قد حصلنا على obs . long وبالتالى تكون لدينا نقطة معلومة على خط الموقع الاول وهى : (D.R.1 lat ; obs . long)

لذلك نبدأ الابحار من هذه النقطة

ويكون جدول الابحار على الصورة التالية :

	T . Co .	Dist .	d. lat		dep	
			N	S	E	W
Run---->	Course	Run				
Current ---->	Set	drift .				

وكما سبق فى الحالة (١) نحول dep الى d.long ثم نحصل على الموقع الحسابى الثانى كما يلى :

Left . Position	D.R.$_1$ lat .		obs . long	
	d. lat .		d.long	
D.R.$_2$	lat .		long .	

٣- اذا كان حل الرصدة الاولى بإحدى الطرق الثلاث :

meridian or Ex meridian or Polaris

فإننا سنكون قد حصلنا على obs . lat . وبالتالى تكون لدينا نقطة معلومة على خط الموقع الاول وهى (obs . lat . ; D.R.$_1$ long)

لذلك نبدأ الابحار من هذه النقطة .

ويكون جدول الابحار مماثلا للحالة السابقة وبالتالى نحصل على الموقع الحسابى الثانى كما يلى :

Left Position	obs . lat .		D.R.$_1$ long	
	d. lat .		d.long	
D.R.$_2$	lat .		long	

رابعا : حل الرصد الثانى :

يتم حل الرصد الثاني بإستخدام الموقع الحسابى الثانى (2nd D.R. Position) الذى سبق الحصول عليه فى ثالثا للحصول على عناصر خط الموقع الثانى $P.L_2$ وقد يكون الحل بإحدى الطرق التالية (كما فى اولا) :

١- طريقة الفرق Intercept method

حيث نحصل على

- $Intercept_2$
- $T.Bg_2$

٢- طريقة الطول Longitude method

حيث نحصل على :

- Observed $long_2$
- Direction of $P.L_2$

٣- طريقة المرور الزوالى meridian Passage

حيث نحصل على :

- Observed lat_2
- Direction of $P.L_2$ (090° - 270°)

٤- طريقة قرب الزوال Ex- meridian method

حيث نحصل على :

- Observed lat_2
- Direction of $P.L_2$

٥- طريقة النجم القطبى Polaris

حيث نحصل على :

- Observed lat_2
- Direction of $P.L_2$

خامسا : توقيع خطوط الموقع :

القاعدة العامة لتوقيع خطى الموقع الاول $P.L_1$ والثانى $P.L_2$ هى ان يتم التوقيع من الموقع الحسابى الثانى 2nd D.R. Position كما يلى :

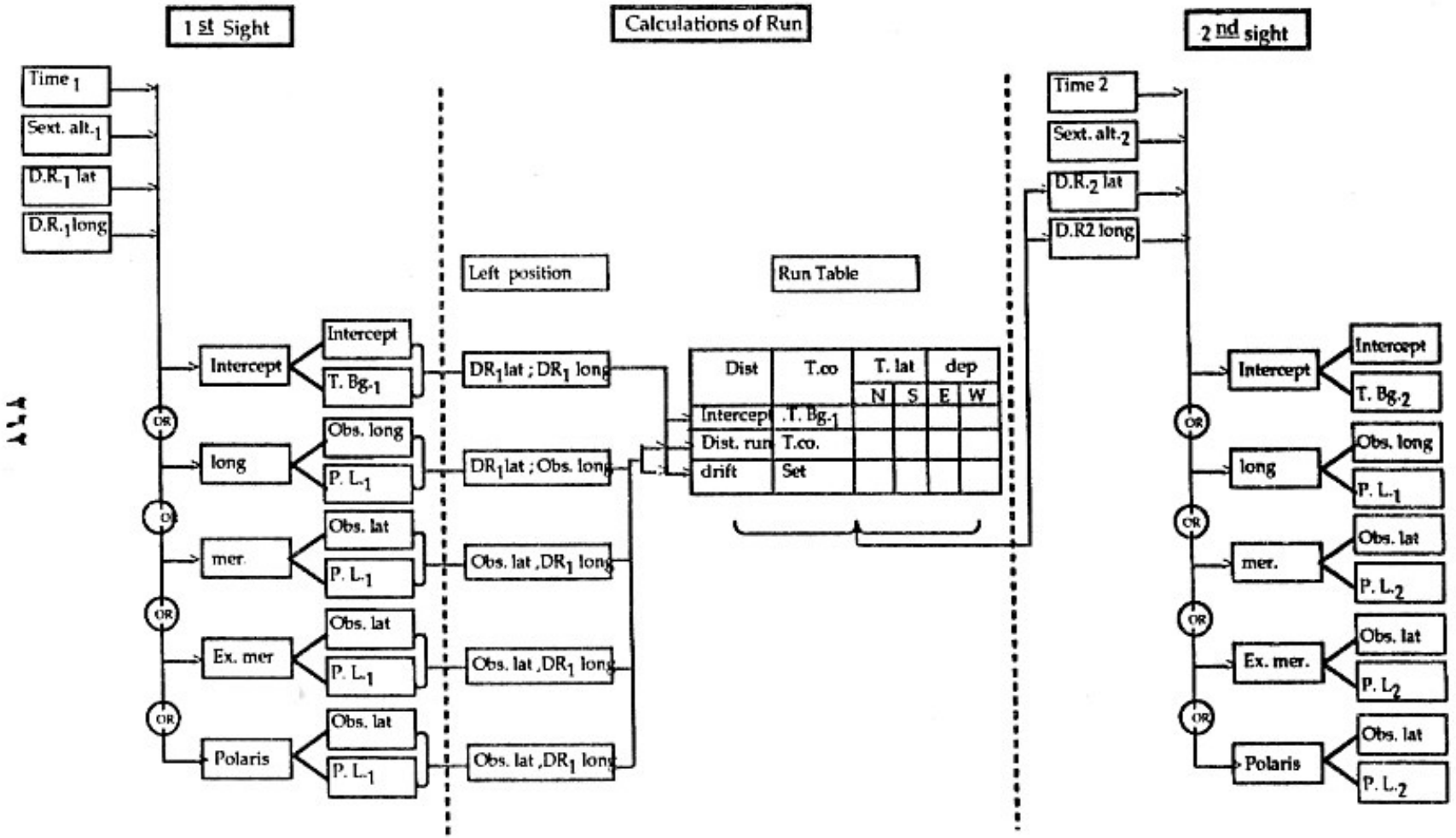
١- إرسم المحورين اللذين يمثلين 2 nd D . R . Position

٢- إرسم إتجـــاه خط الموقع الأول $P . L_1$ بحيث يمـر بالموقع الحســابى الثانى 2nd D.R. Position ويسمى هذا الخـــط بخط الموقـــع الاول المنقـــــول 1 st transefered P . L. ويميز بسهمين عند كل من طرفيه .

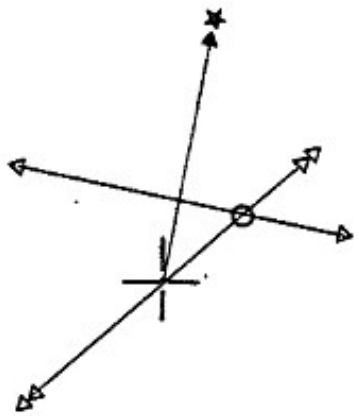
٣- إرسم خط الموقع الثانى $P.L_2$ كما هو معتاد طبقا لنوعه . ويميز بسهم واحد عند كل من طرفيه .

٤- تكون نقطة تقاطع خطى الموقع هى الموقع المرصود للسفينة فى زمن الرصد الاخير .ويمكن توضيح الخطوات السابق الاشارة اليها فى خريطة الحل العام لهذه المسألة . Computation Chart الموضحة فى الشكل التالى :

ومن هذه الخريطة نلاحظ ان هناك ستة عشر إحتمالا لحل مسألة رصدتين بينهما إبحار طويل طبقا لاسلوب حل الرصد الاول والرصد الثانى . ولذلك نفرض ١٦ مثالا محلولا يوضح كل منها احد هذه الاحتمالات .


1 st Sight
Calculations of Run
2 nd sight
Time 1
Sext. alt.-1
D.R.-1 lat
D.R.-1 long
Left position
Run Table
Intercept
T. Bg.-1
long
Obs. long
P. L.-1
mer.
Obs. lat
P. L.-1
Ex. mer
Obs. lat
P. L.-1
Polaris
Obs. lat
P. L.-1
DR1 lat ; DR1 long
DR1 lat ; Obs. long
Obs. lat ,DR1 long
Obs. lat ,DR1 long
Obs. lat ,DR1 long
Dist
T.co
T. lat
dep
N
S
E
W
Intercept
T. Bg.-1
Dist. run
T.co.
drift
Set
Time 2
Sext. alt.-2
D.R.-2 lat
D.R2 long
Intercept
T. Bg.-2
long
Obs. long
P. L.-1
mer.
Obs. lat
P. L.-2
Ex. mer.
Obs. lat
P. L.-2
Polaris
Obs. lat
P. L.-2
OR

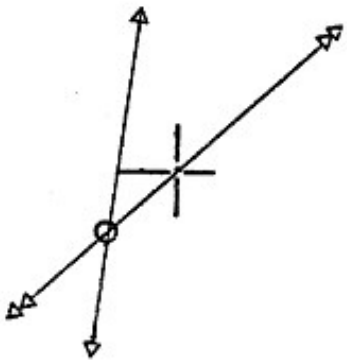
Ex. (19/1)



1st Sight : Intercept

2nd Sight : Intercept

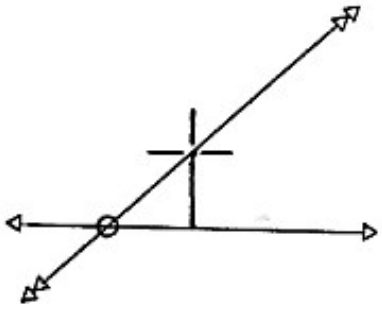
Ex. (19/2)



1st Sight : Intercept

2nd Sight : Long

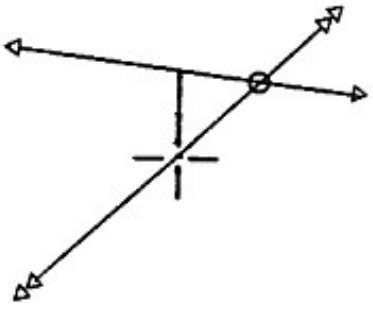
Ex. (19/3)



1st Sight : Intercept

2nd Sight : Meridian

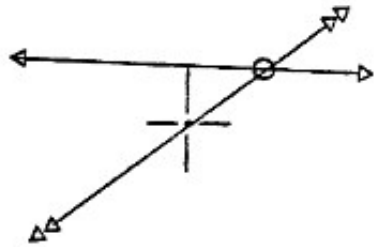
Ex. (19/4)



1st Sight : Intercept

2nd Sight : Ex-mer

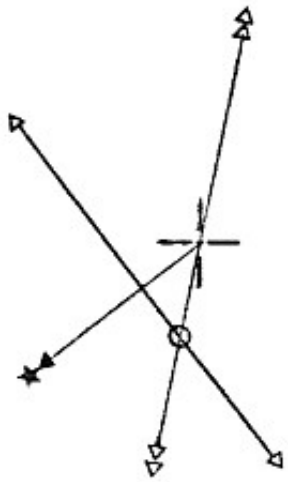
Ex. (19/5)



1st Sight : Intercept

2nd Sight : Polaris

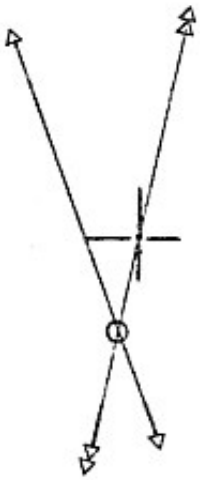
Ex. (19/6)



1st Sight : Long

2nd Sight : Intercept

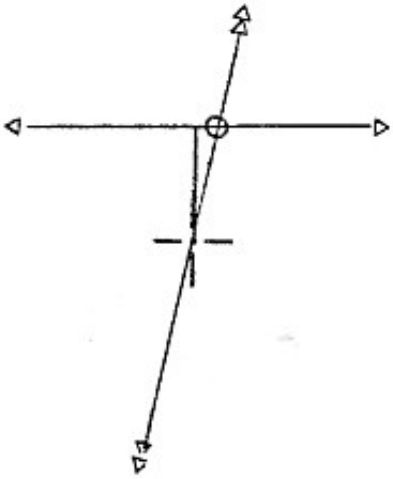
Ex. (19/7)



1st Sight : Long

2nd Sight : Long

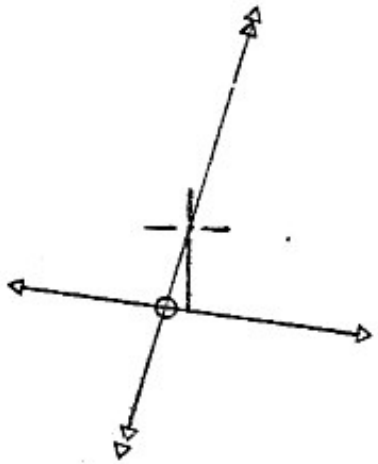
Ex. (19/8)



1st Sight : Long

2nd Sight : meridian

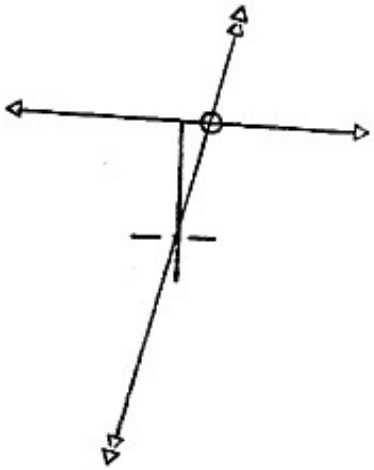
Ex. (19/9)



1st Sight : Long

2nd Sight : Ex-mer

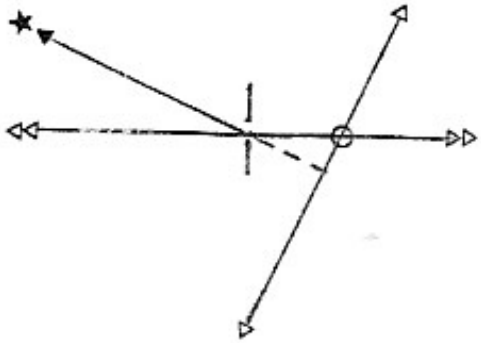
Ex. (19/10)



1st Sight : Long

2nd Sight : Polaris

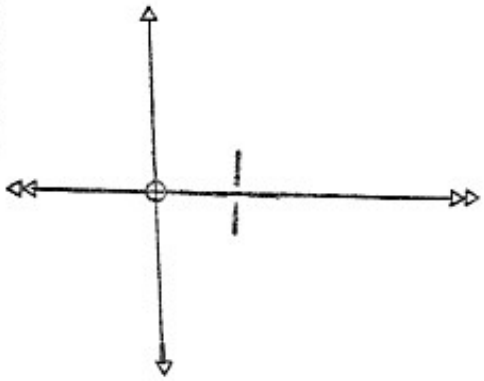
Ex. (19/11)



1st Sight : meridian

2nd Sight : Intercept

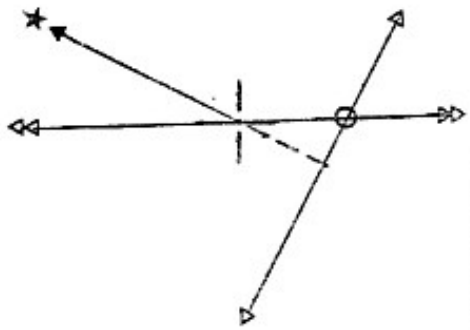
Ex. (19/12)



1st Sight : meridian

2nd Sight : Long

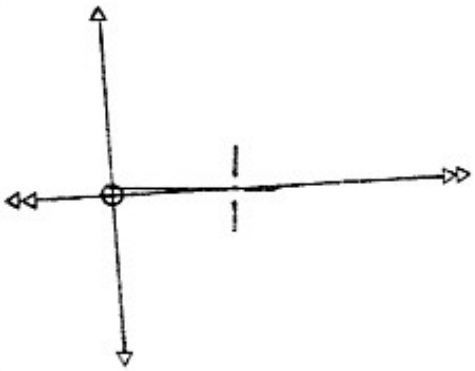
Ex. (19/13)



1st Sight : Ex-mer

2nd Sight : Intercept

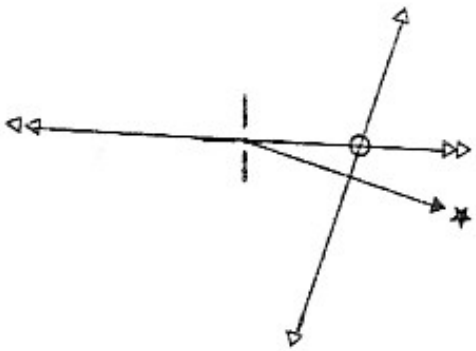
Ex. (19/14)



1st Sight : Ex-mer

2nd Sight : Long

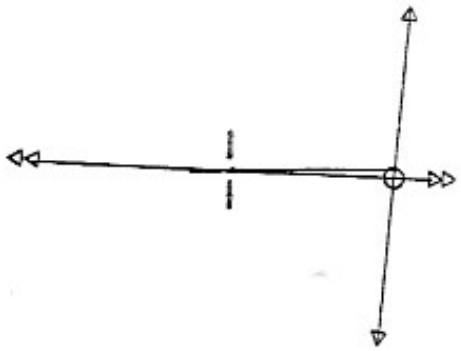
Ex. (19/15)



1st Sight : Polaris

2nd Sight : Intercept

Ex. (19/16)



1st Sight : Polaris

2nd Sight : Long

مثال محلول (١٩ - ١)

في وقت المنطقة Z.T. 1515 يوم May 31st السفينة في الموقع الحسابى
D.R. Position (9° 41.2' N ; 136° 22.1' E)

خط السير الصحيح　T.Co. 047°

السرعة　Speed 12 Knots

خطأ المؤشر　I. E . 1.0 on the arc

ارتفاع عين الراصد　Ht. of eye 12.0 metres.

خطأ الكرونومتر　Ch . error 2^m 12^s Slow

تم رصد الحافه السفلى للشمس sun lower limb وكانت نتائج الرصد :

وقت الكرونومتر　Ch . time 6h 12m 25s

الارتفاع السدسى　Sext . alt . 40° 02.2'

وفى وقت المنطقه Z . T . 1840 تم رصد النجم Adhara وكانت نتائج الرصد :

وقت الكرونومتر　Ch . time 9h 44m 25s

الارتفاع السدسى　Sext alt . 14° 21.9'

أوجد الموقع المرصود فى وقت الرصد الثانى .

Intercept (Sun)

Z.T.	1515 May 31st
± Z.N. -	9
G.D.	0615 May 31st
Ch.Time	6 12 25
Ch.Error	+ 2 12
G.M.T.	**06 14 37**

G.H.A.	270° 36`.4	d = 0`.3
Incr.	3° 39`.3	
G.H.A.	274° 15`.7	
± long (-)	136° 22`.1	
L.H.A.	050° 37`.8	

Dec.	21° 53`.0 N
d corr.	+ 0`.1
C.Dec	21° 53`.1 N

L.H.A.	050°	37`.8	hav		A	0.140 S
Lat.	09°	41`.2 N	x cos		B	0.520 N
Dec.	21°	53`.1 N	x cos		C	0.380 N
			hav		Az.	N 69°.5 W
Lat ~ Dec	12°	11`.9	hav		T.Bg.	**290°.5**
C.Z.D.	49°	59`.3	hav			

Sext alt	40°	02`.2
I.E. -		1`.0
Obs. alt	40°	01`.2
Dip -		6`.1
App alt	39°	55`.1
Corr. +		14`.9
T. alt	40°	10`.0
90°	90°	
T.Z.D.	49°	50`.0
C.Z.D.	49°	59`.3
intercept		**9`.3 T**

ثانيا : حسابات الابحار Calculations of Run

Z. T. 2	1840 May 31st		Ch. Time 2	9h 44m	25s
Z.N.	-9		Ch. Error	2	12
G. D. 2	0940 May 31st		G.M.T.2	9 46	37
			G.M.T 1	6 14	37
			Interval	3 32	00

Dist . Run = 42.4 miles . ←

T. Co. 047°

جدول الابحار :

T . Co	Dist .	d.lat N	d.lat S	dep E	dep W	
290.5°	9.3 T	3.3			8.7	نتائج الرصد الاول
047°	42.4	28.9		31.0		الابحار
		32.2° N		22.3° E		

Initial lat	9° 41.2' N
1/2 d. lat	16.1' N
Mean lat	9° 57.3 N

d.long
22.3'E

ثالثا :ايجاد الموقع الحسابى فى وقت الرصد الثانى 2nd D.R. Position

1st D.R Position	lat	9° 41.2	N	long	136°	22.1'	E
	d. lat	+ 32.2'	N	d. long	+	22.3	E
2nd D.R. Position	lat	10 13.4	N	long	136°	44.4	E

Intercept (Star)

رابعا : حل الرصد الثانى

Z.T.	1840 May 31st
Z.N.	- 9
G.D.	0940 May 31st
Ch.Time	9 44 25
Ch.Error	+ 2 12
G.M.T.	9 46 37

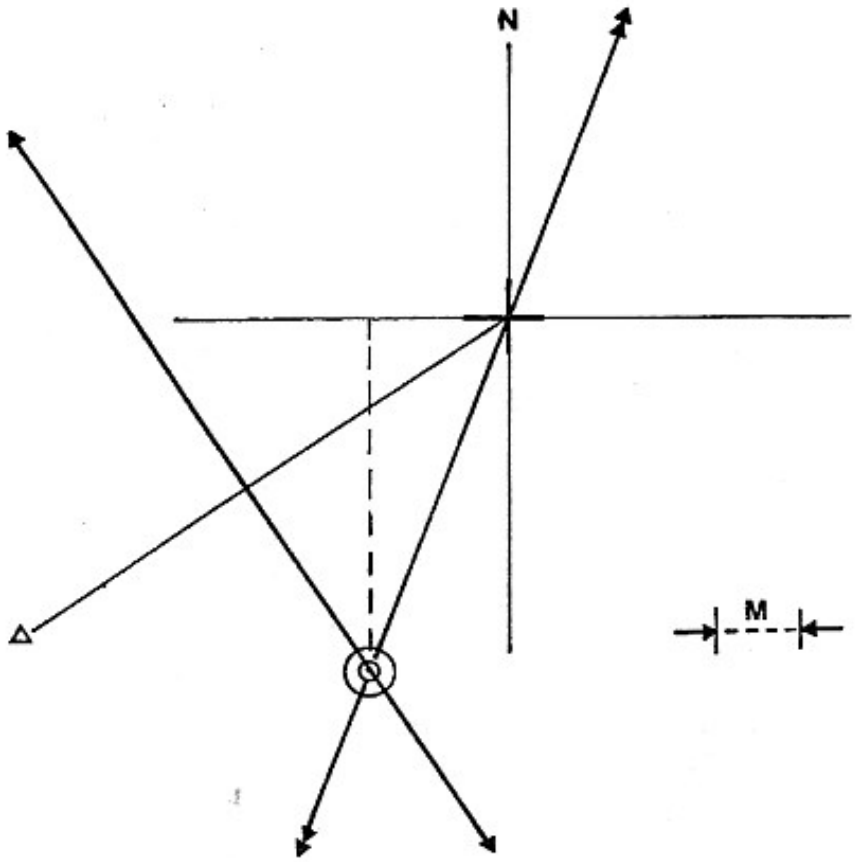
G.H.A.	023° 36`.2
Incr.	11° 41`.2
V or SHA	255° 26`.5
G.H.A.	290° 43`.9
± long (-)	136° 44`.4
L.H.A.	67° 28`.3

Dec.• S 28° 57`.6

L.H.A.	67° 28`.3	hav			A	0.075 S
Lat.	N 10° 13`.4	x cos			B	0.599 S
Dec.	S 28° 57`.6	x cos			C	0.674 S
		hav			Az.	S 56°.4 W
Lat ~ Dec	39° 11`.0	hav			T.Bg.	236°.4
C.Z.D.	75° 52`.7	hav				

Sext alt	14° 21`.9
I.E. -	1`.0
Obs. alt	14° 20`.9
Dip -	6`.1
App alt	14° 14`.8
Corr. -	3`.8
T. alt	14° 11`.0
90°	90°
T.Z.D.	75° 49`.0
C.Z.D.	75° 52`.7
intercept	**3`.7 T**

خامسا : التوقيع



2nd D.R. Position	lat	10°	13.4	N	long .	136°	44.4'	E
	d.lat		04.2	S	d.long		01.6	W
obs Position	lat	10°	09.2'	N	long .	136°	42.8	E

مثال محلول (١٩ - ٢)

في أثناء الشفق المدني الصباحي Morning civil Tw. يوم 20th -Sept, السفينة في الموقع الحسابي

D.R. Position (14° 50.0' S ; 115° 15.0' W)

خط السير الصحيح	T.Co. 070°
السرعة	Speed 18 Knots
خطأ المؤشر	I. E . 1.5' on the arc
ارتفاع عين الراصد	Ht. of eye 15 metres
خطأ الكرونومتر	Ch . error 3^m 20^s Fast

تم رصد النجم Aldebaran وكانت نتائج الرصد :

وقت الكرونومتر	Ch . time 1h 9m 10s
الارتفاع السدسي	Sext . alt . 56° 58.1'

وفي وقت المنطقه Z . T 0900 تم رصد الحافة السفلى للشمس Sun lower limb وكانت نتائج الرصد :

وقت الكرونومتر	Ch . time 4h 59m 50s
الارتفاع السدسي	Sext alt . 48° 39.1'

حل الرصد الاول بطريقة الفرق Intercept method والثانى بطريقة الطول Longitude method ثم اوجد الموقع المرصود في وقت الرصد الثانى .

Intercept (Star)

أولا : حل الرصد الأول

L.M.T. ≈.	0530 Sept. 20th
± Long..	- 0741
G.D.	1311 Sept. 20th
Ch.Time	1 09 10
Ch.Error	- 3 20
G.M.T.	**13 05 50**

G.H.A.	194° 09`.6
Incr.	1° 27`.7
V or SHA	291° 08`.9
G.H.A.	126° 46`.2
± long (-)	115° 15`.0
L.H.A.	11° 31`.2

Dec.- N 16° 29`.6

L.H.A.	11° 31`.2	hav		A	1.299 N
Lat.	S 14° 50`.0	x cos		B	1.483 N
Dec.	N 16° 29`.6	x cos		C	2.782 N
		hav		Az.	N 20°.4 W
Lat ~ Dec	31° 19`.6	hav		**T.Bg.**	**339°.6**
C.Z.D.	33° 19`.6	hav		**P.L.**	**069°.6 / 249°.6**

Sext alt	56° 58`.1
I.E. -	1`.5
Obs. alt	56° 56`.6
Dip -	6`.8
App alt	56° 49`.8
Corr. -	0`.7
T. alt	56° 49`.1
90°	90°
T.Z.D.	33° 10`.9
C.Z.D.	33° 19`.6
intercept	**8`.7 T**

ثانيا : حسابات الابحار Calculations of Run

Ch. Time $_2$	4h	59m	50s	Z. T. $_2$	0900	
Ch. Error		3	20	Z.N.	+8	
G.M.T.$_2$	16	56	30	G. D. $_2$	1700	
G.M.T $_1$	13	05	50			
Interval	3	50	40	Dist . Run = 69.2 miles .		
				T. Co.	070°	

جدول الابحار :

T . Co	Dist .	d.lat		dep		
		N	S	E	W	
339.6°	8.7 T	08.1			3.0	نتائج الرصد الاول
070°	69.2	23.7		65.0		الابحار
		31.8' N		62' E		

Initial lat	14° 50.0' S	
1/2 d. lat	15.9 N+	
Mean lat	14° 34.1 S	d.long 64.1' E

ثالثا :ايجاد الموقع الحسابى فى وقت الرصد الثانى 2nd D.R. Position

1st D.R Position	lat	14°	50.0	S	long	115°	15.0'	W
	d. lat		31.8	N	d. long	1	04.1	E
2nd D.R. Position	lat	14°	18.2	S	long	114°	10.9	W

Longitude (Sun)

حل الرصد الثانى :

Z.T. Z.N. -	
G.D.	
Ch.time Ch.error	
G.M.T.	**16 56 30**

G.H.A.	061° 38`.4
Incr.	14° 07`.5
G.H.A.	075° 45`.9
± Long. (-)	114° ≈
L.H.A. ≈	322° > 180°

i.e. **L.H.A. = 360° - P**

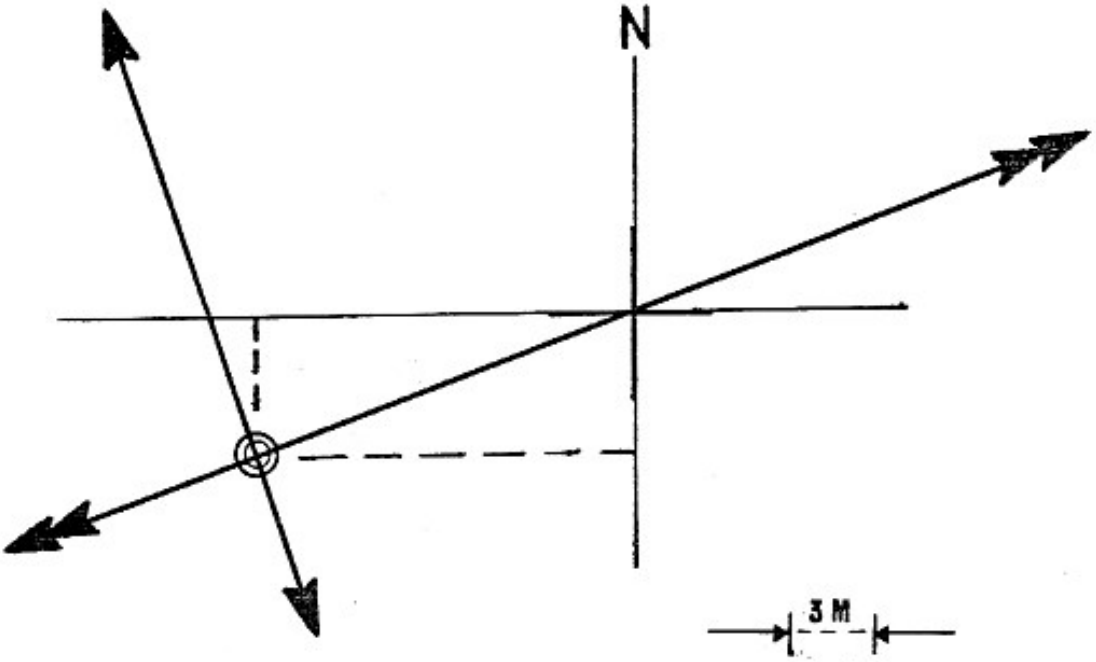
Dec.	N 1° 01`.2
d.corr.	- 0`.9
C.Dec.	N 1° 00`.3

Sext. alt	48° 39`.1
I.E. -	1`.5
Obs. alt	48° 37`.6
Dip -	6`.8
app. alt.	48° 30`.8
corr	+ 15`.1
True alt	48° 45`.9
90°	90°
T.Z.D.	41° 14`.1

T.Z.D.	41° 14`.1	hav		L.H.A.	321° 19`.3
Lat ~ Dec	15° 18`.5	- hav		G.H.A.	075° 45`.9
		hav		Obs. Long.	114° 26`.6 W
lat	N14° 18`.2	÷ cos		D.R.. Long.	114° 10`.9 W
Dec	N 1° 00`.3	÷ cos		d. Long.	15`.7 W
P	38° 40`.7	hav		dep.	**15`.2 W**

L.H.A.	321° 19`.3	A	0.318 N
lat	N14° 18`.2	B	0.028 N
Dec	N 1° 00`.3	C	0.347 N
		Az.	N 71°.4 E
		T.Bg.	**071°.4**
		P.L.	**161°.4 / 341°.4**

خامسا : التوقيع



2nd D.R. Position	lat	14°	18.2	S	long .	114°	10.9'	W
	d.lat	+	05.0	S	d.long		13.9	W
obs Position	lat	14°	23.2'	S	long .	114°	24.8	W

مثال محلول (١٩ – ٣)

في وقت المنطقة Z.T. 1500 يوم 18th March السفينة في الموقع الحسابي

D.R. Position (38° 25.0' N ; 174° 45.0 W)

خط السير الصحيح	True Co. 105°
السرعة	Speed 14.5 knots
خطأ المؤشر	I.E. 1.4 on the arc
ارتفاع عين الراصد	Ht of eye 14.5 metres
خطأ الكرونومتر	ch. error 4^m 30^s Slow

تم رصد الحافة السفلى للشمس Sun Lower limb وكانت نتائج الرصد :

وقت الكرونومتر	ch. time 2^h 55^m 00^s
الارتفاع السدسي	Sext. alt 30° 50.5'

أوجد عناصر خط الموقع الفلكي بطريقة الفرق Intercept

وفي وقت الشفق المسائي تم رصد الكوكب Jupiter اثناء مروره على خط الزوال .

فإذا كان الارتفاع السدسي Sext alt. 75° 12.0'

أوجد الموقع المرصود في وقت الرصد الثاني .

Intercept (Sun)

Z.T.	1500 Mar. 18th
± Z.N. +	12
G.D.	0300 Mar. 19th
Ch.Time	2 55 00
Ch.Error	+ 4 30
G.M.T.	**02 59 30**

G.H.A.	208° 00`.7
Incr.	14° 52`.5
G.H.A.	222° 53`.2
± long (-)	174° 45`.0
L.H.A.	048° 08`.2

d = 1`.0

Dec.	00° 42`.8 S
d corr.	- 1`.0
C.Dec	00° 41`.8 S

L.H.A.	048°	08`.2	hav		A	0.711 S
Lat.	38°	25`.0 N	x cos		B	0.016 S
Dec.	00°	41`.8 S	x cos		C	0.727 S
			hav		Az.	S 60°.3 W
Lat ~ Dec	39°	06`.8	hav		T.Bg.	240°.3
C.Z.D.	58°	59`.0	hav			

Sext alt	30° 50`.5
I.E. -	1`.4
Obs. alt	30° 49`.1
Dip -	6`.7
App alt	30° 42`.4
Corr. +	14`.6
T. alt	30° 57`.0
90°	90°
T.Z.D.	59° 03`.0
C.Z.D.	58° 59`.0
intercept	**4`.0 A**

Accurate G.M.T. of Mer. Pass. (Planet)

Z.T.	1500 Mar. 18th
Z.N.	+12
G.Date	0300 Mar. 19th

L.M.T.	1823	
D.R.$_1$ Long.	1138	
G.M.T.$_1$	0601	1st approx.
G.Date	0300	
Interval	3h 01m	
Dist. Run	**43.7 M**	
True Co.	**105°**	

D.R.$_1$ (38° 25`.0 N ; 174° 45`.0 W)

D.R.$_1$	38°	25`.0 N ;	174°	45`.0 W
Run		11`.3 S		53`.8 E
D.R.$_2$	38°	13`.7 N ;	173°	51`.2 W

L.H.A.	360° 00`.0	
D.R.$_2$ Long.	173° 51`.2 W	
G.H.A.	173° 51`.2	
Tab. G.H.A.	159° 43`.1	5h
Incr.+v corr.	14° 08`.1	
- v corr.	2`.2	
Incr.	14° 05`.9	56m 24s
G.M.T.$_2$	5h 56m 24s	2nd approx.
G.M.T.$_1$ (-)	6h 01m 00s	
Interval ( )	04m 36s	
Dist. Run	**1.1 M**	
True Co.	**285°**	

D.R.$_2$	38°	13`.7 N ;	173°	51`.2 W
Run		00`.3 N		01`.4 W
D.R.$_3$	**38°**	**14`.0 N ;**	**173°**	**52`.6 W**

L.H.A.	360° 00`.0
D.R.$_3$ Long.	173° 52`.6 W
G.H.A.	173° 52`.6
Tab. G.H.A.	159° 43`.1
Incr.+v corr.	14° 09`.5
- v corr.	2`.2
Incr.	14° 07`.3
G.M.T.$_3$	**5h 56m 29s**

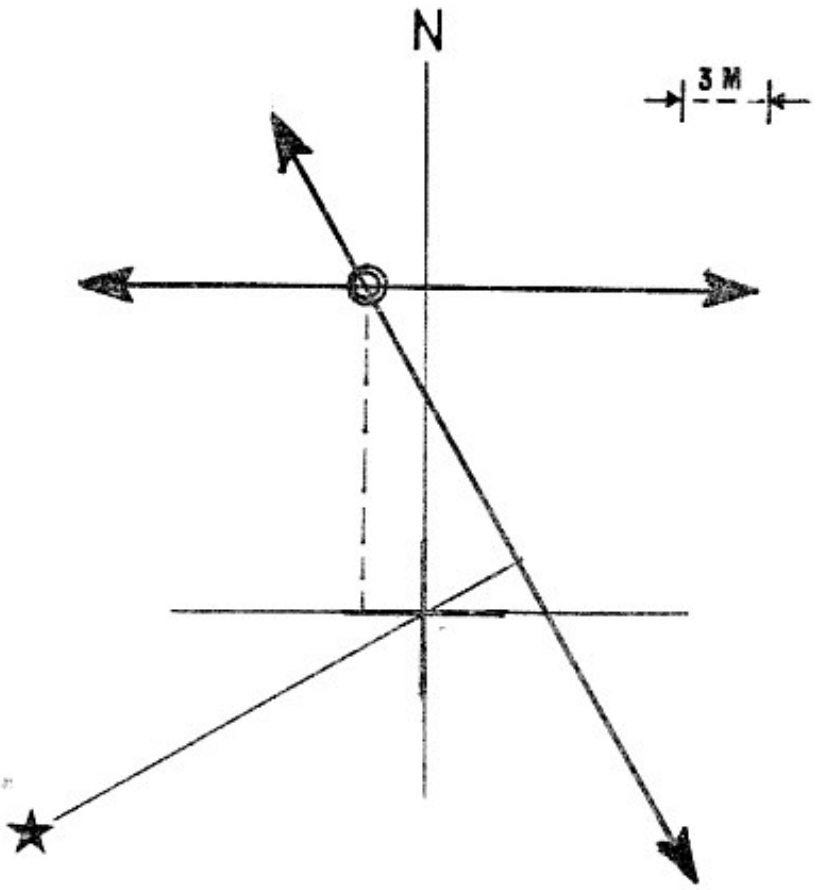
رابعا : حل الرصد الثانى :

G.M.T. 5h 56m 29s March 19th

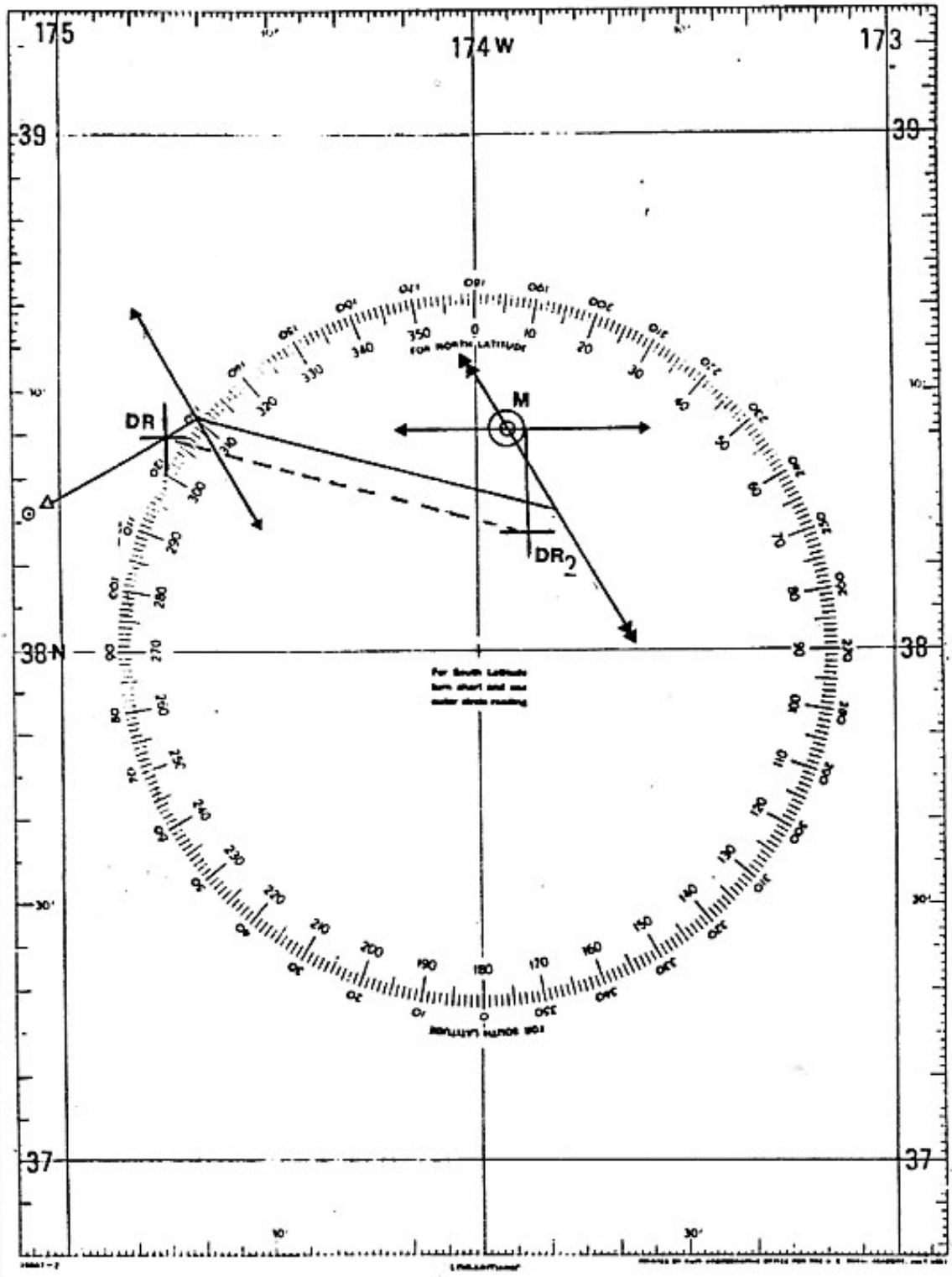
Sext . alt .	75° 12.0'
I . E .	- 1.4
Obs . alt	75° 10.6'
Dip.	6.7
app. alt.	75° 03.9'
Corrn.	- 0.3
T . alt .	75° 03.6
90	89 60.0
T. m . Z. D .	14 56.4'
Dec	23 29.2
T. lat .	38° 25.6 N
D. R_2 .lat	38° 14.0 N
d. lat	11.6 N

Dec	N 23° 29.2
d♀	0.0
C.Dec	N 23° 29.2

خامسا : التواقيع :



D.R.$_2$ Position	lat	38°	14.0	N	long.	173°	52.6'	W
	d.lat		11.6	N	d.long		2.7	W
obs Position	lat	38°	25.6'	N	long.	173°	55.3	W


175
174 W
173
39
38 N
37
DR
M
DR2

مثال محلول (١٩ – ٤)

فى وقت المنطقة Z.T. 0930 يوم 4th February السفينة فى الموقع الحسابى
D.R. Position (33° 15'.0 S ; 179° 32.0' E)

خط السير الصحيح　True Co. 125°

السرعة　Speed 15 knots

خطأ المؤشر　I.E. 0.9' on the arc

ارتفاع عين الراصد　Ht . of eye 15 metres

خطأ الكرونومتر　Ch error 5m 35s slow

تم رصد الحافة السفلى للشمس Sun Lower limb وكانت نتائج الرصد :

وقت الكرونومتر　ch. time 9h 24m 15s

الارتفاع السدسى　Sext alt 49° 10.0'

وفى وقت المنطقة Z.T. 1030 تم تغيير خط السير الى True Co. 115°

وفى وقت المنطقة (12-) Z.T. 1224 تم رصد الحافة السفلى للشمس Sun Lower limb بالقرب من الزوال near the mer. وكانت نتائج الرصد :

وقت الكرونومتر　ch. time 00h 18m 18s

الارتفاع السدسى　Sext alt 72° 26.9'

فإذا كان التيار المؤثر على السفينة خلال فترة الابحار :

اتجاه التيار　set of current due North

إزاحة التيار　drift of current 2.2 miles

فأوجد الموقع المرصود فى وقت الرصد الثانى .

Intercept (Sun)

Z.T.	0930 Feb. 4th
± Z.N. -	12
G.D.	2130 Mar. 3rd

Ch.Time	9 24 15
Ch.Error	+ 5 35
G.M.T.	**21 29 50**

G.H.A.	131° 31`.8
Incr.	07° 27`.5
G.H.A.	138° 59`.3
± long (+)	179° 32`.0
L.H.A.	318° 31`.3

d = 0`.7

Dec.	16° 24`.2 S
d corr.	- 0`.3
C.Dec	16° 23`.9 S

L.H.A.	318°	31`.3	**hav**		A	0.742 N
Lat.	33°	15`.0 S	**x cos**		B	0.444 S
Dec.	16°	23`.9 S	**x cos**		C	0.297 N
			hav		Az.	N 76°.0 E
Lat ~ Dec	16°	51`.1	**hav**		T.Bg.	**076°.0**
C.Z.D.	40°	54`.0	**hav**		**P.L.$_1$**	**166° / 346°**

Sext alt	49° 10`.0
I.E. -	0`.9
Obs. alt	49° 09`.1
Dip -	6`.8
App alt	49° 02`.3
Corr. +	15`.4
T. alt	49° 17`.7
90°	90°
T.Z.D.	40° 42`.3
C.Z.D.	40° 54`.0
intercept	**11`.7 A**

ثانيا – حسابات الابحار بين الرصدتين :

Z.T2	1030
Z.T1	0930
Interval 1	1h 00m
Dist Run1	15 miles
T.Co. 1	125°

Z.T3	1224
Z.T2	1030
Interval 2	1h 54m
Dist Run2	28.5 miles
T. Co . 2	115°

جدول الابحار :

T. Co .	Dist .	d.lat		dep		
		N	S	E	W	
076°	11.7 T	02.8		11.4		← نتائج الرصد الاول
125°	15		08.6	12.3		← السير الاول
115°	28.5		12.0	25.8		← السير الثانى
N	2.2	02.2				← التيار
		15.6 S		49.5' E		

Initial lat	33° 15.0' S
1/2 d.lat	7.8 S
mean lat	33° 22.8 S

d.long
59.3' E

ثالثا : ايجاد الموقع الحسابى الثانى

1st D.R. Position	lat	33° 15.0 S	long	179° 32.0' E
	d.lat	15.6 S	E d.long	59.3 E
2nd D.R. Position	lat	33° 30.6' S	d.long	179° 28.7 W

EX.Meridian (Sun)

رابعا : حل الرصد الثانى

Z.T.	1224 Feb. 4th
Z.N. (-)	12
G.D.	0024 Feb. 4th

Ch.Time	00h 18m 18s
Ch.Error	+ 5m 35s
G.M.T.	00h 23m 53s

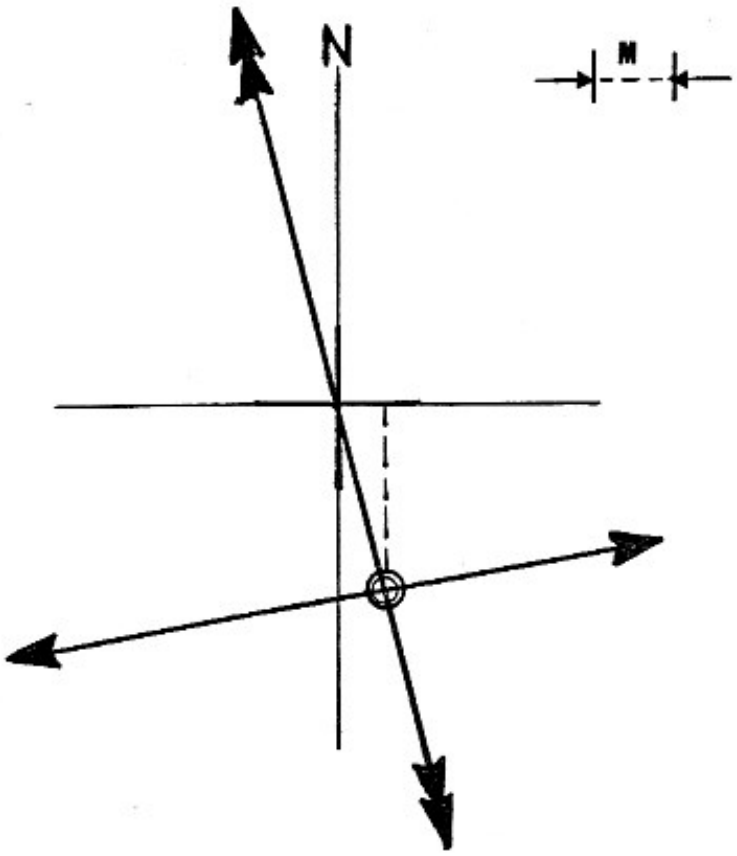
GHA	176° 31`.7	Dec	S 16° 22`.0
Incr.	5° 58`.3	d corr	- 0`.3
G.H.A.	182° 30`.0	C.Dec	S 16° 21`.7
± Long. (E\W)	179° 28`.7		
L.H.A.	3° 01`.3		

Sext.alt.	72° 26`.9
I.E.	- 0`.9
Obs.alt.	72° 26`.0
Dip	- 06`.8
App.alt	72° 19`.2
Corr.	+ 15`.9
T.alt	72° 35`.1
Red.	+ 13`.6
T.M.alt.	72° 48`.7
90°	90°
T.M.Z.D.	17° 11`.3
Dec. +	16° 21`.7
T.Lat.	33° 33`.0 S
D.R. Lat.	33° 30`.6 S
d.Lat.	**2`.4 S**

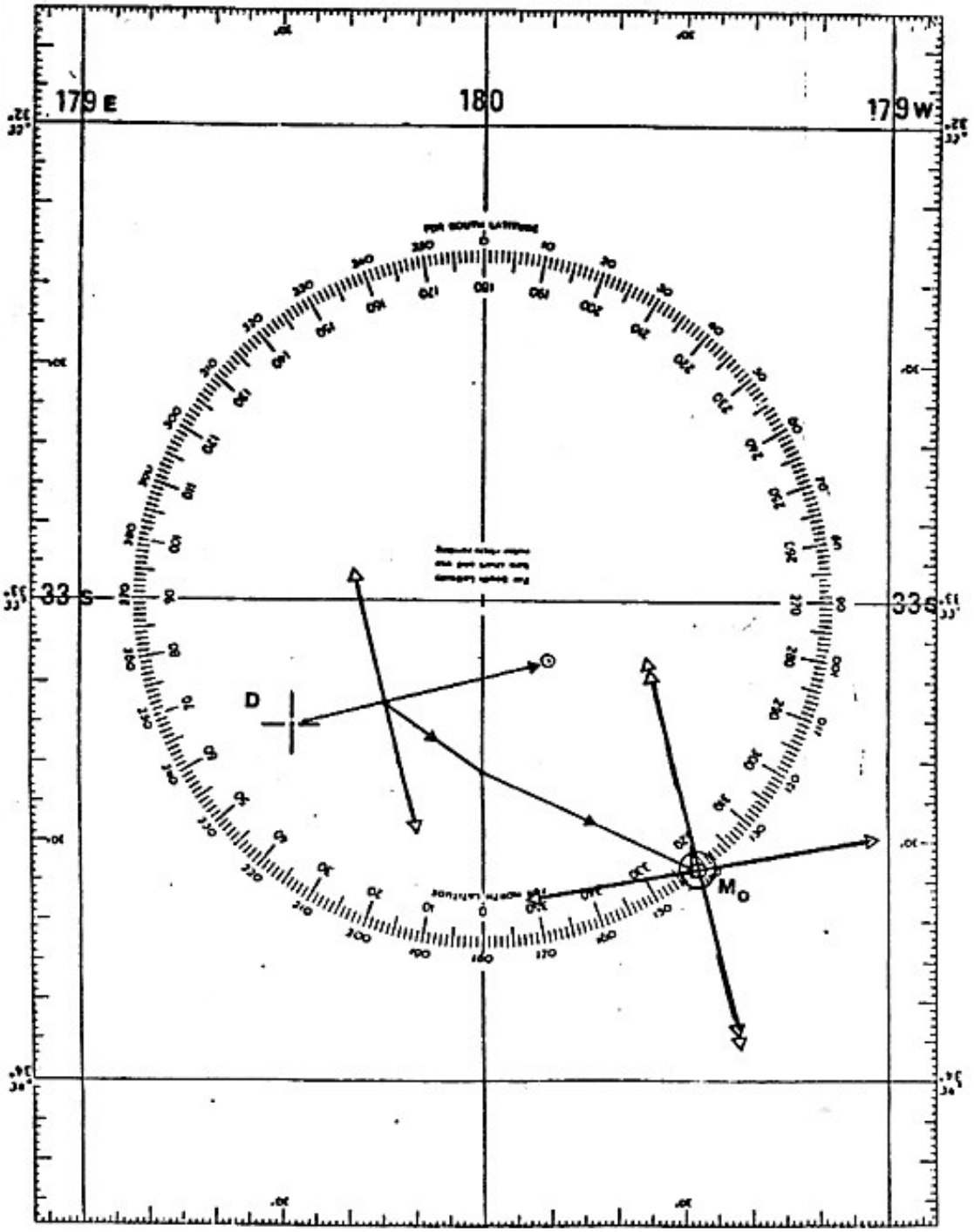
L.H.A.	3° 01`.3
Lat.	S 33° 30`.6
Dec.	S 16° 21`.7

A	12.544 N
B	5.570 S
C	6.974 N
Az.	N 9°.8 W
T.Bg.	350°.2
P.L.	**080°.2 \ 260°.2**

خامسا : التوقيع :



2nd D.R. Position	lat	33°	30.6'	S	long	179°	28.7'	W
	d.lat		+ 2.3	S	d.long		00.7	E
obs . Position	lat	33°	32.9'	S	long	179°	28.0'	W


179 E
180
179 W
33 S
33 S
D
Mo

مثال محلول (١٩ – ٥)

في وقت المنطقة Z.T. 1436 يوم 3rd February

السفينة في الموقع الحسابي

D.R. Position (38° 45.0' N , 132° 15.0 W)

خط السير الصحيح　T.Co. 214°

السرعة　Speed 13.6 knots

خطأ المؤشر　I.E. + 2.3

إرتفاع عين الراصد　Ht . of eye 15 metres

خطأ الكرونومتر　ch. error 1^m 14^s slow

تم رصد الحافة السفلى للشمس Sun Lower limb وكانت نتائج الرصد :

وقت الكرونومتر　ch. time 11^h 34^m 26^s

الارتفاع السدسي　Sext alt . 24° 11.6'

ثم في وقت المنطقة Z.T. 1746 تم رصد النجم القطبي Polaris وكانت نتائج الرصد :

وقت الكرونومتر　ch. time 2^h 45^m 24^s

الارتفاع السدسي　Sext alt 39° 01.0'

اوجد الموقع المرصود في وقت الرصد الثاني .

Intercept (Sun)

Z.T.	1436 Feb. 3rd
± Z.N. +	9
G.D.	2336 Feb. 3rd

Ch.Time	11 34 26
Ch.Error	+ 1 14
G.M.T.	**23 35 40**

G.H.A.	161° 31`.7
Incr.	08° 55`.0
G.H.A.	170° 26`.7
± long (-)	132° 15`.0
L.H.A.	38° 11`.7

d = 0`.7

Dec.	16° 22`.7 S
d corr.	- 0`.4
C.Dec	16° 22`.3 S

L.H.A.	38° 11`.7	hav		A	1.020 S
Lat.	38° 45`.0N	x cos		B	0.475 S
Dec.	16° 22`.3 S	x cos		C	1.495 S
		hav		Az.	S 40°.6 W
Lat ~ Dec	55° 07`.3	hav		T.Bg.	**220°.6**
C.Z.D.	65° 41`.5	hav		**P.L.**	**130°.6 / 310°.6**

Sext alt	24° 11`.6
I.E. +	2`.3
Obs. alt	24° 13`.9
Dip -	6`.8
App alt	24° 07`.1
Corr. +	14`.1
T. alt	24° 21`.2
90°	90°
T.Z.D.	65° 38`.8
C.Z.D.	65° 41`.5
intercept	**2`.7 T**

ثانيا : حسابات الابحار :

$Z.T_2$	1746 Feb 3rd
Z.N	+ 9
G. D_2	0246 Feb 4th

ch. Time	2^h 45^m 24^s
ch . error	1 + 14
G.M.T_2	2 46 38 Feb 4th
G.M.T_1	23 35 40 Feb 3 rd
Interval	3^h 10 58
Dist. Run	43.3 miles
T. Co.	214°

جدول الابحار :

T. Co .	Dist	d. lat		dep		
		N	S	E	W	
220.6°	2.7 T		02.1'		1.8'	نتائج الرصد الأول
214°	43.3		35.9		24.2	السـيـر
			38.0' S		26.0 W	

Inihal lat	38° 45.0' N
$\frac{1}{2}$ d.lat	19.0 S
mean lat	38° 26.0 N

d. long
33.2' W

ثالثا : ايجاد الموقع الحسابى الثانى 2nd DR Position

1 st D. R . Position	lat	38° 45.0 N	long	132° 15.0' W	
	dlat	38.0 S	d.long	33.2 W	
2 nd D . R . Positi	lat	38° 07.0 N	long	132° 48.2 W	

حل الرصد الثانى :

Pole Star (Polaris)

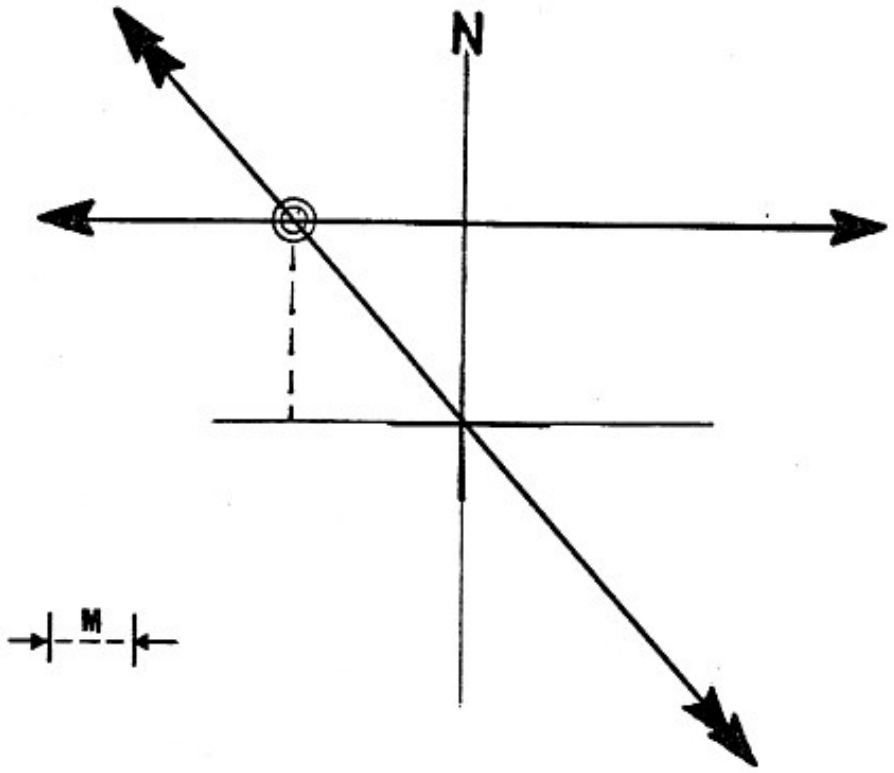
Z.T.	1746 Feb. 3rd
Z.N. +	9
G.D.	0246 Feb. 4th
Ch.Time	02h 45m 24s
Ch.Error	+ 01m 14s
G.M.T.	**02h 46m 38s**

G.H.A.γ	163° 58`.8
Incr.	11° 41`.4
G.H.A. γ	175° 40`.2
± long (-)	132° 48`.2
L.H.A. γ	42° 52`.0

Sext.alt	39° 01`.0
I.E.	+ 2`.3
Obs.alt.	39° 03`.3
Dip	- 6`.8
App alt	38° 56`.5
corr	- 1`.2
True alt	38° 55`.3
a_0	+0° 12`.7
a_1	+ 00`.6
a_2	+ 00`.8
-1°	-1°
True Lat.	38° 09`.4 N
D.R. Lat.	38° 07`.0 N
d.Lat.	**2`.4 N**

Az.	359°.8
P.L.	**089°.8 / 269°.8**

خامسا : التواقيع



2nd D.R. Position	lat	38°	07.0'	N	long	132°	48.2'	W
	d.lat		2.3	N	d.long		3.4	W
obs . Position	lat	38°	09.3'	N	long	132°	51.6'	W

مثال محلول (١٩ - ٦)

في وقت المنطقة Z.T. 0946 يوم 11th July السفينة في الموقع الحسابي

D.R. Position (14° 55' S ; 157° 45' E)

خط السير الصحيح	True Co. 015°
السرعه	speed 9 Knots
خطأ المؤشر	I.E. nil
ارتفاع عين الراصد	Ht of eye 8m
خطأ الكرونومتر	Ch. error 1m 10s Fast

تم رصد الحافة السفلى للشمس Sun lower limb وكانت نتائج الرصد :

وقت الكرونومتر	Ch. time 10h 47m 16s
الارتفاع السدسي	sext. alt. 34° 12.'0

أوجد الطول الذى يتقاطع فيـــــه خط الموقع الفلكى L.O.P مع العرض الحسابى D.R. lat

ثم فى وقت المنطقه Z.T. 1324 تم رصد الحافه السفلى للشمسSun Lower limb وكانت نتائج الرصد :

وقت الكرونومتر	Ch. time 2h 24m 34s
الارتفاع السدسي	sext. alt. 51° 27.0'

أوجد الموقع المرصود فى الرصد الثاني .

Longitude (Sun)

حل الرصد الأول :

Z.T.	0946 Jul.11th
Z.N. -	11
G.D.	2246 Jul. 10th
Ch.time	10 47 16
Ch.error	- 01 10
G.M.T.	**22 46 06**

G.H.A.	148° 39`.6
Incr.	11° 31`.5
G.H.A.	160° 11`.1
± Long. (+)	158° ≈
L.H.A. ≈	318° > 180°

Dec.	N 22° 10`.9
d.corr.	- 0`.2
C.Dec.	N 22° 10`.7

i.e. **L.H.A. = 360° - P**

Sext. alt	34° 12`.0
I.E. -	
Obs. alt	34° 12`.0
Dip -	5`.0
app. alt.	34° 07`.0
corr	+ 14`.6
True alt	34° 21`.6
90°	90°
T.Z.D.	55° 38`.4

T.Z.D.	55° 38`.4	hav		L.H.A.	317° 40`.5
Lat ~ Dec	15° 18`.5	- hav		G.H.A.	160° 11`.1
		hav		Obs. Long.	157° 29`.4 E
lat	S 14° 55`.0	÷ cos			
Dec	N 22° 10`.7	÷ cos			
P	42° 19`.5	hav			

L.H.A.	317° 40`.5
lat	S 14° 55`.0
Dec	N 22° 10`.7

A	0.293 N
B	0.605 N
C	0.898 N
Az.	N 49° E
T.Bg.	049°
P.L.	**139° / 319°**

ثانيا : حسابات الابحار : Calculation of Run

$Z.T_2$	1324	July 11th
Z. N	- 11	
G. D_2	0224	July 11th

ch. Time	2	24	34	
ch . error		1	10	
G.M.T2	2	23	24	July 11
G.M.T1	22	46	06	July 10
Interval	3h	37m	18s	
Dist. Run	32.6	miles		
T. Co.	015°			

جدول الابحار :

T. Co .	Dist	d. lat		dep	
		N	S	E	W
015	32.6	31.5'		08.4'	
		31.5' N		8.4 E	

d. long
8.7' E

Initial lat	14°	55.0'	S
$\frac{1}{2}$ d.lat		15.8	N
mean lat	14°	39.2	S

ثالثا : ايجاد الموقع الحسابى الثانى 2nd DR Position

Initial Position	lat	14°	55.0	S	long	157°	29.4' E
	dlat		31.5	N	d.long		8.7 E
2 nd D . R . Position	lat	14°	23.5	S	long	157°	38.1 E

Intercept (Sun)

Z.T.	1324 Jul. 11th
± Z.N. -	11
G.D.	0224 Jul.11th
Ch.Time	02 24 34
Ch.Error	- 1 10
G.M.T.	**02 23 24**

G.H.A.	208° 39`.2
Incr.	05° 51`.0
G.H.A.	214° 30`.2
± long (+)	157° 38`.1
L.H.A.	12° 08`.3

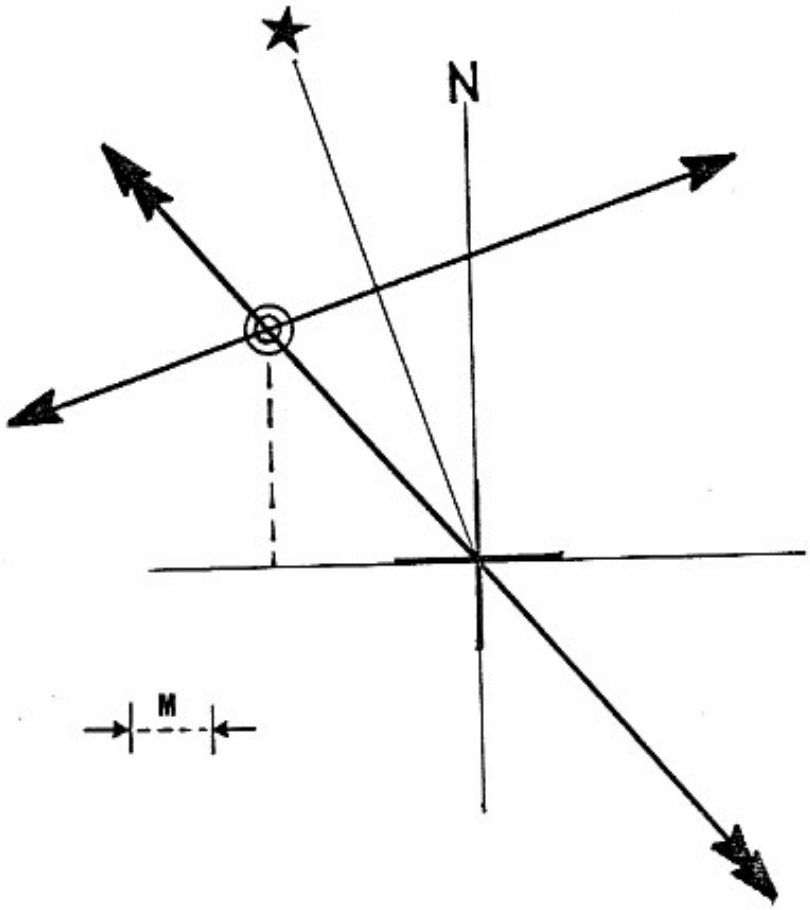
d = 0`.7

Dec.	22° 09`.6 N
d corr.	- 0`.1
C.Dec	22° 09`.5 N

L.H.A.	12°	08`.3	hav		A	1.193 N
Lat.	14°	23`.5 S	x cos		B	1.937 N
Dec.	22°	09`.5 N	x cos		C	3.130 N
			hav		Az.	N 18°.3 W
Lat ~ Dec	36°	33`.0	hav		T.Bg.	**341°.7**
C.Z.D.	38°	26`.3	hav			

Sext alt	51° 27`.0
I.E.	0`.0
Obs. alt	51° 27`.0
Dip -	5`.0
App alt	51° 22`.0
Corr. +	15`.2
T. alt	51° 37`.2
90°	90°
T.Z.D.	38° 22`.8
C.Z.D.	38° 26`.3
intercept	**3`.5 T**

خامسا : التوقيع



2nd D.R. Position	lat	14°	23.5'	S	long	157°	38.1'	E
	d.lat		2.9	N	d.long		2.6	W
obs . Position	lat	14°	20.6'	S	long	157°	35.5'	E

مثال محلول (١٩ – ٧)

في وقت المنطقة Z.T. 1410 يوم 3rd March السفينة في الموقع الحسابي

D.R. Position (32° 40' N ; 66° 10.2' W)

خط السير الصحيح True Co. 300°

السرعه speed 18 Knots

خطأ المؤشر I.E. 2.1 on the arc

ارتفاع عين الراصد Ht of eye 14 m

خطأ الكرونومتر Ch. error 3m 15s Fast

تم رصد الحافة السفلى للقمر Moon lower limb وكانت نتائج الرصد :

وقت الكرونومتر Ch. time 6h 13m 00s

الارتفاع السدسي sext. alt. 38° 35.4'

ثم في وقت المنطقة Z.T. 1830 تم رصد النجم Alphard

وقت الكرونومتر Ch. time 10h 35m 38s

الارتفاع السدسي sext. alt. 11° 58.1'

أوجد الموقع المرصود في الرصد الثاني بتنفيذ الحل باسلوب الطول Long method لكلا الرصدتين .

Longitude (Moon)

أولا : حل الرصد الأول

Z.T.	1410 Mar.3rd
Z.N. +	+ 4
G.D.	1810 Mar.3rd
Ch.time	6 13 00
Ch.error	- 03 15
G.M.T.	18 09 45

G.H.A.	005° 20`.4
Incr.	2° 19`.6
V corr.	0`.7
G.H.A.	007° 40`.7
± Long. (-)	066°
L.H.A.	301° > 180°

Dec.	N 26° 30`.2
d.corr.	+ 0`.7
C.Dec.	N 26° 30`.9

i.e. **L.H.A. = 360° - P**

Sext. alt	38° 35`.4
I.E.	2`.1
Obs. alt	38° 33`.3
Dip	6`.6
app. alt.	38° 26`.7
corr	+ 54`.6
Corr	+ 6`.5
UL - 30`	----------
True alt	39° 27`.8
90°	90°
T.Z.D.	50° 32`.2

T.Z.D.	50° 32`.2	hav		L.H.A.	301° 35`.5
Lat ~ Dec	6° 09`.1	- hav		G.H.A.	007° 40`.7
		hav		Obs.ong.	66° 05`.2 W
lat	N 32° 40`.0	÷ cos		D.R..Long.	66° 10`.2 W
Dec	N 26° 30`.9	÷ cos		d. Long.	5`.0 E
P	58° 24`.5	hav		**dep.**	**4`.2 E**

L.H.A.	301° 35`.5
Lat.	N 32° 40`.0
Dec.	N 26° 30`.9

A	0.394 S
B	0.586 N
C	0.191 N
Az.	N 80°.8 E
T.Bg.	**080°.8**
P.L.	**170°.8 / 350°.8**

ثانيا : حسابات الابحار : Calculation of Run

$Z.T_2$	18.30
Z. N	4
G. D_2	2230

ch. Time	10 35 38
ch . error	3 15
G.M.T_2	22 32 23
G.M.T_1	18 09 45
Interval	4^h 22^m 38^s
Dist. Run	78.8 miles
T. Co.	300

جدول الابحار :

T. Co .	Dist	d. lat		dep	
		N	S	E	W
300	78.8	39.4'			68.2'
		39.4' N		68.2 W	

d. long
81.3' E

Initial lat	32° 40.0' N
d.lat	+ 19.7 N
mean lat	32° 59.7 N

ثالثا : ايجاد الموقع الحسابى الثانى 2nd DR Position

Initial Position	lat	32° 40.0 N	long	66° 05.2' W
	dlat	39.4 N	d.long	1° 21.3 W
2 nd D . R . Position	lat	33° 19.4 N	long	67° 26.5 W

Longitude (Star)

رابعا : حل الرصد الثانى

Z.T.	1830 Mar. 3rd
Z.N.	4
G.D.	2230 Mar. 3rd
Ch.time	10 35 38
Ch.error	- 3 15
G.M.T.	22 32 23

G.H.A.γ	131° 24`.9
Incr.	008° 07`.1
S.H.A. *.	218° 13`.0
G.H.A.*	357° 45`.0
± Long. (+)	67° (≈)
L.H.A. ≈	290° > 180°

Dec.	S 8° 37`.1

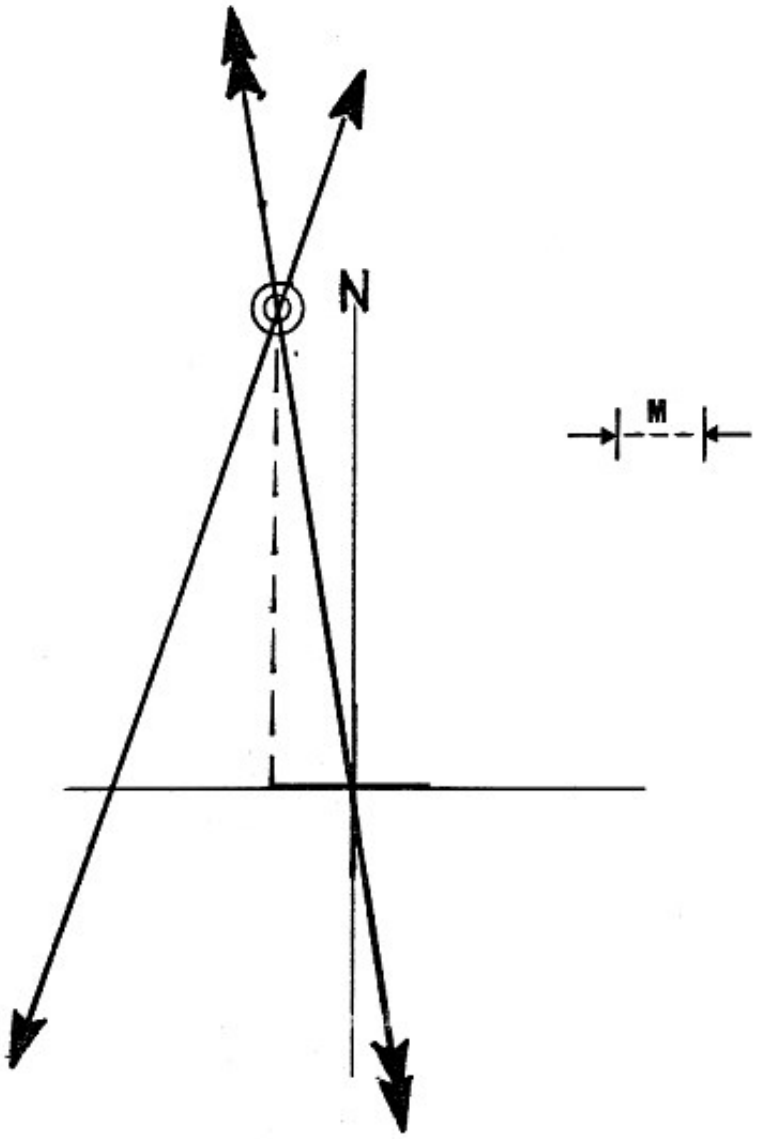
i.e. **L.H.A. = 360° - P**

Sext. alt	11° 58`.1
I.E.	- 2`.1
Obs. alt	11° 56`.0
Dip	6`.6
app. alt.	11° 49`.4
corr	4`.6
True alt	11° 44`.9
90°	90°
T.Z.D.	78° 15`.1

T.Z.D.	78° 15`.1	hav		L.H.A.	290° 15`.0
Lat ~ Dec	41° 56`.5	- hav		G.H.A.	357° 45`.0
		hav		**Obs.Long.**	**67° 30`.0 W**
lat	N 33° 19`.4	÷ cos		D.R. Long	67° 26`.5 W
Dec	S 8° 37`.1	÷ cos		d. Long.	3`.5 W
P	69° 45`.0	hav		**dep.**	**2`.9 W**

L.H.A.	290° 15`.0	A	0.243 S
Lat.	N 33° 19`.4	B	0.162 S
Dec.	S 8° 37`.1	C	0.405 S
		Az.	S 71°.3 E
		T.Bg.	**108°.7**
		P.L.	**018°.7 / 198°.7**

خامسا : التوقيع



2 nd D. R . Position	lat	33°	19.4	N	long	67°	26.5'	W
	dlat		05.7	N	d.long		01.2	W
obs. Position	lat	33	25.1	N	long	67°	27.7	W

مثال محلول (١٩ - ٨)

فى وقت المنطقه 0932 Z . T . يوم 21 st August

السفينه فى الموقع D . R . Position (29° 12' N ; 26° 10.'0 W)

خط السير الصحيح　　T . Co . 285° T

السرعه　　Speed 15.5 knots

خطأ المؤشر　　I . E . 1.5 on th arc

أرتفاع عين الراصد　　Ht . of eye 12.3 metres

خطأ الكرونومتر　　Ch. error 00m 35s fast

تم رصد الحافة السفلى للشمس Sun Lower Limb وكانت النتائج :

وقت الكرونومتر　　Ch. time 11h 33m 02s

الأرتفاع السدسى　　Sext alt . 54° 10.6

ثم فى وقت المنطقه 1047 Z . T . تم تغيير خط السير الى : T . Co. 300° T

وفى وقت المرور الزوالى تم رصد الحافة السفلى للشمس Sun Lower Limb وكانت النتائج :

الأرتفاع السدسى الزوالى　　mer . Sext . alt . 72° 38.9'

حل الرصد الاول بطريقة الطول Long method ثم اوجد الموقع المرصود فى وقت الرصد الثانى .

Accurate G.M.T. of Mer. Pass. (Sun)

Z.T.	0932 Aug.21st	1047
Z.N.	+02	+2
G.Date	1132 Aug.21st	1247

D.R. 1 29° 12`.0 N ; 026° 10`.0 W

L.M.T.	12 03		
D.R.1 Long.	01 45		
G.M.T.1	13 48	12 47	1st approx.
G.Date	12 47	11 32	
Interval	01 01	01 15	
Dist. Run	**15.8 M**	**19.4 M**	
True Co.	**300°**	**285°**	

D.R.1	29°	12`.0 N ;	026°	10`.0 W
Run1		07`.9 N		13`.7 W
Run2		05`.5 N		18`.7 W
D.R.2	29°	24`.9 N ;	026°	42`.4 W

L.H.A.	360°	00`.0	
D.R.2 Long.	026°	42`.4 W	
G.H.A.	026°	42`.4	
Tab. G.H.A.	014°	12`.5	13h
Incr.	12°	29`.9	50m 00s
G.M.T.2	13h	50m 00s	2nd approx.
G.M.T.1 (-)	13h	48m 00s	
Interval ( )		02m 00s	
Dist. Run	**0.5 M**		
True Co.	**300°**		

D.R.2	29°	24`.9 N;	026°	42`.4 W
Run		00`.3 N		00`.2 W
D.R.3	**29°**	**25`.2 N ;**	**026°**	**42`.8 W**

L.H.A.	360°	00`.0
D.R.3 Long.	026°	42`.8
G.H.A.	026°	42`.80
Tab. G.H.A.	014°	12`.5
Incr.	12°	30`.3
G.M.T.3	**13h**	**50m 01s**

Longitude (Sun)

أولا : حل الرصد الأول

Z.T.	0932 Aug.21st
Z.N. +	2
G.D.	1132 Aug.21st
Ch.time	11 33 02
Ch.error	- 00 35
G.M.T.	11 32 27

G.H.A.	344° 12`.1
Incr.	8° 06`.8
G.H.A.	352° 18`.9
± Long. (-)	26° ≈
L.H.A. ≈	326° > 180°

i.e. **L.H.A. = 360° - P**

Dec.	N 12° 07`.3
d.corr.	- 0`.4
C.Dec.	N 12° 06`.9

Sext. alt	54° 10`.6
I.E. -	- 1`.5
Obs. alt	54° 09`.1
Dip -	6`.2
app. alt.	54° 02`.9
corr	+ 15`.3
True alt	54° 18`.2
90°	90°
T.Z.D.	35° 41`.8

T.Z.D.	35° 41`.8	hav		L.H.A.	326° 15`.6
Lat ~ Dec	17° 05`.1	- hav		G.H.A.	352° 18`.9
		hav		Obs. Long.	26° 03`.3 W
lat	N 29° 12`.0	÷ cos			
Dec	N 12° 06`.9	÷ cos			
P	42° 19`.5	hav			

L.H.A.	326° 15`.6	A	0.837 S
lat	N 29° 12`.0	B	0.386 N
Dec	N 12° 06`.9	C	0.451 S
		Az.	S 68°.5 E
		T.Bg.	111°.5
		P.L.	**021°.5 / 201°.5**

ثانيا : حسابات الابحار :

Z . T1	09 32
Z . N .	2
G . Date$_1$	11 32

Z . T2	10 47
Z . N .	2
G. Date	12 47

G. Date$_2$	12 47
G. Date$_1$	11 32
Interval	1 15

⟶ Dist . Run 19.4 miles
T . Course N 75° W

G. M . T .3	13 50
G . Date2	12 47
Interval	1 03

⟶ Dist . Run 16.3 miles
T . Course N 60° W

جدول الابحار :

T. Co .	Dist	d. lat		dep	
		N	S	E	W
N 75° W	19.4	05.0'			18.7 ← السير الاول
N 60° W	16.3	08.2'			14.1 ← السير الثانى
		13.2' N			32.8' W

Initial lat	29° 12.0' N
$\frac{1}{2}$ d.lat	+ 6.6 N
mean lat	29° 18.6 N

d. long
37.6' W

ثالثا : ايجاد الموقع الحسابى الثانى

Initial Position	lat	29°	12.0 N	long	26°	03.3'	W
	dlat		13.2 N	d.long		37.6	W
2 nd D . R . Position	lat	29°	25.2 N	long	26°	40.9	W

رابعا : الرصد الثانى :

GMT_3 . of mer . pass . 13h 50m 01s

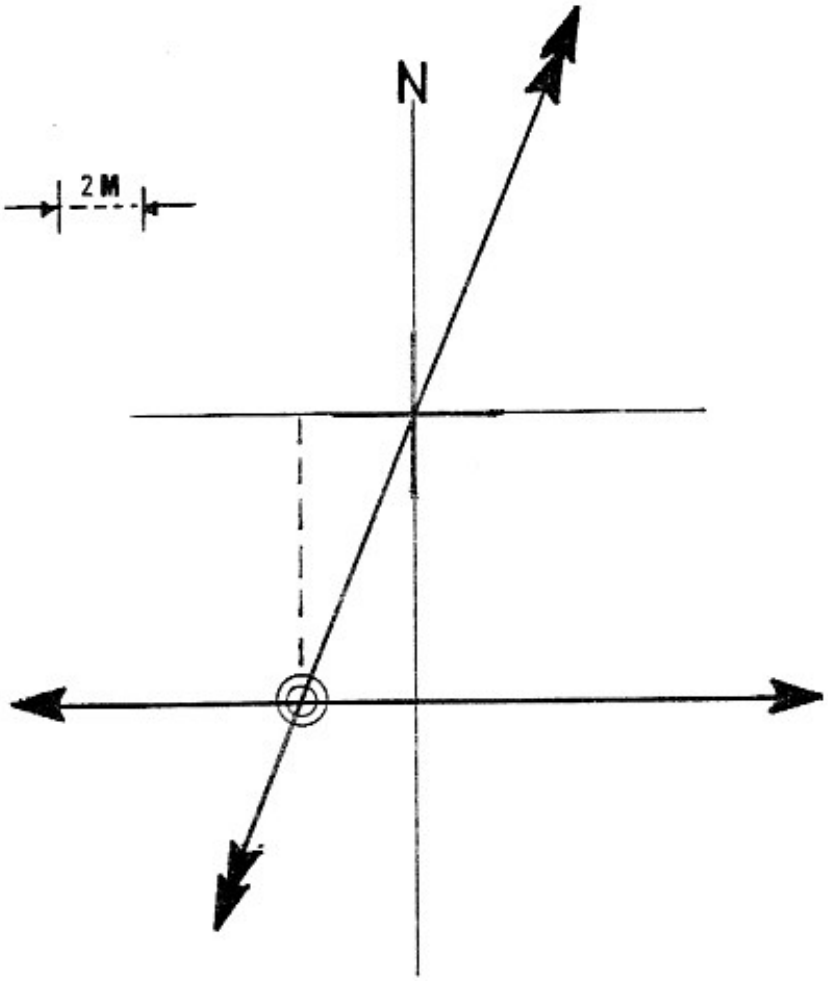
ايجاد قيمه Dec :

Dec	12° 05.7 N	d
d c	0.7	0.8
C. Dec	12° 05.0 N	

Sext . mer . alt .	72°	38.9
I . E .		1.5
obs. mer . alt .	72°	37.4
Dip		6.2
app . mer. alt .	72°	31.2
Cprrn		15.6
True mer . alt .	72°	46.8
go	89	60..0
True m. Z . D .	17°	13.2
Dec	12°	05.0 N
True lat .	29°	18.2 N
D . R .2 lat .	29°	25.2 N
d . lat .		7.0 S

P. L. 2 (090° - 270°)

خامسا: التوقيع



2nd D.R. Position	lat	29°	25.2'	N	long	26°	40.9'	W
	d.lat		7.0	S	d.long		3.2'	W
obs . Position	lat	29°	18.2'	N	long	26°	44.1'	W

مثال محلول (١٩ – ٩)

في وقت المنطقة Z . T . 1630 يوم 21 st August السفينة في الموقع الحسابى

D. R . position (28° 12` N , 26° 10 W)

خط السير الصحيح	T . Co . 285° T
السرعه	Speed 15.5 knots
خطأ المؤشر	I . E . 1.5 on th arc
أرتفاع عين الراصد	Ht . of eye 12.3 metres
خطأ الكرونومتر	Ch. error 00m 35s fast

تم رصد الحافة السفلى للشمس Sun Lower Limb وكانت النتائج :

وقت الكرونومتر	Ch. time 6h 31m 30s
الأرتفاع السدسى	Sext alt . 22° 18.2

ثم فى وقت المنطقه Z . T . 1730 تم تغيير خط السير الى : T . Co. 300°

وفى وقت المنطقة Z . T . 2045 تم رصد النجم Nunki بالقرب من خط الزوال وكانت النتائج :

وقت الكرونومتر	Ch. time 10h 46m 28s
الأرتفاع السدسى	Sext alt . 35° 03.4

اوجد الموقع المرصود فى وقت الرصد الثانى مستخدما طريقة الطول Long method فى حل الرصد الاول .

Longitude (Sun)

اولا : حل الرصد الاول

Z.T.	1630 Aug. 21st
Z.N. +	2
G.D.	1830 Aug. 21st
Ch.time	06 31 30
Ch.error	- 00 35
G.M.T.	**18 30 55**

G.H.A.	089° 13`.2
Incr.	7° 43`.8
G.H.A.	096° 57`.0
± Long. (-)	26° ≈
L.H.A. ≈	71° < 180°

i.e. **L.H.A. = P**

Dec.	N 12° 01`.5
d.corr.	- 0`.4
C.Dec.	N 12° 01`.1

Sext. alt	22° 18`.2
I.E. -	01`.5
Obs. alt	22° 16`.7
Dip -	6`.2
app. alt.	22° 10`.5
corr	+ 13`.7
True alt	22° 24`.2
90°	90°
T.Z.D.	67° 35`.8

T.Z.D.	67° 35`.8	hav		L.H.A.	70° 51`.2
Lat ~ Dec	16° 10`.9	- hav		G.H.A.	096° 57`.0
		hav		Obs. Long.	26° 05`.8 W
lat	N 28° 12`.0	÷ cos			
Dec	N 12° 01`.1	÷ cos			
P	70° 51`.2	hav			

L.H.A.	317° 40`.5	A	0.186 S
lat	N 28° 12`.0	B	0.225 N
Dec	N 12° 01`.1	C	0.039 N
		Az.	N 88° W
		T.Bg.	**272°**
		P.L.	**002° / 182°**

ثانيا : حسابات الابحار :

$Z.T_2$	17 30
$Z.T_1$.	16 30
$Interval_1$	1h 00m
Dist. Run	15.5 miles
T. Co.	285°

$Z.T_3$	20 45
$Z.T_2$.	17 30
Interval	3h 15m
Dist. Run	50.4 miles
T. Co.	300°

جدول الابحار :

T. Co.	Dist	d. lat		dep	
		N	S	E	W
285°	15.5	04.0'			15.0
300°	50.4	25.2'			43.6
		29.2' N		58.6' W	

Initial lat	28° 12.0' N
$\frac{1}{2}$ d.lat	+ 14.6 N
mean lat	28° 26.6 N

d. long
66.6' W

ثالثا : ايجاد الموقع الحسابى الثانى 2 nd D . R . position

Initial Position	lat	29° 12.0 N	long	26° 05.8' W
	dlat	29.2 N	d.long	1° 06.6 W
2 nd D . R . Position	lat	28° 41.2 N	long	27° 12.4 W

ملحوظة : يبدأ الابحار من النقطة المعلومة على خط الموقع الاول P . L . 1 وهى
(28° 12` N , 26° 05.8` W)

Ex.Meridian (Star)

رابعا : حل الرصد الثانى

Z.T.	2045 Aug. 21st
Z.N.	+2
G.D.	2245 Aug. 21st

Ch.Time	10 46 28
Ch.Error (-)	00 35
G.M.T.	**22 45 53**

GHAγ	299°	57`.6
Incr.	11°	30`.1
S.H.A.*	76°	19`.2
G.H.A.*	27°	46`.9
± Long. (E\W)	27°	12`.4
L.H.A. *	00°	34`.5

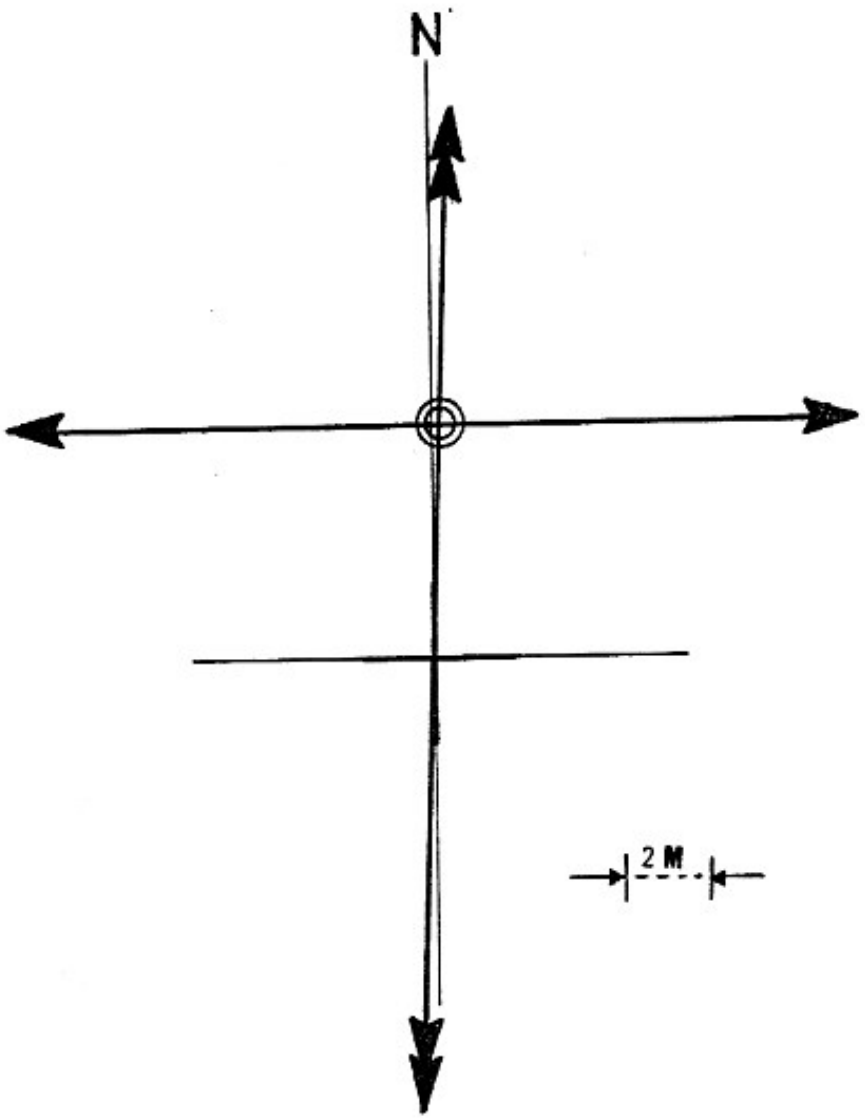
Dec* S 26° 18`.6

Sext.alt.	35° 03`.4
I.E. -	1`.5
Obs.alt.	35° 01`.9
Dip -	6`.2
App.alt	34° 55`.7
Corr. -	1`.4
T.alt	34° 54`.3
Red. +	0`.2
T.M.alt.	34° 54`.5
90°	90°
T.M.Z.D.	55° 05`.5
Dec.	26° 18`.6
T.Lat.	28° 46`.9 N
D.R. Lat.	28° 41`.2 N
d.Lat.	**5`.7 N**

L.H.A.	00°	34`.5
Lat.	28°	41`.2 N
Dec.	26°	18`.6 S

A	54.522 S
B	49.270 S
C	103.792 S
Az.	S 0°.6 W
T.Bg.	180°.6
P.L.	**090°.6 / 270°.6**

خامسا : التوقيع



2nd D.R. Position	lat	28°	41.2'	N	long	27°	12.4'	W
	d.lat		5.7	N	d.long		0.2'	E
obs . Position	lat	28°	46.9'	N	long	27°	12.2'	W

مثال محلول (١٩ – ١٠)

فى وقت المنطقة 1550 . Z . T يوم 22 th April السفينة فى الموقع الحسابى

D. R . position (43° 15.0` N , 178° 40.0` W)

خط السير الصحيح	T . Co . 270° T
السرعه	Speed 18 knots
خطأ المؤشر	I . E . nil
أرتفاع عين الراصد	Ht . of eye 10.5 metres
خطأ الكرونومتر	Ch. error 4m 29s fast

تم رصد الحافة السفلى للشمس Sun Lower Limb وكانت النتائج :

وقت الكرونومتر	Ch. time 3h 55m 14s
الأرتفاع السدسى	Sext alt . 30° 22.6

ثم فى وقت المنطقه (12 +) 1920 . Z . T تم رصد النجم القطبى Polaris وكانت النتائج :

وقت الكرونومتر	Ch. time 7h 24m 49s
الأرتفاع السدسى	Sext alt . 43° 10.4

حل الرصد الاول بطريقة الطول Long method ثم اوجد الموقع المرصود فى وقت الرصد الثانى .

Longitude (Sun)

أولا : حل الرصد الأول

Z.T.	1550 Apr.22nd
Z.N. +	12
G.D.	0350 Apr. 23rd
Ch.time	03 55 14
Ch.error	- 04 29
G.M.T.	03 50 45

G.H.A.	225° 23`.9
Incr.	12° 41`.3
G.H.A.	238° 05`.2
± Long. (-)	179° ≈
L.H.A. ≈	59° < 180°

Dec.	N 12° 24`.8
d.corr.	+ 0`.7
C.Dec.	N 12° 25`.5

i.e. **L.H.A. = P**

Sext. alt	30° 22`.6
I.E. -	
Obs. alt	30° 22`.6
Dip -	5`.7
app. alt.	30° 16`.9
corr	+ 14`.4
True alt	30° 31`.3
90°	90°
T.Z.D.	59° 28`.7

T.Z.D.	59° 28`.7	hav		L.H.A.	59° 33`.2
Lat ~ Dec	30° 49`.5	- hav		G.H.A.	238° 05`.2
		hav		Obs. Long.	178° 32`.0 W
lat	N 43° 15`.0	÷ cos			
Dec	N 12° 25`.5	÷ cos			
P	59° 33`.2	hav			

L.H.A.	317° 40`.5	A	0.553 S
lat	N 43° 15`.0	B	0.256 N
Dec	N 12° 25`.5	C	0.297S
		Az.	S 77°.8 W
		T.Bg.	257°.8
		P.L.	167°.8 / 347°.8

ثانيا : حسابات الابحار

$Z.T_2$	19 20
Z.N	+ 12
$G.D_2$	07 20

$Ch.time_2$	7 24 49
Ch.error	4 29
$G.M.T_2$	7 20 20
$G.M.T_1$	3 50 45
Interval	3 29 35

Dist Run　62.9 miles

True. Co.　W

جدول الابحار :

T. Co.	Dist	d. lat		dep	
		N	S	E	W
270°	62.9				62.9
				62.9'	W

Inihal lat	43°	15.0'	N
$\frac{1}{2}$ d.lat	+	0.0	N
mean lat	43°	15.0	N

d. long	
86.4'	W

ثالثا : ايجاد الموقع الحسابى الثانى 2 nd D.R. position

Initial Position	lat	43° 15.0	N	long	178° 32.0' W
	dlat	0.0	N	d.long	1° 26.6 W
2 nd D.R. Position	lat	43° 15.0	N	long	179° 58.4 W

ملحوظة : يبدأ الابحار من النقطة المعلومة على خط الموقع الاول L.P.1 وهى

(43° 15` N , 178° 32.0` W)

حل الرصد الثانى

Pole Star (Polaris)

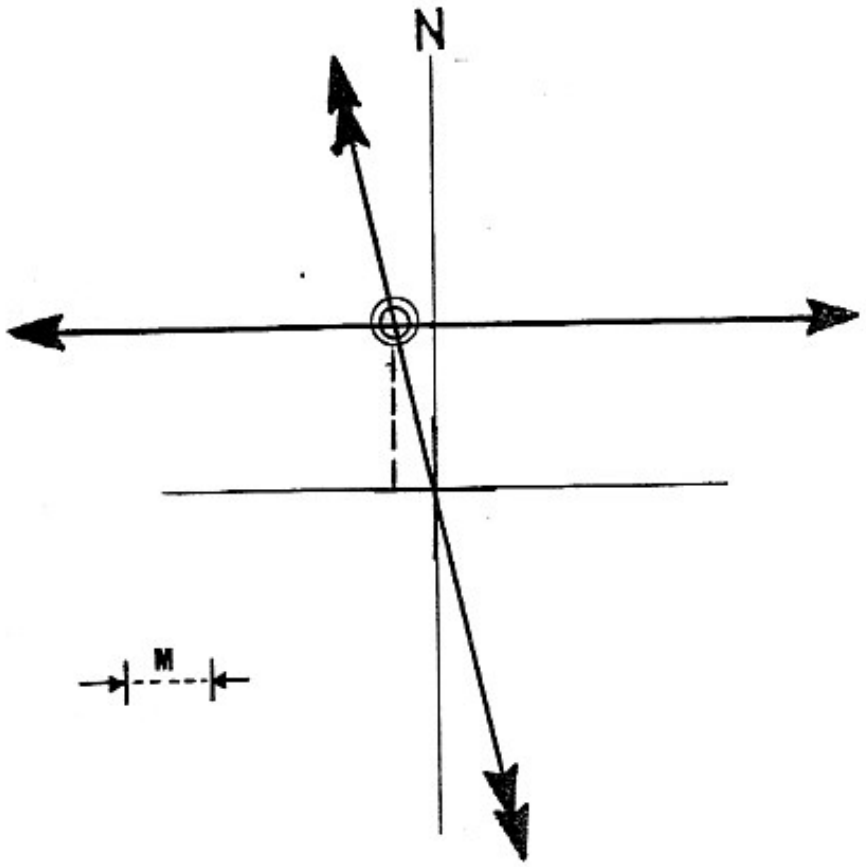
Z.T.	1920 Apr. 22nd
Z.N. +	12
G.D.	0720 Apr. 23rd
Ch.Time	07h 24m 49s
Ch.Error	- 04m 29s
G.M.T.	**07h 20m 20s**

G.H.A.γ	316° 04`.4
Incr.	5° 05`.8
G.H.A. γ	321° 09`.8
± long (-)	179° 58`.5
L.H.A. γ	141° 11`.3

Sext.alt	43° 10`.4
I.E.	
Obs.alt.	43° 10`.4
Dip	- 5`.7
App alt	43° 04`.7
corr	- 1`.0
True alt	43° 03`.7
a_0	+1° 11`.8
a_1	+ 00`.5
a_2	+ 01`.0
-1°	-1°
True Lat.	43° 17`.0 N
D.R. Lat.	43° 15`.0 N
d.Lat.	**2`.0 N**

Az.	359°
P.L.	**089° / 269°**

خامسا : التوقيع



2nd D.R. Position	lat	43°	15.0′	N	long	179°	58.4′	W
	d.lat		2.0	N	d.long		0.7′	W
obs . Position	lat	43°	17.0′	N	long	179°	59.2′	W

مثال محلول (١٩ – ١١)

فى وقت المنطقة 1200 . Z . T يوم 9th July السفينة فى الموقع الحسابى

D. R . position (15° 16.0` N , 28° 45.0` W)

خط السير الصحيح	T . Co . 180° T
مسافة الابحار بين الرصدين	Dist. Run 37 Miles
خطأ المؤشر	I . E . 1.0' off the arc
أرتفاع عين الراصد	Ht . of eye 10 metres
خطأ الكرونومتر	Ch. error 2m 05s fast

تم رصد الحافة السفلى للشمس Sun Lower Limb أثناء مـرورها على خط الزوال فكانت النتائج :

الأرتفاع السدسى الزوالى	Sext mer alt . 82° 48.0

ثم فى وقت المنطقه Z . T 1347 تم رصد الحافة السفلى للشمس Sun Lower Limb وكانت نتائج الرصد :

وقت الكرونومتر	Ch. time 3h 49m 16s
الأرتفاع السدسى	Sext alt . 63° 17.2

اوجد الموقع المرصود فى وقت الرصد الثانى .

أولا : حل الرصد الاول :

Z . T	1200	July 9 th
Z . N	+2	
G . D	1400	July 9 th

حساب وقت المرور الزوالى Time of mer . pass .

L . M . T .	12 05
± long W/E	1 55
G . M . T .	14 00

حساب قيمة Dec :

Dec	22°	20.9`	N
d ς		0.0	
C . Dec	22°	20.9`	N

حساب قيمة True lat :

Sext . mer . alt .	82°	48.0`	
I . E .		+ 1.0	
obs . mer . alt .	82°	49.0`	
Dip		_ 5.6	
app . mer . alt .	82°	43.4`	
Corr n		+ 15.8	
True mer . alt .	82°	59.2`	
90	89	60.0	
T . mer . Z . D .	7°	00.8`	
Dec	22	20.9	
True lat	15°	20.1	N

P . L . 1 (090° _ 270°)

ثانيا : حسابات الابحار :

True Co. 180° = S

Dist Run = 37 miles

جدول الابحار :

T . Co .	Dist .	d . lat		dep	
		N	S	E	W
S	37		37		
		37.0 S		0.0	

ثالثا : ايجاد الموقع الحسابى الثانى 2 nd D . R . position

Initial position	lat	15°	20.1` N	long	28°	45.0`	W
	d . lat		37.0 S	d . long		0.0	W
2 nd D . R . position	lat	14°	43.1` N	long	28°	45.0`	W

ملحوظة : نعتبر ان نقطة بدء الابحـــــار هى النقطة المعلومة على خـــط الموقع االفلكى الاول P.L.1 وهى

(15° 20.1` N , 28° 45.0` W)

Intercept (Sun)

رابعا : حل الرصد الثانى

Z.T.	1347 Jul. 9th
± Z.N. +	2
G.D.	1547 Jul.9th
Ch.Time	03 49 16
Ch.Error	- 2 05
G.M.T.	**15 47 11**

G.H.A.	043° 42`.3
Incr.	11° 47`:8
G.H.A.	055° 30`.1
± long (-)	28° 45`.0
L.H.A.	26° 45`.1

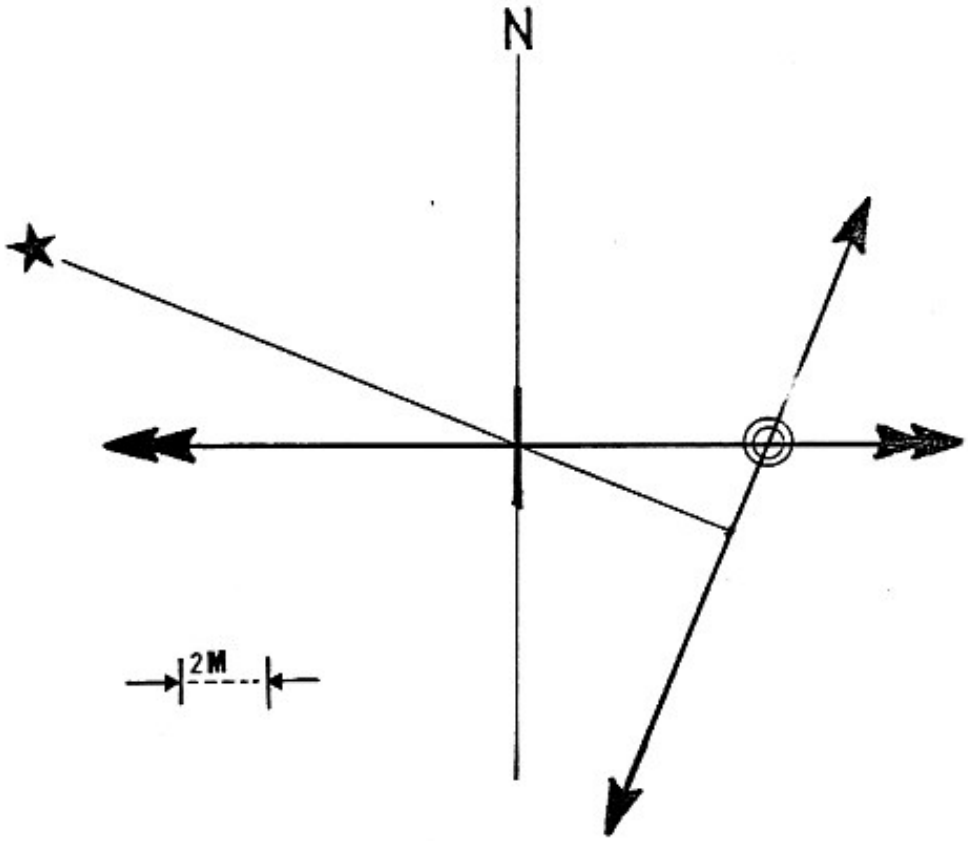
d = 0`.3

Dec.	22° 20`.6 N
d corr.	- 0`.2
C.Dec	22° 20`.4 N

L.H.A.	26° 45`.1	**hav**		A	0.521 S
Lat.	14° 43`.1 N	x **cos**		B	0.913 N
Dec.	22° 20`.4 N	x **cos**		C	0.392 N
		hav		Az.	N 69°.2 W
Lat ~ Dec	7° 37`.3	**hav**		T.Bg.	**290°.8**
C.Z.D.	26° 26`.3	**hav**			

Sext alt	63° 17`.2
I.E.	1`.0
Obs. alt	63° 18`.2
Dip -	5`.6
App alt	63° 12`.6
Corr. +	15`.5
T. alt	63° 28`.1
90°	90°
T.Z.D.	26° 31`.9
C.Z.D.	26° 26`.3
intercept	**5`.6 A**

خامسا : التوقيع



2 nd D . R . position	lat	14°	43.1` N	long	28°	45.0` W
	d . lat		0.0	d . long		6.1 E
obs position	lat	14°	43.1` N	long	28°	38.9` W

مثال محلول (١٩ – ١٢)

فى ظهر يوم 10th July **السفينة فى الموقع الحسابى**

D. R . position (47° 25.0` N , 153° 50.0` W)

خط السير الصحيح	T . Co . 068° T
السرعة	Speed 16 Knots
خطأ المؤشر	I . E . nil
أرتفاع عين الراصد	Ht . of eye 13.6 metres
خطأ الكرونومتر	Ch. error 2m 41s slow
التيار المؤثر	Current 130° / 2 knots

تم رصد الحافة السفلى للشمس Sun Lower Limb **أثناء المرور الزوالى وكانت النتيجة :**

الأرتفاع السدسى الزوالى	Sexst mer alt. 64° 44.9`

ثم تم رصد الحافة السفلى للشمس Sun lower limb **وكانت نتائج الرصد :**

وقت الكرونومتر	Ch. time 2h 21m 30s
الأرتفاع السدسى	Sext alt . 34° 27.0

حل الرصد الثانى بطريقة الطول Long method **ثم اوجد الموقع المرصود فى وقت الرصد الثانى .**

أولا : حل الرصد الاول :

ايجاد وقت المرور الزوالى G.M.T. of mer.pass.

L.M.T.	12 05	July 10 th
Long	+ 10 15	
G.M.T.	22 20	July 10 th

L.H.A.	360° 00.0`	
± long W/E	153 50.0	
G.H.T.	153° 50.0`	
Tab.G.H.A.	148 39.6 ⟶	(22^h)
Incr.	5° 10.4` ⟶	(20^m 42^s)
G.M.T.	22h 20m 42s	

ايجاد قيمة Dec :

Dec	N 22° 10.9`	
d c	- 0.1	d (0.3)
C.Dec	N 22° 10.8	

ايجاد العرض الحقيقى True lat :

Sext.mer.alt.	64° 44.9`	
I.E.	_	
obs.mer.alt.	64° 44.9`	
Dip	_ 6.5	
app.mer.alt.	64 38.4`	
Corr n	+ 15.5	
True mer.alt.	64 53.9	
90	89 60.0	
T.mer.Z.D.	25° 06.1	
Dec	22° 10.8 N	
True lat	47° 16.9` N	

ثانيا : حسابات الابحار :

Ch . time$_2$	2^h	21^m	30^s	
Ch . error		+ 2	41	
G . M . T.$_2$	2	24	11	July 11 th
G . M . T.$_1$	22	20	42	July 10 th
Interval	4	03	09	

Dist . Run　64.9 miles　　T . Co .　068°

drift　, 8.1 miles　　Set　130°

جدول الابحار :

T . Co .	Dist .	d . lat		dep		
		N	S	E	W	
068°	64.9	24.3		60.2		← السير
130°	8.1		5.2`	06.2		← التيار
		19.1` N		66.4 E		

Intitial lat	47°	16.9`	N
$\frac{1}{2}$ d . lat		9.6	N
mean lat	47°	26.5`	N

→ d . long: 98.2` E

ثالثا : ايجاد الموقع الحسابى الثانى　2 nd D . R . position

Initial position	lat	47°	+ 16.9`	N	long	153°	− 50.0`	W
	d . lat		19.1	N	d . long	1	38.2	E
2 nd D . R . position	lat	47°	36.0`	N	long	152°	11.8`	W

رابعا : حل الرصد الثانى :

Longitude (Sun)

Z.T.	
Z.N.	
G.D.	
Ch.time	02 21 30
Ch.error	+ 02 41
G.M.T.	**02 24 11 Jul.11th**

G.H.A.	208° 39`.2
Incr.	6° 02`.8
G.H.A.	214° 42`.0
± Long. (-)	152° ≈
L.H.A. ≈	62° < 180°

Dec.	N 22° 09`.6
d.corr.	- 0`.1
C.Dec.	N 22° 09`.5

i.e. **L.H.A. = P**

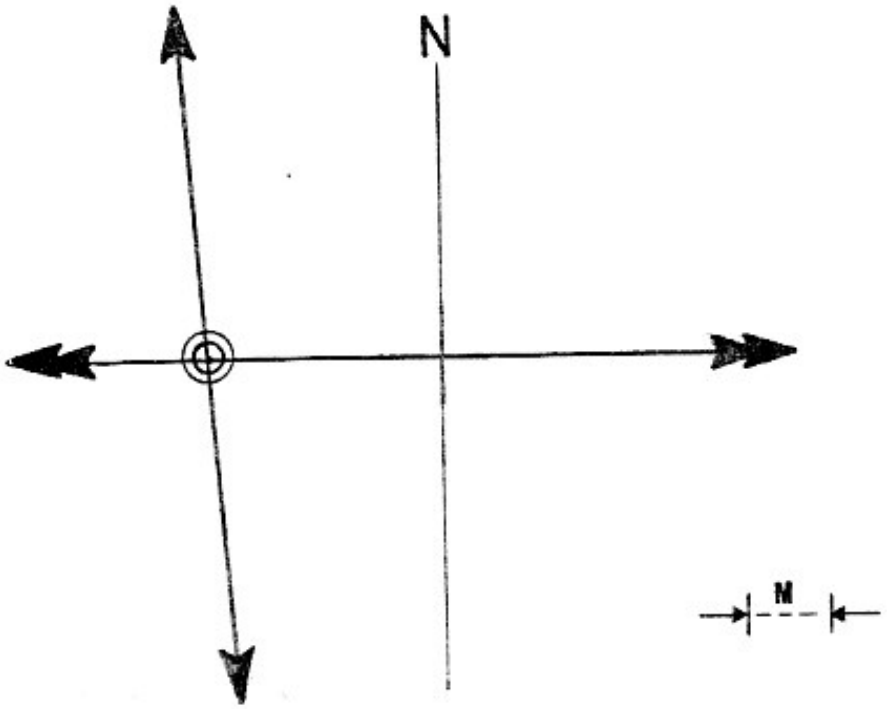
Sext. alt	34° 27`.0
I.E. -	
Obs. alt	34° 27`.0
Dip -	6`.5
app. alt.	34° 20`.5
corr	+ 14`.6
True alt	34° 35`.1
90°	90°
T.Z.D.	55° 24`.9

T.Z.D.	55° 24`.9	hav		L.H.A.	62° 25`.4
Lat ~ Dec	25° 26`.5	- hav		G.H.A.	214° 42`.0
		hav		Obs. Long.	152° 16`.0 W
lat	N 47° 36`.0	÷ cos		D.R.. Long.	152° 11`.8 W
Dec	N 22° 09`.5	÷ cos		d. Long.	4`.2 W
P	62° 25`.4	hav		dep.	2`.8 W

L.H.A.	62° 25`.4
lat	N 47° 36`.0
Dec	N 22° 09`.5

A	0.572 S
B	0.469 N
C	0.113 S
Az.	S 85°.7 W
T.Bg.	265°.7
P.L.	175°.7 / 355°.7

خامسا : التوقيع



2 nd D . R . position	lat	47°	36.0` N	long	152°	11.8`	W
	d . lat		0.0	d . long		4.2	W
obs position	lat	47°	36.0` N	long	152°	16.0`	W

مثال محلول (١٩ – ١٣)

في وقت المنطقة الصيفى (1 -) B. S. T. 1347 يوم 10th July السفينة فى الموقع الحسابى D. R . position (49° 26.0` N , 3° 43 W)

خط السير الصحيح	T . Co . 195° T
السرعه	Speed 10 knots
خطأ المؤشر	I . E . 2.0 on th arc
أرتفاع عين الراصد	Ht . of eye 12.5 metres
خطأ الكرونومتر	Ch. error 1 m 10s Slow

تم رصد الحافة السفلى للشمس Sun Lower Limb بالقرب من وقت المرور الزوالى Near the meridian وكانت النتائج :

وقت الكرونومتر	Ch. time 00h 46m 06s
الأرتفاع السدسى	Sext alt . 62° 07.0

وفى وقت المنطقة الصيفى (1 -) B.S.T 1623 تم رصد الحافة السفلى للشمس Sun lower limb وكانت النتائج :

وقت الكرونومتر	Ch. time 3h 22m 18s
الأرتفاع السدسى	Sext alt . 45° 07.7

اوجد الموقع المرصود فى وقت الرصد الثانى .

EX.Meridian (Sun)

أولا : حل الرصد الأول

Z.T.	1347 Jul. 10th
Z.N.	-1
G.D.	1247 Jul. 10th

Ch.Time	00h 46m 06s
Ch.Error	+ 1m 10s
G.M.T.	12h 47m 16s

GHA	358° 40`.4	Dec	N 22° 14`.1
Incr.	11° 49`.0	d corr	- 0`.2
G.H.A.	010° 29`.4	C.Dec	N 22° 13`.9
± Long. (E\W)	3° 43`.0		
L.H.A.	6° 46`.4		

Sext.alt.	62° 07`.0
I.E.	- 02`.0
Obs.alt.	62° 05`.0
Dip	- 06`.2
App.alt	61° 58`.8
Corr.	+ 15`.5
T.alt	62° 14`.3
Red.	+ 31`.6
T.M.alt.	62° 45`.9
90°	90°
T.M.Z.D.	27° 14`.1
Dec.	22° 13`.9 N
T.Lat.	**49° 28`.0 N**

L.H.A.	6° 46`.4
Lat.	N 49° 26`.0
Dec.	N 22° 13`.9

A	9.835 S
B	3.466 N
C	6.369 S
Az.	S 13°.6 W
T.Bg.	193°.6
P.L.	**103°.6 \ 283°.6**

ثانيا : حسابات الابحار

Z . T_2	1623
Z . N .	− 1
G . D_2	1523

Ch . time 2	03	22	18
Ch . error		1	10
G . M . T_2	15	23	28
G . M . T_1	12	47	16
Interval	2	36	12
Dist . Run	26 miles		
T . Co	195°		

جدول الابحار :

T . Co .	Dist .	d . lat		dep	
		N	S	E	W
195°	26	\	25.1`	\	6.7
		25.1` S		6.7` W	

Intitial lat	49°	28.0`	N
$\frac{1}{2}$ d . lat		12.6	S
mean lat	49°	15.4	N

d . long
10.3` W

ثالثا : ايجاد الموقع الحسابى الثانى　2 nd D . R . position

N . Initial position lat	49°	28.0	N	long	3°	43.0`	W
d . lat		25.1	S	d . long	+	10.3	W
2 nd D . R . position lat	49°	02.9`	N	long	3°	53.3`	W

Intercept (Sun)

رابعا : حل الرصد الثانى

Z.T.	1623 Jul. 10th
± Z.N. -	1
G.D.	1523 Jul.10th
Ch.Time	03 22 18
Ch.Error	+ 1 10
G.M.T.	**15 23 28**

G.H.A.	043° 40`.2
Incr.	5° 52`.0
G.H.A.	049° 32`.2
± long (-)	3° 53`.3
L.H.A.	45° 38`.9

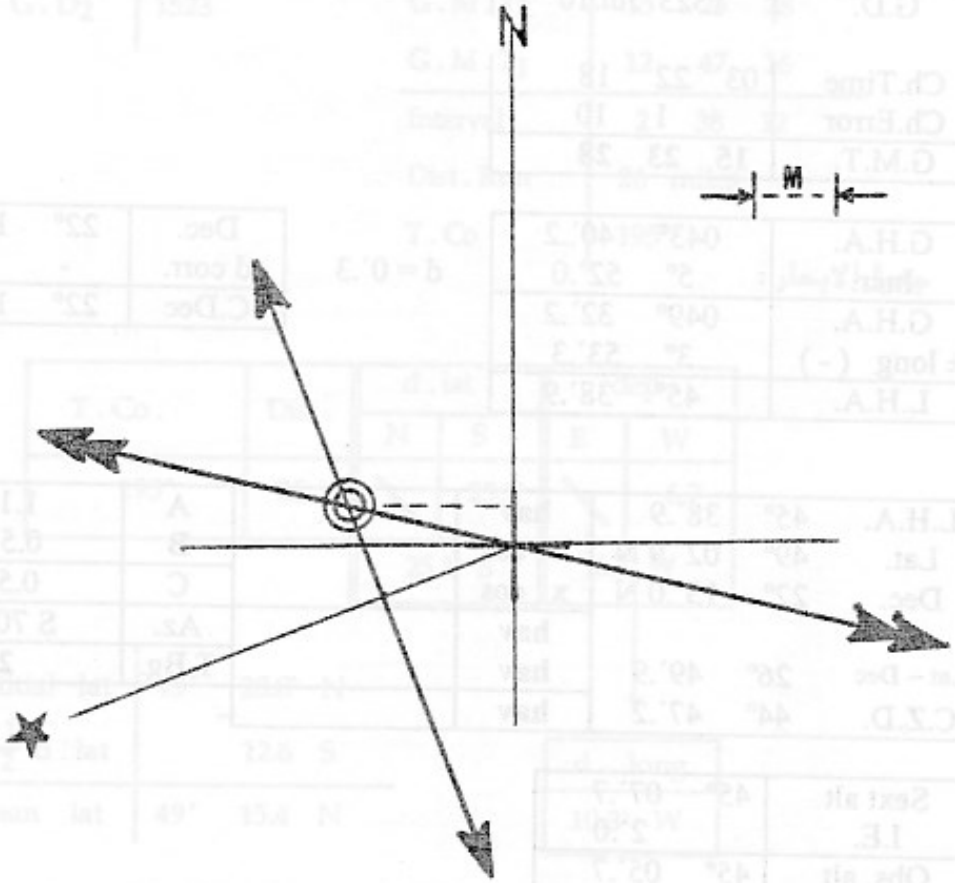
d = 0`.3

Dec.	22° 13`.1 N
d corr.	- 0`.1
C.Dec	22° 13`.0 N

L.H.A.	45°	38`.9	hav		A	1.127 S
Lat.	49°	02`.9 N	x cos		B	0.571 N
Dec.	22°	13`.0 N	x cos		C	0.555 S
			hav		Az.	S 70°.0 W
Lat ~ Dec	26°	49`.9	hav		T.Bg.	**250°**
C.Z.D.	44°	47`.2	hav			

Sext alt	45° 07`.7
I.E.	2`.0
Obs. alt	45° 05`.7
Dip -	6`.2
App alt	44° 59`.5
Corr. +	15`.0
T. alt	45° 14`.5
90°	90°
T.Z.D.	44° 45`.5
C.Z.D.	44° 47`.2
intercept	**1`.7 T**

خامسا : التوقيع



2 nd D . R . position	lat	49°	02.9`	N	long	3°	53.3`	W
d . lat			0.5	N	d . long		03.1`	W
obs position	lat	49°	3.4`	N	long	3°	56.4	W

مثال محلول (١٩ - ١٤)

في وقت المنطقة Z. T. 1140 يوم 30th Nov. السفينة في الموقع الحسابى

D. R . position (3° 50` N , 166° 12.0 E)

خط السير الصحيح	T . Co . 138°
السرعه	Speed 20 knots
خطأ المؤشر	I . E . 1.2 on the arc
أرتفاع عين الراصد	Ht . of eye 15 metres
خطأ الكرونومتر	Ch. error 3 m 08s Fast

تم رصد الحافة السفلى للشمس Sun Lower Limb بالقرب من خط الزوال near the meridian وكانت نتائج الرصد :

وقت الكرونومتر	Ch. time 00h 45m 14s
الأرتفاع السدسى	Sext alt . 64° 23.9

ثم فى وقت المنطقه Z . T 1300 تم تغيير خط السير الى : Altering . Co. 115°T وتقليل السرعة الى Decreasing speed to 15 knots

وفى وقت المنطقة Z.T. 1600

تم رصد الحافة السفلى للشمس Sun Lower Limb وكانت النتائج :

وقت الكرونومتر	Ch. time 5h 03m 20s
الأرتفاع السدسى	Sext alt . 21° 32.7'

حل الرصد الثانى بطريقة الطول Long method ثم اوجد الموقع المرصود فى وقت الرصد الثاني .

EX.Meridian (Sun)

اولا : حل الرصد الأول

Z.T.	1140 Nov. 30th
Z.N. -	11
G.D.	0040 Nov. 30th

Ch.Time	00h 45m 14s
Ch.Error	- 3m 08s
G.M.T.	00h 42m 06s

GHA	182° 53`.6	Dec	S 21° 33`.9
Incr.	10° 31`.5	d corr	+ 0`.3
G.H.A.	193° 25`.1	C.Dec	S 21° 34`.2
± Long. (E\W)	166° 12`.0		
L.H.A.	359° 37`.1		

Sext.alt.	64° 23`.9
I.E.	- 01`.2
Obs.alt.	64° 22`.7
Dip	- 06`.8
App.alt	64° 15`.9
Corr.	+ 15`.7
T.alt	64° 31`.6
Red.	+ 00`.2
T.M.alt.	64° 31`.8
90°	90°
T.M.Z.D.	25° 28`.2
Dec.	21° 34`.2
T.Lat.	**3° 54`.0 N**

L.H.A.	359°	37`.1		A	10.059 S
Lat.	3°	50`.0	N	B	59.607 S
Dec.	21°	34`.2	S	C	69.665 S
				Az.	S 0°.8 E
				T.Bg.	179°.2
				P.L.	**089°.2 \ 269°.2**

ثانيا : حسابات الابحار

Z . T.$_2$	13 00
Z . T.$_1$	11 40
Interval$_1$	1h 20m
Dist . Run$_1$	26.7 miles
T . Co .$_1$	138°

Z . T$_3$	1600
Z . T$_2$.	1300
Interval$_2$	3^h 00^m
Dist . Run$_2$	45 miles
T . Co .$_2$	115°

جدول الابحار :

T . Co .	Dist .	d . lat		dep	
		N	S	E	W
138°	26.7		19.8	17.9	
115°	45.0		19.0	40.8	
			38.8` S	58.7` E	

Intitial lat	3°	54.0`	N
$\frac{1}{2}$ d . lat		19.4	S
mean lat	3°	34.6`	N

d . long
58.8` E

ثالثا : ايجاد الموقع الحسابى الثانى 2 nd D . R . position

Initial position	lat	3°	54.0'	N	long	166°	12.0`	E
	d . lat		38.8	S	d . long		+ 58.8`	E
2 nd D . R . position	lat	3°	15.2	N	long	167°	10.8`	E

Longitude (Sun)

رابعا : حل الرصد الثانى ،

Z.T.	1600 Nov. 30th
Z.N. -	11
G.D.	0500 Nov. 30th
Ch.time	05 03 20
Ch.error	- 03 08
G.M.T.	**05 00 12**

G.H.A.	257° 52`.4
Incr.	03`.0
G.H.A.	257° 55`.4
± Long. (+)	167° ≈
L.H.A. ≈	65° <180°

Dec.	S 21° 36`.0
d.corr.	0`.0
C.Dec.	S 21° 36`.0

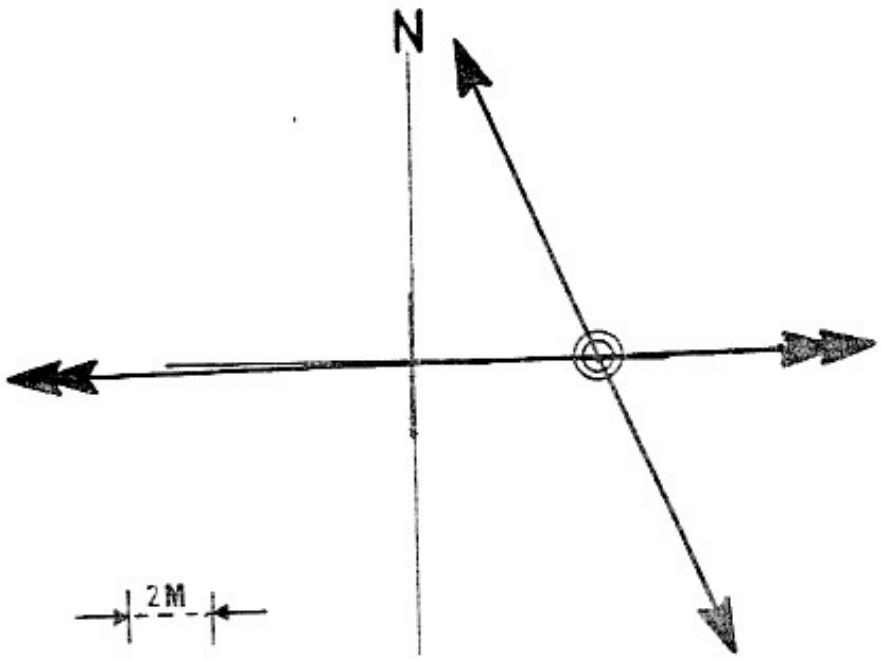
i.e. **L.H.A. = P**

Sext. alt	21° 32`.7
I.E. -	1`.2
Obs. alt	21° 31`.5
Dip -	6`.8
app. alt.	21° 24`.7
corr	+ 13`.8
True alt	21° 38`.5
90°	90°
T.Z.D.	68° 21`.5

T.Z.D.	68° 21`.5	hav		L.H.A.	65° 10`.7
Lat ~ Dec	24° 51`.2	- hav		G.H.A.	257° 55`.4
		hav		Obs. Long.	167° 15`.3 E
lat	N 3° 15`.2	÷ cos		D.R.. Long.	167° 10`.8 W
Dec	S 21° 36`.0	÷ cos		d. Long.	4`.5 E
P	65° 10`.7	hav		**dep.**	**4`.5 E**

L.H.A.	65° 10`.7	A	0.026 S
lat	N 3° 15`.2	B	0.436 S
Dec	S 21° 36`.0	C	0.463 S
		Az.	S 65°.2 W
		T.Bg.	**245°.2**
		P.L.	**155°.2 / 335°.2**

خامسا : التوقيع



2 nd D . R . position	lat	3°	15.2`	N	long		167°	10.8`	E
d . lat			0.1	N	d . long			4.5`	E
obs position	lat	3°	15.3`	N	long		167°	15.3	E

مثال محلول (١٩ - ١٥)

فى أثناء الشفق الصباحى Morning Twilight يوم 10th July السفينة فى الموقع الحسابى

D. R . position (40° 00` N , 179° 15 E)

خط السير الصحيح	T . Co . 105°
السرعه	Speed 19 knots
خطأ المؤشر	I . E . 1.7 off the arc
أرتفاع عين الراصد	Ht . of eye 13.4 metres
خطأ الكرونومتر	Ch. error 3 m 41s Slow

تم رصد النجم القطبى Polaris وكانت نتائج الرصد :

وقت الكرونومتر	Ch. time 4h 12m 10s
الأرتفاع السدسى	Sext alt . 40° 37.9

وبعد فترة ابحار قدرها 3h 40m تم تغيير خط السير الى :

خط السير الصحيح T. Co_2 080°

وتم بعد ذلك رصد الحافة السفلى للشمس Sun lower limb وكانت النتائج :

وقت الكرونومتر	Ch. time 9h 20m 40s
الأرتفاع السدسى	Sext alt . 52° 42.8'

اوجد الموقع المرصود فى وقت الرصد الثانى .

حل الرصد الأول :

Pole Star (Polaris)

L.M.T.	0408 Jul. 10th
± long (+)	1157
G.D.	1611 Jul. 9th
Ch.Time	4h 12m 10s
Ch.Error	+ 03m 41s
G.M.T.	**16h 15m 51s**

G.H.A.γ	167° 19`.9
Incr.	3° 58`.4
G.H.A. γ	171° 18`.3
± long (+)	179° 15`.0
L.H.A. γ	350° 33`.3

Sext.alt	40° 10`.4
I.E. +	1`.7
Obs.alt.	40° 39`.6
Dip	- 6`.4
App alt	40° 33`.2
corr	- 1`.1
True alt	40° 32`.1
a_0	+0° 26`.0
a_1	+ 00`.6
a_2	+ 00`.3
-1°	-1°
True Lat.	39° 59`.0 N
D.R. Lat.	40° 00`.0 N
d.Lat.	**1`.0 S**

Az.	000°.7
P.L.	**090°.7 / 270°.7**

ثانيا : حسابات الابحار :

G . M . T_1	16^h	15^m	51^s
$Interval_1$	3	40	
G . M . T_2	19	55	51

Ch . time	9	20	40
Ch . error		+ 3	41
G . M . T_3	21	24	21
G . M . T_2	19	55	51
$Interval_2$	1^h	28^m	30^s

Dist . Run_1	69.7 miles	T . Co . $_1$	105°
Dist . Run_2	28.0 miles	T . Co . $_2$	080°

جدول الابحار :

T . Co .	Dist .	d . lat N	d . lat S	dep E	dep W	
105°	69.7		18.0	67.3		السير الاول
080°	28	04.9		27.6		السير الثانى
		13.1` S		94.9` E		

Intitial lat	39°	59.0`	N
$\frac{1}{2}$ d . lat		− 6.6	S
mean lat	39°	52.4`	N

d . long
123.7 E

ثالثا : ايجاد الموقع الحسابى الثانى 2 nd D . R . position

Initial position	lat	39°	59.0` N	long	179°	15.0`	E
	d . lat		− 13.1 S	d . long	2	03.7	E
2 nd D . R . position	lat	39°	45.9` N	long	178°	41.3`	W

Intercept (Sun)

رابعا : حل الرصد الثانى

Z.T.	
± Z.N. -	
G.D.	
Ch.Time	09 20 40
Ch.Error	+ 3 41
G.M.T.	**21 24 21 Jul. 9th**

G.H.A.	133° 41`.8
Incr.	6° 05`.3
G.H.A.	139° 47`.1
± long (-)	178° 41`.3
L.H.A.	321° 05`.8

d = 0`.3 ·

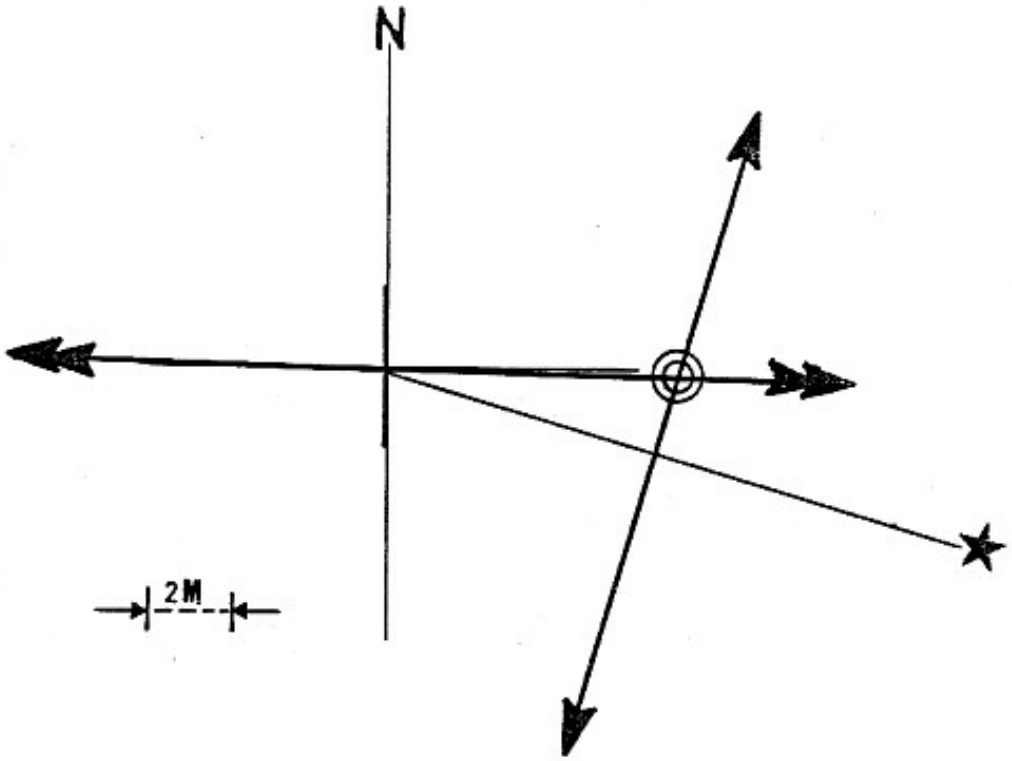
Dec.	22° 18`.7 N
d corr.	- 0`.1
C.Dec	22° 18`.6 N

L.H.A.	321° 05`.8	hav	
Lat.	39° 45`.9 N	x cos	
Dec.	22° 18`.6 N	x cos	
		hav	
Lat ~ Dec	17° 27`.3	hav	
C.Z.D.	37° 13`.7	hav	

A	1.127 S
B	0.571 N
C	0.555 S
Az.	S 70°.0 W
T.Bg.	250°

Sext alt	52° 42`.8
I.E.	1`.7
Obs. alt	52° 44`.5
Dip -	6`.4
App alt	52° 38`.1
Corr. +	15`.2
T. alt	52° 53`.3
90°	90°
T.Z.D.	37° 06`.7
C.Z.D.	37° 13`.7
intercept	**7`.0 T**

خامسا : التوقيع



2 nd D . R . position	lat	39°	45.9`	N	long	178°	41.3`	W
	d . lat		0.1	S	d . long		9.5'	E
obs position	lat	39°	45.8`	N	long	178°	31.8`	W

مثال محلول (١٩ - ١٦)

فى وقت المنطقة Z. T. 0420 **يوم** 1st July **السفينة فى الموقع الحسابى**

D. R . position (37° 58` N , 52° 35 E)

خط السير الصحيح	T . Co . 115°
السرعه	Speed 14.5 knots
خطأ المؤشر	I . E . 1.9 off the arc
أرتفاع عين الراصد	Ht . of eye 13.4 metres
خطأ الكرونومتر	Ch. error 5 m 14s Fast

تم رصد النجم القطبى Polaris **وكانت نتائج الرصد :**

وقت الكرونومتر	Ch. time 00h 28m 03s
الأرتفاع السدسى	Sext alt . 38° 42.3

ثم فى وقت المنطقة Z. T. 0830 **تم رصد الحافة السفلى للشمس** Sun lower limb **وكانت النتائج :**

وقت الكرونومتر	Ch. time 4h 31m 48 s
الأرتفاع السدسى	Sext alt . 36° 30.0'

حل الرصد الثانى بطريقة الطول Long method **ثم اوجد الموقع المرصود فى وقت الرصد الثانى .**

Pole Star (Polaris)

Z.T.	0420 Jul. 1st
Z.N. -	4
G.D.	0020 Jul. 1st
Ch.Time	00h 28m 03s
Ch.Error	- 05m 14s
G.M.T.	**00h 22m 49s**

G.H.A.γ	278° 47`.3
Incr.	5° 43`.2
G.H.A. γ	284° 30`.5
± long (+)	52° 35`.0
L.H.A. γ	337° 05`.5

Sext.alt	38° 42`.3
I.E.	+ 1`.9
Obs.alt.	38° 44`.2
Dip	- 6`.4
App alt	38° 37`.8
corr	- 1`.2
True alt	38° 36`6
a_0	+0° 34`.6
a_1	+ 00`.5
a_2	+ 00`.4
-1°	-1°
True Lat.	38° 12`.1 N

Az.	360°.9
P.L.	**090°.9 / 270°.9**

ثانيا :حسابات الابحار:

Z . T_2	08 30
Z . N .	4
G . D .2	04 30

Ch . time	4	31	48
Ch . error		5	14
G M T_2	4	26	34
G M T_1	0	22	49
Interval	4^h	3^m	45^s

Dist . Run　58.9 miles

T . Co .　115°

جدول الابحار:

T . Co .	Dist .	d . lat		dep	
		N	S	E	W
115°	58.9		24.9`	53.4`	
			24.9` S	53.4` E	

Intitial lat	38° 12.1` N	
$\frac{1}{2}$ d . lat	12.5 S	
mean lat	37° 59.6` N	→ d . long 67.7` E

ثالثا : ايجاد الموقع الحسابى الثانى 2 nd D . R . position

Initial position	lat	38°	12.1`	N	long	52°	35.0` E
	d . lat		24.9	S	d . long	1	07.7 E
2 nd D . R . position	lat	37°	47.2`	N	long	53°	42.7` E

Longitude (Sun)

رابعا : حل الرصد الثانى :

Z.T.	0830 Jul.1st
Z.N. -	4
G.D.	0430 Jul. 1st
Ch.time	4 31 48
Ch.error	- 5 14
G.M.T.	4 26 34

G.H.A.	239° 04`.2
Incr.	6° 38`.5
G.H.A.	245° 42`.7
± Long. (+)	54° ≈
L.H.A. ≈	299° > 180°

Dec.	N 23° 07`.8
d.corr.	- 0`.1
C.Dec.	N 23° 07`.7

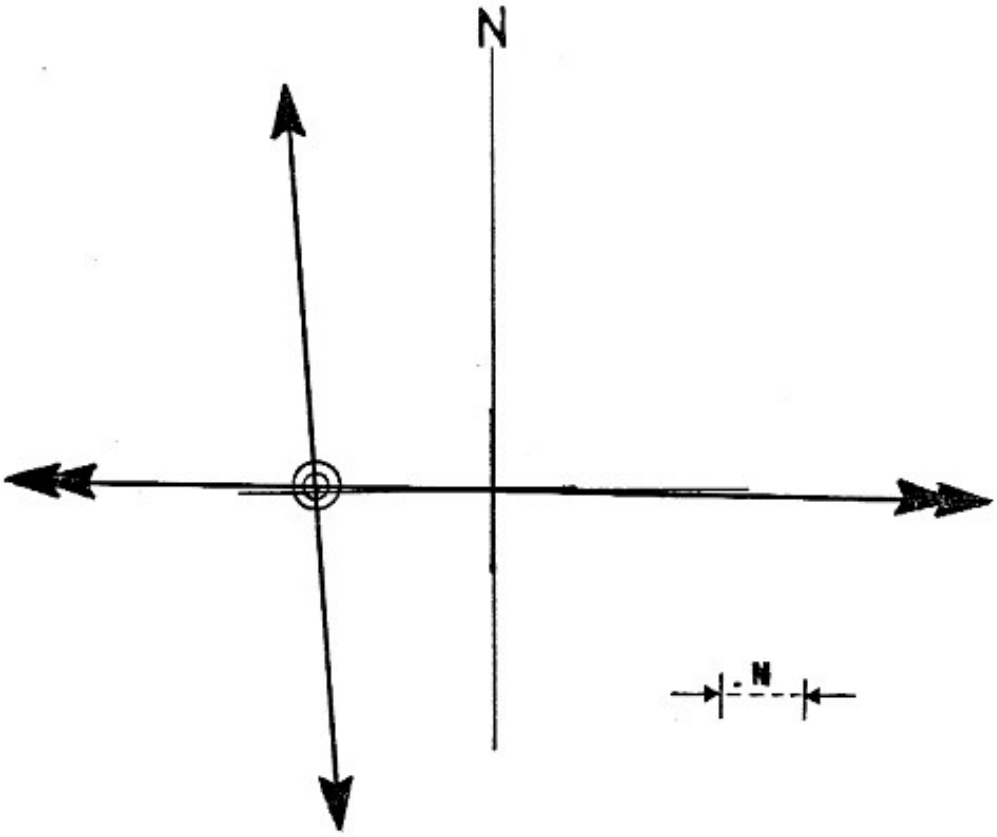
i.e. **L.H.A. = 360° - P**

Sext. alt	36° 30`.0
I.E. +	1`.9
Obs. alt	36° 31`.9
Dip -	6`.4
app. alt.	36° 25`.5
corr	+ 14`.7
True alt	36° 40`.2
90°	90°
T.Z.D.	53° 19`.8

T.Z.D.	53° 19`.8	hav		L.H.A.	299° 22`.7
Lat ~ Dec	14° 39`.5	- hav		G.H.A.	245° 42`.7
		hav		Obs. Long.	53° 40`.0 E
lat	N 37° 47`.2	÷ cos		D.R.. Long.	53° 42`.7 E
Dec	N 23° 07`.7	÷ cos		d. Long.	2`.7 W
P	60° 37`.3	hav		**dep.**	**2`.1 W**

L.H.A.	299° 22`.7	A	0.436 S
lat	N 37° 47`.2	B	0.490 N
Dec	N 23° 07`.7	C	0.054 N
		Az.	N 87°.6 E
		T.Bg.	**087°.6**
		P.L.	**177°.6 / 357°.6**

خامسا : التوقيع



2 nd D . R . position	lat	37°	47.2`	N	long	53°	42.7`	E
	d . lat		0.1	N	d . long		2.7`	W
obs position	lat	37°	47.3`	N	long	53°	40.0`	E

الفصل العشرون

دقة الموقع المرصود من رصدين بينهما ابحار طويل

مقدمة

نظرا لان الحصول على موقع مرصود من رصـــــدين فلكيين بينهما ابحار طويل (وهى المسألة المعروف بالاسم الشائع شمس / سير / شمس) يتطلب ازاحة خط الموقع الفلكى الاول P. L. 1 حتى زمن خط الموقع الفلكى الثانى P. L. 2 ، لذا نلاحظ أن طبيعة الاخطاء المؤثرة على كلا خطى الموقع المتقاطعين سوف تكون مختلفة .

بالنسبة لخط الموقع الاول المزاح ، نجد انه يشمل الاخطاء العشوائية والرتيبية فى القياس والحساب ويشمل ايضا اخطاء السير لمسافة الابحار على خط سير الابحار بين الرصدين .

أما بالنسبة لخط الموقع الفلكى الثانى فيشمل فقط الاخطاء العشوائية والرتيبية فى القياس والحساب ،

وفى هذا الفصل سوف نوضح تأثير كل من الاخطاء العشوائية والاخطاء الرتيبية على الموقع المرصود .

أولا : تأثير الاخطاء العشوائية :

بافتراض ان الخطأ العشوائى فى خط الموقع الأول المزاح هو E_1 ، نجد أن E_1 يشـمل الخطأ العـشـوائى فى خط الموقع الاول ونرمـز له En_1 وكـذلك الخطأ العشوائى الكلى فى عناصر ابحار السفينة خلال الفترة الزمنية بين الرصدين ونرمز له بالرمز E_z حيث يعطى بالعلاقة التالية :

$$E_z = \pm \sqrt{E^2_s \cdot \cos^2(A_1 - k) + E^2_k \; S^2 \cdot \sin^2(A_1 - k)} \qquad (20 - 1)$$

حيث :

E_s الخطأ العشوائى فى مسافة الابحار (S)

E_k الخطأ العشوائى فى خط سير الابحار (k)

A_1 عزيمة الجرم أثناء الرصد الاول

مما سبق وبتطبيق مبادىء نظرية الاخطاء نحصل على :

$$E_1 = \pm\sqrt{E^2n_1 + E^2z}$$

وبالتعويض عن E_z من العلاقة (20 - 1) نحصل على العلاقة :

$$E_1 = \pm \sqrt{E^2n_1 + E^2_s . Cos^2 (A_1 - k) + E^2k . S^2 Sin^2 (A_1 - k)} \quad (20 - 2)$$

نلاحظ من العلاقة (20 - 2) أن الخطأ العشوائى فى خط الموقع الاول المزاح قد ازداد بمقدار الخطأ العشوائى الكلى فى عناصر ابحار السفينة ، أى أن نطاق خط الموقع الاول المزاح قد ازداد ، ويتضح ذلك من الشكل (٢٠ - ١) .

بالنسبة لخط الموقع الفلكى الثانى نفترض أن الخطأ العشوائى المؤثر عليه نتيجة القياس والحساب هو En_2. وبالرجوع الى العلاقة (2 - 16) التى تعطى الخطأ العشوائى فى الموقع المرصود الناشىء عن تقاطع خطى موقع ، وبالتعويض عن En_1 بالقيمة E_1 فى هذه العلاقة ، نحصل على :

$$E_M = \pm \frac{\sqrt{E^2_1 + E^2n_2}}{Sin\ \Delta A}$$

وبافتراض ان الاخطاء العشوائية فى أى من خطوط الموقع متساوية (للسهولة) ، أى أن :

$$En_1 = En_2 = E_n$$

فان العلاقة الاخيرة تكتب على الصورة التالية :

$$E_M = \pm \frac{\sqrt{2E^2_n + E^2_z}}{Sin\ \Delta A} \quad (20 - 3)$$

حيث ΔA : فرق العزيمة للجرم السماوى أثناء الرصد الأول والرصد الثانى .

والمعنى الطبيعى للخطأ العشـــوائى (E_M) فى الموقع المرصـــــود والمعطى بالعلاقة (20 - 3) هو أنه يساوى نصف قطر دائرة الخطأ التى يتواجد داخلها الموقع الفعلى للسفينة باحتمال (63 - 68%) وذلك بافتراض انعدام الخطأ الرتيبى .

فى العلاقة (20 - 3) نلاحظ ان قيمة الخطأ العشوائى المؤثر على الموقع المرصود تتوقف على العوامل التالية :

أ . الخطأ العشوائى E_n فى كلا خطى الموقع .

ب . الخطأ العشوائى الكلى E_Z فى عناصر ابحار السفينة بين الرصدين .

جـ . الزاوية بين خط سير الابحار وعزيمة الجرم أثناء الرصد الاول أى [$(A_1 - K)$]

د . فرق العزيمة للجرم السماوى أثناء الرصدين . أى [ΔA]

لكى يكون الخطأ العشوائى E_M فى الموقع المرصود أقل مايمكن ، يجب أن يكون [$\sin \Delta A = 1$] ويتأتى هذا عندما تكون [$\Delta A = 90^\circ$] ويعنى هذا مرور حوالى ٤ – ٦ ساعة لكى تتغير عزيمة الشمس بهذا المقدار فى خطوط العرض المتوسطة . وفى خلال هذه الفترة تبحر السفينة ماقيمته ٥٠ – ١٠٠ ميل بحرى مما يؤدى الى أن تصبح أخطاء السير ذات قيمة محسوسة (فى الاحوال المعتادة قد يصل هذا الخطأ الى ٢ – ٧ ميل بحرى) . وبالتالى فإنه لايحبذ الاعتماد على خط الموقع الفلكى الأول المزاح ولتجنب مثل هذه الظاهرة فانه يتحتم ان نبحث عن أقل فترة ابحار بين الرصدين بحيث تتغير خلالها العزيمة بأكبر قدر ممكن .

ويعنى هذا رياضيا أن نبحث عن الفترة الزمنية (خلال الحركة الدورانية اليومية للشمس) التى يكون فيها معدل التغير فى العزيمة $\frac{\Delta A}{\Delta t}$ أكبر ما يمكن آخذين فى الاعتبار عرض الراصد Lat وميل الشمس Dec. وعناصر حركة السفينة .

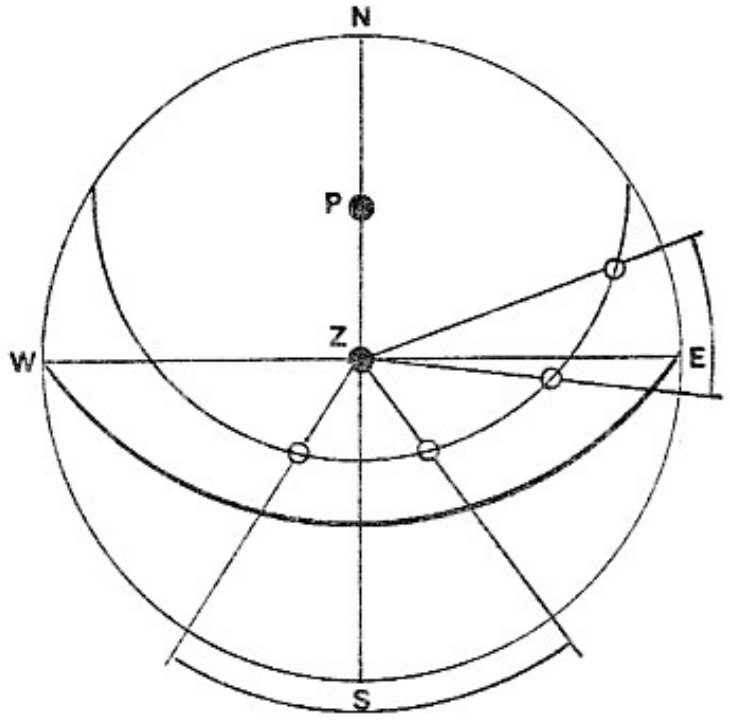
بتحليل العلاقة التى توضح معدل التغير فى العزيمة وهى :

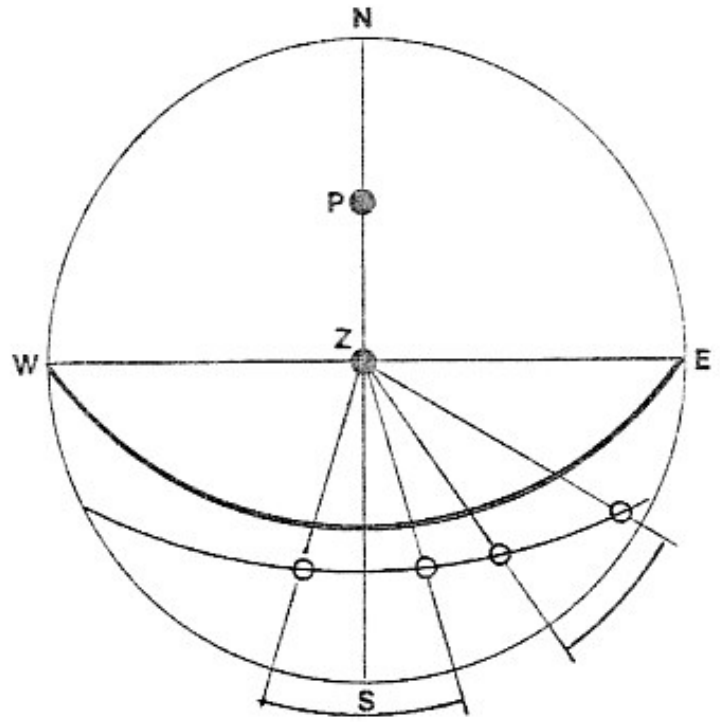
$$\Delta A = (\sin \phi - \tan h . \cos \phi . \cos A) . \Delta t$$

فانه يتضح أن اكبر معدل تغير فى العزيمة يحدث عندما تكون [$A = 180$] أى عندما تتغير العزيمة من S E الى S W فى خطوط العرض الشمالية أو عندما تتغير العزيمة من N E الى N W فى خطوط العرض الجنوبية . وهو مايعنى حدوث ذلك قبل وبعد المرور الزوال العلوى .

فى خطوط العرض المتوسطة تتغير العزيمة بمقدار محسوس قبل وبعد المرور الزوالى العلوى فى خلال فترة قدرها ٢ – ٢,٥ ساعة ، أما فى خطوط العرض الدنيا فان هذه الفترة تتقلص الى ٤٠ – ٩٠ دقيقة (انظر الشكل ٢٠ – ٢) .

ومن البديهى أن اخطاء السير تتوقف على فترة ابحار السفينة ، لذا يجب ان


N
P
Z
W
E
S


N
P
Z
W
E
S

نحصل على فرق العزيمة ΔA الأكثر ملائمة مع معدل التغير فى العزيمة $\frac{\Delta A}{\Delta t}$ ومع سرعة السفينة ومع القيم المحتملة لاخطاء السير بحيث تكون فترة الابحار أقل مايمكن بين الرصدين .

وقد أورى العالم الروسى B. Maltsev الجدول التالى الذى يعطى فرق العزيمة الأكثر ملائمة ΔA_{mf} تحت كافة الظروف .

(Most favourable values of the azimuth difference)

Expected errors in route and in run الخطأ المتوقع فى خط السير وفى مسافة الابحار .	Ship's Speed in Knots سرعة السفينة بالعقدة	Rate of change of Azimuth $(\frac{\Delta A}{\Delta t})$. معدل التغير فى العزيمة					
		$\frac{\Delta A}{\Delta t}$ =10° /h		$\frac{\Delta A}{\Delta t}$ =15° /h		$\frac{\Delta A}{\Delta t}$ =20°/ h	
		E_n=0.5'	E_n=1.0'	E_n=0.5'	E_n=1.0'	E_n=0.5	E_n=1.0'
		ΔA_{mf}	ΔA_{mf}	ΔA_{mf}	ΔA_{mf}	ΔA_{mf}	ΔA_{mf}
Slight							
$E_k \approx 1°$	10	49°	63°	57°	71°	63°	76°
$E_s \approx 2\%$	20	35	49	42	57	49	63
Medium							
$E_k \approx 1.5°$	10	40	54	49	63	54	69
$E_s \approx 3\%$	20	28	39	35	49	40	54
Large							
$E_k \geq 1.5°$	10	35	49	42	57	49	63
$E_s \geq 4\%$	20	25	35	30	43	35	49

ويتضح من هذا الجدول أنه فى الاحوال الطبيعية بالنسبة لابحار السفينة ولارتفاعات الشمس الأقل من ٦٥° – ٧٠° ، فان أفضل فرق العزيمة بين الرصدين سوف يتراوح بين ٣٥° – ٦٠° وهو مايعنى فترة ابحار بين الرصدين تتراوح بين ١,٥ ساعة – ٤ ساعات . وهو مايتفق والخبرة العملية ، اذ لكى تتغير العزيمة فى حدود (٤٠° – ٦٠°) فان الفترة المعتادة لذلك هو ابحار لفترة زمنية من ٢ – ٣ ساعة . وهذا الجدول يساعد فى تحديد الفترة الزمنية التى يجب أن تمر قبل الرصد الثانى لارتفاع الشمس طبقا للظروف المعطاة ، مع ملاحظة ان معدل التغير فى العزيمة $\frac{\Delta A_z}{\Delta t}$ يمكن الحصول عليه من أى جدول للعزيمة ولارتفاع مثل (N. P. 214) .

وأخيرا فاننا نوصى برصد ارتفاع الشمس عدة مرات (٣ أو ٥ قياسات) واعتبار القيمة المتوسطة للاقلال من الأخطاء العشوائية فى القياس والحساب .

ثانيا : تأثير الاخطاء الرتيبية :

بتوقيع خطى الموقع الاول المزاح $P.L'_1$ والثانى $P.L_2$ من الموقع الحسابى الثانى $D.R_2$ ، فان الموقع المرصود الذى نحصل عليه قد يزاح بالنسبة للموقع الفعلى نتيجة للأخطاء الرتيبية فى كل من خطى الموقع علاوة على تأثير الاخطاء الرتيبية الكلية فى عناصر ابحار السفينة بين الرصدين والتى تؤثر على ازاحة خط الموقع الأول فقط .

بفرض ان الاخطاء الرتيبية الكلية فى عناصر ابحار السفينة هى Δz فان Δz تعطى من العلاقة :

$$\Delta z = (\Delta S . Cos (A_1 - K) + \Delta K . S . Sin (A_1 - K) \quad (20-4)$$

حيث نستنتج من هذه العلاقة أن الخطأ الرتيبى فى عناصر الابحار بين الرصدين (أى فى إزاحة خط الموقع الفلكى الاول حتى زمن الرصد الثانى) تتوقف على قيم كل من الخطأ الرتيبى فى مسافة الابحار ΔK وعلى الخطأ الرتيبى فى خط سير الابحار ΔK وأيضا على الزاوية بين خط سير السفينة وبين اتجاه الجرم السماوى أثناء الرصد الأول ($A_1 - K$) .

بذلك يكون الخطأ الرتيبى المؤثر على الموقع المرصود ونرمز له بالرمز ΔM

معطى بالعلاقة :

$$\Delta M = \pm \frac{\sqrt{(\Delta_1 + \Delta_2)^2 + \Delta^2_2 - 2(\Delta_1 + \Delta_2) \cdot \Delta_2 \text{ Cos } \Delta A}}{\text{Sin } \Delta A} \qquad (20-5)$$

والأخطاء الرتيبية عمليا تعمل على ازاحة الموقع المرصود فى اتجاه زاوية ما مع خط العزيمة المتوسطة ، وليس فى اتجاه خط العزيمة المتوسطة كما فى حالة رصدين آنيين ، وهذه الزاوية تتوقف على العلاقة بين الخطأ الرتيبى فى خط الموقع الاول Δ_1 والخطأ الرتيبى فى عناصر ابحار السفينة Δ_2 .

ومن الناحية التطبيقية فانه يستحيل اكتشاف الاخطاء الرتيبية من خطى موقع وانما يمكن فقط العمل على الاقلال من قيم هذه النوعية من الاخطاء بعدة اجراءات تتلخص فى الآتى :

١ – قياس انخفاض الافق البحرى بمقياس الانخفاض .

٢ – اختزال الاخطاء الرتيبية فى عناصر ابحار السفينة بين الرصدين الى أقل قيمة ممكنة .

كيفية اختزال الاخطاء الرتيبية فى عناصر ابحار السفينة:

مما سبق دراسته عن طبيعة خط الموقع الفلكى فانه أياً كان الخطأ فى الموقع الحسابى الاول المستخدم فى حل الرصد الاول فانه لن يؤثر على خط الموقع الفلكى الاول ، وانما يكون التأثير على خط الموقع الفلكى الأول المزاح ناشئا عن حساب عناصر ابحار السفينة فى الفترة بين الرصدين . لذلك يجب توخى الحرص التام عند حساب احداثيات الموقع الحسابى الثانى $D.R_2$.

وبنفس المنطق فانه مهما كان الخطأ فى احداثيات الموقع الحسابى الثانى فان خط الموقع الفلكى الثانى سوف يكون صحيحا .

وعلى وجه العموم فانه يجب اختبار قيمة تصحيح البوصلة فى أثناء الرصد الاول اذا كان ارتفاع الشمس ملائما (راجع الفصل ٢١) ، أيضا يجب عمل حساب ازاحة التيار والتيار المدرى وزاوية السقوط ، بل يجب ايضا ان تحسب مسافة الابحار بعدة طرق وأخذ القيمة المتوسطة (فرق قراءتى عداد السرعة والمسافة مع عمل حساب خطأ

العداد /السرعة والزمن / عدد لفات الرفاص) . ولتجنب أخطاء التوقيع خاصة فى الخرائط ذات مقياس الرسم الصغير استخدم قوانين السير للحصول على الموقع الحسابى الثانى خاصة فى خطوط العرض العليا .

ويجب التنويه عن أنه يمكن فى بعض الحالات الخاصة ملاشاة تأثير الخطأ الرتيبى فى مسافة الابحار أو خط سير السفينة كلية . ويتم ذلك كما يلى :

١ – اذا كان هناك خطأ رتيبى محتمل فى مسافة الابحار ، نرصد الشمس فى اتجاه الحذاء abeam (اذا امكن) حيث ينطبق خط الموقع الفلكى حينئذ على خط سير السفينة (شكل ٢٠ – ٣) ، وبالتالى لايكون هناك تأثير للخطأ فى مسافة الابحار .

٢ – اذا كان هناك خطأ رتيبى محتمل فى خط سير السفينة ، نرصد الشمس فى اتجاه خط السير (ان امكن) حيث يكون خط الموقع الفلكى حينئذ عموديا على خط السير (شكل ٢٠ – ٤) وبالتالى لايكون هناك تأثير للخطأ فى خط سير الايحار .

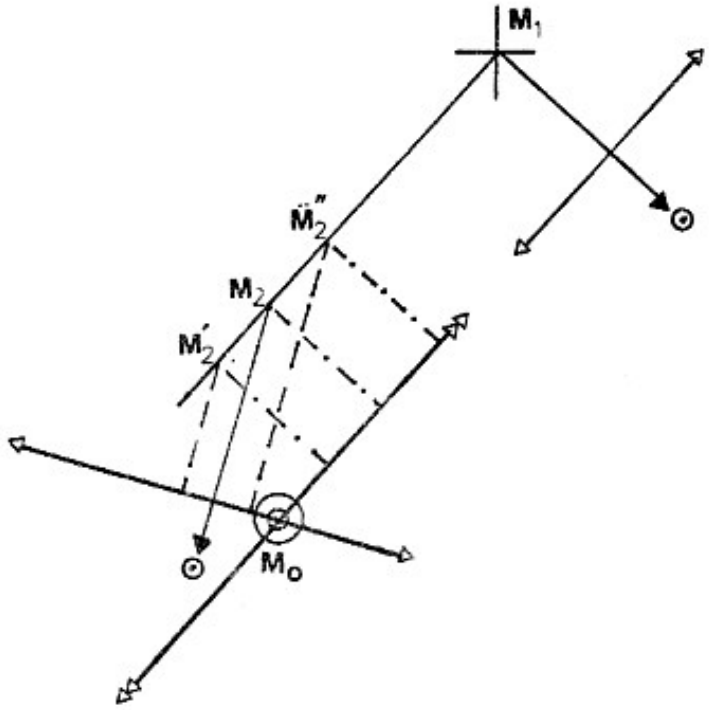
ويمكن الحصول على نفس النتائج تحليليا من العلاقات (20-4), (20-1) كما يلى :

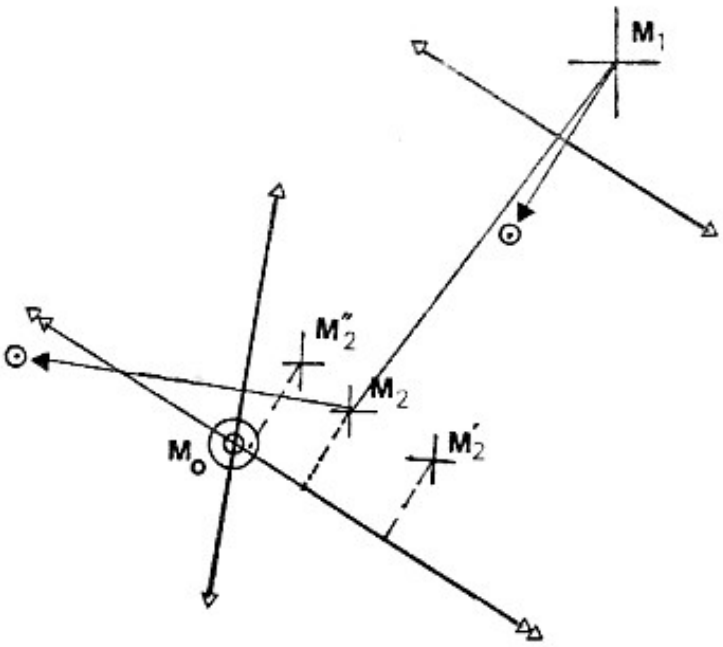
$$E^2_z = E^2_s \ Cos^2 (A_1 - K) + E^2_k . S^2 . \sin^2 (A_1 - K) \qquad (20-1)$$

$$\Delta_z = \Delta S \ Cos (A_1 - K) + \Delta K . S . \sin (A_1 - K) \qquad (20-4)$$

عند رصد الشمس فى الحذاء فان $(A_1 - K) = 90^\circ$ وبالتالى يكون $Cos (A_1 - K) = 0$. ومن ثم فانه مهما كانت قيمة الخطأ العشوائى E_s أو الخطأ الرتيبى ΔS فى المسافة فانها سوف تنعدم .

أما عند رصد الشمس فى اتجاه خط سير السفينة فان $(A_1 - K) = 0$ وبالتالى يكون $Sin (A_1 - K) = 0$ ومن ثم فانه مهما كانت قيمة الخطأ العشوائى E_k أو الخطأ الرتيبى Δk فى المسافة فانها سوف تنعدم .


M1
M"2
M2
M'2
Mo


M1
M"2
M2
Mo
M'2

مساحة انتشار الموقع المحتمل للسفينة:

كما هو معلوم فان خط الموقع الفلكى الاول $P.L_1$ بعد توقيعه من الموقع الحسابى الاول $D.R_1$ سوف يحتل مكانا ما داخل نطاق خط الموقع الذى سمكه $2En_1$ حيث En_1 هو الخطأ العشوائى فى خط الموقع الفلكى الأول .

وبازاحة هذا الخط الى الموقع الحسابى الثانى $D.R_2$ فان الخطأ العشوائى المذكور سوف يتزايد بمقدار الخطأ العشوائى فى عناصر ابحار السفينة والذى رمزنا له بالرمز E_z ومن ثم يصبح نطاق خط الموقع الفلكى الاول المزاح اكثر سمكا (أى $2E_1$) .

ايضا يقع خط الموقع الفلكى الثانى $P.L_2$ داخل نطاق خط الموقع الذى سمكه $2En_2$ حيث En_2 حيث هو الخطأ العشوائى فى خط الموقع الفلكى الثانى .

نتيجة لما سبق يمكن اعتبار أن نقطة تقاطع خطى الموقع هى الموقع المرصود M_o بينما يكون الموقع الفعلى فى مكان ما داخل مساحة الاخطاء حول الموقع M_o .

وكتقريب اولى يعتبر متوازى الاضلاع a b c d هو مساحة الانتشار المنوه عنها شكل (٢٠ - ٥) .

ويعتبر بيضاوى الخطأ وهو البيضاوى الذى يمس أضلاع متوازى الاضلاع a b c d من الداخل كمساحة انتشار اكثر دقة .

وللسهولة العملية نستطيع اعتبار ان دائرة الخطأ التى مركزها الموقع المرصود M_o ونصف قطرها σ المعطى بالعلاقة (3 - 20) أى :

$$\sigma = E_M = \frac{\sqrt{2E^2_n + E^2_z}}{\text{Sin}\,\Delta A}$$

هى مساحة انتشار الموقع الفعلى للسفينة باحتمال (63 - 68 %) .

ملحوظة : يمكن تبسيط العلاقة السابقة لسهولة الاستخدام العملى لتصبح :

$$\sigma = E_M = \frac{E_n}{\text{Sin}\,\Delta A} \cdot \sqrt{2 + \left(\frac{E_z}{E_n}\right)^2} \qquad (20 - 6)$$

مثال (٢٠ - ١)

فى المسألة رقم (١٩ - ١) بافتراض أن :

الخطأ العشوائى فى خط الموقع الفلكى　　$E_n \pm 0.7'$

الخطأ العشوائى فى مسافة الابحار　　$E_s \pm 2\%$

الخطأ العشوائى فى خط سير الابحار　　$E_k \pm 0.5'$

إحسب :

١ -- قيمة الخطأ العشوائى فى نهاية السير.

٢ - قيمة نصف قطر دائرة الخطأ فى الموقع المرصود فى وقت الرصد الثانى باحتمال (68 % - 63) .

الحـــــل : من بيانات المسألة نحصل على :

مسافة الإبحار　　$S = 52.4'$

خط سير الإبحار　　$K = 047^\circ$

اتجاه الجرم السماوى أثناء الرصد الأول　　$A_1 = 292.6'$

اتجاه الجرم السماوى أثناء الرصد الثانى　　$A_2 = 130.4^\circ$

وبالتالى :

$$(A_1 \sim K) = 245.6$$

$$\Delta A = 162.2^\circ$$

$$E_s = (1.048')$$

$$E_k = \frac{0.5^\circ}{57.3^\circ}$$

المطلوب الأول:

$$E_z = \sqrt{E^2_s \cos^2 (A_1 - K) + E^2_k \cdot S^2 \cdot \sin^2 (A_1 \sim K)}$$

$$= \sqrt{0.187 + 0.173}$$

$$= \pm \sqrt{0.360} = \pm 0.6'$$

وهو قيمة الخطأ العشوائى فى نهاية الإيجار.

المطلوب الثاني:

يعطى نصف قطر دائرة الخطأ بالاحتمال المطلوب بالعلاقة

$$\sigma = \frac{E_n}{\text{Sin } \Delta A} \cdot \sqrt{2 + \left(\frac{E_z}{E_n}\right)^2}$$

وبالتعويض عن القيم نحصل على :

$$\sigma = \frac{0.7}{\text{Sin (162.2)}} \cdot \sqrt{2 + \left(\frac{0.6}{0.7}\right)^2}$$

$$= 3.8 \text{ Miles}$$

مثال (٢٠ - ٢)

فى المسألة رقم (١٩ - ٢) بافتراض أن :

الخطأ العشوائى فى خط الموقع الفلكى　　$E_n \pm 0.6'$

الخطأ العشوائى فى مسافة الابحار　　$E_s \pm 3\%$

الخطأ العشوائى فى خط سير الابحار　　$E_k \pm 1^\circ$

إحسب :

١ - قيمة الخطأ العشوائى فى نهاية السير.

٢ - نصف قطر دائرة الخطأ فى الموقع المرصود باحتمال (63 - 68 %) .

الحـــــل : من بيانات المسألة نحصل على :

مسافة الإبحار　　$S = 69.2$ Miles

خط سير الإبحار　　$K = 070^\circ$

اتجاه الجرم السماوى أثناء الرصد الأول　　$A_1 = 339.6'$

اتجاه الجرم السماوى أثناء الرصد الثانى　　$A_2 = 071.4^\circ$

وبالتالى :

$$(A_1 - K) = 269.6$$

$$\Delta A = 268.2^\circ$$

$$E_s = (2.076')$$

$$E_k = \frac{1^\circ}{57.3^\circ}$$

المطلوب الأول:

$$E_z = \pm \sqrt{E^2_s \ \mathrm{Cos}^2 (A_1 - K) + E^2_k . S^2 . \sin^2 (A_1 - K)}$$

$$E_z = \pm \sqrt{(2.076)^2 \ \mathrm{Cos}^2 (269.6) + \left(\frac{1}{57.3}\right)^2 (69.2)^2 \ \mathrm{Sin}^2 (269.6)}$$

$$= \pm \sqrt{0.0002 + 1.4584} \qquad = \sqrt{\pm 1.4586}$$

$$= \pm \ 1.2'$$

المطلوب الثاني:

$$\sigma = \frac{E_n}{\text{Sin } \Delta A} \cdot \sqrt{2 + \left(\frac{E_z}{E_n}\right)^2}$$

$$\sigma = \frac{0.6}{\text{Sin } (268.2)} \cdot \sqrt{2 + \left(\frac{1.2}{0.6}\right)^2}$$

$$\sigma = \pm \ 1.5'$$

مثال (٢٠ – ٣)

فى المسألة رقم (١٩ – ٣) نفترض أن :

الخطأ العشوائى فى خط الموقع الفلكى　　$E_n \pm 0.8'$

الخطأ العشوائى فى مسافة الابحار　　$E_s \pm 4\%$

الخطأ العشوائى فى خط سير الابحار　　$E_k \pm 1.5^\circ$

إحسب قيمة مايلى :

١ – الخطأ العشوائى فى نهاية السير.

٢ – نصف قطر دائرة الخطأ فى الموقع المرصود فى زمن الرصد الثانى باحتمال (63 - 68 %) .

الحـــــل : من بيانات المسألة :

مسافة الإبحار　　$S = 42.55$

خط سير الإبحار　　$K = 105^\circ$

عزيمة الجرم أثناء الرصد الأول　　$A_1 = 240.3'$

عزيمة الجرم أثناء الرصد الثانى　　$A_2 = 180^\circ$

المطلوب الأول:

$$E_z = \pm \sqrt{E^2_s \ \cos^2 (A_1 - K) + E^2_k \cdot S^2 \cdot \sin^2 (A_1 - K)}$$

$$E_z = \pm \sqrt{(1.702)^2 \cos^2 (135.3) + (\frac{1.5}{57.3})^2 \ (42.55)^2 \sin^2 (135.3)}$$

$$= \pm \sqrt{1.46357 + 0.61386} \qquad = \sqrt{\pm 2.07743}$$

$$= \pm \ 1.44'$$

المطلوب الثانى:

$$\sigma = \pm \frac{E_n}{\sin \Delta A} \cdot \sqrt{2 + \left(\frac{E_z}{E_n}\right)^2}$$

$$\sigma = \pm \frac{0.8'}{\sin (60.3)} \cdot \sqrt{2 + \left(\frac{1.44}{0.8}\right)^2}$$

$$\sigma = \pm \ 2.1'$$

الباب الخامس

ايجاد خطأ البوصلة باستخدام الأجرام السماوية

الفصل الحادى والعشرون	الدقة فى ايجاد خطأ البوصلة برصد اتجاه سماوى
الفصل الثانى والعشرون	ايجاد خطأ البوصلة برصد أى جرم سماوى
الفصل الثالث والعشرون	ايجاد خطأ البوصلة برصد أتجاه النجم القطبى
الفصل الرابع والعشرون	ايجاد خطأ البوصلة بطريقة السمة

الفصل الحادى والعشرون

الدقة فى ايجاد خطأ البوصلة برصد اتجاه جرم سماوى

مقدمة :

يعتبر إيجاد خطأ البوصلة اثناء الابحار من اهم واجبات ضابط الملاحة او ضابط الوردية.إذ يتحتم عليه ان يختبر فيه خطأ البوصلة خلال الوردية (مرة على الاقل) أثناء ثبات خط سير السفينة وكذلك عند كل تغيير لخط سير السفينة . وتوفر الاجرام السماوية مجالا واسعا لامكان تحقيق ذلك . فبواسطة الاجرام السماوية يستطيع ضابط الوردية أن يحصل على قيمة خطأ البوصلة باحدى الطرق التالية :

١ – الطريقة العامة :

حيث يتم رصد اتجاه جرم سماوى لايزيد ارتفاعه عن (15°) واستثناءا حتى (35°) وتسجيل وقت رصد هذا الاتجاه ، وهذه الطريقة موضحة تفصيلا فى الفصل (٢٢)

٢ – طريقة رصد النجم القطبى (حالة خاصة) :

حيث يتم رصد اتجاه النجم القطبى فى خطوط العرض الشمالية الأقل من (35°) وتسجيل وقت رصد هذا الاتجاه . وهذه الطريقة موضحة تفصيلافى الفصل (٢٣).

٣ – طريقة رصد جرم سماوى أثناء الشروق أو الغروب

حيث يتم رصد اتجاه أى جرم سماوى أثناء شروقه أوغروبه النظرى (عادة يتم ذلك فى حالة الشمس) وتسمى هذه الطريقة طريقة السعة (Amplitude)

وهذه الطريقة موضحة تفصيلا فى الفصل (٢٤) .

ومن البديهى أن عملية ايجاد خطأ البوصلة تتكون من جزءين . الجزء الأول هو عملية رصد الاتجاه والجزء الثانى هو حسابات خطأ البوصلة ، ولذا فإن كل من العمليتين يتعرض للأخطاء المتعارف عليها فى القياس والحساب .

وفى هذا الفصل سوف نتعرض لدراسة هذه الاخطاء بهدف الوصول الى التوصيات التى يجب الالتزام بها لايجاد خطأ بوصلة معتمد .

الأخطاء الرتيبية والأخطاء العشوائية المؤثرة على رصد اتجاه جرم سماوى
Systematic And Random Errors In The Compass Bearing of A Celestial Body

عند أى قياس باستخدام أى جهاز ، يتعرض هذا القياس لكلا نوعى الأخطاء المعرفة بالاخطاء الرتيبية والأخطاء العشوائية . وعملية رصد اتجاه جرم سماوى بواسطة دائرة العزيمة Azimuth circle التى يتم تثبيتها على البوصلة المغناطيسية أو البوصلة الجايروسكوبية ، تندرج تحت هذه النوعية من القياسات التى تتعرض للأخطاء .

اولا : الأخطاء الرتيبية فى دائرة العزيمة :

أ – اخطاء آلة دائرة العزيمة :

عند رصد الاتجاه لغرض ملاحى أو جرم سماوى خاصة فإنه يجب على الراصد ان يأخذ فى الاعتبار أخطاء آلة القياس نفسها ونقصد بها دائرة العزيمة . وهذه الأخطاء تكون رتيبية بطبيعتها وهى موجودة فى دائرة العزيمة سواء تلك التى تثبت على البوصلة المغناطيسية أو على البوصلة الجايروسكوبية .

ومن أهم هذه الأخطاء ، خطأ قراءة التدريج وهو ينشأ أساسا فى الطرازات القديمة من دوائر العزيمة نتيجة الأوضاع الغير صحيحة لعناصرها الأساسية وهى :

المنشـــــور	Prism
دليل التوجيه	Sight Vane
دليل العزيمة	Azimuth Vane
عدم مركزية الدائرة نفسها	Eccentricity
عدم ثبات الدائرة على البوصلة	Free play

وقد تصل المحصلة النهائية لهذه الأخطاء الى (3' <– 2°)

ويمكن الاقلال من هذه الأخطاء بضبط دائرة العزيمة (كما هو موضح فى دليل الاستخدام) . واذا تعذر ذلك أوعند إمكان ضبطها جزئيا فاننا نوجد الخطأ الكلى على مدى واسع من القياسات ثم نضيف هذا الخطأ جبريا كتصحيح . أما اذا لم يمكن ملاشاة تأثير هذا الخطأ أو الإقلال منه أو الحصول على قيمته فانه يدخل برمته فى قيمة خطأ البوصلة الذى يتم الحصول عليه . وهو يسبب ايضا خطأ مماثل فى خط السير الصحيح عند تصحيح خط السير البوصلى ، ولذا فاننا ننصح عند ايجاد خطأ البوصلة (اذا كانت الاعتمادية Reliability في دائرة العزيمة غير مؤكدة) أن نوجد خطأ البوصلة مرتين باستخدام نفس البوصلة ولكن باستخدام دائرتى عزيمة مختلفتين (الأساسية والاحتياطية) ، أو باستخدام مكرر للبوصلة ، واذا كان هناك اختلاف محسوس فى القيم الناتجة فإن خطأ البوصلة حينئذ يكون غير معتمد .

ب – تأثير الأخطاء الناجمة عن وضع المرآة :

عند رصد الاتجاه البوصلى لجرم سماوى ارتفاعه اكبر من (15°) فاننا نستخدم دائرة العزيمة المزودة بمرآة عاكسة . وبذلك فاننا نرصد فى الحقيقة اتجاه صورة الجرم السماوى المنعكس على المرآة . وقد أدت دراسات العالم الروسى كفارسكى أن وضع المرآة على دائرة العزيمة يتعرض لمجموعة من أخطاء الصناعة تؤدى بدورها الى خطأ رتيبى Systematic فى قيمة الاتجاه المرصود . وهذا الخطأ الرتيبى الذى نرمز اليه بالرمز σA يعطى بالعلاقة التالية :

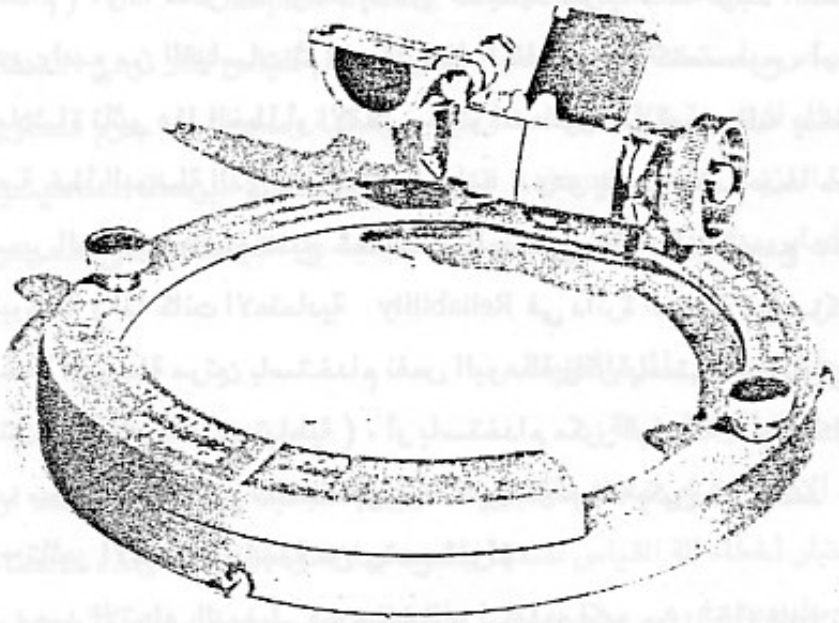
$$\sigma A = k + l \cdot \tan \frac{h}{2} + p \sec \frac{h}{2} \cdot \tan h$$

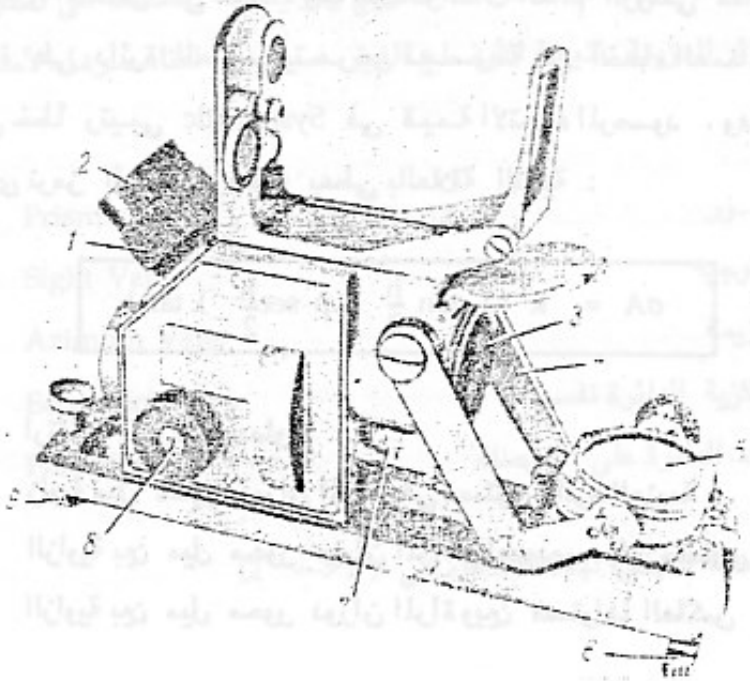
h : ارتفاع الجرم السماوى

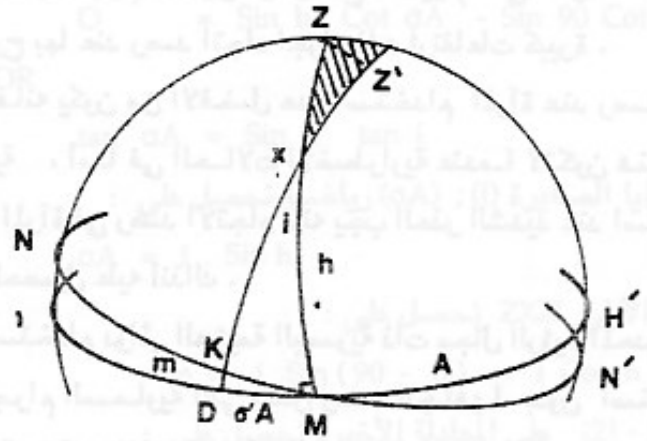
k : زاوية ميل محور دوران المرآة على مستوى دائرة العزيمة

l : الزاوية بين ميل محور دوران المرآة والعمودى على مستوى التوجيه

p : الزاوية بين ميل محور دوران المرآة وبين مستواها العاكس




2
1
3
5
6
4
7


Z
Z'
x
i
h
N
H'
K
m
A
N'
D
σ'A
M

وباختيار ($k = 1 = p = 0.5'$) مثلا فان الخطأ الرتيبى الناتج عن رصد اتجاه جرم سماوى ارتفاعه ($h = 15°$) يبلغ (0.3') أما اذا كان الارتفاع ($h = 45°$) فان الخطأ يبلغ (1.4'). وفى حالة ارتفاع ($h=60°$) تصل قيمة الخطأ الى (2.4') .

يتضح من ذلك ان الأخطاء الطفيفة فى وضع المرآة ، يؤدى الى خطأ محسوس عند رصد اتجاه جرم سماوى ذو ارتفاع صغير (فى حدود $h< 15°$) والى اخطاء غير مسموح بها عند رصد اتجاه اجرام ذات ارتفاعات كبيرة .

لذلك فانه يكون من الافضل عدم استخدام المرآة عند رصد اتجاهات الاجرام السماوية ، أما فى الحالات الاضطرارية عندما لاتكون هناك وسيلة اخرى ، وتستخدم المرآة فى رصد الاتجاه فانه يجب الحذر الشديد عند استخدام خطأ البوصلة الذى تم الحصول عليه آنذاك .

وعند استخدام دوائر العزيمة البصرية ذات مجال الرؤية المحدود (شكل ٢١-٢)، اختر الاجرام السماوية التى يمكن رصد اتجاهها بدون استخدام المرآة ، واذا استحال ذلك فيكون الاختيار للأجرام ذات اقل ارتفاع متيسر .

ولاتظن أبدا أن مرآة العزيمة قد وضعت لتستخدم أو أنها خالية من الأخطاء.

جـ- تاثير الخطأ الناتج عن ميل مستوى التوجيه :

يظهر هذا الخطأ فى القيمة المقروءة للاتجاه اذا أميل مستوى دائرة العزيمة جانبيا حيث ينحرف مستوى التوجيه عندئذ عن المستوى الرأسى المار بالجرم السماوى (الدائرة الرأسية المارة بالجرم Vertical Circle) .

١-البوصلة المغناطيسية:

فى الرسم الموضح (شكل ٢١ - ٣) نفترض أن H H' هو مستوى دائرة العزيمة للبوصلة المغناطيسية ، Z M هو مستوى التوجيه لدائرة العزيمة والتى تتطابق مع الدائرة الرأسية المارة بالجرم السماوى المرصود وهو الوضع الصحيح لدائرة العزيمة .

نفترض أننا قد أملنا مستوى دائرة العزيمة (وعاء البوصلة) بزاوية مقدارها (m) وأننا قد وجهنا مستوى التوجيه ناحية الجرم السماوى (X) ، فاننا سوف نقرأ الاتجاه ($A + \sigma A$) بدلا من (A) . وفيما يلى كيفية الحصول على الخطأ (σA)

عند الإمالة فان المحور الرأسى لدائرة العزيمة سوف يزاح من (Z) . الى (Z') بقيمة قوسية تساوى زاوية الميل (m).

من مبادىء حساب المثلثات الكروية ، وبتطبيق قانون الأجزاء الأربعة المتجاورة فى المثلث DXM نحصل على :

$$O = \text{Sin } h \text{ Cot } \sigma A - \text{Sin } 90 \text{ Cot } i$$

OR

$$\tan \sigma A = \text{Sin } h \tan i$$

وبالتعويض عن الزوايا الصغيرة (i) ; (σA) رياضياً نحصل على :

$$\sigma A = i \cdot \text{Sin } h \qquad (21-1)$$

ومن المثلث الكروى الأولى ZXZ' نحصل على :

$$m = i \text{ Sin } (90 - h) = i \text{ Cos } h$$

وبقسمة المعادلة (21-1) على المعادلة الأخيرة نحصل على :

$$\boxed{\sigma A = m \cdot \tan h} \qquad (21-2)$$

يتضح من هذه العلاقة أن الخطأ (σA) ينعدم عندما يكون الجرم على دائرة الافق (أى عند شروق الجرم أو غروبه).

٢-البوصلة الجايروسكوبية :

اذا اميلت دائرة العزيمة لمحور البوصلة الجايرو، فان مستوى التدريج يميل بالتالى ويصبح فى الوضع N N' . ويؤثر ذلك بالتالى على قراءة الاتجاه ولكن بقيمة أقل وهى MK . (شكل ٢١ - ٤)

وفى الحقيقة فانه من المثلث الصغير M K D نحصل على :

$$\sigma A_{gyr} = MK = \sigma A \cdot \text{Cos } m$$

OR

$$\boxed{\sigma A_{gyr} = m \cdot \tan h \text{ Cos } m} \qquad (21-3)$$

بالنسبة لزوايا الميل الصغيرة جدا نستطيع أن نفترض أن (Cos m . ~ 1) ومن ثم نحصل على نفس العلاقة (2 - 21) ،

بتحليل العلاقات (2 - 21) , (3 -21) يتضح ان الخطأ فى قراءة الاتجاه لكل من البوصلة المغناطيسية والبوصلة الجايرو يتوقف على قيمة الارتفاع (h) للجرم السماوى كما يتضح من الجدول التالى حيث نأخذ فى الاعتبار انه فى حالة بحر معتدل وفى وجود ميزان ماء (level) مثبت فى دائرة العزيمة فان زاوية الميل (m) لدائرة العزيمة لاتتعدى ربع درجة (0.25°) . أما فى حالة عدم وجود ميزان ماء فان زاوية (m) قد تبلغ درجة وقد تصل الى ثلاث درجات .

h \ m	0.25°	1°	3°	h \ m	0.25°	1°	3°
5	0.02	0.09	0.26	30	0.14	0.58	1.73
10	0.04	0.18	0.50	35	0.18	0.70	2.10
15	0.07	0.27	0.80	45	0.25	1.00	3.00
20	0.09	0.36	1.09	55	0.36	1.40	4.30
25	0.12	0.47	1.40	70	0.69	2.70	8.20

ويتضح من هذا الجدول ، أنه حتى فى حالة وجود ميزان ماء حيث لاتزيد زاوية الميل عن (0.25°) فان الخطأ فى رصد الاتجاه للارتفاعات الاكبر من (35°) يزيد عن دقة الرصد المسموح به وهو (0.2°) .

ويجب ملاحظة أنه اذا تعرضت السفينة للدرفلة العرضية (أو الطولية) فان دقة ميزان الماء تقل الى مستوى (1.0° <—— 0.5°) مما يؤدى الى خطأ فى رصد الاتجاه للارتفاعات الاكبر من (15°) الى اكثر من (0.3°)

من هذا التحليل نوصى بالآتى :

١ – عند قياس اتجاهات الاجرام السماوية فانه يجب على الراصد ان يمسك مستوى التوجيه لدائرة العزيمة فى المستوى الرأسى المار بالجرم السماوى بالضبط .

ولكى يتمكن من ذلك فانه يجب عليه ان يستخدم ميزان الماء دائما ، وفى حالة عدم تزويد دائرة العزيمة بميزان ماء فيحذر امالة وعاء البوصلة على وجه الاطلاق.

٢ – أختار الاجرام السماوية ذات الارتفاعات الأقل من (15°) ويعتبر هذا ضرورى للغاية عند رصد الاتجاه فى حالة الدرفلة .

ثانيا : الاخطاء العشوائية فى رصد اتجاه بوصلى لجرم سماوى:

الاخطاء العشوائية تكون ملازمة لكل قياس من نوعية رصد اتجاه جرم سماوى باستخدام دائرة العزيمة . ففى هذه الحالةتنشأ الأخطاء العشوائية نتيجة لما يلى :

أ – الخطأ الناشىء عن توجيه شعرة التوجيه (Sighting Vane) فى اتجاه الجرم السماوى أو فى اتجاه مركزه كما حالة الشمس مثلا .

ب – الخطأ الناشىء عن قراءة الاتجاه البوصلى من تدريج البوصلة .

جـ – الخطأ الناشىء عن كلا الخطأين فى الرصدات المختلفة وهو مايظهر بصورة محسوسة فى حالة راصد مبتدىء قليل الخبرة .

وتختلف قيم الخطأ العشوائى الكلى لكل من البوصلة المغناطيسية والبوصلة الجايرو. وتتوقف ايضا على ظروف القياس ونعنى بها أساسا درفلة السفينة .

وقد أورت التجارب ان قيمة هذا الخطأ العشوائى الكلى تتراوح بين ($\pm 0.3°$) فى الظروف الطبيعية وقد تصل الى ($\pm 1.5°$) فى حالة الدرفلة الثقيلة .

ولتقليل الأخطاء العشوائية ، يجب على الراصد أن يرصد الاتجاهات بعناية فائقة وأن يقرأ التدريج فى نفس لحظة التوجيه تماما . بل يجب عليه أن يأخذ متوسط ثلاث رصدات أو اكثر وهو مايعتبر ضرورى للغاية فى حالة درفلة السفينة .

نتيجة لتحليل الأخطاء سواء الرتيبية أوالعشوائية فاننا ننوه فيما يلى عن التوصيات التى يجب أخذها فى الاعتبار عند رصد اتجاه جرم سماوى :

١ – يجب على الراصد التأكد من أن دائرة العزيمة قد تم ضبطها وأن تصحيحها منعدم أو نو قيمة معروفة .

٢ – يجب على الراصد أن يتجنب استخدام المرآة .

٣ – يجب على الراصد ان يستخدم ميزان الماء لتقليل تأثير ميل وعاء البوصلة واذا لم يوجد ميزان ماء فيجب عليه عدم إمالة وعاء البوصلة بيديه على وجه الاطلاق .

٤ – يجب أن يكون معلوما أن فى حالة الاجرام السماوية ذات الارتفاعات الاقل من (15°) فان جميع الاخطاء المشاراليها سوف تقل الى حد كبير .

٥ – يجب على الراصد فى حالة رصد اتجاه الشمس (أوالقمر) أن يتأكد من أن شغرة التوجيه تقسم قرص الشمس (او القمر) الى نصفين متماثلين تماما .

٦ – يجب على الراصد أن يقرأ تدريج البوصلة فى نفس لحظة التوجيه وبلا أدنى تأخير .

٧ – يجب على الراصد اخذ متوسط ثلاث رصدات لاتجاه نفس الجرم لتقليل الاخطاء العشوائية على قدر الامكان ، ويمكن ان تزيد الى خمس فى حالة الدرفلة والطقس الردىء .

تأثير أخطاء السير فى الموقع الحسابى على العزيمة المحسوبة لجرم سماوى :

فى المثلث الفلكى الشهير (PZX) نفترض الرموز التالية للمتغيرات الاساسية بهدف تسهيل كتابة العلاقات رياضيا :

λ	:	Longitude	الطول
ϕ	:	Latitude	العرض
h	:	Altitude	الارتفاع
t	:	L. H. A.	الزاوية الزمنية المحلية
σ	:	declination	الميل
A		Azimuth	العزيمة

وبتطبيق قانون الاجزاء الاربعة المتجاورة على الاضلاع (PZ) ; (PX) والزوايا (Z) ; (P) نحصل على :

$$\text{Cos}(90-\phi)\ \text{Cos}(t) = \text{Sin}(90-\phi)\ \text{Cot}(90 \pm \sigma) - \text{Sin}(t).\ \text{Cot}\ A$$

$$\text{Sin}\ \phi.\ \text{Cos}\ t = \text{Cos}\ \phi.\tan\sigma - \text{Sin}\ t\ \text{Cot}\ A$$

$$\boxed{\text{Cot}\ A = \text{Cos}\ \phi.\ \tan\sigma\ .\text{Cosec}\ t - \text{Sin}\ \phi\ \text{Cot}\ t} \qquad (21-4)$$

فى هذه العلاقة نلاحظ ان قيمة العزيمة (A) تتوقف على قيمة خط عرض الراصد (ϕ) مباشرة وكذلك على خط طول الراصد (λ) من خلال الزاوية الزمنية (t) وبالتالى فان هذين الاحداثيين اذا ماتعرضا لأخطاء السير المعتادة فإن ذلك سوف يؤثر مباشرة على قيمة العزيمة المحسوبة . ويتضح ذلك من التحليل التالى :

أولا : تأثير الخطأ فى العرض الحسابى :

باجراء عملية التفاضل على العلاقة (4 - 21) بالنسبة لكل من العزيمة (A) والعرض (ϕ) نحصل على :

$$\frac{-dA}{\sin^2 A} = (-\sin\phi \cdot \tan\sigma \cdot \operatorname{Cosec} t - \cos\phi \cot t) \cdot d\phi$$

وباعتبار التغيرات الصغيرة بدلا من التفاضل فى العلاقة الاخيرة .

$$\Delta A = \sin^2 (A) \left[\frac{\sin\phi \cdot \sin\sigma}{\sin t \cdot \cos\sigma} + \frac{\cos\phi \cdot \cos t}{\sin t} \right] \Delta\phi$$

$$= \sin^2 A \left[\frac{\sin\phi \cdot \sin\sigma + \cos\phi \cdot \cos\sigma \cos t}{\sin t \cdot \cos\sigma} \right] \Delta\phi$$

وبالتعويض عن :

$$\sin\phi \sin\sigma + \cos\phi \cos\sigma \cos t = \sin h$$

نحصل على:

$$\Delta A = \sin^2 (A) \left[\frac{\sin h}{\sin t \cdot \cos\sigma} \right] \cdot \Delta\phi$$

وبالتعويض عن :

$$\frac{\sin A}{\cos\sigma} = \frac{\sin t}{\cos h}$$

نحصل على:

$$\Delta A = \left[\frac{\cos\sigma \cdot \sin A \cdot \sin h}{\cos h \cdot \cos\sigma} \right] \cdot \Delta\phi$$

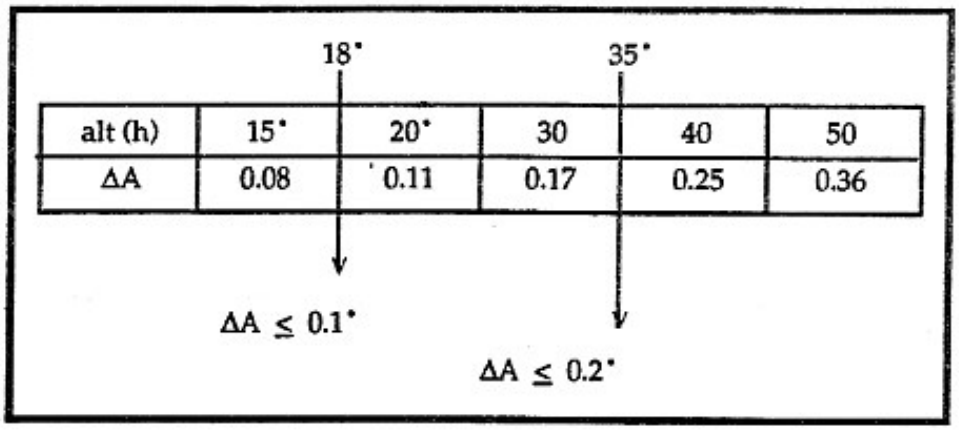
$$\boxed{\Delta A = \sin A \cdot \tan h \cdot \Delta\phi} \qquad (21-5)$$

ويتضح من هذه العلاقة أن الخطأ فى قيمة العزيمة المحسوبة سوف ينعدم مهما كانت قيمة الخطأ فى العرض الحسابى فى حالة ما إذا كان ارتفاع الجرم السماوى ($h = 0$) أو عزيمته ($A = 0$) . ولنفترض ان الخطأ فى العرض الحسابى لن يتعدى ٢٠ ميل بحرى (أى أن $\Delta\phi = 0.3^\circ$) وأن SinA فى اقصى قيمة وهى الواحد الصحيح .

أى أن عزيمة الجرم تكون($A = 90^\circ$ OR $A = 270^\circ$) وبذلك تصبح العلاقة (21-5)

$$\Delta A = 0.3 \tan h$$

أى أن الخطأ فى العزيمة المحسوبة سوف تتوقف قيمته مباشرة على قيمة ارتفاع الجرم وهو مانلاحظه من الجدول التالى :



ونتيجة مباشرة لهذا التحليل فإنه بالنسبة لدوائر العزيمة العادية التى تسمح برصد اتجاهات الاجرام حتى ارتفاع (15°) بدون مرآة أو تلك التى تسمح بالرصد حتى ارتفاع (35°) باستخدام المرآة فان الخطأ فى العرض الحسابى وفى ظروف الابحار الطبيعية يؤثر بالكاد فى قيمة العزيمة المحسوبة وفى حدود الدقة المتعارف عليها .

ثانيا : تأثير الخطأ فى الطول الحسابى:

يمكن الحصول على معدل التغير فى قيمة العزيمة من احدى العلاقتين التاليتين واللتان يمكن اشتقاقهما بنفس اسلوب اشتقاق العلاقة (5 - 21)

$$\Delta A = -\cos\sigma \cdot \cos q \cdot \sec h \cdot \Delta t \qquad (21-6)$$

OR

$$\Delta A = -(\sin\phi - \cos\phi \cdot \cos A \cdot \tan h)\Delta t \qquad (21-7)$$

وحيث أن :

$$L.H.A. = G.H.A \pm \text{Long} \begin{matrix} E \\ W \end{matrix}$$

$$i.e. \quad t = t_G \pm \lambda$$

وبالتالى يمكن اعتبار أن :

$$\Delta t = \Delta t_G \pm \Delta \lambda$$

وحيث ان الخطأ (Δt_G) ينشأ أساسا نتيجة خطأ فى الوقت والذى لايتعدى ($\pm 2^S$) فى الاحوال العادية ومن ثم يهمل ، لذلك نستعيض عن الخطأ (Δt) بالخطأ فى الطول ($\pm \Delta \lambda$) وبالتالى يمكن كتابة العلاقتين (21-6) , (21-7) كما يلى :

$$\Delta A = \mp \cos \sigma . \cos q . \sec h . \Delta \lambda \quad \ldots\ldots\ldots (21-8)$$

OR

$$\Delta A = \mp (\sin \phi - \cos \phi . \cos A . \tan h .) \Delta \lambda \quad \ldots\ldots\ldots (21-9)$$

يتضح من العلاقات السبقة أن (ΔA) ينعدم فقط فى حالة ما إذا كان ($Dec = 90^\circ$) كما فى حالة النجم القطبى Polaris تقريبا أو عندما يصل الجرم السماوى الى وضع أقصى عزيمة ($q = 90^\circ$) وماعدا ذلك فان (ΔA) لن تنعدم .

من العلاقة الاخيرة يتضح أن أقل معدل تغير فى العزيمة يحدث عندما يكون الجرم على الدائرة الرأسية الأولى أو عندما ($A = 90^\circ$ OR $A = 270^\circ$) أو عندما يكون الجرم فى لحظة شروقه أو غروبه أى عندما ($h = 0$)..

لنفترض ان الخطأ فى الطول الحسابى لايزيد عن ٢٠ ميل بحرى أى أنه بالنسبة للعروض المتوسطة فإن ($\Delta \lambda \sim 0.3^\circ - 0.5^\circ$) وبالتالى فانه فى العلاقة (21-8) اذا اعتبرنا القيم المتوسطة لكل من الزاوية (q) والميل (σ) وأن قيمة الارتفاع ($h = < 20^\circ$) فان قيمة الخطأ فى العزيمة المحسوبة لن يتعدى 0.2° أى ($\Delta A < 0.2^\circ$) وهو مايعنى أن الخطأ فى الطول الحسابى فى الظروف الطبيعية لن يؤثر على قيمة العزيمة المحسوبة بأكثر من الخطأ المسموح به طالما كان ارتفاع الجرم السماوى صغيرا .

أما فى حالة العروض الكبيرة ($\phi > 75^\circ$) وتحت نفس الظروف السابقة فان الخطأ فى العزيمة المحسوبة يصل الى ($\pm 1.5^\circ$) .

من هذه التحليلات نستطيع تحديد بعض الملامح الرئيسية كما يلى:

١ – يكون تأثيرالخطأ فى الموقع الحسابى (سواء فى العرض او فى الطول) على العزيمة المحسوبة أقل مايمكن فى حالة الاجرام السماوية ذات الارتفاعات الصغيرة .

٢ – بالنسبة لظروف الابحار المعتادة وبافتراض ان قيمة الخطأ فى العرض الحسابى او فى الطول الحسابى نتيجة للابحار لن تتعدى ٢٠ ميل بحرى وان ارتفاع أى جرم لن يتعدى ٥٠° ، فاننا نستطيع اعتبار ان العزيمة المحسوبة تساوى عمليا العزيمة الحقيقية للجرم السماوى .

٣ – فى خطوط العرض الشمالية الأقل من ٣٥° يكون النجم القطبى من أفضل النجوم التى يمكن استخدامها فى ايجاد خطأ البوصلة .

الفصل الثانى والعشرون

ايجاد خطأ البوصلة برصد إتجاه جرم سماوى

يتم رصد الاتجاه البوصلى Compass Bearing لأى جرم سماوى يكون ارتفاعه اقل من (alt < 15°) وذلك لتجنب رصد اتجاهه عن طريق اسقاطه على مرآة العزيمة Azimuth mirror وذلك بغرض تلافى الاخطاء الناشئة عن صناعة وتثبيت المرآة . ويجوز فى الحالات الاستثنائية ان يرصد الاتجاه البوصلى حتى ارتفاع (35°) على الاكثر . وبالنسبة للارتفاعات الاكبر من ذلك يكون خطأ البوصلة الناتج غير معتمد .

وتتم خطوات التنفيذ كما يلى :

١- أرصد الاتجاه البوصلى Compass bearing

٢- سجل G M T المناظر .

٣- استخرج D. R . Position من الخريطة .

٤- بمعلومية G.M.T. ومن جداول التقويم البحرى احسب قيمة كل من L.H.A. ، Dec

٥ - بمعلومية كل من Dec ; D.R. lat, LHA. وباستخدام جداول A. B. C. احسب قيمة الاتجاه الحقيقى True bearing

٦- قارن بين Compass bearing وبين True bearing لاستنتاج قيمة خطأ البوصلة Compass error

مثال محلول (٢٢ – ١)

فى وقت الشفق البحرى المسائى Evening Naut Tw. ليوم July 1st

السفينة فى الموقع الحسابى (33° 10' N , 114° 45' W) D.R.

تم رصد اتجاه النجم Castor وكانت النتائج كما يلى :

خطأ الكرونومتر	3 m 15 s Slow	Ch. Error
وقت الكرونومتر	3 h 51m 45s	Ch. Time
الاتجاه البوصلى	310°	Compass Bg.
الانحراف	5.5° W	Variation
الاتجاه الجايرو	305°	Gyro Bg.

أوجد :

١ – خطأ البوصلة المغناطيسية　　Compass error

٢ – خطأ الجايرو　　Gyro error

٣ – الانعطاف　　Deviation

ثم ناقش مدى الاعتمادية Reliability على النتائج .

ملحوظة :

النجم ليس من النجوم الملاحية المدرجة فى الصفحات اليومية ، لذلك نستخرج احداثياته من قائمة النجوم صفحة ٢٧٣ فى جداول التقويم البحرى .

Compass Error TIME (Star)

L.M.T. ≈	2006 Jul. 1st
± long (+)	0739
G.D.	0356 **Jul. 2nd**
Ch.Time	3 51 45
Ch.Error	+ 3 15
G.M.T.	**03 55 00**

G.H.A.	324° 53`.9
Incr.	13° 47`.3
V or SHA	246° 30`.2
G.H.A.	225° 11`.4
± long (-)	114° 45`.0
L.H.A.	110° 26`.4

Dec.• N 31° 54`.7

L.H.A.	110° 26`.4	A	0.244 N
Lat.	N 33° 10`.0	B	0.665 N
Dec.	N 31° 54`.7	C	0.908 N
		Az.	N 52°.8 W
		T.Bg.	**307°.2**

Compass		Gyro	
T.Bg.	307°.2	T.Bg.	307°.2
C.Bg.	310°.0	G.Bg.	305°.0
C.Error	**2°.8 W**	**G.Error**	**2°.2 Low**
Var.	5°.5 W		
Dev.	**2°.7 E**		

مثال محلول (٢٢ – ٢)

فى وقت المنطقة Z . T 0700 ليوم Jan 18th

السفينة فى الموقع الحسابى (D. R . (15° 20' S , 153° 50' E

خطأ الكرونومتر Ch. Error 9 m 30 s Slow

تم رصد اتجاه الشمس Sun وكانت النتائج كما يلى :

وقت الكرونومتر	Ch. Time 8 h 50m 10s
الاتجاه البوصلى	Compass Bg. 110°
الانحراف	Variation 3.2° E
الاتجاه الجايرو	Gyro Bg. 105°

أوجد :

١ – خطأ البوصلة المغناطيسية Compass error

٢ – خطأ الجايرو Gyro error

٣ – الانعطاف Deviation

ثم ناقش مدى الاعتمادية Reliability على النتائج .

Compass Error TIME (Sun)

Z.T.	0700 Jan. 18th
Z.N (-)	10
G.D.	2100 Jan. 17th
Ch.Time	8 50 10
Ch.Error	+ 9 30
G.M.T.	**20 59 40**

G.H.A.	117° 27`.2	Dec	S 20° 40`.3
Incr.	14° 55`.0	d.Corr.	- 0`.5
G.H.A.	132° 22`.2	C.Dec.	S 20° 39`.8
± long (+)	153° 50`.0		
L.H.A.	286° 12`.2		

L.H.A.	286° 12`.2	A	0.080 N
Lat.	S 15° 20`.0	B	0.393 S
Dec.	S 20° 39`.8	C	0.313 S
		Az.	S 73°.2 E
		T.Bg.	**106°.8**

Compass		Gyro	
T.Bg.	106°.8	T.Bg.	106°.8
C.Bg.	110°.0	G.Bg.	105°.0
C.Error	**3°.2 W**	**G.Error**	**1°.8 Low**
Var.	3°.2 E		
Dev.	**6°.4 W**		

مثال محلول (٢٢ – ٣)

فى وقت الشفق البحرى الصباحى Morning Naut. Tw. ليوم Dec. 10th

السفينة فى الموقع الحسابى (D. R. (24° 40' N , 174° 20' E

خطأ الكرونومتر　　Ch. Error　2 m 14 s Fast

تم رصد اتجاه النجم القمر Moon وكانت النتائج كما يلى :

وقت الكرونومتر	Ch. Time	6h 06m 20s
الاتجاه البوصلى	Compass Bg.	155°
الانحراف	Variation	2.9° E
الاتجاه الجايرو	Gyro Bg.	159°

أوجد :

١ – خطأ البوصلة المغناطيسية　　Compass error

٢ – خطأ الجايرو　　Gyro error

٣ – الانعطاف　　Deviation

ثم ناقش مدى الاعتمادية Reliability على النتائج .

Compass Error TIME (Moon)

L.M.T. ≈	0540 Dec. 10th
± long (-)	1137
G.D.	1803 **Dec. 9th**
Ch.Time	6 06 20
Ch.Error	- 2 14
G.M.T.	**18 04 06**

G.H.A.	174° 17`.1	v 15	
Incr.	0° 58`.7	d 14	
V or SHA	1`.1		
G.H.A.	175° 16`.9		
± long (+)	174° 20`.0		
L.H.A.	349° 36`.9		

Dec.	2° 03`.9 S
d corr.	+ 1`.1
C.Dec.	2° 05`.0 S

L.H.A.	349° 36`.9	A	2.506 S
Lat.	24° 40`.0 N	B	0.202 S
Dec.	2° 05`.0 S	C	2.708 S
		Az.	S 22°.1 E
		T.Bg.	**157°.9**

Compass		Gyro	
T.Bg.	157°.9	T.Bg.	157°.9
C.Bg.	155°.0	G.Bg.	159°.0
C.Error	**2°.9 E**	**G.Error**	**1°.1 High**
Var.	2°.9 E		
Dev.	**nil**		

مثال محلول (٢٢ – ٤)

فى وقت المنطقة Z. T. 0450 ليوم Aug. 10th

السفينة فى الموقع الحسابى (36° 10' N , 141° 18' W) D. R.

خطأ الكرونومتر 7m 12 s Fast Ch. Error

تم رصد اتجاه الكوكب الزهرة Venus وكانت النتائج كما يلى :

وقت الكرونومتر	1h 55m 20s	Ch. Time
الاتجاه البوصلى	065°	Compass Bg.
الانحراف	3° E	Variation
الاتجاه الجايرو	068.8°	Gyro Bg.

أوجد :

١ – خطأ البوصلة المغناطيسية Compass error

٢ – خطأ الجايرو Gyro error

٣ – الانعطاف Deviation

ثم ناقش مدى الاعتمادية Reliability على النتائج .

Compass Error TIME (Planet)

Z.T.	0450 Aug. 10th
Z.N. (+)	9
G.D.	1350 Aug. 10th
Ch.Time	1 55 20
Ch.Error	- 7 12
G.M.T.	**13 48 08**

G.H.A.	35°	50`.1
Incr.	12°	02`.0
V or SHA	-	0`.6
G.H.A.	47°	51`,5
± long (-)	141°	18`.0
L.H.A.	266°	33`.5

v - 0.8
d 0.4

Dec.	21°	10`.9 N
d corr.	-	0`.3
C.Dec.	21°	10`.6 N

L.H.A.	266°	33`.5
Lat.	36°	10`.0 N
Dec.	21°	10`.6 N

A	0.044 N
B	0.388 N
C	0.432 N
Az.	N 70°.8 E
T.Bg.	**070°.8**

Compass		Gyro	
T.Bg.	070°.8	T.Bg.	070°.8
C.Bg.	065°.0	G.Bg.	068°.8
C.Error	**5°.8 E**	**G.Error**	**2°.0 Low**
Var.	3°.0 E		
Dev.	**2°.8 E**		

الفصل الثالث والعشرون

ايجاد خطأ البوصلة برصد اتجاه النجم القطبى Polaris

النجم القطبى Polaris لايظهر بالطبع فى نصف الكرة الجنوبى ، لذلك فإن هذه الطريقة لاتستخدم الا فى نصف الكرة الشمالى . ويفضل عند اخذ الاتجاه البوصلى للنجم القطبى ان يكون ارتفاعه اقل من (15°) واستثناءا حتى (35°) وحيث ان ارتفاع القطب السماوى يساوى خط عرض الراصد ، لذلك فإن هذه الطريقة تستخدم حتى خط عرض (lat . 35° N) على الاكثر وبالنسبة لخطوط العرض الاكبر من ذلك يكون خطأ البوصلة الناتج غير معتمد .

وتتم خطوات التنفيذ كما يلى :

١- أرصد الاتجاه البوصلى للنجم القطبى Compass bearing

٢- سجل GMT المناظر

٣- استخرج D.R. Position من الخريطة .

٤- بمعلومية GMT ومن جداول التقويم البحرى احسب قيمة L.H.A. (Aries).

٥- بمعلومية كل من D.R. Lat. , L.H.A. (Aries) , استخرج قيمة الاتجاه الحقيقى True bearing من جداول النجم القطبى صفحة (276 - 274) بالتقويم البحرى .

٦- بمقارنة True bearing , Compass bearing استنتج قيمة خطأ البوصلة Compass error .

مثال محلول (٢٣ ـ ١)

اثناء الشفق المسائى Evening Twilight ليوم August 25 th

السفينة فى الموقع الحسابى (D. R. (24° 10' N , 171° 05' W

تم رصد اتجاه النجم القطبى Polaris وكانت النتائج كما يلى :

الاتجاه البوصلى	358.1°	Compass Bg.
الاتجاه الجايرو	000.5°	Gyro Bg.
الانحراف (١٩٧٠)	5° W	Variation (1970)

أوجد :

١ – خطأ البوصلة المغناطيسية　　Compass error

٢ – خطأ الجايرو　　Gyro error

٣ – الانعطاف　　Deviation

ملحوظة:

- تتزايد قيمة الانحراف بمقدار (8') سنويا.
- الحل سنة ١٩٩٠

L.M.T. Lat. corr.	1845 Aug. 25 + 5
L.M.T. ± Long.	1850 Aug. 25 11 + 24
G. Date	0614 Aug. 26
ch.time ch. error	
G.M.T.	

G.H.A. Incr.	64° 13.9 3 + 30.6
G.H.A. ± Long	67 44.5 171 − 05.0
L.H.A.	256° 39.5

T.Bg from Polaris Tables (0.5°)

Compass		Gyro	
T.Bg	360.5	TBg	000.5
C.Bg	358.1	G.Bg	000.5
C.error	2.4 E	G.error	nil
Var.	7.7 W		
dev.	10.1 E		

مثال محلول (٢٣ – ٢)

فى وقت المنطقة Z.T. 0509 يوم July 16th

السفينة فى الموقع الحسابى (D. R . (30° 05' N , 142° 00' E)

تم رصد اتجاه النجم القطبى Polaris وكانت النتائج كما يلى :

الاتجاه البوصلى	358°	Compass Bg.
الاتجاه الجايرو	359°	Gyro Bg.
الانحراف	3° W	Variation
وقت الكرونومتر	8h 10m 15s	Ch. Time
خطأ الكرونومتر	nil	Ch. Error

أوجد :

١ – خطأ البوصلة المغناطيسية	Compass error
٢ – خطأ الجايرو	Gyro error
٣ – الانعطاف	Deviation

Z.T. Z.N	0509 Jul. 16 −9
G.Date	20 09 Jul. 15
ch. time ch. error	08 10 15 −
G.M.T.	20 10 15

G.H.A. Incr.	233° 24.6 2 34.2 +
G.H.A. ± Long	235 58.8 142 + 00.0
L.H.A.	17 58.8

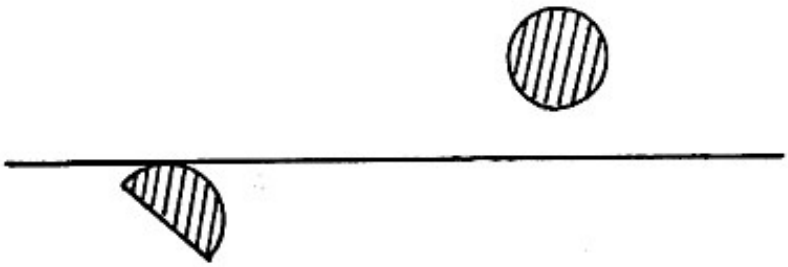
—— T.Bg from Polaris Tables (0.°4)

Compass		Gyro	
T.Bg	360.4	TBg	360.4
C.Bg	358.0	G.Bg	359.0
C.error	2.°4 E	G.error	1.°4 Low
Var.	3.0 W		
dev.	5.°4 E		

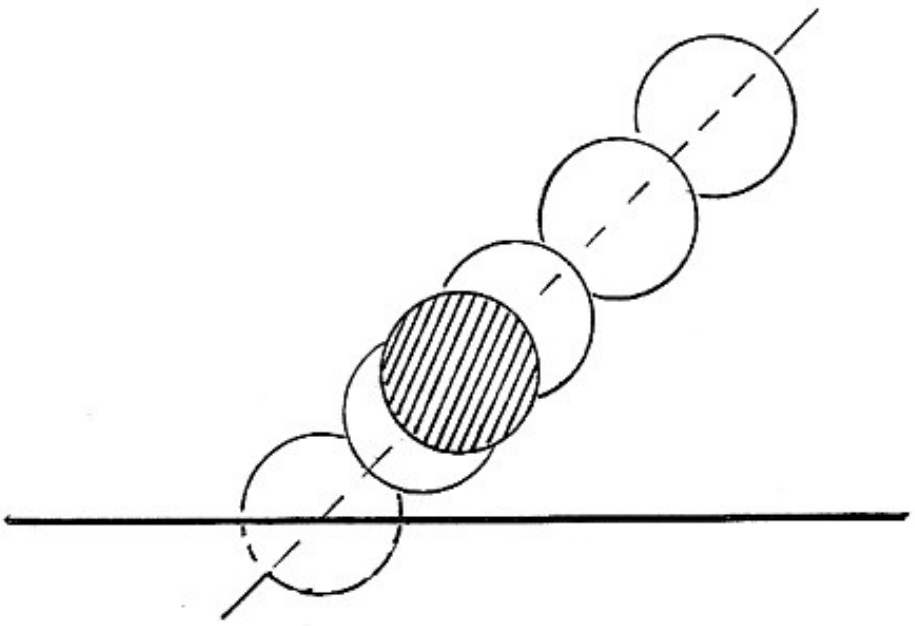
الفصل الرابع والعشرون

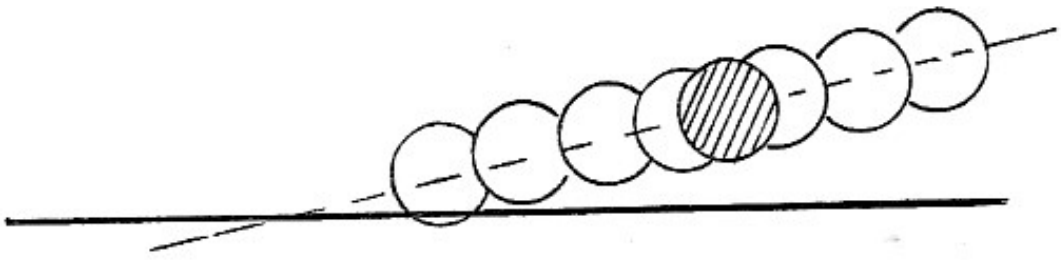
ايجاد خطأ البوصلة بطريقة السعه (Amplitude)

يمكن ايجاد خطأ البوصـــلة بطريقة السعة Amplitude برصـــد اتجاه الشمس (او القمر) لحظة الشروق او الغروب النظرى Theoritical Rising or Setting . ففى وقت الشـروق او الغـروب النظرى للشـمس يكون الارتفـاع الظاهرى Apparent alt. للحافة السفلى للشمس مساويا (19') أى مساويا تقريبا لنصف قطرها . اما فى حالة القمر فيحدث الشروق او الغروب النظرى عندما تمس الحافة العليا لقرص القمر خط الافق المرئى . Visible Horizon (شكل ٢٤ – ١)



وبالنسبة للشمس يجب على الراصد ان يتوخى الحذر عند رصد الاتجاه البوصلى بهذه الطريقة خاصة فى خطوط العرض العليا ، لان المسار اليومى للشمس يكون مائلا بزاوية صغيرة على دائرة الافق المرئـــى visible Horizon كما يتضـح من الشكل (٢٤ – ٢)





وتتم خطوات التنفيذ كما يلى :

١- أرصد الاتجاه البوصلى للجرم Compass bearing

٢- إحسب GMT لحظة الشروق (او الغروب)

٣- إستخرج D.R. Position من الخريطة .

٤- بمعلومية GMT إستخرج قيمة Dec . من الجداول .

٥- بمعلومية Dec , D.R. lat استخـــرج قيمة Amplitude من جـداول نورى Nori's Table او طبق العلاقة :

$$\text{Sin Amp.} = \text{Sin Dec.} \cdot \text{Sec lat.}$$

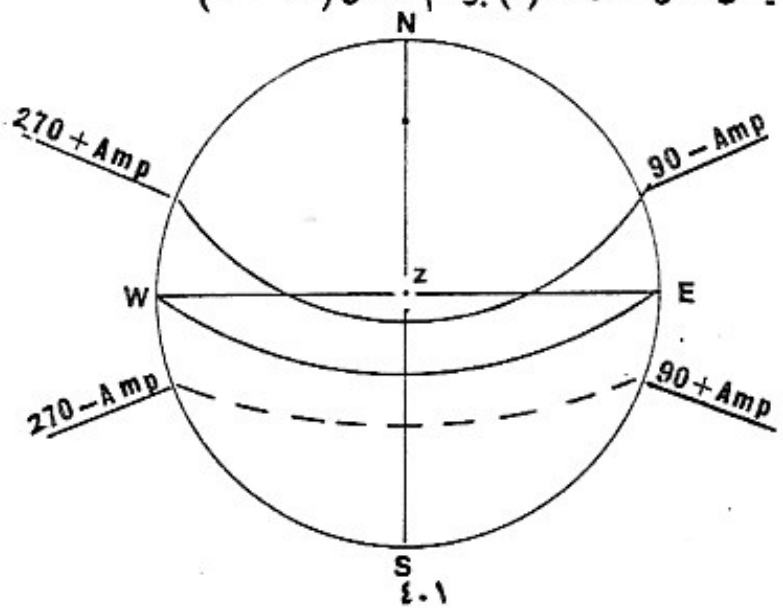
٦- طبق العلاقة المناسبة مما يلى للحصول على الاتجاه الحقيقى True bearing :

$$\text{At Rising: T.Bg.} = 90^\circ \pm \text{Amp.} \left\{ \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} \text{IF Dec} \begin{matrix} S \\ N \end{matrix} \right\}$$

$$\text{At Setting: T.bg.} = 270^\circ \pm \text{Amp.} \left\{ \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} \text{IF Dec.} \begin{matrix} N \\ S \end{matrix} \right\}$$

٧- قارن بين Compass Bearing وبين True Bearing للحصول على خطأ البوصلة Compass error

ملحوظة : يمكن تذكر العلاقات (٦) برسم الشكل (٢٤ - ٣)



٤٠١

مثال محلول (٢٤ – ١)

في يوم July 19th , 1990

كان الرائد في الموقع الحسابي D. R. Position (38° 00' N ; 111° 00' E)

تم رصد القمر Moon أثناء شروقه النظري Moonrise

وكانت نتائج الرصد كما يلي :

الاتجاه البوصلي	060°	Compass Bearing
الانحراف	2.4° E	Variation

احسب كل من :

١ – خطأ البوصلـــة

٢ – الانعطاف

A) Moon Rise / ~~Moonset~~

L.M.T	01 44 Jul. 19
lat. Corr^{n}	− 11
long Corr^{n}	− 17
L.M.T.	01 16 Jul. 19
± long $^{W}_{E}$	7 24
G.M.T	17 52 Jul. 18

B) Declination

3.8′

Dec.	N 26 + 16.7
d.corr.	3.3
C Dec	N 26° 20.0′

C) Amplitud

Lat ..... 38° ..... 00′ ..... N.
Dec. ..... 26 ..... 20 ..... N.

Sin Amp = Sin Dec. Sec lat

Amp. = 34.3°

D) True Bearing

90° / ~~270°~~	90°
± Amp	− 34.3
T. Bg	055.7°

Compass

T.Bg	055.7
C.Bg	60.0
C.error	4.3 W
Var.	2.4 E
dev.	6.7 W

Gyro

TBg	055.7
G.Bg	
G.error	

T.Bg at Rising = 90° ± Amp [S. Dec / N.Dec

T.Bg at Setting = 270° ± Amp [N. Dec / S. Dec

مثال محلول (٢٤ – ٢)

فى يوم May 24th , 1990

كانت السفينة فى الموقع الحسابى (12° 00.0' N ; 32° 08.0' W) D. R. Position

تم رصد اتجاه الشمس Sun **أثناء شروقها النظرى** Sunrise

وكانت نتائج الرصد كما يلى :

الاتجاه بالبوصلة المغناطيسية	071°	Compass Bearing
الاتجاه بالبوصلة الجايرو	070°	Gyro Bearing
الانحراف	8.7° W	Variation

احسب كل من :

١ – خطأ كل من البوصلـــتين

٢ – الانعطاف

A) Sun Rise / ~~Sun Set~~

L.M.T lat. Corr^{n}	05 38 May 24 − 3
L.M.T. ± long $^{W}_{E}$	05 35 May 24 2 + 9
G.M.T.	07 44 May 24

B) *Declination*

Dec. d.corr.	N 20° 44.0 + 0.4
C. Dec.	N 20 44.4

C) Amplitud

Lat ....12°....00.0 N.....
Dec. ...20....44.4 N.....

Sin Amp = Sin Dec. Sec lat

Amp. = 21.2°

D) True Bearing *

90° / ~~270°~~ ± Amp	90° 21.2 −
T. Bg	68.8

Compass		Gyro	
T.Bg	068.8	TBg	068.8
C.Bg	071.0	G.Bg	070.0
C.error	2°.2 W	G.error	1°.2 High
Var.	8.7 W		
dev.	6.5 E		

T.Bg at Rising = 90° ± Amp | **S. Dec / N.Dec**

T.Bg at Setting = 270° ± Amp | **N. Dec / S. Dec**

مثال محلول (٢٤ - ٣)

في يوم November 28th , 1990

كانت السفينة في الموقع الحسابي D. R. Position (30° 10.0' N ; 165° 40.0' W)

تم رصد كوكب الزهرة Venus أثناء غروبه النظري

كانت نتائج الرصد كما يلي :

الاتجاه بالبوصلة المغناطيسية	237.2°	Compass Bearing
الاتجاه بالبوصلة الجايرو	242.2°	Gyro Bearing
الانحراف	3.5°E	Variation

احسب كل من :

١ - خطأ كل من البوصلتين

٢ - الانعطاف

A) ~~Planet Rise~~ / Planet Set

L.M.T	12 16 Nov. 28
± 6 hours	+6
L.M.T.	18 16 Nov 28
± long W E	11 03
G.M.T.	05 19 Nov 29

of meridian passage
+ for set, - for rise

B) Declination

Dec.	S 22° 35.2
d.corr.	+ 0.2 (d 0.5)
C. Dec.	S 22° 35.4

C) Amplitud

Lat ..30°..10.0 N.....
Dec. ..22..35.4 S.....

Sin Amp = Sin Dec. Sec lat

Amp. = 26.4

*D) True Bearing **

90° / 270°	270°
± Amp	26.4
T. Bg	243.6

Compass		Gyro	
T.Bg	243.6	T.Bg	243.6
C.Bg	237.2	G.Bg	242.2
C.error	6.4 E	G.error	1.4 Low
Var.	3.5 E		
dev.	2.9 E		

* T.Bg at Rising = 90° ± Amp [S. Dec / N.Dec

T.Bg at Setting = 270° ± Amp [N. Dec / S. Dec

مثال محلول (٢٤ - ٤)

فى يوم January 3rd , 1990

كانت السفينة فى الموقع الحسابى (D. R. Position (29° 40.0' N ; 43° 15.0' W

تم رصد النجم اللامع السماك الرامح Arcturus **أثناء شروقه النظرى**

كانت نتائج الرصد كما يلى :

الاتجاه بالبوصلة المغناطيسية	060°	Compass Bearing
الاتجاه بالبوصلة الجايرو	069°	Gyro Bearing
الانحراف	2.6 W	Variation

احسب كل من :

١ - خطأ كل من البوصلـــتين

٢ - الانعطاف

A) Declination

C. Dec.	N 19° 13.8

B) Amplitud

Lat ..... 29° 40.0 N
Dec. ..... 19 ..... 13.8 N

Sin Amp = Sin Dec. Sec lat

Amp. = 22.3°

C) True Bearing

90° / 270°	90°
± Amp	22.3
T. Bg	67.7°

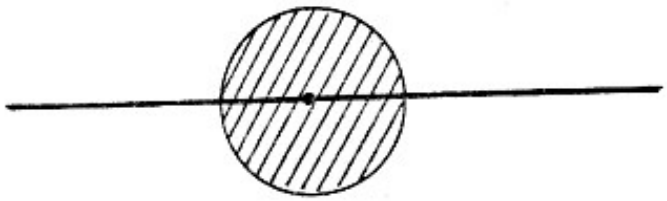
Compass		Gyro	
T.Bg	067.7	TBg	067.7
C.Bg	060.0	G.Bg	069.0
C.error	7.7 E	G.error	1.3 High
Var.	2.6 W		
dev.	10.3 E		

T.Bg at Rising = 90° ± Amp [S. Dec / N.Dec

T.Bg at Setting = 270° ± Amp [N. Dec / S. Dec

تطبيق خاص على طريقة السعة :

قد يحدث عمليا ان يقوم الراصد برصد الاتجاه البوصلى Compass bearing للشمس عندما يكـــون مركز قرص الشمـــس منطبقـــا على الافق الظاهرى visible Horizon (انظر الشكل ٢٤ -٤)



وعند تطبيق اسلوب ايجاد خطأ البوصلة بطريقة السعة Amplitude ة ، فإنه قد يحصل على قيمة غير دقيقة بطريقة محسوسة (خاصـــ ى خطوط العرض العليا) .

ولتلافى الخطأ فى اسلوب التطبيق يجب على الراصد ان يضيف مايسمى بتصحيح السعة Correction of Amplitude على الاتجاه البوصلى الذى تم رصده قبل يطبق اسلوب السعة Amplitude فى ايجاد خطأ البوصلة .

وهذا التصحيح نحصل عليه من الجدول الفرعى فى جداول Norie's Tables او الذى عنوانه Amplitude Corrections (انظر الشكل ٢٤ - ٥)

ومن النادر ان يتمكن الراصد من رصد نجـــم او كوكب لحظة شروقه او غروبه على الافق الظـــــاهرى امـا إذا تمكن الراصـد من ذلك فإنه يجب عليـه ان يتبع نفس الاسلوب كما فى حالة تواجد مركز قرص الشمس على الافق الظاهرى ..

والمثال التالى يوضح التطبيق العملى لهذه الحالة الخاصة .

Amplitude Corrections

Lat.	Declination					
	0°	5°	10°	15°	20°	25°
°	°	°	°	°	°	°
0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0
5	0·1	0·1	0·1	0·1	0·1	0·1
10	0·1	0·1	0·1	0·1	0·1	0·1
15	0·2	0·2	0·2	0·2	0·2	0·2
20	0·2	0·2	0·2	0·2	0·2	0·3
25	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3
30	0·4	0·4	0·4	0·4	0·4	0·4
35	0·4	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5
40	0·5	0·6	0·6	0·6	0·6	0·7
42	0·6	0·6	0·6	0·6	0·7	0·7
44	0·6	0·6	0·7	0·7	0·7	0·7
46	0·7	0·7	0·7	0·7	0·8	0·8
48	0·7	0·8	0·8	0·8	0·9	0·9
50	0·8	0·8	0·8	0·9	0·9	1·0
52	0·8	0·9	0·9	0·9	1·0	1·1
54	0·9	0·9	1·0	1·0	1·1	1·3
56	0·9	0·9	1·0	1·0	1·2	1·5
58	1·0	1·0	1·1	1·2	1·3	1·7
60	1·1	1·2	1·2	1·3	1·5	2·1
62	1·2	1·2	1·3	1·4	1·8	2·9

مثال محلول (٢٤ - ٥)

عرض الراصد 62° 00' N ، D . R . lat ميل الشمس فى يوم السؤال . Dec . 20° 00' S

تم رصد الاتجاه البوصلى للشمس فى وقت الشروق حيث كان مركز قرص الشمس على الافق الظاهرى فكانت قيمته Comp. Bg S 41.5° E . اوجد قيمة خطأ البوصلة Compass Error

الحـــل :

To Find Corrected Observed Compass bearing :

Observed Compass bearing	138.5°
Correction	+ 1.8°
Corrected Observed bearing	140.3° —— (1)

To Find True bearing :

Amplitude = Sin^{-1} { Sin Dec . Sec lat }

i. e.

Amplitude = 46.8°

Thus True bearing at Rising = 90° + Amp.

= 136.8°

To Find Compass Error :

True bearing	136.8°	
Compass bearing	140.3	
Compass Error	3.5	W

الباب السادس

كيفية ملاشاة الغلطات في الملاحة الفلكية

الفصل الخامس والعشرون كيفية ملاشاة تأثير الغلطات فى الارتفاع

الفصل السادس والعشرون كيفية ملاشاة تأثير الغلطات فى الوقت

الفصل السابع والعشرون كيفية ملاشاة تأثير الغلطات المشتركة فى الارتفاع والوقت

الفصل الثامن والعشرون كيفية ملاشاة تأثير الغلطات فى عناصر الابحار عند حل رصدتين بينهما ابحار طويل

الفصل الخامس والعشرون

كيفيه ملاشاه تاثير الغلطات فى الأرتفاع

مقدمه :

يتعرض الأرتفاع الحقيقى لجرم سماوى . True alt أحيانا لبعض الغلـــطات mistakes نتيجه لتطبيق خاطئ فى الحسابات أو فى القياسات ، وبالتالى فإن تلك الغلطـــه (أو الغلطات) سوف تؤثر تاثيرا مباشرا على قيمه الفرق الناتج Intercept ومن ثم على الموقع المرصود Observed Position . .

ويمكن إرجاع هذه النوعيه من الغلطات (وهى تندرج تحت مسمى الأخطاء الرتيبيه أو المنتظمه (Systematic) الى عده أسبـــاب تعتبر هى الأكثر شيوعا بين الملاحين ، وهى :

١- تطبيق خاطئ لقيمه خطأ المؤشر (I . E .) سواءاً فى المقدار أو الأشاره .

٢- تطبيق خاطئ لقيمه الأنخفاض (Dip) سواءاً فى المقدار أو الأشاره .

٣ - استخراج وإستخدام قيمه غير صحيحه من الجداول .

وللاشاه تاثير أى غلطه من هذه النوعيه فإننا نتبع التسلسل التالى فى الحل للحصول على القيمه الصحيحه للفرق Correct Intercept

Correct Value (C. Value) (-) Wrong Value (W . Value)	
Correction Wrong Intercept (W . Int .)	
Correct Intercept (C . Int .)	

مع اعتبار أن إشاره الفرق Intercept تكون :

(+) إذا كان Towards

(−) إذا كان Away

والأمثله التاليه توضح التطبيق العملى لهذا الأسلوب .

مثال (٢٥ − ١)

حصل راصد على قيمه الفرق Intercept 3.1' Away واكتشف أنه قد استخـــدم خطـــأ المؤشر (I.E. = - 2.1') بدلا من (I.E. = +2.1') . أوجد القيمه الصحيح للفرق . (inercept)

C (I.E.)	+ 2.1'
-- W.(I.E.)	- 2.1'
Corr^{n}	+ 4.2'
W. Int.	- 3.1
C. Int.	+ 1.1'

i.e. 1.1' Towards

مثال (٢٥ – ٢)

حصل راصد على قيمه الفرق Intercept 4.0' Towards .
ثم اكتشف أنه قد إستخدم خطأ المؤشر (I . E . = - 2.1')
بدلا من (I . E . = + 2.1')
أوجد القيمه الصحيحه للفرق Intercept .

C (I.E.)	+ 2.1'	
- W.(I.E.)	- 2.1'	
Corrn	+ 4.2'	
W . Int .	+ 4.0	
C . Int .	+ 8.2	8.2' Towards

مثال (٢٥ - ٣)

حصل راصد على قيمه الفرق Intercept 3.1' Away .
وبمراجعه الحل اكتشف أنه قد إستخدم ارتفاع العين
H . E . =10.5 m بدلا من H. E . =18 m
أوجد القيمه الصحيحه للفرق Intercept .

C Dip	- 5.7'
-- W . Dip	- 7.5'
Corrn	+ 1.8'
W . Int .	- 3.1
C . Int .	-1.3'

i . e . 1.3' Away

مثال (٢٥ - ٤)

أثناء حل إحدى الرصدات الفلكيه إكتشف الملاح أنه لم يستخدم قيمه خطأ المؤشر وقدره (I . E . = - 1.9') ، ومن ثم فقد حصل على قيمه الفرق Intercept 7.8' Towards

ماهى القيمه الصحيحه للفرق Intercept ؟

C (I.E.)	-1.9'	
- W.(I.E.)	0.0	
Corr^{n}	-1.9'	
W . Int .	+ 7.8	
C . Int .	+ 5.9	i . e . 5.9' Towards

مثال (٢٥ - ٥)

تم رصد جرمين سماويين آنيا Simultaneously وكانت نتائج الحل كما يلى :

Star A gave T . Bg 042°

Star B gave T . Bg 114°

وكان الموقع المرصود Obs . Position (31° 48' N , 18° 29' W)

فإذا تبين أن إرتفاع العين المستخدم وقدره (H . E . = 14 m)

كان غير صحيح ، وأن قيمته الصحيحه هى (H . E . = 10.1 m)

أوجد الموقع الصحيح .

الحـــل:

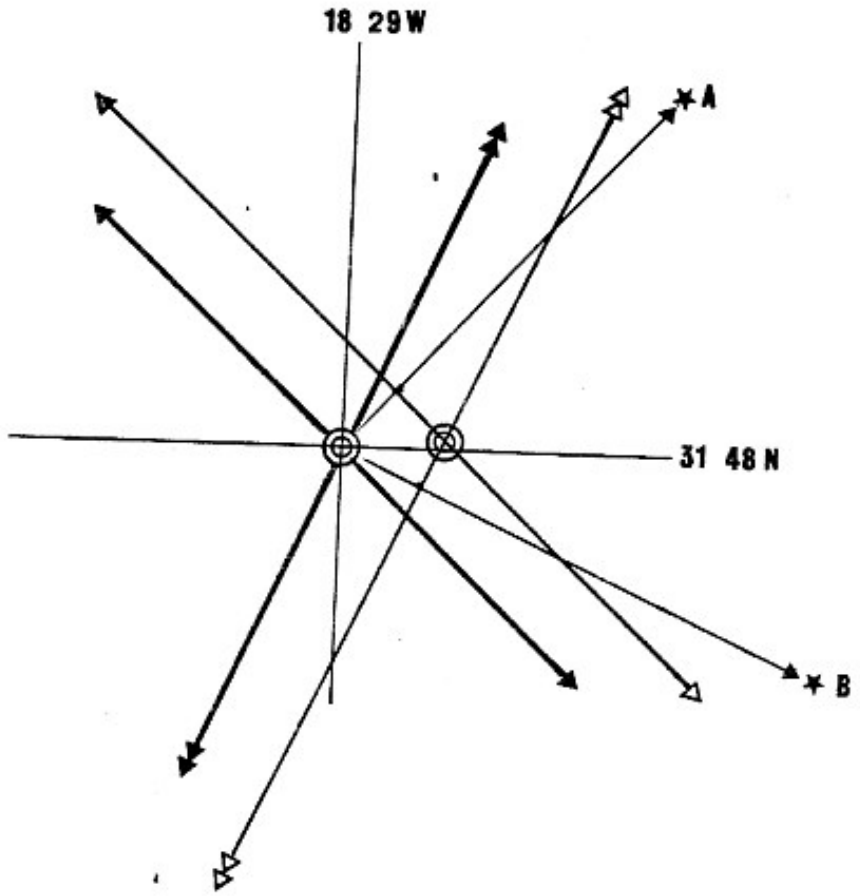
C . Dip	- 5.6'
- W . Dip	- 6.6
Corr^{n}	+ 1.0'

أى أن كل خط موقع P . L . لابد أن يزاح بمقدار (1.0') فى إتجاه الجرم السماوى ويرسم خطى الموقع وإفتراض أن نقطه تقاطعهما هى الموقع المرصـــود الغير صحيح (المعطى) ثم إزاحه كل منها بمقدار (1.0') فى اتجاه الجرم السماوى نحصل على نقطه تقاطع جديده تكون هى الموقع المرصود الصحيح .

(شكل (٢٥ - ١)) .

T . Bg . (A) = 042° ═══> P . L . (A) (132° - 312°)

T . Bg . (B) = 114° ═══> P . L . (B) (024° - 204°)



Wrong obs . Position	lat	31^{o} 48.0' N	long	18^{o} 29.0' W
	d . lat	0.2 N	d . long	1.4 E
Correct obs . Position	lat	31^{o} 48.2' N	long	18^{o} 27.6 W

مثال محلول (٢٥ - ٦)

تم رصد نجمين آنيا Simultaneously وكانت نتائج الحل :

Star	T . Bg	Intercept
1 - Canopus	142°	3.2' Towards
2 - Achernar	215°	5.1' Towards

وتم توقيع هذه البيانات والحصول على الموقع المرصود :

obs . Position (37° 42' S ; 179° 58' W) .

بمراجعة الحل تم اكتشاف الآتى:

١ – تصحيح الأنكسار للنجم الأول (-1.9') . Ref أعطى خطأ للنجم الثانى .

٢ – تصحيح الأنكسار للنجم الثانى (- 0.7') . Ref أعطى خطأ للنجم الأول .

٣ – إستخدمت قيمه (Dip = + 3.1') بدلا من (- 3.1') . أوجد الموقع المرصود الصحيح .

نحصل أولا على تصحيحات الفروق Corrections of intercepts كما يلى :

Star Canapus

C . Ref.	- 1.9'
- W . Ref .	- 0.7
$Corr^n_1$	- 1.2'

C Dip	- 3.1'
- W . Dip	+ 3.1
$Corr^n_2$	- 6.2

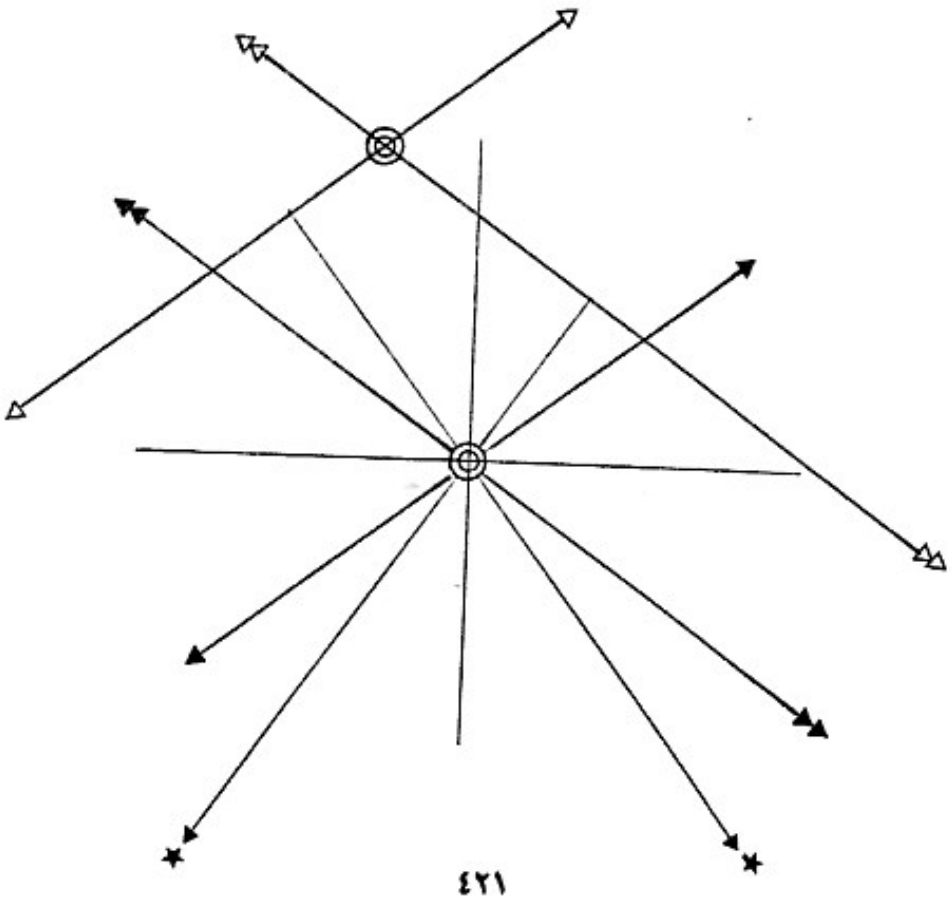
Total $Corr^n$ of P . L . of Canopus . is (- 7.4')

Achernar

C . Ref .	- 0.7'	C . Dip	- 3.1'
- W . Ref .	- 1.9'	- W . Dip	+ 3.1'
$Corr^n 1$	+ 1.2	$Corr^n 2$	- 6.2'

Total $Corr^n$ of P. L . of Achernar is (- 5.0')

ثم بإتباع نفس الخطوات كما فى المثال السابق (٢٥ – ٥) نحصل على الموقع المرصود الصحيح obs . Position (37° 34.3' S ; 179° 59.2' E)



مثال محلول (٢٥ – ٧)

في رصده أنيه لثلاثه نجوم 3 - Stars Simultaneously Observed تم الحصول على النتائج التاليه :

Star	T . Bg	Intercept
1 - A	320°	1.6' Towards
2 - B	015°	0.8 Away
3 - C	085°	2.4 Towards

وذلك بالجل بالموقع الحسابى

D . R . Position (5° 12' N ; 29° 40' W)

وبمراجعه الحسابات وجد أن خطأ المؤشر (I . E) قد أضيف بإشاره عكسيه فى حل الرصدات الثلاثه . بفرض أنه لايوجد أى غلطه أخرى أوجد مايلى :

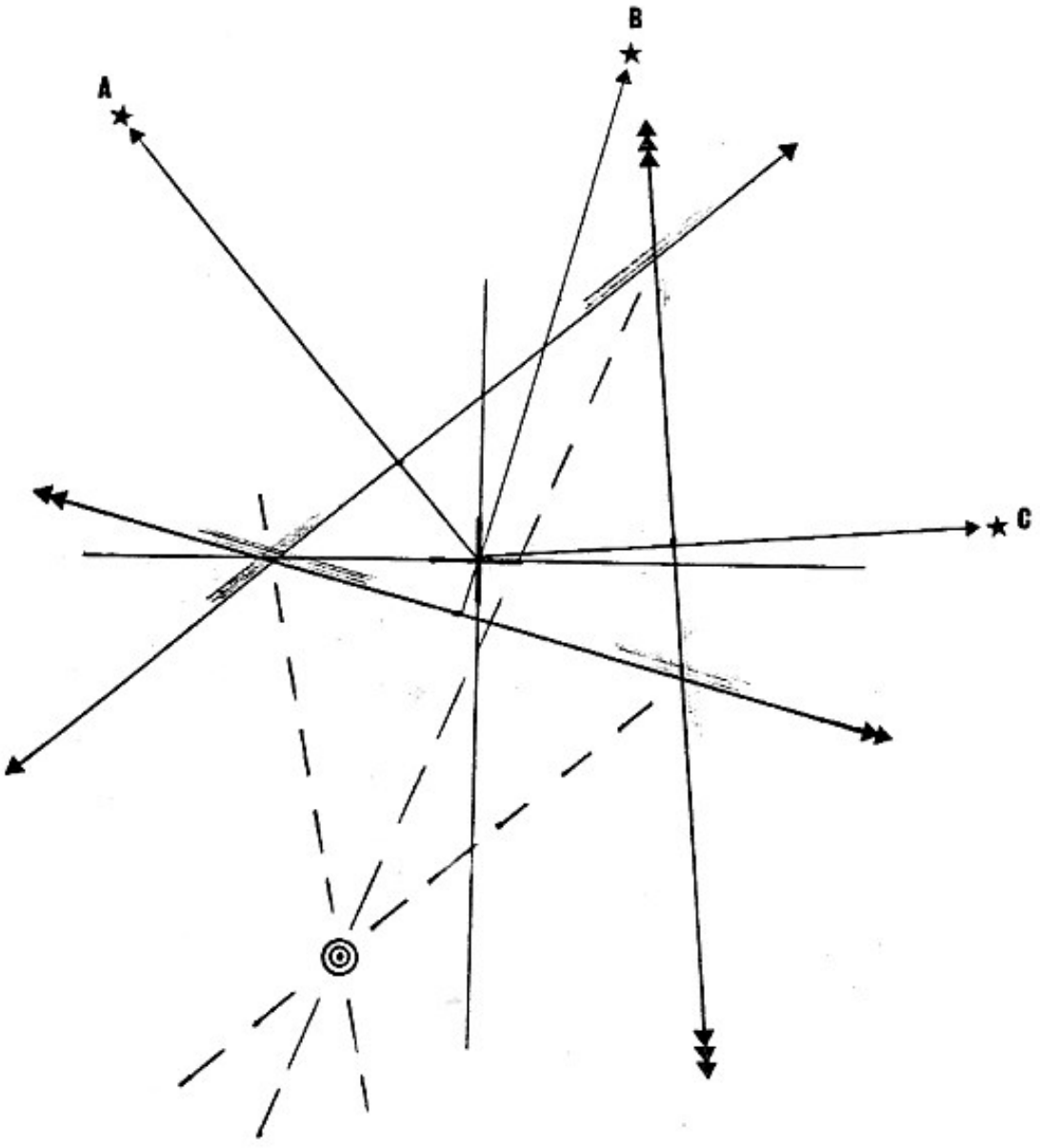
أ – الموقع المرصود الأكثر إحتمالا ، The most Probable observed Position

ب – قيمه خطأ المؤشر (I . E .) الصحيحه .

بتوقيع خطوط الموقع P . L .s كما فى شكل (٢٥ – ٣) تحصل على مثلث الخطأ Cocked hat .

وحيث أن خطوط الموقع قد تعرضت فقط لغلطه فى خطأ المؤشر (I . E) وهو مايمكن اعتباره خطأ رتيبى (منتظم) Systematic error لذلك فإننا نحصل على الموقع المرصود الأكثر إحتمالا بإستخدام المنصفات الفلكية Astronomecal bisectors (أنظر فصل ١٧)

D. R . Position	lat	5° 12.0' N	long	29° 40.0' W
	d . lat	4.8 S	d . long	01.5 W
M. P. Obs. Position	lat	5° 07.2' N	long	29° 41.5 W


A
B
C

نظريا ، تتلاقى خطوط الموقع P.L.s في نقطه واحده في حاله عدم تاثرها بأى نوع من الأخطاء . ولكن في هذا المثال هـناك خطأ واحد مؤثر وهو خـطأ رتيبى Systematic . وقيمته تساوى متوسط طول الأعمده من الموقع المرصود على خطوط الموقع ، وكما نلاحظ من الرسم الموضح فإن كل خط موقع أزيح فى إتجاه الجرم الخاص به لذلك فإننا نعتبر أن الخطأ الرتيبى هو (+4.5') بالقياس . ولايجاد قيمه خطأ المؤشر (I.E.) الصحيحه ، نفترض أنها X ونتبع التسلسل التالي :

C.(I.E.)	X
-W(I.E.)	-X
Corr^n	+2X
W.Int.	+4.5'
C.Int.	0.0

(كل خط موقع أزيح فى اتجاه الجرم بهذه القيمه)

(كان من الفروض أن تتلاقى خطوط الموقع فى الموقع المرصود M0

لذلك　　$2X + 4.5' = 0.0$

أى أن　　$X = -2.25'$

وهى القيمه الصحيحه لخطأ المؤشر .

مثال محلول (٢٥ – ٨)

تم حل ثلاثه رصدات آنيه 3 - Simultaneous Sights من الموقع الحسابى D . R . Position (10° 00' N ; 40° 00' W) وكانت النتائج كما يلى :

Star	T . Bg	Intercept
1 - A	315°	1.5' Towards
2 - B	010°	0.9 Away
3 - C	080°	2.3 Towards

ويمراجعه الحل اكتشف ما يلى :

١ – خطأ المؤشرالمستخدم (I . E . = 0.5' off The arc) بدلا من on the arc .

٢ – استخدمت قيمه غير صحيحه لإرتفاع العين (H . E . = 4.5 m)

أوجد :

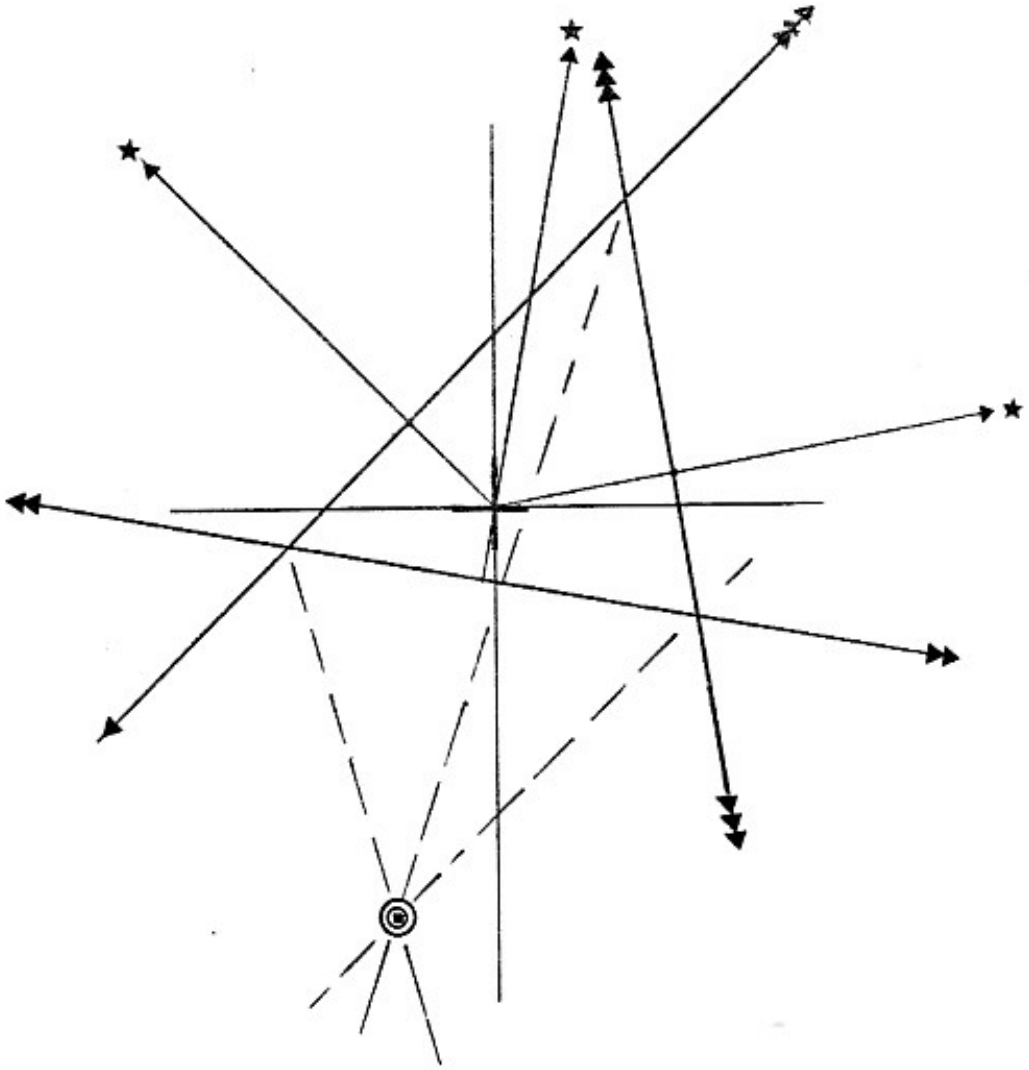
أ – الموقع المرصود الأكثر إحتمالا The most Probable observed Position

ب – القيمه الصحيحه لارتفاع العين (H . E .) .

بتوقيع خطوط الموقع P . L .s كما فى شكل (٢٥ – ٤) نحصل على مثلث الخطأ Cocked hat .

وحيث أن خطوط الموقع قد تعرضت لتأثير بعض الغلطات التى يمكن اعتبارها أخطاء رتيبيه Systematic errors ، لذلك نستطيع الحصول على الموقع المرصود الأكثر إحتمالا بإستخدام المنصفات الفلكيه Astronomecal bisectors (فصل ١٧) .

D . R . Position	lat	10° 00.0' N	long	40° 00.0' W
	d . lat	4.9 S	d . long	1.2 W
M . P . obs . Position	lat	9° 55.1' N	long	40° 01.2' W



بإسقاط أعمده من الموقع المرصود على خطوط الموقع وقياس قيمها ثم حساب القيمه المتوسط نجد أنها تساوى (+ 4.1') وهى تمثل قيمه الخطأ الرتيبى المؤثر على كل خط موقع .

وحيث أن هذا الخطأ يشمل قيمتين إحداهما معلومه وهى خطأ المؤشر (I . E) والأخرى مجهوله وهى خطأ الأنخفاض Dip ، لذلك نحذف أولا الجزء المعلوم .

C . (I . E .)	- 0.5
- W . (I . E .)	+ 0.5
Corr^{n}	- 1.0'

i . e . Error = + 1.0'

وبذلك تكون قيمه الخطأ الناشئ من ارتفاع العين (أى الأنخفاض . Dip) فقط هى : + 4.1' - (+ 1.0') = + 3.1'

أى أن إزاحه خط الموقع نتيجه لخطأ ارتفاع العين فقط يبلغ (+ 3.1')

وبإفتراض أن القيمه الصحيحه للإنخفاض Dip هى (X) ، وبإتباع تسلسل الحل :

C . Dip	X
- W Dip	- 3.7
Corr^{n}	X + 3.7
W . Int .	+ 3.1
C. Int .	0.0'

بالدخول فى جدول Dip بإرتفاع عين 4.5m ←

ازاحه خط الموقع نتيجه للخطأ ←

وبالتالى X + 3.7' + 3.1' = 0.0

ومن ثم X = - 6.8'

وبالتالى بالدخول عكسيا فى جدول Dip نجد أن ارتفاع العين Height of eye ينحصر بين (14.8 m) وبين (15.1 m) .

الفصل السادس والعشرون

كيفية ملاشاة تأثير الغلطات فى الوقت

قد يحدث أحيانا أن يخطىء الملاح فى إستخدام الوقت الصحيح للرصد الفلكى ، فعلى سبيل المثال يسجل خطأ الكرونومتر (-43^s) Ch . error بدلا من ($+43^s$) أو (-32^s) بدلا من (-23^s) وهكذا . ويعنى هذا أحد إحتمالين .

الأحتمال الأول:

" أن يكون الوقت المستخدم فى الحل أكبر من قيمته الفعلية . وفى هذه الحالة يكون خط الموقع الفلكى مزاحا فى اتجاه الغرب . ولتصحيح هذا الخطأ يجب إزاحة خط الموقع الفلكى شرقاً . "

والتصحيح يتم كما يلى :

1 .

C . Time	
– W . Time	
Corr^n	(–) ΔT^s ← فى هذه الحالة تكون الاشارة سالبة

2 . $\dfrac{\Delta T^s}{4} = \Delta T`$

3 . Apply the relation　　طبق العلاقة التالية للحصول على التصحيح

$$\text{Correction of Intercept} = | \Delta T` | \cdot \text{Cos lat} \cdot \text{Cos} (90^\circ - \text{Az} .)$$

ملحوظة : نستخدم ($\Delta T`$) كقيمة عددية بدون إعتبار الاشارة .

الأحتمال الثانى:

" أن يكون الوقت المستخدم فى الحل أقل من قيمته الفعلية . وفى هذه الحالة يكون خط الموقع الفلكى مزاحا فى اتجاه الشرق . ولتصحيح هذا الخطأ يجب إزاحة خط الموقع الفلكى غرباً . " والتصحيح يتم كما يلى :

1.

C . Time	
– W . Time	
Corr n	(+) ΔT^s ←

في هذه الحالة تكون الاشارة موجبة

2. $\frac{\Delta T^s}{4} = \Delta T`$

3. Apply the relation　　طبق العلاقة التالية للحصول على التصحيح

Correction of Intercept = | $\Delta T`$ | . Cos lat . Cos (270^o ~ Az .

والامثلة التالية توضح كيفية تطبيق هذا الاسلوب .

مثال محلول (٢٦ - ١)

أثناء حل رصدة فلكية من الموقع الحسابي :

D . R . position (30° 00` N , 60° 00` W)

تم الحصول :

T . Bg　　150°

Intercept　　1.7 Away .

فإذا اكتشف الراصد أن هناك غلطة في قيمة خطأ الكرونومتر المستخدم ، حيث اعتبره Ch . Error24 s Slow بدلا من (Fast) . فما هي القيمة الصحيحة للفرق Intercept ؟

الحل :

1 .

C . Time	− 24
− W . Time	+ 24
Corr^{n}	− 48^{s}

i . e . $\Delta T^{s} = 48^{s}$

2 . $\Delta T` = \frac{48}{4} = 12`$

3 . Corr^{n} of Int . = 12 x Cos 30° x Cos (90° ~ 150)

= + 5.2`

4 .

Corr^{n}	+ 5.2`
W . Int	− 1.7
C . Int .	+ 3.5`

i . e . 3.5` Towards

مثال محلول (٢٦ - ٢)

تم حل رصدة فلكية بإستخدام البيانات التالية :

D . R . position (33° 48` S , 117° 15` W)

G . M . T .　　9^h　15^m　41^s

وكانت نتائج الحل هى :

T . Bg　　217°

Intercept　　3.2` Towards .

فإذا اكتشف بعد ذلك أن هناك غلطة فى قيمة G M T حيث القيمة الصحيحة هى G . M . T .　9^h　15^m　14^s . أوجد القيمة الصحيحة للفرق Intercept ؟

1.

C . Time	9^h　15^m　14^s
–W . Time	9　15　41
Corr n	–　　27^s

i . e . $\Delta T^s = 27^s$

2. $\Delta T` = \frac{27^s}{4} = 6.75`$

3. Corr n of Int . = 6.75 Cos (33.8°) x Cos (90° ~ 217°)

= – 3.4`

4.

Corr n	– 3.4`
W . Int	+ 3.2
C . Int .	– 0.2

i . e . 0.2` Away

مثال محلول (٢٦ - ٣)

تم حل رصدة فلكية لجرمين سماويين آنيا Simultaneously بإستخدام الموقع الحسابى D.R. position (43° 58` N , 115° 10` W)
وكانت نتائج الحل هى :

Star	T. Bg	Intercept
A	024°	3.4` A way
B	105°	2.0` Away

وبمراجعة الحل تم اكتشـــــاف أن خطأ الكرونومتر المستخدم (23^S Slow) بدلا من (32^S Slow) أوجد الموقع الصحيح .

1.

C. Time	32^S Slow
- W. Int	23 Slow
Corr^n	$+ 9^S$

i.e. $\Delta T^S = 9^S$

2. $\Delta T` = \frac{9}{4} = 2.25`$

3. Corr^n of Intercept for Star (A).

= 2.25` Cos 34° 58` Cos (270° ~ 24°)

= - 0.7`

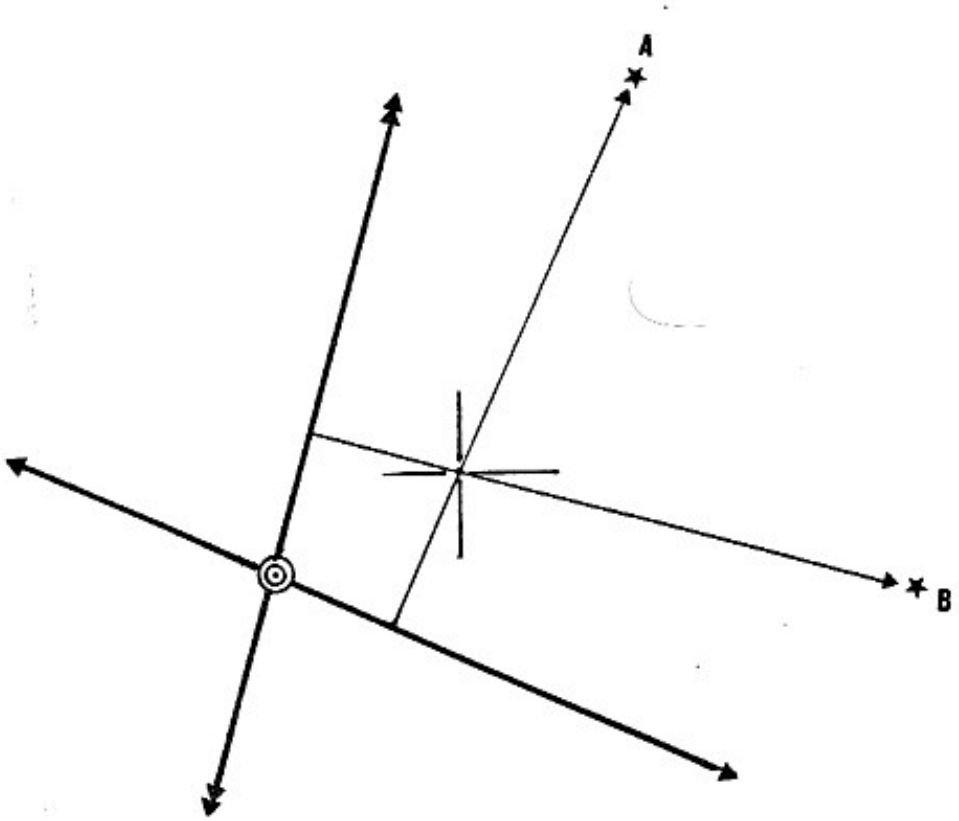
Corr^n of Intercept for Star (B).

= 2.25` Cos 34° 58` Cos (270° ~ 105°)

= - 1.8`

4. Corr^n of Intercept for Star (A). = - 3.4 - 0.7` = - 4.1`

Corr^n of Intercept for Star (B). = - 2.0 - 1.8` = - 3.8`



شكل (٢٦ - ١)

D . R . position	Lat	34°	58.0`	N	Long	115°	10.0`	W
	d . lat		2.5	S	d . long		5.6	W
obs . position	Lat	34°	55.5`	N	Long	115°	15.6`	W

الفصل السابع والعشرون

كيفيه ملاشاه تاثير الغلطات المشتركه في الارتفاع والوقت

في الأمثله التاليه تطبيق مشترك لأنواع الغلطات التى قد يرتكبها الملاح أثناء الحل للرصدات الفلكيه نتيجه للأجهاد أو عدم الأهتمام وعدم التركيز.

مثال محلول (٢٧ – ١)

تم حل رصده فلكيه لجرم سماوى بإستخدام الموقع الحسابى :

D . R . Position (37° 15.7' N ; 120° 17.0' W)

كانت نتائج الحل هى :

T . Bg 115°

Intercept 2.9 Towards .

أثناء مراجعه الحسابات تم إكتشاف ما يلى :

١ – استخدام ارتفاع العين (H . E . = 10 m) بدلا من (11.9 m) .

٢ – استخدام خطأ المؤشر (I. E . = -2.1') بدلا من (-1.2')

٣ – خطأ الساعه المستخدم كان أقل من قيمته الحقيقيه بمقدار (18s) .

أوجد القيمه الصحيحه للفرق Intercept .

الحـــــل:

أولا : ايجاد التصحيح نتيجه لخطأ ارتفاع العين :

C . Dip	- 6.1'
- W . Dip	- 5.6
Corr^{n} 1	- 0.5'

ثانيا : ايجاد التصحيح نتيجه الخطا فى قيمه خطا المؤشر :

C . (I . E .)	- 1.2
- W . (I . E .)	- 2.1
$Corr^n 2$	+0.9

ثالثا : التصحيح نتيجه خطا الوقت :

$\Delta T^s = + 18^s$

$\Delta T' = \frac{18}{4} = 4.5'$

$Corr^n 3 = 4.5 \cos (37^\circ\ 15.7') \cos (270^\circ \sim 115^\circ)$

$= - 3.2$

رابعا : ايجاد القيمه الصحيحه للفرق :

$Corr^n 1$	- 0.5'	
$Corr^n 2$	+ 0.9	
$Corr^n 3$	- 3.2	
W . Intercept	+ 2.9	
C . Intercept	+ 0.1	i . e . 0.1 Towards

مثال محلول (٢٧ – ٢)

تم حل رصده أنيه Simultaneous Sights لثلاثه نجوم من الموقع الحسابى D . R . Position (42° 15' N ; 31° 20' W) وكانت النتائج كما يلى :

Star	T .Bg	Intercept
Capella	335°	3.9' Towards
Sirius	210°	7.0 Towards
Vega	110°	3.2 Towards

ويمراجعه الحل تم اكتشاف أن هناك بعض الغلطات كما يلى :

١ – أثناء الحل بالنسبه للنجم Capella أستخدم G M T 8h 15m 43 بدلا من $G\,M\,T\ 8^h\ 15^m\ 34^s$

٢ – أثناء حل النجم Sirius أستخدم تصحيح الأنكسار Refraction (- 0.9) بدلا من (- 1.9') .

٣ –أثناء الحل بالنسبه للنجم Vega أستخدم البعد السمتى الحقيقى T . Z . D (27° 9.8') بدلا من (27° 8.9') .

أوجد :

١ – الموقع المرصود الأكثر إحتمالا .

أولا : تصحيح الفرق للنجم Capella

1 -	C . Time	$8^h\ 15^m\ 34^s$
	- W . Time	8　15　43
	ΔT^s	$-\ 9^s$

2 - ΔT = 2.25'

3 - Corr^n of Intercept = 2.25 X Cos (31° 20') Cos (90° ~ 335°) = - 0.8'

4 - Correct intercept = + 3.9' - 0.8 = + 3.1'

ثانيا : تصحيح الفرق للنجم Sirius :

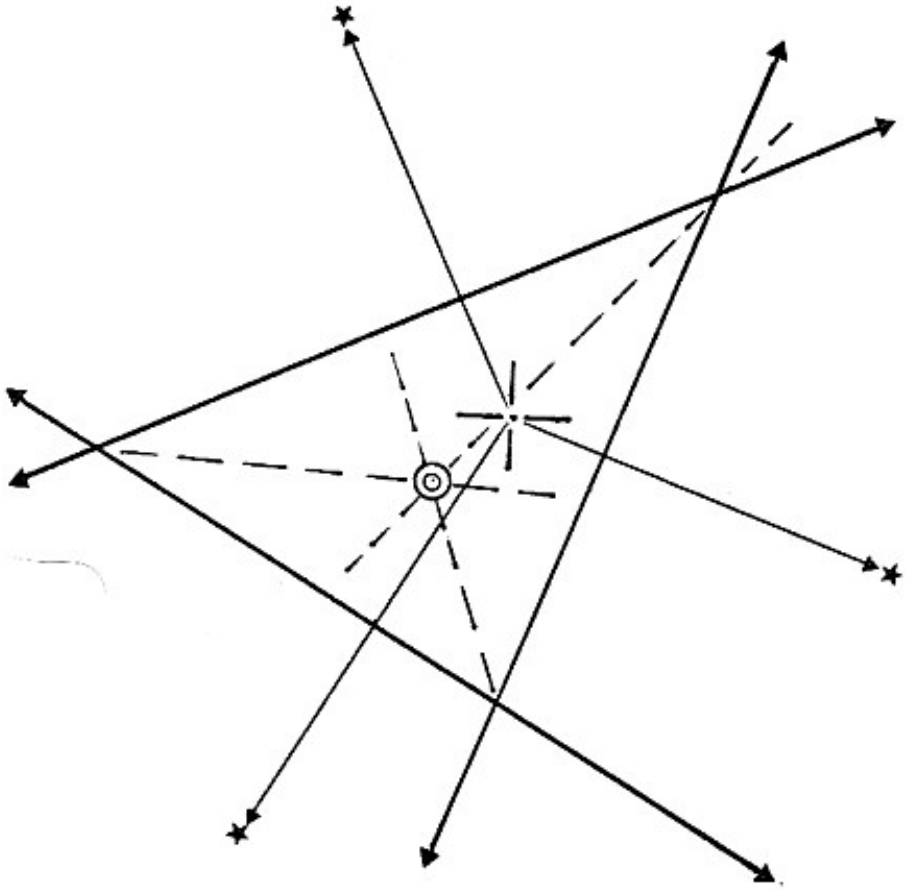
C . (Ref)	- 1.9'
- W . (Ref.)	- 0.9
Corr[n]	- 1.0
W . Int .	+ 7.0
C . Int .	+6.0

ثالثا : تصحيح الفرق للنجم Vega :

C (Z.D.)	27° 08.9'
- W.(Z.D.)	27° 09.8'
Corrn	- 0.9'
W . Int .	+ 3.2
C . Int .	+ 2.3

بتوقيع القيم الصحيحه ورسم P . L .^{S} نحصل على شكل (٢٧ – ١) ومن ثم على النتائج التاليه :

D R . Position	Lat	42° 15.0' N	long	31° 20.0' W
	d . Lat	- 01.6 S	d . long	+ 2.7 W
M,P obs Posn .	Lat	42° 13'.4 N	long	31° 22'.7 W



شكل (٢٧ - ١)

مثال محلول (٢٧ - ٣)

تم حل رصده آنيه Simultaneous Sights لاربعه نجوم من الموقع الحسابى D . R . Position (43° 15 'S ; 17° 20 'E) وكانت نتائج الحل :

Star	T .Bg	Intercept
A	032°	2.1' T
B	115°	3.2 T
C	169°	4.2 T
D	250°	1.8 T

وبمراجعه الحل تم اكتشاف الغلطات التاليه :

١ -أضيف خطأ الكرونومتر Ch . error (13s Slow) بدلا من (13s fast) فى جميع الرصدات .

٢ - أضيف خطأ الانكسار Refraction وقيمته (0.7') بدلا من طرحه فى حل الرصد للنجم B فقط .

أوجد : اتجاه ومسافه الموقع المرصود الاكثر إحتمالا الصحيح من الموقع المرصود الاكثر احتمالا الغير صحيح .

أولا : حساب التصحيح الناشئ عن الخطأ فى الوقت :

C . Time	- 13s
- W . Time	+ 13
ΔT^s	-26s

$$i.e.\Delta T = \frac{26}{4} = 6.5'$$

Correction of Intercept of staar (A)

= 6.5' Cos (43° 15') Cos (90° ~ 32)

= + 2.5'

Correction of Intercept of star (B)

= 6.5' Cos (43° 15') Cos (90° ~ 115)

= + 4.3'

Correction of Intercept of star (C)

= 6.5' Cos (43° 15') Cos (90° ~ 169)

= + 0.9'

Correction of Intercept of star (D)

= 6.5' Cos (43° 15') Cos (90° ~ 250)

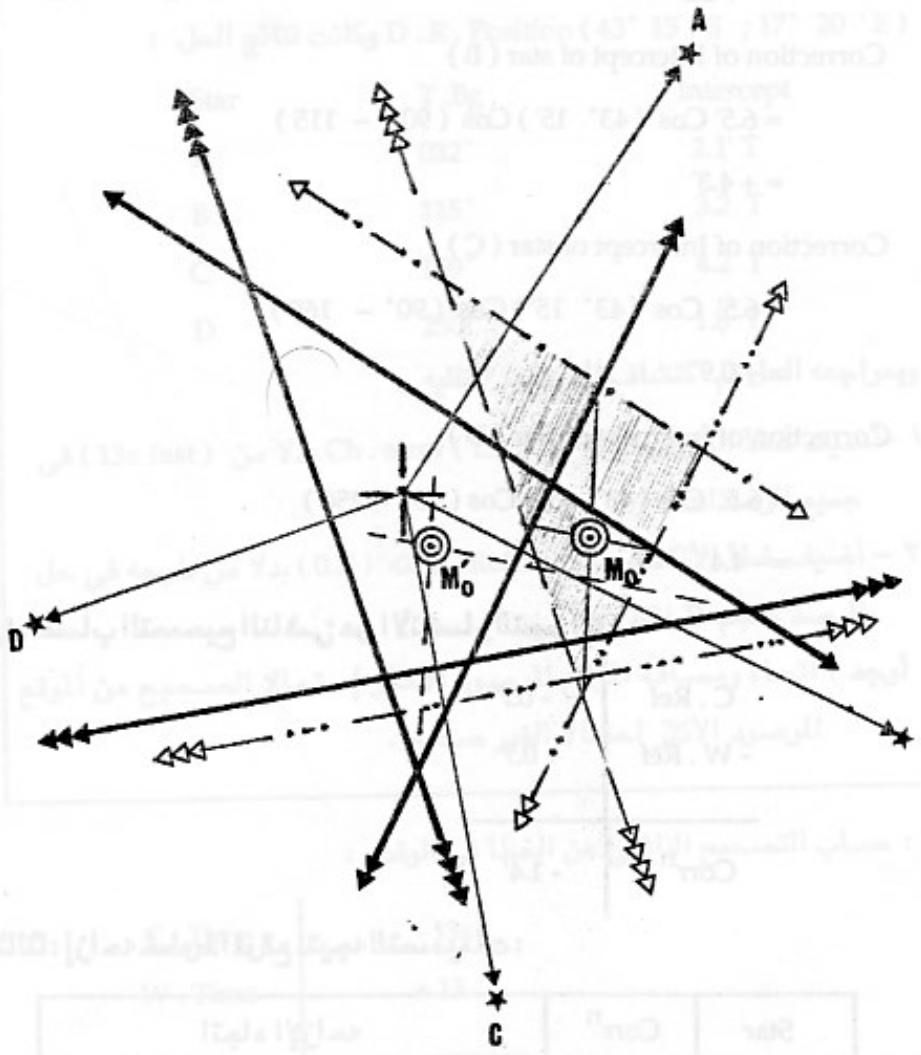
= - 4.4'

ثانيا : حساب التصحيح الناشئ عن الأنكسار للنجم (B) :

C . Ref	- 0.7'
- W . Ref	+ 0.7
Corr^{n}	- 1.4'

ثالثا: إزاحه خطوط الموقع نتيجه للتصحيحات:

Star	Corr^{n}	اتجاه الإزاحه
A	+ 2.5'	الازاحه فى اتجاه الجرم (A)
B	+ 2.9	الازاحه فى اتجاه الجرم (B)
C	+ 0.9	الازاحه فى اتجاه الجرم (C)
D	- 4.4	الازاحه عكس اتجاه الجرم (D)



شكل (٢٧ - ٢)

من الشكل (٢٧- ٢) نحصل على الموقع المرصود الأكثر احتمالا (الغير صحيح) ولنرمز له بالرمز (M'o) وهو الناشيء من خطوط الموقع الغير صحيحة .

كذلك بتوقيع خطوط الموقع الصحيحة نحصل على الموقع المرصود الاكثر احتمالا ونرمز له بالرمز (Mo)

D R . Position	Lat	43° 15.0' S	long	179° 20.0' E
	d . Lat	1.3 S	d . long	1.1 E
obs .position M'o	Lat	43° 16.3' S	long	179° 21.1' E

D R . Position	Lat	43° 15.0' S	long	179° 20.0' E
	d . Lat	1.1 S	d . long	6.3 E
obs Position Mo	Lat	43° 16'.1 S	long	179° 26'.3 E

ايجاد مسافه وإتجاه (Dist & Bg) الموقع Mo من M'o :

obs. Position M'o	Lat	43° 16.3' S	long	179° 21.0' E
	Lat	16.1 S	long	179 26.3 E
obs Position Mo	d . Lat	43° 0.2 N	d . long	5.2' E
			dep	3.8 E

بتطبيق العلاقات التالية نحصل على :

$$\text{Bg . OR Co.} = \tan^{-1} (\text{dep} / \text{d . lat})$$

i . e . Bg . = N 87° E

$$\text{Dist} = \text{d.lat} \cdot \sec \text{Co} .$$

i . e Dist . = 3.8 miles

الفصل الثامن والعشرون

كيفيه ملاشاه تأثير الغلطات فى عناصر الابحار لرصدتين بينهما ابحار طويل

أثناء توقيع مسألة رصدتين بينهما ابحار طويل على خريطة الابحار يقوم الملاح بازاحة (نقل) خط الموقع الاول لمسافة الابحار المقطوعة بين الرصدتين وذلك على خط سير الابحار .

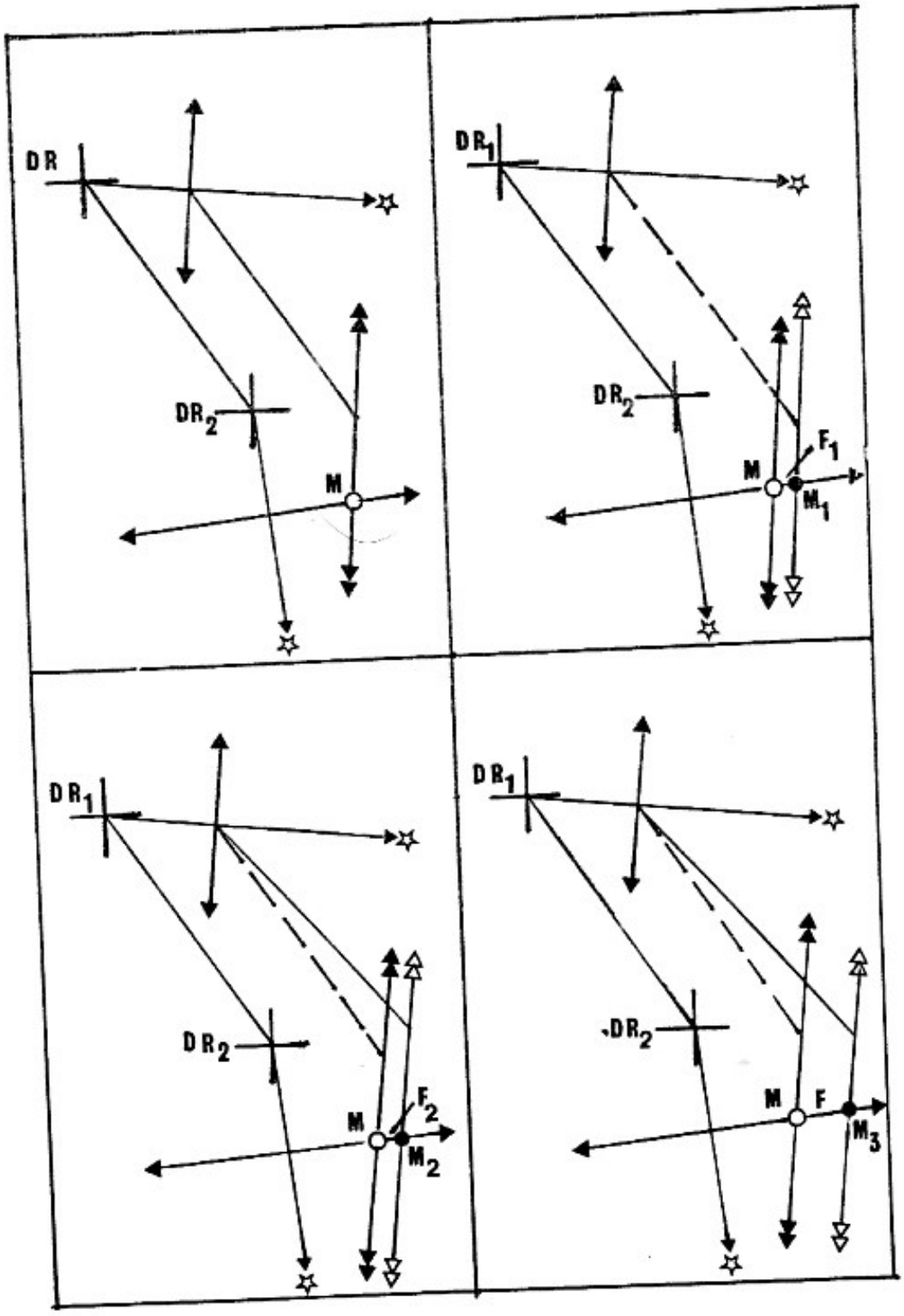
ويحدث احيانا ان يهمل الملاح خطأ العداد أثناء حساب مسافة الابحار أو يهمل اختبار خطأ البوصلة الذى قد يكون غير دقيق مما يؤثر على خط سير الابحار أو أن يخطىء سواءاً فى قياس مسافة الابحار او خط سير الابحار وبالتالى فان الموقع المرصود الناتج من تقاطع خط الموقع الأول المزاح Transfered Position Line P. L_1 مع خط الموقع الثانى 2^{nd} position Line P. L_2 سوف يكون غير صحيح بالطبع .

فى الشكل (1 - 28) لايوجد خطأ فى قياس المسافة أو خط السير ويكون الموقع المرصود هو M.

فى الشكل (2 - 28) هناك خطأ فى قياس المسافة فقط فنجد أن الموقع المرصود هو (M_1) أزيح على خط الموقع الثانى P. L_2 بمقدار (F_1).

فى الشكل (3 - 28) هناك خطأ فى قياس خط السير فقط فنجد أن الموقع المرصود (M_2) أزيح على خط الموقع الثانى P. L_2 بمقدار (F_2).

فى الشكل (4 - 28) هناك خطأ فى قياس كل من المسافة وخط السير فنجد أن الموقع المرصود (M_3) أزيح على خط الموقع الثانى P. L_2 بمقدار (F).


DR
DR2
M
DR1
DR2
F1
M
M1
DR1
DR2
F2
M
M2
DR1
DR2
M
F
M3

والعلاقة العامة التى توضح قيمة الازاحة فى الموقع المرصود (F) نتيجة التوقيع والقياس الغير صحيح لكل من المسافة وخط السير فى مسألة الابحار الطويل تعطى من العلاقة (20 - 4) والتى يمكن كتابتها على الصورة التالية :

$$F = \frac{\sqrt{E^2_s \, Cos^2 \, (A_1 \sim K) + (E_k \, / \, 57.3)^2 \, S^2 \, Sin^2 \, (A_1 \sim k)}}{Sin \, (\Delta A)} \qquad (28 - 1)$$

حيث :

E_s : الخطأ فى قياس مسافة الابحار بالأميال

E_k : الخطأ فى قياس خط سير الابحار بالدرجات

S : مسافة الابحار بالأميال

A_1 : الاتجاه الحقيقى للجرم السماوى اثناء الرصد الاول

K : خط سير الابحار بالدرجات

ΔA : الفرق بين اتجاهى الجرم اثناء الرصدين الاول والثانى

ومن الواضح أن ازاحة الموقع المرصود (على خط الموقع الثانى) نتيجة التوقيع الغير صحيح للمسافة فقط ولنرمز لها (F_1) يعطى من العلاقة :

$$F_1 = \frac{E_s \, . \, Cos \, (A_1 \sim k)}{Sin \, (\Delta A)} \qquad (28 - 2)$$

أما الازاحة نتيجة للتوقيع الغير صحيح لخط سير الابحار فقط لنرمز لها (F_2) فتعطى من العلاقة :

$$F_2 = \frac{(E_k \, / \, 57.3^\circ) \, . \, S \, . \, Sin \, (A_1 \sim k)}{Sin \, (\Delta A)} \qquad (28 - 3)$$

مثال محلول (٢٨ – ١)

أثناء توقيع مسألة رصدين بينهما ابحار طويل بالنتائج التالية :

خط سير الابحار　T.Co. 175°

سرعة الابحار　Speed 15 knots

زمن الابحار　Elapsed Tlime 3 hours

الاتجاه الحقيقى للجرم اثناء الرصد الاول　T. B.g. (1) 115°

الاتجاه الحقيقى للجرم اثناء الرصد الثانى　T. B.g. (2) 145°

أخطأ الملاح ووقع خط سير الابحار　T.Co. 170°

احسب ازاحة الموقع المرصود الذى حصل عليه عن الموقع المرصود الاكثر احتمالا

الحـــل

من البيانات المعطاة نعوض فى العلاقة (3 - 28) حيث :

$E_k = (175° - 170°) = 5°$

$S = 3 \times 15 = 45$ miles

$(A_1 - k) = (115° - 175°) = 60°$

$\Delta A = (115° - 145°) = 360°$

فنحصل على :

$$F_2 = \frac{(5° / 57.3°) \times 45 \times \text{Sin } 60°}{\text{Sin } 30°}$$

i.e. $F_2 = 6.8$ miles

مثال محلول (٢٨ – ٢)

أثناء حل وتوقيع مسألة رصدين بينهما ابحار طويل كانت النتائج :

الاتجاه الحقيقى للجرم اثناء الرصد الاول　　T. B.g. (1)　149°

الاتجاه الحقيقى للجرم اثناء الرصد الثانى　　T. B.g. (2)　179°

مسافة الابحار　　Dist. Rlun 29.2 miles

خط سير الابحار　　Steering Co. 215°

ولكن الملاح اكتشف بمراجعة الحل انه لم يصحح خط سير الابحار بقيمة خطأ البوصلة Compass Error وقدره (2° High)

اوجد ازاحة الموقع الذى يحصل عليه عن الموقع المرصود الاكثر احتمالا

الحـــــل

من البيانات المعطاة نعوض فى العلاقة (3 - 27) حيث :

$E_k = (175° - 170°) = 2°$

$S = 3 \times 15 = 29.2$

$(A_1 - k) = (149° - 213°) = 64°$

$\Delta A = (149° - 179°) = 30°$

فنحصل على :

$$F_2 = \frac{(2° / 57.3°) \times 29.2 \times \text{Sin } 64°}{\text{Sin } 30°}$$

i.e. $F_2 = 1.8$ miles

مثال محلول (٢٨ – ٣)

عند توقيع مسافة الابحار وقدرها (29.2 Miles) بين رصدين للشمس اخطأ الملاح ووقعها (39.2 Miles) اوجد ازاحة الموقع المرصود الذى يحصل عليه عن الموقع المرصود الصحيح اذا كانت بيانات الحل كما يلى :

خط سير الابحار　　T. Co.　215°

الاتجاه الحقيقى للشمس اثناء الرصد الاول　　T. B.g. (1)　149°

الاتجاه الحقيقى للشمس اثناء الرصد الثانى　　T. B.g. (2)　199°

الحـــل

من البيانات المعطاة :

E_s = 39.2 - 29.2 = 10 miles

$(A_1 - k)$ = (149° - 215°) = 66°

ΔA = (149° - 199°) = 50°

بالتعويض فى العلاقة (28 -2) نحصل على :

$$F_1 = \frac{10 \times \text{Cos } 66^\circ}{\text{Sin } 50^\circ}$$

i.e. F_1 = 5.3 miles

مثال محلول (٢٨ – ٤)

أثناء توقيع مسألة رصدين للشمس بينهما ابحار طويل كانت البيانات كما يلى :

خط سير الابحار T.Co. 040°

سرعة الابحار Speed 18 knots

زمن الابحار Elapsed Tlime 2 hours

الاتجاه الحقيقى للشمس اثناء الرصد الاول T. B.g. (1) 130°

الاتجاه الحقيقى للشمس اثناء الرصد الثانى T. B.g. (2) 165°

وبمراجعة التوقيع اكتشف الملاح انه وقع مسافة الابحار (26 miles) احسب الخطأ فى الموقع المرصود الذى يحصل عليه

الحـــل

مسافة الابحار الصحيحة Dist. Run = 2 x 18 = 36 miles

وبالتالى :

E_s = 36 ~ 26 = 10 miles

$(A_1 - k)$ = 130° ~ 140 = 90°

ΔA = (165° - 130°) = 35°

بالتعويض فى العلاقة (2 - 28) نحصل على :

$$F_1 = \frac{10 \times \text{Cos } 90^\circ}{\text{Sin } 35^\circ}$$

i.e. F_1 = Zero

مثال محلول (٢٨ - ٥)

أثناء توقيع مسألة رصدين للشمس بينهما ابحار طويل كانت البيانات كما يلى :

الاتجاه الحقيقى للجرم اثناء الرصد الاول　　T. B.g. (1)　201°

الاتجاه الحقيقى للجرم اثناء الرصد الثانى　　T. B.g. (2)　244°

خط سير الابحار　　Steering Co. 350°

مسافة الابحار (بالعداد)　　Dist. Run　37.2 miles

وبمراجعة التوقيع اكتشف الملاح انه اهمل اضافة كل من خطأ البوصلة وقدره (1.5° Low) وتصحيح العداد الذى يؤثر على المسـافة بمقدار (+ 1.2 miles)

احسب ازاحة الموقع المرصود الذى حصل عليه عن الموقع المرصود الصحيح.

الحـــل

من معطيات المسألة :

$$\text{Dist. Run (S)} = (37.2 + 1.2) = 38.4 \text{ miles}$$

$$\text{True Co. (K)} = 350^\circ + 1.5^\circ = 351.5^\circ$$

$$E_s = 1.2$$

$$E_k = 1.5^\circ$$

$$(A_1 - k) = (201^\circ - 351.5^\circ) = 150.5^\circ$$

$$\Delta A = 244^\circ - 201^\circ = 43^\circ$$

وبالتعويض فى (28-1) نحصل على ::

$$F = \frac{\sqrt{(1.2)^2 \times \text{Cos}^2(150.5) + (\frac{1.5}{57.5})^2 \times (38.4)^2 \times \text{Sin}^2(150.5^\circ)}}{\text{Sin } 43^\circ}$$

$$F = \frac{\sqrt{1.09083 + 0.24503}}{0.68200}$$

i.e. $F = 1.7$ miles

الباب السابع

حل مسألة الارصاد الفلكية باستخدام الحاسب الشخصى

الفصل التاسع والعشرون الطريقة المصرية لحل مسألة الارصاد الفلكية

الفصل التاسع والعشرون

حل مسألة الأرصـــاد الفلكيـــة
باستخدام الحاسب الشخصى

مقدمـــة:

فى السنوات الأخيرة أصبح الكثير من أنظمة الملاحة الالكترونية خارج الخدمة ، خاصة تلك الأنظمة التى تعتمد على المحطات الأرضية . وأصبح تحديد الموقع للسفن المبحرة يعتمد بطريقة متزايدة على نظام الأقمار الصناعية خاصة بعد إطلاق سلسلة أقمار نظام GPS ، وبالتالى اصبح الاعتماد على تحديد موقع السفينة باستخدام الملاحة الفلكية قليل الأهمية بل ويكاد يندثر وذلك لعدة أسباب نلخصها فيما يلى :

١ – محدودية وقت الأرصاد للاجرام السماوية (شكل رقم ١) .

٢ – الحسابات الطويلة للحصول على خط موقع فلكى واحد LOP (شكل رقم ٢) .

٣ – رسم خطوط المواقع الفلكية ثم اجراء عملية تحليل للحصول على الموقع المرصود الأكثر احتمالا M. P. P. (شكل رقم ٣) .

٤ – نصف قطر دائرة انتشـــار الموقع الفعلى والتى مركزها الموقع M. P. P باحتمال 95% يبلغ (1.5 ⟵ 2.0 M)

٥ – لايمكن تحديد الموقع فى حالة تراكم السحب أو عدم وضوح الأفق .

ولكن فى المقابل نستطيع أن نعتبر أن الملاحة الفلكية تتميز بما يلى :

١ – المواقع الدقيقة للأجرام السماوية .

٢ – الأجرام السمـاوية لاتتكلف شيـئا بالمقارنة بتكاليف عمليـات إطلاق الأقمـار الصناعية ومتابعتها وتصحيح مساراتها أو إعادة اطلاق أقمار جديدة عند إنتهاء عمرها الافتراضى أو تعطلها .

٣ – تطبيق أسلوب تحديد الموقع فلكيا لايمكن أن يتعرض للأعطال الشائعة للأجهزة التى تستخدم الطاقة الكهربائية .

وفى هذا الفصل سوف نتعرف على أسلوب جديد فى تطبيق الملاحة الفلكية

باستخدام الحاسب الشخصى مباشرة . وهذا الأسلوب الجديد يلغى حوالى ٦٠ ٪ من أسباب قصور الملاحة الفلكية التى تم التنويه عنها ، حيث :

١ – لايقوم الراصد بأية حسابات على وجه الإطلاق .

٢ – لاحاجة لرسم خطوط المواقع الفلكية وبالتالى لاحاجة للتحليل للحصول على الموقع المرصود الأكثر احتمالا M.P.P. .

٣ – إحتمال 95% أن يتواجد الموقع المرصود الأكثر احتمالا داخل دائرة نصف قطرها يتراوح بين (0.4 ⟵ 0.8 M) وهى دقة عالية بالمقاييس المتعارف عليها .

وبغض النظر عن عدم إمكانية الرصد الفلكى فى حالة تراكم السحب أو سوء حالة الأفق يتبقى عنصر هام وهو محدودية وقت الرصد الفلكى . وأود أن أشير الى ان هناك محاولات تم النشر عنها فى مؤتمر سيدنى ١٩٨٨.

NAVIGATION DEVELOPMENTS AND TECHNIQUES TOWARDS THE 21st CENTURY.

لإطالة فترة رصد النجوم طوال الليل بواسطة تلسكوب خاص يتم تركيبه على آلة السدس البحرى .

ملحوظة هامة:

كان أول من تعرض للحل بهذا الأسلوب هو اليوغسلافى Kotlaric كوتلاريك فى عام ١٩٥٤ وصمم جداول لحل ازواج مختارة من النجوم الملاحية ولكن هذه الطريقة لم يكتب لها النجاح للأسباب التالية :

١ – التقيد برصد النجوم المختارة .

٢ – عدم توفر الجداول على نطاق عالمى لكونها باللغة المحلية .

1 STAR SIGHT BY INTERCEPT

Z.T. Z.N	
G.Date	
ch. time ch. error	
G.M.T.	

G.H.A. Incr.. S.H.A.		Dec.	
G.H.A. ±Long			
L.H.A.			

L.H.A. Lat Dec.		Loghav logcos logcos	
		loghav	
Lat ~ Dec		nathav nathav	
C.Z.D.		nathav	

Sext. alt. I.E.	
obs. alt. Dip	
app. alt. corr.	
true alt. 90°	
T.Z.D. C.Z.D.	
Int.	

L.H.A Lat. Dec.	A B	
	C	
	A z.	
	T. B g.	

ومن البديهى أن الحل بهذا الأسلوب لايمكن تطبيقه عمليا إلا اذا توفر حاسب شخصى . ولذلك تم عمل برنامج للحل واختباره على أساس لغة Basic . وفيما يلى أساسيات عمل البرنامج والتى نوجزها فى المراحل التالية :

١ – البيانات التى يتم إدخالها للحاسب Input data

٢ – الحسابات الفرعية Subroutine Calculations

٣ – الحسابات الأساسية Main Calculations

٤ – البانات المستخرجة Output data

(١) البيانات التى يتم ادخالها

1. Number of Stars

رقم النجم	G. M. T. (T_i)	Sext. Alt. (S_i)	S. H. A. (SH_i)	Dec d_i	Az. Az.$_i$
1	2	3	4	5	6
2	7	8	9	10	11
3	12	13	14	15	16
4	17	18	19	20	21
5	22	23	24	25	26
6	27	28	29	30	31
7	32	33	34	35	36

37	G. H. A. (Aries) at the Required Time	G H R
38	True Co.	Co.
39	Speed	Sp.
40	Index Corr. of the sext	I. E
41	Height of eye	H. E
42	D. R. Lat.	DRL
43	D. R. Long	DRG
44	Required G. M. T.	RT

(٢) الحسابات القرصية:

$$GHAX_i = GHR + SH_i$$

$$Dip = 0.0293 \sqrt{HE}$$

$$h_i = S_i + I.E - Dip$$

$$Ref_i = 0.0167 / \tan [h_i + 7.31 / (h_i + 4.4)]$$

$$Run_i = (Sp / 60) \cos (Az_i - Co.) (RT - T_i) + (15 \sin Az_i \cos DRL) (RT - T_i)$$

$$Zd_i = 90^\circ - [h_i - Ref_i + Run_i)$$

$$Pd_i = [90^\circ + | d_i |] \begin{cases} + & \text{diff} \\ \text{if} & \text{DRL \& } d_i \\ - & \text{Same} \end{cases}$$

$$X_{ij} = (SH_i - SH_j) \begin{cases} j \neq i \\ j > i \end{cases}$$

الرموز المستخدمة:

h_i	Alt. Corrected for IE & Dip
Ref	Refraction Correction
Run	Correction of Run to the Required time
Zd	True Zenith Dlistance
Pd	Polar Distance

الأسلوب الجديد للحصول على الموقع المرصود فلكيا:

تمهيـــــد

يعتمد هذا الأســـــلوب على الحصـــــول على قيمة دقيـقة للزاوية الفلكـــــية Parallactic Angle (X_2) في المثلث الفلكي $PZ\ X_2$ والخاص بالجرم السماوى الثانى (أى ذو العزيمة Azimuth الأكبر) وذلك فى حالة رصد جرمين سماويين آنيا . ويتم الحصول على هذه الزاوية بالتسلسل الآتى :

اولا : حل المثلث الكروى PX_1X_2 للحصول على:

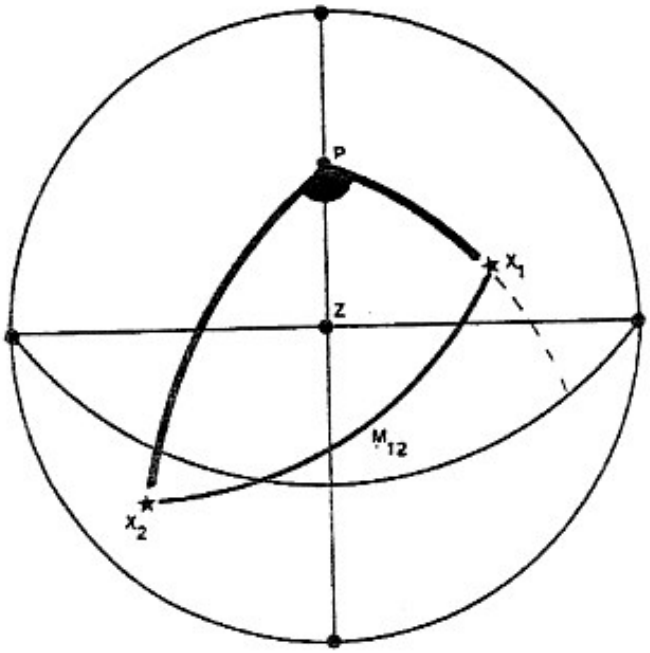
(١) الضلع　　$M_{12} = X_1\ X_2$

وذلك بمعلومية :

الضلع　　$Px_1 = 90^\circ \pm Dec_1$

الضلع　　$Px_2 = 90^\circ \pm Dec_2$

الزاوية المحصورة　　$X_1\ PX_2 = S.H.A\ X_1 - S.H.A\ X_2$



ثانيا : حل المثلث الكروى $PX_1\ X_2$ للحصول على:

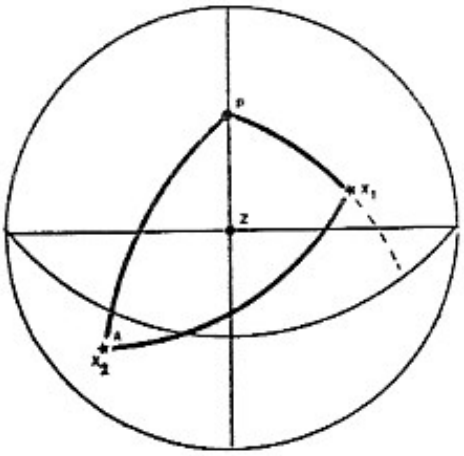
(٢) الزاوية　$A = PX_2\ X_1$

وذلك بمعلومية :

الضلع　$PX_1 = 90^\circ \pm Dec_1$

الضلع　$PX_2 = 90^\circ \pm Dec_2$

الضلع السابق الحصول عليه فى (١) وهو $X_1\ X_2$



ثالثا : حل المثلث الكروى $ZX_1\ X_2$ للحصول على:

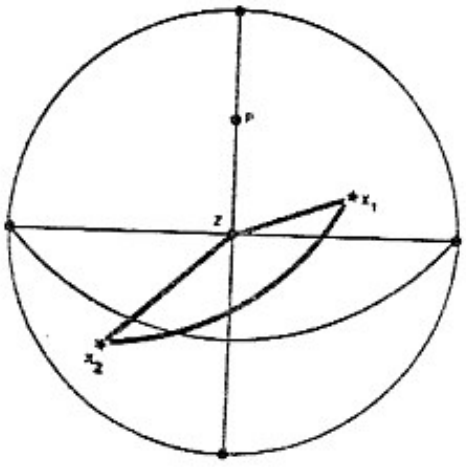
(٣) الزاوية　$B = ZX_2\ X_1$

وذلك بمعلومية :

الضلع　$ZX_1 = 90^\circ - T.\ Alt_1$

الضلع　$ZX_2 = 90^\circ - T.\ Alt_2$

الضلع السابق الحصول عليه فى (١) وهو $X_1\ X_2$



رابعا الحصول على الزاوية الفلكية

$$C = A \pm B \qquad (٤)$$

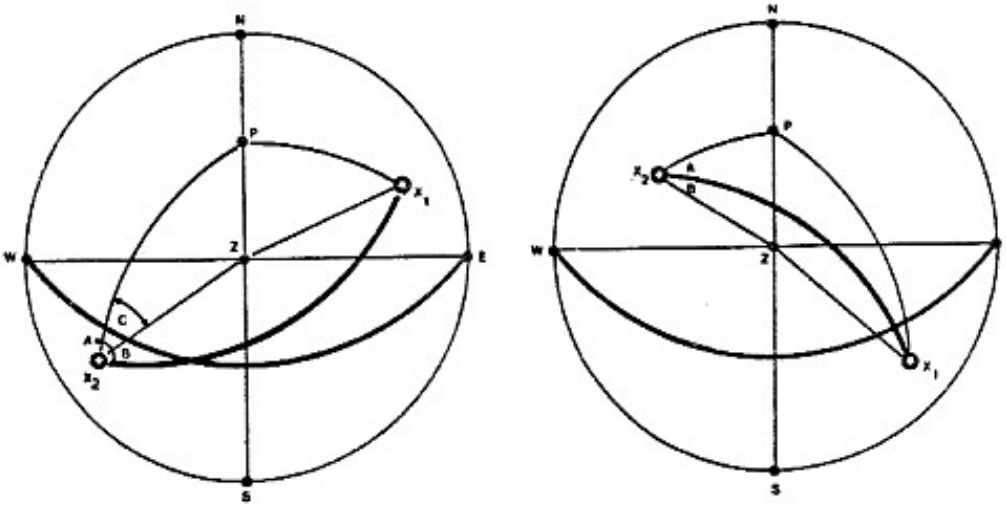
حيث

$$C = A \sim B \qquad (أ)$$

إذا مر قوس الدائرة العظمى الذى يصل بين الموقعين الجغرافيين للجرمين X_1 ; X_2 خارج جزء الزوال PZ .

$$C = A + B \qquad (ب)$$

إذا تقاطع قوس الدائرة العظمى الذى يصل الموقعين الجغرافيين للجرمين X_1 ; X_2 بجزء خط الزوال PZ .



بعد الحصول على الزاوية الفلكية $C = PX_2\ Z$ نستطيع الحصول على Obs. lat ثم Obs. long بالتسلسل التالى :

خامسا : حل المثلث الكروى PX_2Z للحصول على:

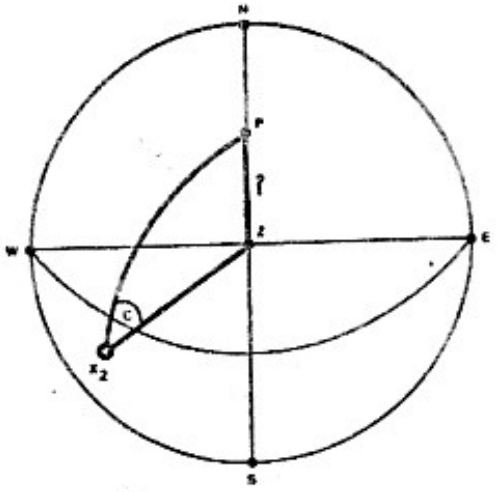
(٥) الضلع $PZ = 90^\circ - Obs.\ lat$

وذلك بمعلومية :

الضلع $PX_2 = 90^\circ \pm Dec_2$

الضلع $ZX_2 = 90^\circ - T.\ Alt._2$

الزاوية السابق الحصول عليها فى (٤) وهى C



سادسا : حل المثلث الكروى PX_2Z للحصول على:

(٦) الزاوية ZPX_2 ومن ثم :

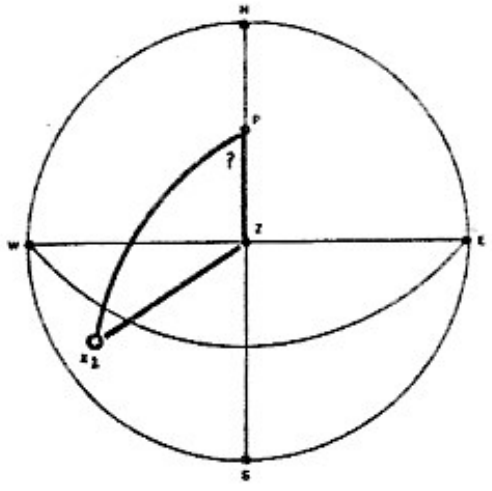
$L.\ H.\ A\ X_2 = ZPX_2$ OR $(360^\circ - ZPX_2)$

وذلك بمعلومية :

الضلع $PX_2 = 90^\circ \pm Dec_2$

الضلع $ZX_2 = 90^\circ - T.\ alt_2$

الضلع السابق $PZ = 90^\circ - Obs.\ lat$



سابعا : بمعلومية GMT_2 تحسب قيمة $G.H.A.X_2$ ومن ثم

$$obs.long = GHAX_2 \sim LHAX_2$$

وبذلك يتم الحصول على الموقع المرصود حسابيا وبدون رسم خطوط الموقع .

التطبيق فى حالة رصد عدد (n) من النجوم :

نفترض أن معدد النجوم التى تم رصدها آنيا هو (n) حيث :

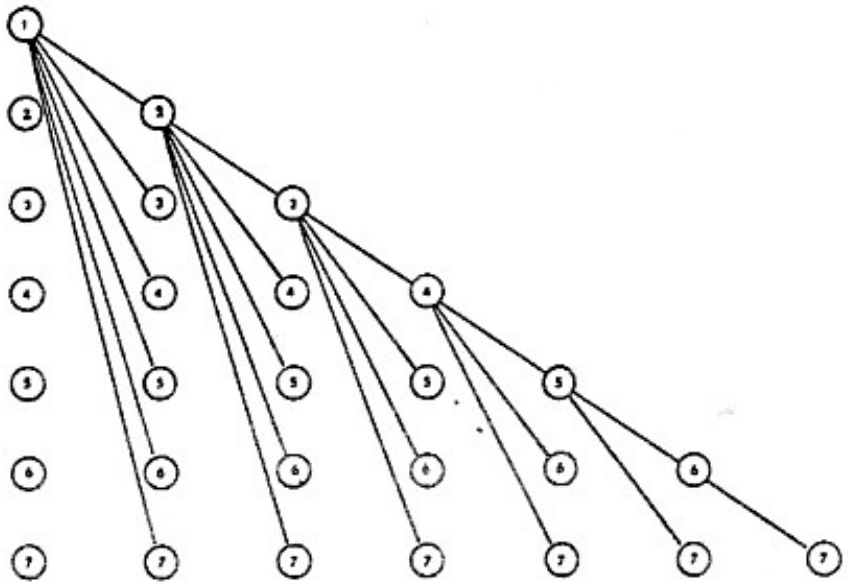
$$2 \leqslant n \leqslant 7$$

وبذلك نستطيع أن نطبق الأسلوب السابق شرحه عددا من المرات يبلغ :

$$\frac{n(n-1)}{2}$$

على أساس ازواج الحلول التالية :

$$(X_i ; X_j) \begin{cases} i = 1 \longrightarrow (n-1) \\ j = 2 \longrightarrow n \end{cases}$$



1 - To find M_{ij}

$$M_{ij} = 2\sin^{-1}\left[\sin^2\left(\frac{X_{ij}}{2}\right).\sin Pd_i.\sin Pd_j + \sin^2\left\{\frac{Pd_i \sim Pd_j}{2}\right\}\right]^{1/2}$$

2 - To find A_{ij}

$$A_{ij} = 2\sin^{-1}\left[\frac{\sin^2\left(\frac{Pd_i}{2}\right) - \sin^2\left(\frac{Pd_j \sim M_{ij}}{2}\right)}{\sin Pd_j . \sin M_{ij}}\right]^{1/2}$$

3 - To find B_{ij}

$$B_{ij} = 2\sin^{-1}\left[\frac{\sin^2\left(\frac{Zd_i}{2}\right) - \sin^2\left(\frac{Zd_j - M_{ij}}{2}\right)}{\sin Zd_j . \sin M_{ij}}\right]^{1/2}$$

4 - To find C_{ij}

$$C_{ij} = A_{ij} \pm B_{ij}$$

5 - To find L_{ij} (obs. Lat_{ij})

$$L_{ij} = 90 - 2\sin^{-1}\left[\sin^2\left(\frac{C_{ij}}{2}\right).\sin Pd_j.\sin Zd_j + \sin^2\left\{\frac{Pd_j \sim Zd_j}{2}\right\}\right]^{1/2}$$

6- To find LHA_j

$$LHA_j = 2\sin^{-1}\left[\frac{\sin^2\left(\frac{Zd_j}{2}\right) - \sin^2\left(\frac{\{90 \sim L_{ij}\} \sim Pd_j}{2}\right)}{\sin(90 - L_{ij}).\sin Pd_j}\right]^{1/2}$$

7 - To find G_{ij} (obs. $Long_{ij}$)

$$G_{ij} = LHA_j \sim G.Hj$$

8 - To find The Most Probable Observed Position M. P. P. (Lat_0; $Long_0$)

$$Lat_0 = \frac{2 \Sigma L_{ij}}{n(n-1)}$$

$$Long_0 = \frac{2 \Sigma G_{ij}}{n(n-1)}$$

حسابات الدقة

من نظرية الأخطاء فانه اذا كان الخطأ فى قياس ما يبلغ (E) فان الخطأ فى المتوسط الحسابى ولنرمز له (E_0) يكون اقل من الخطأ فى القياس الواحد بمقـــدار ($\sqrt{n}$) . أى أن :

$$E_0 = \frac{\pm E}{\sqrt{n}}$$

وبتطبيق ذلك على الأسلوب الذى تم شرحه نفترض أن الخطأ فى الموقع المرصود الذى نحل عليه من نجمين يتراوح بين (1.0 Mile) ، (4.0 Mile) وأن عدد النجوم الذى تم رصده يتراوح بين (7<------ 4) . لذلك فاننا نحصل على الجدول التالى :

عدد النجوم \ الخطأ فى الموقع	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	عدد المواقع المرصودة
4	0.408	0.612	0.816	1.021	1.225	1.429	1..633	6
5	0.316	0.474	0.632	0.790	0.949	1.107	1.265	10
6	0.258	0.387	0.516	0.645	0.775	0.904	1.033	15
7	0.218	0.327	0.436	0.546	0.655	0.764	0.873	21

والذى يتضح منه انه اذا كان الخطأ فى ا لموقع المرصود يبلغ 2.0 Miles بنسبة احتمـــال 95% ، فان هذا الخطـــأ فى الموقع المرصـــود الاكثر احتمالا MPP والذى نحصل عليه كمتوسط حسابى للمواقع الناتجـة ؛ تتدنى قيمته لتصبح بين (0.436 الى 0.861) أى بمتوسط 0.6 Miles

مثال تطبيقى

Application

At the evening twilight of March 20th 1990, ship was in

DR (39° 00' N ; 40° 00' W)

Steering Co. 148° T

Steeming speed 16 knots

Height of eye 14 m

Index Corrn - 1.7'

The following observation were taken:

Star	GMT	Sext. Alt
Alioth	21h 05 m 30 s	27° 16.8'
Denebola	21 07 00	15 26.1
Alphard	21 09 15	26 11.2
Adhara	21 10 40	21 47.3
Rigel	21 13 10	40 04.0
Hamal	21 15 20	33 11.6
Schedar	21 18 00	32 49.2

Find the M. p. p. at 21 h 20 m 00 s G.M.T.

رقم النجم	GMT (T_i)	Sext. Alt. (S_i)	S. H. A. (SH_i)	Dec d_i	Az. Az_i
1	21.09166	27.28000	166.5850	56.0083	038.5
2	21.11667	15.43500	182.8500	14.6233	083.0
3	21.15417	26.18667	218.2167	–8.6183	127.0
4	21.17778	21.78833	255.4367	–28.9617	172.0
5	21.21944	40.06667	281.4817	–8.2133	203.5
6	21.25556	33.19333	328.3467	23.4183	274.5
7	21.30000	32.82000	350.0217	56.4850	319.0

G H R	138.0483
Co.	148
Sp.	16
I. E.	-0.028
H. E.	14
DRL	+39
DRG	-40
RT	21.33333

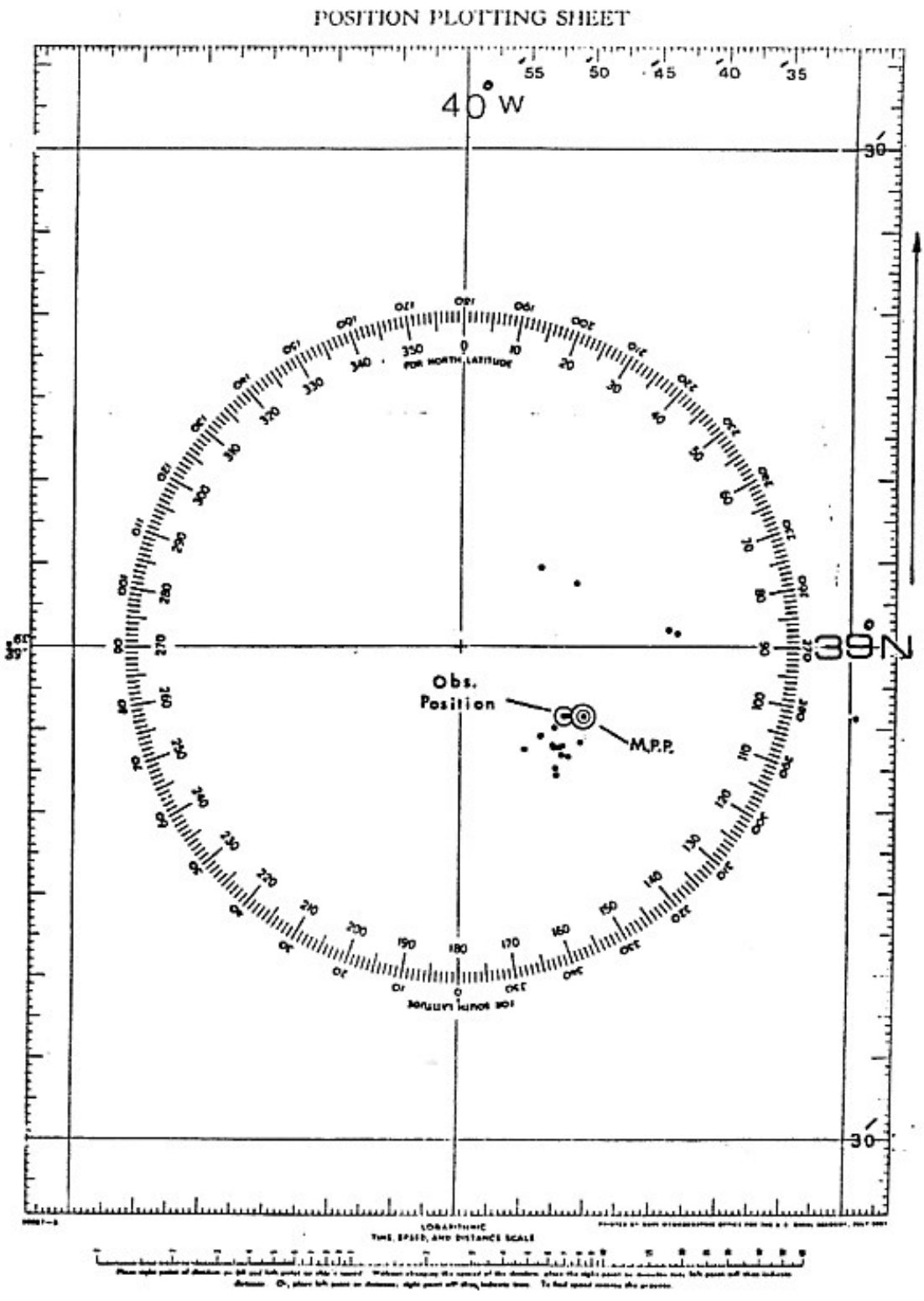
Results :

M. P. P. by the current method

lat_0 (38° 56.0' N)

M. P. P. by intercept method

Observed lat 38° 56.0' N , Observed long 39° 51.6' W).


POSITION PLOTTING SHEET
55
50
45
40
35
40° W
30'
39° N
30'
Obs.
Position
M.P.P.
FOR NORTH LATITUDE
FOR SOUTH LATITUDE
LOGARITHMIC
TIME, SPEED, AND DISTANCE SCALE

المراجـــــع

References

- *AMERICAN PRACTICAL NAVIGATOR (1984)*
  Pub. No 9 Volume 1 (Bowditch)

- *NAUTICAL ASTRONOMY*
  Revised from the 1960 Russian edition

- *PRACTICAL NAVIGATION*
  NUTSHELL SERIES (Book 1)
  By Capt. H. SUBRAMANIAM

- *EXERCISES IN ASTRONAVIGATION*
  By GORDON WATKINS

- *THE NAUTICAL ALMANAC (1990)*

تم بحمد الله