

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



PROPOSAL

پروپوزال

مركز آموزش  
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین  
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



مركز آموزش  
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

کارگاه آنلاین  
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی



ISI  
Scopus

مركز آموزش  
آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترکیه های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترکیه های جستجو

## مطالعه انتشار امواج منفرد یون - صوتی در یک پلاسمای بی دررو

حسن نژاد، ویدا<sup>۱</sup>؛ زاهد، حسین<sup>۱</sup>؛ احدی مراغه، لیلا<sup>۱</sup>؛ شایان، میلاد<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشگاه ی علوم پایه دانشگاه صنعتی سهند

<sup>۲</sup>مرکز تحقیقات نجوم و اختر فیزیک مراغه، شهرک ولی عصر، مراغه

### چکیده

در این مقاله امواج منفرد یون صوتی در پلاسمای بی دررو شامل یونهای مثبت و منفی و الکترونهای حرارتی مورد بررسی قرار می‌گیرد و با استفاده از روش شبه پتانسیل، دامنه و پهنای امواج منفرد را به دست آورده و اثر دما و ضریب بی دررو بر روی این امواج مورد مطالعه قرار می‌گیرد. نشان داده می‌شود که در بیشینه و کمینه مقدار  $\gamma$ ، پهنای موج تقریباً برابر است ولی برای مقادیر متوسط، پهنای موج متفاوت است.

## Study of Ion-Acoustic Solitary Wave Propagation in the Adiabatic Plasma

Hasan nejad, Vida<sup>1</sup>; Zahed, Hosein<sup>1</sup>; Ahadi Maragheh, Leyla<sup>1</sup>; Shayan, Milad<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sahand University of Technology

<sup>2</sup> Research Institute for Astronomy and Astrophysics of Maragha (RIAAM)

### Abstract

*In this paper, the ion-acoustic solitary wave is studied in the complex plasma including negative and thermal electron. Using the sagdeev pseudo-potential method, the amplitude and width of the waves are calculated and the effect of temperature and adiabatic coefficient and the solitary waves are investigated. It is demonstrated that in the extremum values of  $\gamma$ , the width of the wave is almost constant but for the other values it has the different magnitude.*

PACS No.50

کوچک را در پلاسمای بی دررو چند مولفه‌ای مورد بررسی قرار داده و با استفاده از روش اختلال کاهشی نشان دادند که در مطالعه اثر فشار یون، ضریب بی دررو مهم است [۴]. Mamun و همکارانش امواج منفرد یون صوتی دامنه اختیاری را در پلاسمای غباری بی دررو شامل یونهای بی دررو و الکترونهای غیر اینرسی و ذرات غبار با بار منفی را از روش شبه پتانسیل مطالعه کرده و اثر ضریب بی دررو و نسبت دمای یون به الکترون را بر روی امواج بررسی کرده‌اند [۵].

در این مقاله، امواج منفرد یون صوتی در پلاسمای بی دررو شامل یونهای مثبت و منفی و الکترونهای حرارتی مورد مطالعه

### مقدمه

الکترونهای حرارتی به وفور در فرایندهای پلاسمایی چه در پلاسماهای جوی و چه در پلاسماهای آزمایشگاهی تولید می‌شوند [۲، ۱، ۳]. در موقع طلوع آفتاب دمای الکترونها در ارتفاع ۱۳۰km تا ۳۰۰km بین  $k^{\circ}$  ۹۰۰ تا  $k^{\circ}$  ۱۰۰۰ در تغییر است در حالی که در موقع غروب آفتاب این دما بین  $k^{\circ}$  ۵۰۰ تا  $k^{\circ}$  ۹۰۰ تغییر می‌کند. از طرفی چون توزیع الکترونها تابعی از انرژی آنهاست، توزیع الکترونها در محدوده انرژیهای متوسط و متوسط به بالا (۰.۲ تا ۰.۵) را نمی‌توان ماکسولی در نظر گرفت [۴]. Bencheriet و همکارانش امواج منفرد یون صوتی با دامنه

سرعت به  $C_S = \left(\frac{T_e}{m_+}\right)^{1/2}$  و بالاخره پتانسیل به  $\left(\frac{T_e}{e}\right)$  بهنجار شده‌اند.

برای رسیدن به معادلات  $kdv$  از روش اختلال کاهشی بهره می‌گیریم. در این روش برای بررسی امواج غیر خطی با دامنه کوچک متغیرهای اختلالی به صورت  $\xi = \varepsilon^{1/2}(x - \lambda t)$ ،  $\tau = \varepsilon^{3/2}t$  متغیرهای مستقل موجود در روابط (۱) را به شرح زیر بسط می‌دهیم:

$$\begin{aligned} n_\alpha &= v_\alpha + \varepsilon n_\alpha^{(1)} + \varepsilon^2 n_\alpha^{(2)} + \dots \\ P_\alpha &= v_\alpha \sigma_\alpha + \varepsilon P_\alpha^{(1)} + \varepsilon^2 P_\alpha^{(2)} + \dots \end{aligned} \quad (2)$$

$$u_\alpha = \varepsilon u_\alpha^{(1)} + \varepsilon^2 u_\alpha^{(2)} + \dots$$

$$\varphi = \varepsilon \varphi^{(1)} + \varepsilon^2 \varphi^{(2)} + \dots$$

$v_\alpha$  نسبت چگالی ذرات نوع  $\alpha$  به یونهای مثبت است. الکترون‌ها و یون‌ها بدون سرعت اولیه بوده و پتانسیل الکتریکی در اثر اختلال به وجود آمده است.

### رابطه پاشندگی

فرض می‌کنیم که کمیت‌های اختلالی تغییراتی به صورت  $\exp[i(kx - \omega t)]$  داشته باشند. با استفاده از این فرض و خطی سازی  $\left(\frac{\partial}{\partial x} \rightarrow ik, \frac{\partial}{\partial t} \rightarrow i\omega\right)$  معادلات (۱)، معادله پاشندگی را بصورت زیر بدست می‌دهد:

$$\omega^3 = k^3 \frac{\left[ \left( Z_+^2 + v_- Z_-^2 + \gamma(\sigma_+^2 + \sigma_-^2) \left( k^2 + \frac{v_-}{\gamma} \right) \right) \pm \sqrt{\Delta} \right]}{2 \left( k^2 + \frac{v_-}{\gamma} \right)} \quad (3)$$

که در آن

$$\begin{aligned} \Delta &= \left[ Z_+^2 + v_- Z_-^2 + \gamma(\sigma_+^2 + \sigma_-^2) \left( k^2 + \frac{v_-}{\gamma} \right) \right]^2 - 4 \left[ k^2 + \frac{v_-}{\gamma} \right] \\ &\quad \times \left[ \gamma^2 \sigma_-^2 \sigma_+^2 \left( k^2 + \frac{v_-}{\gamma} \right) + \gamma \left( Z_+^2 \sigma_-^2 + Z_-^2 \sigma_+^2 v_- \right) \right] \end{aligned}$$

شکل (۱) نمودار رابطه پاشندگی برای مقادیر مختلف  $\gamma$  را نشان می‌دهد. با افزایش ضریب بی‌دررو بسامد موج یون صوتی

قرار می‌گیرد و با استفاده از روش شبه‌پتانسیل، دامنه و پهنای امواج منفرد را به دست می‌آوریم.

### معادلات اساسی

در پلاسما داغ چند مولفه‌ای، شامل یون‌های مثبت و منفی ایزوترمال و الکترون‌های حرارتی، امواج یون صوتی با دامنه کوچک را در غیاب برخوردها و میدان مغناطیسی بررسی می‌کنیم که در آن، یون‌های مثبت (منفی) با اندیس + (-) با بارهای  $(Z_+e)$ ،  $(Z_-e)$  و هم چنین با  $m_+ = m_-$  منظور خواهند شد. در این نوع پلاسماها علاوه بر معادلات حرکت الکترون‌ها، باید معادلات حرکت تک تک یون‌ها، با در نظر گرفتن اثرات دما و فشار، مورد بررسی قرار گیرند. معادلات پیوستگی، حرکت و انرژی ذرات پلاسما و هم چنین معادله پواسون به ترتیب اینگونه است:

$$\begin{aligned} \frac{\partial n_\alpha}{\partial t} + \frac{\partial(n_\alpha u_\alpha)}{\partial x} &= 0 \\ \left( \frac{\partial}{\partial t} + u_\pm \frac{\partial}{\partial x} \right) u_\pm &= -Z_\pm \frac{\partial \varphi}{\partial x} - \frac{\sigma_\pm}{n_\pm} \frac{\partial P_\pm}{\partial x} \\ 0 &= n_e \frac{\partial \varphi}{\partial x} - \frac{\partial P_e}{\partial x} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\frac{\partial P_\alpha}{\partial t} + u_\alpha \frac{\partial P_\alpha}{\partial x} + \gamma P_\alpha \frac{\partial u_\alpha}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = -\sum_{\alpha=1} Z_\alpha n_\alpha$$

در این معادلات،  $P_\alpha$  و  $n_\alpha, u_\alpha$  بترتیب چگالی، سرعت و فشار گونه  $\alpha = e, +, -$ ، و یون‌های منفی است. و  $\sigma_\alpha = \frac{T_\alpha}{T_e}$  است. در معادلات فوق،

زمان به  $\omega_{pi}^{-1} = \left( \frac{4\pi e^2 n_{+0}}{m_+} \right)^{-1/2}$  مکران

به  $\lambda_{Di} = \left( \frac{T_e}{4\pi e^2 n_{+0}} \right)^{1/2}$  چگالی‌ها به  $n_+$ ، فشار به  $n_+ T_\alpha$

$$H = B \left( \frac{Z_+^3 (3\lambda^2 - 2\gamma\sigma_+^2 + \lambda^2\sigma_+^2)}{(\lambda^2 - \gamma\sigma_+^2)^3} + \frac{\nu_- Z_-^3 (3\lambda^2 - 2\gamma\sigma_-^2 + \lambda^2\sigma_-^2)}{(\lambda^2 - \gamma\sigma_-^2)^3} - 2\frac{\nu_e}{\gamma^2} + \frac{\nu_e}{\gamma} \right) \quad (۸)$$

برای بدست آوردن جواب پایدار معادله‌ای  $Kdv$  با استفاده از

تغییر متغیر  $\eta = \xi - U\tau$  و شرایط مرزی

$$\varphi^{(1)} \rightarrow 0, \frac{d\varphi^{(1)}}{d\eta} \rightarrow 0, \frac{d^2\varphi^{(1)}}{d\eta^2} \rightarrow 0 \quad \text{at } \eta \rightarrow \pm\infty$$

داریم:

$$\frac{1}{2} \left[ \frac{d\varphi^{(1)}}{d\eta} \right]^2 + \frac{A}{6B} (\varphi^{(1)})^3 - \frac{U_0}{2B} (\varphi^{(1)})^2 = 0 \quad (۹)$$

که در آن پتانسیل سقدیف به صورت زیر است:

$$V(\varphi^{(1)}) = \frac{A}{6B} (\varphi^{(1)})^3 - \frac{U_0}{2B} (\varphi^{(1)})^2 \quad (۱۰)$$

از حل معادله‌ای بالا معادله امواج منفرد به دست می‌آید:

$$\varphi^{(1)} = \varphi_0 \operatorname{sech}^2 \left( \frac{\eta}{W} \right) \quad (۱۱)$$

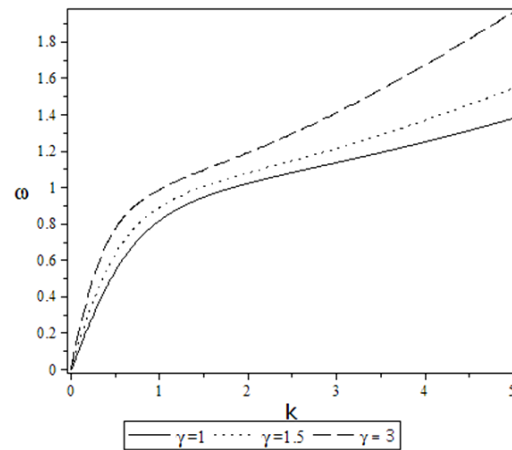
که در آن  $W$  پهنای موج منفرد و  $\varphi_0$  دامنه موج است که به

$$\text{ترتیب برابراند با } \sqrt{\frac{4B}{U_0}} \text{ و } \frac{3U_0}{H}$$

### بحث و نتیجه گیری

با تاثیر پارامترهای مختلف بر روی پتانسیل سقدیف، دامنه و پهنای موج مطالعه شده است. شکل (۲) تغییرات پتانسیل سقدیف را بر حسب مقادیر مختلف نشان می‌دهد. دامنه و پهنای پتانسیل سقدیف برای مقادیر متوسط  $\gamma$  بیشینه مقدار خود را دارد. شکل (۳) تاثیر نسبت دمای یون مثبت به دمای الکترون بر روی پتانسیل سقدیف را نشان می‌دهد با افزایش  $\sigma_+$  دامنه و پهنای موج کاهش می‌یابد. نمودار شکل (۲) و (۳) نشان می‌دهد که پلاسماهای چند مولفه‌ای فقط پتانسیل منفی امواج یون صوتی را در بر می‌گیرد به این دلیل که شبیه امواجی با دامنه بزرگ هستند وقتی در پلاسما به جای یونهای منفی ذرات گرد و غبار منفی وجود داشته باشد به شرطی که بار گردو غبار نوسان نکند. تفاوتی بین یون و گرد و غبار وجود ندارد فقط در مقیاس زمانی

افزایش می‌یابد به ویژه برای مقادیر بزرگ بردار موج، این افزایش محسوس‌تر است.



شکل ۱: تغییرات  $V$  بر حسب  $k$  برای مقادیر مختلف  $\gamma$

$$Z_{\pm} = 1, \nu_e = 0.7; \sigma_- = 0.00; \sigma_+ = 0.2; \nu_- = 0.3$$

برای بدست آوردن معادله  $kdv$  و پتانسیل سقدیف مربوطه، با قرار دادن بسط متغیرهای مستقل در معادلات اساسی برای پایین‌ترین مرتبه خواهیم داشت:

$$u_{\pm}^{(1)} = \frac{Z_{\pm}\lambda}{\lambda^2 - \gamma\sigma_{\pm}^2} \varphi^{(1)}, P_{\pm}^{(1)} = \frac{Z_{\pm}\gamma\nu_{\pm}\sigma_{\pm}}{\lambda^2 - \gamma\sigma_{\pm}^2} \varphi^{(1)}$$

$$n_{\pm}^{(1)} = \frac{Z_{\pm}\nu_{\pm}}{\lambda^2 - \gamma\sigma_{\pm}^2} \varphi^{(1)}, P_e^{(1)} = \nu_e \varphi^{(1)} \quad (۴)$$

$$u_e^{(1)} = \frac{\lambda}{\gamma} \varphi^{(1)}, n_e^{(1)} = \frac{\nu_e}{\gamma} \varphi^{(1)}$$

برای مرتبه بعدی  $\mathcal{E}$  به دست می‌آوریم:

$$\frac{\partial \varphi^{(1)}}{\partial \tau} + A \varphi^{(1)} \frac{\partial \varphi^{(1)}}{\partial \xi} + B \frac{\partial^3 \varphi^{(1)}}{\partial \xi^3} = 0 \quad (۵)$$

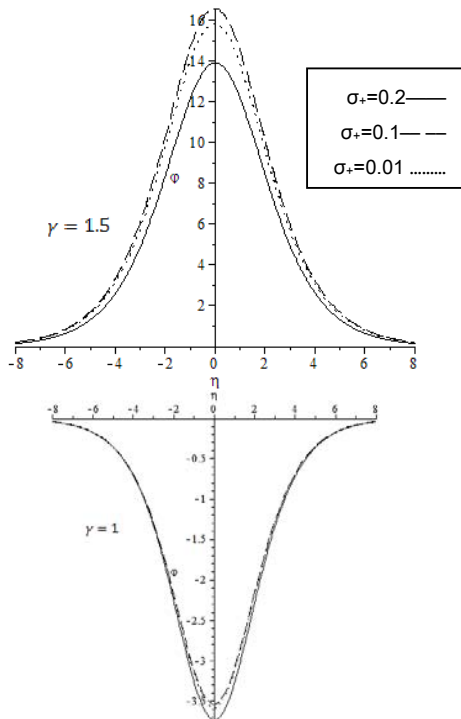
که همان معادله‌ای آشنای  $kdv$  است. ضرایب غیر خطی

$A$  و  $B$  عبارتند از:

$$A = B \left( \frac{Z_+^3 (3\lambda^2 - 2\gamma\sigma_+^2 + \gamma^2\sigma_+^2)}{(\lambda^2 - \gamma\sigma_+^2)^3} + \frac{\nu_- Z_-^3 (3\lambda^2 - 2\gamma\sigma_-^2 + \gamma^2\sigma_-^2)}{(\lambda^2 - \gamma\sigma_-^2)^3} - \frac{2\nu_e}{\gamma^2} + \frac{\nu_e}{\gamma} \right) \quad (۶)$$

$$B = \frac{1}{2\lambda} \left( \frac{Z_+^2}{(\lambda^2 - \gamma\sigma_+^2)^2} + \frac{\nu_- Z_-^2}{(\lambda^2 - \gamma\sigma_-^2)^2} \right)^{-1} \quad (۷)$$

$$v_e = 0.7, \mu = 0.7; \lambda = 1.7; \sigma_- = 0.00; \sigma_+ = 0.2; v_- = 0.3$$



شکل ۴: تغییرات امواج سولیتونی  $\phi$  برحسب  $\eta$  برای مقادیر مختلف  $\sigma_+$

$$\sigma_+ v_e = 0.7, \mu = 0.7; \lambda = 1.7; \sigma_- = 0.00; ; v_- = 0.3$$

### مرجع‌ها

- [۱] H.Amemiya; Annalen der physic. 7. Folge, Band 42, Heft 3, (1985).  
 [۲] S.Y.Mensah, F.K.A.Allotey, George Nkrumah, N.G.Mensah; Physica E 23 (2004).  
 [۳] H. Kawano, N.Serizawa, A.Tanaka, Y. Zhu; Applied Surface Science 146(1999).  
 [۴] F. Bencheriet, D. Alifedila, and M. Djebli; Phys. Plasmas 19, 024509 (2012).  
 [۵] A. A. Mamun; Phys. Lett. A 372, 1490 (2008).  
 [۶] F. Verheest and S. R. Pillay; Phys. Plasmas 15, 013703 (2008).

### معادله انرژی

در فرایندهای آدیاباتیک متغیر مستقل فشار نیز وجود دارد که به صورت زیر تعریف می شود

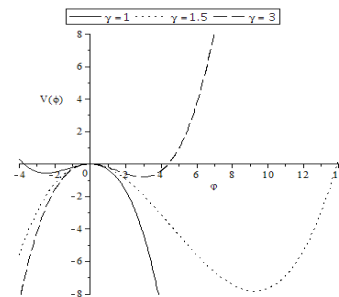
$$P = c\rho^\gamma \rightarrow \frac{D}{Dt} \left( \frac{P}{\rho^\gamma} \right) = 0$$

$$\frac{DP}{Dt} - \frac{\gamma}{\rho} P \frac{D\rho}{Dt} = 0$$

$$\frac{DP}{Dt} + \rho \nabla \cdot u = 0$$

معادله انرژی

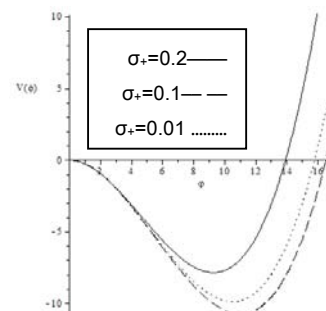
امواج که به دلیل جرم بزرگ گرد و غبار در مقایسه با جرم یون است [۴,۶]. شکل (۴) نشان می‌دهد که برای بیشینه و کمینه مقدار  $\gamma$  پهنای موج تقریباً برابر است اما برای مقادیر متوسط پهنای موج متفاوت است و با افزایش ضریب بی‌دررو دامنه موج مثبت می‌شود.



شکل ۵: پتانسیل سدیف  $V(\phi)$  برحسب  $\phi$  برای مقادیر مختلف  $\gamma$

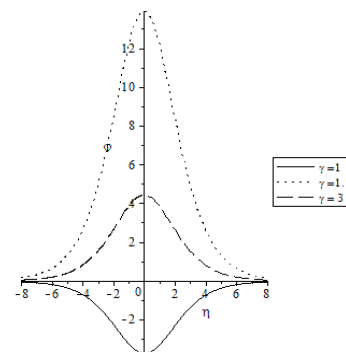
$$\sigma_+ = 0.2, v_e = 0.7, \lambda = 1.7; \sigma_- = 0.0; \gamma = 1.5; v_- = 0.3; Z_\pm = \pm 1$$

شکل (۵) نشان می‌دهد زمانی که دامنه موج مثبت است با افزایش نسبت دمای یون مثبت به الکترونها دامنه و پهنای موج کاهش می‌یابد اما برای امواج با دامنه منفی با افزایش نسبت دمای یون مثبت به الکترونها دامنه و پهنای موج تقریباً افزایش می‌یابد.



شکل ۶: پتانسیل سدیف  $V(\phi)$  برحسب  $\phi$  برای مقادیر مختلف  $\sigma_+$

$$v_e = 0.7, \mu = 0.7; \lambda = 1.7; \sigma_- = 0.00; \sigma_+ = 0.2; v_- = 0.3$$



شکل ۷: تغییرات امواج سولیتونی  $\phi$  برحسب  $\eta$  برای مقادیر مختلف  $\gamma$

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



PROPOSAL  
پروپوزال

پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین  
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین  
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی



ISI  
Scopus

آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو