مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (25) العدد (15)2003
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Basic Science Series Vol (25) No (15) 2003

# تأثير حقل جاذبية المجرة على حركة المذنبات العشوائية، وعلاقتها بغيمة Oort المذنبية

الدكتور إسماعيل حمادة*
خلود محسنة**

(قبل للنشر في 2000/12/12)

## □ الملخّص □

تمت دراسة بحث تأثير جاذبية مجرة درب التبانة على عينة عشوائية من المذنبات حيث تبلغ تعدادها حوالي 2000 مذنب، أخذت معطيات المذنبات الابتدائية بشكل عشوائي ، ثم تم إجراء عملية مكاملة معادلات الحركة لكل منها بشكل عددي تراجعياً ، ثم تقدمياً بالنسبة للزمن.

لقد تبين أن تأثير جاذبية المجرة على تطور حركة هذه العينة من المذنبات ، يلعب دوراً هاماً في تفسير فرضية منشأ المذنبات ، وعلاقتها بغيمة Oort المذنبية.

* مدرس في قسم الرياضيات – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
** طالبة ماجستير في قسم الرياضيات – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (25) العدد (15)2003
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Basic Science Series Vol (25) No (15) 2003

# The Effect of the Galaxy on the Motion of Random Comets and it S Relation With the Comets Oort Cloud

**Dr. Ismayel hamadeh ***
**K. Mouhsna ****

**(Accepted 12/12/2000)**

## □ ABSTRACT □

We studied The Effect Of The Galaxy by adopting, 2000 Of Random ensemble Of Comets.

The initial orbital elements were chosen by Random. The Equations Of motion Of The Comets were integrated backward and forward by numerical integrations according to the time.

It was obvious that the Galactic tide was more important of the devolopment of this ensemple of Comets to explain hypothetical origin of Comets and it,s Relation with Oort
Cloud.

* **Lecturer, Department of Mathematics,Faculty of Sciences, Tshreen University, Lattakia, Syria.**

** Postgraduate Student, Department of Mathematics,Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria

## مقدمة :

تشكل الشمس مع جميع الكواكب السيّارة ، وكلّ الأجسام التي تنتمي من دون شك للنظام الشمسي كالمذنّبات ذات الأدوار الصغيرة على سبيل المثال ، جملة معزولة،لأن جميع الاضطرابات التي تنشأ في مساراتها عن جاذبية جميع النجوم القريبة ، تعتبر صغيرة جداً لدرجة الإهمال. ولكن المسألة تختلف بالنسبة للمذنبات ذات الأدوار الطويلة المرصودة ، والتي لها مسافات " نقاط الحضيض الشمسي " تبلغ وحدة فلكية (الوحدة الفلكية هي المسافة بين مركزي الأرض والشمس) تقريباً عن الشمس، ولكن مسافاتها " نقاط الأوج الشمسي "،يمكن أن تبتعد عن الشمس مسافات شاسعة ، تقدر بحوالي مئات الآلاف من الوحدات الفلكية.

من هنا يطرح السؤال التالي:هل ترتبط المذنبات ذات الأدوار الطويلة بالنظام الشمسي؟أم أنها ترتبط بفضاء ما بين النجوم؟هذه مسألة هامة للبحث من مسائل (الميكانيك السماوي) ، والتي يطلق عليها أحياناً : مسألة تطور مسارات المذنبات ، أو مسألة منشأ المذنبات "،مصدرها "، والتي اقترحت من قبل الفلكي الفرنسي (لابلاس) منذ مئتي عام خلت.

في عام /1950/ اقترح الفلكي الهولندي المعروف (J.Oort) فرضية هامة،تدعى( فرضية غيمة Oort المذنبية ).هذه الفرضية تفترض غيمة كبيرة جداً من المذنبات ، تدور حول الشمس بمسارات إهليليجية على مسافات هائلة من الشمس تقع بين / $10^5$ × 3 – $10^5$ × 2 / وحدة فلكية ، وكان على Oort توضيح تدفق المذنبات الحقيقية المرصودة قرب الشمس من هذه الغيمة، ودخولها النظام الشمسي لأول مرة ، أي تناقص مسافة الحضيض الشمسي.

أدخل Oort في حساباته تأثير النجوم القريبة على حركة المذنبات،ثم تتالت الدراسات بعد ذلك فأدخلوا الاضطراب الناشئ عن مركز المجرة ، تأثير جاذبية مادة قرص المجرة (M. Torbett, 1986) ، تأثير جاذبية غيوم كبيرة من جزيئات المادة ، التي اكتشفت مؤخراً في ا لمجرة ( M.Staniucha 1981 ).

## منشأ المذنبات وغيمة Oort :

لاحظ (J. Oort) في عام 1950 منحنياً توزيعياً ، وهو توزيع مقلوب نصف القطر الكبير للقطع الناقص (1/a) بدلالة عدد المذنبات حيث مكاملة معادلات الحركة بالنسبة للزمن ، تمت تراجعياً في الزمن الماضي من أجل/ 190 / مذنباً (S.Marsden, 1977) حقيقياً من ذات الأدوار الطويلة. لاحظ Oort العدد الأعظمي (N) لعدد المذنبات قرب القيمة صفر ، للمقدار (1/a) (مقلوب نصف القطر الكبير للقطع الناقص)، وقد افترض هنا أنه يمكن أن يكون مصدراً (منبعاً ) للمذنبات ، حيث اقترح وقتئذ قشرة كروية ضخمة من المذنبات ، تحيط بالنظام الشمسي على مسافات فلكية هائلة من الشمس بين ($10^5$× 3 – $10^5$×2) وحدة فلكية.

بين Oort أن بعض المذنبات ، تقذف إلى مناطق الرصد (حتى بعد 5 وحدة فلكية عن الشمس) حيث أدخل في حساباته اضطراب بعض النجوم ، وكان لدى Oort تسعة عشر مذنباً حقيقياً، لها تباعد مركزي قريب من الواحد ، وكانت معطياتها الابتدائية معروفة بدقة ( J Oort, 1950 ). ثم أجريت حسابات لاحقة على مذنبات حقيقية من قبل باحثين عدة في هذا المجال ، مثل ( Bailey 1976 )، ثم حسابات متقدمة على 550 مذنباً حقيقياً أجريت من قبل (I. Hamadeh, 1991) ، وقد أكدت كلها على فرضية غيمة Oort.

لفرضية غيمة Oort مؤيدون ، كما أن لها معارضين ، وتتبع فرضيتهم عن منشأ المذنبات من فضاء بين النجوم.

## مكاملة معادلات حركة المذنب في حقل جاذبية مجرة درب التبانة :

بعد إدخال تأثير جاذبية المجرة ، والذي يتألف من حقل جاذبية نواتها ، وحقل جاذبية توزع نجومها المتوضعة في قرصها كتأثير على تطور مسار المذنب ، تصبح معادلات حركة المذنب بالنسبة إلى مركز كتل النظام الشمسي حسب الشكل التالي:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -K^2 M_G \left( \frac{x - X_G}{r^3_g} + \frac{X_G}{R^3_G} \right)$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -K^2 M_G \left( \frac{y - Y_G}{r^3_g} + \frac{Y_G}{R^3_G} \right)$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} = -K^2 M_G \left( \frac{z - Z_G}{r^3_g} + \frac{Z_G}{R^3_G} \right) + \psi(z)$$

حيث لدينا :

$X_G, Y_G, Z_G$ – إحداثيات مركز المجرة بالنسبة لمستوي المجرة.

$\rho_G$ – المسافة بين المذنب ، ومركز المجرة.

$M_G$ – كتلة المجرة ، وتساوي إلى :

$$M_G = 1.3 * 10^{11} M_0$$

$R_G$– المسافة بين الشمس، ومركز المجرة.

$\psi(z)$– مركبة القوة العمودية على قرص المجرة حيث لدينا:

$$\psi(z) = \alpha z + \beta z^3$$

حيث:

Z – مسافة المذنب عن مستوى المجرة.

$\alpha, \beta$ – ثابتان (M.V, Torbett,1986)

إن حركة مركز المجرة ، تعتبر بتقريب جيد حركة دائرية منتظمة حول الشمس. لذلك بعد حساب إحداثيات، ومركبات سرعة نواة المجرة بالنسبة لمركز كتل النظام الشمسي حيث لدينا جملة الإحداثيات (Equatorial System)، والتي فيها المحور Ox موجه نحو نقطة الإعتدال الربيعي عام 1950. استخدامنا لمكاملة معادلات الحركة للمذنب السابقة طريقة سلاسل القوى التراجعية ، والتي استخدامها(Schanzle, 1991) (Brucke, 1971) ، (Sitarski, 1979)، (Hamadeh 1991) حيث استخدامها كل من Hamadeh Sitarski في دراسة تطور مسارات المذنبات في النظام الشمسي، وخارج النظام الشمسي.

## نتائج:

سنهتم في هذا البحث كما ذكرنا بدراسة تطور حركة عينة من المذنبات العشوائية،والتي يبلغ عددها (2000) مذنب حيث أخذت العناصر الابتدائية لكل مذنب بشكل عشوائي في لحظة زمنية ما عند مرور المذنب

في نقطة حضيضه الشمسي ، وهذه العناصر التي سنعتمد عليها كمعطيات ابتدائية ضرورية لعملية المكاملة العددية بالاعتماد على طريقة سلاسل القوى التراجعية.

إن عملية المكاملة العددية ، أخذت في الزمن الماضي حتى $10^7$ سنة ، وفي الزمن المستقبل حتى $10^7$ سنة.

إن العناصر الابتدائية للمذنب ، وهي i، Ω ،ω, e, q, T تمثل المعطيات الابتدائية للمذنب اللازمة لعملية المكاملة حيث :

T– لحظة زمنية ابتدائية كيفية ، وهي لحظة مرور المذنب من نقطة الحضيض الشمسي.

q– مسافة الحضيض الشمسي.

e – التباعد المركزي.

ω, Ω , i - هي عناصر المسار الزاوية بالنسبة للجملة .equatorial system

لقد أخذت عناصر المذنبات بشكل عشوائي،ثم أجريت عملية المكاملة العددية في الزمنين الماضي، والمستقبل متخذين بعين الاعتبار تأثير حقل جاذبية المجرة على تطور حركة كل مذنب بالنسبة للزمن.

رصدنا بعض عناصر المذنب في كل من الزمنين الماضي ، والمستقبل مثل:

$-q_{oring}$ – مسافة الحضيض الشمسي في الزمن الماضي.

$q_{fut}$– مسافة الحضيض الشمسي في الزمن المستقبل.

$Q_{orig}$ - مسافة الأوج الشمسي في الزمن الماضي.

$Q_{fut}$ مسافة الأوج الشمسي في الزمن المستقبل.

$\left(\frac{1}{a}\right)$– مقلوب نصف القطر الكبير للقطع الناقص في كل من الزمنين الماضي والمستقبل أي :

$$\left(\frac{1}{a}\right)_{fut}, \left(\frac{1}{a}\right)_{orig}$$

ومن نتائج المكاملة العددية للمذنبات العشوائية كان لدينا النتائج التالية الموضحة في الجدولين[(1)، (2)]

**جدول ( 1). عدد المذنبات حسب مجالات Q في الزمن الماضي**

| Q ($10^3$ Au) | N عدد المذنبات | Σ N |
|---|---|---|
| 0.7< Q < 15 | 516 | |
| 15< Q < 40 | 99 | |
| 40< Q < 80 | 77 | |
| 80 < Q<200 | 148 | |
| Q> 200 | 25 | 865 |

**جدول ( 2 ). عدد المذنبات حسب مجالات Q في الزمن المستقبل**

| Q ($10^3$ Au) | N عدد المذنبات | Σ N |
|---|---|---|
| 0.7< Q < 15 | 686 | |
| 15< Q < 40 | 113 | |
| 40< Q <80 | 33 | |
| 80 <Q <200 | 66 | |
| Q> 200 | 18 | 916 |

إذا رمزنا بـ(1/a) لقيمة مقلوب a في اللحظة الابتدائية ، وبـ $(1/a)_{orig}$ ,$(1/a)_{fut}$ :

لقيمة المقدار $\frac{1}{a}$ في كل من الزمنين الماضي والمستقبل على الترتيب عندئذ

وبنتيجة المكاملة العددية أيضاً ، كان لدينا بعض النتائج ، والتي سنخلصها بالجدولين التاليين 3) [) ،( 4 )] :

**جدول (3)في الزمن الماضي**

| $\left(\frac{1}{a}\right)_0$ | $\left(\frac{1}{a}\right)_{orig}$ | N |
|---|---|---|
| – | + | 29 |
| – | – | 106 |

**جدول (4) في الزمن المستقبل**

| $\left(\frac{1}{a}\right)_0$ | $\left(\frac{1}{a}\right)_{fut}$ | N |
|---|---|---|
| – | + | 18 |
| – | – | 66 |

ولنستعرض بعض النتائج الهامة من الجداول السابقة :

1- من نتائج المكاملة العددية ، يتبين أن مسافة الحضيض الشمسي للمذنبات ، قد تزايدت مسافاتها عن مركز كتلة النظام الشمسي عندما أجريت المكاملة في الزمنين الماضي، والمستقبل ، وهذا يتعلق بكل المسارات الإهليليجية المغلقة (قطع ناقص) ، وعدد المذنبات من العينة كان/ 1781/ مذنب حيث كانت في الماضي منذ $10^7$ سنة ، وفي المستقبل أي بعد $10^7$ سنة في غيمة Oort المذنبية [الجدولين (1) ،( 2)].

2- نلاحظ أن تأثير جاذبية حقل المجرة على المذنبات العشوائية المأخوذة ، يكون مهملاً تقريباً عندما مسافة الأوج الشمسي $Q < 10^4$ Au.

3 - إن عدد المذنبات التي لها مسارات ناقصة في العينة العشوائية ، التي تملك مسافة أوج شمسي في المجال: $40 \times 10^3$ Au < Q < 700 في كل من الزمنين الماضي ، والمستقبل كان / 1414 / مذنب من أصل /1781 / مذنب وهذا ما أكدته الأبحاث على مذنبات وهمية من قبل (J.G, Hills, 1981) حيث

اقترح وقتئذ ما يسمى غيمة Oort الداخلية من المذنبات ، حيث قدرت بنسبة 85% وفق دراسات أخرى على مذنبات عشوائية، ووفق هذه الرسالة ، وهذه العينة / 2000 مذنب / تقدر ب 88 % [الجدولين ( 1 )، (2) ]

4- يتبين أن تأثير حقل المجرة التجاذبي على حركة المذنبات ، يلعب دوراً هاماً حيث أدى إلى تغيير نوع المسار من قطوع زائدة إلى قطوع ناقصة / 47 / مذنب ، وجعلها تتحرك ضمن غيمة Oort)) المذنبية ، كما يلاحظ أنه تسبّب في إخراج بعضها من الغيمة المذكورة [ الجدولين (3) ، (4)].

5- نلاحظ من نتائج المكاملة العددية ، أن تأثير حقل جاذبية المجرة ، يصبح فعالاً عندما تصبح مسافة الأوج الشمسي أكبر من 40000 وحدة فلكية.

# المراجع:

.....


1. Beiley, M.E,(1976) Some Comments On The Oort Cloud, Astrophysical And Space Science,50.

2. Brucke, R. (1971) Solution Of The N-Body Problem With Recurrent Power Series, Celestial Mech. I.

3. Byl, j., (1986) The Effects O The Galaxy On Cometary Orbits Earth, Moon And Planets, 36.

4. Marsden, S (1977) New osculating orbits for 110 Comets and Analysis of original orbits for 200 Comets. Astron.J.V.83, N 1

5. Hills, J.G., (1981) Comets showers And The Steady-State, Infall Of Comets From The Oort Cloud, Astroc.J.86.

6. Hamadeh, I., (1991) The effects of The Galaxy on Cometary Orbits and The Origin Of Comets (Praca Doktorska).

7. Oort, J.H., (1950) The Origin Of The Cloud Of Comets Surrounding The Solar System And Hypothesis.Concerning Its Origin, Bull.Inst.Neth.11.

8. Schanzle, A.F. (1971) Power Series Representation, Of Partial Derivatives Required In Orbit determination, Celestial mech. 4,287.

9. Sitarski. G., (1979) recurrent Power Series Integration Of The Equation Of Comet s Motion, Acta Astronomica, Vol.29,No.3.

10. Staniucha, M (1981) Intersteller planetesimals- I Dissipation Of primordial Cloud of Comets by tidal encounters with massive nebulae

11. Torbett, M.V., (1986) Injection Of Oort Cloud Comets To The Inner Solar System By Galactic Tidal; Fields, Mon. Not. R, Astron.Soc.223,885.